

PROVINCIA AUTONOMA TRENTO
COMUNE DI ROVERETO

Geologia, Prove di laboratorio, Geotecnica
Stradale e verifiche in sito
Via Matteotti, 38-38065 Mori (TN)
Tel. & Fax 0464 913102
P.IVA 01747970224

GEO-LABOR s.a.s.

UFFICIO EDILIZIA

- 8 SET. 2008

data di presentazione

Commitente:

Finanziaria Immobiliare Roveretana S.p.a.

RELAZIONE GEOLOGICO - GEOTECNICA E
IDROGEOLOGICA INERENTE IL PROGETTO "NUOVO
INSEDIAMENTO RESIDENZIALE p.f. 475/1 - c.c. DI
LIZZANA"

ATTO CON DELIBERAZIONE DI C.C. dd. 18-09-12

IL SEGRETARIO GENERALE
Giuseppe Di Giorgio

avv. BARBARA LORENZI

Mori (TN), maggio 2008

ORDINE DEI GEOLOGI
GEOLOGENKAMMER
TRENTINO - ALTO ADIGE / SÜDTIROL
DOTT. GEOL.
N° 157 S. BARRAD F. SHAMS

ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROV. DI TRENTO
Dott. Ing. CLAUDIO BISOFFI
ISCRIZIONE ALBO N° 659

INDICE

3	1. PREMESSA.....
4	2. CARTA DI SINTESI GEOLOGICA.....
4	3. PIANO GENERALE UTILIZZAZIONE ACQUE PUBBLICHE -PGUAP-.....
7	4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELL'AREA.....
10	5. STRATIGRAFIE E CARATTERISTICHE FISICO - GEOTECNICHE DEI TERRENI DI SEDIME.....
10	5.1 Indagine penetrometrica dinamica pesante.....
11	5.2 Analisi dei risultati delle prove penetrometriche dinamiche e parametrazione geotecnica dei terreni di sedime.....
14	6. VERIFICHE GEOTECNICHE.....
14	6.1 Calcolo del carico ammissibile del complesso terreno – fondazione e dei cedimenti.....
16	6.2 Scavi e opere di sostegno.....
5	FIGURE:
5	Fig. 1 – Carta di sintesi geologica.....
6	Fig. 2 - Carta del rischio idrogeologico presente nel Piano Generale di Utilizzazione delle Acque Pubbliche (D.P.R. 15 febbraio 2006).....
9	Fig. 3 – Carta geologica.....
12	Fig. 4 – Ubicazione delle tre prove penetrometriche.....
15	TABELLE:
15	Tab. 1 – Valori della capacità portante terreno – fondazione per fondazioni nastroforni impostate sul sedimento a ghiaie e ciottoli.....
19	Tab. 2 – Valori delle portate da smaltire e dimensionamento dei pozzi.....
22	ALLEGATO 1 - RISULTATI DELLA CAMPAGNA D'INDAGINE MEDIANTE PENETROMETRO PESANTE.....
22	DEEP DRILL.....

1.PREMessa

Su incarico della Società Finanziaria Immobiliare Roveretana S.p.a. è stata scritta la seguente relazione geologica – geotecnica e idrogeologica, a supporto del progetto: “Nuovo insediamento residenziale p.f. 475/1 – c.c. di Lizzana”, redatto dall’ing. Bisoffi Claudio.

Il progetto prevede la realizzazione di un nuovo complesso residenziale costituito da tre edifici separati, che indicheremo con le lettere A, B, C secondo l’indicazione di fig. (4). Gli edifici A e B si allungano in direzione NordNordOvest – SudSudEst. Il primo ha una lunghezza di 65 m e una larghezza di 12,5 m, il secondo ha una lunghezza di 46,5 m e una larghezza di 12,5 m. L’edificio C si estende in direzione OvestNordOvest – EstSudEst, ed ha una lunghezza di 63,5 m e una larghezza di 12,5 m. I tre edifici sono costituiti da sei piani e raggiungeranno un’altezza fuori terra di 19,0 m.

Nel sottosuolo, di tutta l’area di progetto, sarà realizzato un piano interrato adibito a garages e cantine, con un’estensione di 5640,0 m², che raggiunge una profondità di circa 5,0 m dal piano campagna.

Il rilievo geologico, geomorfologico, idrogeologico e litostratigrafico è stato effettuato nella fase iniziale dello studio, per definire la natura e l’origine dei vari depositi presenti nell’area di influenza del progetto.

Le condizioni litostratigrafiche dei terreni in posto sono state dettagliatamente indagate tramite l’esecuzione di tre prove penetrometriche dinamiche pesanti DPH, che hanno raggiunto una profondità media di 4,0 m.

Ulteriori informazioni sono state raccolte mediante ricerche di documenti relativi alle sequenze stratigrafiche e alla profondità della falda acquifera, riferiti a due pozzi d’acqua eseguiti in zona (fig. 3), presenti nell’archivio del Museo Civico di Rovereto.

Attraverso un’ispezione sul terreno è stata fatta anche una valutazione dell’evoluzione geomorfologica dell’area, con lo scopo di studiare sia le condizioni d’equilibrio e di sicurezza della zona, sia l’eventuale impatto che il progetto potrà avere.

La presente indagine ottempera al D. M. 11/03/88 “norme geotecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce” e costituisce documento progettuale idoneo per il rilascio della concessione edilizia.

2. CARTA DI SINTESI GEOLOGICA

Il progetto si sviluppa all'interno di un'area che è classificata dalla Carta di Sintesi Geologica del Piano Urbanistico Provinciale (L. P. 7 agosto 2003 n° 7 "Approvazione della variante 2000 al P.U.P.) come area di protezione idrogeologica (art. 3, comma 3), (fig. 1).

In tale area, fermi restando i vincoli e le prescrizioni previste dalle norme di carattere igienico – sanitario per le risorse idropotabili, al fine di salvaguardare i corpi idrici di particolare importanza, per alcune opere è richiesta la subordinazione alle prescrizioni contenute in una specifica indagine idrogeologica. Tali opere sono:

1 gli scarichi in suolo;

2 lo stoccaggio di rifiuti, reflui, prodotti e sostanze chimiche pericolose, sostanze radioattive;

3 le cisterne di idrocarburi anche destinate al solo utilizzo domestico.

E' comunque ammesso lo smaltimento in superficie o in sottosuolo di acque bianche.

Le acque bianche provenienti dalle aree impermeabili delle strutture di progetto saranno smaltite nel sottosuolo mediante pozzi di drenaggio, in quanto non è possibile convogliare tali acque nei collettori comunali se non mediante l'utilizzo di pompe, a causa delle differenze di quota fra i collettori e l'area di progetto.

Secondo la Carta di Sintesi Geologica del P.U.P. il comune di Rovereto ricade in zona sismica 3. Per la zona sismica 3 il parametro a_g è pari 0.15g.

3.PIANO GENERALE UTILIZZAZIONE ACQUE PUBBLICHE -PGUAP-

La cartografia sulla pericolosità e il rischio idrogeologico, geologico, valanghivo e di esondazione allegata al PGUAP è stata pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n. 119 del 24/05/06 a seguito del DPR 15/02/06; tale cartografia inserisce dei nuovi vincoli derivanti dalla sovrapposizione di più carte e studi tematici; scopo della cartografia è l'individuazione della pericolosità delle aree e di conseguenza, una volta determinato il valore d'uso del suolo, del rischio idrogeologico, geologico, valanghivo e di esondazione.

La carta del rischio del Piano Generale di Utilizzazione delle Acque Pubbliche riporta per l'area di progetto una zona R0 a rischio assente dove non sono previsti vincoli (fig. 2).

Fig. 1 - Carta di Sintesi Geologica del Piano Urbanistico Provinciale (L. P. 7 agosto 2003 n° 7
 “Approvazione della variante 2000 al P.U.P.) – scala a vista

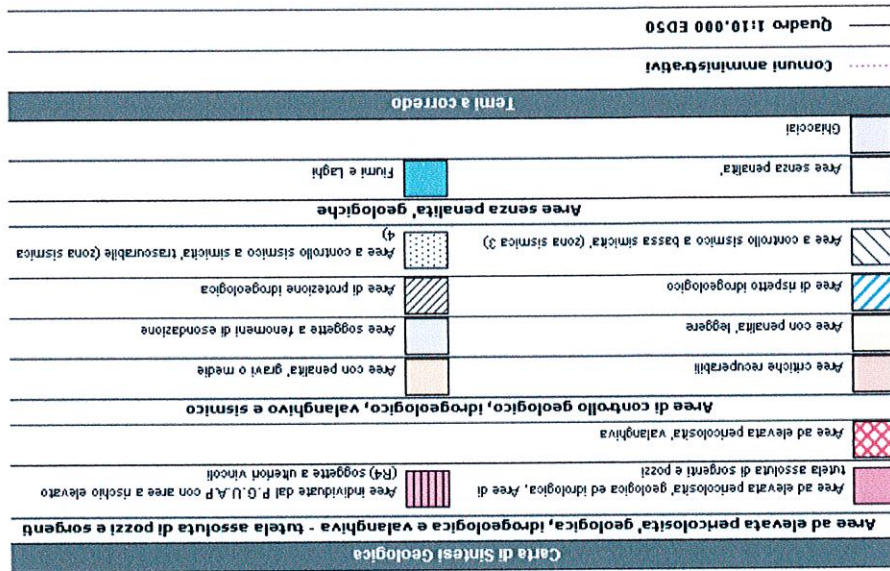
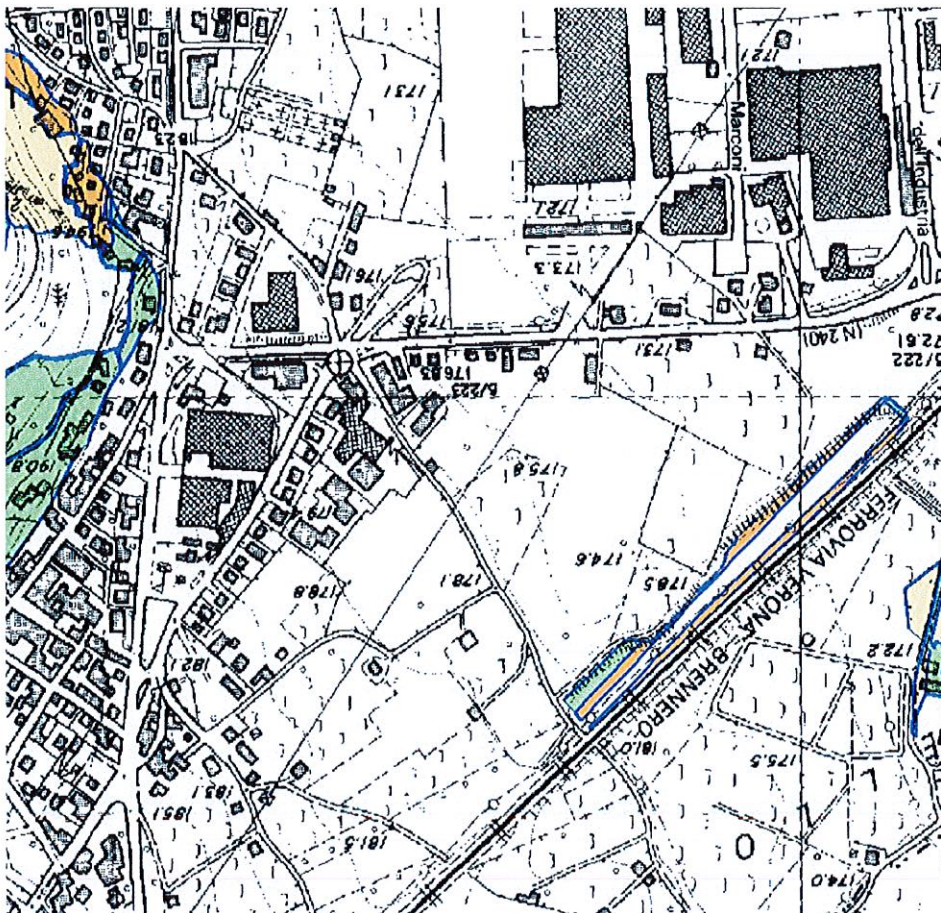


Fig. 2- Carta del rischio idrogeologico presente nel Piano Generale di Utilizzazione delle Acque Pubbliche (D.P.R. 15 febbraio 2006)

Carta	Codice	Descrizione	Colore
Carta Del Rischio	R0	Assente	
Carta Del Rischio	R1	Moderato	
Carta Del Rischio	R2	Medio	
Carta Del Rischio	R3	Elevato	
Carta Del Rischio	R4	Molto Elevato	



4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELL'AREA

L'area oggetto d'indagine è ubicata nella parte Sud della città di Rovereto ad una quota di 178 m s.l.m., nella parte distale dei depositi antichi del conoide del torrente Leno, dove tali sedimenti si possono interdigitare con quelli più fini delle alluvioni del fiume Adige. Il conoide antico del Leno è stato inciso dallo stesso torrente che successivamente ha depositato altri sedimenti grossolani ad una quota più bassa rispetto a quelli antichi. Entrambi i depositi evidenziano le medesime caratteristiche e sono costituiti in prevalenza da ciottoli e ghiaie di natura prevalentemente calcareo – dolomitica, con arrotondamento medio, in matrice sabbiosa, la quantità di matrice può variare.

Nel sottosuolo dell'area ai Fiori è possibile trovare anche sedimenti più fini a sabbia con ghiaia, tipici dei depositi distali a minore energia del conoide del Leno. L'incisione dei depositi più antichi spiega la differenza di quota, di circa 6 – 7 m, tra l'area ai Fiori e la zona Le Zigherane. Infine, nel sedime dell'area di progetto si possono incontrare anche depositi fini alluvionali dell'Adige, si tratta di sedimenti a sabbie e limi o a limi sabbiosi, di colore marrone chiaro con screziature d'alterazione color ruggine.

Un'idea della possibile successione stratigrafica dell'area di progetto si può ricavare dall'analisi della stratigrafia, ottenuta dalla realizzazione di un pozzo (n° 240, Fig. 3) in prossimità del rilevato della ferrovia, distante circa 250 m dall'area di realizzazione del nuovo complesso abitativo e a quota 178 m s.l.m. dal piano campagna.

I dati della stratigrafia, reperita nell'archivio del Museo Civico di Rovereto, sono i seguenti:

0,0 – 2,5 m –	ghiaia in abbondante matrice sabbiosa;
2,5 – 8,2 m –	alternanze decimetriche di sabbia, ghiaia sabbiosa e sabbia ghiaiosa;
8,2 – 10,6 m –	ghiaia in matrice sabbioso – limosa;
10,6 – 11,0 m –	sabbia ghiaiosa;
11,0 – 11,8 m –	limo;
11,8 – 20,0 m –	ghiaia in matrice sabbiosa.

Tale stratigrafia non deve comunque essere considerata caratterizzante per il sottosuolo dell'area di progetto in quanto sia i depositi alluvionali che quelli di torrente presentano un'elevata variabilità granulometria verticale e orizzontale. Per questo la stratigrafia del sito di costruzione è stata ulteriormente studiata mediante tre prove con penetrometro pesante, ottenendo in questo modo anche la caratterizzazione geotecnica dei terreni di sedime.

Riassumendo quindi nell'area di progetto è possibile trovare i seguenti sedimenti:

- 1 suolo attuale e sedimento agricolo costituito da una struttura a ghiaia media e piccola con abbondante matrice sabbiosa e elevata percentuale di componente unificata;
- 2 deposito grossolano del torrente Leno costituito da ciottoli e ghiaie di natura calcarea e dolomitica con presenza di matrice sabbiosa; la quantità di matrice può essere variabile e il deposito può essere a supporto di clasti con struttura open work o parziali open work; i clasti hanno arrotondamento medio;
- 3 deposito fine e distale del torrente Leno costituito da ghiaia in abbondante matrice sabbiosa e limosa; il deposito è a struttura di matrice e i clasti, costituiti in prevalenza da calcari e dolomie, hanno arrotondamento medio;
- 4 depositi fini delle alluvioni dell'Adige costituiti da sabbie e limi, limi sabbiosi e limi franchi di colore prevalentemente marrone chiaro con screziature di alterazione color ruggine.

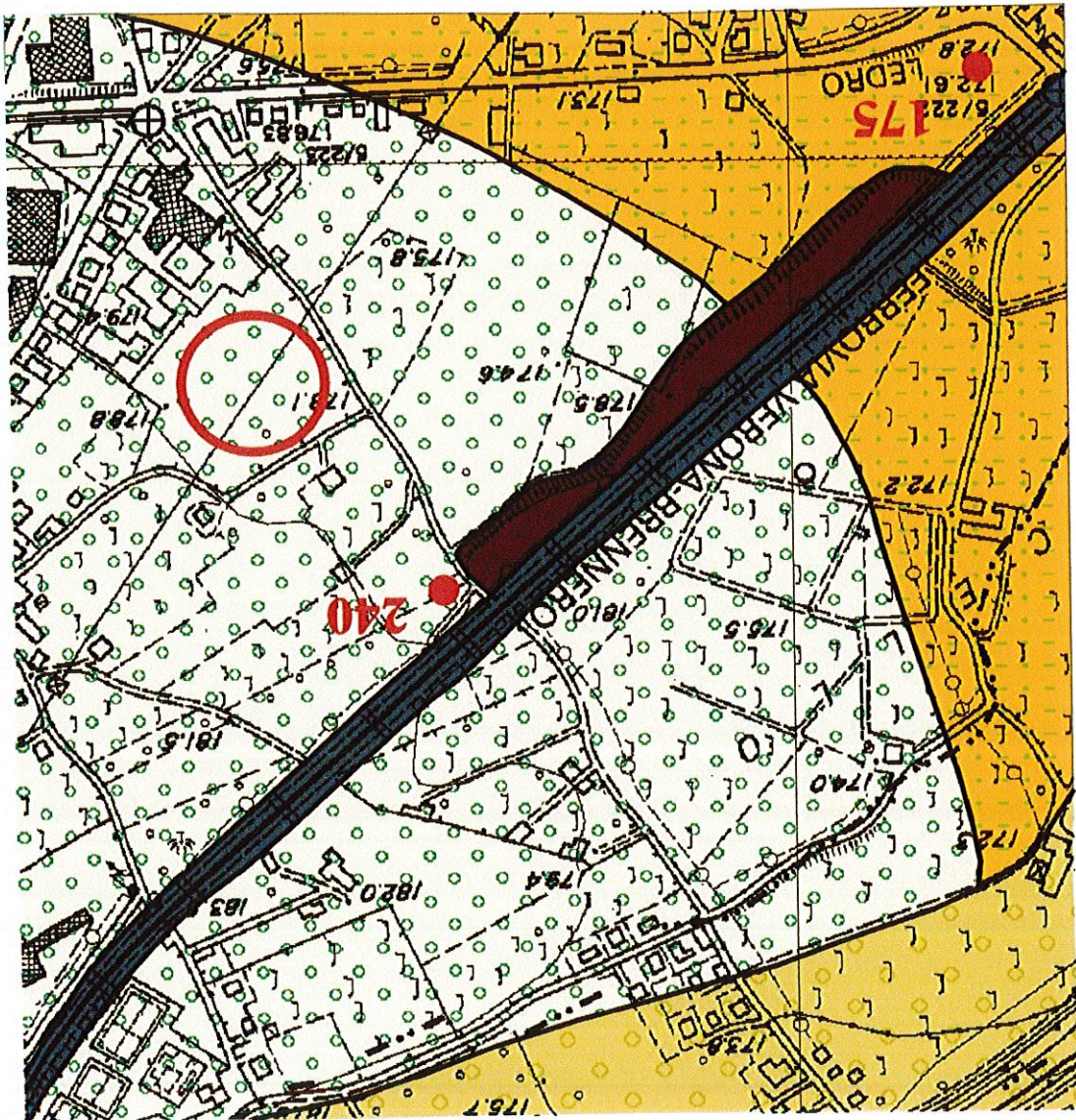
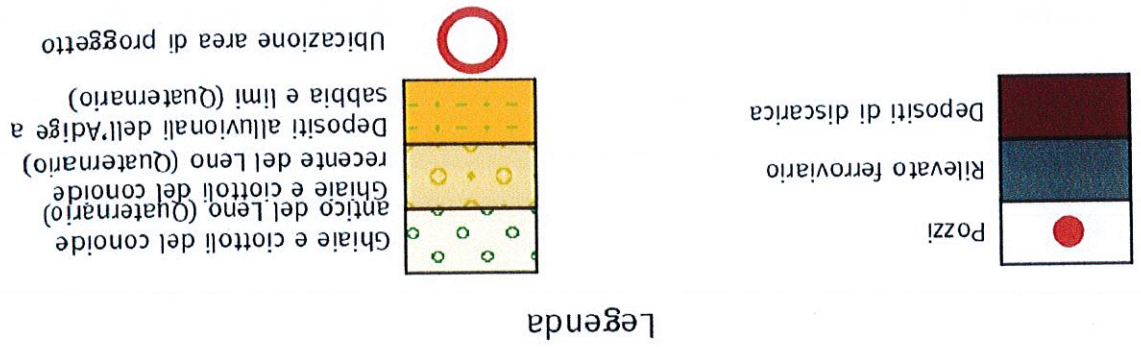
In prossimità dell'area di progetto non è presente un'idrografia superficiale in quanto, a causa delle basse pendenze e dell'elevata permeabilità dei sedimenti, l'acqua di pioggia percola rapidamente nel sottosuolo. L'idrografia superficiale dell'intero conoide è caratterizzata dal solo torrente Leno il cui alveo scorre a circa 800 m dall'area di costruzione.

Rispetto a possibili esondazioni del torrente, l'area di progetto si trova comunque protetta e sicura per le seguenti considerazioni:

- ❖ le portate cittadine del torrente Leno sono regolate dalla diga di S. Colombano;
- ❖ tra l'alveo del torrente e il piano campagna dell'area di progetto c'è una differenza di quota di 6 – 7 m;
- ❖ il rilevato della ferrovia, che si eleva sopra il piano campagna di circa 2 m, è un'ulteriore barriera di protezione dell'area ai Fiori.

In definitiva quindi l'area di progetto è sicura rispetto a pericoli geomorfologici e soprattutto rispetto alle esondazioni del Leno, anche il fiume Adige è troppo distante e con un alveo di almeno 10 m più basso rispetto alla quota del piano campagna dell'area ai Fiori per creare un rischio d'esondazione.

Il Museo Civico di Rovereto esegue un monitoraggio periodico e continuo della quota della falda nei pozzi 240 e 175 (Fig. 3). Dai dati di monitoraggio si desume che nel pozzo 240 (quota della bocca pozzo 178 m s.l.m.) la falda freatica si trova ad una profondità di 13,5 m, mentre nel pozzo 175 (quota della bocca pozzo 172 m s.l.m.) la profondità è di 5,0 m. Dai dati in possesso quindi si ricostruisce una superficie della prima falda orizzontale e posta alla stessa quota dell'alveo dell'Adige. Le portate del



scala a vista

Fig. 3 - CARTA GEOLOGICA

fiune posso quindi influenzare in positivo o in negativo le fluttuazioni della prima falda. Dai dati in possesso si può ipotizzare che per l'area di progetto la falda sia presente a 10 – 12 m dal piano campagna e che quindi sia possibile realizzare una dispersione delle acque bianche in sottosuolo.

5. STRATIGRAFIE E CARATTERISTICHE FISICO - GEOTECNICHE DEI TERRENI DI SEDIME

Le condizioni litostatigrafiche dei terreni in posto sono state dettagliatamente indagate tramite l'esecuzione di tre prove con penetrometro pesante Deep Drill. Le tre prove hanno raggiunto le profondità di 4,0 m. A tali profondità è stato registrato un rifiuto dato dalla presenza di trovanti di grandi dimensioni. Attraverso le prove penetrometriche è possibile desumere i parametri geotecnici dei terreni di sedime

5.1 Indagine penetrometrica dinamica pesante

Il penetrometro dinamico Deep Drill, con maglio di 50 kg e altezza di caduta di 0,50 m, appartiene alla classe DPH (pesante) secondo la classificazione ISSMFE (1988). Le caratteristiche del penetrometro sono riassunte in un'apposita scheda presente nell'allegato 1. La prova consiste nell'infriggere la punta conica dello strumento (angolo di apertura della punta di 90°, area di base 0,0015 m²) per tratti consecutivi di 0,10 m fino a raggiungere la profondità d'indagine desiderata o un rifiuto alla penetrazione. Sono rilevati il numero di colpi N₁₀ necessari per la penetrazione di ogni singolo tratto.

In base al coefficiente di correlazione $\beta = 2,13$ si ricava il valore N_{SPT} (prova penetrometrica dinamica pesante in foro) dai dati di N₁₀.

Dai valori medi di N_{SPT}, si ottiene il valore dell'angolo di attrito interno ϕ mediante i seguenti metodi:

- 1) $\phi = \sqrt{(1,5 \times N_{sp}) + 15}$ (Road Bridge Specification)
- 2) $\phi = 0,3 \times N_{sp} + 27$ (Japanese National Railway)
- 3) $\phi = 19 - 0,38 \times \sigma + 8,73 \times \text{Log}(N_{sp})$ (De Mello)
- 4) $\phi = \sqrt{(20 \times N_{sp}) + 15}$ (Owasaki & Iwasaki)
- 5) $\phi = 28 + 0,28 \times N_{sp}$ (Sowers)
- 6) $\phi = 20 - 5 \times \text{Log}(\sigma) + 3,73 \times \text{Log}(N_{sp})$ (Malcev)
- 7) $\phi = 27,2 + 0,28 \times N_{sp}$ (Peck-Hanson & Thornburn)

con σ pressione litostatica efficace a metà strato espressa in kg/cm^2

In letteratura esistono svariate formule che danno valori d'angolo d'attrito non sempre coerenti gli uni con gli altri. Ogni formula ha campi d'applicazione differenti e pertanto si opera scegliendo il valore d'angolo minore tra le formule che soddisfanno le ipotesi riscontrate in campagna.

Dai valori di N_{sp} è possibile anche ricavare il modulo edometrico E_d . Il valore di questo parametro è utilizzato nel calcolo dei cedimenti. In letteratura esistono formule differenti a seconda che si analizzi un sedimento incoerente o coesivo.

Per i sedimenti sabbiosi o ghiaiosi possono essere utilizzate le seguenti formule:

- 1) $E_d = N_{sp} \times 7,1$ (Farrent (kg/cm^2))
 - 2) $E_d = N_{sp} \times 3,54 + 38$ (Menzelbach e Malcev - sabbia fine (kg/cm^2))
 - 3) $E_d = N_{sp} \times 4,46 + 38$ (Menzelbach e Malcev - sabbia media (kg/cm^2))
 - 4) $E_d = N_{sp} \times 10,46 + 38$ (Menzelbach e Malcev - sabbia e ghiaia (kg/cm^2))
- Per i sedimenti coesivi, le formule da utilizzare sono invece queste:
- 1) $E_d = N_{sp} \times 5$ (Stroud e Butler - argille di media plasticità (kg/cm^2))
 - 2) $E_d = N_{sp} \times 6$ (Stroud e Butler - argille di bassa plasticità (kg/cm^2))

Anche per il modulo edometrico si sceglie il valore minimo ottenuto da quelle formule che soddisfanno le condizioni iniziali di calcolo.

In base ai dati penetrometrici è possibile risalire anche il peso di volume dei sedimenti γ e per i materiali coesivi anche la coesione non drenata C_u .

5.2 Analisi dei risultati delle prove penetrometriche e parametrizzazione geotecnica dei terreni di sedime

L'ubicazione delle prove penetrometriche è indicata in fig. 4, mentre i risultati sono illustrati nelle schede dell'allegato 1 dove assieme al numero di colpi N10 è riportato anche la resistenza alla penetrazione della punta R_{pd} (Kg/cm^2).

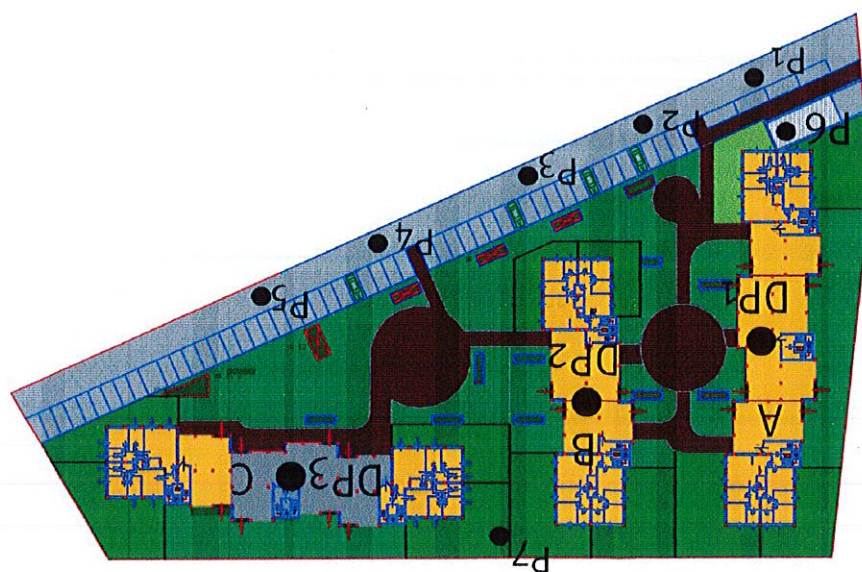


Fig. 4 – Ubicazione delle tre prove penetrometriche.

Descrizione litologica dei terreni riportati.

Prova penetrometrica DP1:

0,0 – 0,9 m – ghiaia e sabbia, il sedimento è caratterizzato da un numero medio di colpi N_{spt} pari a 17;

0,9 – 1,6 m – sabbia limosa, il sedimento è caratterizzato da un numero medio di colpi N_{spt} pari a 6;

1,6 – 2,5 m - ghiaia sabbiosa, il sedimento è caratterizzato da un numero medio di colpi N_{spt} pari a 26;

2,5 – 3,0 m – sabbia e limo, il sedimento è caratterizzato da un numero medio di colpi N_{spt} pari a 4;

3,0 – 4,1 m – ghiaia e ciottoli con sabbia, il sedimento è caratterizzato da un numero medio di colpi N_{spt} pari a 64;

Prova penetrometrica DP2:

0,0 – 1,1 m – ghiaia sabbiosa, il sedimento è caratterizzato da un numero medio di colpi N_{spt} pari a 21;

1,1 – 1,7 m – sabbia, il sedimento è caratterizzato da un numero medio di colpi N_{spt} pari a 11;

1,7 – 2,4 m - ghiaia sabbiosa, il sedimento è caratterizzato da un numero medio di colpi N_{spt} pari a

a 32;

2,4 – 2,8 m - sabbia limosa; il sedimento è caratterizzato da un numero medio di colpi N_{spt} pari a

6;

2,8 – 4,4 m - ghiaia e ciottoli con sabbia; il sedimento è caratterizzato da un numero medio di

colpi N_{spt} pari a 83;

Prova penetrometrica DP3:

0,0 – 2,3 m – ghiaia sabbiosa; il sedimento è caratterizzato da un numero medio di colpi N_{spt} pari a 23;

2,3 – 2,6 m – sabbia; il sedimento è caratterizzato da un numero medio di colpi N_{spt} pari a 9;

2,6 – 3,9 m - ghiaia e ciottoli con sabbia; il sedimento è caratterizzato da un numero medio di

colpi N_{spt} pari a 64.

In definitiva le tre prove penetrometriche evidenziano una situazione omogenea con una sequenza

sedimentaria a tre strati in cui un deposito grossolano a ghiaie e sabbie e dello spessore di 2,5 m (N_{spt}

medio di 23) è sovrapposto ad un sedimento più fine a sabbie e limi, dello spessore di 0,5 m (N_{spt}

medio di 6) che a sua volta poggia su un ulteriore sedimento grossolano a ghiaie e ciottoli con sabbia

dello spessore di 1,2 m (N_{spt} medio di 70). Sotto questo strato la natura grossolana del sedimento,

costituito in prevalenza da grossi ciottoli, non ha permesso di approfondire ulteriormente la ricerca

mediante penetrometrie pesanti.

Le prove DP1 e DP2 hanno evidenziato la presenza nel primo strato, alla profondità di 1,0 m, di

una lente di sabbia limosa (N_{spt} medio di 9) dello spessore di 0,6 m che non si trova invece nel

sondaggio DP3.

Le prove penetrometriche hanno evidenziato l'assenza della falda almeno fino a profondità

inferiori a 4,00 m.

Di seguito sono definiti i parametri geotecnici delle diverse tipologie di sedimenti presenti nel

sedime dell'area di progetto:

ghiaia e ciottoli:

1 peso di volume $\gamma = 1,85 \text{ g/cm}^3$;

2 angolo d'attrito interno $\phi = 36^\circ$;

3 coesione a breve termine $C_1 = 0,030 \text{ kg/cm}^2$;

4 coesione $C_2 = 0.000 \text{ kg/cm}^2$;

ghiaia e sabbia:

- 1 peso di volume $\gamma = 1,90 \text{ g/cm}^3$;
- 2 angolo d'attrito interno $\phi = 30^\circ$;
- 3 coesione a breve termine $C_1 = 0,050 \text{ kg/cm}^2$;
- 4 coesione $C_2 = 0,025 \text{ kg/cm}^2$;

sabbia e limo:

- 6 peso di volume $\gamma = 2,00 \text{ g/cm}^3$;
- 7 angolo d'attrito interno $\phi = 24^\circ$;
- 8 coesione a breve termine $C_1 = 0,125 \text{ kg/cm}^2$;
- 9 coesione $C_2 = 0,090 \text{ kg/cm}^2$;

Sulla base del valore degli angoli d'attrito i coefficiente di spinta attiva, calcolati con il metodo di Rankine, sono:

ghiaia e ciottoli:

$$K_a = \text{tg}^2 (45^\circ - \phi/2) = 0,20$$

ghiaia e sabbia:

$$K_a = \text{tg}^2 (45^\circ - \phi/2) = 0,33$$

sabbia e limo:

$$K_a = \text{tg}^2 (45^\circ - \phi/2) = 0,42$$

6. VERIFICHE GEOTECNICHE

Le verifiche geotecniche di seguito riportate si sono occupate di studiare la capacità portante dei terreni e i cedimenti, l'angolo di scarpa massimo attribuibile agli sbancamenti provvisori e la spinta attiva del terreno a tergo dei muri di sostegno.

6.1 Calcolo del carico ammissibile del complesso terreno – fondazione e dei cedimenti

Il calcolo del carico ammissibile del complesso terreno - fondazione è stato eseguito utilizzando i parametri geotecnici dei sedimenti grossolani a ghiaie e ciottoli poiché a causa della costruzione del piano interrato le fondazioni degli edifici saranno poste proprio su questi materiali.

La capacità portante dei terreni di fondazione è stata calcolata attraverso la formula di Brinch - Hansen:

$$Q_{lim} = B^2 (c x N_c x s_0 x i_q x d_0 + \gamma x D x N_q x d_q x i_q x g x q + 1/2 x \gamma x B^2 x N_y x s_y x i_y x g x y x d_y)$$

con:

$$B^2 = B - 2e$$

larghezza fittizia della fondazione;

larghezza fondazione;

e

eccentricità del carico, cioè quanto è spostato il punto d'azione del carico dal centro della

fondazione;

coesione del materiale;

peso di volume del materiale;

profondità del piano di posa della fondazione;

$$N_q, N_y$$

fattori di capacità portante che dipendono dall'angolo d'attrito ϕ del materiale secondo le

formule di Meyerhoff $N_q = e^{\pi \tan \phi \tan^2(45 + \phi/2)}$, $N_y = (N_q - 1) \tan^2(1,4 \phi)$, $N_c = (N_q - 1) \tan \phi$;

angolo d'attrito del materiale;

$$s_0, s_q, s_y$$

fattori di forma della fondazione; secondo le formule di Meyerhoff per una fondazione

$$\text{nastri forme } s_0 = 1 + 0,2 K_p (B/L), s_q = s_y = 1 + 0,1 K_p (B/L);$$

coefficiente di spinta passiva $K_p = \tan^2(45 + \phi/2)$;

L

lunghezza della fondazione;

$$i_0, i_q, i_y$$

fattori di inclinazione del carico; secondo le formule di Meyerhoff – Vesic $i_q = i_0 = (1 - \alpha/90^\circ)^2$

$$\text{e } i_y = (1 - \alpha/\phi)^2;$$

fattori di profondità; secondo Meyerhoff $d_0 = 1 + 0,2 K_p^{1/2} D/B$, $d_q = d_y = 1 + 0,1 K_p^{1/2} D/B$.

Sono state fatte varie prove di calcolo, utilizzando fondazioni nastri e introducendo diversi dimensionamenti di quest'ultime. Il carico ammissibile è stato ottenuto da quello limite applicando un fattore di sicurezza $F = 3$, come previsto dalla vigente normativa (D.M. 11/03/88). I risultati ottenuti sono riportati in tab. 1.

Tab. 1 – Valori della capacità portante terreno – fondazione per fondazioni nastri e nastri impostate sul sedimento a ghiaie e ciottoli

Larghezza B (m)	Profondità D (m)	q_{lim} (kg/cm ²)	q_{amm} (kg/cm ²)
0,5	0,3	4,7	1,6
	0,4	3,6	1,9
	0,5	2,7	2,6
0,8	0,7	9,6	3,2
	0,6	9,5	3,2
	0,8	11,3	3,8

Vista la natura grossolana dei terreni di sedime non vi saranno problemi di cedimenti assoluti o differenziali non compatibili con la struttura di progetto. Anche ipotizzando la presenza del sedimento limoso, evidenziato dalla stratigrafia del pozzo 240 descritta nel capitolo 2.0, anche sotto l'area di

La costruzione del piano interrato richiederà l'esecuzione di scavi profondi fino a 4,0 m. Per le verifiche di stabilità è stato adottato il metodo proposto da HOEK e BRAY (1981) considerando lo scavo completamente drenato (Chart N. 1). I valori di inclinazione degli angoli di scarpa sono stati ottenuti applicando un fattore di sicurezza di 1,3.

L'analisi è stata fatta considerando i parametri geotecnici del deposito a ghiaie e ciottoli poiché a causa della minore coesione sopporta angoli di scarpa inferiori rispetto agli altri sedimenti e pertanto permette di operare in modo più cautelativo.

Per fronti scavo temporanei si assume, in relazione ai dati riportati nel capitolo 3.2, la presenza di una coesione a breve termine pari a $0,030 \text{ kg/cm}^2$ e di un angolo d'attrito interno di 36° .

I fronti di scavo che avranno altezza inferiore ai 5,0 m potranno essere realizzati con angolo di scarpa non superiore a 35° .

I fronti di scavo che avranno altezza inferiore ai 4,0 m potranno essere realizzati con angolo di scarpa non superiore a 45° .

I fronti di scavo che avranno altezza inferiore ai 2,0 m potranno essere realizzati con angolo di scarpa non superiore a 60° .

In fase esecutiva dovrà essere posta cura a non posizionare carichi a ridosso del fronte scavo per un'ampiezza pari all'altezza dello stesso.

Dovranno essere evitate esposizioni prolungate agli agenti atmosferici dei fronti di scavo.

6.2 Scavi e opere di sostegno

di cedimenti.

volumetria simile a quelli da costruire, che hanno più di 20 anni e le cui strutture non presentano segni di

supportate dall'osservazione che accanto all'area di progetto sono presenti più condomini, di

Le considerazioni fatte sull'assenza di rischio rispetto ai cedimenti della fondazione sono

interrato, si raggiunge una profondità significativa massima di 10,5 m.

B che corrisponde quindi a 6,5 m. Se si somma tale valore ai 4,0 m di profondità dello scavo del piano

fondazione larga 1,0 m. Dai diagrammi di Boussinesq si ricava che la profondità significativa è di $6,5 \times$

un carico di esercizio di 3,8 kg è supportato, nel caso del sedimento a ghiaie e ciottoli, da una

Boussinesq e dipende dalla larghezza B della fondazione. In questo caso, dalla tabella 1 si ricava che

quella significativa dell'opera. La profondità significativa si trova utilizzando i diagrammi di

progetto alla profondità di 11,8 m dal piano campagna, quest'ultima profondità è comunque superiore a

L'esposizione dei materiali grossolani provoca una rapida perdita dell'acqua capillare che determina la formazione della coesione apparente a breve termine. Tutte le scarpate, non ancora protette da un nuovo muro, dovranno essere coperte con teli di plastica.

Si raccomanda la presenza del geologo durante le operazioni di scavo per verificare la rispondenza di quanto assunto nella presente relazione, al fine di suggerire eventuali varianti progettuali o procedure operative.

In corso d'opera eventuali fronti di altezze maggiori dovranno essere di volta in volta verificati dal geologo.

Le opere di sostegno finali dovranno essere opportunamente dimensionate in modo da prevenire traslazioni, ribaltamenti e rotture del sistema fondazione – terreno.

La progettazione di tali strutture dovrà tenere conto del peggiore coefficiente di spinta attivo dei terreni sciolti a tergo dei muri. Tale coefficiente, definito nel capitolo 3.2, è pari a:

$$K_a = \operatorname{tg}^2(45 - \varphi/2) = 0,42$$

Per un muro di sostegno di altezza pari a 5,0 m la spinta attiva per unità di lunghezza dell'opera, raggiunge il valore di $P_1 = 60,0 \text{ kg/cm}$ ($60,0 \text{ kN/m}$). La profondità dal piano campagna di applicazione della spinta è pari a due terzi dell'altezza di scavo e quindi raggiunge il valore di 2,7 m.

Per un muro di sostegno di altezza pari a 4,0 m la spinta attiva per unità di lunghezza dell'opera, raggiunge il valore di $P_1 = 62,4 \text{ kg/cm}$ ($62,4 \text{ kN/m}$). La profondità dal piano campagna di applicazione della spinta è pari a due terzi dell'altezza di scavo e quindi raggiunge il valore di 2,7 m.

Per un muro di sostegno di altezza pari a 2,0 m la spinta attiva per unità di lunghezza dell'opera, raggiunge il valore di $P_1 = 15,6 \text{ kg/cm}$ ($15,6 \text{ kN/m}$). La profondità dal piano campagna di applicazione della spinta è pari a due terzi dell'altezza di scavo e quindi raggiunge il valore di 1,3 m.

A tergo dei tratti di muro dovranno essere realizzati dei drenaggi costituiti da un vespaio di materiale arido avvolto in idoneo geotessile; le acque così raccolte dovranno essere disperse nel sottosuolo mediante pozzi disperdenti.

7. ANALISI DELLE PIOGGE e DIMENSIONAMENTO DEI POZZI

DISPERDENTI

Per il dimensionamento delle opere di drenaggio delle acque bianche e dei pozzi di dispersione, è stato fatto uno studio delle portate da smaltire provenienti dalle superfici impermeabilizzate.

Nei calcoli di portata da smaltire sono state considerate tutte le aree definiti la superficie di scavo del piano interrato. Tali aree sono state suddivise secondo la tipologia: tetto edificio A, tetto edificio B, tetto edificio C, rampa di accesso al garage, strada di accesso al complesso residenziale con parcheggi, accesso pedonale edifici A e B, accesso pedonale edifici B e C, aree a verde. Nella tabella 2 sono riportate l'estensioni delle singole tipologie di aree.

I valori delle superfici impermeabilizzate sono stati elaborati utilizzando i valori statistici degli apporti meteorici della stazione di misura significativa più vicina, ubicata a Rovereto. In particolare per la progettazione delle opere di drenaggio si fa riferimento ai dati di piovosità relativi ad una pioggia critica di 15 min con tempo di ritorno di 25 anni.

Nel caso specifico l'altezza di pioggia massima è stata ricavata utilizzando i parametri a e n relativi alla stazione pluviometrica di riferimento e introducendoli nella formula:

$$h = a \times t^n$$

con
h altezza di pioggia in mm
t tempo di riferimento espresso in ore

I calcoli eseguiti per la stazione di Rovereto danno un'altezza di pioggia riferita ad un evento di 15 min pari a $h = 31,4$ mm.

Le portate da smaltire si ottengono attraverso la formula:

$$Q_m = [(A \times h) / (3600 \times t)] \times C_d$$

con
 Q_m = portata l/sec;
A = superficie coperta (m^2);
h = altezza della pioggia caduta nel tempo "t" (mm);
t = durata della pioggia intensa (h);
 C_d = coefficiente di deflusso.

I valori di portata d'acqua da smaltire per le singole aree sono stati espressi nella tabella tab. 2.

La capacità di dispersione di un pozzo si calcola attraverso la formula:

$$Q_{out} = K \times A \times 1000$$

con, Q_{out} portata di dispersione del pozzo l/sec
 K coefficiente di permeabilità del terreno dove è inserito il pozzo (m/sec)
 A area laterale del pozzo (m²)

Nel caso in questione il coefficiente di permeabilità del terreno è stato stimato in $K = 1 \times 10^{-3}$ m/sec.

Altezza di pioggia (mm)	Tipologia area drenante	Coefficiente di deflusso	Area (m ²)	Portata parziale (l/sec)	Altezza pozzo dispersante (m)
31,4	copertura edificio A	0,9	804,5	25,2	3,8
	copertura edificio B	0,9	565,0	17,7	2,7
	copertura edificio C	0,9	771,0	24,2	3,6
	accesso pedonale A - B	0,9	540,0	16,9	2,5
	accesso pedonale B - C	0,9	487,0	15,3	2,3
	rampa Sud - accesso al garage	0,9	96,5	3,0	0,5
	strada di accesso + parcheggio	0,9	1470,0	46,1	6,9
	rampa Nord - accesso al garage	0,9	96,5	3,0	0,5
	Ovest di accesso al garage	0,9	96,5	3,0	0,5

Tab. 2 – Valori delle portate da smaltire e dimensionamento dei pozzi

Quando si dispone delle portate Q_{in} e Q_{out} del pozzo si può procedere al dimensionamento della struttura tenendo conto che deve essere verificata la seguente relazione:

$$(Q_{in} - Q_{out}) \times t < V \times 1000$$

2. il progetto si sviluppa all'interno di un'area che è classificata dalla Carta di Sintesi Geologica del
concessione;
1. la relazione ottempera al D.M. 11.03.88 e costituisce quindi documento idoneo al rilascio della
Quanto sopra esposto può essere sintetizzato nelle seguenti considerazioni finali:

8. CONCLUSIONI

strato di geotessile per evitare intasamento da parte della frazione fine.

0,5 m in modo da costruire un vespaio disperdente. Al contatto fra drenaggio e terreno sarà posto uno
attorno al pozzo sarà posto uno strato di pietrame e pietrisco (0,3 – 0,7 m) per uno spessore di almeno
garantire una permeabilità superiore a quella del terreno e cioè maggiore di 1×10^{-4} m/sec. Alla base e
I pozzi privo di fondo sarà realizzato con elementi prefabbricati cilindrici forati. I fori dovranno
pozzo P7 – altezza 0,5 m: drena la rampa Nord – Ovest.
pozzo P6 – altezza 0,5 m: drena la rampa Sud – Ovest;
pozzo P5 – altezza 5 m: drena i 5/7 Nord – Est della strada di accesso + parcheggio;
pozzo P4 – altezza 4 m: drena la copertura dell'edificio C;
pozzo P3 – altezza 5 m: drena la copertura dell'edificio B e l'accesso pedonale B – C;
accesso + parcheggio;
pozzo P2 – altezza 4,5 m: drena l'accesso pedonale A- B e i 2/7 Sud -Ovest della strada di
pozzo P1 – altezza 4 m: drena la copertura dell'edificio A;
propositiva e non vincolante, si rimanda a fig.4):

Sulla base dei dati di tab. 2 si propone la seguente geometria di pozzi (per l'ubicazione possibile,

di 1×10^{-3} m/sec.

essere tali da assicurare un coefficiente di permeabilità superiore a quello del terreno e quindi maggiore
diametro pari a 1,50 m e altezza 0,50 m. Le caratteristiche idrauliche di queste strutture dovranno
Si consiglia di costruire pozzi a dispersione mediante anelli di cls opportunamente forati di

con,	Q_{in}	portata d'acqua entrante nel pozzo (l/sec);
	Q_{out}	portata d'acqua drenata dal pozzo (l/sec);
t		tempo di riferimento (per questo caso 15 x 60 sec);
V		volume del pozzo (m^3)

Piano Urbanistico Provinciale (L. P. 7 agosto 2003 n° 7 "Approvazione della variante 2000 al P.U.P.) come area senza penalità e con un vincolo di protezione idrogeologica che non preclude la dispersione nel sottosuolo delle acque bianche; il Piano Generale d'Utilizzazione delle Acque Pubbliche indica per l'area di progetto una zona R0 senza vincoli;

3. l'area di progetto è stata indagata attraverso il rilevamento geologico e mediante la ricerca di dati stratigrafici e della profondità della prima falda presso l'archivio del Museo Civico di Rovereto; la stratigrafia e i parametri geotecnici dei sedimenti sono stati ricavati dai dati di tre prove penetrometriche con penetrometro pesante;

4. nell'area di progetto il sottosuolo è caratterizzato da una sequenza stratigrafica appartenente a depositi del torrente Leno con un'alternanza di ghiaie sabbiose, sabbie e ghiaie con ciottoli; dai dati dei pozzi 240 e 175 la falda si dovrebbe trovare a profondità comprese tra 10 m e 11 m dal piano campagna;

5. la relazione contiene la caratterizzazione geotecnica dei terreni di sedime, fatta sulla base dei dati penetrometrici e la definizione del comportamento del terreno durante le fasi d'esecuzione dell'opera in progetto in termini di capacità portante e di cedimenti;

6. sono stati calcolati l'angolo di scarpa massimo attribuibile agli sbancamenti provvisori e la spinta attiva del terreno a tergo dei muri di sostegno; fronti scavo con altezze inferiori a 4,0 m potranno avere inclinazioni non superiori a 45°; fronti scavo con altezze inferiori a 2,0 m potranno avere inclinazioni non superiori a 60°;

7. la relazione contiene un'analisi delle piogge in relazione con le portate d'acqua da smaltire provenienti dalle coperture impermeabilizzate dell'opera e un primo dimensionamento dei pozzi di drenaggio;

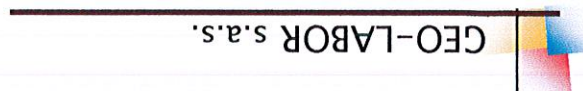
8. si ricorda che nella fase esecutiva dei lavori si rende necessaria una verifica da parte del geologo (vedi circolare O.R.G. 4/94) della corrispondenza tra previsioni di progetto e risultanze, ovvero registrare le varianti incontrate e le modifiche di progetto ritenute utili.

Mori, maggio 2008



ALLEGATO 1

RISULTATI DELLA CAMPAGNA D'INDAGINE
MEDIANTE PENETROMETRO PESANTE DEEP
DRILL



Prove di laboratorio; Geotecnica
Stradale e verifiche in sito
Via Matteotti, 38—38065 Mori (TN)
Tel. & Fax 0464 913102
P.IVA 01747970224

COMMITTENTE: FINANZIARIA IMMOBILIARE ROVERETANA

PROGETTO: COSTRUZIONE INSEDIAMENTO RESIDENZIALE SU
p.f. 475/I, C.C. LIZZANA, ROVERETO (TN)

**VERIFICA DEL GRADO DI ADDENSAMENTO DEL
TERRENO DI FONDAZIONE MEDIANTE PROVE
PENETROMETRICHE PESANTI "DPH"**

Mori (TN), maggio 2008



PREMESSA

Su incarico di Finanziaria Immobiliare Roveretana S.p.A. sono state eseguite nr. 3 prove penetrometriche pesanti DPH, per valutare il grado di addensamento del terreno della p.f. 475/1, in località Zona ai Fiori C.C. Lizzana (TN), al fine di costruire un nuovo insediamento residenziale.

Le indagini sono state eseguite, in data 16 maggio 2008 e la profondità massima raggiunta dalle prove eseguite è di circa 4,00 m.

Per l'esecuzione delle prove penetrometriche DPH è stato utilizzato il penetrometro dinamico Deep Drill, con maglio da 50 Kg ed altezza di caduta di 50 centimetri, e corrispondente alla classe DPH (pesante) secondo la classificazione ISSMFE (1988).

La prova consiste nell'infiggere la punta conica con angolo di apertura di 90° ed area di base pari a 15 cm² nel terreno per tratti consecutivi di 10 cm, fino alla profondità desiderata o fino al rifiuto, rilevando il numero di colpi necessario alla penetrazione di ogni singolo tratto (N₁₀).

L'interpretazione dei risultati, a seguito di preliminare correlazione dei valori di N₁₀ con valori di N_{SPT}, permette di determinare i valori di rottura del terreno alle varie profondità, risalendo così alla capacità portante dei terreni attraversati.

In allegato le caratteristiche tecniche dettagliate del penetrometro e l'elaborazione dei dati delle prove eseguite.

Mori (TN), maggio 2008.

PENETROMETRO DINAMICO IN USO : DPH (Heavy)

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

CARATTERISTICHE TECNICHE : DPH (Heavy)

M = 50,00 kg	MASSA BATTENTE
H = 0,50 m	ALTEZZA CADUTA LIBERA
Ms = 18,00 kg	MASSA SISTEMA BATTUTA
D = 43,70 mm	DIAMETRO PUNTA CONICA
A = 15,0000 cm²	AREA BASE PUNTA CONICA
α = 90°	ANGOLO APERTURA PUNTA
La = 1,00 m	LUNGHEZZA DELLE ASTE
Ma = 6,00 kg	MASSA ASTE PER METRO
P1 = 0,80 m	PROF. GIUNZIONE 1ª ASTA
δ = 0,10 m	AVANZAMENTO PUNTA
N = N(10) ⇒ Relativo ad un avanzamento di 10 cm	NUMERO DI COLPI PUNTA
NO	RIVESTIMENTO / FANGHI

RENDIMENTO SPECIFICO x COLPO

$$Q = \frac{(MH)/(\delta s)}{A} = 16,67 \text{ kg/cm}^2 \text{ (prova SPT : } Q_{spt} = 7,83 \text{ kg/cm}^2 \text{)}$$

$$\beta t = Q/Q_{spt} = 2,129 \quad \text{(teoricamente : } N_{spt} = \beta t N \text{)}$$

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

$$Rpd = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

Rpd = resistenza dinamica punta [area A]
e = infissione per colpo = δ / N
M = massa battente (altezza caduta H)
P = massa totale aste e sistema battuta

UNITA' di MISURA (conversioni)

1 kg/cm² = 0.098067 MPa ≈ 0,1 MPa
1 MPa = 1 MN/m² = 10.197 kg/cm²
1 bar = 1.0197 kg/cm² = 0,1 MPa
1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

- committente: FINANZIARIA IMMOBILIARE ROVERETANA
INSEDIAMENTO IMMOBILIARE p.l. 475/1 C.C. LIZZANA
- località: ZONA AI FIORI - ROVERETO (TN)
- lavoro:
- quota inizio:
- prof. falda: Falda non rilevata
- data emiss.: 20/05/2008
- data prova: 16/05/2008

- note:

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,10	4	45,0	1	2,10 - 2,20	15	145,3	3
0,10 - 0,20	5	56,3	1	2,20 - 2,30	12	116,3	3
0,20 - 0,30	6	67,6	1	2,30 - 2,40	7	67,8	3
0,30 - 0,40	6	67,6	1	2,40 - 2,50	2	19,4	3
0,40 - 0,50	7	78,8	1	2,50 - 2,60	2	19,4	3
0,50 - 0,60	10	112,6	1	2,60 - 2,70	2	19,4	3
0,60 - 0,70	12	135,1	1	2,70 - 2,80	1	9,7	3
0,70 - 0,80	13	146,4	1	2,80 - 2,90	1	9,1	4
0,80 - 0,90	10	104,2	2	2,90 - 3,00	5	45,3	4
0,90 - 1,00	4	41,7	2	3,00 - 3,10	12	108,7	4
1,00 - 1,10	3	31,3	2	3,10 - 3,20	23	208,3	4
1,10 - 1,20	3	31,3	2	3,20 - 3,30	23	208,3	4
1,20 - 1,30	3	31,3	2	3,30 - 3,40	23	208,3	4
1,30 - 1,40	3	31,3	2	3,40 - 3,50	11	99,6	4
1,40 - 1,50	2	20,8	2	3,50 - 3,60	6	54,3	4
1,50 - 1,60	4	41,7	2	3,60 - 3,70	6	54,3	4
1,60 - 1,70	9	93,8	2	3,70 - 3,80	20	181,2	4
1,70 - 1,80	11	114,6	2	3,80 - 3,90	39	331,6	5
1,80 - 1,90	10	96,9	3	3,90 - 4,00	70	595,2	5
1,90 - 2,00	13	126,0	3	4,00 - 4,10	100	850,3	5
2,00 - 2,10	25	242,2	3				

- PENETROMETRO DINAMICO tipo: DPH (Heavy)
- M (massa battente)= 50,00 kg - H (altezza caduta)= 0,50 m - A (area punta)= 15,0000 cm² - D (diam. punta)= 43,70 mm
- Numero Colpi Punta N = N(10) [$\delta = 10$ cm]
- Uso rivestimento / fanghi iniezione : NO

Certificazione:

XXXXVI/235

Tecnico
R. Matuzzii

Direttore Laboratorio
dr. F. Shams

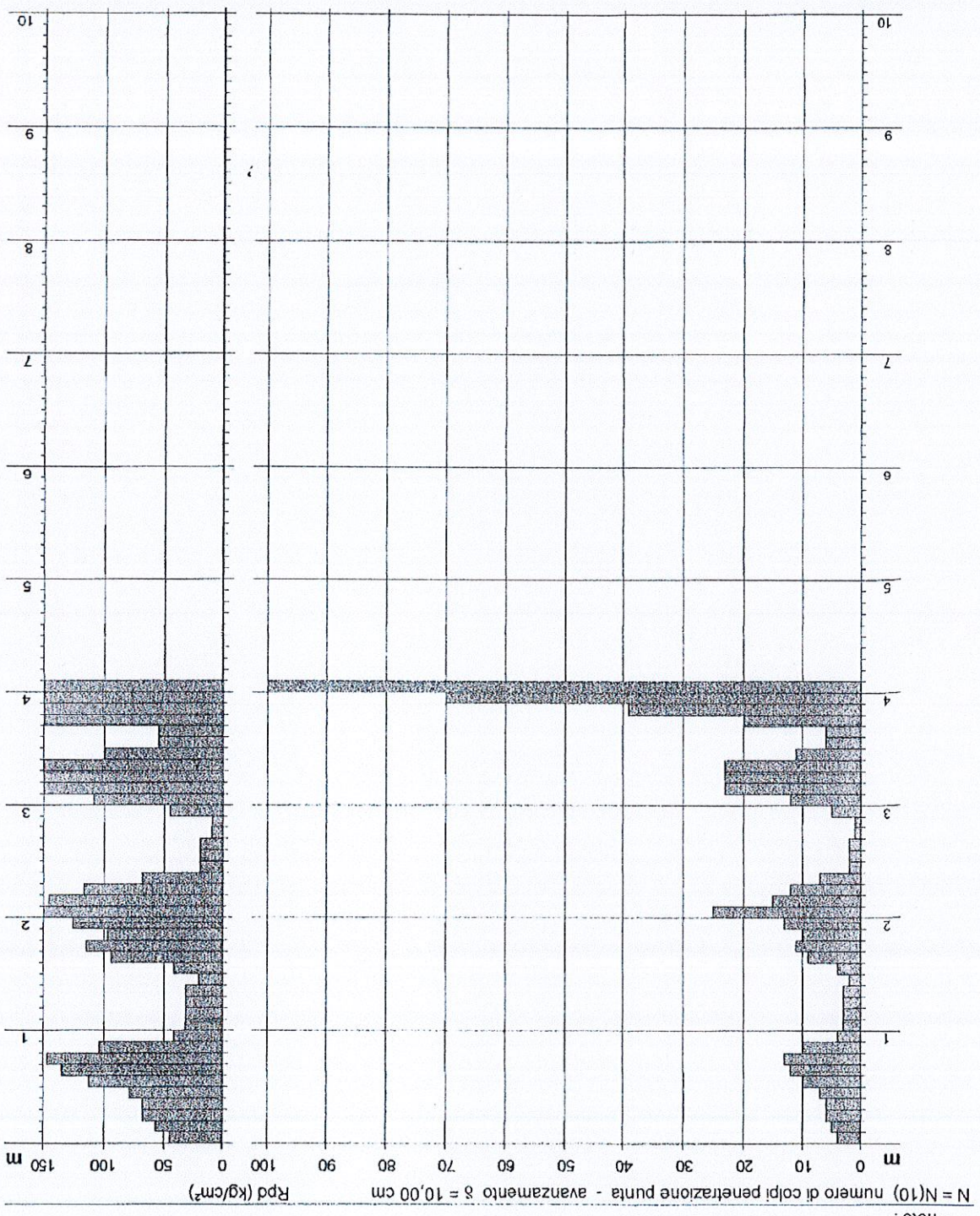
DIN 1

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

Scala 1: 50

- committente : FINANZIARIA IMMOBILIARE ROVERETANA
- lavoro : INSEDIAMENTO IMMOBILIARE p.f. 475/1 C.C. LIZZANA
- località : ZONA AI FIORI - ROVERETO (TN)
- data prova : 16/05/2008
- quota inizio : Falda non rilevata
- prof. falda :
- data emiss. : 20/05/2008

- note :



Certificazione: XXXVI/235

Tecnico
R. Matuzzii

Direttore Laboratorio
dr. F. Shams

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
ELABORAZIONE STATISTICA**

- committente: FINANZIARIA IMMOBILIARE ROVERETANA
- lavoro: INSEDIAMENTO IMMOBILIARE p.t. 475/1 C.C. LIZZANA
- località: ZONA AI FIORI - ROVERETO (TN)
- data emiss.: 20/05/2008
- data prova: 16/05/2008
- quota inizio: Falda non rilevata

- note:

n°	Profondità (m)	PARAMETRO			ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
		M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s	M+s						
1	0,00	0,90	N	8,1	4	13	6,1	3,2	4,9	11,3	8	2,13	17	
2	0,90	1,60	N	3,1	2	4	2,6	—	2,5	3,8	3	2,13	6	
3	1,60	2,50	N	11,6	2	25	6,8	6,3	5,3	17,8	12	2,13	26	
4	2,50	3,00	N	20,6	9	45	14,8	—	—	—	2	2,13	4	
5	3,00	4,10	N	30,3	6	100	18,1	29,4	59,7	511,3	30	2,13	64	
		Rpd		263,7		850	159,0	247,6	16,0	511,3	261			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $s = 10$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm^2)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta = 2,13$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $s = 30$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 1

n°	H1	H2	Nspt		Vs	G	Dr	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ed	Ysat	W	e	Q	Litologia
1	0,00	0,90	17	104	116	45	32	204	1,97	1,56	0,38	36	1,85	37,0	1,000	4,47	4,47	
2	0,90	1,60	6	97	49	59	34	312	2,03	1,65	0,25	24	1,80	41,7	1,125	0,93	5,88	
3	1,60	2,50	26	150	163	90	43	768	2,18	1,90	0,25	24	1,80	41,7	1,125	0,93	5,88	
4	2,50	3,00	4	106	37	90	43	768	2,18	1,90	0,25	24	1,80	41,7	1,125	0,93	5,88	
5	3,00	4,10	64	213	334	90	43	768	2,18	1,90	0,25	24	1,80	41,7	1,125	0,93	5,88	

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $s = 30$ cm)
DR % = densità relativa $\phi' (^{\circ})$ = angolo di attrito efficace
E' (kg/cm^2) = modulo di deformazione drenato
W % = contenuto d'acqua
Cu (kg/cm^2) = coesione non drenata
Ysat, Yd (t/m^3) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente)
Vs (m/sec) = Velocità onde di taglio
G (kg/cm^2) = Modulo di taglio
Q (kg/cm^2) = [Rpd/Chi] [15>=Chi>=20] capacità portante Sanglerat 1972

Geo-Labor s.a.s.
via Matteotti, 38 - Tel. 0464913102
38065 - Mori (TN)
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA
DIN 2

- committente: FINANZIARIA IMMOBILIARE ROVERETANA
- lavoro: INSEDIAMENTO IMMOBILIARE p.t. 475/1 C.C. LIZZANA
- località: ZONA AI FIORI - ROVERETO (TN)
- data prova: 16/05/2008
- quota inizio: Falda non rilevata
- prof. falda: 20/05/2008
- data emiss.: 20/05/2008

- note:

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	asta
0,00 - 0,10	3	33,8	1	2,20 - 2,30	10	96,9	3
0,10 - 0,20	3	33,8	1	2,30 - 2,40	7	67,8	3
0,20 - 0,30	4	45,0	1	2,40 - 2,50	4	38,8	3
0,30 - 0,40	6	67,6	1	2,50 - 2,60	3	29,1	3
0,40 - 0,50	10	112,6	1	2,60 - 2,70	2	19,4	3
0,50 - 0,60	11	123,9	1	2,70 - 2,80	2	19,4	3
0,60 - 0,70	15	168,9	1	2,80 - 2,90	10	90,6	4
0,70 - 0,80	12	135,1	1	2,90 - 3,00	9	81,5	4
0,80 - 0,90	15	156,3	2	3,00 - 3,10	20	181,2	4
0,90 - 1,00	14	145,8	2	3,10 - 3,20	20	181,2	4
1,00 - 1,10	15	156,3	2	3,20 - 3,30	19	172,1	4
1,10 - 1,20	8	83,3	2	3,30 - 3,40	27	244,6	4
1,20 - 1,30	4	41,7	2	3,40 - 3,50	40	362,3	4
1,30 - 1,40	4	41,7	2	3,50 - 3,60	50	452,9	4
1,40 - 1,50	5	52,1	2	3,60 - 3,70	44	398,6	4
1,50 - 1,60	4	41,7	2	3,70 - 3,80	39	353,3	4
1,60 - 1,70	4	41,7	2	3,80 - 3,90	36	306,1	5
1,70 - 1,80	9	93,8	2	3,90 - 4,00	39	331,6	5
1,80 - 1,90	19	184,1	3	4,00 - 4,10	37	314,6	5
1,90 - 2,00	19	184,1	3	4,10 - 4,20	52	442,2	5
2,00 - 2,10	29	281,0	3	4,20 - 4,30	75	637,8	5
2,10 - 2,20	13	126,0	3	4,30 - 4,40	100	850,3	5

- PENETROMETRO DINAMICO tipo: DPH (Heavy)
- M (massa battente) = 50,00 kg - H (altezza caduta) = 0,50 m
- A (area punta) = 15,000 cm² - D (diam. punta) = 43,70 mm
- Numero Colpi Punta N = N(10) [8 = 10 cm]
- Usò rivestimento / fanghi iniezione: NO

Certificazione:

XXXV/236

Tecnico
R. Matuzzii

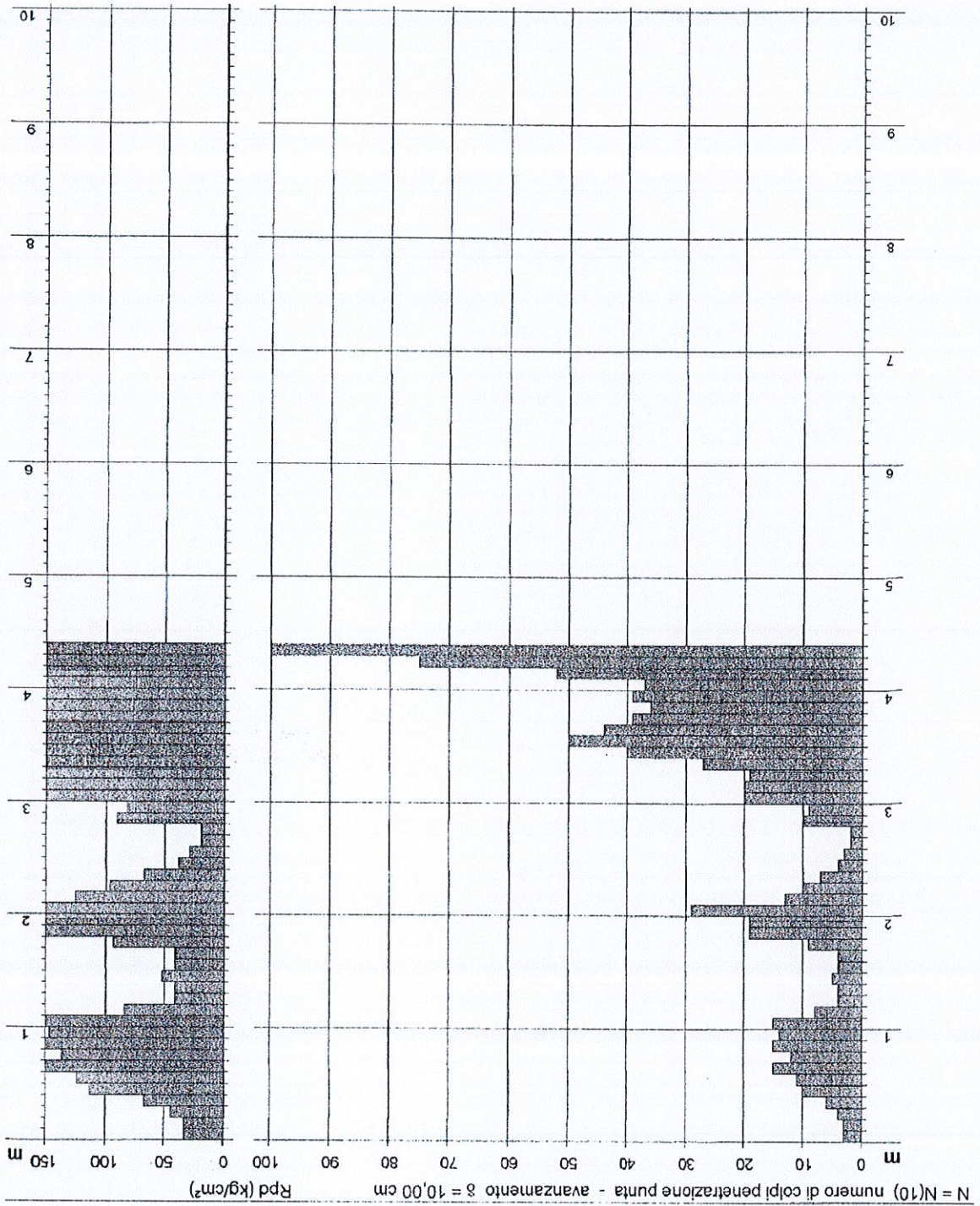
Direttore Laboratorio
dr. F. Sharma

DIN 2

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

Scala 1: 50

- committente : FINANZIARIA IMMOBILIARE ROVERETANA
- lavoro : INSEDIAMENTO IMMOBILIARE p.l. 475/1 C.C. LIZZANA
- località : ZONA AI FIORI - ROVERETO (TN)
- data prova : 16/05/2008
- data emiss. : 20/05/2008
- prof. falda : Falda non rilevata
- quota inizio :
- data emiss. : 20/05/2008



Certificazione:

XXXVII/236

Tecnico
R. Matuzzoli

Direttore Laboratorio
dr. F. Ghams

DIN 2

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

Geo-Labor s.a.s.
 via Matteotti, 38 - Tel. 0464913102
 38065 - Mori (TN)

- committente: FINANZIARIA IMMOBILIARE ROVERETANA
 INSEDIAMENTO IMMOBILIARE p.l. 475/1 C.C. LIZZANA
 ZONA AI FIORI - ROVERETO (TN)
 - lavoro: - località:
 - data prova: 16/05/2008
 - quota inizio: - prof. falda: Falda non rilevata
 - data emiss.: 20/05/2008

- note:

n°	Profondità (m)	PARAMETRO						ELABORAZIONE STATISTICA						VCA	β	Nspt
		N	Rpd	N	Rpd	N	Rpd	N	Rpd	N	Rpd	N	Rpd			
1	0,00	1,10	9,8	3	15	6,4	50,5	5,0	52,4	54,8	159,5	109	14,8	10	2,13	21
2	1,10	1,70	4,8	4	8	4,4	46,0	1,6	16,7	33,7	67,0	52	6,4	5	2,13	11
3	2,40	2,40	15,1	7	29	11,1	107,7	7,7	73,9	7,4	22,9	15	22,9	15	2,13	32
4	2,40	2,80	26,6	2	4	2,4	23,0	—	—	—	—	29	—	3	2,13	6
5	2,80	4,40	38,6	9	100	23,8	209,5	23,6	199,2	138,4	536,7	39	62,2	341	2,13	83

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto
 N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 10$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β: Coefficiente correzione con prova SPT (valore teorico $\beta = 2,13$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI DIN 2

n°	H1	H2	Nspt	Vs	G	Dr	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ed	Ysat	W	e	Q	Litologia
1	0,00	1,10	21	113	137	51	33	252	2,00	1,60	—	—	—	—	—	5,47	
2	1,10	1,70	11	111	74	—	—	—	—	—	0,69	66	1,91	32,1	0,867	2,62	
3	1,70	2,40	32	170	192	67	36	384	2,06	1,71	—	—	—	—	—	7,33	
4	2,40	2,80	6	112	49	—	—	—	—	—	0,38	36	1,85	37,0	1,000	1,43	
5	2,80	4,40	83	224	412	97	44	996	2,22	1,96	—	—	—	—	—	17,05	

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

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
 e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno
 Vs (m/sec) = Velocità onde di taglio G (kg/cm²) = Modulo di taglio dinamico Q (kg/cm²) = [Rpd/Chi] [15>Chi>=20] capacità portante Sanglerat 1972

Certificazione: XXXV/236

Tecnico
 R. Matuzzii

Direttore Laboratorio
 dr. F. Shams

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA
DIN 3

- committente : FINANZIARIA IMMOBILIARE ROVERETANA
INSEDIAMENTO IMMOBILIARE p.t.475/1 C.C. LIZZANA
- località : ZONA AI FIORI - ROVERETO (TN)
- lavoro :
- data prova : 16/05/2008
- quota inizio :
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 20/05/2008

- note :

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0,00 - 0,10	3	33,8	1	2,00 - 2,10	18	174,4	3
0,10 - 0,20	4	45,0	1	2,10 - 2,20	8	77,5	3
0,20 - 0,30	4	45,0	1	2,20 - 2,30	4	38,8	3
0,30 - 0,40	6	67,6	1	2,30 - 2,40	3	29,1	3
0,40 - 0,50	9	101,4	1	2,40 - 2,50	4	38,8	3
0,50 - 0,60	9	101,4	1	2,50 - 2,60	4	38,8	3
0,60 - 0,70	12	135,1	1	2,60 - 2,70	9	87,2	3
0,70 - 0,80	13	146,4	1	2,70 - 2,80	21	203,5	3
0,80 - 0,90	15	156,3	2	2,80 - 2,90	27	244,6	4
0,90 - 1,00	15	156,3	2	2,90 - 3,00	26	235,5	4
1,00 - 1,10	16	166,7	2	3,00 - 3,10	24	217,4	4
1,10 - 1,20	14	145,8	2	3,10 - 3,20	13	117,8	4
1,20 - 1,30	15	156,3	2	3,20 - 3,30	11	99,6	4
1,30 - 1,40	11	114,6	2	3,30 - 3,40	9	81,5	4
1,40 - 1,50	8	83,3	2	3,40 - 3,50	4	36,2	4
1,50 - 1,60	12	125,0	2	3,50 - 3,60	26	235,5	4
1,60 - 1,70	9	93,8	2	3,60 - 3,70	63	570,7	4
1,70 - 1,80	10	104,2	2	3,70 - 3,80	64	579,7	4
1,80 - 1,90	10	96,9	3	3,80 - 3,90	100	850,3	5
1,90 - 2,00	14	135,7	3				

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : DPH (Heavy)
- M (massa battente)= 50,00 kg - H (altezza caduta)= 0,50 m - A (area punta)= 15,0000 cm² - D (diam. punta)= 43,70 mm
- Numero Colpi Punta N = N(10) [$\delta = 10$ cm]
- Usò rivestimento / fanghi iniezione : NO

Certificazione:

XXXXVI/237

Tecnico
R. Matuzzoli

Direttore Laboratorio
dr. F. Shams

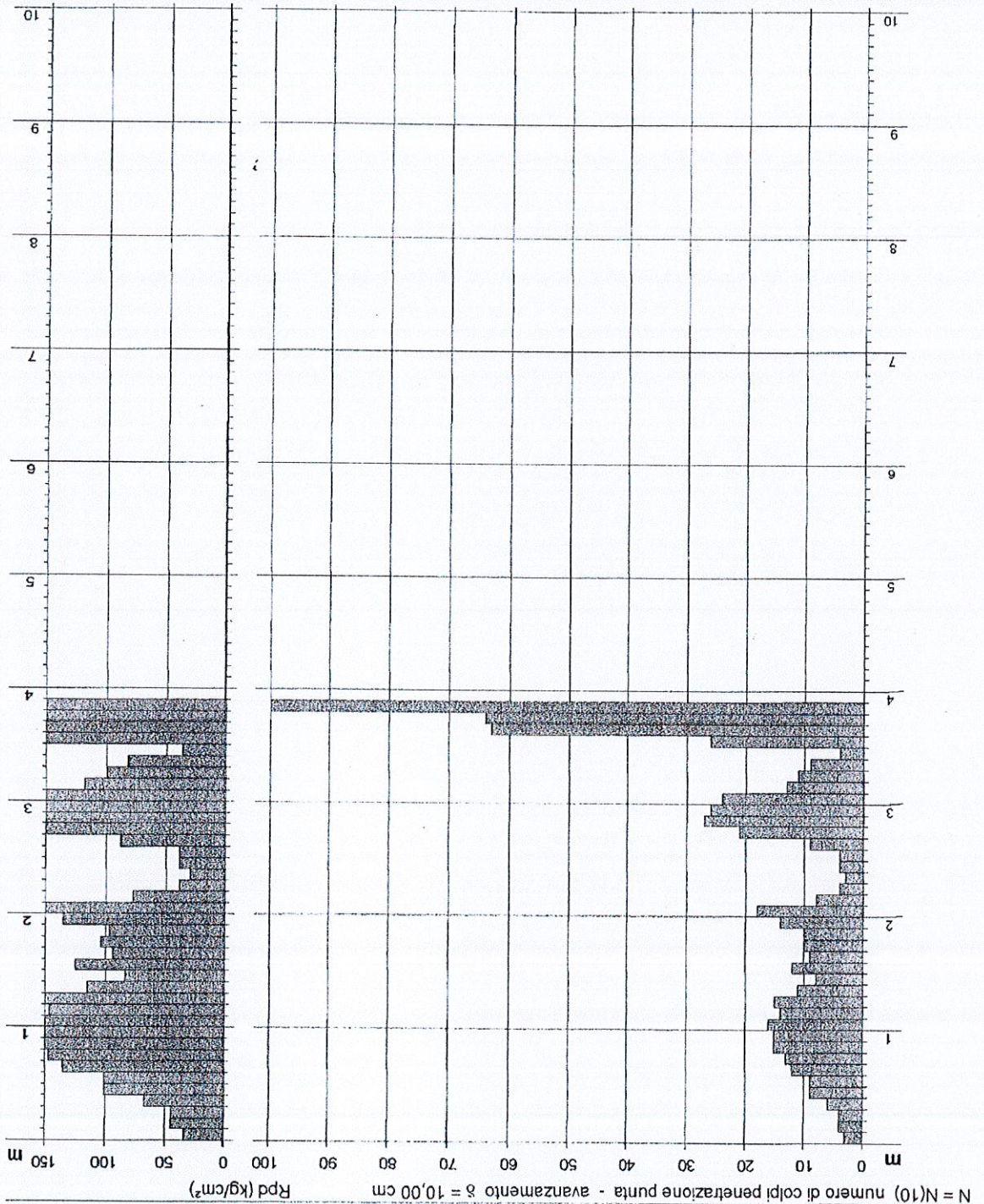
DIN 3

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

Scala 1: 50

- committente : FINANZIARIA IMMOBILIARE ROVERETANA
- lavoro : INSEDIAMENTO IMMOBILIARE p.1475/1 C.C. LIZZANA
- località : ZONA AI FIORI - ROVERETO (TN)
- data prova : 16/05/2008
- quota inizio :
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 20/05/2008

- note :



Certificazione:

XXXVI/237

Tecnico
R. Matuzzi

Direttore Laboratorio
dr. F. Stamm

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
ELABORAZIONE STATISTICA

- committente: FINANZIARIA IMMOBILIARE ROVERETANA
INSEDIAMENTO IMMOBILIARE p.f.475/1 C.C. LIZZANA
- lavoro: ZONA AI FIORI - ROVERETO (TN)
- località:
- data prova: 16/05/2008
- quota inizio:
- prof. falda: Falda non rilevata
- data emiss.: 20/05/2008

- note:

n°	Profondità (m)	PARAMETRO						ELABORAZIONE STATISTICA						VCA	β	Nspt
		M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s	M+s	M-s	M+s	M-s	M+s	M-s	M+s		
1	0,00	2,20	N	10,7	3	18	6,8	4,2	6,5	14,8	11	11	11	11	2,13	23
2	2,20	Rpd	111,9	34	174	72,9	41,6	70,4	153,5	115	4	38	30	269	2,13	9
		N	3,8	3	4	3,4	---	---	---	---	---	---	---	---		
		Rpd	36,3	29	39	32,7	---	---	---	---	---	---	---	---		
3	2,60	Rpd	273,8	36	850	155,0	243,1	30,8	516,9	289	28,1	58,7	30	269	2,13	64
		N	30,5	4	100	17,3	28,1	2,4	58,7	269	2,4	58,7	30	269		
		Rpd	36,3	29	39	32,7	---	---	---	---	---	---	---	---		

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $s = 10$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm^2)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 2,13$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $s = 30$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 3

												NATURA GRANULARE												NATURA COESIVA											
n°	H1	H2	Nspt	Vs	G	Dr	ø'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ed	Ysat	W	e	Q	Litologia																		
1	0,00	2,20	23	131	147	54	33	276	2,01	1,62	---	---	---	---	---	---	---																		
2	2,20	2,60	9	118	64	---	---	---	---	---	0,56	54	1,89	34,0	0,918	1,91	---																		
3	2,60	3,90	64	210	334	90	43	768	2,18	1,90	---	---	---	---	---	---	---																		

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

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito efficace
E' (kg/cm^2) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
Ysat, Yd (t/m^3) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno
Cu (kg/cm^2) = coesione non drenata
Vs (m/sec) = Velocità onde di taglio G (kg/cm^2) = Modulo di taglio dinamico Q (kg/cm^2) = [Rpd/Chi] [15>Chi>20] capacità portante Sanglerat 1972

Certificazione:

XXXVII/237

Tecnico
R. MatuzziiDirettore Laboratorio
dm F. Siamis