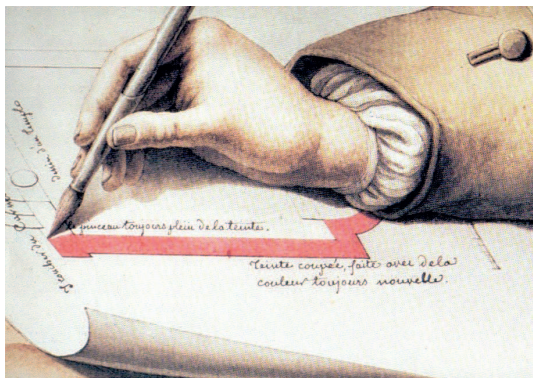




STUDIO TECNICO GEOM. PISANI PAOLO

Via Montecassino n. 1

20025 Legnano (MI)

Telefono: 0331/593626

Fax: 0331/590004

Cellulare: 339/2081925

E-Mail: studiotecnico@geometrapisani.it

Iscrizione Albo di Varese N° 2463

P.IVA 02313210128

C.F. PSNPLA61E02F917E

"PROVINCIA di VARESE" Comune di Ferno

Via Quarto n° S.N.C.
foglio 9, particelle 3579-4628-
5209-5210-7281

Committenti

SEDIF s.r.l.
via Besana n°4 - Milano (MI)

DOMUS VILLA s.r.l.
via Lazio n°7 - 20052 Monza (MI)

PROGETTO:

PIANO ATTUATIVO
P.A.n°1 Industriale

I COMMITTENTI

IL PROGETTISTA

IL D.L.

IL COSTRUTTORE

Elenco revisioni e dati informativi

Rev.	Data	Descrizione Breve	Sigla

Descrizione

Relazione geologica

Allegato

E

SEDIF S.r.l.
Via Besana, 4
MILANO

PIANO ATTUATIVO 2 - LOTTO C
Via Augusta/Via dell'Artigianato/Via Quarto
in Comune di Ferno (Va)

INDAGINE GEOGNOSTICA

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA
(ai sensi del D.M. 11.03.88)

16 OTTOBRE 2007

Dott. Geol. Luca Luoni



STUDIO DI GEOLOGIA
CONSULENZE E SERVIZI

20025 Legnano (Mi) - Via Flora, 140 - tel. e fax: 0331 544748 - cell. 347 4663005
e-mail: luca.luoni@tele2.it - web: www.paginegialle.it/luoniluca

SOMMARIO

1. Premessa	2
2. Inquadramento geologico e idrogeologico	2
3. Criteri e modalità di esecuzione dell'indagine geognostica	5
4. Risultati dell'indagine geognostica	8
4.1 Modello geotecnico del sottosuolo	8
4.2 Correlazioni per il calcolo dei parametri geotecnici	11
5. Il progetto e le soluzioni fondazionali verificate	12
6. Capacità portante del terreno di fondazione	13
7. Stima dei cedimenti	16
8. Sintesi dei risultati	18

APPENDICE

Tabulati e grafici prove penetrometriche

Parametri di calcolo e risultati

1. Premessa

In seguito all'incarico conferitomi dalla Società "Sedif S.r.l." di Milano è stata eseguita un'indagine geognostica in Comune di Ferno (Va), nell'ambito del Piano Attuativo Industriale n.1 e n.2-Lotto C.

L'indagine è consistita complessivamente nell'esecuzione di **n°10 prove penetrometriche dinamiche** continue, di cui n°3 ubicate all'interno del P.A. 2 Lotto C in esame, necessarie per la ricostruzione del modello geotecnico del sottosuolo attraverso la definizione delle proprietà geomeccaniche dei terreni di fondazione e degli spessori delle principali litozone.

Scopo ultimo del presente lavoro è quello di definire i carichi di esercizio ammissibili in base alle verifiche della capacità portante e dei cedimenti che potranno generarsi in seguito alla trasmissione dei carichi al terreno.

Il presente rapporto è conforme alla normativa vigente, in particolare al **D.M. 11.03.1988** e alle successive circolari ministeriali esplicative, che stabiliscono le norme tecniche per le indagini sui terreni con indicazioni geologiche e geotecniche riguardo alle scelte del progetto esecutivo.

2. Inquadramento geologico e idrogeologico

L'area di intervento è ubicata nell'ambito dei depositi fluvioglaciali ed alluvionali (*Diluvium Recente*) che costituiscono il cosiddetto Livello Fondamentale della Pianura (LFP), formatosi per colmamento alluvionale in seguito all'ultima glaciazione wurmiana.

Secondo la cartografia litologica ufficiale della Provincia di Varese, i terreni in esame sono caratterizzati da alternanze di livelli prevalentemente sabbiosi fini e limosi, con argilla in percentuale variabile localmente. L'unità viene indicata come "SL" nella

cartografia sopra citata.

L'area tuttavia ricade nelle immediate adiacenze dell'unità "GSC", caratterizzata da materiali incoerenti con frazioni granulometriche comprese tra la sabbia e i ciottoli, tali da determinare, per la maggior parte, terreni sabbioso ghiaiosi passanti a ghiaie sabbiose. Si veda la carta litologica in **Fig.1**.

Il dato è confortato dall'analisi del materiale degli scavi esplorativi, spinti fino a 2,0 m c.ca di profondità dal p.c. per consentire l'esecuzione delle prove di permeabilità in sito necessarie per il dimensionamento dei pozzi perdenti all'interno del P.A.1.

Questi hanno fatto rilevare la comparsa al di sotto dello strato di copertura vegetale dei depositi sabbiosi-limosi-argillosi.

Secondo le risultanze dell'indagine geognostica effettuata nell'area in esame, tramite esecuzione di prove penetrometriche dinamiche, lo spessore dell'unità SL si limita al massimo ai primi 2.5m dal piano campagna, lasciando inferiormente posto all'unità GSC. Si segnala come tale ipotesi sia desunta dal dato indiretto della prova e non verificato in modo diretto.

Le caratteristiche idrogeologiche locali sono note in base alle numerose pubblicazioni a cura della Provincia di Varese, tra cui la Carta Idrogeologica presentata nell'ambito del Piano Cave Provinciale (Giugno 2003).

L'area in esame risulta mediamente interessata da linee isopiezometriche disposte in direzione NW-SE tali da determinare un flusso della falda superficiale NE-SW che risente degli effetti drenanti esercitati dal Fiume Ticino.

Le quote si possono considerare mediamente variabili tra 170 e 175m s.l.m., tali da determinare valori di soggiacenza considerevoli (profondità della falda dal piano campagna), superiori mediamente a 40m e pertanto tali da non interferire con gli interventi in progetto.

Le prove penetrometriche dinamiche eseguite, come atteso, non hanno rilevato la presenza di falde superficiali sospese, sino alle massime profondità indagate (10.0m circa da p.c.).

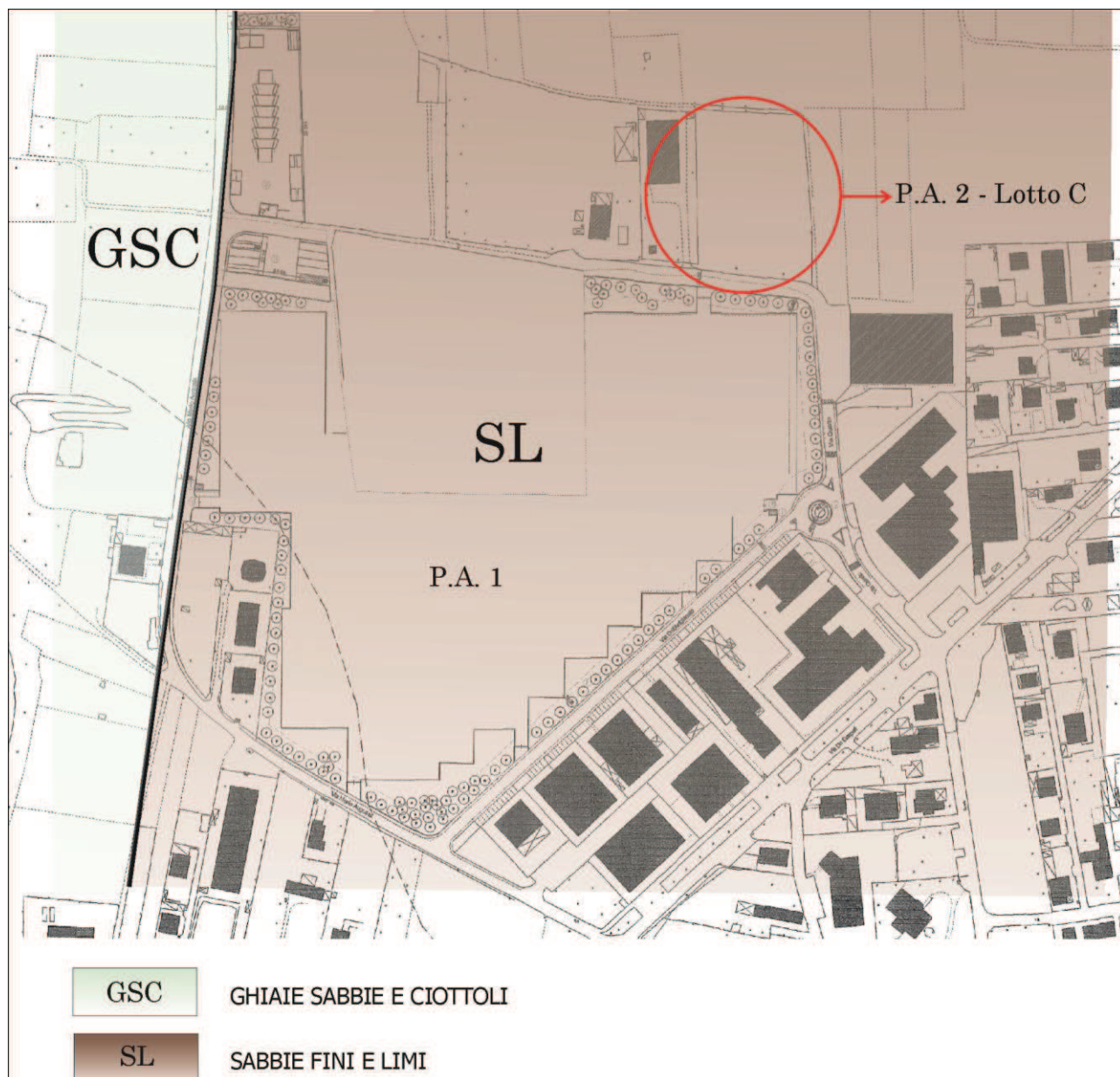


FIG.1 – Carta litologica.

3. Criteri e modalità di esecuzione dell'indagine geognostica

Accogliendo le richieste della Committenza sono state eseguite n°10 prove penetrometriche dinamiche continue (Cfr. ubicazione in planimetria di **Fig.2**), i cui tabulati e grafici vengono riportati in appendice.

La maglia di punti investigata risulta soddisfacente, in relazione a:

- estensione dell'area da edificare;
- grado di conoscenza geologica e geotecnica dei terreni in esame;
- grado di uniformità delle risultanze delle prove.

Le prove sono state eseguite con penetrometro dinamico **PAGANI TG 63/100** che, secondo la normativa europea I.S.S.M.F.E. '88, è paragonabile ad un DPSH (Dynamic Probing Super Heavy). Le caratteristiche dello strumento utilizzato corrispondono alla nuova categoria di standard internazionale.

La prova consiste nell'infissione lungo la direzione del filo a piombo di una punta conica metallica, posta all'estremità di un'asta d'acciaio, in seguito alla discesa di un maglio di peso pari a 73 Kg direttamente sulla testa di battuta da un'altezza di caduta di 75cm.

Viene registrato il numero di colpi necessari per l'infissione di 30 cm delle aste nel terreno (N_{SPT}) in modo continuo, fornendo delle indicazioni sui parametri geotecnici in funzione della resistenza che il terreno stesso offre alla penetrazione.

Per quanto riguarda la conversione dei valori di resistenza alla penetrazione dinamica nei corrispondenti valori di Standard Penetration Test (SPT) la relazione tra i due valori è generalmente regolata da rapporti empirici basati sullo studio di esperienze pratiche (funzione della litologia e del rendimento dello strumento), secondo la relazione indicata al § 4.

Le prove sono state spinte sino alle profondità indicate nella seguente tabella.

PROVA	ZONA	PROFONDITA'
PPD1	P.A.2 – Lotto C	-9.0m da p.c.
PPD2	P.A.2 – Lotto C	-8.1m da p.c.
PPD3	P.A.2 – Lotto C	-9.0m da p.c.
PPD4	P.A.1	-9.0m da p.c.
PPD5	P.A.1	-6.6m da p.c.
PPD6	P.A.1	-9.0m da p.c.
PPD7	P.A.1	-7.2m da p.c.
PPD8	P.A.1	-9.9m da p.c.
PPD9	P.A.1	-9.9m da p.c.
PPD10	P.A.1	-9.6m da p.c.

Solo le prove PPD2-5-7-10 hanno raggiunto la situazione di rifiuto meccanico all'avanzamento della punta, individuato dal superamento di 100 colpi/piede o dal rimbalzo del maglio sulle aste senza alcun approfondimento ulteriore.

Si ipotizza con buona ragionevolezza che l'arresto delle prove sia stato determinato dalla presenza di ciottoli di notevoli dimensioni oppure da livelli particolarmente addensati.

Le altre prove sono state invece arrestate prematuramente, a profondità ritenute significative per la comprensione delle problematiche geotecniche riguardanti il sistema terreno-fondazione.

Le caratteristiche tecniche principali vengono riassunte di seguito:

peso massa battente	73 Kg
altezza di caduta	0.75 m
lunghezza aste	0.90 m
diametro aste	34 mm
diametro punta conica	51 mm
angolo del cono	60°

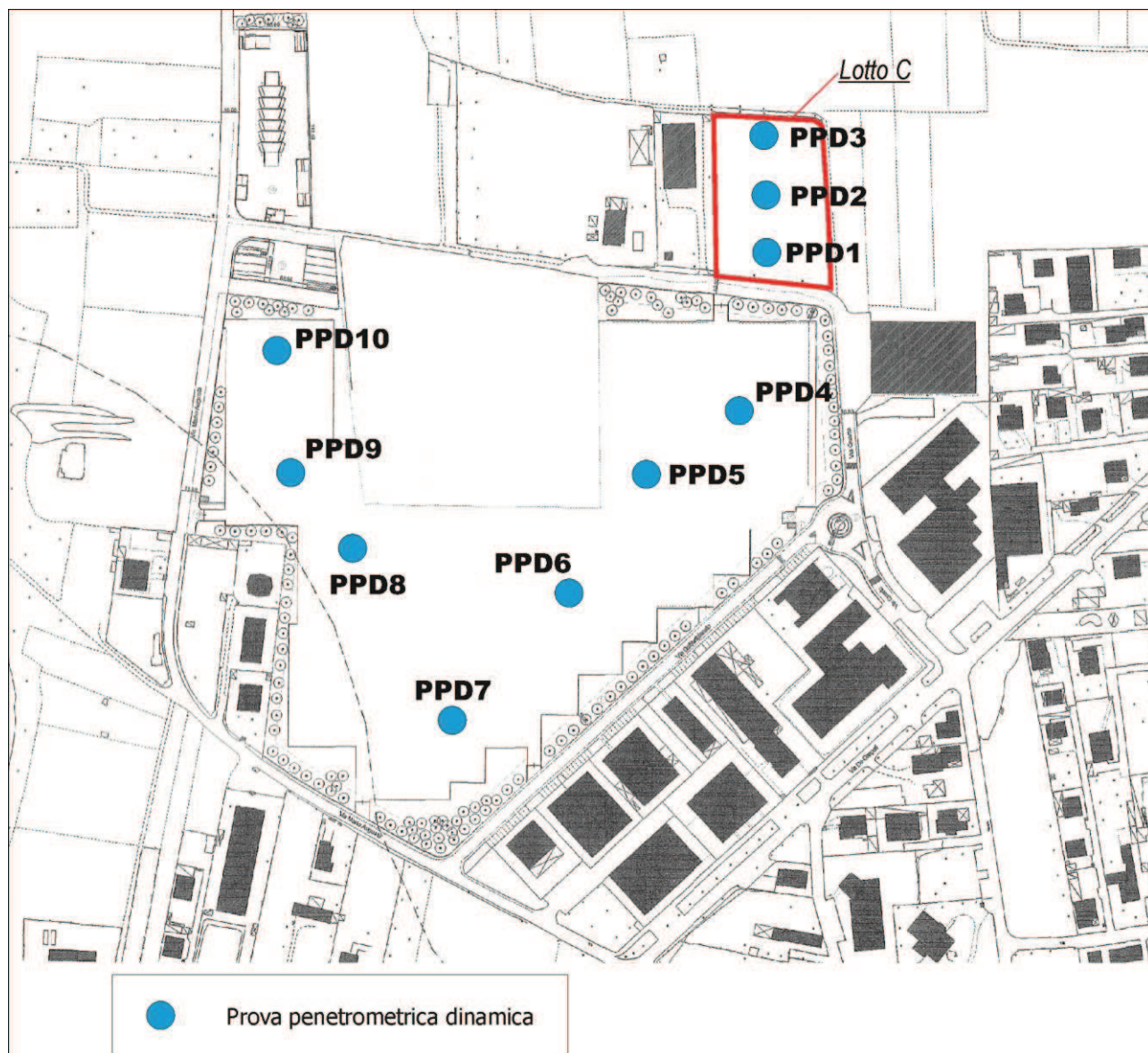


FIG.2 – Ubicazione prove penetrometriche dinamiche.

4. Risultati dell'indagine geognostica

4.1 Modello geotecnico del sottosuolo

Il sottosuolo può essere schematizzato come un sistema di 3 litozone principali sovrapposte, a resistenza penetrometrica crescente con la profondità. Nella sezione geotecnica di **Fig.3** si propone il modello geotecnico di riferimento per le elaborazioni contenute nel prosieguo, relativo al P.A. 2 Lotto C.

I parametri geotecnici vengono calcolati attraverso le correlazioni proposte in letteratura in funzione dei valori di N_{spt} ricavati dai valori della prova penetrometrica dinamica (N_{scpt}), tramite la relazione " $N_{spt} = N_{scpt} \times 1.15$ ", che tiene conto del solo fattore di conversione strumentale.

Di seguito si descrivono le peculiarità e i principali parametri geotecnici delle litozone.

Litozona 1 (terreno poco consistente)

Costituisce la porzione di sottosuolo più superficiale, caratterizzata da valori di N_{scpt} mediamente pari a 2 colpi/piede, indicativi della presenza di terreno poco consistente con caratteristiche geotecniche molto scarse.

La litozona viene rilevata a profondità variabili da -0.9m (prove PPD3-4) a -2.1m (prova PPD1) rispetto al piano campagna, con una media di 1.5m di spessore, ad indicare condizioni abbastanza omogenee nelle caratteristiche geotecniche dei terreni superficiali in esame.

Dal punto di vista litologico è caratterizzata da coltivo sovrapposto a sabbia limoso argillosa, come testimoniato dalle evidenze dirette degli scavi esplorativi.

Considerati i dati progettuali tale litozona verrà completamente oltrepassata dalle fondazioni. Di seguito si propone la relativa parametrizzazione geotecnica.

Parametro	Valore	Unità di misura
N_{scpt} (colpi da prova Scpt)	2	colpi/piede
N_{spt} (colpi da prova Spt)	3	colpi/piede
γ (peso di volume)	16 ÷ 17	KN/m ³

ϕ (angolo di attrito)	25	°
c (coesione)	0.02 ÷ 0.05	Kg/cm ²
E (modulo di deformazione)	90	Kg/cm ²
Dr (densità relativa)	10 ÷ 15	%

Litozona 2 (terreno moderatamente addensato)

Viene rilevata in posizione inferiore alla precedente, in orizzonti aventi spessore variabile tra 2.5m e 6.5m circa. Presenta valori oscillanti attorno a 14 ÷ 18 colpi/piede, indicativi della presenza di terreno moderatamente addensato con discrete caratteristiche geotecniche.

Viene ipotizzata a litologia prevalentemente sabbioso-ghiaiosa.

Parametro	Valore	Unità di misura
N _{scpt} (colpi da prova Scpt)	14 ÷ 18	colpi/piede
N _{spt} (colpi da prova Spt)	16 ÷ 21	colpi/piede
γ (peso di volume)	17 ÷ 19	KN/m ³
ϕ (angolo di attrito)	31 ÷ 33	°
c (coesione)	0	Kg/cm ²
E (modulo di deformazione)	260 ÷ 300	Kg/cm ²
Dr (densità relativa)	45 ÷ 50	%

Litozona 3 (terreno addensato-molto addensato)

Viene individuata, alla base della precedente sino alle massime profondità investigate, in corrispondenza di un netto aumento della resistenza penetrometrica.

E' caratterizzata da valori di N_{scpt} superiori mediamente a 25 ÷ 30 colpi/piede, indicativi di un elevato addensamento e di caratteristiche geotecniche dei terreni da buone a molto buone. Nel modello geotecnico di riferimento si è assunto che le profondità di questa litozona arrivino sino alle profondità significative del terreno di fondazione (individuate secondo la teoria di Boussinesq).

Si considera come ghiaia e sabbia con ciottoli.

Parametro	Valore	Unità di misura
N _{scpt} (colpi da prova Scpt)	> 25 ÷ 30	colpi/piede
N _{spt} (colpi da prova Spt)	> 30 ÷ 35	colpi/piede
γ (peso di volume)	18 ÷ 19	KN/m ³
ϕ (angolo di attrito)	> 35 ÷ 36	°

c (coesione)	0	Kg/cm ²
E (modulo di deformazione)	> 400 ÷ 460	Kg/cm ²
Dr (densità relativa)	> 65 ÷ 70	%

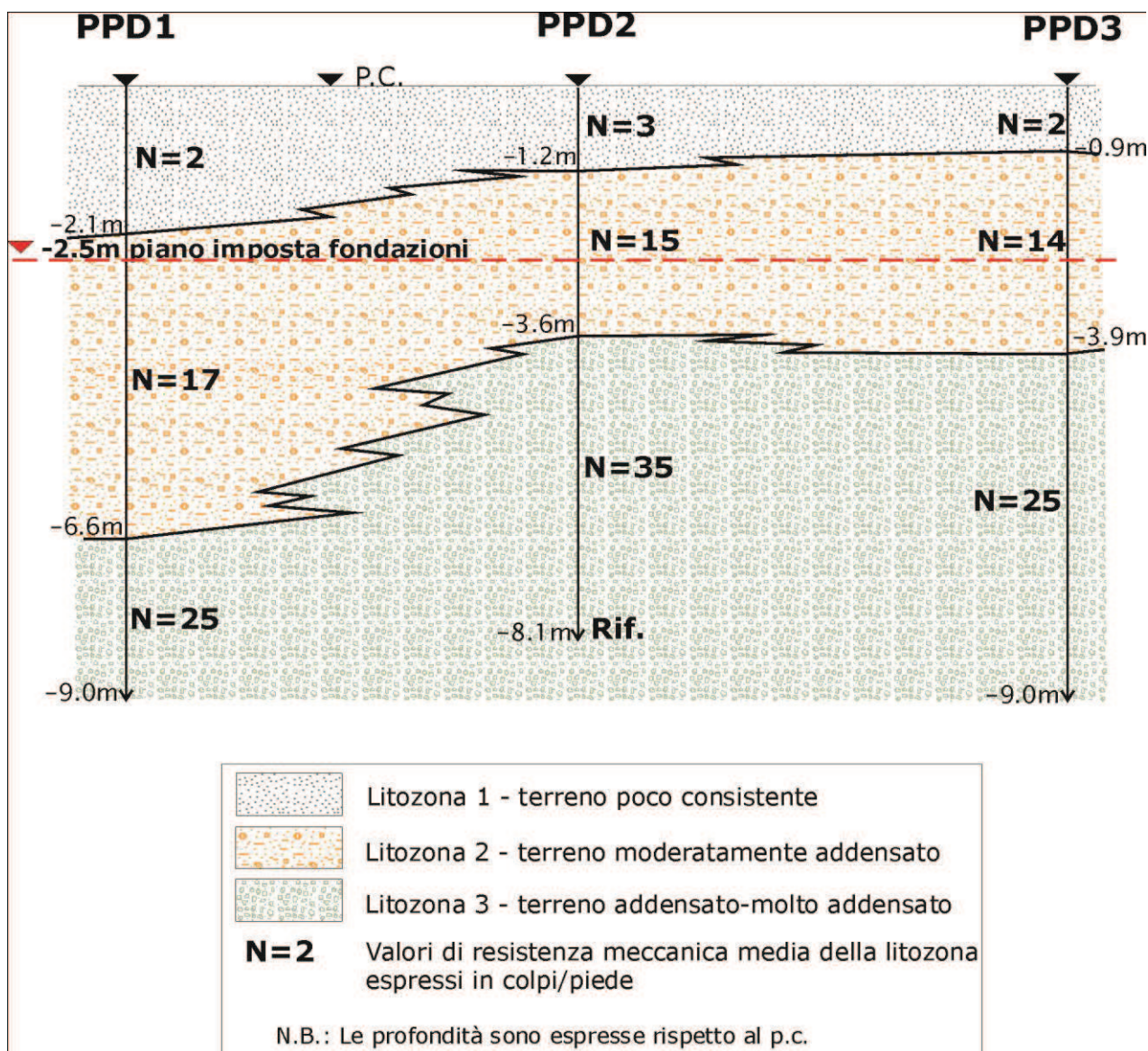


FIG.3 – Sezione geotecnica rappresentativa.

4.2 Correlazioni per il calcolo dei parametri geotecnici

I parametri geotecnici sono stati calcolati mediante le correlazioni proposte in letteratura e specificate di seguito.

Densità relativa

La densità relativa è stata ricavata con la seguente relazione di Gibbs & Holtz (1957), valida per terreni sabbiosi normal consolidati:

$$Dr = 21 [N_{spt} / (\sigma + 0.7)].$$

Peso di volume

Il peso di volume è stato scelto nell'ambito dei normali intervalli di variazione, in funzione della granulometria e del grado di addensamento del terreno.

Angolo di attrito

L'angolo di attrito interno è stato ricavato dalla seguente correlazione proposta da Meyerhof che meglio si adatta alle connotazioni geotecniche in esame:

$$\phi = 23.7 + 0.57 N_{spt} - 0.006 (N_{spt})^2$$

Modulo elastico

Il modulo elastico è stato calcolato attraverso la seguente correlazione di Webb - D'Apollonia che lo lega ai valori di resistenza penetrometrica e alla litologia predominante:

$$E = 600 (N + 6), \text{ mediata con } E = 1200 (N+6) \quad [\text{per la prima e seconda litozona}]$$

$$E = 600 (N + 6) + 2000, \text{ mediata con } E = 1200 (N+6) \quad [\text{per la terza litozona}].$$

Dove $N = N_{scpt} * 70/55$ (fattore correttivo)

Coesione

Per la prima litozona, in mancanza di valori di laboratorio, il valore è da considerarsi di prima approssimazione. Si ricava il valore di R_p (resistenza alla punta della prova statica in kg/cm²), tramite la relazione di Robertson-Campanella-Wightman (1983):

$R_p/N_{spt}=2$ kg/cmq, valido per argille limose o sabbiose. I valori ottenuti sono stati prudenzialmente ridotti, in accordo con le caratteristiche locali note dei terreni.

Tale valore consente di ottenere i valore di C_u massimi, tramite gli abachi proposti da A.G.I. (1977), Ricceri et al. (1974), Marsland et al. (1974/1979). In ogni caso sono state attuate restrizioni cautelative per la scelta dei valori.

Considerata invece una natura incoerente per i terreni della litozona 2 e 3, si è ipotizzata per tali terreni una coesione nulla.

5. Il progetto e le soluzioni fondazionali verificate

Il progetto prevede la realizzazione di capannoni industriali, previsti con due piani fuori terra e senza alcun interrato; i carichi delle strutture si ipotizzano distribuiti su più allineamenti di pilastri ubicati lungo i lati dell'edificio e centralmente.

Nel presente lavoro quote e profondità sono riferite al piano campagna e dovranno eventualmente essere riviste nell'ottica di quello che sarà lo zero di progetto.

Si prenderà in esame l'ipotesi di adottare fondazioni di tipo diretto su **plinto** di tipo prefabbricato, verificato a base quadrata con dimensioni di base pari a 3.0m, 4.0m e 5.0m. L'altezza viene assunta pari a 1.5m (considerato anche come confinamento o rinfiamento della fondazione), ipotizzando infatti che un plinto prefabbricato presenti mediamente un *bicchiere* di 0.9m ed un *basamento* di $0.4m \div 0.6 m$.

Eventuali variazioni nell'altezza del plinto dell'ordine del decimetro non influiranno significativamente sui risultati delle verifiche.

Secondo le informazioni acquisite dal Progettista viene considerato un piano di posa coincidente con i -2.5m rispetto al piano campagna.

Tale configurazione consente di prevedere l'appoggio dei plinti all'interno della *litozona* 2 che possiede discrete caratteristiche geotecniche, influenzando positivamente i risultati della portanza e dei cedimenti proposti di seguito.

6. Capacità portante del terreno di fondazione

Per fondazione s'intende una struttura adatta a trasmettere il peso del fabbricato e le altre forze agenti sulla sovrastruttura al terreno. I carichi trasmessi da una struttura al terreno di fondazione non devono superare la massima resistenza al taglio mobilitabile dal terreno stesso. Nel caso ciò avvenisse la conseguenza sarebbe la rottura degli strati portanti, che si manifesterebbe con ampie deformazioni non tollerabili dalla sovrastruttura.

Il valore della resistenza al taglio massima mobilitabile, e quindi il carico massimo teorico che può essere applicato, viene definito capacità portante limite del terreno di fondazione.

La capacità portante ammissibile viene ricavata dalla capacità portante ultima applicando un fattore di sicurezza pari a 3 (stabilito nell'ambito del D.M. 11.03.88).

Il carico di esercizio alla base delle fondazioni deve essere sempre minore o uguale alla capacità portante ammissibile.

L'analisi viene effettuata con il metodo di **Vesic** (1973), derivata dalla formula di Brinch-Hansen, che prevede la seguente relazione:

$$Q_{lim} = (c N_c s_c d_c i_c b_c g_c) + (s_q y_1 D N_q d_q i_q b_q g_q) + (0.5 y_2 B N_y s_y d_y i_y b_y g_y)$$

Dove:

N_c, N_q, N_y	= fattori adimensionali di portanza;
s_c, s_q, s_y	= fattori di forma;
d_c, d_q, d_y	= fattori correttivi per l'approfondimento;
i_c, i_q, i_y	= fattori correttivi per carichi inclinati;
b_c, b_q, b_y	= fattori correttivi per l'inclinazione della base della fondazione;
g_c, g_q, g_y	= fattori correttivi per fondazioni su pendio;
c	= coesione del terreno;
y_1	= peso di volume medio del terreno sopra il piano di posa;
y_2	= peso di volume sotto il piano di posa;

- B = larghezza della fondazione (dimensione del lato corto);
 D = profondità di posa della fondazione.

In tutti i casi analizzati è stato necessario applicare la *correzione riduttiva di Terzaghi*, il cui significato verrà esposto di seguito. Tutte le equazioni per il calcolo della capacità portante presentate in precedenza si basano sul presupposto che il terreno di fondazione abbia un comportamento descrivibile dalla legge di Coulomb.

I dati sperimentali confermano che il campo di validità della relazione indicata è limitato all'intervallo di Q_{amm} che varia tra 0 e 4.5 kg/cm² circa. Oltre i 4.5 kg/cm² la relazione sforzi - resistenza al taglio non è più di tipo lineare, ma assume una forma più complessa.

L'uso delle formule per il calcolo della portanza fuori dal campo di validità della legge di Coulomb conduce a valori della Q_{lim} sovrastimati. In questo caso Terzaghi (1943) ha proposto una correzione da applicare ai parametri coesione e angolo d'attrito del terreno, nei casi in cui risulti dal calcolo una Q_{amm} superiore a 4.5 kg/cm², per tener conto della non linearità della relazione sforzi - resistenza al taglio.

Nella tabella proposta di seguito si riassumono i valori della portanza considerati per il progetto in esame, considerando che tali valori si riferiscono agli sforzi verticali massimi applicati al centro della fondazione.

L'azione di eventuali momenti e/o di carichi inclinati comporta una penalizzazione nei confronti dei carichi ammissibili, che dovranno essere necessariamente rivalutati.

Tipo fondazione	Larghezza (m)	q_{ult} (Kg/cm ²)	Fs (fattore di sicurezza)	q_{amm} (Kg/cm ²)
Plinti a -2.5m da p.c.	3.0	6.79	3	2.26
	4.0	6.96	3	2.32
	5.0	7.23	3	2.41

7. Stima dei cedimenti

Considerando che inferiormente alla quota del piano imposta fondazione sono previsti esclusivamente terreni a comportamento incoerente, si procede alla verifica dei cedimenti utilizzando il **metodo elastico** semplificato proposto da J.E. Bowles.

Si è deciso di utilizzare la procedura semplificata in quanto più cautelativa rispetto a quella completa proposta sempre dal medesimo autore. La cautela si rende necessaria alla luce delle incertezze sulla composizione litologica dei terreni e per la possibile presenza di matrice fine limoso-argillosa.

I cedimenti che insorgeranno sono comunque da considerarsi di tipo prevalentemente istantaneo, tali da esaurirsi durante le fasi di messa in opera delle fondazioni.

La formula utilizzata è:

$$S_d = C_d \times q \times B \times (1 - \nu^2 / E) \times \alpha$$

dove:

S_d	=	cedimento
q	=	carico netto sul terreno alla base della fondazione
B ...	=	minima dimensione laterale dell'area caricata
ν	=	rapporto Poisson terreno
E	=	modulo elastico del terreno cedevole (media ponderata)
C_d	=	coefficiente di forma e rigidità della fondazione

Per i calcoli è stata considerata la *teoria di Boussinesq* per il calcolo della profondità significativa dei bulbi di pressione generabili inferiormente alle fondazioni.

Sono stati stimati i valori del cedimento medio, riferito alla situazione media riscontrata con le prove. Si ritiene che i valori massimi e minimi di cedimento possano essere compatibili, considerato che tra le prove non sono state riscontrate significative differenze tali da far prevedere cedimenti differenziali importanti.

I carichi sono stati analizzati al netto del carico litostatico del terreno asportato, pari a circa 0.4 Kg/cm² per un piano di posa alla -2.5m da p.c.

Di seguito vengono riportati i cedimenti riferiti a differenti valori di carico, decrescenti a partire da quelli determinati con le precedenti verifiche di portanza.

Plinti a -2.5m da p.c.	Carico applicato	Cedimento medio
B = 3.0 m	2.2 kg/cm ²	1.77 cm
	2.0 kg/cm ²	1.57 cm
	1.8 kg/cm ²	1.38 cm
	1.6 kg/cm ²	1.17 cm
	1.4 kg/cm ²	0.98 cm
B = 4.0 m	2.3 kg/cm ²	2.24 cm
	2.1 kg/cm ²	2.01 cm
	1.9 kg/cm ²	1.77 cm
	1.7 kg/cm ²	1.53 cm
	1.5 kg/cm ²	1.30 cm
B = 5.0 m	2.4 kg/cm ²	2.77 cm
	2.2 kg/cm ²	2.49 cm
	2.0 kg/cm ²	2.21 cm
	1.8 kg/cm ²	1.94 cm
	1.6 kg/cm ²	1.66 cm

Nel caso in esame si assume cautelativamente un limite massimo tollerabile dalla struttura pari a 2.5cm di cedimento assoluto, considerato come valore di riferimento per gli edifici di tipo industriale.

Tuttavia ai fini della scelta del carico di esercizio si dovranno considerare anche i cedimenti differenziali che potrebbero generarsi nei diversi settori; l'accettabilità o meno di un dato cedimento differenziale dovrà tenere conto delle caratteristiche strutturali della nuova costruzione, in quanto strettamente legata all'entità delle distorsioni angolari che il cedimento stesso induce tra due elementi strutturali contigui.

Per distorsione angolare si intende il rapporto $\Delta H / L$ (con ΔH = cedimento differenziale tra due elementi strutturali e L = distanza tra gli elementi).

Nella pratica geotecnica per strutture analoghe a quelle in esame si considera un valore limite di distorsione angolare pari a 1/1000 (Bjerrum - 1963).

8. Sintesi dei risultati

- a. L'indagine geognostica ha evidenziato la presenza di terreni con caratteristiche geotecniche molto scarse nei primi 1.0÷2.0m rispetto al piano campagna (N=2 colpi/piede); da discrete a molto buone inferiormente (N=14÷18 e N>25÷30 colpi/piede). I terreni si presentano allo stato poco consistente nella porzione più superficiale e da moderatamente addensati a molto addensati in corrispondenza delle profondità di sottosuolo in cui si svilupperanno i cunei di rottura e i bulbi di pressione dalla base delle fondazioni. Dal punto di vista litologico vengono considerati sabbioso-limoso-argillosi in superficie (primi 2m) e, inferiormente, di tipo prevalentemente sabbioso – ghiaioso.
- b. L'indagine geognostica non ha rilevato la presenza di alcuna falda, presente invece a profondità superiori a 40m dal piano campagna. Il dato è tale da escludere qualsiasi tipo di interferenza negativa con le strutture e le fondazioni.
- c. Le elaborazioni contenute nella presente si riferiscono a plinti prefabbricati con larghezza variabile da 3 a 5m, impostati a -2.5m rispetto al piano campagna.
- d. Le verifiche di portanza e dei cedimenti del terreno di fondazione hanno permesso di individuare i seguenti carichi di esercizio ammissibili.

PLINTO	Carico ammissibile	
B = 3.0 m	2.2 kg/cm ²	198 t
B = 4.0 m	2.3 kg/cm ²	368 t
B = 5.0 m	2.2 kg/cm ²	550 t

Durante le operazioni di sbancamento per la posa dei plinti prefabbricati si dovrà verificare il completo superamento della prima litozona sabbioso-limoso-argillosa poco consistente, che possiede caratteristiche geotecniche molto scarse. Si dovrà pertanto verificare il raggiungimento del terreno incoerente di tipo sabbioso-ghiaioso, al fine di confermare le risultanze proposte.

Ci si riserva di verificare altre configurazioni fondazionali non contemplate nella presente.

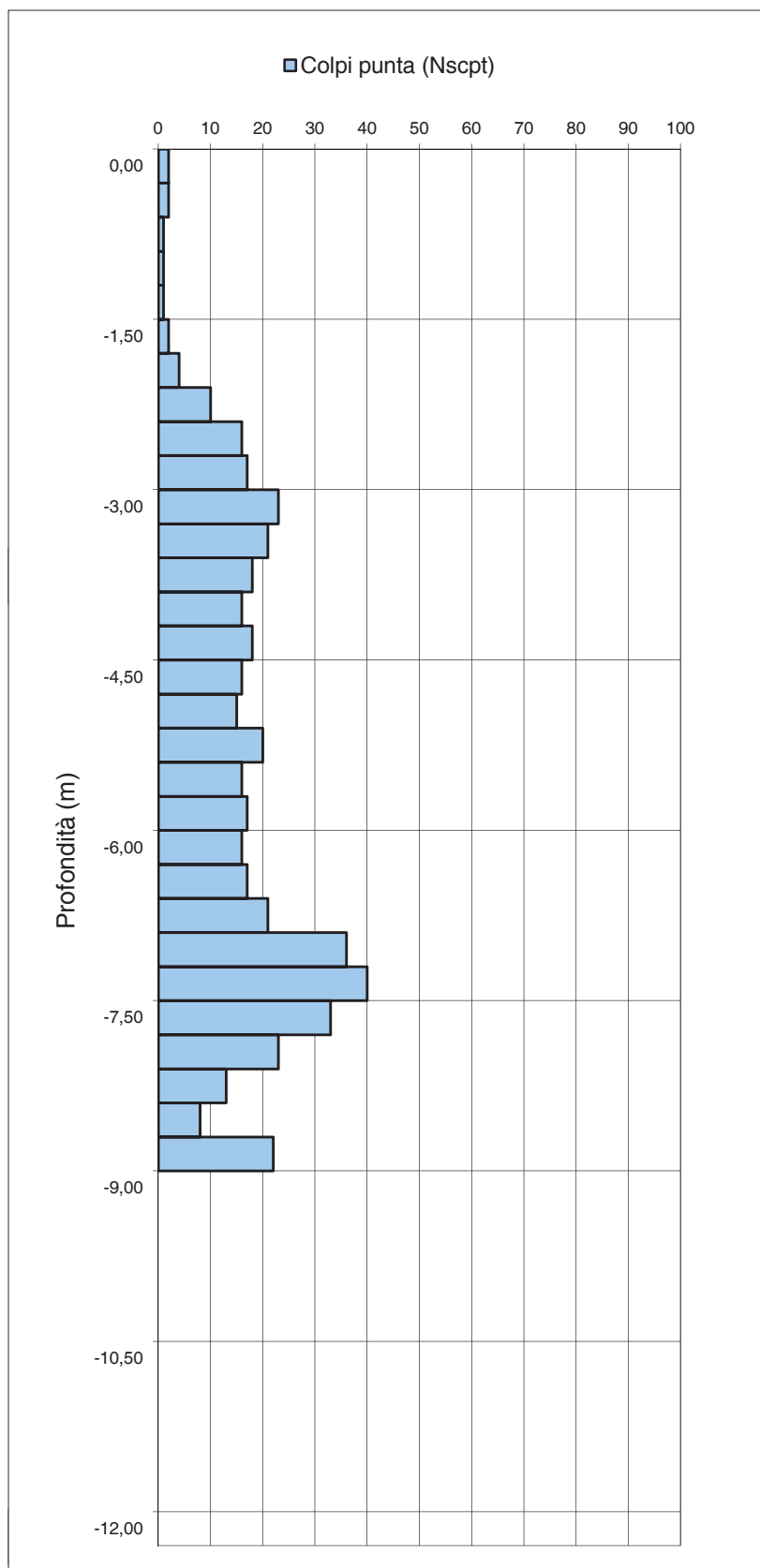
Legnano, 16-10-07.

Dott. Geol. Luca Luoni

TABELLE E GRAFICI
PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

Prova penetrometrica dinamica n. 1

Committente: SEDIF Srl
Località: Piano Attuativo n.2 Industriale -LOTTO C - Via Augusta/dell'Artigianato/Quarto
Attrezzatura: Pagani TG 63-100
Falda: Non rilevata
Note: Prova da p.c.



Profondità (m)		Colpi Punta (Nscpt)	Colpi Rivestimento
0,00	-0,30	2	
-0,30	-0,60	2	
-0,60	-0,90	1	
-0,90	-1,20	1	
-1,20	-1,50	1	
-1,50	-1,80	2	
-1,80	-2,10	4	
-2,10	-2,40	10	
-2,40	-2,70	16	
-2,70	-3,00	17	
-3,00	-3,30	23	
-3,30	-3,60	21	
-3,60	-3,90	18	
-3,90	-4,20	16	
-4,20	-4,50	18	
-4,50	-4,80	16	
-4,80	-5,10	15	
-5,10	-5,40	20	
-5,40	-5,70	16	
-5,70	-6,00	17	
-6,00	-6,30	16	
-6,30	-6,60	17	
-6,60	-6,90	21	
-6,90	-7,20	36	
-7,20	-7,50	40	
-7,50	-7,80	33	
-7,80	-8,10	23	
-8,10	-8,40	13	
-8,40	-8,70	8	
-8,70	-9,00	22	
-9,00	-9,30		
-9,30	-9,60		
-9,60	-9,90		
-9,90	-10,20		
-10,20	-10,50		
-10,50	-10,80		
-10,80	-11,10		
-11,10	-11,40		
-11,40	-11,70		
-11,70	-12,00		
-12,00	-12,30		

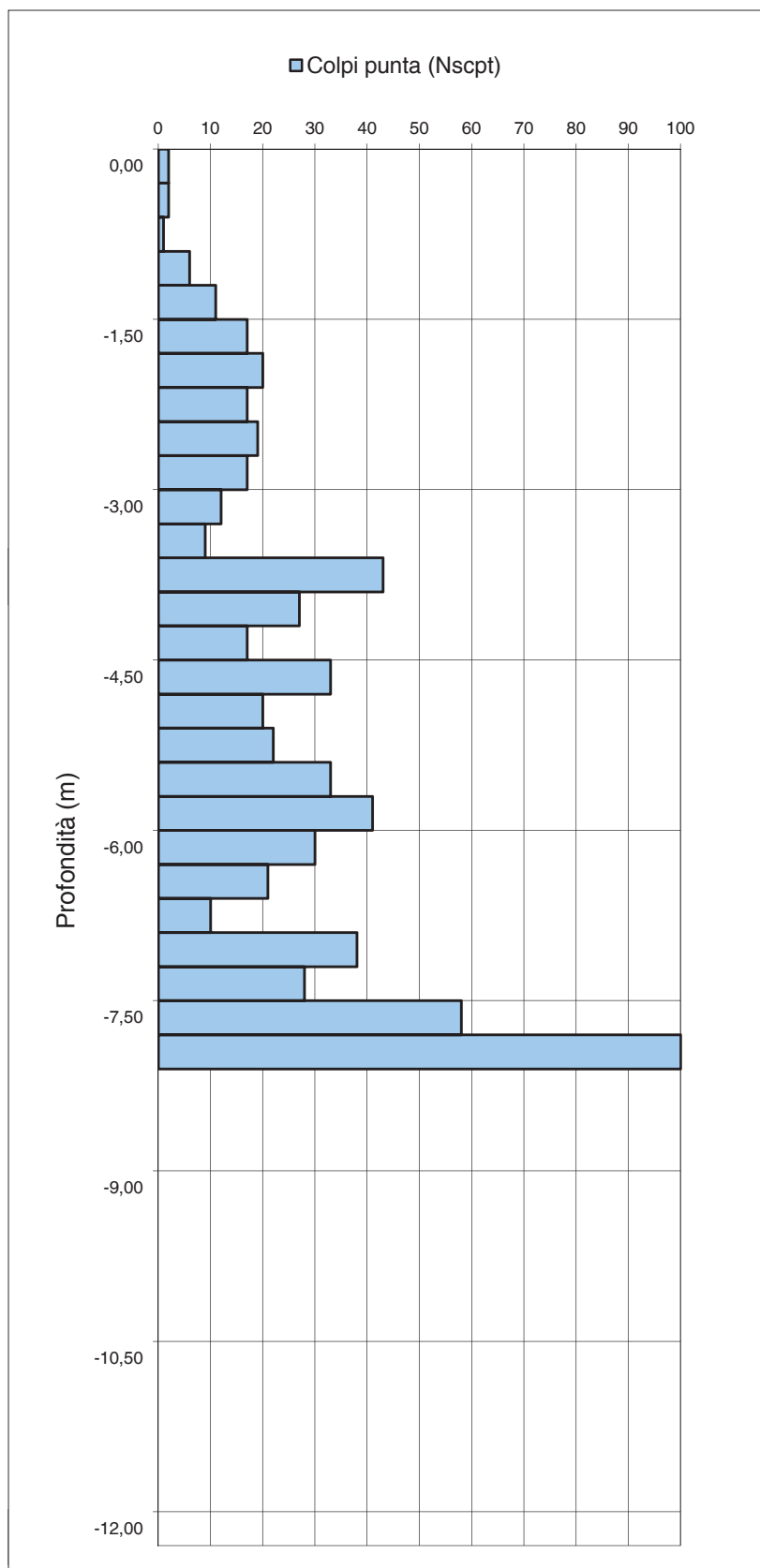
Data: 17/09/07



STUDIO DI GEOLOGIA
CONSULENZE E SERVIZI

Prova penetrometrica dinamica n. 2

Committente: SEDIF Srl
Località: Piano Attuativo n.2 Industriale -LOTTO C - Via Augusta/dell'Artigianato/Quarto
Attrezzatura: Pagani TG 63-100
Falda: Non rilevata
Note: Prova da p.c.



Profondità (m)		Colpi Punta (Nscpt)	Colpi Rivestimento
0,00	-0,30	2	
-0,30	-0,60	2	
-0,60	-0,90	1	
-0,90	-1,20	6	
-1,20	-1,50	11	
-1,50	-1,80	17	
-1,80	-2,10	20	
-2,10	-2,40	17	
-2,40	-2,70	19	
-2,70	-3,00	17	
-3,00	-3,30	12	
-3,30	-3,60	9	
-3,60	-3,90	43	
-3,90	-4,20	27	
-4,20	-4,50	17	
-4,50	-4,80	33	
-4,80	-5,10	20	
-5,10	-5,40	22	
-5,40	-5,70	33	
-5,70	-6,00	41	
-6,00	-6,30	30	
-6,30	-6,60	21	
-6,60	-6,90	10	
-6,90	-7,20	38	
-7,20	-7,50	28	
-7,50	-7,80	58	
-7,80	-8,10	100	
-8,10	-8,40		
-8,40	-8,70		
-8,70	-9,00		
-9,00	-9,30		
-9,30	-9,60		
-9,60	-9,90		
-9,90	-10,20		
-10,20	-10,50		
-10,50	-10,80		
-10,80	-11,10		
-11,10	-11,40		
-11,40	-11,70		
-11,70	-12,00		
-12,00	-12,30		

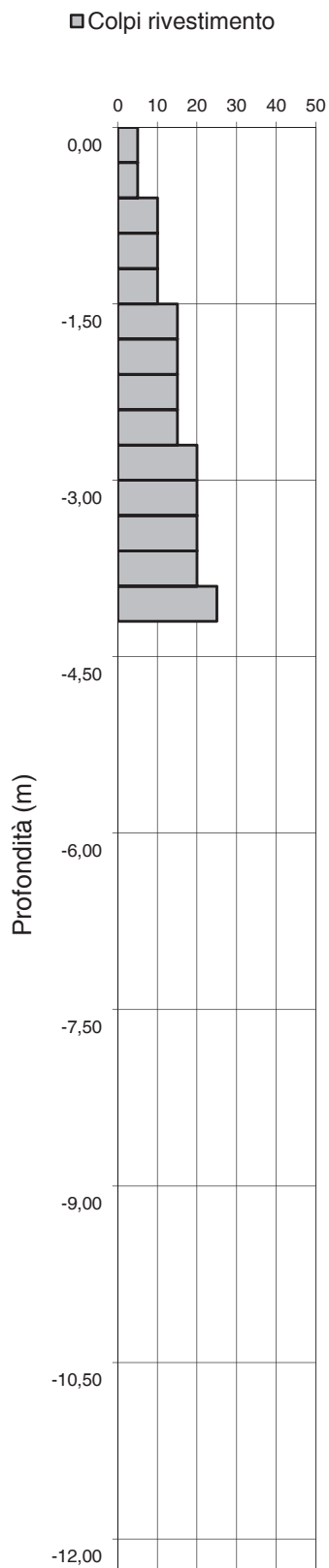
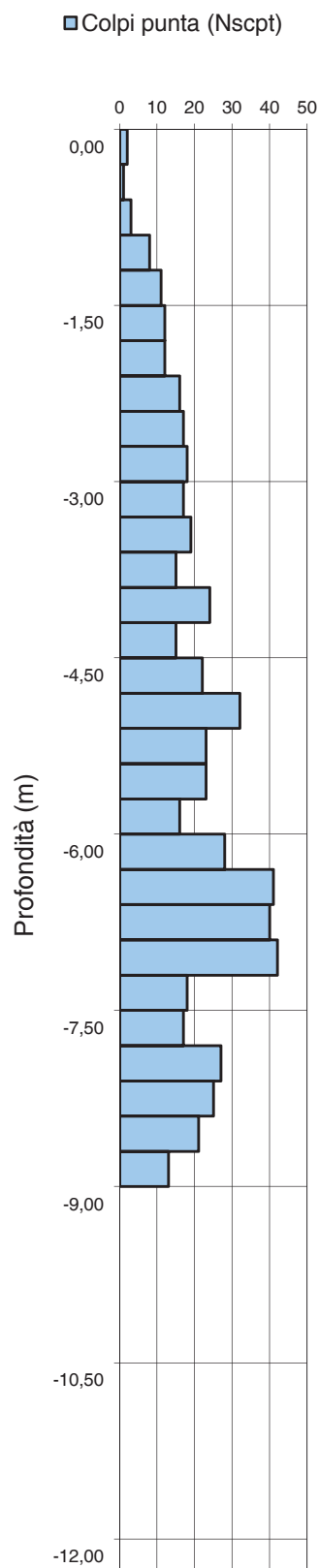
Data: 17/09/07



STUDIO DI GEOLOGIA
CONSULENZE E SERVIZI

Prova penetrometrica dinamica n. 3

Committente: SEDIF Srl
Località: Piano Attuativo n.2 Industriale -LOTTO C - Via Augusta/dell'Artigianato/Quarto
Attrezzatura: Pagani TG 63-100
Falda: Non rilevata
Note: Prova da p.c.



Profondità (m)		Colpi Punta (Nscpt)	Colpi Rivestimento
0,00	-0,30	2	5
-0,30	-0,60	1	5
-0,60	-0,90	3	10
-0,90	-1,20	8	10
-1,20	-1,50	11	10
-1,50	-1,80	12	15
-1,80	-2,10	12	15
-2,10	-2,40	16	15
-2,40	-2,70	17	15
-2,70	-3,00	18	20
-3,00	-3,30	17	20
-3,30	-3,60	19	20
-3,60	-3,90	15	20
-3,90	-4,20	24	25
-4,20	-4,50	15	
-4,50	-4,80	22	
-4,80	-5,10	32	
-5,10	-5,40	23	
-5,40	-5,70	23	
-5,70	-6,00	16	
-6,00	-6,30	28	
-6,30	-6,60	41	
-6,60	-6,90	40	
-6,90	-7,20	42	
-7,20	-7,50	18	
-7,50	-7,80	17	
-7,80	-8,10	27	
-8,10	-8,40	25	
-8,40	-8,70	21	
-8,70	-9,00	13	
-9,00	-9,30		
-9,30	-9,60		
-9,60	-9,90		
-9,90	-10,20		
-10,20	-10,50		
-10,50	-10,80		
-10,80	-11,10		
-11,10	-11,40		
-11,40	-11,70		
-11,70	-12,00		
-12,00	-12,30		

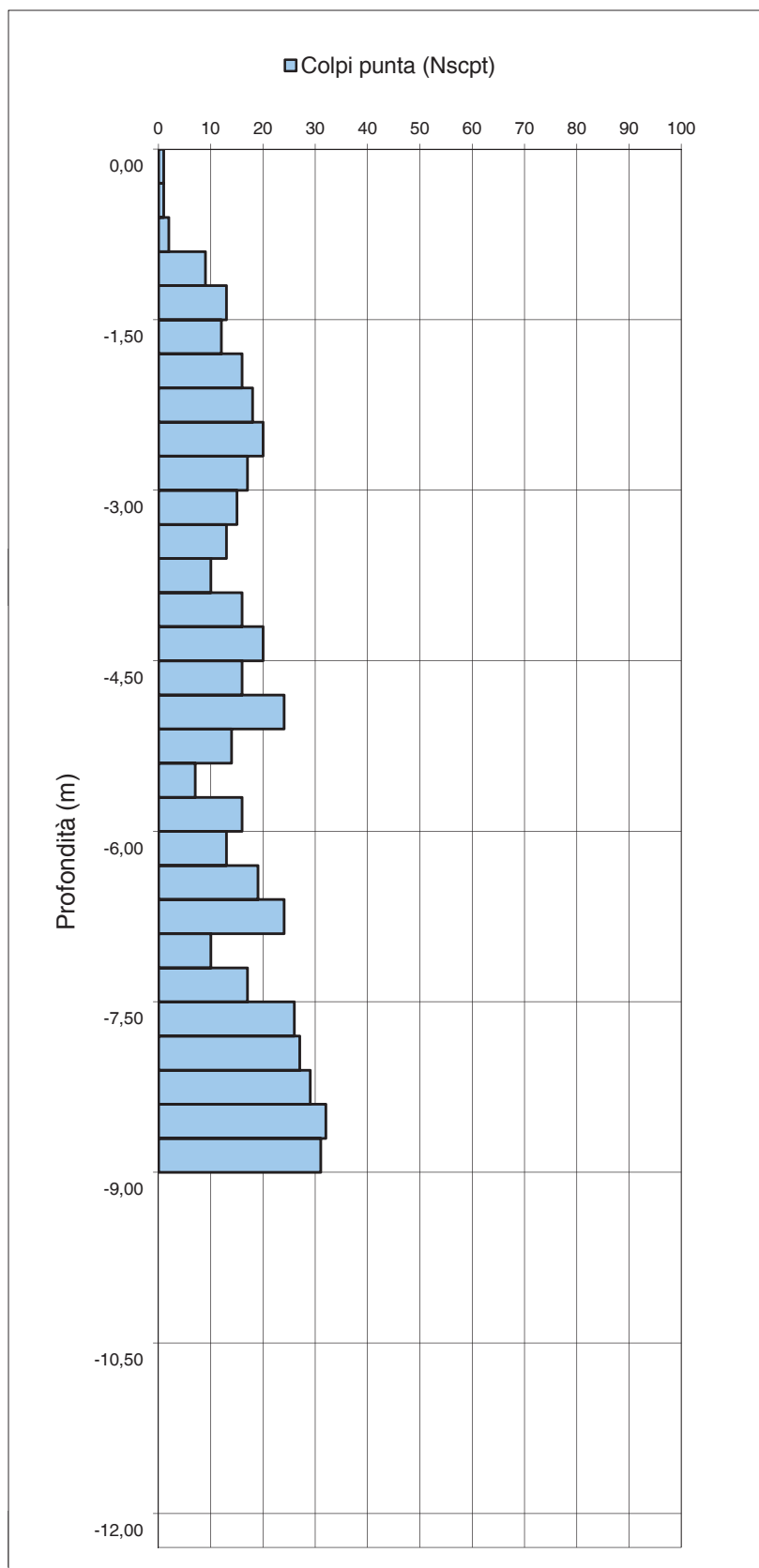
Data: 17/09/07



STUDIO DI GEOLOGIA
CONSULENZE E SERVIZI

Prova penetrometrica dinamica n. 4

Committente: SEDIF Srl
Località: Piano Attuativo n.1 Industriale - Via Augusta/dell'Artigianato/Quarto
Attrezzatura: Pagani TG 63-100
Falda: Non rilevata
Note: Prova da p.c.



Profondità (m)		Colpi Punta (Nscpt)	Colpi Rivestimento
0,00	-0,30	1	
-0,30	-0,60	1	
-0,60	-0,90	2	
-0,90	-1,20	9	
-1,20	-1,50	13	
-1,50	-1,80	12	
-1,80	-2,10	16	
-2,10	-2,40	18	
-2,40	-2,70	20	
-2,70	-3,00	17	
-3,00	-3,30	15	
-3,30	-3,60	13	
-3,60	-3,90	10	
-3,90	-4,20	16	
-4,20	-4,50	20	
-4,50	-4,80	16	
-4,80	-5,10	24	
-5,10	-5,40	14	
-5,40	-5,70	7	
-5,70	-6,00	16	
-6,00	-6,30	13	
-6,30	-6,60	19	
-6,60	-6,90	24	
-6,90	-7,20	10	
-7,20	-7,50	17	
-7,50	-7,80	26	
-7,80	-8,10	27	
-8,10	-8,40	29	
-8,40	-8,70	32	
-8,70	-9,00	31	
-9,00	-9,30		
-9,30	-9,60		
-9,60	-9,90		
-9,90	-10,20		
-10,20	-10,50		
-10,50	-10,80		
-10,80	-11,10		
-11,10	-11,40		
-11,40	-11,70		
-11,70	-12,00		
-12,00	-12,30		

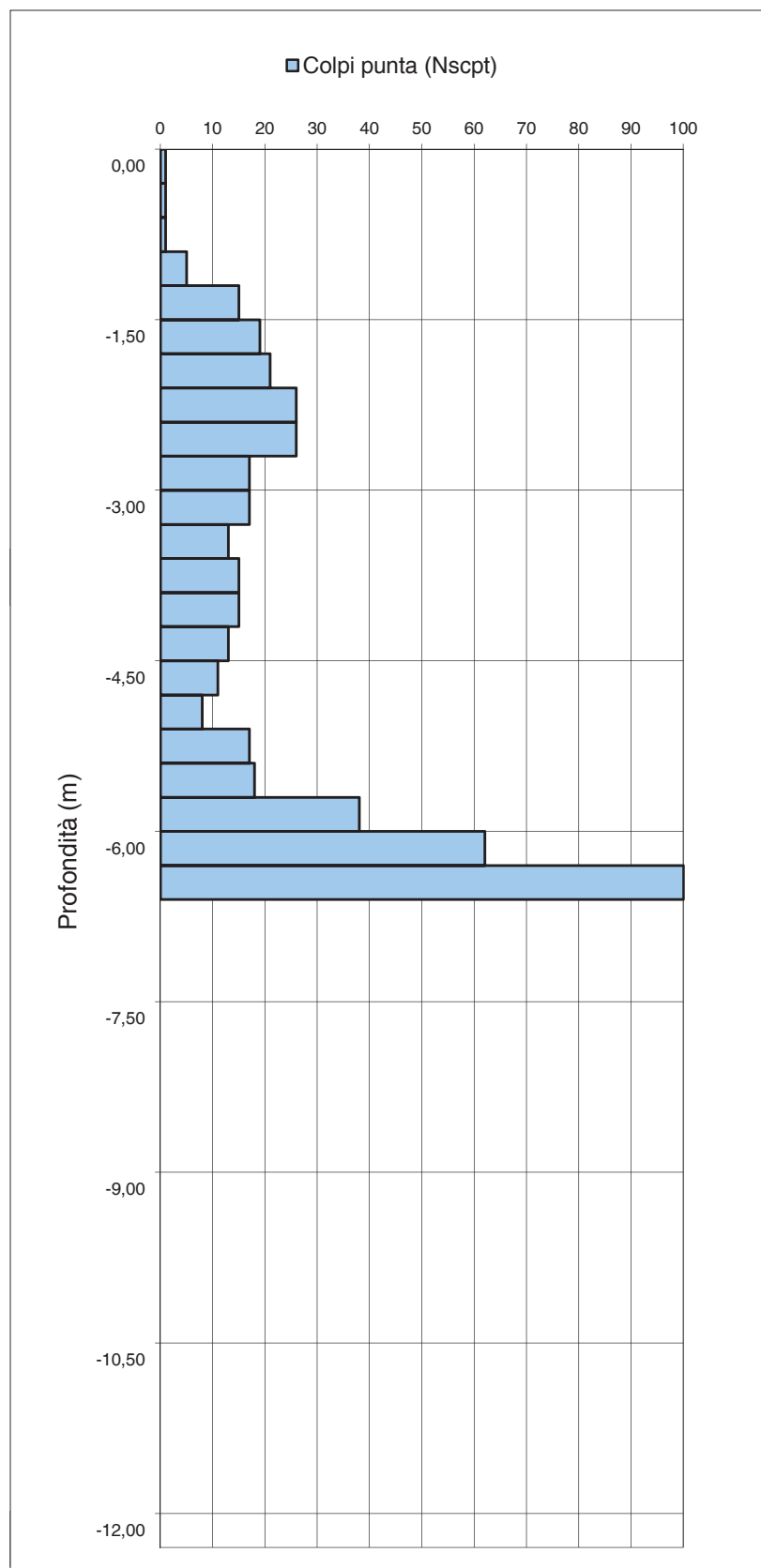
Data: 17/09/07



STUDIO DI GEOLOGIA
CONSULENZE E SERVIZI

Prova penetrometrica dinamica n. 5

Committente: SEDIF Srl
Località: Piano Attuativo n.1 Industriale - Via Augusta/dell'Artigianato/Quarto
Attrezzatura: Pagani TG 63-100
Falda: Non rilevata
Note: Prova da p.c.



Profondità (m)		Colpi Punta (Nscpt)	Colpi Rivestimento
0,00	-0,30	1	
-0,30	-0,60	1	
-0,60	-0,90	1	
-0,90	-1,20	5	
-1,20	-1,50	15	
-1,50	-1,80	19	
-1,80	-2,10	21	
-2,10	-2,40	26	
-2,40	-2,70	26	
-2,70	-3,00	17	
-3,00	-3,30	17	
-3,30	-3,60	13	
-3,60	-3,90	15	
-3,90	-4,20	15	
-4,20	-4,50	13	
-4,50	-4,80	11	
-4,80	-5,10	8	
-5,10	-5,40	17	
-5,40	-5,70	18	
-5,70	-6,00	38	
-6,00	-6,30	62	
-6,30	-6,60	100	
-6,60	-6,90		
-6,90	-7,20		
-7,20	-7,50		
-7,50	-7,80		
-7,80	-8,10		
-8,10	-8,40		
-8,40	-8,70		
-8,70	-9,00		
-9,00	-9,30		
-9,30	-9,60		
-9,60	-9,90		
-9,90	-10,20		
-10,20	-10,50		
-10,50	-10,80		
-10,80	-11,10		
-11,10	-11,40		
-11,40	-11,70		
-11,70	-12,00		
-12,00	-12,30		

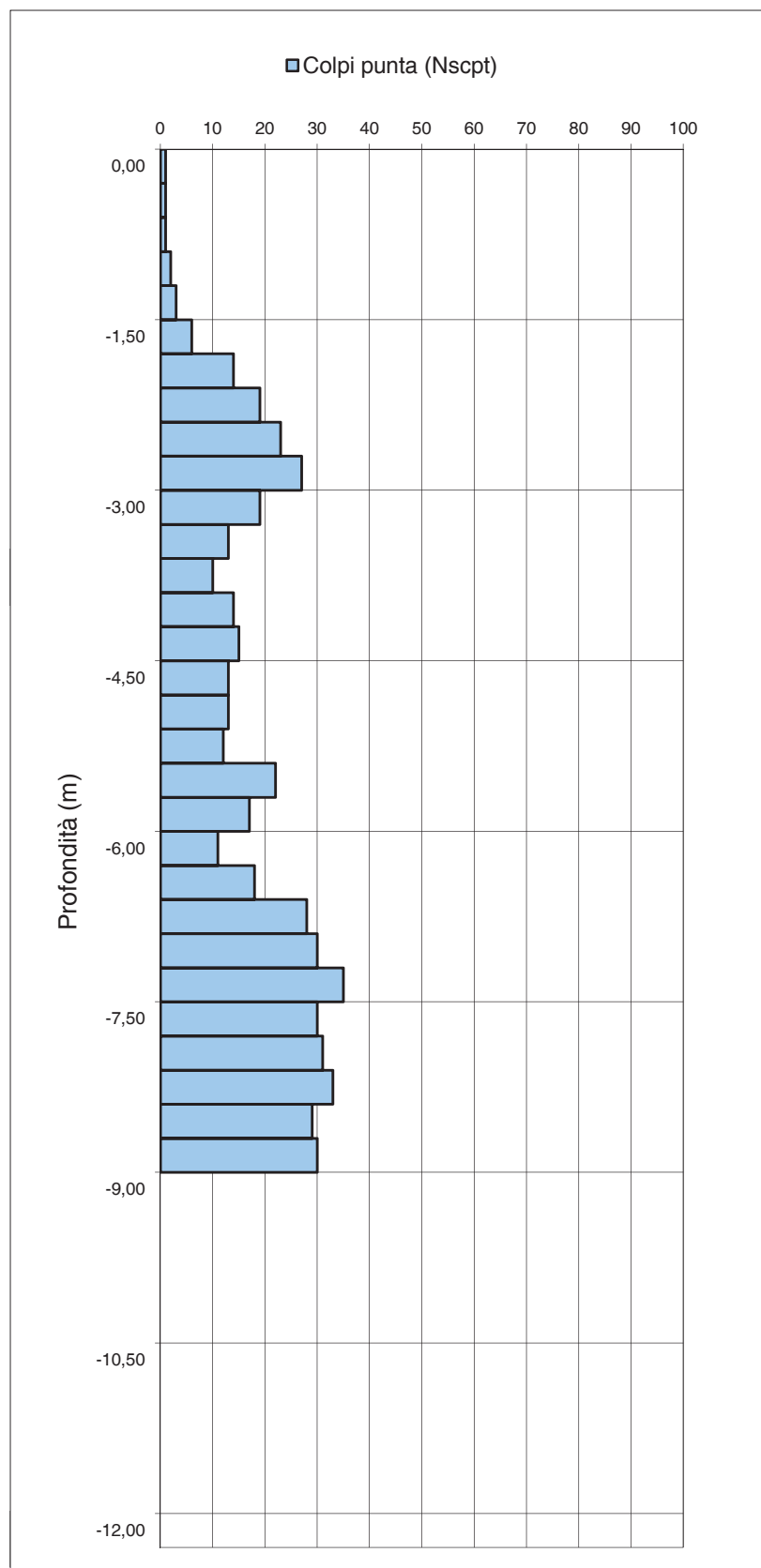
Data: 17/09/07



STUDIO DI GEOLOGIA
CONSULENZE E SERVIZI

Prova penetrometrica dinamica n. 6

Committente: SEDIF Srl
Località: Piano Attuativo n.1 Industriale - Via Augusta/dell'Artigianato/Quarto
Attrezzatura: Pagani TG 63-100
Falda: Non rilevata
Note: Prova da p.c.



Profondità (m)		Colpi Punta (Nscpt)	Colpi Rivestimento
0,00	-0,30	1	
-0,30	-0,60	1	
-0,60	-0,90	1	
-0,90	-1,20	2	
-1,20	-1,50	3	
-1,50	-1,80	6	
-1,80	-2,10	14	
-2,10	-2,40	19	
-2,40	-2,70	23	
-2,70	-3,00	27	
-3,00	-3,30	19	
-3,30	-3,60	13	
-3,60	-3,90	10	
-3,90	-4,20	14	
-4,20	-4,50	15	
-4,50	-4,80	13	
-4,80	-5,10	13	
-5,10	-5,40	12	
-5,40	-5,70	22	
-5,70	-6,00	17	
-6,00	-6,30	11	
-6,30	-6,60	18	
-6,60	-6,90	28	
-6,90	-7,20	30	
-7,20	-7,50	35	
-7,50	-7,80	30	
-7,80	-8,10	31	
-8,10	-8,40	33	
-8,40	-8,70	29	
-8,70	-9,00	30	
-9,00	-9,30		
-9,30	-9,60		
-9,60	-9,90		
-9,90	-10,20		
-10,20	-10,50		
-10,50	-10,80		
-10,80	-11,10		
-11,10	-11,40		
-11,40	-11,70		
-11,70	-12,00		
-12,00	-12,30		

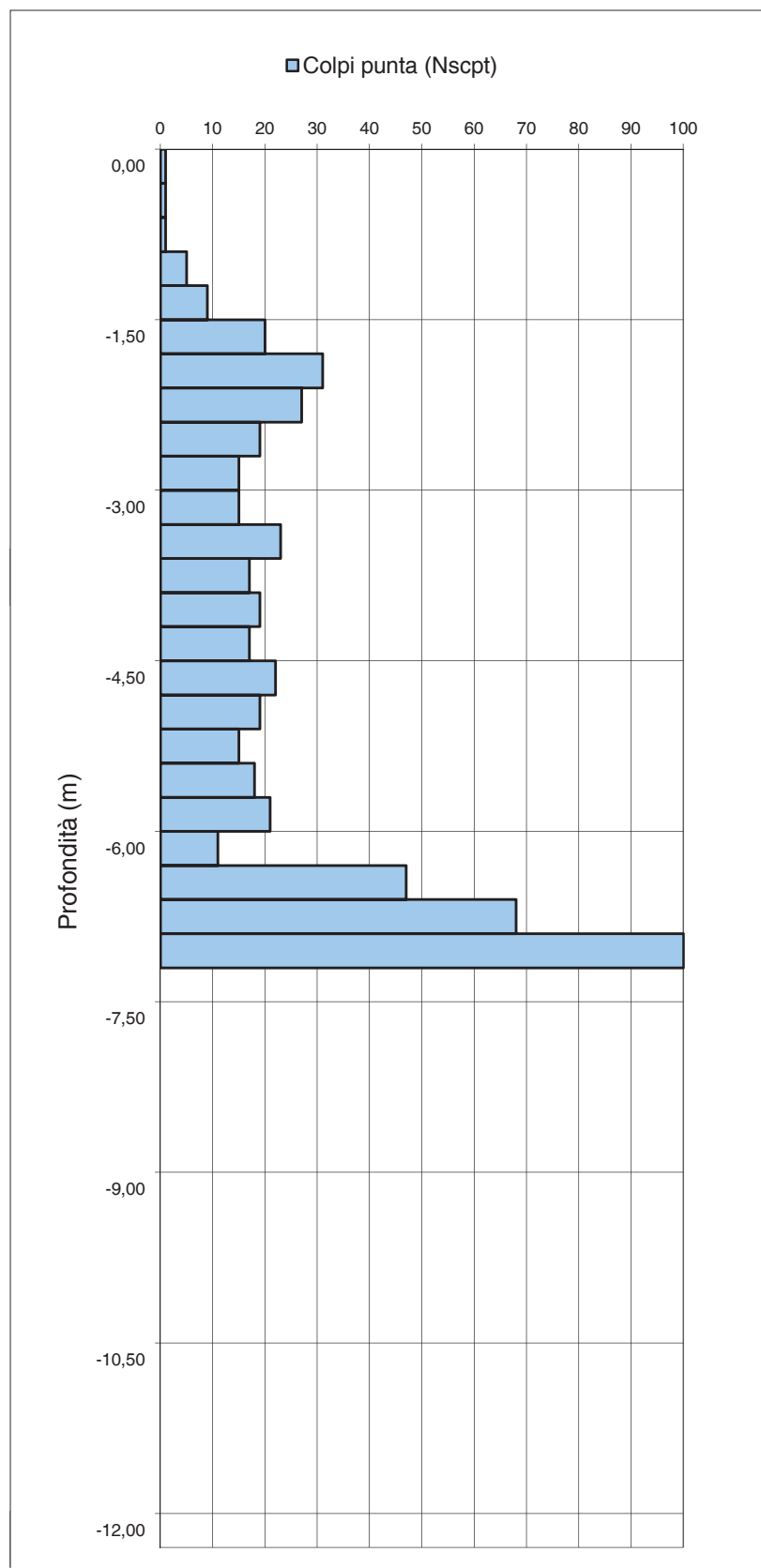
Data: 17/09/07



STUDIO DI GEOLOGIA
CONSULENZE E SERVIZI

Prova penetrometrica dinamica n. 7

Committente: SEDIF Srl
Località: Piano Attuativo n.1 Industriale - Via Augusta/dell'Artigianato/Quarto
Attrezzatura: Pagani TG 63-100
Falda: Non rilevata
Note: Prova da p.c.



Profondità (m)		Colpi Punta (Nscpt)	Colpi Rivestimento
0,00	-0,30	1	
-0,30	-0,60	1	
-0,60	-0,90	1	
-0,90	-1,20	5	
-1,20	-1,50	9	
-1,50	-1,80	20	
-1,80	-2,10	31	
-2,10	-2,40	27	
-2,40	-2,70	19	
-2,70	-3,00	15	
-3,00	-3,30	15	
-3,30	-3,60	23	
-3,60	-3,90	17	
-3,90	-4,20	19	
-4,20	-4,50	17	
-4,50	-4,80	22	
-4,80	-5,10	19	
-5,10	-5,40	15	
-5,40	-5,70	18	
-5,70	-6,00	21	
-6,00	-6,30	11	
-6,30	-6,60	47	
-6,60	-6,90	68	
-6,90	-7,20	100	
-7,20	-7,50		
-7,50	-7,80		
-7,80	-8,10		
-8,10	-8,40		
-8,40	-8,70		
-8,70	-9,00		
-9,00	-9,30		
-9,30	-9,60		
-9,60	-9,90		
-9,90	-10,20		
-10,20	-10,50		
-10,50	-10,80		
-10,80	-11,10		
-11,10	-11,40		
-11,40	-11,70		
-11,70	-12,00		
-12,00	-12,30		

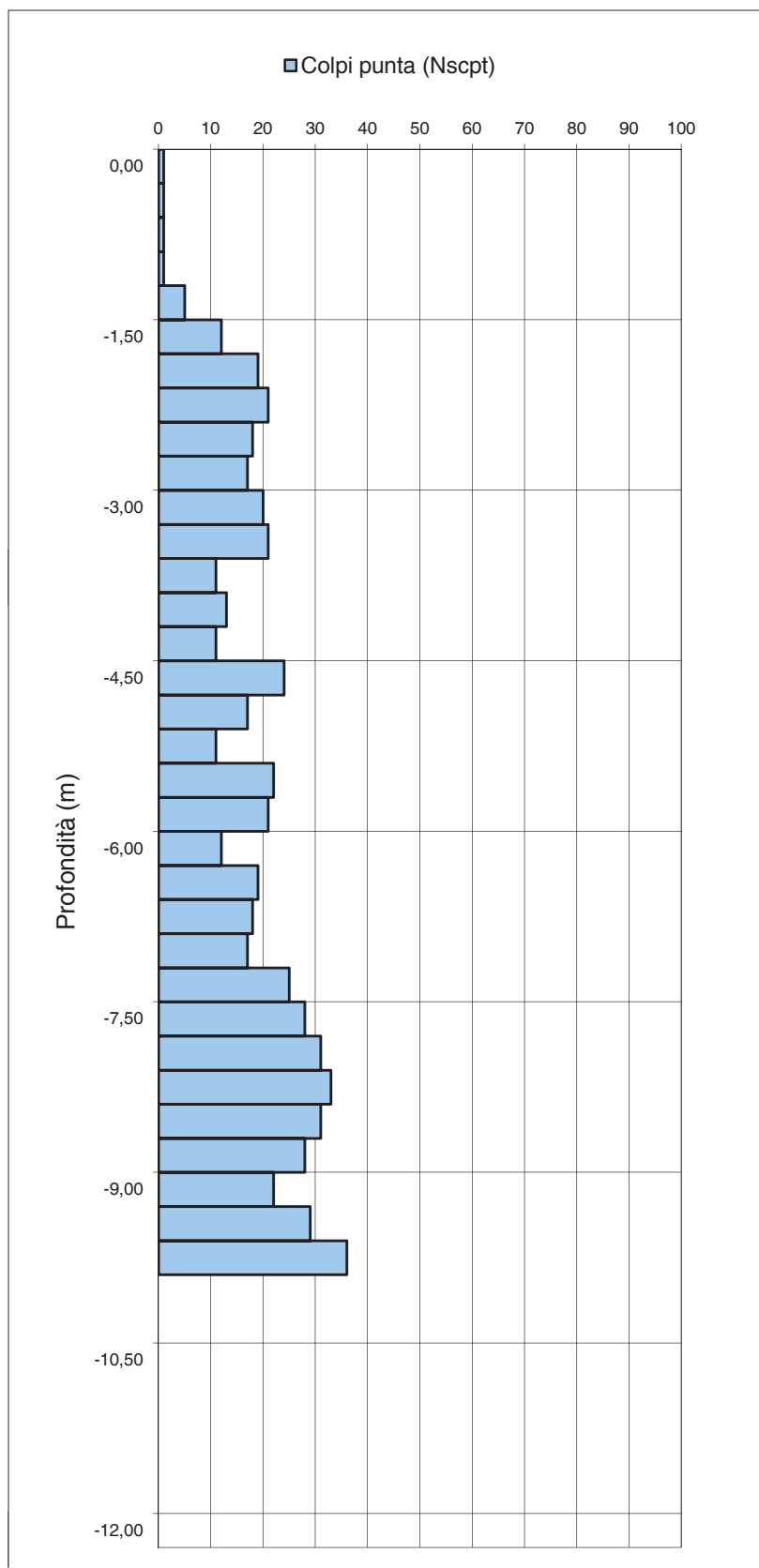
Data: 17/09/07



STUDIO DI GEOLOGIA
CONSULENZE E SERVIZI

Prova penetrometrica dinamica n. 8

Committente: SEDIF Srl
Località: Piano Attuativo n.1 Industriale - Via Augusta/dell'Artigianato/Quarto
Attrezzatura: Pagani TG 63-100
Falda: Non rilevata
Note: Prova da p.c.



Profondità (m)		Colpi Punta (Nscpt)	Colpi Rivestimento
0,00	-0,30	1	
-0,30	-0,60	1	
-0,60	-0,90	1	
-0,90	-1,20	1	
-1,20	-1,50	5	
-1,50	-1,80	12	
-1,80	-2,10	19	
-2,10	-2,40	21	
-2,40	-2,70	18	
-2,70	-3,00	17	
-3,00	-3,30	20	
-3,30	-3,60	21	
-3,60	-3,90	11	
-3,90	-4,20	13	
-4,20	-4,50	11	
-4,50	-4,80	24	
-4,80	-5,10	17	
-5,10	-5,40	11	
-5,40	-5,70	22	
-5,70	-6,00	21	
-6,00	-6,30	12	
-6,30	-6,60	19	
-6,60	-6,90	18	
-6,90	-7,20	17	
-7,20	-7,50	25	
-7,50	-7,80	28	
-7,80	-8,10	31	
-8,10	-8,40	33	
-8,40	-8,70	31	
-8,70	-9,00	28	
-9,00	-9,30	22	
-9,30	-9,60	29	
-9,60	-9,90	36	
-9,90	-10,20		
-10,20	-10,50		
-10,50	-10,80		
-10,80	-11,10		
-11,10	-11,40		
-11,40	-11,70		
-11,70	-12,00		
-12,00	-12,30		

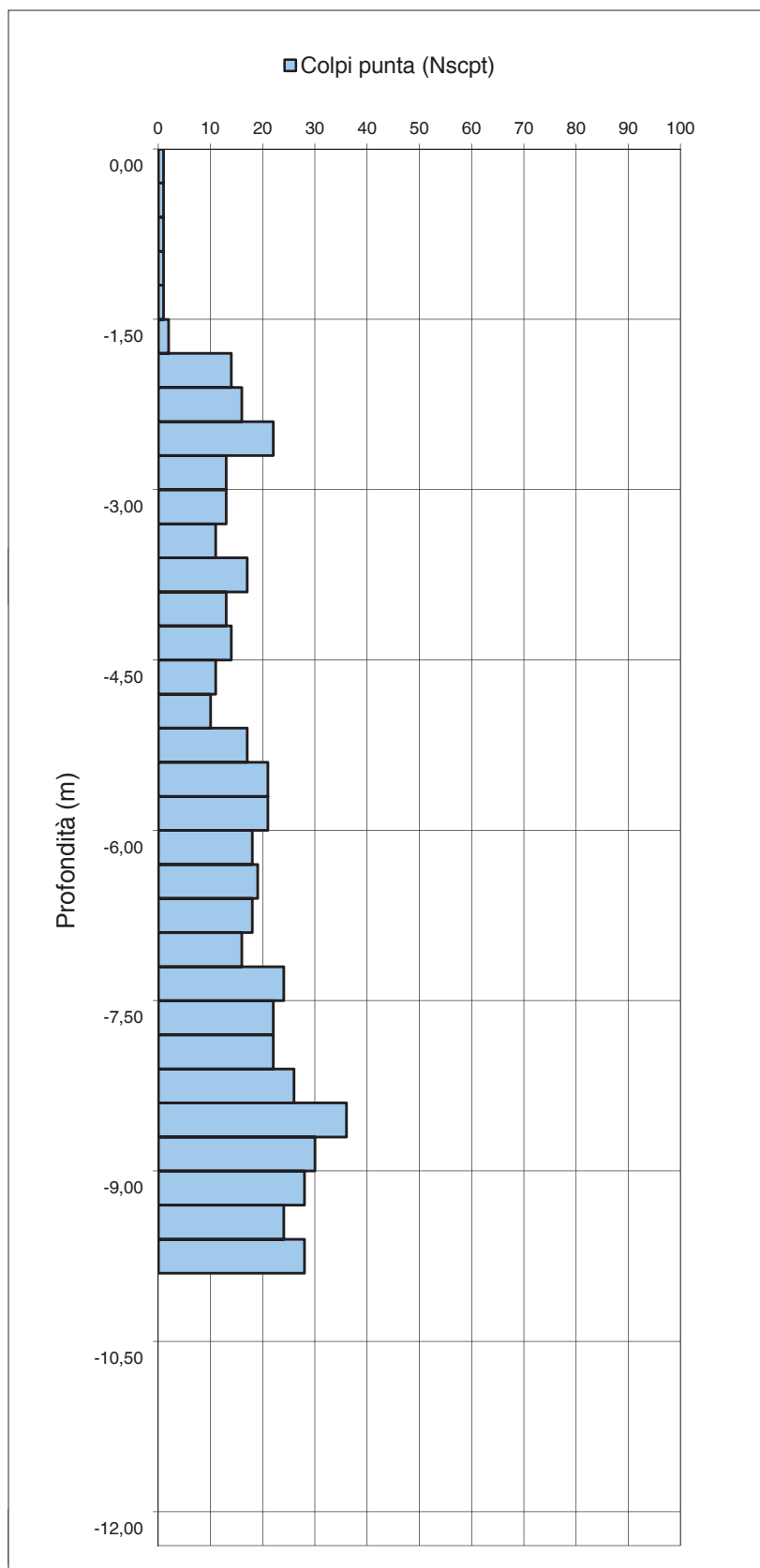
Data: 17/09/07



STUDIO DI GEOLOGIA
CONSULENZE E SERVIZI

Prova penetrometrica dinamica n. 9

Committente: SEDIF Srl
Località: Piano Attuativo n.1 Industriale - Via Augusta/dell'Artigianato/Quarto
Attrezzatura: Pagani TG 63-100
Falda: Non rilevata
Note: Prova da p.c.



Profondità (m)		Colpi Punta (Nscpt)	Colpi Rivestimento
0,00	-0,30	1	
-0,30	-0,60	1	
-0,60	-0,90	1	
-0,90	-1,20	1	
-1,20	-1,50	1	
-1,50	-1,80	2	
-1,80	-2,10	14	
-2,10	-2,40	16	
-2,40	-2,70	22	
-2,70	-3,00	13	
-3,00	-3,30	13	
-3,30	-3,60	11	
-3,60	-3,90	17	
-3,90	-4,20	13	
-4,20	-4,50	14	
-4,50	-4,80	11	
-4,80	-5,10	10	
-5,10	-5,40	17	
-5,40	-5,70	21	
-5,70	-6,00	21	
-6,00	-6,30	18	
-6,30	-6,60	19	
-6,60	-6,90	18	
-6,90	-7,20	16	
-7,20	-7,50	24	
-7,50	-7,80	22	
-7,80	-8,10	22	
-8,10	-8,40	26	
-8,40	-8,70	36	
-8,70	-9,00	30	
-9,00	-9,30	28	
-9,30	-9,60	24	
-9,60	-9,90	28	
-9,90	-10,20		
-10,20	-10,50		
-10,50	-10,80		
-10,80	-11,10		
-11,10	-11,40		
-11,40	-11,70		
-11,70	-12,00		
-12,00	-12,30		

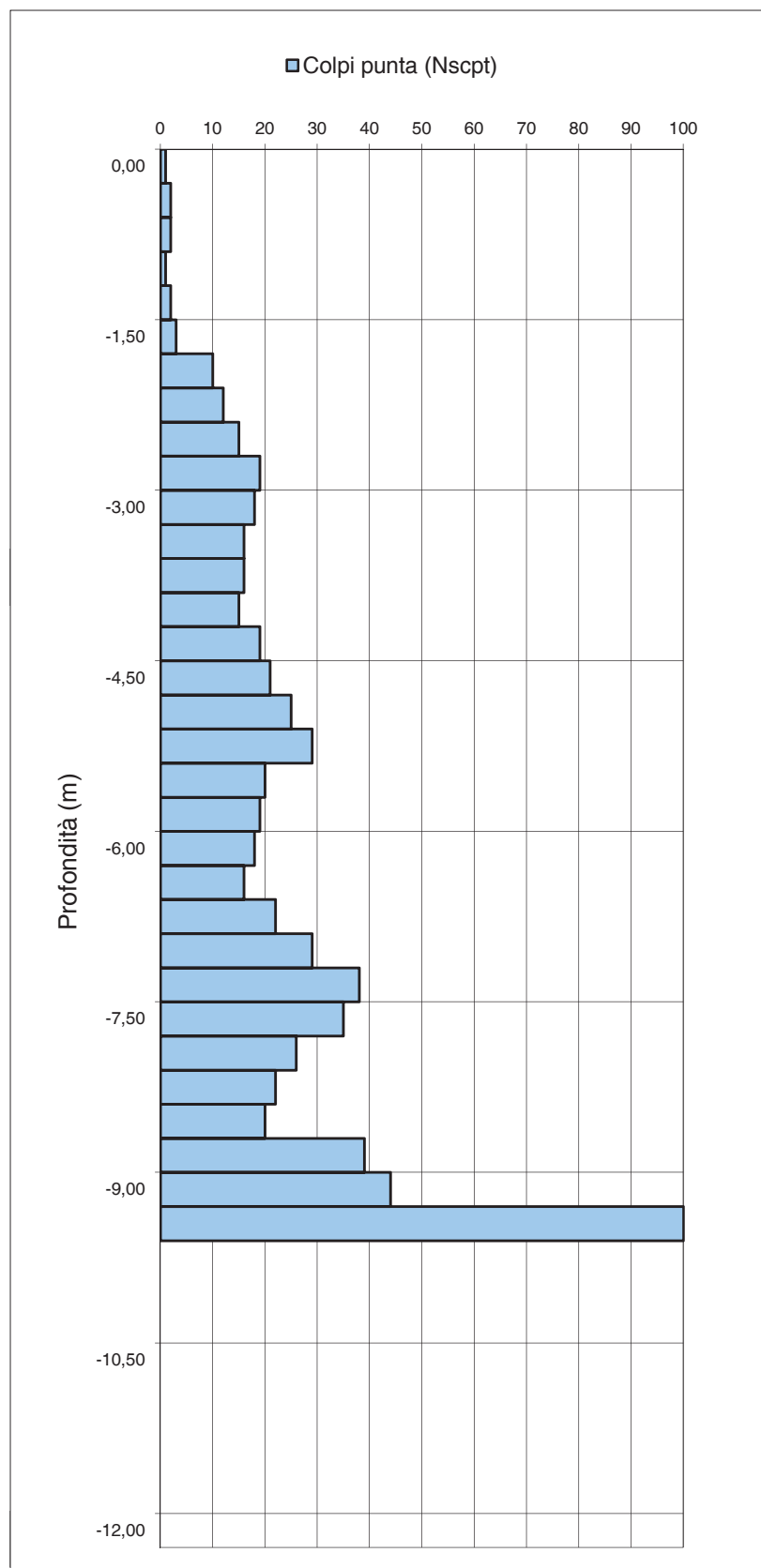
Data: 17/09/07



STUDIO DI GEOLOGIA
CONSULENZE E SERVIZI

Prova penetrometrica dinamica n. 10

Committente: SEDIF Srl
Località: Piano Attuativo n.1 Industriale - Via Augusta/dell'Artigianato/Quarto
Attrezzatura: Pagani TG 63-100
Falda: Non rilevata
Note: Prova da p.c.



Profondità (m)		Colpi Punta (Nscpt)	Colpi Rivestimento
0,00	-0,30	1	
-0,30	-0,60	2	
-0,60	-0,90	2	
-0,90	-1,20	1	
-1,20	-1,50	2	
-1,50	-1,80	3	
-1,80	-2,10	10	
-2,10	-2,40	12	
-2,40	-2,70	15	
-2,70	-3,00	19	
-3,00	-3,30	18	
-3,30	-3,60	16	
-3,60	-3,90	16	
-3,90	-4,20	15	
-4,20	-4,50	19	
-4,50	-4,80	21	
-4,80	-5,10	25	
-5,10	-5,40	29	
-5,40	-5,70	20	
-5,70	-6,00	19	
-6,00	-6,30	18	
-6,30	-6,60	16	
-6,60	-6,90	22	
-6,90	-7,20	29	
-7,20	-7,50	38	
-7,50	-7,80	35	
-7,80	-8,10	26	
-8,10	-8,40	22	
-8,40	-8,70	20	
-8,70	-9,00	39	
-9,00	-9,30	44	
-9,30	-9,60	100	
-9,60	-9,90		
-9,90	-10,20		
-10,20	-10,50		
-10,50	-10,80		
-10,80	-11,10		
-11,10	-11,40		
-11,40	-11,70		
-11,70	-12,00		
-12,00	-12,30		

Data: 17/09/07



STUDIO DI GEOLOGIA
CONSULENZE E SERVIZI

PARAMETRI DI CALCOLO E RISULTATI

Committente: SEDIF SRL

Località: Piano Attuativo 1-2 - Ferno (Va)

Data: Ottobre 2007

Riferimenti: Plinti prefabbricati

Riassunto del calcolo della portanza delle fondazioni

Fondazione n.	1	
Larghezza della fondazione (m):	3	
Lunghezza della fondazione (m):	3	
Profondità di posa lato destro(m):	1,5	
Profondità di posa lato sinistro (m):	1,5	
Metodo di calcolo:	Vesic tensioni ammissibili	
Fattori di forma		
Sc: 1,46	Sq: 1,6	Sy: 0,6
Fattori di profondità		
Dc: 1,2	Dq: 1,14	Dy: 1
Fattori inclinazione carico		
lc: 1	lq: 1	ly: 1
Fattori inclinazione pendio		
Gc: 1	Gq: 1	Gy: 1
Fattori inclinazione base		
Bc: 1	Bq: 1	By: 1
RISULTATO		
Coefficiente di sicurezza globale:	3	
Correzione di Terzaghi:	applicata	
Carico limite (kg/cm ²):	6,79	
Carico ammissibile(kg/cm ²):	2,26	
Carico di verifica dei cedimenti (kg/cm ²):	2,26	
Profondità del cuneo efficace (m):	2,65	
Accelerazione sismica orizzontale (g):	0	

Fondazione n.	2
Larghezza della fondazione (m):	4
Lunghezza della fondazione (m):	4
Profondità di posa lato destro(m):	1,5
Profondità di posa lato sinistro (m):	1,5
Metodo di calcolo:	Vesic tensioni ammissibili
Fattori di forma	
Sc: 1,46	Sq: 1,6 Sy: 0,6
Fattori di profondità	
Dc: 1,15	Dq: 1,11 Dy: 1
Fattori inclinazione carico	
lc: 1	lq: 1 ly: 1
Fattori inclinazione pendio	
Gc: 1	Gq: 1 Gy: 1
Fattori inclinazione base	
Bc: 1	Bq: 1 By: 1
RISULTATO	
Coefficiente di sicurezza globale:	3
Correzione di Terzaghi:	applicata
Carico limite (kg/cm ²):	6,96
Carico ammissibile(kg/cm ²):	2,32
Carico di verifica dei cedimenti (kg/cm ²):	2,32
Profondità del cuneo efficace (m):	3,53
Accelerazione sismica orizzontale (g):	0

Fondazione n.	3
Larghezza della fondazione (m):	5
Lunghezza della fondazione (m):	5
Profondità di posa lato destro(m):	1,5
Profondità di posa lato sinistro (m):	1,5
Metodo di calcolo:	Vesic tensioni ammissibili
Fattori di forma	
Sc: 1,46	Sq: 1,6 Sy: 0,6
Fattori di profondità	
Dc: 1,12	Dq: 1,08 Dy: 1
Fattori inclinazione carico	
lc: 1	lq: 1 ly: 1
Fattori inclinazione pendio	
Gc: 1	Gq: 1 Gy: 1
Fattori inclinazione base	
Bc: 1	Bq: 1 By: 1
RISULTATO	
Coefficiente di sicurezza globale:	3
Correzione di Terzaghi:	applicata
Carico limite (kg/cmq):	7,23
Carico ammissibile(kg/cmq):	2,41
Carico di verifica dei cedimenti (kg/cmq):	2,41
Profondità del cuneo efficace (m):	4,42
Accelerazione sismica orizzontale (g):	0