Inquadramento amministrativo:

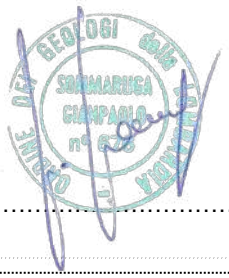
REGIONE LOMBARDIA PROVINCIA DI VARESE

COMUNE DI VARESE

Building And Plants srl

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA

Il Professionista incaricato:



.....

Copia n. di n. 02

[distribuzione in digitale *.PDF – 7pm

DISTRIBUZIONE:

01 – Committente

02 – Copia archivio ET@ s.r.l.

PIANO ATTUATIVO
SCHEDA AC41
IN VIA TOSELLI - VIA THOUAR
COMUNE DI VARESE

26 ottobre 2023

E N V I R O N M E N T A L T E C N I C A L A P P L I E S S.R.L.

SEDE OPERATIVA: VIALE BORRI 226 21100 VARESE – ITALY
TELEFONO/FAX + 39 0332 811834 C.F. E P. IVA 02912240963
ISCRIZIONE C.C.I.A.A. VA R.E.A. N. 2781

SEDE LEGALE: VIA ROSSINI 1 21100 VARESE –ITALY
EMAIL: ETAMAIL@TISCALI.IT PEC: ETAMAIL@PEC.IT
CAPITALE SOCIALE INTERAMENTE VERSATO 10.500,00

LIMITAZIONI ALL'USO

Questo rapporto tecnico si fonda sull'applicazione di conoscenze e leggi scientifiche consolidate ma anche di calcoli e di valutazioni professionali circa eventi o fenomeni suscettibili di interpretazione soggettiva.

Le stime e le considerazioni qui riportate sono basate sulle informazioni acquisite o disponibili al momento dell'indagine e sono condizionate dai limiti imposti dalla tipologia e dalla consistenza dei dati utilizzabili, dalle risorse fruibili per il caso in questione, nonché dal programma di lavoro concordato con il Cliente.

Le leggi italiane e altre normative menzionate in questa relazione sono fornite a solo scopo informativo e le valutazioni contenute in questo rapporto sono state elaborate da tecnici e pertanto rivestono un carattere esclusivamente tecnico, non costituendo in alcun modo parere o raccomandazione legale.

Gli Autori rispondono unicamente al Cliente circa la rispondenza del rapporto emesso agli obiettivi delle ricerche definite nell'ambito dell'incarico.

Qualsiasi parte terza può avere interessi, scopi e motivi diversi da quelli della Committente relativamente alle valutazioni riportate nello studio. L'utilizzo dello studio in questione da parte di qualunque parte terza, o qualunque affidamento o decisione intrapresa sulla base di esso, sono responsabilità di tale parte terza.

Le conclusioni ed i suggerimenti operativi contenuti nel presente rapporto vanno intesi come proposte d'intervento e non come azioni vincolanti, salvo ciò non sia specificatamente indicato.

Et@ s.r.l. non intende, inoltre, fornire alcuna garanzia, espressa o implicita, utilizzabile per qualsiasi finalità, relativa alle caratteristiche geotecniche di settori di territorio non indagati e, più in generale, al valore commerciale del sito in oggetto.

Et@ s.r.l. non si assume alcuna responsabilità per eventuali danni sofferti da una parte terza risultanti da decisioni intraprese o azioni eseguite sulla base di questo studio.

SOMMARIO

Sommario 3

Premessa 4
Committente 4
Scopo dell'indagine 4
Normativa di riferimento 4
Tipo d'indagine eseguita nell'area attigua (2011) 4
Ubicazione dell'area 5

1 – Inquadramento geologico 7

2 – Indagini geotecniche 8
2.1 – Sondaggio geognostico 2011 8
2.2 – Prove penetrometriche SCPT 9
2.3 – Penetrometro 13
2.4 – Documentazione fotografica – 16/10/2023 15

3 – Prove geotecniche 17
3.1 - Standard Penetration Test – sondaggio 2011 17
3.2 – Prove SCPT 19
3.2.1 - Correlazione N_{SCPT} e N_{SPT} 19
3.2.2 – Stima delle proprietà geotecniche 20

4 – Capacità portante dei terreni 22
4.1 – Carico limite e carico ammissibile 22

5 – Elaborazioni 23
5.1 – Stima dei cedimenti dei terreni di fondazione 26

6 – Fattibilità geologica 28

7 - Sismica 29
7.1 – Analisi del rischio sismico 29
7.1.1 – Primo livello di approfondimento 30
7.1.2 – Secondo livello di approfondimento 31
7.2 – Pericolosità sismica locale 31
7.3 – Categoria di suolo 32

Considerazioni conclusive 33

Allegati 35

PREMESSA

COMMITTENTE

BUILDING AND PLANTS SRL

VIA S.MARIA MADDALENA, 34

21100 VARESE

P.IVA 03489530125 - BULDING.PLANTS@GMAIL.COM

SCOPO DELL'INDAGINE

La seguente relazione esprime valutazioni geologico tecniche per l'area della Scheda AC41 del Piano Attuativo del Comune di Varese, sulla base delle prove geotecniche eseguite in ottobre 2023 e facendo riferimento ai risultati dell'indagine geotecnica condotta nel luglio 2011 nell'attigua area di Via Thouar 20, allora interessata dal progetto di nuovo fabbricato nel terreno limitrofo.

Scopo del presente lavoro è indicare, sulla base dei risultati ottenuti, le principali caratteristiche geotecniche dei terreni in oggetto e fornire indicazioni per un adeguato dimensionamento delle strutture di fondazione (calcolo della capacità portante e stima dei cedimenti).

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Ai sensi delle *NTC D.M. 14 gennaio 2008 (paragrafo 2.7)* e della *Circolare C.S.LL.PP. 2 febbraio 2009 n. 617 (paragrafo C2.7),* per le costruzioni di tipo 1 e 2 e Classe d'uso I e II, limitatamente a siti ricadenti in Zona 4, era ammesso il Metodo di verifica alle tensioni ammissibili, con relazione redatta secondo i criteri stabiliti dal *D.M. LL.PP. 11.03.88.*

TIPO D'INDAGINE

- Esecuzione di n. 04 prove SCPT (Standard Cone Penetration Test)

ESEGUITA NELL'AREA ATTIGUA (2011)

- Esecuzione di n. 01 SONDAGGIO GEOGNOSTICO e n. 06 PROVE S.P.T. (Standard Penetration Test) con Digitalizzazione dei dati acquisiti e loro elaborazione, mediante appositi programmi, per la realizzazione di tavole illustrative, per il calcolo della capacità portante dei terreni investigati e per la stima dei relativi cedimenti.

UBICAZIONE DELL'AREA

Il terreno in oggetto è situato in via Toselli - via Thouar nel territorio comunale di Varese, all'altitudine di circa 395 metri s.l.m.

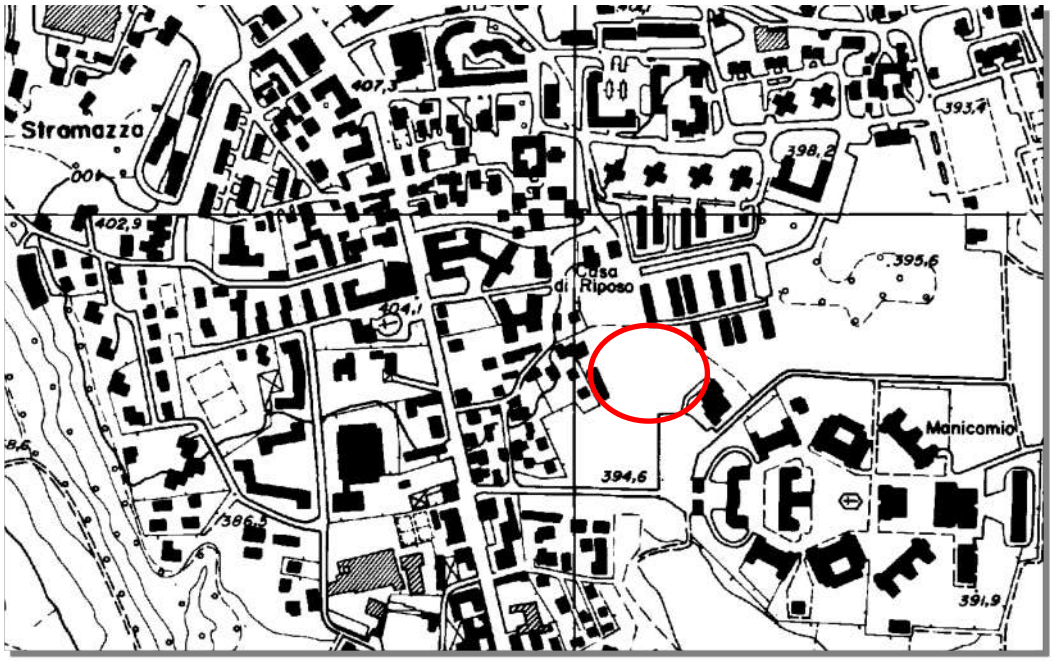


Figura 1 – Ubicazione dell'area (C.T.R. Scala 1:10.000 – Volo 1994 – Foglio A4d5 - Fonte: Regione Lombardia - Fornitura: Lombardia Informatica S.p.A. – Edizione: Marzo 1998)



Figura 2 – Ubicazione schematica dell'area in PA AC41(GE Pro)

Area indagine 2011



Figura 3 - Ubicazione dell'area in indagine con prove 2011 vs ripresa satellitare 2019 - (Fonte: GE)

1 – INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area in oggetto è caratterizzata a grande scala da depositi pleistocenici di età quaternaria. Dall'esame della carta geologica (fig. 4) si evince che la zona di indagine è caratterizzata dalla presenza in superficie di depositi risalenti al Quaternario Continentale ("Villafranchiano").

Si tratta in prevalenza di depositi morenici costituiti da **limi sabbiosi con ciottoli e massi,** risalenti alla glaciazione Wurm (Pleistocene Superiore), indicati in carta con il retino giallo e sigla LScm.

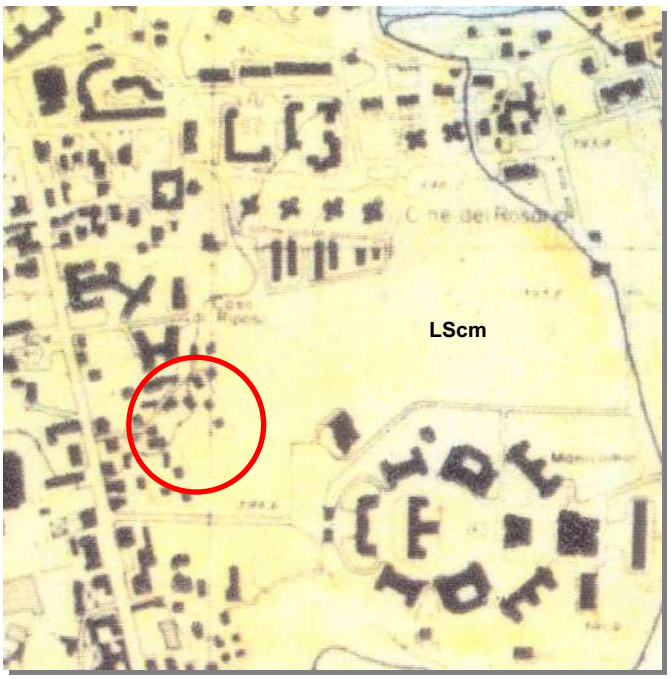


Fig. 4 - Inquadramento geologico (tratto da "Carta Litologica, edizione 1988 - Amministrazione Provinciale di Varese, Ufficio Cave e Sottosuolo - Scala: 1:10.000")

2 – INDAGINI GEOTECNICHE

2.1 – SONDAGGIO GEOGNOSTICO 2011

Per l'esecuzione del sondaggio geognostico, eseguito a luglio 2011 e spinto a 10,50 m di profondità da p.c., è stata utilizzata una perforatrice idraulica BERETTA T44 (foto 1).



Foto 1: esecuzione del sondaggio geognostico con perforatrice idraulica Beretta T44

Il sondaggio è stato eseguito con perforazione a rotopercussione ed a carotaggio continuo. Nell'ambito della presente indagine è stato utilizzato un carotiere di diametro 101 mm e di lunghezza pari a 1,50 metri; per l'approfondimento dello stesso è stata utilizzata una batteria di aste di manovra della lunghezza di 1,50 m cadauna. Si è provveduto inoltre a sostenere le pareti del foro mediante l'utilizzo di una batteria di tubi di rivestimento provvisorio di lunghezza 1,50 m cadauno e diametro di 127 mm. Al termine di ciascuna manovra di perforazione, le carote di terreno sono state ricoverate all'interno di apposite cassette catalogatrici di materiale plastico a cinque scompartimenti della lunghezza di un metro ciascuno. La stratigrafia del sondaggio geognostico è riportata in allegato.





Foto 2-3: cassette catalogatrice con le carote estratte tra 0,00-10,50 m da p.c. - 2011

2.2 – PROVE PENETROMETRICHE SCPT 2023

In data 16/10/2023, considerate le dimensioni dell'area e degli edifici in progetto, le prove penetrometriche dinamiche continue SCPT sono state eseguite in corrispondenza di ciascun fabbricato, in punto ritenuto significativo in relazione al progetto.

Le prove SCPT sono state spinte alla profondità di rifiuto alla penetrazione della punta (N >80 colpi).

Delle prove si riporta in allegato il grafico dei valori di N colpi della punta in funzione della profondità dal piano campagna.

N. prova	Data esecuzione	Quota p.c. (m. slm)	Profondità raggiunta dalla prova (in metri, da p.c.)
01	16 ottobre 2023	395	10,20
02		395	8,40
03		394,50	9,30
04		395	6,00

Di seguito si riporta copia in scala grafica della planimetria di progetto con l'ubicazione della prova eseguita.

Di seguito si riporta l'ubicazione delle prove penetrometriche eseguite e anche la posizione del sondaggio eseguito nel 2011 (fig. 5), con la relativa documentazione fotografica.



Figura 5 - Ubicazione dell'area in indagine con prove 2011 vs ripresa satellitare 2019 - (Fonte: GE)

1 Ubicazione prove scpt e relativa sigla

Ubicazione sondaggio geognostico 2011

Area PA AC41 – questo documento



Figura 5.1 - Ubicazione prove scpt su Tav 2 di progetto vs ripresa satellitare 2019 - (Fonte: GE)

1 Ubicazione prove scpt e relativa sigla

2.3 – PENETROMETRO

Lo strumento utilizzato prende il nome di **penetrometro dinamico pesante** (superpesante DPSH secondo la classificazione ISSMFE 1988) ed è realizzato secondo le Raccomandazioni A.G.I. 1977; è montato su carro semovente a sei ruote motrici ed è dotato di un dispositivo a percussione con maglio oleodinamico del peso di 73 kg standard ed altezza di caduta di 75 cm standard (figura 6.1).



Fig. 6.1: penetrometro PAGANI TG7310

(foto d'archivio)

Il sistema comprende una testa di battuta sulla quale viene fatto periodicamente cadere da 75 cm di altezza un maglio di acciaio del peso di 73 Kg (fig. 6.2).

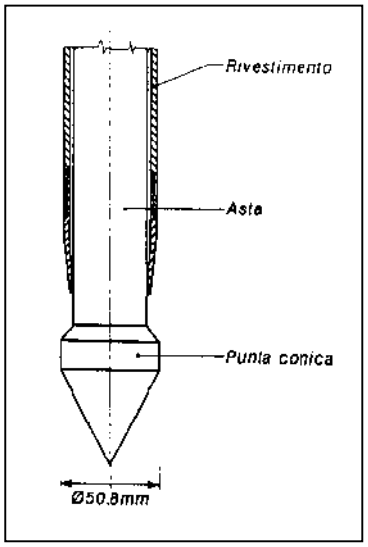
Il colpo di battuta viene trasmesso, mediante una serie di aste d'acciaio a diametro 32 mm e lunghezza 0,90 m, all'estremità inferiore nel terreno, costituita da una punta conica del diametro di 51 mm, sezione massima di 20 cm^2 ed angolo di apertura di 60° (figure 6.3-6.4).

La punta, che può essere a recupero o a perdere, viene fatta successivamente penetrare nel terreno, registrando il numero di colpi necessario per ottenere la penetrazione di ciascun tratto di lunghezza pari a 30 cm, denominata colpi/piede (N_{SCPT}). ottenere la penetrazione di ciascun tratto di lunghezza pari a 30 cm, denominata colpi/piede (N_{SCPT}).



Fig. 6.2: maglio in battuta

(foto d'archivio)





Figg. 6.3-6.4 - Punta conica

Fig. 6.5 - Penetrometro TG73-100



2.4 – DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA – 16/10/2023



Latitudine
45° 47′ 56.67″ N
Longitudine
08° 50′ 42.54″ E
Accuratezza: 5 m

SCPT 1



Latitudine
45° 47′ 56.98″ N
Longitudine
08° 50′ 43.81″ E
Accuratezza: 5 m

SCPT 2



Latitudine

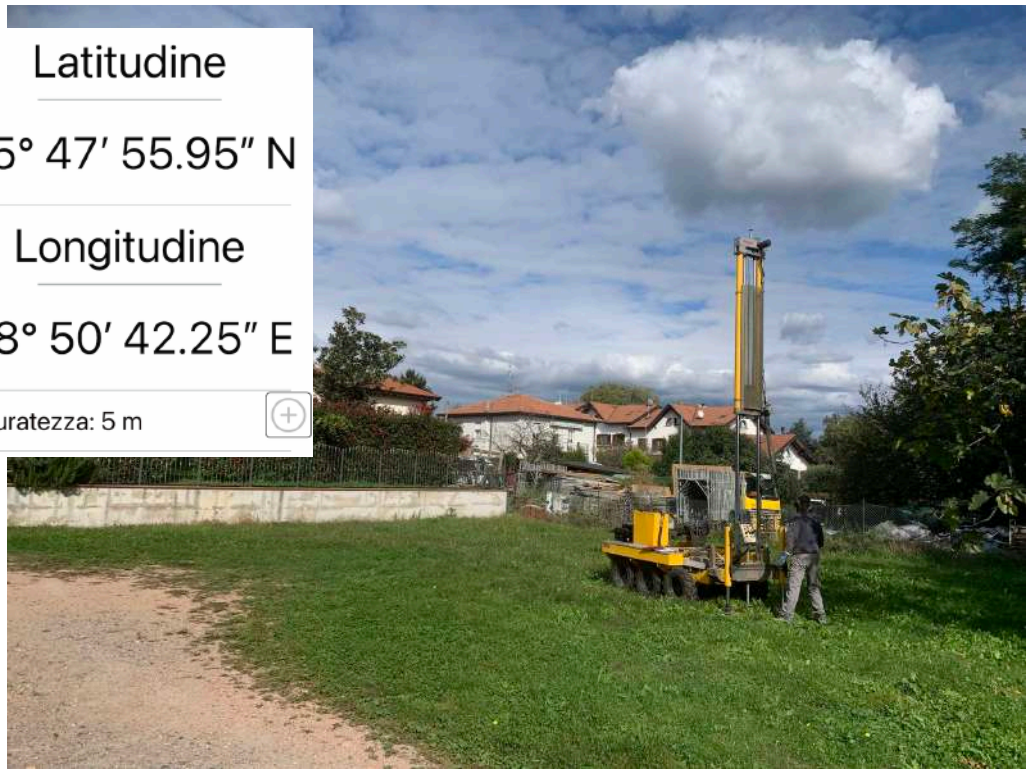
45° 47′ 56.51″ N

Longitudine

08° 50′ 42.88″ E

Accuratezza: 5 m

SCPT 3



Latitudine

45° 47′ 55.95″ N

Longitudine

08° 50′ 42.25″ E

Accuratezza: 5 m

SCPT 4

3 – PROVE GEOTECNICHE

3.1 - STANDARD PENETRATION TEST – SONDAGGIO 2011

La prova S.P.T. (Standard Penetration Test) consente di determinare la resistenza che un terreno offre alla penetrazione dinamica di un campionatore infisso a partire dal fondo di un foro di sondaggio. La resistenza è funzione delle caratteristiche e del tipo di terreno. La prova consiste nel far cadere un maglio, del peso di 63,50 kg, da un'altezza di 760 mm, su una testa di battuta fissata alla sommità di una batteria di aste alla cui estremità inferiore è avvitato il campionatore di dimensioni standardizzate (campionatore Raymond, di lunghezza 813 mm e diametro 51 mm). Spesso al posto della scarpa del campionatore si sostituisce una punta conica chiusa di 60° avente un diametro esterno di 51 mm, specie in terreni prevalentemente ghiaiosi per evitare l'usura eccessiva dell'utensile (fig. 7).

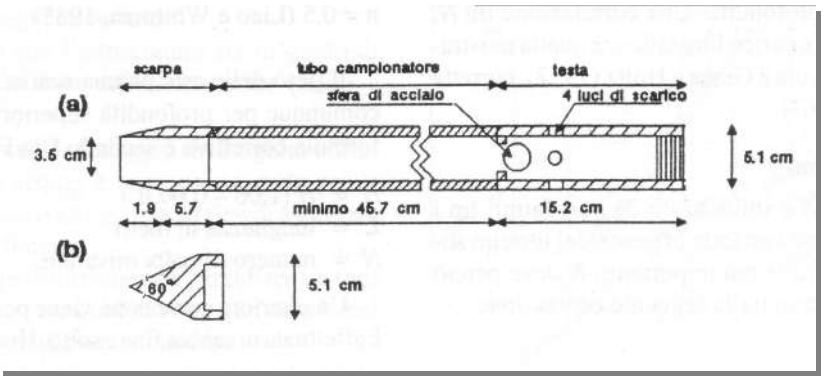


Figura 7: attrezzo SPT a punta aperta (a) e a punta chiusa (b)

Il campionatore (oppure la punta conica) viene fatto penetrare a fondo foro per tre tratti successivi di 15 cm registrando ogni volta il numero di colpi; il valore misurato per il primo tratto, nel quale si supera la zona disturbata dalla esecuzione del foro, non viene normalmente considerato nei calcoli; la somma dei colpi dei due tratti successivi rappresenta il parametro caratteristico della prova (N_{SPT}). In uno stesso sondaggio si possono eseguire in profondità più prove SPT ad intervalli regolari l'una dall'altra.

I risultati delle 06 prove SPT effettuate nel 2011 (alle profondità di 3,0–4,5–6,0–7,5 – 9,0–10,5 m da p.c. attuale) sono riportati nel modulo stratigrafico in allegato alla precedente relazione 2011.

Nella tabella seguente si riassumono i risultati delle prove SPT eseguite.

Quota di esecuzione prova (in metri da p.c.)	Valori misurati (15+15+15 cm)	Valori N_{SPT}
-3,00	17 + 10 + 15	**25**
-4,50	32 + 31 + 30	**61**
-6,00	18 + 40 + >80	**>100**
-7,50	12 + 15 + 22	**37**
-9,00	12 + 10 + 10	**20**
-10,50	13 + 13 + 36	**49**

Tabella Valori SPT

Il valore molto elevato ottenuto alla quota di -6,00 m da p.c. è da considerarsi ragionevolmente poco attendibile in quanto il risultato può essere stato influenzato dalla presenza di un grosso ciottolo sulla traiettoria della "puntazza" SPT rendendone fortemente difficoltosa la penetrazione negli strati sottostanti ("rifiuto" della punta alla penetrazione).

3.2 – PROVE SCPT 2023

L'interpretazione dei dati ottenuti dalle prove penetrometriche dinamiche è stata eseguita utilizzando il programma *"SCPT - programma di interpretazione di prove penetrometriche dinamiche"* prodotto dalla *"Geosoft S.a.s."* di Milano. Ricavati dal sito il numero dei colpi necessari all'avanzamento della punta conica per 30 cm l'elaborazione della prova si articola in diverse fasi che vengono di seguito descritte. L'effetto del carico litostatico con la profondità viene corretto applicando ai valori misurati la formula di Bazaraa:

$$N' = (4*N)/(3{,}25+0{,}01*\sigma)$$

Segue l'applicazione su tutta la serie di misure di una funzione di smussamento delle punte (filtering). Come noto, infatti, la maggior parte dei diagrammi penetrometrici è caratterizzato dalla presenza di "punte" dovute a contingenze locali quali la presenza di ciottoli o materiale grossolano che falsa in eccesso il valore di N misurato. Come funzione di smussamento si è adottata quella proposta da Crespellani-Loi. Una volta compiuta l'operazione di smussamento, si esegue un'analisi stratigrafica individuando i punti per cui i valori di N sono nettamente diversificati fra loro e assegnando ai "singoli" strati le proprietà geotecniche caratteristiche.

3.2.1 - CORRELAZIONE N_{SCPT} E N_{SPT}

Poiché le correlazioni empiriche esistenti in letteratura tra i risultati di una prova penetrometrica dinamica ed i principali parametri geotecnici del terreno fanno riferimento essenzialmente alle prove SPT (Standard Penetration Test classiche), occorrerebbe in teoria applicare una correzione ai risultati delle prove SCPT, per tenere conto delle diverse modalità esecutive. Ciò può essere fatto secondo due criteri differenti:

1) correzione sulla base delle differenti modalità esecutive: penetrometri con caratteristiche differenti rispetto all'SPT (peso del maglio, volata, area della punta, ecc.) comportano energie d'infissione ovviamente differenti; per rapportare il numero di colpi dell'SPT con quelli dell'SCPT diversi Autori propongono l'applicazione del seguente fattore correttivo:

$$Cf = [M1 \times H1 \times Pl1 \times Ap1] \ / \ [M2 \times H2 \times Pl2 \times Ap2]$$

Il numero di colpi da utilizzare nel calcolo dei parametri geotecnici sarà dato da:

$$Nspt = Nscpt \times Cf$$

2) **correzione sulla base delle litologie incontrate**: si è dimostrato, nelle correlazioni SPT-SCPT, che generalmente il rapporto fra il numero dei colpi misurato con i due strumenti (Nspt/Nscpt) tende a 1 per granulometrie grossolane, mentre tende a crescere per granulometrie più fini; si suggeriscono le seguenti correlazioni proposte in letteratura:

Correlazione					Litologia
NSPT	=	1	x	NSCPT	Ghiaie e ghiaie sabbiose
NSPT	=	1.25	x	NSCPT	Sabbie e ghiaie con fine plastico
NSPT	=	1.5	x	NSCPT	Sabbie con molto fine
NSPT	=	2	x	NSCPT	Limi
NSPT	=	2.5	x	NSCPT	Argille limose/sabbiose
NSPT	=	3	x	NSCPT	Argille

3.2.2 – STIMA DELLE PROPRIETÀ GEOTECNICHE

Tali proprietà sono principalmente l'angolo d'attrito interno "ϕ", la densità relativa "Dr" ed il modulo di deformabilità "E".

Il valore di ϕ è ricavato dalle formule dovute a Shioi e Fukuni:

$$\phi = \sqrt{15 * N} + 15 \qquad \phi = 0{,}3\ N + 27$$

che hanno dimostrato un'ottima correlazione con i grafici di De Mello (fig. 8.1) in cui ϕ è funzione di N e di σ. In figura 8.2 si riporta la nota correlazione di Schertmann per la valutazione dell'angolo di attrito in terreni incoerenti. La densità relativa è calcolata da un modello di regressione logaritmico lineare:

$$Dr = 0{,}478*\ln(N) - 0{,}262*\ln(\sigma) + 2{,}84$$

derivato dalle esperienze di Fardis e Veneziano. Una correlazione qualitativa tra la densità relativa D_R e i valori di resistenza misurati nel corso di una prova penetrometrica dinamica (numero di colpi per un avanzamento di 30 cm, N_{SPT}) può essere quella riportata in fig. 8.3 mentre in fig. 8.4 è riportato il metodo proposto da Gibbs e Holtz per la valutazione della densità relativa. Per il modulo di deformabilità (fig. 2.6) si è adottata l'espressione di Denver modificata:

$$E = 2*\sqrt{N} \quad \text{(MPa)}$$

che ha dimostrato buona correlazione con i risultati di prove pressiometriche. Il programma inoltre valuta la velocità di risposta delle onde sismiche longitudinali "Vs" e il modulo di taglio "G" dalle formule di Ohta e Goto e di Yoshida:

$$Vs = 55*N^{0,25}*\sigma \qquad G = Vs*Vs*\gamma/g$$

per γ = peso di volume e g = accelerazione di gravità.

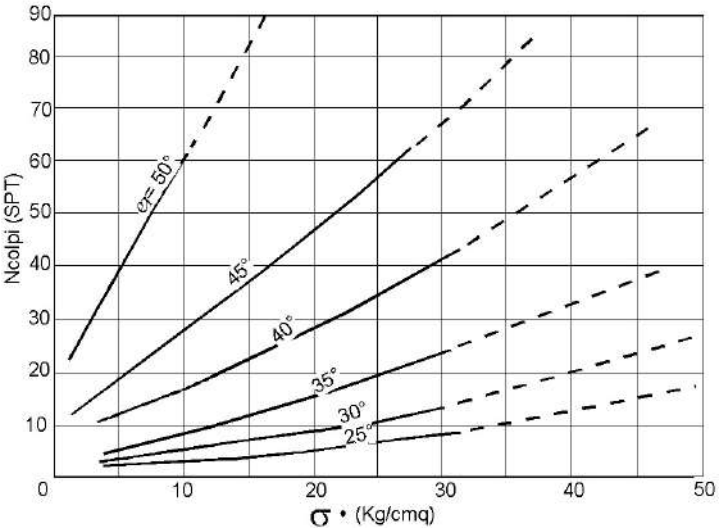


Figura 8.1: correlazione di De Mello per la valutazione dell'angolo di attrito

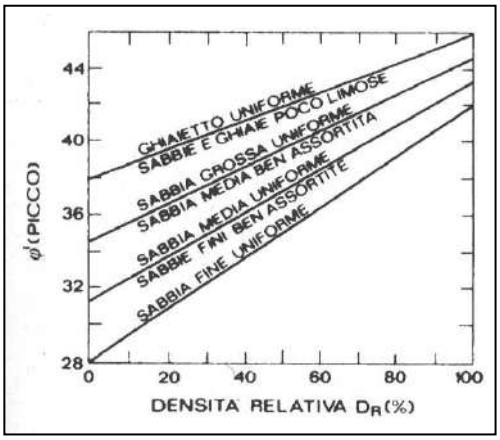


Fig. 8.2 – Correlazione di Schmertmann per la valutazione dell'angolo di attrito

N_{SPT} Colpi/30 cm	Densità relativa	
	Terzaghi-Peck (1948)	*Gibbs-Holtz (1957)*
0-4	molto sciolta	0-15%
4-10	sciolta	15-35%
10-30	media	35-65%
30-50	densa	65-85%
oltre 50	molto densa	85-100%

Fig. 8.3 – Correlazione tra D_R e N_{SPT} secondo vari Autori.

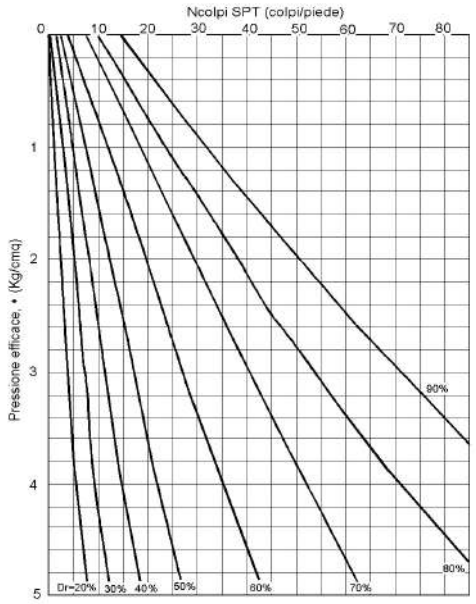


Fig. 8.4 – Metodo di Gibbs e Holtz per la valutazione della densità relativa

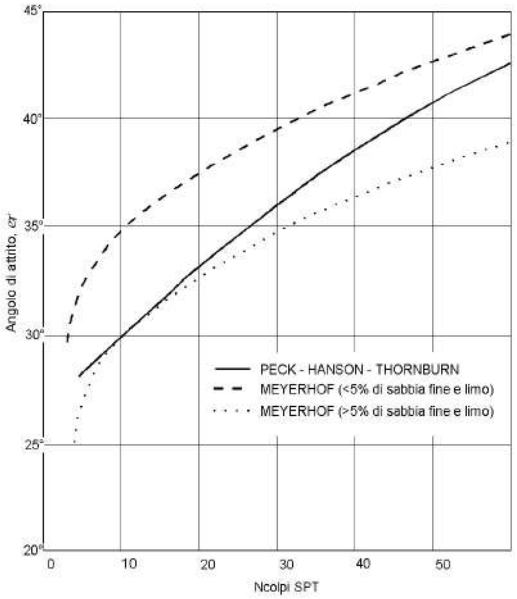


Fig. 8.5 – Correlazione tra N_{SPT} ed angolo d'attrito secondo vari Autori

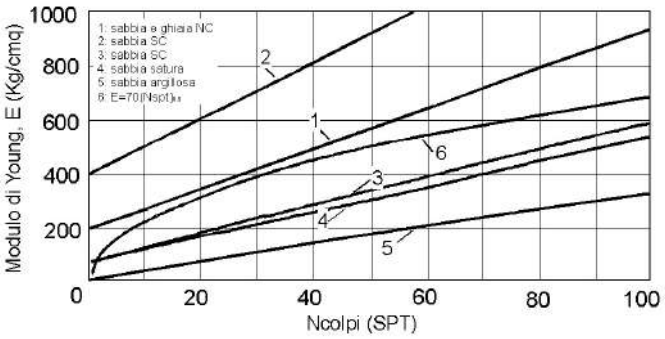


Fig. 8.6 – Metodo di Denver per la valutazione del Modulo di Young

4 – CAPACITÀ PORTANTE DEI TERRENI

4.1 – CARICO LIMITE E CARICO AMMISSIBILE

Il comportamento del terreno al carico può essere schematizzato in tre fasi:

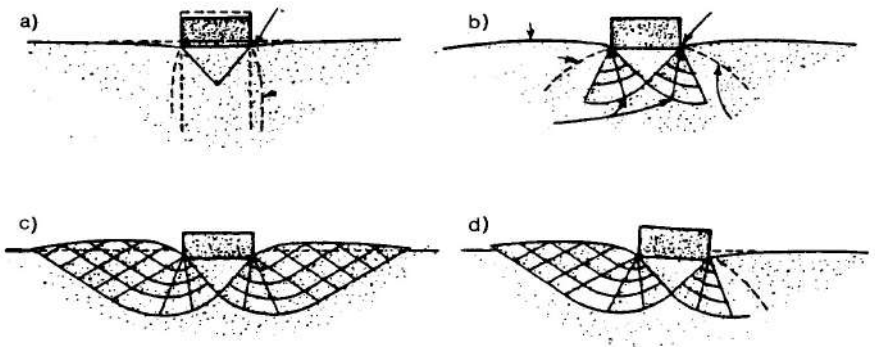


Figura 9: fasi di rottura del terreno sotto la fondazione: a) fase di deformazione elastica e rigonfiamento interno; b) fase di rottura locale; c) fase di rottura generale simmetrica; d) fase di rottura generale asimmetrica.

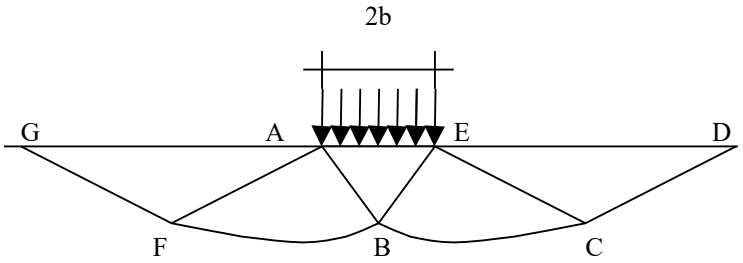
1) fase *pseudoelastica* nella quale il terreno posto sotto la fondazione dà origine ad un cedimento minimo reversibile (fig. 9a);
2) fase *plastica* nella quale ha inizio un processo di rottura localizzata del terreno che produce rigonfiamenti ai lati della fondazione (fig. 9b);
3) fase di *rottura* nella quale il terreno posto sotto la fondazione cede con un minimo incremento di carico; la struttura può cedere verticalmente (rottura simmetrica fig. 9c) oppure, a causa delle diverse condizioni litologiche, subire una rotazione che produce il rovesciamento (fig. 9d).

Per *carico di rottura* o *carico limite* q_{lim} si deve intendere il carico per il quale il terreno inizia a rompersi.

Si definisce *carico ammissibile* q_{amm} il carico di rottura diviso per un opportuno coefficiente di sicurezza (in genere assunto uguale a 3).

5 – ELABORAZIONI

Sulla base del progetto, l'elaborazione è stata condotta nell'ipotesi di fondazioni a platea, impostate a 2,50m e nell'ipotesi di presenza di acqua sotterranea sulla base dell'osservazione delle situazioni al contorno e dei dati di letteratura (-5m circa da p.c.).



DATI GENERALI

Larghezza fondazione	10.0	m
Lunghezza fondazione	10.0	m
Profondità piano di posa	2.5	m
Altezza di incastro	0.2	m
Inclinazione piano di posa	0.0	°
Inclinazione pendio	0.0	°
Fs di sicurezza sul carico limite	3.0	
Acc. massima orizzontale (g)	0.0	
Cedimento dopo T anni	20.0	
Profondità falda	5.0	

STRATIGRAFIA TERRENO

DH (m)	Gam (Kg/mc)	Gams (Kg/mc)	Fi (°)	c (Kg/cmq)	E' (Kg/cmq)	Ed (Kg/cmq)	Ni	Cs
4.2	1800.0	0.0	20.0	0.0	150.0	0.0	0.45	0.0
7.5	1850.0	0.0	24.0	0.0	300.0	0.0	0.45	0.0
10.0	1900.0	0.0	36.0	0.0	700.0	0.0	0.45	0.0

CARICHI AGENTI SULLA FONDAZIONE

(Calcolati in funzione del carico ammissibile - Metodo di Hansen)

Coppia flessionale	0.0	Kgm
Sforzo normale	10708.29	Kg
Tagliante	0.0	Kg

CARICO LIMITE SECONDO HANSEN (1970)

Fattore Nq	6.4
Fattore Nc	14.83
Fattore Ng	2.95
Fattore Sc	1.0
Fattore Dc	1.04
Fattore Ic	1.0
Fattore Gc	1.0
Fattore Bc	1.0
Fattore Sq	1.36
Fattore Dq	1.03
Fattore Iq	1.0
Fattore Gq	1.0
Fattore Bq	1.0
Fattore Sg	0.6
Fattore Dg	1.0
Fattore Ig	1.0
Fattore Gg	1.0
Fattore Bg	1.0

Pressione limite	3.21	Kg/cmq

Pressione ammissibile	**1.07**	**Kg/cmq**

==========

CARICO LIMITE SECONDO TERZAGHI (1955)

==========

Fattore Nq	7.44
Fattore Nc	17.69
Fattore Ng	4.97
Fattore Sc	1.3
Fattore Sg	0.8

==========

Pressione limite	4.92	Kg/cmq
Pressione ammissibile	**1.64**	**Kg/cmq**

==========

CARICO LIMITE SECONDO MEYERHOF (1963)

==========

Fattore Nq	6.4
Fattore Nc	14.83
Fattore Ng	2.87
Fattore Sc	1.41
Fattore Dc	1.03
Fattore Sq	1.2
Fattore Dq	1.01
Fattore Sg	1.2
Fattore Dg	1.01

==========

Pressione limite	4.56	Kg/cmq
Pressione ammissibile	**1.52**	**Kg/cmq**

==========

CARICO LIMITE SECONDO VESIC (1975)

==========

Fattore Nq	6.4
Fattore Nc	14.83
Fattore Ng	5.39
Fattore Sc	1.0

Fattore Dc	1.04
Fattore Sq	1.0
Fattore Dq	1.0
Fattore Sg	1.0
Fattore Dg	1.36

Pressione limite	4.53	Kg/cmq
Pressione ammissibile	**1.51**	**Kg/cmq**

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Senza correzione geometrica

k	1.97 Kg/cmc

5.1 – STIMA DEI CEDIMENTI DEI TERRENI DI FONDAZIONE

Utilizzando la formula di Burland-Burbidge, considerata la geometria della fondazione, lo spessore dello strato di terreno e le tensioni agenti sul piano di posa, l'entità dei cedimenti allo stato attuale dei terreni, facendo riferimento alla prova SCPT, può essere stimata come segue.

Col metodo di Burland e Burbidge (1985), nel quale viene correlato un indice di compressibilità *Ic* al risultato N della prova penetrometrica dinamica.

CEDIMENTI ELASTICI

Coefficiente di influenza I1	0.4
Coefficiente di influenza I2	0.04
Coefficiente di influenza Is	0.29

Cedimento al centro della fondazione	33.04mm
Cedimento al bordo	13.94mm

CEDIMENTI PER OGNI STRATO

Strato... 1Z (m)	Wo (cm)	Ws (cm)	Wt (cm)
Schmertmann2.6	0.441	0.203	0.645

Strato... 2Z (m)	Wo (cm)	Ws (cm)	Wt (cm)
Schmertmann7.95	1.036	0.477	1.513

Strato... 3Z (m)	Wo (cm)	Ws (cm)	Wt (cm)
Schmertmann16.7	0.195	0.09	0.285

Cedimento totale Wt=2.443 cm

6 – FATTIBILITÀ GEOLOGICA

Per quest'area, la carta della fattibilità geologica per le azioni di piano è stata redatta alla scala di dettaglio 1:5.000 (Tav. 9a) per l'intero territorio comunale e riprodotta sulla Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000 (Tav. 9b).

La suddivisione in aree omogenee dal punto di vista della pericolosità/vulnerabilità effettuata nella fase di sintesi (Tav. 8), è stata ricondotta a diverse classi di fattibilità in ordine alle limitazioni e destinazioni d'uso del territorio, ai sensi della D.G.R. 28 maggio 2008 n. 8/7374.

Per l'intero territorio comunale, l'azzonamento prioritario per la definizione della carta della fattibilità geologica è risultato quello relativo alla prima caratterizzazione geologico-tecnica dei terreni, a cui è stato sovrapposto l'azzonamento derivante dall'individuazione di aree vulnerabili dal punto di vista idraulico, di aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti e dalla vulnerabilità idrogeologica, elementi tutti condizionanti le trasformazioni d'uso del territorio.

Gli edifici in oggetto di indagine sono situati su terreni appartenenti alla

CLASSE DI FATTIBILITA' 2 Gl (fattibilità con modeste limitazioni)

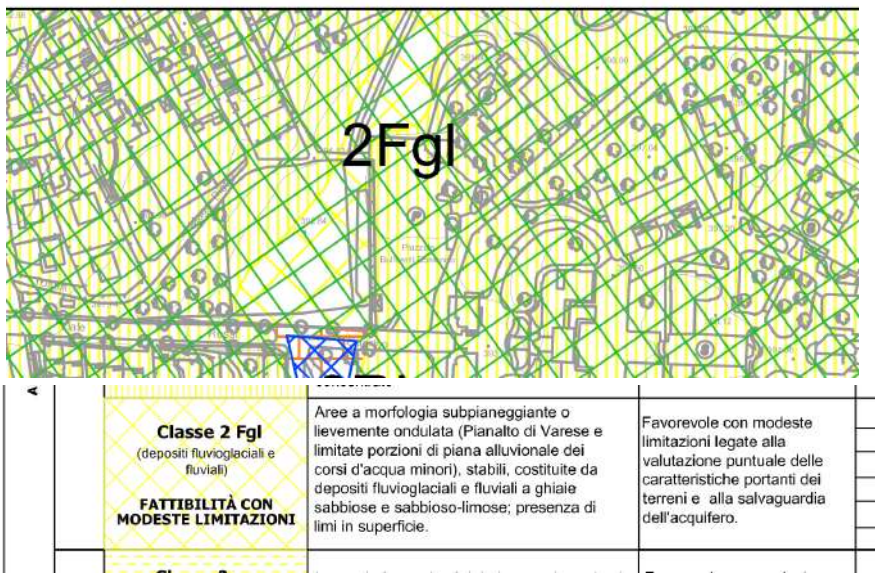


Figura 10 - carta di fattibilità geologica (estratto da Tav.9 PGT Comune di Varese, sett. 2014)

Non sono previste edificazioni od opere su terreni appartenenti a classi superiori aventi maggiori restrizioni.

7 - SISMICA

7.1 – ANALISI DEL RISCHIO SISMICO

Con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. **3274 del 20 marzo 2003** "*Primi elementi in materia dei criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*", pubblicata sulla G.U. n. 105 dell'8 maggio 2003 Supplemento ordinario n. 72, vengono individuate in prima applicazione le zone sismiche sul territorio nazionale, e fornite le normative tecniche da adottare per le costruzioni nelle zone sismiche stesse.

Tale Ordinanza è entrata in vigore, per gli aspetti inerenti la classificazione sismica, dal 23 ottobre 2005, data coincidente con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 "*Norme Tecniche per le Costruzioni*".

Da tale data è in vigore, quindi, la classificazione sismica del territorio nazionale così come deliberato dalle singole regioni. La Regione Lombardia, con **D.g.r. n. 14964 del 7 novembre 2003**, ha preso atto della classificazione fornita in prima applicazione della citata Ordinanza 3274/03.

Con propria **Delibera Giunta regionale 11 luglio 2014 n. X/2129** la Regione Lombardia approva la nuova classificazione sismica dei Comuni della Regione Lombardia, come elencati nel relativo allegato , comprensivo di cartografia, parte integrante e sostanziale della deliberazione, funzionale anche al riordino delle disposizioni regionali relative alla vigilanza delle costruzioni in zona simica.

Il Comune di VARESE **risulta classificato in Zona Sismica 4**.

La Regione Lombardia impone per la zona in cui ricade questo comune l'obbligo della progettazione antisismica per gli edifici strategici e rilevanti definiti dal **D.d.u.o. n. 19904 del 21/11/2003**.

A tale proposito, si rimanda alla **D.g.r. n. 8/1566 del 22/12/2005** - *Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della L.r. n. 12 del 11/03/2005*.

Tale delibera definisce i criteri di valutazione per una corretta progettazione antisismica.

La metodologia proposta prevede **tre livelli** di approfondimento con grado di dettaglio in ordine crescente: i primi due livelli sono obbligatori (con le opportune differenze in funzione della zona sismica di appartenenza, come meglio specificato nel testo della direttiva) in fase di pianificazione, mentre il terzo livello è obbligatorio sia in fase di progettazione, sia quando con il secondo livello si dimostra l'inadeguatezza della normativa sismica per gli scenari di pericolosità sismica locale caratterizzati da effetti di amplificazione, di instabilità, cedimenti e/o liquefazione e contatto stratigrafico e/o

tettonico tra litotipi con caratteristiche fisicomeccaniche molto diverse.

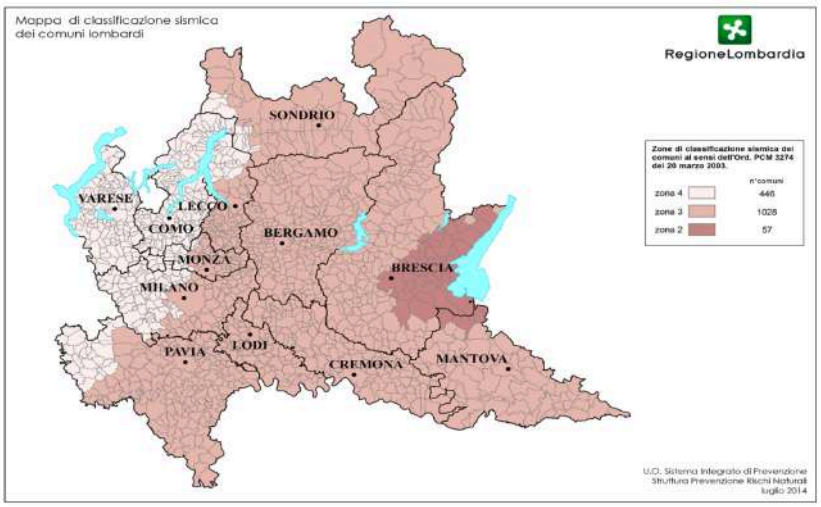


Fig. 11: estratto da DGRL 2129/2014

7.1.1 – PRIMO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO

Consiste in un approccio qualitativo e costituisce lo studio propedeutico ai successivi livelli di approfondimento. Il metodo permette l'individuazione delle zone ove i diversi effetti prodotti dall'azione sismica sono, con un buon grado di attendibilità, prevedibili sulla base di osservazioni geologiche e sulla raccolta di tutti i dati disponibili (cartografia, risultati di indagini geognostiche, geofisiche e geotecniche).

Tale metodologia permette di giungere alla redazione della Carta di pericolosità sismica locale (Tavola della Componente geologica al PGT), in cui viene riportata la perimetrazione areale delle diverse situazioni in grado di determinare gli effetti sismici locali, legati anche alle condizioni geologiche e geomorfologiche presenti nei siti in esame (vedi Tabella 1).

Tale livello di approfondimento risulta obbligatorio per tutti i Comuni.

Sigla	Scenario di pericolosità sismica locale	Effetti
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2	Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, terreni granulari fini con falda superficiale)	Cedimenti e liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio H>10 m (scarpata con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cucuzzolo appuntite o arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (comprese le coltri loessiche)	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zone di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali

Tabella 1 – scenari di pericolosità sismica locale

7.1.2 – SECONDO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO

Si applica a tutti gli scenari qualitativi suscettibili di amplificazioni sismiche locali (morfologiche Z3 e litologiche Z4). Per i Comuni ricadenti in Zona Sismica 4 tale livello deve essere obbligatoriamente applicato nel caso di costruzioni strategiche e rilevanti definite dal D.d.u.o. n. 19904 del 21/11/2003, ferma restando la facoltà dei Comuni di estenderlo anche alle altre categorie di edifici.

La metodologia fornisce la stima quantitativa della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di amplificazione (Fa). L'applicazione del secondo livello consente, infatti, l'individuazione delle aree in cui la normativa nazionale risulta insufficiente a salvaguardare dagli effetti di amplificazione sismica locale (Fa calcolato superiore a Fa di soglia comunali forniti dal Politecnico di Milano). Per queste aree si dovrà procedere alle indagini ed agli approfondimenti di terzo livello o, in alternativa, utilizzare i parametri di progetto previsti dalla normativa nazionale per la categoria di suolo superiore.

Per le aree a pericolosità sismica locale caratterizzate da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazione e per le zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico meccaniche molto diverse (zone Z1, Z2 e Z5) non è prevista l'applicazione degli studi di secondo livello, ma il passaggio diretto a quelli di terzo livello.

7.2 – PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE

In base alle informazioni contenute nelle tavole di PGT, l'area sedime degli edifici in progetto ricade nella classe H2 con livello di approfondimento 2.



Fig. 12 – estratto da Carta Sismica, Tav. 6 della documentazione geologica di P.G.T.

L' edificio in progetto non rientra nel caso di "*edifici il cui uso prevede affollamenti significativi, di edifici industriali con attività pericolose per l'ambiente, costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti e con funzioni sociali essenziali* (di cui al DDUO 21.11.2003 n. 19904) e pertanto tale livello di approfondimento non deve essere applicato[1].

[1] Relazione della Componente geologica al PGT, sett. 2014, pag. 233

7.3 – CATEGORIA DI SUOLO

In base alle prove sismiche eseguite su terreni similari e in condizioni analoghe [2] con calcolo della $Vs_{s,eq}$ in 397 m/s, si può assegnare la **categoria di suolo B** per questo sito, e cioè: **"**Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.**". (facendo riferimento** alla tabella 3.2.II - NTC 08) [3].

Categoria di suolo	**B**	Categoria topografica	**T1**

TABELLE DI CLASSIFICAZIONE DEI TERRENI E VALORI DEI PARAMETRI PER IL CALCOLO DEGLI SPETTRI DI RISPOSTA (DM 14.01.2008)

Tab 3.2.II e 3.2.III

Classe terreno	Descrizione	Spessore (m)	Vs (m/s)	Nspt	Cu (kPa)
A	**Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi**. Comprendono eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 3 m.	Qualsiasi	≥ 800		
B	**Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti** caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità	> 30 m	≥360 ≤800	>50	>250
C	**Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti** caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità	> 30 m	≥180 ≤360	>15 <50	>70 <250
D	**Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti** caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità	> 30 m	< 180	<15	<70
E	**Terreni di sottosuoli di tipo C e D** giacenti su un substrato rigido (Vs>800 m/s)	<20	≅ C e D	≅ C e D	≅ C e D
S1	**Terreni che includono almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza o almeno 3m di torba o argille altamente organiche**		>100 m/s		>10 < 20
S2	**Depositi suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o altre categorie non classificabili nei precedenti**				

Per i terreni S1 ed S2 è necessario predisporre specifiche analisi per la definizione delle azioni sismiche

Tab. 3.2.IV – 3.2.VI

Categoria Topografica	Caratteristiche della superficie topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T_1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi con inclinazione i<15°	-	1,0
T_2	Pendii con inclinazione media i>15°	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T_3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media 15° ≤ i ≤ 30°	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T_4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media i ≥ 30°	In corrispondenza delle cresta del rilievo	1,4

Tab 3.2.V

Categoria di sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \le 1,40-0,40*F_0 * a_g/g \le 1,20$	$1,10*(T_c^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \le 1,70-0,60*F_0 * a_g/g \le 1,50$	$1,05*(T_c^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \le 2,40-1,50*F_0 * a_g/g \le 1,80$	$1,25*(T_c^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \le 2,00-1,10*F_0 * a_g/g \le 1,60$	$1,15*(T_c^*)^{-0,40}$

I valori F_0, a_g, T_c^* sono reperibili nella Tabella 1 allegata al DM 14/01/2008 relativamente al nodo ID considerato

[2] Vedasi Indagine geofisica Belli – sett. 2019 – area in Bobbiate Via Campi d'Oro. Avendo rinvenuto del substrato sismico (VS > 800 m/s) con profondità H inferiore a 30 m dal piano fondazionale, la velocità equivalente delle onde di taglio è definita dal VS,eq.

[3] Calcolate secondo la Tab. 3.2.II del DM 14/01/2008

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Le prove geotecniche condotte sui terreni dell'area di PA Ac41 oggetto di questo documento consentono di trarre le seguenti conclusioni:

CARATTERISTICHE LITOLOGICHE DEI TERRENI

I dati di letteratura disponibili evidenziano che dal punto di vista geologico l'area è caratterizzata a larga scala dalla presenza in superficie di **depositi morenici** costituiti da LIMI SABBIOSI CON CIOTTOLI E MASSI, risalenti alla glaciazione Wurm (Pleistocene Superiore).

Il sondaggio geognostico eseguito nelle immediate vicinanze, in particolare, evidenzia la presenza di LIMI ARGILLOSO-SABBIOSI, LIMI SABBIOSI, LIMI SABBIOSO-ARGILLOSI e LIMI ARGILLOSI CON CLASTI ETEROMETRICI IN PERCENTUALI VARIABILI; si riscontra inoltre la PRESENZA DI ACQUE SOTTERRANEE alla profondità di circa 5 m da p.c. attuale[4].

CAPACITÀ PORTANTE E CEDIMENTI

Nell'ipotesi di fondazioni superficiali a platea con sbancamento del terreno a -2,50 m da p.c. attuale e piano d'incasso delle fondazioni a -0,50 m da piano fondo scavo, i terreni indagati, dal punto di vista della capacità portante, possiedono caratteristiche geotecniche tali da poter sopportare carichi non superiori a 1,0 kg/cm^2 (secondo Hansen), valore cautelativo ottenuto introducendo nei calcoli un fattore di sicurezza pari a 3 e applicazione di carichi statici, onde evitare il fenomeno della rottura del terreno. Il progettista strutturale dovrà verificare la compatibilità di tali indicazioni di capacità portante ammissibile con le pressioni esercitate dagli edifici in progetto, e nel caso non siano verificate si dovrà optare per una soluzione fondazionale alternativa, quali consolidamenti o fondazioni profonde (micropali).

SISMICA

Considerando la tipologia dei terreni in questione e gli esiti delle indagini sismiche condotte in siti similari è possibile assegnare

CATEGORIA DI SUOLO: B

CATEGORIA TOPOGRAFICA: T1

[4] Il valore di soggiacenza della falda qui riportato ed utilizzato nelle elaborazioni è stato dedotto dall'osservazione delle condizioni delle aste immediatamente al termine delle manovre di SCPT; pertanto, in assenza di misure più precise in apposito tubo piezometrico tale valore deve essere assunto come approssimativo.

RACCOMANDAZIONI GENERALI

Inoltre il Progettista dovrà tenere conto delle seguenti raccomandazioni:

1) il piano di posa delle fondazioni dirette dovrà comunque essere situato al di sotto della coltre di terreno vegetale, nonché al di sotto dello strato interessato dal gelo e da significative variazioni di umidità stagionale;
2) le fondazioni devono comunque essere direttamente difese o poste a profondità tale da risultare protette dai fenomeni di erosione del terreno superficiale;
3) il terreno di fondazione non deve subire rimaneggiamenti e deterioramenti prima della costruzione dell'opera, con piano di posa degli elementi strutturali di fondazione regolarizzato, ben costipato e protetto con un opportuno spessore di conglomerato magro o altro materiale idoneo. La presenza di materiale fine dilavato da acque di pioggia deve essere eliminata fino al raggiungimento dell'originario terreno in posto;
4) si raccomanda la realizzazione di opere di sostegno provvisorie e/o definitive correttamente dimensionate, in particolare per l'esecuzione degli scavi, se previsti a profondità > 2 m, con corretta previsione e dimensionamento delle stesse ad opera del Responsabile della Sicurezza;
5) eventuali acque ruscellanti o stagnanti devono essere allontanate dagli scavi, così come dovranno essere protette dall'erosione e dall'imbibizione le pareti degli stessi scavi durante tutta la loro apertura.

❖▯

Si rimane disponibili al Committente per qualsiasi chiarimento e si raccomanda la presenza di un geologo durante i lavori di scavo e messa in opera delle fondazioni di futuri edifici, fermo restando la verifica delle caratteristiche e tipologie costruttive.

IL PROFESSIONISTA INCARICATO

DOTT. GEOL. GIAN PAOLO SOMMARUGA

ALLEGATI

STRATIGRAFIA SONDAGGIO GEOGNOSTICO 2011

ELABORATI PROVE SCPT 2023

Committente: Building And Plants di Butera Raffaele

Località: Via P. Thouar - Varese

Data inizio/fine: 25.07.2011

Attrezzatura: Perforatrice idraulica Beretta T44

Quota del p.c. s.l.m.(m):

Lunghezza perforazione (m): 10.5

Scala 1:50

Sigla: S1

Et@ s.r.l.

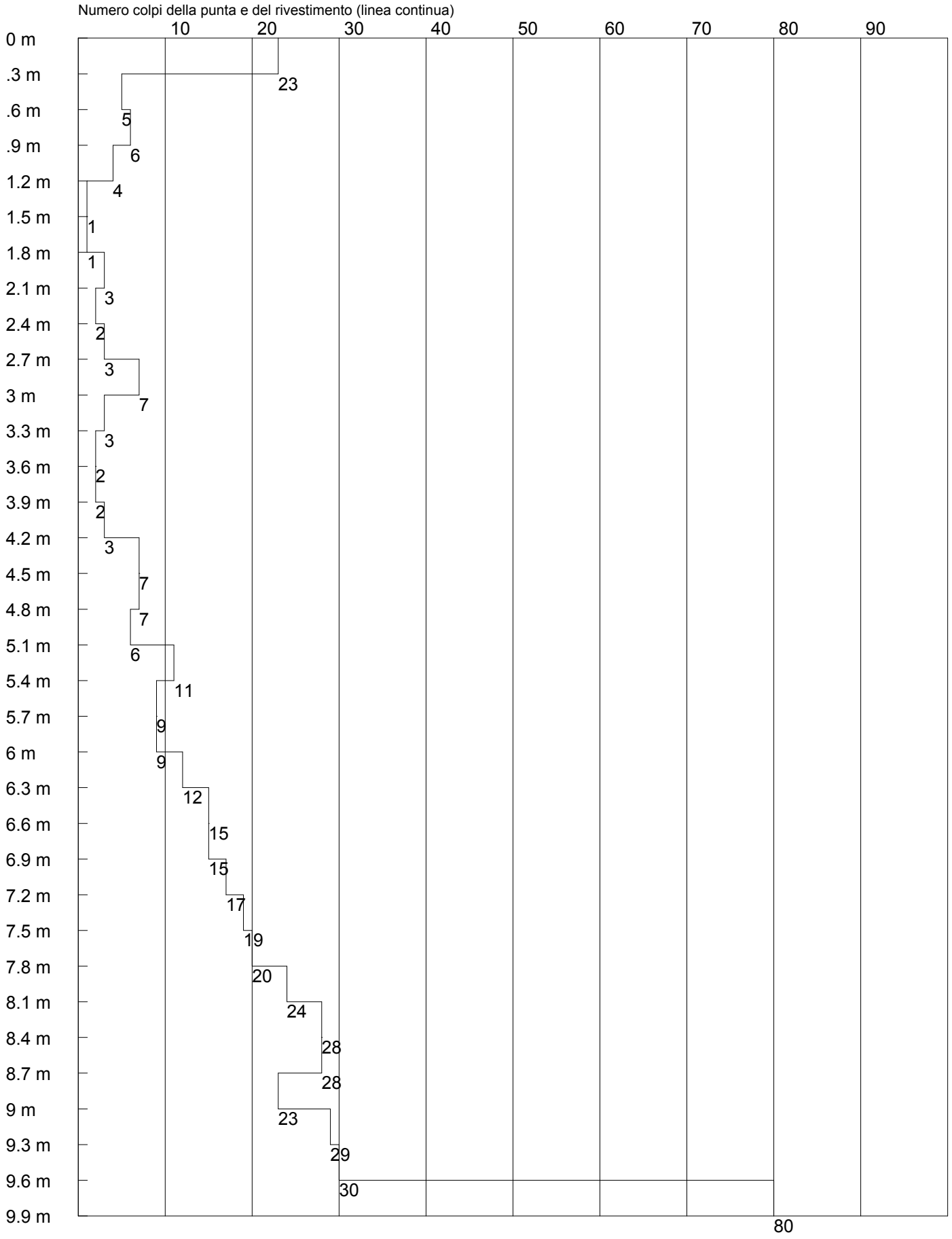
Via Rossini, 1
21100 Varese
tel/fax 0332.811834

Spessore (m)	Profondità (m)	Stratigrafia	Campioni	DESCRIZIONE	S.P.T.	Falda
0.25	0.25			Terreno vegetale con manto erboso		
2.75	3.00			Limo argilloso-sabbioso con rari clasti dispersi; colore marrone; livello molle	3.0 17+10+15 N=25	
2.80	5.80			Limo sabbioso con clasti eterometrici; colore marrone-grigiastro	4.5 32+31+30 N=61	5
0.70	6.50			Limo sabbioso-argilloso con clasti eterometrici; colore marrone chiaro	6.0 18+40+>80 N>100	
1.50	8.00			Clasti anche grosso diametro dispersi in matrice limo-argillosa a tratti debolmente sabbioso-fine; colore grigio-bruno	7.5 12+15+22 N=37	
2.50	10.50			Clasti sparsi in matrice limo-argillosa; colore marrone chiaro-grigio chiaro; venature ocra e verdastre; presenza di alcuni ciottoli profondamente alterati	9.0 12+10+10 N=20	
					10.5 13+13+36 N=49	

Prova penetrometrica n. 01

Località: Via Toselli_via ThouarData: 16/10/23

Lavoro: Indagine geotecnica



PENETROMETRO PESANTE tipo DPSH-Meardi - PESO MAGLIO=73 Kg - VOLATA=75 cm

eta srl via rossini, 1 VARESE etamail@tiscali.it

eta srl
via rossini, 1 VARESE
etamail@tiscali.it

ANALISI PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE

Committente: BUILDING & PLANTS srl
Località: Via Toselli_via Thouar
Lavoro: Indagine geotecnica

Data: 10-21-2023

Prova penetrometrica n. 01

Dati del Penetrometro:

Penetrometro tipo DPSH-Meardi-AGI

Peso del Maglio = 73 Kg
Altezza di caduta = 75 cm

VALORI MISURATI E CALCOLATI DI N

z (m)	N	Nc	Ns
0.3	23	49	49
0.6	5	11	11
0.9	6	9	9
1.2	4	7	7
1.5	1	2	2
1.8	1	2	2
2.1	3	4	4
2.4	2	4	4
2.7	3	5	5
3.0	7	5	5
3.3	3	4	4
3.6	2	4	4
3.9	2	4	4
4.2	3	4	4
4.5	7	12	12
4.8	7	12	12
5.1	6	11	11
5.4	11	12	12
5.7	9	14	14
6.0	9	14	14
6.3	12	19	19
6.6	15	23	23
6.9	15	23	23
7.2	17	26	26
7.5	19	28	28
7.8	20	30	30
8.1	24	35	35
8.4	28	40	40
8.7	28	39	39
9.0	23	32	32
9.3	29	40	40
9.6	30	40	40
9.9	80	107	60

N = numero colpi originale
Nc = N corretto per Bazaraa.
Ns = N 'smussato' statisticamente.

E' stata applicata la correzione proposta da Tissoni.

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE (indicative)

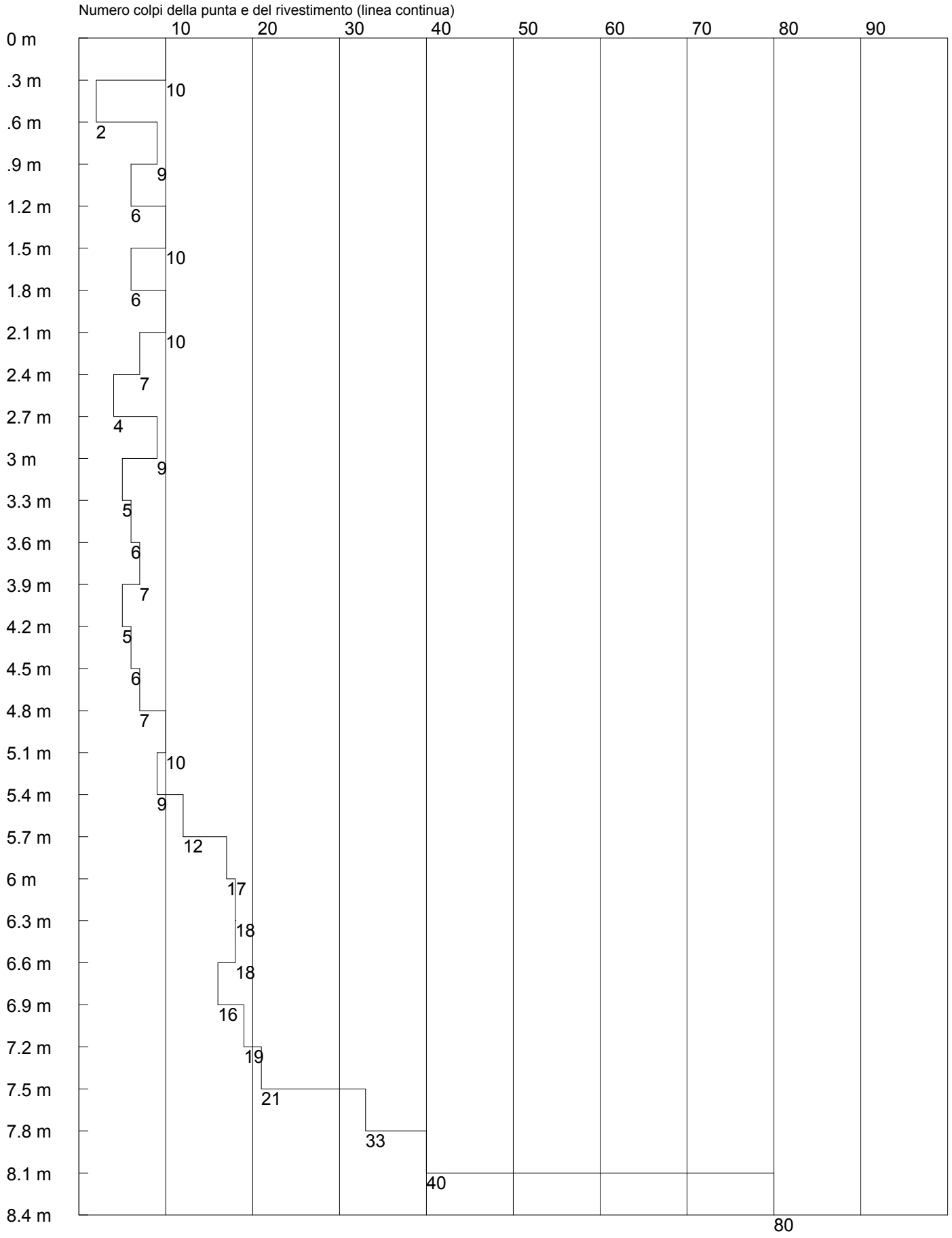
z	phi	Dr	E	G	k
0.3	42	51.9	49.0	198.9	51.4
0.6	30	30.5	23.2	72.0	2.7
0.9	27	30.8	21.0	62.8	2.1
1.2	25	29.5	18.5	53.0	1.6
1.5	20	17.2	9.9	22.6	0.4
1.8	20	18.0	9.9	22.6	0.4
2.1	23	26.1	14.0	36.2	0.8
2.4	23	27.0	14.0	36.2	0.8
2.7	24	31.0	15.7	42.1	1.1
3.0	24	31.9	15.7	42.1	1.1
3.3	23	29.4	14.0	36.2	0.8
3.6	23	30.1	14.0	36.2	0.8
3.9	23	30.7	14.0	36.2	0.8
4.2	23	31.3	14.0	36.2	0.8
4.5	31	53.9	24.2	76.4	3.0
4.8	31	54.8	24.2	76.4	3.0
5.1	30	53.3	23.2	72.0	1.3
5.4	31	56.0	24.2	76.4	1.5
5.7	31	60.1	26.2	84.8	1.8
6.0	31	59.7	26.2	84.8	1.8
6.3	33	68.5	30.5	104.4	2.7
6.6	34	74.5	33.6	118.9	3.7
6.9	34	74.0	33.6	118.9	3.7
7.2	35	78.0	35.7	129.2	4.5
7.5	35	80.2	37.0	135.9	5.1
7.8	36	82.4	38.3	142.4	5.8
8.1	38	88.1	41.4	158.2	7.9
8.4	39	93.4	44.3	173.2	10.9
8.7	39	91.7	43.7	170.3	10.2
9.0	37	82.9	39.6	148.8	6.5
9.3	39	91.7	44.3	173.2	10.9
9.6	39	91.2	44.3	173.2	10.9
9.9	45	100.0	72.4	338.2	106.6

z = Profondità (m)
phi = Angolo d'Attrito (°)
Dr = Densità Relativa (%)
E = Modulo di Deformabilità (MPa)
G = Modulo di Taglio (MPa)
k = Coefficiente di Winkler (Kg/cmc)

Prova penetrometrica n. 02

Località: Via Toselli_via Thouar .. Data: 16/10/23

Lavoro: Indagine geotecnica



PENETROMETRO PESANTE tipo DPSH-Meardi - PESO MAGLIO=73 Kg - VOLATA=75 cm

eta srl via rossini, 1 VARESE etamail@tiscali.it

eta srl
via rossini, 1 VARESE
etamail@tiscali.it

ANALISI PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE

Committente: BUILDING & PLANTS srl
Località: Via Toselli_via Thouar ..
Lavoro: Indagine geotecnica

Data: 10-21-2023

Prova penetrometrica n. 02

Dati del Penetrometro:

Penetrometro tipo DPSH-Meardi-AGI

Peso del Maglio = 73 Kg
Altezza di caduta = 75 cm

VALORI MISURATI E CALCOLATI DI N

z (m)	N	Nc	Ns
0.3	10	21	21
0.6	2	4	4
0.9	9	9	9
1.2	6	11	11
1.5	10	11	11
1.8	6	11	11
2.1	10	11	11
2.4	7	11	11
2.7	4	5	5
3.0	9	7	7
3.3	5	7	7
3.6	6	7	7
3.9	7	7	7
4.2	5	7	7
4.5	6	7	7
4.8	7	12	12
5.1	10	14	14
5.4	9	16	16
5.7	12	19	19
6.0	17	26	26
6.3	18	28	28
6.6	18	28	28
6.9	16	25	25
7.2	19	28	28
7.5	21	32	32
7.8	33	47	47
8.1	40	58	58
8.4	80	114	60

N = numero colpi originale
Nc = N corretto per Bazaraa.
Ns = N 'smussato' statisticamente.

E' stata applicata la correzione proposta da Tissoni.

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE (indicative)

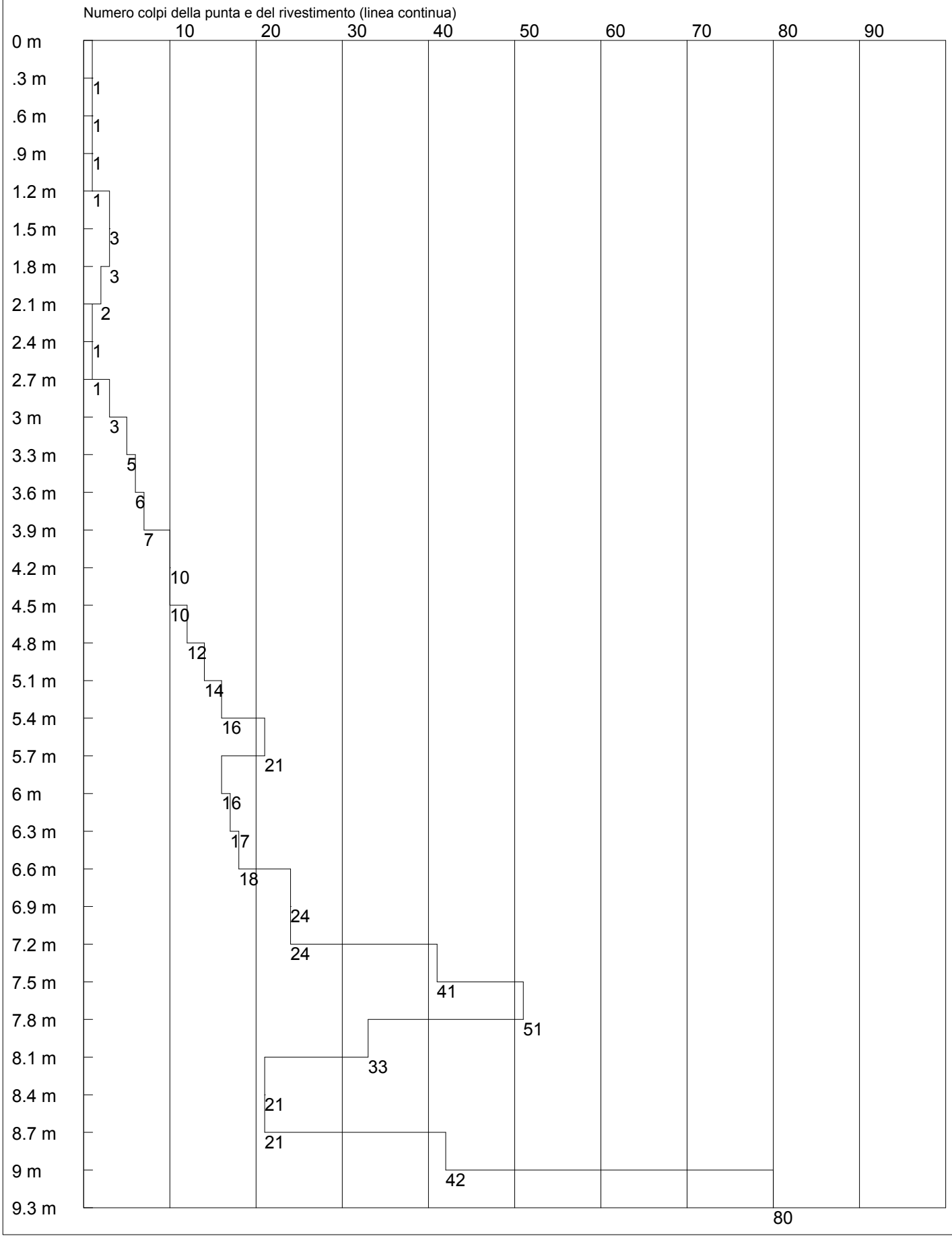
z	phi	Dr	E	G	k
0.3	33	34.6	32.1	111.8	6.4
0.6	23	18.8	14.0	36.2	0.8
0.9	27	30.8	21.0	62.8	2.1
1.2	30	36.6	23.2	72.0	2.7
1.5	30	38.8	23.2	72.0	2.7
1.8	30	40.7	23.2	72.0	2.7
2.1	30	42.3	23.2	72.0	2.7
2.4	30	43.8	23.2	72.0	2.7
2.7	24	31.0	15.7	42.1	1.1
3.0	25	37.4	18.5	53.0	1.6
3.3	25	38.4	18.5	53.0	1.6
3.6	25	39.3	18.5	53.0	1.6
3.9	25	40.1	18.5	53.0	1.6
4.2	25	40.9	18.5	53.0	1.6
4.5	25	41.6	18.5	53.0	1.6
4.8	31	54.8	24.2	76.4	3.0
5.1	31	59.8	26.2	84.8	1.8
5.4	32	64.2	28.0	92.9	2.2
5.7	33	69.6	30.5	104.4	2.7
6.0	35	80.2	35.7	129.2	4.5
6.3	35	82.5	37.0	135.9	5.1
6.6	35	81.9	37.0	135.9	5.1
6.9	34	77.0	35.0	125.8	4.2
7.2	35	80.8	37.0	135.9	5.1
7.5	37	85.5	39.6	148.8	6.5
7.8	41	100.0	48.0	193.3	18.2
8.1	44	100.0	53.3	223.0	66.4
8.4	45	100.0	74.7	353.1	106.6

z = Profondità (m)
phi = Angolo d'Attrito (°)
Dr = Densità Relativa (%)
E = Modulo di Deformabilità (MPa)
G = Modulo di Taglio (MPa)
k = Coefficiente di Winkler (Kg/cmc)

Prova penetrometrica n. 03

Località: Via Toselli_via Thouar .. Data: 16/10/23

Lavoro: Indagine geotecnica



PENETROMETRO PESANTE tipo DPSH-Meardi - PESO MAGLIO=73 Kg - VOLATA=75 cm

eta srl via rossini, 1 VARESE etamail@tiscali.it

eta srl
via rossini, 1 VARESE
etamail@tiscali.it

ANALISI PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE

Committente: BUILDING & PLANTS srl
Località: Via Toselli_via Thouar ..
Lavoro: Indagine geotecnica

Data: 10-21-2023

Prova penetrometrica n. 03

Dati del Penetrometro:

Penetrometro tipo DPSH-Meardi-AGI

Peso del Maglio = 73 Kg
Altezza di caduta = 75 cm

VALORI MISURATI E CALCOLATI DI N

z (m)	N	Nc	Ns
0.3	1	2	2
0.6	1	2	2
0.9	1	2	2
1.2	1	2	2
1.5	3	5	5
1.8	3	5	5
2.1	2	4	4
2.4	1	2	2
2.7	1	2	2
3.0	3	4	4
3.3	5	7	7
3.6	6	7	7
3.9	7	9	9
4.2	10	18	18
4.5	10	18	18
4.8	12	21	21
5.1	14	23	23
5.4	16	26	26
5.7	21	26	26
6.0	16	25	25
6.3	17	26	26
6.6	18	28	28
6.9	24	37	37
7.2	24	35	35
7.5	41	61	60
7.8	51	56	56
8.1	33	47	47
8.4	21	30	30
8.7	21	30	30
9.0	42	58	58
9.3	80	111	60

N = numero colpi originale
Nc = N corretto per Bazaraa.
Ns = N 'smussato' statisticamente.

E' stata applicata la correzione proposta da Tissoni.

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE (indicative)

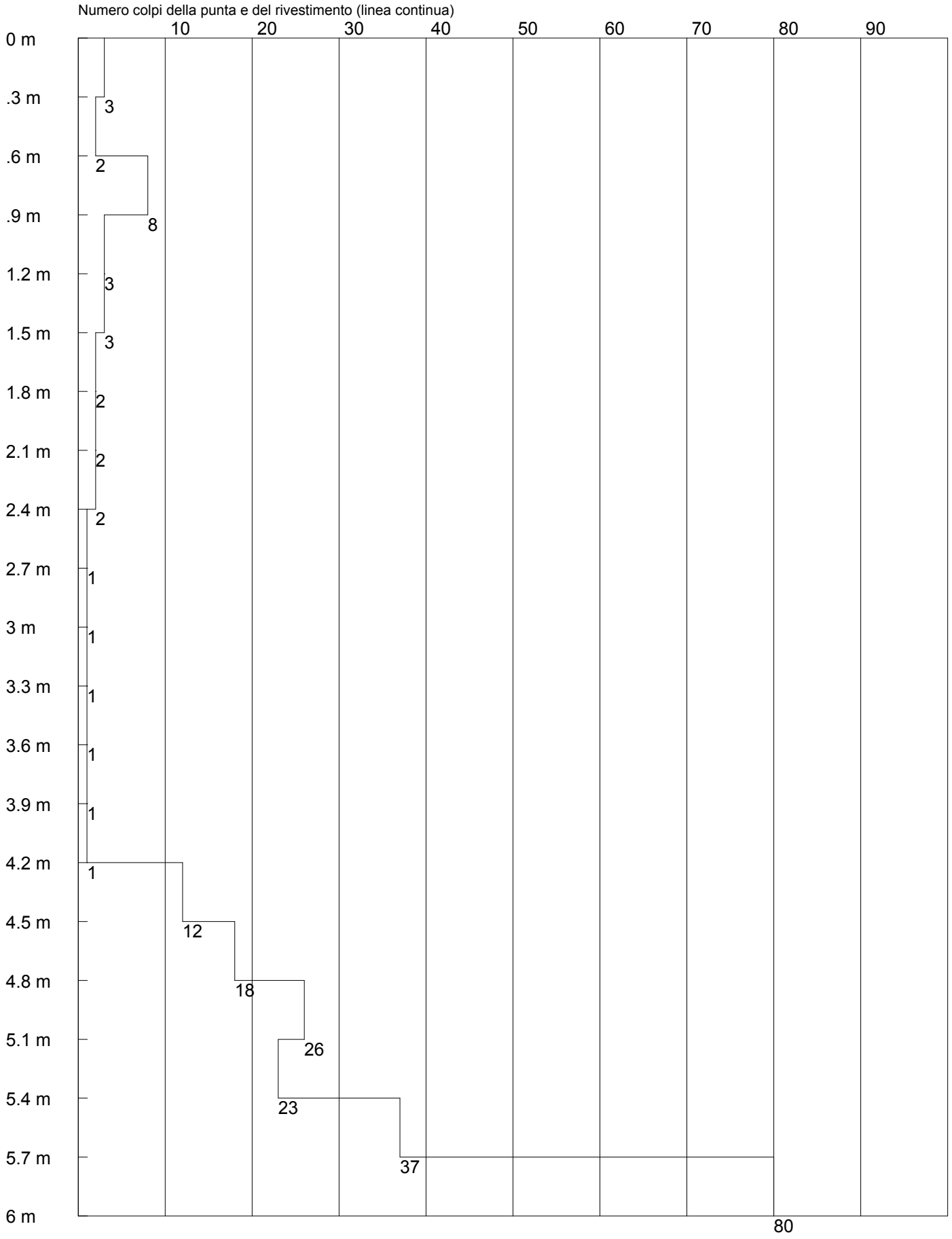
z	phi	Dr	E	G	k
0.3	20	11.3	9.9	22.6	0.4
0.6	20	13.5	9.9	22.6	0.4
0.9	20	15.0	9.9	22.6	0.4
1.2	20	16.2	9.9	22.6	0.4
1.5	24	26.6	15.7	42.1	1.1
1.8	24	27.9	15.7	42.1	1.1
2.1	23	26.1	14.0	36.2	0.8
2.4	20	19.4	9.9	22.6	0.4
2.7	20	20.0	9.9	22.6	0.4
3.0	23	28.7	14.0	36.2	0.8
3.3	25	38.4	18.5	53.0	1.6
3.6	25	39.3	18.5	53.0	1.6
3.9	27	45.2	21.0	62.8	2.1
4.2	32	64.2	29.7	100.6	5.1
4.5	32	65.4	29.7	100.6	5.1
4.8	33	71.6	32.1	111.8	6.4
5.1	34	75.8	33.6	118.9	3.7
5.4	35	81.0	35.7	129.2	4.5
5.7	35	80.8	35.7	129.2	4.5
6.0	34	78.7	35.0	125.8	4.2
6.3	35	79.6	35.7	129.2	4.5
6.6	35	81.9	37.0	135.9	5.1
6.9	38	92.9	42.6	164.3	9.0
7.2	38	89.9	41.4	158.2	7.9
7.5	45	100.0	54.7	230.8	106.6
7.8	44	100.0	52.4	217.8	47.3
8.1	41	100.0	48.0	193.3	18.2
8.4	36	81.4	38.3	142.4	5.8
8.7	36	80.9	38.3	142.4	5.8
9.0	44	100.0	53.3	223.0	66.4
9.3	45	100.0	73.7	346.8	106.6

z = Profondità (m)
phi = Angolo d'Attrito (°)
Dr = Densità Relativa (%)
E = Modulo di Deformabilità (MPa)
G = Modulo di Taglio (MPa)
k = Coefficiente di Winkler (Kg/cmc)

Prova penetrometrica n. 04

Località: Via Toselli_via Thouar .. Data: 16/10/23

Lavoro: Indagine geotecnica



PENETROMETRO PESANTE tipo DPSH-Meardi - PESO MAGLIO=73 Kg - VOLATA=75 cm

eta srl via rossini, 1 VARESE etamail@tiscali.it

eta srl
via rossini, 1 VARESE
etamail@tiscali.it

ANALISI PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE

Committente: BUILDING & PLANTS srl
Località: Via Toselli_via Thouar ..
Lavoro: Indagine geotecnica

Data: 10-21-2023

Prova penetrometrica n. 04

Dati del Penetrometro:

Penetrometro tipo DPSH-Meardi-AGI

Peso del Maglio = 73 Kg
Altezza di caduta = 75 cm

VALORI MISURATI E CALCOLATI DI N

z (m)	N	Nc	Ns
0.3	3	7	7
0.6	2	4	4
0.9	8	5	5
1.2	3	5	5
1.5	3	5	5
1.8	2	4	4
2.1	2	4	4
2.4	2	4	4
2.7	1	2	2
3.0	1	2	2
3.3	1	2	2
3.6	1	2	2
3.9	1	2	2
4.2	1	2	2
4.5	12	21	21
4.8	18	30	30
5.1	26	33	33
5.4	23	37	37
5.7	37	60	60
6.0	80	126	60

N = numero colpi originale
Nc = N corretto per Bazaraa.
Ns = N 'smussato' statisticamente.

E' stata applicata la correzione proposta da Tissoni.

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE (indicative)

z	phi	Dr	E	G	k
0.3	25	20.5	18.5	53.0	1.6
0.6	23	18.8	14.0	36.2	0.8
0.9	24	23.3	15.7	42.1	1.1
1.2	24	25.1	15.7	42.1	1.1
1.5	24	26.6	15.7	42.1	1.1
1.8	23	25.1	14.0	36.2	0.8
2.1	23	26.1	14.0	36.2	0.8
2.4	23	27.0	14.0	36.2	0.8
2.7	20	20.0	9.9	22.6	0.4
3.0	20	20.6	9.9	22.6	0.4
3.3	20	21.1	9.9	22.6	0.4
3.6	20	21.6	9.9	22.6	0.4
3.9	20	22.0	9.9	22.6	0.4
4.2	20	22.5	9.9	22.6	0.4
4.5	33	70.4	32.1	111.8	6.4
4.8	36	84.9	38.3	142.4	11.8
5.1	37	90.1	40.2	152.0	7.0
5.4	38	95.9	42.6	164.3	9.0
5.7	45	100.0	54.2	228.2	106.6
6.0	45	100.0	78.6	378.0	106.6

z = Profondità (m)
phi = Angolo d'Attrito (°)
Dr = Densità Relativa (%)
E = Modulo di Deformabilità (MPa)
G = Modulo di Taglio (MPa)
k = Coefficiente di Winkler (Kg/cmc)