



Comune di Monza
(MB)

RELAZIONE GEOTECNICA *ai sensi delle N.T.C. 2018*

*Progetto di costruzione di un nuovo HUB comunale
destinato a deposito presso l'area comunale
sita in Viale delle Industrie, nel Comune di Monza (MB)*

CIG: ZF23121DA6

29 dicembre 2021



Sommario

| | | |
|-------|--|---|
| 1 | Introduzione..... | 1 |
| 2 | Normativa e bibliografia di riferimento..... | 1 |
| 2.1 | Normativa | 1 |
| 3 | Relazione geotecnica ai sensi delle N.T.C. 2018..... | 2 |
| 3.1 | Parametri sismici | 3 |
| 3.1.1 | Sisma | 3 |
| 3.1.2 | Dati generali | 3 |
| 3.1.3 | Parametri sismici su sito di riferimento | 3 |
| 3.2 | Verifica della sicurezza e delle prestazioni | 4 |
| 3.3 | Verifica del carico limite verticale di un palo isolato - Approccio DA2 (A1; M1; R3) | 5 |
| 3.3.1 | Calcolo dell'azione E_d | 5 |
| 3.3.2 | Stima della capacità portante per carico verticale di un palo isolato..... | 6 |
| 3.3.3 | Verifica di capacità portante verticale di un palo isolato..... | 8 |
| 3.4 | Stabilità dei fronti di scavo | 9 |

ALLEGATI

| | |
|-------------------|---|
| Allegato 1 | Prove penetrometriche dinamiche |
| Allegato 2 | Stratigrafie sondaggi |
| Allegato 3 | Stima della capacità portante per carico verticale di un palo isolato |

1 INTRODUZIONE

La presente relazione, redatta su incarico del Comune di Monza (Determina del Responsabile del Settore Servizio Progettazioni n. 1089 del 12 luglio 2021 – CIG ZF23121DA6), è finalizzata a definire il modello geotecnico, ai sensi delle N.T.C. 2018, dell'area sita nel Comune di Monza in Viale delle Industrie, ove è prevista la realizzazione di un nuovo HUB comunale ad uso deposito/archivio.

2 NORMATIVA E BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

2.1 Normativa

- O.P.C.M. n.3274 del 20 marzo 2003 – *Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zone sismiche*
- D.G.R. n.14964 del 7 novembre 2003 – *Disposizioni preliminari per l'attuazione dell'O.P.C.M. n.3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"*
- O.P.C.M. n.3519 del 28 aprile 2006 – *Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle stesse zone*
- D.M. 14 gennaio 2008 – *Nuove norme tecniche per le costruzioni*
- Circolare 2 febbraio 2009 n.617 C.S.LL.PP. – *Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008*
- D.G.R. n.IX/2616 del 30 novembre 2011 – *Aggiornamento dei "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. 11 marzo 2005, n.12"* approvati con D.G.R. 22 dicembre 2005 n.8/1566 e successivamente modificati con D.G.R. 28 maggio 2008 n.8/7374
- D.G.R. n.X/2129 dell'11 luglio 2014 – *Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (L.R. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d)*
- D.G.R. n.X/2489 del 10 ottobre 2014 – *Differimento del termine di entrata in vigore della nuova classificazione sismica del territorio approvata con D.G.R. 21 luglio 2014, n. 2129 "Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (L.R. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d)"*
- L.R. n. 33 del 12 ottobre 2015 – *Disposizioni in materia di opere o di costruzioni e relativa vigilanza in zone sismiche*
- D.G.R. n.X/5001 del 30 marzo 2016 – *Approvazione delle linee di indirizzo e coordinamento per l'esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica (artt. 3, comma 1, e 13, comma 1, della L.R. 33/2015)*
- *Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica del Piano di Governo del Territorio del Comune di Monza (MB), redatto nel marzo 2017, ai sensi della D.G.R. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 e della D.G.R. 28 maggio 2008 n. 8/7374, dalla società Idrogea Servizi S.r.l. di Varese (VA)*

3 RELAZIONE GEOTECNICA AI SENSI DELLE N.T.C. 2018

Le verifiche geotecniche delle fondazioni riportate di seguito fanno esplicito riferimento al modello geologico riportato nella Relazione Geologica emessa dallo scrivente in data 20 dicembre 2021 (Rapp. *21R040a GEOLOGICA*), di cui costituisce parte integrante.

La successione stratigrafica è stata ricostruita sulla base delle prove penetrometriche dinamiche e dei sondaggi geognostici eseguiti nell'area, i cui tabulati e le stratigrafie sono riportati rispettivamente in *Allegato 1* e *Allegato 2*.

I carichi agenti sulle fondazioni ed il dimensionamento delle stesse fondazioni sono stati forniti dallo Strutturista Ing. Angelo Novara di Seregno (MB).

3.1 Parametri sismici

3.1.1 Sisma

Accelerazione massima (a_g/g) 0,085
 Effetto sismico secondo NTC: Cascone Maugeri

3.1.2 Dati generali

Tipo opera: 2 – Opere ordinarie
 Classe d'uso Classe II
 Vita nominale 50 anni
 Vita di riferimento 50 anni

3.1.3 Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria di sottosuolo di fondazione C
 Categoria topografica T1

| S.L. Stato limite | T_R Tempo ritorno [anni] | a_g [m/s ²] | F_0 [-] | T_C^* [sec] |
|----------------------|----------------------------------|------------------------------|--------------|------------------|
| S.L.O. | 30,0 | 0,196 | 2,551 | 0,167 |
| S.L.D. | 50,0 | 0,255 | 2,54 | 0,196 |
| S.L.V. | 475,0 | 0,559 | 2,621 | 0,281 |
| S.L.C. | 975,0 | 0,706 | 2,638 | 0,295 |

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: stabilità delle fondazioni

| S.L. Stato limite | a_{max} [m/s ²] | beta [-] | k_h [-] | k_v [sec] |
|----------------------|----------------------------------|-------------|--------------|----------------|
| S.L.O. | 0,294 | 0,2 | 0,006 | 0,003 |
| S.L.D. | 0,3825 | 0,2 | 0,0078 | 0,0039 |
| S.L.V. | 0,8385 | 0,2 | 0,0171 | 0,0086 |
| S.L.C. | 1,059 | 0,2 | 0,0216 | 0,0108 |

3.2 Verifica della sicurezza e delle prestazioni

La verifica della sicurezza nei riguardi degli **S.L.U.** di resistenza (*) si ottiene con il “Metodo semiprobabilistico dei coefficienti parziali di sicurezza”, soddisfacendo alla seguente disequazione:

$$R_d > E_d$$

Dove:

- R_d** resistenza di progetto calcolata in base ai valori di progetto della resistenza dei materiali (di pertinenza del Geotecnico)
- E_d** valore di progetto dell'effetto delle azioni, valutato in base ai valori di progetto nelle varie combinazioni di carico (di pertinenza dello Strutturista)

La verifica della sicurezza nei riguardi degli **S.L.E.** (**) si esplica verificando aspetti di funzionalità dell'opera.

(*) *Stati Limite Ultimi, ovvero al limite tra stabilità del sistema e collasso totale o parziale dello stesso; è il limite prima della rottura ultima del terreno per flusso plastico, senza considerare gli effetti deformativi*

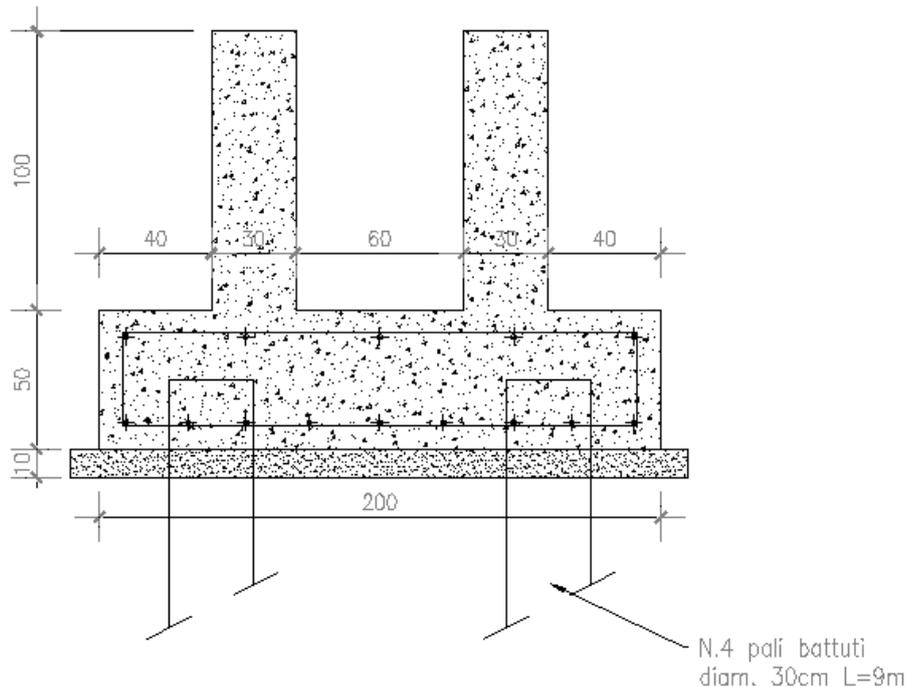
(**) *Stati Limite di Esercizio: sono stati al di là dei quali non risultano più soddisfatti i requisiti di esercizio prescritti. Il superamento di uno stato limite di esercizio può avere carattere reversibile o irreversibile. Nel primo caso il danno o la deformazione reversibile cessa non appena si elimina la causa che ha portato al superamento dello SLE, nel secondo caso si manifestano danneggiamenti o deformazioni permanenti inaccettabili. Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite di esercizio si suddividono, secondo il D.M. 14.01.2008, in:*

- ✓ *Stato Limite di operatività (SLO): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, ecc., non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;*
- ✓ *Stato limite di danno (SLD): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti, ecc., subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.*

3.3 Verifica del carico limite verticale di un palo isolato - Approccio DA2 (A1; M1; R3)

Le fondazioni previste per l'intervento in progetto sono costituite da plinti a bicchiere di dimensione 2,0x2,0x0,5 m poggianti, ad una profondità di 1,4 m dalla quota di riferimento, su uno strato di cemento magro spesso 10 cm. Ciascun plinto poggia su 4 pali battuti in calcestruzzo aventi diametro 30 cm e lunghezza di 9,0 m dalla base del plinto.

Si riporta di seguito una sezione di tali strutture:



Nei seguenti paragrafi verrà effettuata la verifica del carico limite verticale di un palo battuto in calcestruzzo prefabbricato di medio diametro ($\phi 30$ cm) e lunghezza 9,0 m dalla base del plinto. La profondità di imposta della punta risulta pari a - 10,4 m dalla quota di riferimento.

3.3.1 Calcolo dell'azione E_d

Ai fini della verifica **è stata considerata la condizione più cautelativa** applicando il carico maggiore, come indicato dal progettista delle strutture. Pertanto è stato considerato un carico agente sul palo pari ad un quarto del carico totale agente alla base del plinto e corrispondente a 766,35 kN (combinazione SLU).

3.3.2 Stima della capacità portante per carico verticale di un palo isolato

La stima della capacità portante per carico verticale di un palo isolato mediante formule statiche è ottenuta valutando i valori massimi mobilizzabili, in condizioni di equilibrio limite, della resistenza laterale Q_S e della capacità portante di punta Q_P .

Si considerano le seguenti ipotesi:

- il carico limite del sistema palo-terreno è condizionato dalla resistenza del terreno e non da quella del palo;
- il palo è un corpo cilindrico rigido;
- i termini di capacità portante per attrito e/o aderenza laterale Q_S e di capacità portante di punta Q_P non si influenzano reciprocamente e possono essere determinati separatamente.

Poiché un palo di fondazione attraversa spesso strati di diversa natura, o comunque con proprietà geotecniche variabili con la profondità, la capacità portante deve essere valutata per sommatoria dei contributi dei differenti strati.

Gli elaborati di calcolo della capacità portante di punta (Q_P) e della resistenza laterale (Q_S) sono riportati per esteso in *Allegato 3*.

3.3.2.1 Capacità portante di punta

La capacità portante di punta Q_P di un palo in terreni incoerenti è stimata con l'equazione:

$$Q_P = A_P \cdot q_P = A_P N_q \sigma'_{v0,P}$$

in cui:

| | |
|------------------|--|
| A_P | area di base del palo |
| q_P | capacità portante unitaria |
| N_q | fattore di capacità portante |
| $\sigma'_{v0,P}$ | tensione verticale efficace alla punta |

I

Il valore di N_q dipende, a parità di angolo di resistenza al taglio, dal meccanismo di rottura ipotizzato. In genere si fa riferimento alla curva di N_q proposta da Berezantzev (BEREZANTZEV ET AL., 1961), che è una delle più cautelative, e ad un angolo di resistenza al taglio di progetto ϕ'_d , ridotto rispetto al valore di picco stimato.

Kishida (KISHIDA, 1967) propone di assumere un angolo di resistenza al taglio ridotto, pari a:

$$\phi' = \frac{\phi + 40^\circ}{2} \quad \text{per pali battuti}$$

$$\phi' = \phi - 3^\circ \quad \text{per pali trivellati}$$

dove ϕ è l'angolo di resistenza al taglio prima dell'esecuzione del palo.

3.3.2.2 Resistenza laterale (Metodo β)

Detta σ_h la tensione normale orizzontale agente alla generica profondità z , si pone:

$$s = a + \sigma_h \mu$$

Nella quale a è un termine di tipo coesivo (adesione) e μ un coefficiente di attrito fra palo e terreno. In condizioni drenate, e quindi in termini di tensioni efficaci, si assume $a = 0$ e $\sigma'_h = K \sigma'_{vz}$, dove con σ'_{vz} si indica la tensione effettiva litostatica verticale alla profondità z .

Si ha quindi:

$$s = K \mu \sigma'_{vz}$$

Il coefficiente K deve essere considerato un coefficiente empirico, dipendente essenzialmente dalla tecnica esecutiva del palo e dalle proprietà del terreno.

Il coefficiente di attrito μ dipende invece dalla scabrezza dell'interfaccia palo-terreno e viene definito come $\tan \delta$.

Nella seguente tabella (VIGGIANI, 1993) si riportano i valori di K e $\tan\delta$ da adottare:

| Tipo di palo | | Valori di K | | Valori di $\tan\delta$ |
|--------------|--|--------------------------------------|-------|------------------------|
| | | per stato di addensamento sciolto | denso | |
| Battuto | profilato in acciaio | 0.7 | 1.0 | $\tan 20^\circ = 0.36$ |
| | tubo d'acciaio chiuso | 1.0 | 2.0 | |
| | cls. prefabbricato | 1.0 | 2.0 | $\tan(0.75\phi')$ |
| | cls. gettato in opera | 1.0 | 3.0 | $\tan\phi'$ |
| | trivellato | 0.4 | 0.5 | $\tan\phi'$ |
| | trivellato-pressato con elica continua | 0.7 | 0.9 | $\tan\phi'$ |

3.3.3 Verifica di capacità portante verticale di un palo isolato

Nella seguente tabella si riassumono i risultati degli elaborati di calcolo delle resistenze (*Allegato 3*), indicando i valori calcolati per ciascuna verticale di indagine (P1÷P4) ed il valore medio:

| | P1 | P2 | P3 | P4 | MEDIA |
|------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Q_P [kN] | 2227,33 | 3155,62 | 2965,99 | 3217,23 | 2891,54 |
| Q_S [kN] | 44,38 | 87,64 | 47,22 | 55,95 | 58,80 |

Considerando che il numero di verticali di prova effettuate è pari a 4, le resistenze caratteristiche possono essere valutate come segue, considerando gli opportuni valori dei coefficienti ξ_3 e ξ_4 :

$$R_{ck, Q_S} = \min \left\{ \frac{(R_{c,cal})_{media}}{\xi_3}, \frac{(R_{c,cal})_{min}}{\xi_4} \right\} = 31,25 \text{ kN}$$

$$R_{ck, Q_P} = \min \left\{ \frac{(R_{c,cal})_{media}}{\xi_3}, \frac{(R_{c,cal})_{min}}{\xi_4} \right\} = 1568,54 \text{ kN}$$

Infine, applicando i coefficienti di sicurezza relativi ai pali battuti, si ottiene:

$$R_d = \frac{R_{ck, Q_S}}{\gamma_s} + \frac{R_{ck, Q_P}}{\gamma_b} = 1391,13 \text{ kN}$$

Pertanto, essendo $E_d < R_d$, la **verifica risulta soddisfatta**.

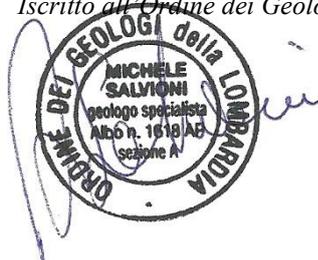
3.4 Stabilità dei fronti di scavo

La profondità prevista dal progetto per il piano di posa delle fondazioni è di 1,4 m dall'attuale quota del piazzale.

Nel caso in cui si preveda di approfondire gli scavi oltre la profondità di 1,5 m dall'attuale quota del piazzale, dovrà essere evitata la presenza di personale/operatori sul fondo scavo, a meno che le pareti non abbiano inclinazioni inferiori all'angolo di resistenza al taglio del terreno oppure siano poste in opera adeguate strutture di sostegno.

Il tecnico incaricato: Dott. Geol. M. Salvioni

Iscritto all'Ordine dei Geologi della Lombardia n°1618



ALLEGATI

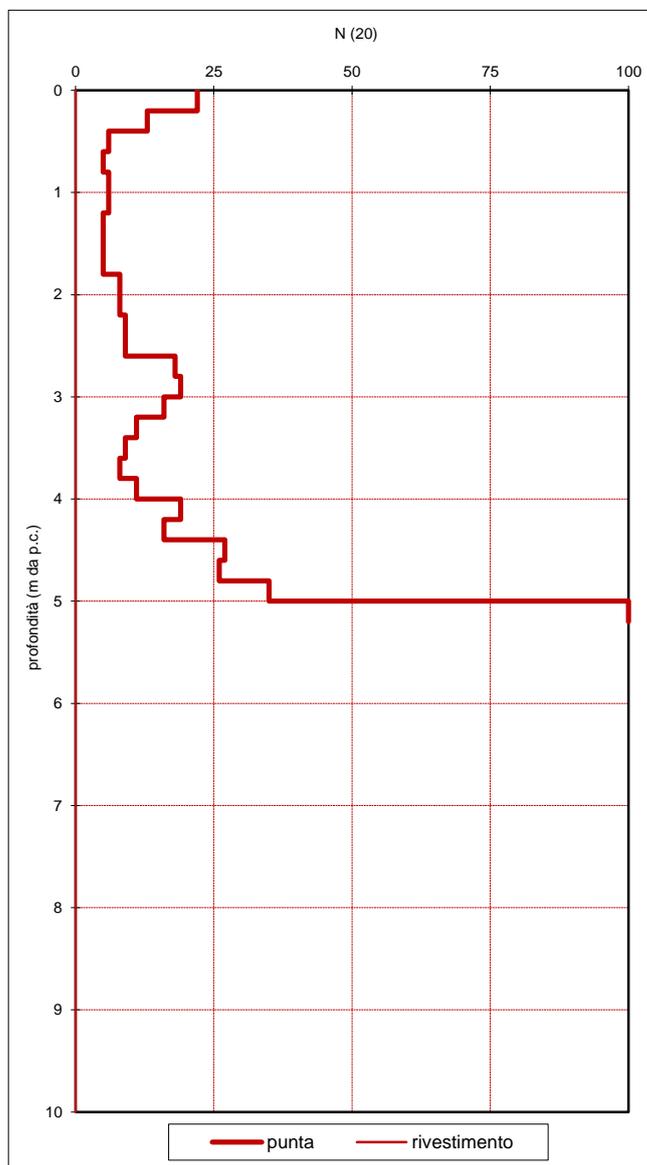
ALLEGATO 1

Indagini penetrometriche

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA S.C.P.T.

Prova: **1** Data di esecuzione: **24/09/2021**
 Rapporto: **21R040b** Quota prova: **p.c.**
 Committente: **Comune di Monza**
 Area di indagine: **Viale delle Industrie snc, Monza (MB)**

| m da p.c. | punta | rivestimento |
|-----------|-------|--------------|
| 0,00 | | |
| 0,20 | 22 | |
| 0,40 | 13 | |
| 0,60 | 6 | |
| 0,80 | 5 | |
| 1,00 | 6 | |
| 1,20 | 6 | |
| 1,40 | 5 | |
| 1,60 | 5 | |
| 1,80 | 5 | |
| 2,00 | 8 | |
| 2,20 | 8 | |
| 2,40 | 9 | |
| 2,60 | 9 | |
| 2,80 | 18 | |
| 3,00 | 19 | |
| 3,20 | 16 | |
| 3,40 | 11 | |
| 3,60 | 9 | |
| 3,80 | 8 | |
| 4,00 | 11 | |
| 4,20 | 19 | |
| 4,40 | 16 | |
| 4,60 | 27 | |
| 4,80 | 26 | |
| 5,00 | 35 | |
| 5,20 | 100 | |
| 5,40 | | |
| 5,60 | | |
| 5,80 | | |
| 6,00 | | |
| 6,20 | | |
| 6,40 | | |
| 6,60 | | |
| 6,80 | | |
| 7,00 | | |
| 7,20 | | |
| 7,40 | | |
| 7,60 | | |
| 7,80 | | |
| 8,00 | | |
| 8,20 | | |
| 8,40 | | |
| 8,60 | | |
| 8,80 | | |
| 9,00 | | |
| 9,20 | | |
| 9,40 | | |
| 9,60 | | |
| 9,80 | | |
| 10,00 | | |



**CARATTERISTICHE TECNICHE DEL
 PENETROMETRO TIPO PAGANI TG 63-100 EML.C**
 Peso del maglio: 63,5 kg
 Altezza di caduta: 75 cm
 Angolo al vertice della punta : 90°
 Diametro del cono: 51 mm
 Peso delle aste: 6,50 kg/m

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA S.C.P.T.

Prova: 2

Data di esecuzione: 24/09/2021

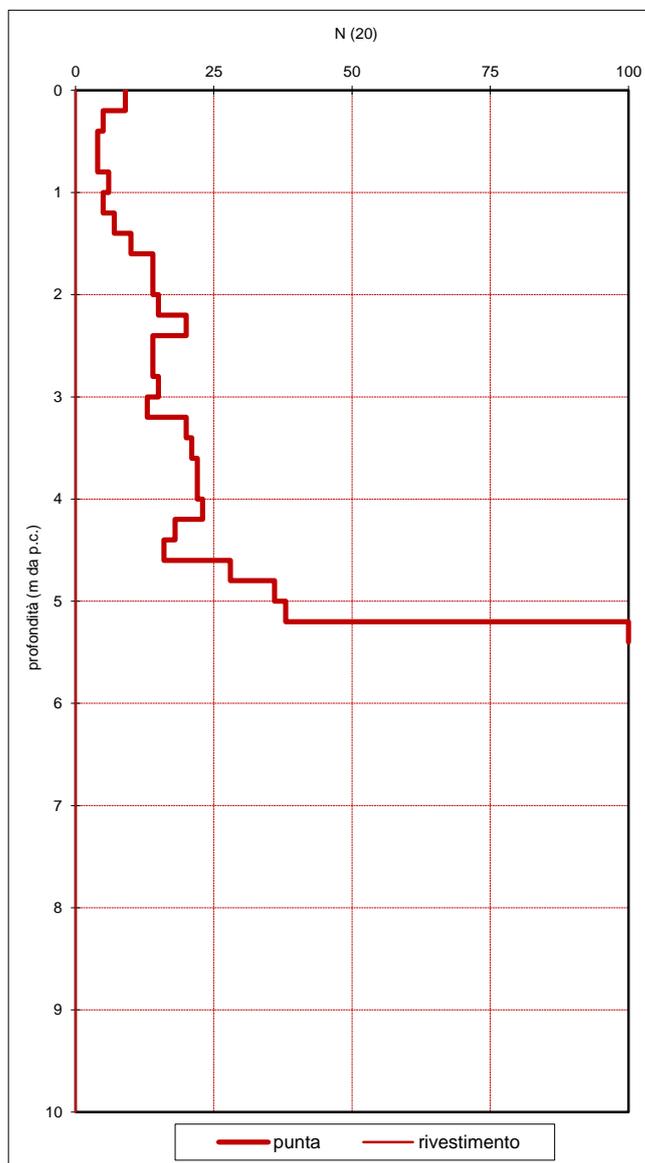
Rapporto: 21R040b

Quota prova: p.c.

Committente: Comune di Monza

Area di indagine: Viale delle Industrie snc, Monza (MB)

| m da p.c. | punta | rivestimento |
|-----------|-------|--------------|
| 0,00 | | |
| 0,20 | 9 | |
| 0,40 | 5 | |
| 0,60 | 4 | |
| 0,80 | 4 | |
| 1,00 | 6 | |
| 1,20 | 5 | |
| 1,40 | 7 | |
| 1,60 | 10 | |
| 1,80 | 14 | |
| 2,00 | 14 | |
| 2,20 | 15 | |
| 2,40 | 20 | |
| 2,60 | 14 | |
| 2,80 | 14 | |
| 3,00 | 15 | |
| 3,20 | 13 | |
| 3,40 | 20 | |
| 3,60 | 21 | |
| 3,80 | 22 | |
| 4,00 | 22 | |
| 4,20 | 23 | |
| 4,40 | 18 | |
| 4,60 | 16 | |
| 4,80 | 28 | |
| 5,00 | 36 | |
| 5,20 | 38 | |
| 5,40 | 100 | |
| 5,60 | | |
| 5,80 | | |
| 6,00 | | |
| 6,20 | | |
| 6,40 | | |
| 6,60 | | |
| 6,80 | | |
| 7,00 | | |
| 7,20 | | |
| 7,40 | | |
| 7,60 | | |
| 7,80 | | |
| 8,00 | | |
| 8,20 | | |
| 8,40 | | |
| 8,60 | | |
| 8,80 | | |
| 9,00 | | |
| 9,20 | | |
| 9,40 | | |
| 9,60 | | |
| 9,80 | | |
| 10,00 | | |

**CARATTERISTICHE TECNICHE DEL****PENETROMETRO TIPO PAGANI TG 63-100 EML.C**

Peso del maglio: 63,5 kg

Altezza di caduta: 75 cm

Angolo al vertice della punta : 90°

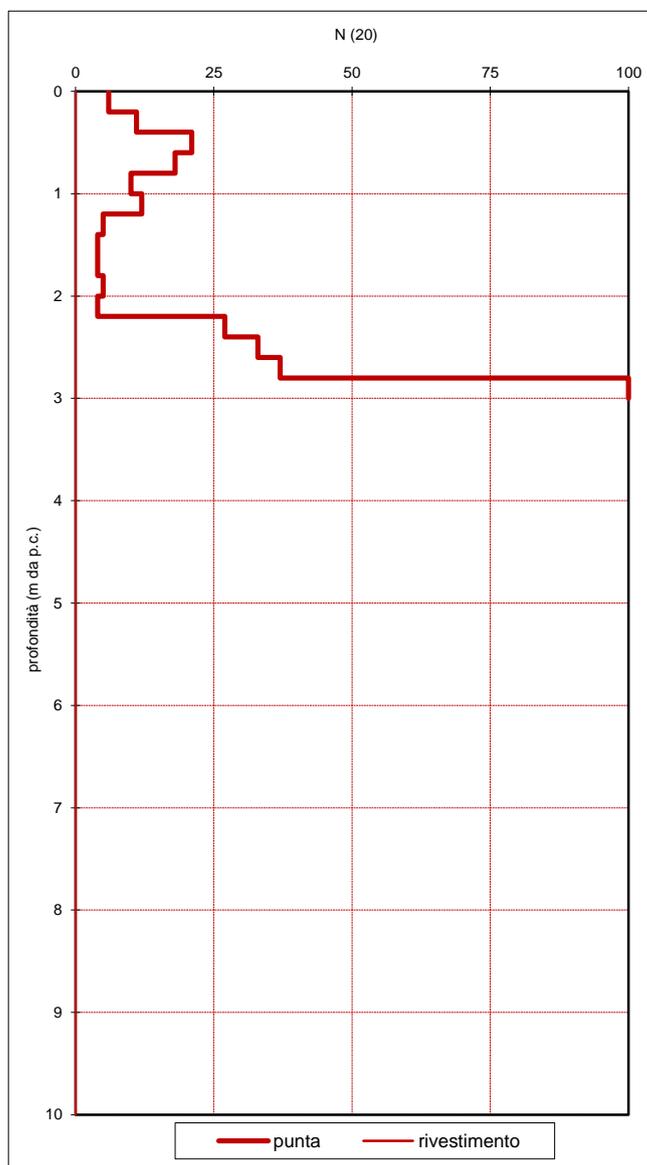
Diametro del cono: 51 mm

Peso delle aste: 6,50 kg/m

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA S.C.P.T.

Prova: **3** Data di esecuzione: **24/09/2021**
 Rapporto: **21R040b** Quota prova: **p.c.**
 Committente: **Comune di Monza**
 Area di indagine: **Viale delle Industrie snc, Monza (MB)**

| m da p.c. | punta | rivestimento |
|-----------|-------|--------------|
| 0,00 | | |
| 0,20 | 6 | |
| 0,40 | 11 | |
| 0,60 | 21 | |
| 0,80 | 18 | |
| 1,00 | 10 | |
| 1,20 | 12 | |
| 1,40 | 5 | |
| 1,60 | 4 | |
| 1,80 | 4 | |
| 2,00 | 5 | |
| 2,20 | 4 | |
| 2,40 | 27 | |
| 2,60 | 33 | |
| 2,80 | 37 | |
| 3,00 | 100 | |
| 3,20 | | |
| 3,40 | | |
| 3,60 | | |
| 3,80 | | |
| 4,00 | | |
| 4,20 | | |
| 4,40 | | |
| 4,60 | | |
| 4,80 | | |
| 5,00 | | |
| 5,20 | | |
| 5,40 | | |
| 5,60 | | |
| 5,80 | | |
| 6,00 | | |
| 6,20 | | |
| 6,40 | | |
| 6,60 | | |
| 6,80 | | |
| 7,00 | | |
| 7,20 | | |
| 7,40 | | |
| 7,60 | | |
| 7,80 | | |
| 8,00 | | |
| 8,20 | | |
| 8,40 | | |
| 8,60 | | |
| 8,80 | | |
| 9,00 | | |
| 9,20 | | |
| 9,40 | | |
| 9,60 | | |
| 9,80 | | |
| 10,00 | | |

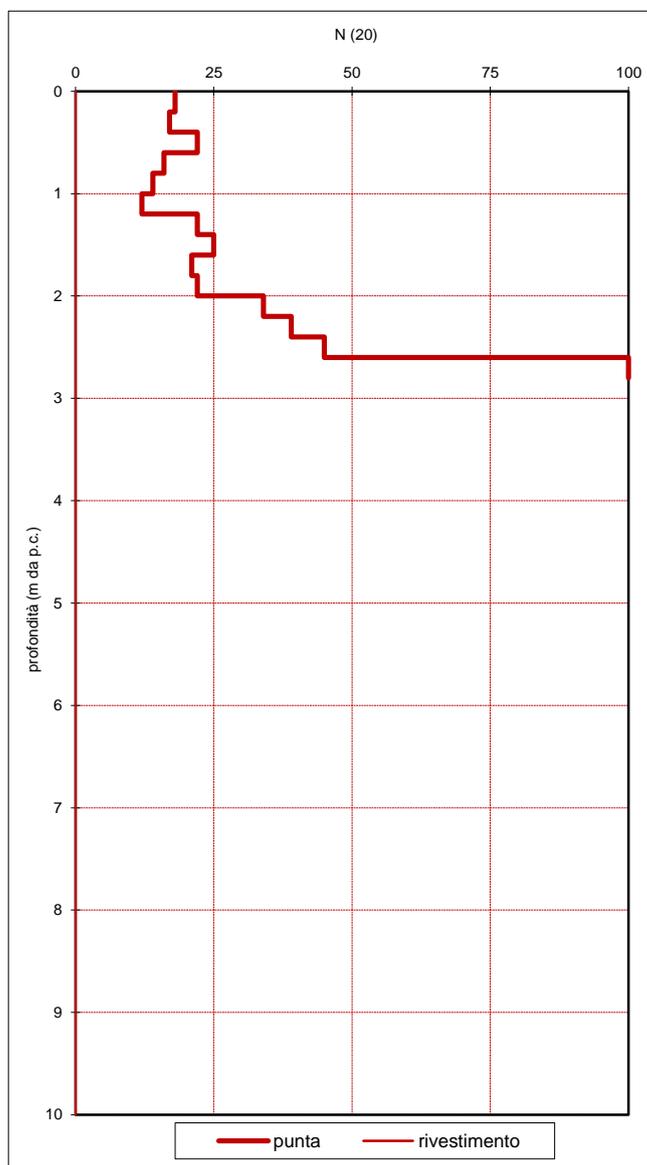
**CARATTERISTICHE TECNICHE DEL****PENETROMETRO TIPO PAGANI TG 63-100 EML.C**

Peso del maglio: 63,5 kg
 Altezza di caduta: 75 cm
 Angolo al vertice della punta : 90°
 Diametro del cono: 51 mm
 Peso delle aste: 6,50 kg/m

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA S.C.P.T.

Prova: **4** Data di esecuzione: **22/02/2021**
 Rapporto: **21R040b** Quota prova: **p.c.**
 Committente: **Comune di Monza**
 Area di indagine: **Viale delle Industrie snc, Monza (MB)**

| m da p.c. | punta | rivestimento |
|-----------|-------|--------------|
| 0,00 | | |
| 0,20 | 18 | |
| 0,40 | 17 | |
| 0,60 | 22 | |
| 0,80 | 16 | |
| 1,00 | 14 | |
| 1,20 | 12 | |
| 1,40 | 22 | |
| 1,60 | 25 | |
| 1,80 | 21 | |
| 2,00 | 22 | |
| 2,20 | 34 | |
| 2,40 | 39 | |
| 2,60 | 45 | |
| 2,80 | 100 | |
| 3,00 | | |
| 3,20 | | |
| 3,40 | | |
| 3,60 | | |
| 3,80 | | |
| 4,00 | | |
| 4,20 | | |
| 4,40 | | |
| 4,60 | | |
| 4,80 | | |
| 5,00 | | |
| 5,20 | | |
| 5,40 | | |
| 5,60 | | |
| 5,80 | | |
| 6,00 | | |
| 6,20 | | |
| 6,40 | | |
| 6,60 | | |
| 6,80 | | |
| 7,00 | | |
| 7,20 | | |
| 7,40 | | |
| 7,60 | | |
| 7,80 | | |
| 8,00 | | |
| 8,20 | | |
| 8,40 | | |
| 8,60 | | |
| 8,80 | | |
| 9,00 | | |
| 9,20 | | |
| 9,40 | | |
| 9,60 | | |
| 9,80 | | |
| 10,00 | | |

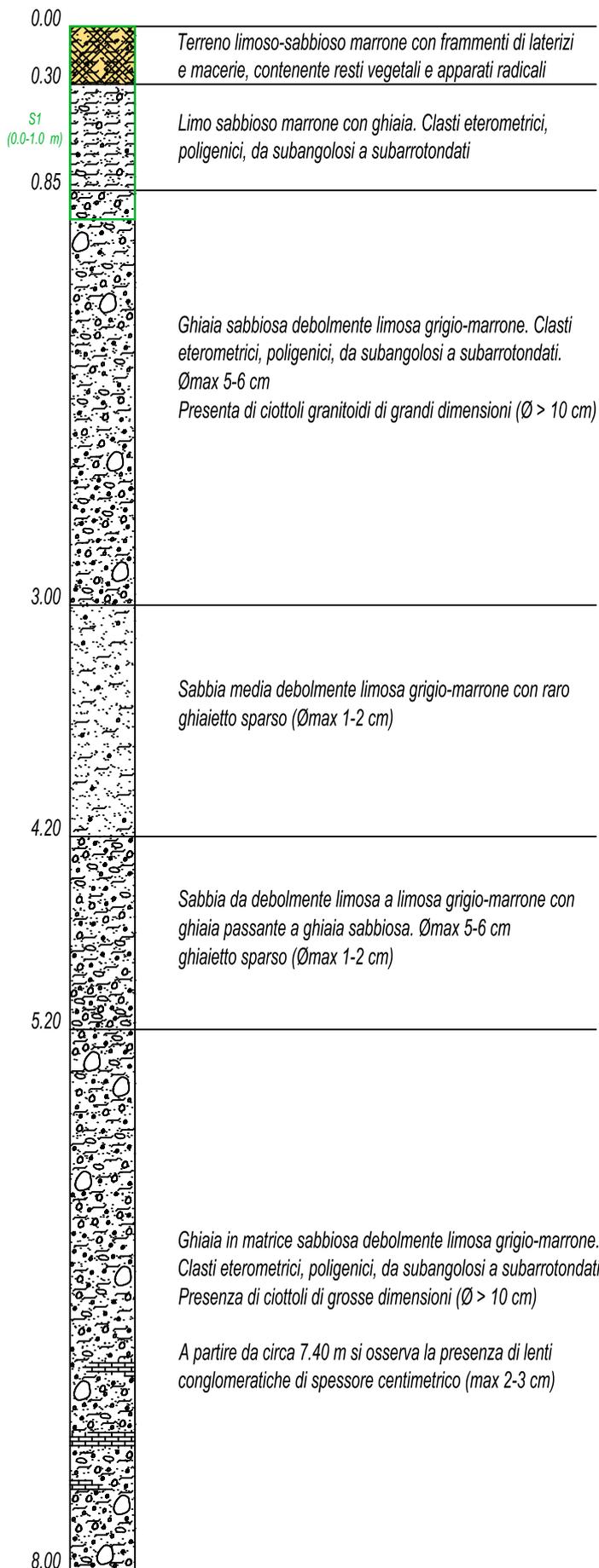
**CARATTERISTICHE TECNICHE DEL
PENETROMETRO TIPO PAGANI TG 63-100 EML.C**

Peso del maglio: 63,5 kg
 Altezza di caduta: 75 cm
 Angolo al vertice della punta : 90°
 Diametro del cono: 51 mm
 Peso delle aste: 6,50 kg/m

ALLEGATO 2

Stratigrafie sondaggi

SONDAGGIO S1



LEGENDA:

- Materiali di riporto
- Analisi terreno
- Analisi materiali di riporto



Dott. Geol. Michele Salvioni
Geologia • Geotecnica • Ambiente

Comune di Monza
Viale delle Industrie snc, Monza (MB)

Indagine Ambientale:
stratigrafie sondaggi geognostici

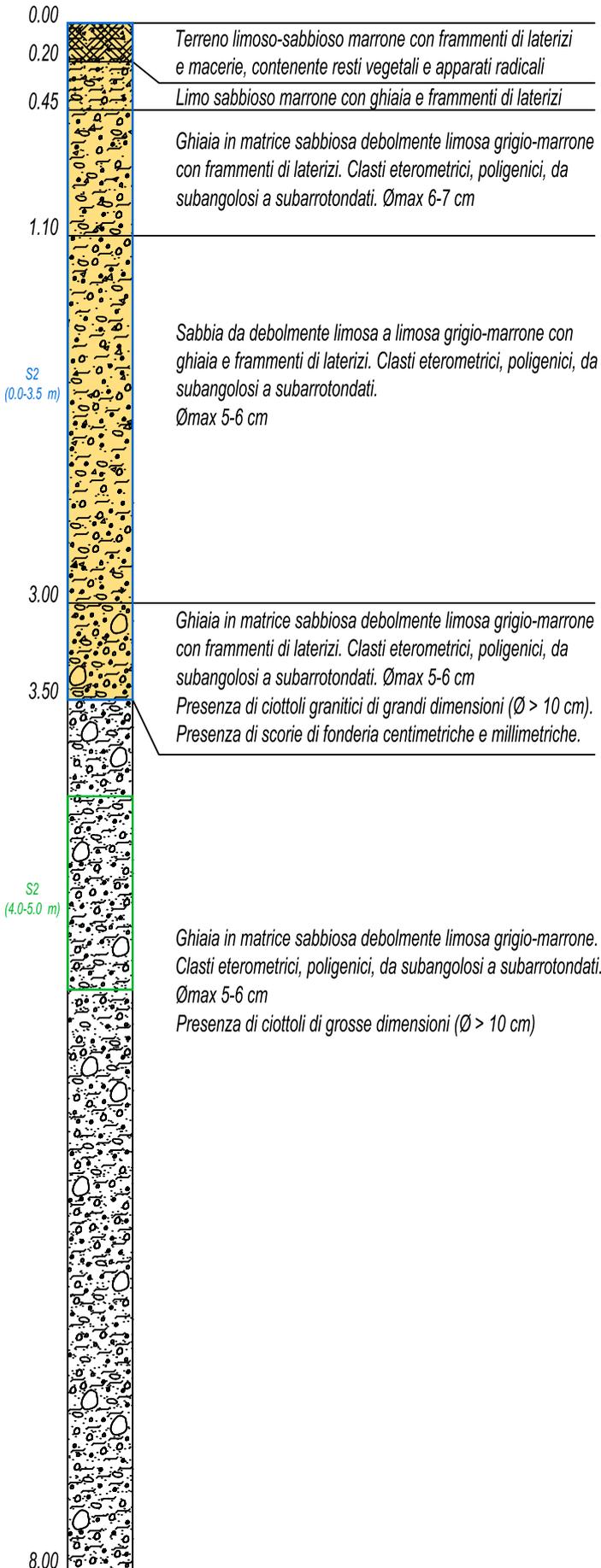
ALLEGATO

2a

DICEMBRE 2021

20R040b

SONDAGGIO S2



LEGENDA:

- Materiali di riporto
- Analisi terreno
- Analisi materiali di riporto




Dott. Geol. Michele Salvioni
 Geologia • Geotecnica • Ambiente

Comune di Monza
 Viale delle Industrie snc, Monza (MB)

Indagine Ambientale:
 stratigrafie sondaggi geognostici

ALLEGATO

26

DICEMBRE 2021

20R040b

ALLEGATO 3

Stima della capacità portante
per carico verticale di un palo isolato

STIMA DELLA CAPACITÀ PORTANTE PER CARICO VERTICALE DI UN PALO ISOLATO

(A.G.I. 1984 - terreno prevalentemente incoerente)

Committente: Comune di Monza
Rapporto: 21R040b
Cantiere: Viale delle Industrie snc, Monza (MB)

Verticale di indagine P1**A. Capacità portante di punta Q_P**

| | | | |
|---|--------------------------|---------------------|---------|
| peso di volume | 20,00 kN/m ³ | ϕ' | 41,10 ° |
| peso di volume sommerso | 10,19 kN/m ³ | | |
| diametro del palo | 0,30 m | | |
| lunghezza del palo | 9,00 m | | |
| lunghezza del palo in falda | 0,00 m | | |
| pressione efficace alla base σ'_{v0} | 192,60 kN/m ² | | |
| fattore di portanza di base N_q | 163,60 | (Berezantzev, 1961) | |

$$Q_P = 2227,33 \text{ kN}$$

B. Resistenza laterale Q_S

| strato | a | b | c | d | e | f | g | h |
|--------|------|------|-------|-------|------|-----|-------|---------|
| 1 | 0,30 | 0,40 | 16,50 | 29,10 | 0,40 | 1,0 | 2,64 | sciolto |
| 2 | 0,30 | 0,80 | 20,00 | 30,90 | 0,43 | 0,4 | 2,74 | denso |
| 3 | 0,30 | 0,60 | 22,00 | 34,80 | 0,49 | 0,4 | 2,59 | denso |
| 4 | 0,30 | 0,80 | 20,00 | 31,50 | 0,44 | 0,4 | 2,80 | denso |
| 5 | 0,30 | 6,40 | 22,00 | 41,10 | 0,60 | 0,4 | 33,61 | denso |
| 6 | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | |

Legenda:

- a. diametro del palo (m)
- b. spessore dello strato (m)
- c. peso di volume, sommerso in presenza di falda (kN/m³)
- d. angolo di attrito (°)
- e. angolo di attrito terreno-palo (°)
- f. K
- g. portanza laterale del singolo strato (kN)
- h. stato di addensamento del terreno

$$Q_S = 44,38 \text{ kN}$$

STIMA DELLA CAPACITÀ PORTANTE PER CARICO VERTICALE DI UN PALO ISOLATO

(A.G.I. 1984 - terreno prevalentemente incoerente)

Committente: Comune di Monza
Rapporto: 21R040b
Cantiere: Viale delle Industrie snc, Monza (MB)

Verticale di indagine P2**A. Capacità portante di punta Q_P**

| | | | |
|---|--------------------------|---------------------|---------|
| peso di volume | 20,00 kN/m ³ | ϕ' | 45,90 ° |
| peso di volume sommerso | 10,19 kN/m ³ | | |
| diametro del palo | 0,30 m | | |
| lunghezza del palo | 9,00 m | | |
| lunghezza del palo in falda | 0,00 m | | |
| pressione efficace alla base σ'_{v0} | 169,40 kN/m ² | | |
| fattore di portanza di base N_q | 263,54 | (Berezantzev, 1961) | |

$$Q_P = 3155,62 \text{ kN}$$

B. Resistenza laterale Q_S

| strato | a | b | c | d | e | f | g | h |
|--------|------|------|-------|-------|------|-----|-------|-------|
| 1 | 0,30 | 3,20 | 18,50 | 34,50 | 0,49 | 2,0 | 57,43 | denso |
| 2 | 0,30 | 5,80 | 19,00 | 45,90 | 0,69 | 0,4 | 30,21 | denso |
| 3 | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | |

Legenda:

- a. diametro del palo (m)
- b. spessore dello strato (m)
- c. peso di volume, sommerso in presenza di falda (kN/m³)
- d. angolo di attrito (°)
- e. angolo di attrito terreno-palo (°)
- f. K
- g. portanza laterale del singolo strato (kN)
- h. stato di addensamento del terreno

$$Q_S = 87,64 \text{ kN}$$

STIMA DELLA CAPACITÀ PORTANTE PER CARICO VERTICALE DI UN PALO ISOLATO

(A.G.I. 1984 - terreno prevalentemente incoerente)

Committente: Comune di Monza
Rapporto: 21R040b
Cantiere: Viale delle Industrie snc, Monza (MB)

Verticale di indagine P3**A. Capacità portante di punta Q_P**

| | | | |
|---|--------------------------|---------------------|---------|
| peso di volume | 20,00 kN/m ³ | φ' | 45,30 ° |
| peso di volume sommerso | 10,19 kN/m ³ | | |
| diametro del palo | 0,30 m | | |
| lunghezza del palo | 9,00 m | | |
| lunghezza del palo in falda | 0,00 m | | |
| pressione efficace alla base σ'_{v0} | 169,00 kN/m ² | | |
| fattore di portanza di base N_q | 248,29 | (Berezantzev, 1961) | |

$$Q_P = 2965,99 \text{ kN}$$

B. Resistenza laterale Q_S

| strato | a | b | c | d | e | f | g | h |
|--------|------|------|-------|-------|------|-----|-------|---------|
| 1 | 0,30 | 0,80 | 16,50 | 28,80 | 0,40 | 1,0 | 5,23 | sciolto |
| 2 | 0,30 | 8,20 | 19,00 | 45,30 | 0,67 | 0,4 | 42,00 | denso |
| 3 | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | |

Legenda:

- a. diametro del palo (m)
- b. spessore dello strato (m)
- c. peso di volume, sommerso in presenza di falda (kN/m³)
- d. angolo di attrito (°)
- e. angolo di attrito terreno-palo (°)
- f. K
- g. portanza laterale del singolo strato (kN)
- h. stato di addensamento del terreno

$$Q_S = 47,22 \text{ kN}$$

STIMA DELLA CAPACITÀ PORTANTE PER CARICO VERTICALE DI UN PALO ISOLATO

(A.G.I. 1984 - terreno prevalentemente incoerente)

Committente: Comune di Monza
Rapporto: 21R040b
Cantiere: Viale delle Industrie snc, Monza (MB)

Verticale di indagine P4**A. Capacità portante di punta Q_P**

| | | | |
|---|--------------------------|---------------------|---------|
| peso di volume | 20,00 kN/m ³ | ϕ' | 46,00 ° |
| peso di volume sommerso | 10,19 kN/m ³ | | |
| diametro del palo | 0,30 m | | |
| lunghezza del palo | 9,00 m | | |
| lunghezza del palo in falda | 0,00 m | | |
| pressione efficace alla base σ'_{v0} | 171,00 kN/m ² | | |
| fattore di portanza di base N_q | 266,17 | (Berezantzev, 1961) | |

$$Q_P = 3217,23 \text{ kN}$$

B. Resistenza laterale Q_S

| strato | a | b | c | d | e | f | g | h |
|--------|------|------|-------|-------|------|-----|-------|-------|
| 1 | 0,30 | 0,60 | 19,00 | 37,20 | 0,53 | 2,0 | 12,07 | denso |
| 2 | 0,30 | 8,40 | 19,00 | 46,00 | 0,69 | 0,4 | 43,88 | denso |
| 3 | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | |

Legenda:

- a. diametro del palo (m)
- b. spessore dello strato (m)
- c. peso di volume, sommerso in presenza di falda (kN/m³)
- d. angolo di attrito (°)
- e. angolo di attrito terreno-palo (°)
- f. K
- g. portanza laterale del singolo strato (kN)
- h. stato di addensamento del terreno

$$Q_S = 55,95 \text{ kN}$$

VERIFICA PALI DI FONDAZIONECalcolo azioni

Ed **766,35** kN (combinazione SLU)

Calcolo resistenze

| | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | MEDIA |
|-------|---------|---------|---------|---------|----|----|---------|
| Q_P | 2227,33 | 3155,62 | 2965,99 | 3217,23 | | | 2891,54 |
| Q_S | 44,38 | 87,64 | 47,22 | 55,95 | | | 58,80 |

n. verticali: **4**
 tipo pali: **infissi**

| | |
|------------|------|
| ξ_3 | 1,55 |
| ξ_4 | 1,42 |
| γ_b | 1,15 |
| γ_s | 1,15 |

$R_{ck,QP}$ 1568,54 kN

$R_{ck,QS}$ 31,25 kN

Rd **1391,13** kN

Verifica

$Ed \leq Rd$ **VERIFICATA**