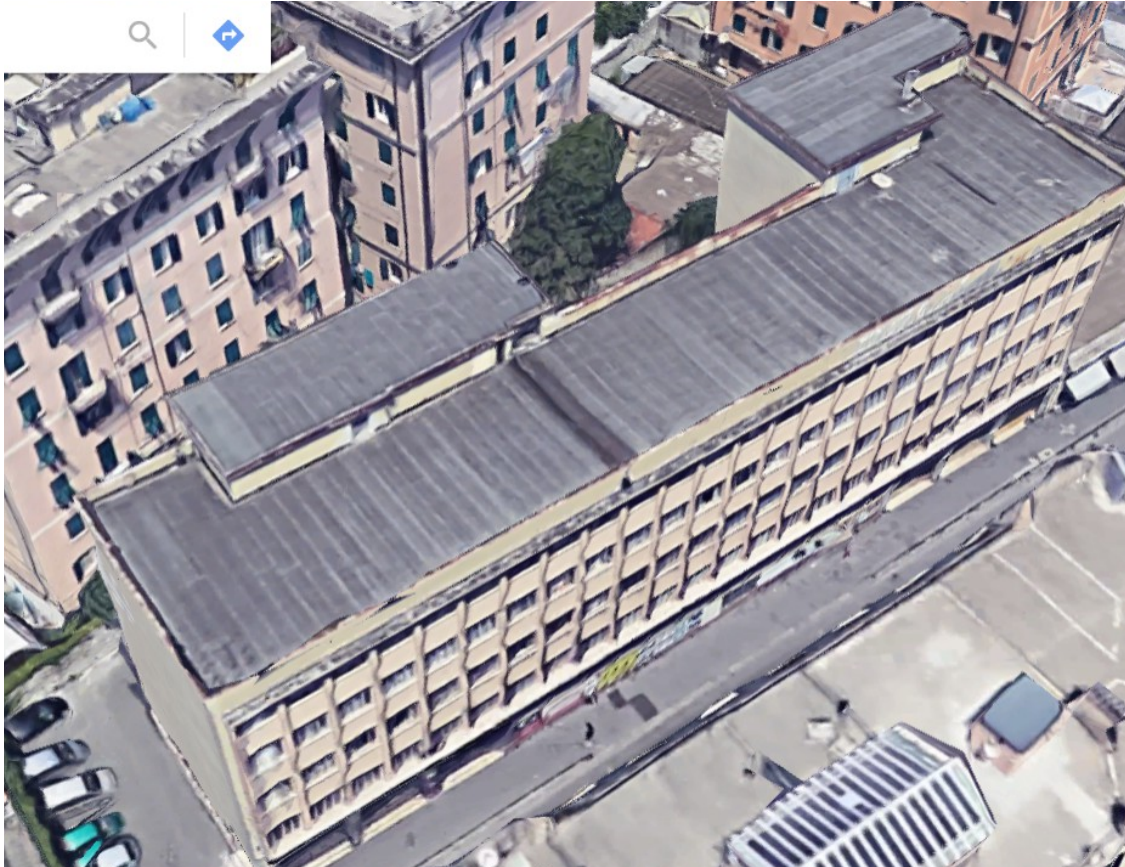




CITTA' METROPOLITANA DI GENOVA

DIREZIONE SVILUPPO ECONOMICO E SOCIALE

SERVIZIO EDILIZIA



VALUTAZIONE DI VULNERABILITA' SISMICA E PROGETTO DI FATTIBILITA' PER ADEGUAMENTO SISMICO DEL COMPLESSO SCOLASTICO MONTALE SITO IN GENOVA-VIA ARCHIMEDE 42-44-46

MONTALE-VULN-R05-RELAZIONE GEOTECNICA

GENOVA, GIUGNO 2018

Il Tecnico Incaricato

Indice generale

| | |
|--|---|
| 1. GENERALITÀ..... | 2 |
| 2. MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO..... | 2 |
| 3. MODELLAZIONE GEOTECNICA DEL SITO..... | 2 |
| 4. VERIFICA FONDAZIONI..... | 3 |
| 5. OPERE DI FONDAZIONE ESISTENTI..... | 4 |
| 6. OPERE DI FONDAZIONE A PROGETTO..... | 8 |

1. GENERALITÀ

Nell'ambito dell'incarico conferito dalla Città Metropolitana di Genova con Ordine di Servizio del 20/04/2018 a firma del R.U.P. Ing. Gianni Marchini, nella presente relazione si riportano i dati geotecnici di riferimento per la valutazione di vulnerabilità sismica - ai sensi del D.M. 17.01.2018 - e per il progetto di fattibilità per adeguamento sismico - ai sensi del D. Lgs. 50/2016 - del plesso scolastico di cui in epigrafe.

2. MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

L'immobile è ubicato nella delegazione di San Fruttuoso, in prossimità della sponda sinistra del torrente Bisagno dal cui alveo dista poche decine di metri, in area pianeggiante soggetta a forte urbanizzazione nel secolo scorso.

Dal punto di vista geologico, l'area è interessata dall'originario deposito alluvionale del torrente, costituito da sabbie e ghiaie con differenti contenuti fini, su cui è sovrapposta una coltre di accumuli detritici.

Sotto l'aspetto idrogeologico, il sedime del fabbricato e l'area circostante non presentano significativa circolazione idrica profonda ma risultano interessati dalle piene alluvionali del torrente Bisagno.

3. MODELLAZIONE GEOTECNICA DEL SITO

Sulla base della letteratura tecnica e della conoscenza del contesto, dal punto di vista geotecnico è stata caratterizzata la seguente stratigrafia:

COPERTURA DETRITICA (coltre eluvio colluviale)

| | |
|------------------------|----------------------------|
| Angolo di attrito | $\varphi=28^{\circ}$ |
| Coesione | $c=0$ |
| Peso specifico | $\gamma=13 \text{ kN/m}^3$ |
| Modulo di Young | $E=6,2 \text{ Mpa}$ |
| Velocità onde sismiche | $V_s=131 \text{ m/s}$ |

DEPOSITO ALLUVIONALE (sabbie miste a ghiaie)

| | |
|------------------------|----------------------------|
| Angolo di attrito | $\varphi=39^{\circ}$ |
| Coesione | $c=0$ |
| Peso specifico | $\gamma=19 \text{ kN/m}^3$ |
| Modulo di Young | $E=38,1 \text{ Mpa}$ |
| Velocità onde sismiche | $V_s=188 \text{ m/s}$ |

3.1. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

In riferimento alla zonazione sismica vigente, introdotta dalla D.G.R. n°216/17, il Comune di Genova rientra nella ZONA 3.

Dal punto di vista della caratterizzazione sismica, indispensabile per valutare l'ordinata dello spettro di risposta di progetto – parametro che sta alla base del calcolo delle forze indotte dal terremoto di progetto – gli orizzonti sono classificati ai sensi del D.M. 17-01-2018 come di seguito esposto:

TERRENO DI FONDAZIONE

Categoria di sottosuolo C
Categoria topografica T1

4. VERIFICA FONDAZIONI

Le verifiche, riportate nella relazione di calcolo e delle fondazioni, vengono effettuate nei confronti dei seguenti stati limite:

SLU di tipo geotecnico (GEO)

- Collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno
- Collasso per scorrimento sul piano di posa

SLU di tipo strutturale (STR)

- Raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali

Le verifiche per gli stati limite ultimi GEO e STR sono

Le verifiche vengono effettuate nei confronti dei seguenti stati limite:

SLU di tipo geotecnico (GEO)

- Collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno
- Collasso per scorrimento sul piano di posa

SLU di tipo strutturale (STR)

- Raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali

Le verifiche per gli stati limite ultimi GEO e STR sono state condotte seguendo l'Approccio 2 (A1+M1+R3).

Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.

| CARICHI | EFFETTO | Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E) | EQU | (A1) STR | (A2) GEO |
|---|-------------|---|-----|-------------|-------------|
| Permanenti | Favorevole | γ_{G1} | 0,9 | 1,0 | 1,0 |
| | Sfavorevole | | 1,1 | 1,3 | 1,0 |
| Permanenti non strutturali ⁽¹⁾ | Favorevole | γ_{G2} | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | Sfavorevole | | 1,5 | 1,5 | 1,3 |
| Variabili | Favorevole | γ_{Qi} | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | Sfavorevole | | 1,5 | 1,5 | 1,3 |

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

| PARAMETRO | GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE | COEFFICIENTE PARZIALE γ_M | (M1) | (M2) |
|---|---|--|------|------|
| Tangente dell'angolo di resistenza al taglio | $\tan \phi'_k$ | $\gamma_{\phi'}$ | 1,0 | 1,25 |
| Coesione efficace | c'_k | $\gamma_{c'}$ | 1,0 | 1,25 |
| Resistenza non drenata | c_{uk} | γ_{cu} | 1,0 | 1,4 |
| Peso dell'unità di volume | γ | γ_r | 1,0 | 1,0 |

Tabella 6.4.I - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali.

| VERIFICA | COEFFICIENTE PARZIALE (R1) | COEFFICIENTE PARZIALE (R2) | COEFFICIENTE PARZIALE (R3) |
|-------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Capacità portante | $\gamma_R = 1,0$ | $\gamma_R = 1,8$ | $\gamma_R = 2,3$ |
| Scorrimento | $\gamma_R = 1,0$ | $\gamma_R = 1,1$ | $\gamma_R = 1,1$ |

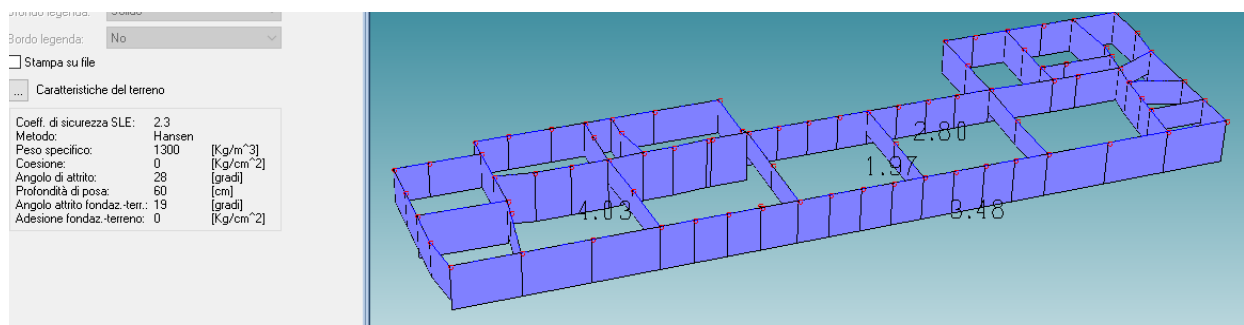
5. OPERE DI FONDAZIONE ESISTENTI

Le opere di fondazione esistenti, tutte di natura superficiale, sono costituite da un graticcio di travi a T rovescia in c.a., con soles di diversa larghezza (80, 220, 320 o 400 cm), altezza 15 cm (per suola 80 cm), variabile da 15 a 45 cm (per suola 220 cm) variabile da 15 a 60 cm (per soles maggiori) e nervatura di larghezza 50 cm ed altezza tale da raggiungere un'altezza complessiva di 120 cm: localmente sono presenti plinti isolati per la fondazione dei pilastri di sostegno del solo primo solaio.

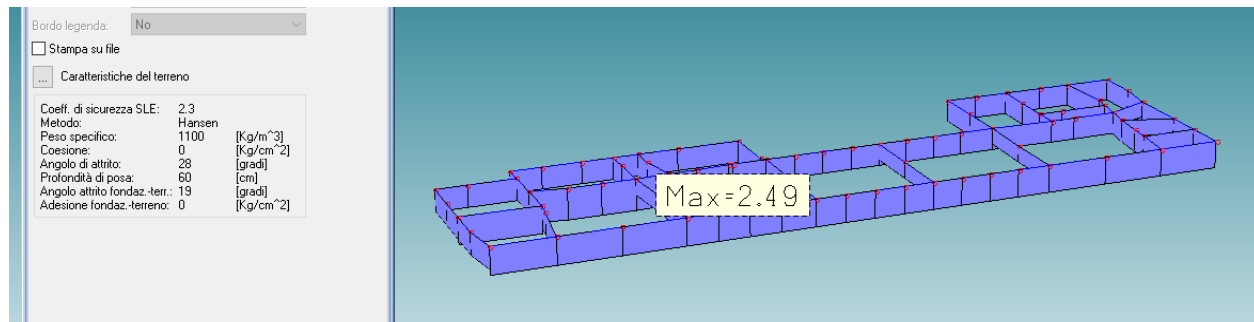
Il piano fondazionale si trova a circa 2 m di profondità dal piano stradale: le soles ed i plinti risultano ricoperti da terreno naturale e deposito degli eventi alluvionali successivi alla costruzione: tale tipologia fondazionale presenta una rigidità sufficiente ad impedire cedimenti differenziali e spostamenti relativi del terreno.

5.1. CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE

Si determina il carico ultimo delle travi di fondazione con l'ausilio del software Mastersap, nel caso statico e sismico, assegnando parametri meccanici e geometrici cautelativi:



Carico limite ultimo, statico (in kg/cm²)



Carico limite ultimo, sismico (in kg/cm²)

Si calcola la capacità portante del plinto di fondazione 155x130xh40 cm con l'ausilio del software CARL 30 by AZTEC.

Calcolo capacità portante di una fondazione superficiale

Metodo di Hansen

Plinto fondazione 155x130 cm

Profondità piano di posa 100 cm

Capacità portante 112115 Kg

Qult (Kg/cmq) 5.56

Qamm (Kg/cmq) **2.42**

Nc = 25.803 Nq = 14.720 Nga = 10.942

Fattori di forma

sc = 1.478 sq = 1.446 sga = 0.665

Fattori di profondità del piano di posa

dc = 1.308 dq = 1.230 dga = 1.000

Fattori di inclinazione del carico

ic = 1.000 iq = 1.000 iga = 1.000

Fattori di inclinazione del piano di posa

gc = 1.000 gq = 1.000 gga = 1.000

Fattori di inclinazione del pendio

bc = 1.000 bq = 1.000 bga = 1.000

Fattori di capacità portante corretti

Nc' = 49.887 Nq' = 26.185 Nga' = 7.271

5.2. VERIFICA FONDAZIONI

Le verifiche, riportate nella relazione di calcolo e delle fondazioni, vengono effettuate nei confronti dei seguenti stati limite:

SLU di tipo geotecnico (GEO)

- Collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno
- Collasso per scorrimento sul piano di posa

SLU di tipo strutturale (STR)

- Raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali

Le verifiche per gli stati limite ultimi GEO e STR sono state condotte seguendo l'Approccio 2 (A1+M1+R3).

6. OPERE DI FONDAZIONE A PROGETTO

Pali verticali - L=10 m a partire da -2 m - Ø160 reso

Nel caso in esame il numero di verticali indagate risulta 4 per cui i fattori di correlazione ξ_3 e ξ_4 valgono rispettivamente: 1.55 e 1.42. Per il calcolo della portata limite caratteristica di un palo di piccolo diametro (\varnothing 160 mm) in condizioni drenate, si utilizza il metodo β considerando il contributo per attrito laterale e trascurando quello di punta.

La tensione tangenziale per attrito laterale si esprime come

$$q_s = K\sigma'_z \tan \phi' = \beta \sigma'_z \text{ dove } \beta = 1,5 - 0,245\sqrt{z} \text{ secondo la formulazione di Reese e O'Neill}$$

Portata limite per attrito laterale

Per $Y'=11 \text{ kN/m}^3$ (alluvioni sature), approfondimento $z=7 \text{ m}$, si ha

$$\beta = 1,5 - 0,245\sqrt{7} = 0,85$$

$$\sigma'_z = 11 \times 7 = 77 \text{ kN/m}^2$$

$$q_s = 0,85 \times 77 = 65,4 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_s = \pi D z q_s = 3,14 \times 0,16 \times 10 \times 65,4 = 329 \text{ kN}$$

La resistenza caratteristica laterale del singolo palo isolato vale:

$$Q_{sk} = 329 / 1,55 = 212 \text{ kN}$$

La resistenza di calcolo totale di ciascun palo per attrito laterale risulta

$$R_d = Q_{sk} / \gamma_r = 212 / 1,15 = 184 \text{ kN per pali compressi}$$

$$R_d = Q_{sk} / \gamma'_r = 212 / 1,25 = 169 \text{ kN per pali tesi}$$

Pali verticali - L=12 m a partire da -2 m - Ø220 reso

Portata limite per attrito laterale

Per $Y'=11 \text{ kN/m}^3$ (alluvioni sature), approfondimento $z=8 \text{ m}$, si ha

$$\beta = 1,5 - 0,245\sqrt{8} = 0,8$$

$$\sigma'_z = 11 \times 8 = 88 \text{ kN/m}^2$$

$$q_s = 0,8 \times 88 = 70,4 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_s = \pi D z q_s = 3,14 \times 0,22 \times 12 \times 70,4 = 583 \text{ kN}$$

La resistenza caratteristica laterale del singolo palo isolato vale:

$$Q_{sk} = 583 / 1,55 = 376 \text{ kN}$$

La resistenza di calcolo totale di ciascun palo per attrito laterale risulta

$$R_d = Q_{sk} / \gamma_r = 376 / 1,15 = 327 \text{ kN per pali compressi}$$

$$R_d = Q_{sk} / \gamma'_r = 376 / 1,25 = 301 \text{ kN per pali tesi}$$

In fede

ing. Gianluca Pelle