



# CITTÀ DI PIOSSASCO

C..A.P. 10045 PROVINCIA DI TORINO

P.IVA 01614770012

Tel. : 011/ 90.27.263 - 262 - Fax 011/ 90.27.269

REALIZZAZIONE NUOVI LOCULI LUNGO LA  
CINTA SUD DELL'AMPLIAMENTO CIMITERIALE

**CIMITERO COMUNALE  
COMUNE DI PIOSSASCO**

*RELAZIONE GEOTECNICA*

*AI SENSI DEL D.M. 11/03/1988 e D.M.14-01-2008*

**IL PROGETTISTA  
DELLE STRUTTURE IN C.A.**

**IL RESPONSABILE  
DEL PROCEDIMENTO**

**Marzo 2015**

## **PREMESSA**

La seguente relazione geotecnica ha come oggetto il calcolo della capacità portante e dei cedimenti relative alla realizzazione di nuovi loculi lungo la cinta sud dell'ampliamento cimiteriale del comune di PIOSSASCO (TO).

La porzione di terreno interessata dall'intervento è identificata al catasto terreni del Comune di PIOSSASCO al Foglio n. 48, particella n. 64.

L'opera consiste nella realizzazione di moduli ripetitivi di loculi con struttura portante formata da setti e solette in cemento armato, copertura in latero-cemento e travi continue di fondazioni opportunamente collegate a formare più telai chiusi.

Per ogni maggiore dettaglio in riferito all'intervento in progetto si rimanda agli elaborati architettonici e strutturali del progetto esecutivo.

L'opera in oggetto si trova in quella che, secondo la nuova classificazione sismica, della Regione PIEMONTE è definita come "zona 3", pertanto nel presente progetto viene effettuata la verifica geotecnica della capacità portante delle fondazioni con la presenza di sisma definita dalla mappatura nazionale.

## **RIFERIMENTI NORMATIVI**

I calcoli sono condotti nel pieno rispetto della normativa vigente e, in particolare, la normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo, verifica e progettazione è costituita dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, emanate con il D.M. 14/01/2008 pubblicato nel suppl. 30 G.U. 29 del 4/02/2008.

In particolare per la verifica delle fondazioni superficiali, la presente relazione è stata effettuata ai sensi del paragrafo 6.4 del DM 14/01/2008 in cui vengono previste le verifiche allo stato limite ultimo (GEO) ed allo stato limite di esercizio. Nel presente caso è stato utilizzato l'approccio 2 che implica l'utilizzo dei coefficienti (A1+M1+R3).

Per il calcolo delle strutture in oggetto si adotteranno i criteri della Geotecnica e della Scienza delle Costruzioni.

## **CALCOLO CAPACITÀ PORTANTE FONDAZIONI SUPERFICIALI**

La verifica della capacità portante consiste nel confronto tra la pressione verticale di esercizio in fondazione e la pressione limite per il terreno, valutata secondo Brinch-Hansen:

$$q_{lim} = q N_q Y_q i_q d_q b_q g_q s_q + c N_c Y_c i_c d_c b_c g_c s_c + \frac{1}{2} G B' N_g Y_g i_g b_g s_g$$

dove

Caratteristiche geometriche della fondazione:

$q$  = carico sul piano di fondazione

$B$  = lato minore della fondazione

$L$  = lato maggiore della fondazione

$D$  = profondità della fondazione

$\alpha$  = inclinazione base della fondazione

$G$  = peso specifico del terreno

$B'$  = larghezza di fondazione ridotta =  $B - 2 eB$

$L'$  = lunghezza di fondazione ridotta =  $L - 2 eL$

Caratteristiche di carico sulla fondazione:

$H$  = risultante delle forze orizzontali  
 $N$  = risultante delle forze verticali  
 $eB$  = eccentricità del carico verticale lungo  $B$   
 $eL$  = eccentricità del carico verticale lungo  $L$   
 $FhB$  = forza orizzontale lungo  $B$   
 $FhL$  = forza orizzontale lungo  $L$

Caratteristiche del terreno di fondazione:

$\alpha$  = inclinazione terreno a valle  
 $c = cu$  = coesione non drenata (condizioni  $U$ )  
 $c = c'$  = coesione drenata (condizioni  $D$ )  
 $\gamma$  = peso specifico apparente (condizioni  $U$ )  
 $\gamma = \gamma'$  = peso specifico sommerso (condizioni  $D$ )  
 $\phi = 0$  = angolo di attrito interno (condizioni  $U$ )  
 $\phi = \phi'$  = angolo di attrito interno (condizioni  $D$ )

Fattori di capacità portante:

$Nq = \tan^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}\right) \exp(\pi + \tan \phi)$  (Prandtl-Cauchot-Meyerhof)  
 $Ng = 2(Nq + 1) \tan \phi$  (Vesic)  
 $Nc = \frac{Nq - 1}{\tan \phi}$  in condizioni  $D$  (Reissner-Meyerhof)  
 $Nc = 5,14$  in condizioni  $U$

Indici di rigidezza (condizioni  $D$ ):

$Ir = \frac{G}{c' + q' \tan \phi}$  = indice di rigidezza  
 $q'$  = pressione litostatica efficace alla profondità  $D + \frac{B}{2}$   
 $G = \frac{E}{2(1 + \mu)}$  = modulo elastico tangenziale  
 $E$  = modulo elastico normale

$\mu$  = coefficiente di Poisson

$Icr = \frac{1}{2} \exp\left[\frac{3,3 - 0,45 \frac{B}{L}}{\tan(45 - \frac{\phi'}{2})}\right]$  = indice di rigidezza critico

Coefficienti di punzonamento (Vesic):

$Yq = Yg = \exp\left[\left(0,6 \frac{B}{L} - 4,4\right) \tan \phi' + \frac{3,07 \sin \phi' \log(2Ir)}{1 + \sin \phi'}\right]$  in condizioni drenate, per  $Ir \square Icr$   
 $Yc = Yq - \frac{1 - Yq}{Nq \times \tan \phi'}$

Coefficienti di inclinazione del carico (Vesic):

$ig = \left(\frac{1 - H}{N + B \times L \times c \times \cot \text{ang } \phi'}\right)^{m+1}$   
 $iq = \left(\frac{1 - H}{N + B \times L \times c \times \cot \phi'}\right)^m$

$$ic = iq - \frac{1-iq}{Nc \times \tan \phi'} \quad \text{in condizioni D}$$

$$ic = 1 - \frac{m \times H}{B \times L \times cu \times Nc} \quad \text{in condizioni U}$$

essendo:

$$m = mB \cos^2 \Theta + mL \sin^2 \Theta$$

$$mB = \frac{2 + \frac{B'}{L'}}{1 + \frac{B'}{L'}} \quad mL = \frac{2 + \frac{L'}{B'}}{1 + \frac{L'}{B'}} \quad \Theta = \tan^{-1} \frac{Fh \times B}{Fh \times L}$$

Coefficienti di affondamento del piano di posa (Brinch-Hansen):

$$dq = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \operatorname{arctg} \frac{D}{B'} \quad \text{per } D > B'$$

$$dq = 1 + 2 \frac{D}{B'} \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \quad \text{per } D \leq B'$$

$$dc = dq - \frac{1-dq}{Nc \times \tan \phi} \quad \text{in condizioni D}$$

$$dc = 1 + 0,4 \operatorname{arctg} \tan \frac{D}{B'} \quad \text{per } D > B' \text{ in condizioni U}$$

$$dc = 1 + 0,4 \frac{D}{B'} \quad \text{per } D \leq B' \text{ in condizioni U}$$

Coefficienti di inclinazione del piano di posa:

$$bg = \exp(-2,7\alpha \tan \phi)$$

$$bc = bq = \exp(-2\alpha \tan \phi) \quad \text{in condizioni D}$$

$$bc = 1 - \frac{\alpha}{147} \quad \text{in condizioni U}$$

$$bq = 1 \quad \text{in condizioni U)}$$

Coefficienti di inclinazione del terreno di fondazione:

$$gc = gq = \sqrt{1 - 0,5 \tan \beta} \quad \text{in condizioni D}$$

$$gc = 1 - \frac{\beta}{147} \quad \text{in condizioni U}$$

$$gq = 1 \quad \text{in condizioni U}$$

Coefficienti di forma (De Beer):

$$sg = 1 - 0,4 \frac{B'}{L'}$$

$$sq = 1 + \frac{B'}{L'} \tan \phi$$

$$sc = 1 + \frac{B' Nq}{L' Nc}$$

## CALCOLO DEI CEDIMENTI

Il calcolo viene eseguito sulla base della conoscenza delle tensioni nel sottosuolo.

$$\mu = \int \frac{\sigma(z)}{E} dz$$

essendo

E = modulo elastico o edometrico

$\square(z)$  = tensione verticale nel sottosuolo dovuta all'incremento di carico q

La distribuzione delle tensioni verticali viene valutata secondo l'espressione di Steinbrenner, considerando la pressione agente uniformemente su una superficie rettangolare di dimensioni B e L:

$$\sigma(z) = \frac{q}{4\pi} \left[ \frac{2 \times M \times N \times \sqrt{V} \times (V+1)}{V(V+V1)} + \left| \arctan \frac{2 \times M \times N \times \sqrt{V}}{V-V1} \right| \right]$$

con:

$$M = B / z$$

$$N = L / z$$

$$V = M^2 + N^2 + 1$$

$$V1 = (M \square N)^2$$

## **CARATTERISTICHE DEL SITO E CARICHI AGENTI**

Il calcolo geotecnica è stato effettuato tramite software di calcolo C.D.G. della STS. Il programma permette, una volta schematizzata l'opera strutturale ed indicati tutti i carichi agenti, la determinazione delle sollecitazioni agenti in fondazione nelle varie condizioni di carico allo SLU e SLE con l'applicazioni dei vari coefficienti imposti dalla normativa.

-I dati relativi al terreno in sito, sono stati desunti da relazione geologiche redatta in sito adiacente, fornita dal committente .

UNITA I) la prima unità comprende la coltre superficiale, costituita da termini a litologia limosa e limoso-sabbiosa prevalente, estese mediamente fra 0,0 m e 1,0 m dal piano campagna:

- peso di volume  $g = 19 \text{ kN/m}^3$
- coesione drenata  $c' = 0 \text{ kPa}$
- angolo di resistenza al taglio a volume costante  $\phi'_{cv} = 25^\circ$

UNITA II) gli strati sotto la seconda unità sono composti da strati ghiaioso sabbiosi, presenti con continuità anche al di sotto dell'unità precedente.

- peso di volume  $g = 19 \text{ kN/m}^3$
- coesione drenata  $c' = 0 \text{ kPa}$
- angolo di resistenza al taglio a volume costante  $\phi'_{cv} = 31^\circ$

-Pertanto si raccomanda che l'impostazione delle fondazioni venga realizzata nell'Unità II.

Sempre dalla relazione geologica si apprende che i calcoli della capacità portante possono essere eseguiti in assenza di falda in quanto è stata individuata nei sondaggi ad una profondità decisamente superiore al piano di imposta delle fondazioni.

Le sollecitazioni agenti sono state valutate direttamente con l'analisi strutturale effettuata con il programma di calcolo C.D.S. Win della S.T.S. dal progettista delle opere in cemento armato e comunicate per il calcolo geotecnica. Si riporta in allegato A le sollecitazioni agenti sulle fondazioni desunte dall'applicazione delle varie condizioni di carico.

## **CALCOLO E VERIFICHE GEOTECNICA**

L'analisi della struttura è stata eseguita con programma di calcolo a modellazione tridimensionale (C.D.G. della STS).

Il peso proprio dei muri perimetrali e delle fondazioni viene inserito in automatico dal programma di calcolo.

Il calcolo geotecnica viene effettuato considerando di impostare le fondazioni nell'unità litologica II.

Occorre evidenziare che il limite della costruzione coincide con il muro esistente del lato sud del cimitero, pertanto al fine di non danneggiare la fondazione del muro perimetrale la struttura verrà opportunamente mantenuta svincolata dalla fondazione esistente. Lo scavo per la formazione delle fondazioni dovrà comunque essere realizzato con scarpate dello scavo stabili da determinarsi secondo l'angolo di attrito del terreno superficiale.

il carico massimo agente in fondazione risulta pari a  $1.4 \text{ daN/cm}^2$

## **CONCLUSIONI**

Il calcolo geotecnica è stato condotto considerando di impostare le fondazioni del nuovo fabbricato nell'unità litologica II le cui caratteristiche tecniche sono state desunte dalla relazione geologica redatta per un area limitrofa.

I carichi agenti derivano direttamente dal calcolo strutturale e sono stati valutati considerando le varie condizioni di carico ed applicando i coefficienti definiti per l'approccio 2 (vedi tabulato di calcolo in allegato A).

Come esplicitato al paragrafo precedente la capacità portante è adeguata ai carichi agenti ed i cedimenti sono contenuti ad un massimo di 0.25 cm.

L'esame condotto nella presente relazione permette di esprimere un parere favorevole circa la fattibilità degli interventi in progetto, fatti salvi i risultati e le prescrizioni riportate nella presente.

Eventuali difformità riscontrate in sito durante l'esecuzione dovranno essere tempestivamente comunicate o valutate direttamente dalla direzione lavori.