



Ambito Distrettuale Sarnese Vesuviano
Legge 02/12/2015



PATTO PER LA CAMPANIA - SETTORE PRIORITARIO "AMBIENTE"
INTERVENTO STRATEGICO
"PIANO DELLA DEPURAZIONE E SERVIZIO IDRICO INTEGRATO"
Delibera Giunta Regionale della Campania n°732 del 13/12/2016



COMUNE DI BOSCOREALE
ESTENSIONE DELLA RETE FOGNARIA
ZONA PASSANTI



INGEGNERIA

Il Responsabile
ing. Domenico Cesare

COLLABORATORI

INT 7310

Elaborato:

A5.3

Scala:

-

PROGETTO ESECUTIVO

Titolo:

**Impianto di Sollevamento "5" (Nodo 18e)
Impianto di Sollevamento "6" (Nodo 12b)**

Relazione geotecnica e delle fondazioni

STRUTTURE
ing. Fabio Iasevoli

Revisione

0

Motivo della revisione

EMISSIONE PER APPROVAZIONE

Data

Settembre 2019

IL PROGETTISTA
ing. Domenico Cesare

IL RUP



ESTENSIONI DELLA RETE FOGNARIA

COMUNE DI BOSCOREALE – ZONA PASSANTI

CODICE INTERVENTO – INT 7310

IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO:

“5” (NODO 18E), “6” (NODO 12B)



Relazione Geotecnica e delle Fondazioni

Il progettista strutturale

Sommario

RELAZIONE GEOTECNICA E DELLE FONDAZIONI	2
NORMATIVE DI RIFERIMENTO	2
INDAGINI IN SITO E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI DI FONDAZIONE	2
CARICO LIMITE DI FONDAZIONI SUPERFICIALI SU TERRENI.....	3
Formulazione di Hansen (1970)	5
Formulazione di Vesic (1975).....	5
Formulazione di Brinch-Hansen	6
Formulazione Eurocodice 7	6
CARICO LIMITE DI FONDAZIONI SUPERFICIALI SU ROCCIA	8
VERIFICA A ROTTURA PER SCORRIMENTO DI FONDAZIONI SUPERFICIALI	9
DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI INDOTTE NEL TERRENO	9
CALCOLO DEI CEDIMENTI DELLA FONDAZIONE	10
SIMBOLOGIA ADOTTATA NEI TABULATI DI CALCOLO.....	11
Dati di carico degli elementi costituenti le fondazioni superficiali	12
Valori di calcolo della portanza per fondazioni superficiali	12
Valori di calcolo dei cedimenti per fondazioni superficiali	13
PARAMETRI DI CALCOLO	13
ARCHIVIO STRATIGRAFIE	14
ARCHIVIO TERRENI.....	15
VALORI DI CALCOLO DELLA PORTANZA PER FONDAZIONI SUPERFICIALI	15
VALORI DI CALCOLO DEI CEDIMENTI PER FONDAZIONI SUPERFICIALI.....	16
PROGETTAZIONE DELLE FONDAZIONI.....	17
CONCLUSIONI.....	33

RELAZIONE GEOTECNICA E DELLE FONDAZIONI

NORMATIVE DI RIFERIMENTO

In quanto di seguito riportato viene fatto esplicito riferimento alle seguenti Normative:

- **LEGGE n° 64 del 02/02/1974.** "Provvedimenti per le costruzioni, con particolari prescrizioni per le zone sismiche.";
- **D.M. LL.PP. del 11/03/1988.** "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.";
- **D.M. LL.PP. del 16/01/1996.** "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.";
- **Circolare Ministeriale LL.PP. n° 65/AA.GG. del 10/04/1997.** "Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. 16/01/1996.";
- **Eurocodice 1 - Parte 1** - "Basi di calcolo ed azioni sulle strutture - Basi di calcolo -.";
- **Eurocodice 7 - Parte 1** -"Progettazione geotecnica - Regole generali -.";
- **Eurocodice 8 - Parte 5** -"Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici -.";
- **D.M. 17/01/2018 - NUOVE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI**
- **Circolare n. 7 del 21/01/2019**

INDAGINI IN SITO E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI DI FONDAZIONE

La finalità della presente relazione è quella di definire il comportamento meccanico del volume di terreno (volume significativo) influenzato direttamente o indirettamente dalla costruzione di un manufatto e che a sua volta influenza il comportamento strutturale del manufatto stesso.

Le opere in c.c.a. da realizzare ricadono nel Comune di Boscoreale (NA) nella zona Passanti, precisamente nei nodi individuabili come segue: sollevamento “5” (Nodo 18e), sollevamento “6” (Nodo 12b).

Il progetto consiste nella realizzazione di strutture scatolari, come estensioni della rete fognaria esistente, atte a ospitare impianti di sollevamento delle acque reflue. Le quattro strutture hanno le seguenti caratteristiche geometriche:

- **Impianto di sollevamento “5” (Nodo 18e)**

La struttura di alloggiamento dell'impianto di sollevamento ha forma rettangolare di dimensioni in pianta pari a circa 4.50x2.40m, La vasca è costituita da pareti di spessore di 30 cm. La piastra di copertura ha spessore 30cm. I gusci di fondazione, di spessore 40cm, sono posti a circa quota 26.30mslm e 25.05mslm.

- **Impianto di sollevamento “6” (Nodo 12b)**

La struttura di alloggiamento dell'impianto di sollevamento ha forma rettangolare di dimensioni in pianta pari a circa 4.50x2.40m, La vasca è costituita da pareti di spessore di 30 cm. La piastra di copertura ha spessore 30cm. I gusci di fondazione, di spessore 40cm, sono posti a circa quota 38.99 mslm e 37.24 mslm.

Di seguito si illustrano i risultati delle indagini geologiche eseguite, nonché l'interpretazione dei risultati ottenuti. Dal quadro generale in tal modo scaturito si definiscono le caratteristiche della fondazione da adottare ed il modello da utilizzare per le elaborazioni relative alla interazione sovrastruttura-fondazione e fondazione-terreno. Le prove penetrometriche, in generale, hanno lo scopo di ricostruire la stratigrafia (da un punto di vista meccanico) del sottosuolo, evidenziando strati a diverso “stato di addensamento” e quindi individuare la posizione di strati più compatti da utilizzare come possibili idonei piani di posa fondale.

Per quanto riguarda specificamente gli aspetti geosismici, il parametro fisico che è risultato essere più significativo e contemporaneamente facilmente misurabile è il Modulo di Taglio Dinamico G, ovvero la Velocità delle onde sismiche trasversali Vs che caratterizzano il pacco di terreno più superficiale.

Il sito d'interesse, ossia Boscoreale (NA) è ubicato nella zona della Piana del Sarno, compresa tra il Somma Vesuvio a Nord, i monti di Sarno a NE, e monti Lattari a Sud e il mar Tirreno a Ovest, e che costituisce la porzione meridionale della più ampia Piana Campana. Per tanto la cui morfologia del territorio risulta alquanto variegata in quanto condizionata dalla litologia dei terreni affioranti. Si passa, infatti come già detto, da un ambito montuoso imponente, ad uno di tipo collinare, della stessa natura, rappresentato dalle propaggini meridionali dei Monti di Sarno (dorsale di Monte Torricchio) a nord, ad aree pianeggianti di origine alluvionale. Queste ultime coprono la gran parte del territorio comunale con pendenze da 0 a 20% e risultano spesso molto urbanizzate.

- Il modello rappresentativo delle velocità con le profondità, inserisce l'area in una classe di sito di tipo **B** (D.M. 14/01/2008); per quanto riguarda le condizioni topografiche, l'area in oggetto è classificata come **T1**;
- Nel corso dei sopralluoghi e delle indagini, non sono emerse presenze di cavità nel sottosuolo.

La stratigrafia e le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni verranno esplicitate nel corso della relazione

Di seguito si riportano alcuni cenni teorici relativi alle modalità di calcolo implementate e la descrizione della simbologia adottata nei tabulati.

CARICO LIMITE DI FONDAZIONI SUPERFICIALI SU TERRENI

Per la determinazione del carico limite del complesso terreno-fondazione (inteso come valore asintotico del diagramma carico-cedimento) si fa riferimento a due principali meccanismi di rottura: il "meccanismo generale" e quello di "punzonamento". Il primo è caratterizzato dalla formazione di una superficie di scorrimento: il terreno sottostante la fondazione rifluisce lateralmente e verso l'alto, conseguentemente il terreno circostante la fondazione è interessato da un meccanismo di sollevamento ed emersione della superficie di scorrimento. Il secondo meccanismo è caratterizzato dall'assenza di una superficie di scorrimento ben definita: il terreno sotto la fondazione si comprime ed in corrispondenza della superficie del terreno circostante la fondazione si osserva un abbassamento generalizzato. Quest'ultimo meccanismo non consente una precisa individuazione del carico limite in quanto la curva cedimenti-carico applicato non raggiunge mai un valore asintotico ma cresce indefinitamente. Vesic ha studiato il fenomeno della rottura per punzonamento assimilando il terreno ad un mezzo elasto-plastico e la rottura per carico limite all'espansione di una cavità cilindrica. In questo caso il fenomeno risulta retto da un indice di rigidezza "I_r" così definito:

$$I_r = \frac{G}{c' + \sigma' \cdot tg(\varphi)}$$

Per la determinazione del modulo di rigidezza a taglio si utilizzeranno le seguenti relazioni:

$$G = \frac{E}{2 \cdot (1 + \nu)}; \quad E = E_{ed} \frac{1 - \nu - 2 \cdot \nu^2}{1 - \nu}; \quad \nu = \frac{k_0}{1 + k_0}; \quad k_0 = 1 - \text{sen}(\varphi).$$

L'indice di rigidezza viene confrontato con l'indice di rigidezza critico "I_{r,crit}":

$$I_{r,crit} = \frac{e^{\left[\left(3.3 - 0.45 \frac{B}{L} \right) \cdot \text{ctg} \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \right]}}{2}$$

La rottura per punzonamento del terreno di fondazione avviene quando l'indice di rigidezza è minore di quello critico. Tale teoria comporta l'introduzione di coefficienti correttivi all'interno della formula trinomia del carico limite detti "coefficienti di punzonamento" i quali sono funzione dell'indice di rigidezza, dell'angolo d'attrito e della geometria dell'elemento di fondazione. La loro espressione è la seguente:

- se $I_r < I_{r,crit}$ si ha :

$$\Psi_\gamma = \Psi_q = e^{\left[\left(0.6 \frac{B}{L} - 4.4 \right) \cdot \text{tg}(\varphi) + \frac{3.07 \cdot \text{sen}(\varphi) \log_{10}(2 \cdot I_r)}{1 + \text{sen}(\varphi)} \right]} \quad \text{se } \varphi = 0 \Rightarrow \Psi_\gamma = \Psi_q = 1$$

$$\Psi_c = \Psi_q - \frac{1 - \Psi_q}{N_c \cdot \text{tg}(\varphi)} \quad \text{se } \varphi = 0 \Rightarrow \Psi_c = 0.32 + 0.12 \cdot \frac{B}{L} + 0.6 \cdot \log_{10}(I_r)$$

- se $I_r > I_{r,crit}$ si ha che $\Psi_\gamma = \Psi_q = \Psi_c = 1$.

Il significato dei simboli adottati nelle equazioni sopra riportate è il seguente:

- E_{ed} modulo edometrico del terreno sottostante la fondazione
- ν coefficiente di Poisson del terreno sottostante la fondazione
- k₀ coefficiente di spinta a riposo del terreno sottostante la fondazione
- φ angolo d'attrito efficace del terreno sottostante il piano di posa
- c' coesione (espressa in termini di tensioni efficaci)
- σ' tensione litostatica effettiva a profondità D+B/2
- L luce delle singole travi di fondazione
- D profondità del piano di posa della fondazione a partire dal piano campagna
- B larghezza della trave di fondazione

Definito il meccanismo di rottura, il calcolo del carico limite viene eseguito modellando il terreno come un mezzo rigido perfettamente plastico con la seguente espressione:

$$q_{ult} = \gamma_1 \cdot D \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot \Psi_q + c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot \Psi_c + \gamma_2 \cdot \frac{B}{2} \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot \Psi_\gamma \cdot r_\gamma.$$

Il significato dei termini presenti nella relazione trinomia sopra riportata è il seguente:

- N_q, N_c, N_γ, fattori adimensionali di portanza funzione dell'angolo d'attrito interno φ del terreno
- s_q, s_c, s_γ, coefficienti che rappresentano il fattore di forma
- d_q, d_c, d_γ, coefficienti che rappresentano il fattore dell'approfondimento
- i_q, i_c, i_γ, coefficienti che rappresentano il fattore di inclinazione del carico
- γ₁ peso per unità di volume del terreno sovrastante il piano di posa
- γ₂ peso per unità di volume del terreno sottostante il piano di posa

Per fondazioni aventi larghezza modesta si dimostra che il terzo termine non aumenta indefinitamente e per valori elevati di "B", sia secondo Vesic che secondo de Beer, il valore limite è prossimo a quello di una fondazione profonda. Bowles per fondazioni di larghezza maggiore di 2.00 metri propone il seguente fattore riduttivo:

$$r_\gamma = 1 - 0.25 \cdot \log_{10} \left(\frac{B}{2} \right) \quad \text{dove "B" va espresso in metri.}$$

Questa relazione risulta particolarmente utile per fondazioni larghe con rapporto D/B basso (platee e simili), caso nel quale il terzo termine dell'equazione trinomia è predominante.

Nel caso di carico eccentrico Meyerhof consiglia di ridurre le dimensioni della superficie di contatto (A_f) tra fondazione e terreno (B, L) in tutte le formule del calcolo del carico limite. Tale riduzione è espressa dalle seguenti relazioni:

$$B_{rid} = B - 2 \cdot e_B \quad L_{rid} = L - 2 \cdot e_L \quad \text{dove } e_B, e_L \text{ sono le eccentricità relative alle dimensioni in esame.}$$

L'equazione trinomia del carico limite può essere risolta secondo varie formulazioni, di seguito si riportano quelle che sono state implementate:

Formulazione di Hansen (1970)

$$N_q = \text{tg}^2 \left(\frac{90^\circ + \varphi}{2} \right) \cdot e^{\pi \cdot \text{tg}(\varphi)} \quad N_\gamma = 1.5 \cdot (N_q - 1) \cdot \text{tg}(\varphi) \quad N_c = (N_q - 1) \cdot \text{ctg}(\varphi)$$

- se $\varphi \neq 0$ si ha:

$$s_q = 1 + \frac{B}{L} \cdot \text{tg}(\varphi) \quad s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot \frac{B}{L} \quad s_c = 1 + \frac{N_q \cdot B}{N_c \cdot L}$$

$$d_q = 1 + 2 \cdot \text{tg}(\varphi) \cdot (1 - \text{sen}(\varphi))^2 \cdot \Theta \quad d_\gamma = 1.0 \quad d_c = 1 + 0.4 \cdot \Theta$$

$$\text{dove: se } \frac{D}{B} \leq 1 \Rightarrow \Theta = \frac{D}{B}, \text{ se } \frac{D}{B} > 1 \Rightarrow \Theta = \text{arctg} \left(\frac{D}{B} \right)$$

$$i_q = \left[1 - \frac{0.5 \cdot H}{V + A_f \cdot c_a \cdot \text{ctg}(\varphi)} \right]^{\alpha_1} \quad i_\gamma = \left[1 - \frac{0.7 \cdot H}{V + A_f \cdot c_a \cdot \text{ctg}(\varphi)} \right]^{\alpha_2} \quad i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$$

- se $\varphi = 0$ si ha:

$$s_q = 1.0 \quad s_\gamma = 1.0 \quad s_c = 1 + 0.2 \cdot \frac{B}{L}$$

$$d_q = 1.0 \quad d_\gamma = 1.0 \quad d_c = 1 + 0.4 \cdot \Theta$$

$$i_q = 1.0 \quad i_\gamma = 1.0 \quad i_c = 0.5 \cdot \left(1 + \sqrt{1 - \frac{H}{A_f \cdot c_a}} \right)$$

Formulazione di Vesic (1975)

$$N_q = \text{tg}^2 \left(\frac{90^\circ + \varphi}{2} \right) \cdot e^{\pi \cdot \text{tg}(\varphi)} \quad N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \text{tg}(\varphi) \quad N_c = (N_q - 1) \cdot \text{ctg}(\varphi)$$

- se $\varphi \neq 0$ si ha:

$$s_q = 1 + \frac{B}{L} \cdot \text{tg}(\varphi) \quad s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot \frac{B}{L} \quad s_c = 1 + \frac{N_q \cdot B}{N_c \cdot L}$$

$$d_q = 1 + 2 \cdot \text{tg}(\varphi) \cdot (1 - \text{sen}(\varphi))^2 \cdot \Theta \quad d_\gamma = 1.0 \quad d_c = 1 + 0.4 \cdot \Theta$$

$$\text{dove: se } \frac{D}{B} \leq 1 \Rightarrow \Theta = \frac{D}{B}, \text{ se } \frac{D}{B} > 1 \Rightarrow \Theta = \text{arctg} \left(\frac{D}{B} \right)$$

$$i_q = \left[1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cdot ctg(\varphi)} \right]^m \quad i_\gamma = \left[1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cdot ctg(\varphi)} \right]^{m+1} \quad i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$$

$$\text{dove: } m = m_B = \frac{2 + \frac{B}{L}}{1 + \frac{B}{L}} \quad m = m_L = \frac{2 + \frac{L}{B}}{1 + \frac{L}{B}}$$

- se $\varphi = 0$ si ha:

$$s_q = 1.0 \quad s_\gamma = 1.0 \quad s_c = 1 + 0.2 \cdot \frac{B}{L}$$

$$d_q = 1.0 \quad d_\gamma = 1.0 \quad d_c = 1 + 0.4 \cdot \Theta$$

$$i_q = 1.0 \quad i_\gamma = 1.0 \quad i_c = 1 - \frac{m \cdot H}{A_f \cdot c_a \cdot N_c}$$

Formulazione di Brinch-Hansen

$$N_q = tg^2 \left(\frac{90^\circ + \varphi}{2} \right) \cdot e^{\pi \cdot tg(\varphi)} \quad N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot tg(\varphi) \quad N_c = (N_q - 1) \cdot ctg(\varphi)$$

- se $\varphi \neq 0$ si ha:

$$s_q = 1 + 0.1 \cdot \frac{B \cdot (1 + \text{sen}(\varphi))}{L \cdot (1 - \text{sen}(\varphi))} \quad s_\gamma = 1 + 0.1 \cdot \frac{B \cdot (1 + \text{sen}(\varphi))}{L \cdot (1 - \text{sen}(\varphi))} \quad s_c = 1 + 0.2 \cdot \frac{B \cdot (1 + \text{sen}(\varphi))}{L \cdot (1 - \text{sen}(\varphi))}$$

$$d_q = 1 + 2 \cdot tg(\varphi) \cdot (1 - \text{sen}(\varphi))^2 \cdot \Theta \quad d_\gamma = 1.0 \quad d_c = d_q - \frac{1 - d_q}{N_c \cdot tg(\varphi)}$$

$$\text{dove: se } \frac{D}{B} \leq 1 \Rightarrow \Theta = \frac{D}{B}, \text{ se } \frac{D}{B} > 1 \Rightarrow \Theta = \text{arctg} \left(\frac{D}{B} \right)$$

$$i_q = \left[1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cdot ctg(\varphi)} \right]^m \quad i_\gamma = \left[1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cdot ctg(\varphi)} \right]^{m+1} \quad i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$$

$$\text{dove: } m = m_B = \frac{2 + \frac{B}{L}}{1 + \frac{B}{L}} \quad m = m_L = \frac{2 + \frac{L}{B}}{1 + \frac{L}{B}}$$

- se $\varphi = 0$ si ha:

$$s_q = 1.0 \quad s_\gamma = 1.0 \quad s_c = 1 + 0.2 \cdot \frac{B}{L}$$

$$d_q = 1.0 \quad d_\gamma = 1.0 \quad d_c = 1 + 0.4 \cdot \Theta$$

$$i_q = 1.0 \quad i_\gamma = 1.0 \quad i_c = 1 - \frac{m \cdot H}{A_f \cdot c_a \cdot N_c}$$

Formulazione Eurocodice 7

$$N_q = tg^2 \left(\frac{90^\circ + \varphi}{2} \right) \cdot e^{\pi \cdot tg(\varphi)} \quad N_\gamma = 2 \cdot (N_q - 1) \cdot tg(\varphi) \quad N_c = (N_q - 1) \cdot ctg(\varphi)$$

- se $\varphi \neq 0$ si ha:

$$s_q = 1 + \frac{B}{L} \cdot \text{sen}(\varphi) \quad s_\gamma = 1 - 0.3 \cdot \frac{B}{L} \quad s_c = \frac{s_q \cdot (N_q - 1)}{N_q - 1}$$

$$d_q = 1 + 2 \cdot \text{tg}(\varphi) \cdot (1 - \text{sen}(\varphi))^2 \cdot \Theta \quad d_\gamma = 1.0 \quad d_c = 1 + 0.4 \cdot \Theta$$

dove: se $\frac{D}{B} \leq 1 \Rightarrow \Theta = \frac{D}{B}$, se $\frac{D}{B} > 1 \Rightarrow \Theta = \text{arctg}\left(\frac{D}{B}\right)$

- se H è parallela al lato B si ha:

$$i_q = \left[1 - \frac{0.7 \cdot H}{V + A_f \cdot c_a \cdot \text{ctg}(\varphi)} \right]^3 \quad i_\gamma = \left[1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cdot \text{ctg}(\varphi)} \right]^3 \quad i_c = \frac{i_q \cdot N_q - 1}{N_q - 1}$$

- se H è parallela al lato L si ha:

$$i_q = 1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cdot \text{ctg}(\varphi)} \quad i_\gamma = 1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cdot \text{ctg}(\varphi)} \quad i_c = \frac{i_q \cdot N_q - 1}{N_q - 1}$$

- se $\varphi = 0$ si ha:

$$s_q = 1.0 \quad s_\gamma = 1.0 \quad s_c = 1 + 0.2 \cdot \frac{B}{L}$$

$$d_q = 1.0 \quad d_\gamma = 1.0 \quad d_c = 1 + 0.4 \cdot \Theta$$

$$i_q = 1.0 \quad i_\gamma = 1.0 \quad i_c = 0.5 \cdot \left(1 + \sqrt{1 - \frac{H}{A_f \cdot c_a}} \right)$$

Si ricorda che per le relazioni sopra riportate nel caso in cui $\varphi = 0 \Rightarrow N_q = 1.0$, $N_\gamma = 1.0$ e $N_c = 2 + \pi$.

Il significato dei termini presenti nelle relazioni su descritte è il seguente:

- V componente verticale del carico agente sulla fondazione
- H componente orizzontale del carico agente sulla fondazione (sia lungo B che lungo L)
- c_a adesione fondazione-terreno (valore variabile tra il 60% e 100% della coesione)
- α_1, α_2 esponenti di potenza che variano tra 2 e 5

Nel caso in cui il cuneo di fondazione sia interessato da falda idrica il valore di γ_2 nella formula trinomia assume la seguente espressione:

$$\gamma_2 = \frac{\gamma \cdot z + \gamma_{sat} \cdot (h_c - z)}{h_c} \quad h_c = \frac{B}{2} \cdot \text{tg}\left(\frac{90 + \varphi}{2}\right)$$

dove i termini dell'espressione hanno il seguente significato:

- γ peso per unità di volume del terreno sottostante il piano di posa
- γ_{sat} peso per unità di volume saturo del terreno sottostante il piano di posa
- z profondità della falda dal piano di posa
- h_c altezza del cuneo di rottura della fondazione

Tutto ciò che è stato detto sopra è valido nell'ipotesi di terreno con caratteristiche geotecniche omogenee. Nella realtà i terreni costituenti il piano di posa delle fondazioni sono quasi sempre composti, o comunque riconducibili, a formazioni di terreno omogenee di spessore variabile che si sovrappongono (caso di terreni stratificati). In queste condizioni i parametri vengono determinati con la seguente procedura:

- viene determinata l'altezza del cuneo di rottura in funzione delle caratteristiche geotecniche degli strati attraversati; quindi si determinano il numero degli strati interessati da esso

- in corrispondenza di ogni superficie di separazione, partendo da quella immediatamente sottostante il piano di posa della fondazione, fino a raggiungere l'altezza del cuneo di rottura, viene determinata la capacità portante di ogni singolo strato come somma di due valori: il primo dato dall'applicazione della formula trinomia alla quota i -esima dello strato; il secondo dato dalla resistenza al punzonamento del terreno sovrastante lo strato in esame
- il minimo di questi due valori sarà assunto come valore massimo della capacità portante della fondazione stratificata

Si può formulare il procedimento anche in forma analitica:

$$q'_{ult} = [q''_{ult} + q_{resT}]_{\min} = \left[q''_{ult} + \frac{p}{A_f} (P_V \cdot K_s \cdot \operatorname{tg}(\varphi) + d \cdot c) \right]_{\min}$$

dove i termini dell'espressione hanno il seguente significato:

- q''_{ult} carico limite per un'ipotetica fondazione posta alla quota dello strato interessato
- p perimetro della fondazione
- P_V spinta verticale del terreno dal piano di posa allo strato interessato
- K_s coefficiente di spinta laterale del terreno
- d distanza dal piano di posa allo strato interessato

CARICO LIMITE DI FONDAZIONI SUPERFICIALI SU ROCCIA

Per la determinazione del carico limite nel caso di presenza di ammasso roccioso bisogna valutare molto attentamente il grado di solidità della roccia stessa. Tale valutazione viene in genere eseguita stimando l'indice *RQD* (Rock Quality Designation) che rappresenta una misura della qualità di un ammasso roccioso. Tale indice può variare da un minimo di 0 (caso in cui la lunghezza dei pezzi di roccia estratti dal carotiere è inferiore a 100 mm) ad un massimo di 1 (caso in cui la carota risulta integra) ed è calcolato nel seguente modo:

$$RQD = \frac{\sum \text{lunghezze dei pezzi di roccia intatta} > 100\text{mm}}{\text{lunghezza del carotiere}}$$

Se il valore di *RQD* è molto basso la roccia è molto fratturata ed il calcolo della capacità portante dell'ammasso roccioso va condotto alla stregua di un terreno sciolto utilizzando tutte le formulazioni sopra descritte.

Per ricavare la capacità portante di rocce non assimilabili ad ammassi di terreno sciolto sono state implementate due formulazioni: quella di Terzaghi (1943) e quella di Stagg-Zienkiewicz (1968), entrambe correlate all'indice *RQD*. In definitiva il valore della capacità portante sarà espresso dalla seguente relazione:

$$q'_{ult} = q''_{ult} \cdot RQD^2$$

dove i termini dell'espressione hanno il seguente significato:

- q'_{ult} carico limite dell'ammasso roccioso
- q''_{ult} carico limite calcolato alla Terzaghi o alla Stagg-Zienkiewicz

In questo caso l'equazione trinomia del carico limite assume la seguente forma:

$$q''_{ult} = \gamma_1 \cdot D \cdot N_q + c \cdot N_c \cdot s_c + \gamma_2 \cdot \frac{B}{2} \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma$$

I termini presenti nell'equazione hanno lo stesso significato già visto in precedenza; i coefficienti di forma assumeranno i seguenti valori:

$s_c = 1.0$ per fondazioni di tipo nastroforme

$s_c = 1.3$ per fondazioni di tipo quadrato;

$s_\gamma = 1.0$ per fondazioni di tipo nastriforme $s_\gamma = 0.8$ per fondazioni di tipo quadrato.

I fattori adimensionali di portanza a seconda della formulazione adottata saranno:

Formulazione di Terzaghi (1943)

$$N_q = \frac{e^{2 \cdot \left(0.75 \cdot \pi - \frac{\varphi}{2}\right) \cdot \text{tg}(\varphi)}}{2 \cdot \cos^2\left(\frac{90^\circ + \varphi}{2}\right)} \quad N_\gamma = \frac{\text{tg}(\varphi)}{2} \left(\frac{K_{p\gamma}}{\cos^2(\varphi)} - 1 \right) \quad N_c = (N_q - 1) \cdot \text{ctg}(\varphi)$$

se $\varphi = 0 \Rightarrow N_c = 1.5 \cdot \pi + 1$

φ	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
$K_{p\gamma}$	10.8	12.2	14.7	18.6	25.0	35.0	52.0	82.0	141.0	298.0	800.0

Formulazione di Stagg-Zienkiewicz (1968)

$$N_q = \text{tg}^6\left(\frac{90^\circ + \varphi}{2}\right) \quad N_\gamma = N_q + 1 \quad N_c = 5 \cdot \text{tg}^4\left(\frac{90^\circ + \varphi}{2}\right)$$

VERIFICA A ROTTURA PER SCORRIMENTO DI FONDAZIONI SUPERFICIALI

Se il carico applicato alla base della fondazione non è normale alla stessa bisogna effettuare anche una verifica per rottura a scorrimento. Rispetto al collasso per scorrimento la resistenza offerta dal sistema fondale viene valutata come somma di due componenti: la prima derivante dall'attrito fondazione-terreno, la seconda derivante dall'adesione. In generale, oltre a queste due componenti, può essere tenuto in conto anche l'effetto della spinta passiva del terreno di ricoprimento esercita sulla fondazione fino ad un massimo del 30%. La formulazione analitica della verifica può essere esposta nel seguente modo:

$$T_{Sd} \leq T_{Rd} = N_{Sd} \cdot \text{tg}(\delta) + A_f \cdot c_a + S_p \cdot f_{Sp}$$

dove i termini dell'espressione hanno il seguente significato:

- T_{Sd} componente orizzontale del carico agente sulla fondazione (sia lungo B che lungo L)
- N_{Sd} componente verticale del carico agente sulla fondazione
- c_a adesione fondazione-terreno (valore variabile tra il 60% e 100% della coesione)
- δ angolo d'attrito fondazione-terreno (valore variabile tra il 60% e 100% della coesione)
- S_p spinta passiva del terreno di ricoprimento della fondazione
- f_{Sp} percentuale di partecipazione della spinta passiva
- A_f superficie di contatto del piano di posa della fondazione

La verifica deve essere effettuata sia per componenti taglianti parallele alla base della fondazione che per quelle ortogonali.

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI INDOTTE NEL TERRENO

Ai fini del calcolo dei cedimenti è essenziale conoscere lo stato tensionale indotto nel terreno a varie profondità da un carico applicato in superficie. Tale determinazione viene eseguita ipotizzando che il terreno si comporti come un mezzo continuo, elastico-lineare, omogeneo e isotopo. Tale assunzione, utilizzata per la determinazione della variazione delle tensioni verticali dovuta all'applicazione di un carico in superficie, è confortata dalla letteratura (Morgenstern e Phukan) perché la non linearità del materiale poco influenza la

distribuzione delle tensioni verticali. Per ottenere un profilo verticale di pressioni si possono utilizzare tre metodi di calcolo: quello di Boussinesq, quello di Westergaard oppure quello di Mindlin; tutti basati sulla teoria del continuo elastico. Il metodo di Westergaard differisce da quello di Boussinesq per la presenza del coefficiente di Poisson "ν", quindi si adatta meglio ai terreni stratificati. Il metodo di Mindlin differisce dai primi due per la possibilità di posizionare il carico all'interno del continuo elastico mentre i primi due lo pongono esclusivamente sulla frontiera quindi si presta meglio al caso di fondazioni molto profonde. Nel caso di fondazioni poste sulla frontiera del continuo elastico il metodo di Mindlin risulta equivalente a quello di Boussinesq. Le espressioni analitiche dei tre metodi di calcolo sono:

$$\text{Boussinesq} \Rightarrow \Delta\sigma_v = \frac{3 \cdot Q \cdot z^3}{2 \cdot \pi \cdot (r^2 + z^2)^{\frac{5}{2}}} \quad \text{Westergaard} \Rightarrow \Delta\sigma_v = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot z^2} \cdot \frac{\sqrt{\frac{1-2 \cdot \nu}{2-2 \cdot \nu}}}{\left(\frac{1-2 \cdot \nu}{2-2 \cdot \nu} + \frac{r^2}{z^2}\right)^{\frac{3}{2}}}$$

dove i termini dell'espressioni hanno il seguente significato:

- Q carico puntiforme applicato sulla frontiera del mezzo
- r proiezione orizzontale della distanza del punto di applicazione del carico dal punto in esame
- z proiezione verticale della distanza del punto di applicazione del carico dal punto in esame

$$\text{Mindlin} \Rightarrow \Delta\sigma_v = \frac{Q}{8 \cdot \pi \cdot (1-\nu) \cdot D^2} \left(-\frac{(1-2 \cdot \nu) \cdot (m-1)}{A^3} + \frac{(1-2 \cdot \nu) \cdot (m-1)}{B^3} - \frac{3 \cdot (m-1)^3}{A^5} - \frac{30 \cdot m \cdot (m+1)^3}{B^7} - \frac{3 \cdot (3-4 \cdot \nu) \cdot m \cdot (m+1)^2 - 3 \cdot (m+1) \cdot (5 \cdot m-1)}{B^5} \right)$$

$$n = \frac{r}{D}; \quad m = \frac{z}{D}; \quad A^2 = n^2 + (m-1)^2; \quad B^2 = n^2 + (m+1)^2$$

dove i termini dell'espressioni hanno il seguente significato:

- Q carico puntiforme applicato sulla frontiera o all'interno del mezzo
- D proiezione verticale della distanza del punto di applicazione del carico dalla frontiera del mezzo
- r proiezione orizzontale della distanza del punto di applicazione del carico dal punto in esame
- z proiezione verticale della distanza del punto di applicazione del carico dal punto in esame

Basandosi sulle ben note equazioni ricavate per un carico puntiforme, l'algoritmo implementato esegue un'integrazione delle equazioni di cui sopra lungo la verticale di ogni punto notevole degli elementi fondali estesa a tutte le aree di carico presenti sulla superficie del terreno; questo consente di determinare la variazione dello stato tensionale verticale "Δσ_v". Bisogna sottolineare che, nel caso di pressione, "Q" va definito come "pressione netta", ossia la pressione in eccesso rispetto a quella geostatica esistente che può essere sopportata con sicurezza alla profondità "D" del piano di posa delle fondazioni. Questo perché i cedimenti sono causati solo da incrementi netti di pressione che si aggiungono all'esistente pressione geostatica.

CALCOLO DEI CEDIMENTI DELLA FONDAZIONE

La determinazione dei cedimenti delle fondazioni assume una rilevanza notevole per il manufatto da realizzarsi, in special modo nella fase di esercizio. Nell'evolversi della fase di cedimento il terreno passa da uno stato di sforzo corrente dovuto al peso proprio ad uno nuovo dovuto all'effetto del carico addizionale applicato. Questa variazione dello stato tensionale produce una serie di movimenti di rotolamento e scorrimento relativo tra i granuli del terreno, nonché deformazioni elastiche e rotture delle particelle costituenti il mezzo localizzate in una

limitata zona d'influenza a ridosso dell'area di carico. L'insieme di questi fenomeni costituisce il cedimento che nel caso in esame è verticale. Nonostante la frazione elastica sia modesta, l'esperienza ha dimostrato che ai fini del calcolo dei cedimenti modellare il terreno come materiale pseudoelastico permette di ottenere risultati soddisfacenti. In letteratura sono descritti diversi metodi per il calcolo dei cedimenti ma si ricorda che, qualunque sia il metodo di calcolo, la determinazione del valore del cedimento deve intendersi come la miglior stima delle deformazioni subite dal terreno da attendersi all'applicazione dei carichi. Nel seguito vengono descritte le teorie implementate:

Metodo edometrico, che si basa sulla nota relazione:

$$w_{ed} = \sum_{i=1}^n \frac{\Delta\sigma_{v,i}}{E_{ed,i}} \cdot \Delta z_i$$

dove i termini dell'espressioni hanno il seguente significato:

- $\Delta\sigma_{v,i}$ variazione dello stato tensionale verticale alla profondità "z_i" dello strato i-esimo per l'applicazione del carico
- $E_{ed,i}$ modulo edometrico del terreno relativo allo strato i-esimo
- Δz_i spessore dello strato i-esimo

Si ricorda che questo metodo si basa sull'ipotesi edometrica quindi l'accuratezza del risultato è maggiore quando il rapporto tra lo spessore dello strato deformabile e la dimensione in pianta delle fondazioni è ridotto, tuttavia il metodo edometrico consente una buona approssimazione anche nel caso di strati deformabili di spessore notevole.

Metodo dell'elasticità, che si basa sulle note relazioni:

$$w_{imp.} = \sum_{i=1}^n \frac{\Delta\sigma_{v,i}}{E_i} \cdot \Delta z_i \quad w_{Lib.} = \sum_{i=1}^n \frac{\Delta\sigma_{v,i}}{E_i} \cdot \frac{1-2 \cdot \nu^2}{1-\nu} \cdot \Delta z_i$$

dove i termini dell'espressioni hanno il seguente significato:

- $w_{imp.}$ cedimento in condizioni di deformazione laterale impedita
- $w_{Lib.}$ cedimento in condizioni di deformazione laterale libera
- $\Delta\sigma_{v,i}$ variazione stato tensionale verticale alla profondità "z_i" dello strato i-esimo per l'applicazione del carico
- E_i modulo elastico del terreno relativo allo strato i-esimo
- Δz_i spessore dello strato i-esimo

La doppia formulazione adottata consente di ottenere un intervallo di valori del cedimento elastico per la fondazione in esame (valore minimo per $w_{imp.}$ e valore massimo per $w_{Lib.}$).

SIMBOLOGIA ADOTTATA NEI TABULATI DI CALCOLO

Per maggior chiarezza nella lettura dei tabulati di calcolo viene riportata la descrizione dei simboli principali utilizzati nella stesura degli stessi. Per comodità di lettura la legenda è suddivisa in paragrafi con la stessa modalità in cui sono stampati i tabulati di calcolo.

Dati geometrici degli elementi costituenti le fondazioni superficiali per tipologie travi e plinti superficiali:

- Indice Strat. indice della stratigrafia associata all'elemento
- Prof. Fon. profondità del piano di posa dell'elemento a partire dal piano campagna

- Base larghezza della sezione trasversale dell'elemento
- Altezza altezza della sezione trasversale dell'elemento
- Lung. Elem. dimensione dello sviluppo longitudinale dell'elemento
- Lung. Travata nel caso l'elemento appartenga ad un macroelemento, rappresenta la dimensione dello sviluppo longitudinale del macroelemento per tipologia platea:
- Indice Strat. indice della stratigrafia associata all'elemento
- Prof. Fon. profondità del piano di posa dell'elemento dal piano campagna
- Dia. Eq. diametro del cerchio equivalente alla superficie dell'elemento
- Spessore spessore dell'elemento
- Superficie superficie dell'elemento
- Vert. Elem. Numero dei vertici che costituiscono l'elemento
- Macro nel caso l'elemento appartenga ad un macroelemento, rappresenta il numero del macroelemento

Nel caso si avesse scelto di determinare la portanza anche per gli elementi platea è presente un ulteriore riga nella quale sono riportate le caratteristiche geometriche del plinto equivalente alla macro/platea in esame.

Dati di carico degli elementi costituenti le fondazioni superficiali

Per tipologia platea:

Cmb	numero della combinazione di carico
Tipologia	tipologia della combinazione di carico
Sismica	flag per l'applicazione della riduzione sismica alle caratteristiche meccaniche del terreno di fondazione per la combinazione di carico in esame
Press. N1	tensione di contatto tra terreno e fondazione nel vertice n° 1 dell'elemento
Press. N2	tensione di contatto tra terreno e fondazione nel vertice n° 2 dell'elemento
Press. N3	tensione di contatto tra terreno e fondazione nel vertice n° 3 dell'elemento
Press. N4	tensione di contatto tra terreno e fondazione nel vertice n° 4 dell'elemento
S.Taglio X	sforzo di taglio agente sul piano di fondazione in direzione parallela all'asse X del riferimento globale
S.Taglio Y	sforzo di taglio agente sul piano di fondazione in direzione parallela all'asse Y del riferimento globale

Nel caso si avesse scelto di determinare la portanza anche per gli elementi platea è presente un ulteriore riga nella quale sono riportate le macroazioni (integrale delle azioni applicate sui singoli elementi che compongono la platea) agenti sul plinto equivalente alla macro/platea in esame.

Valori di calcolo della portanza per fondazioni superficiali

Cmb	numero della combinazione di carico
Qlim	capacità portante totale data dalla somma di $Q_{lim\ q}$, $Q_{lim\ g}$, $Q_{lim\ c}$ e di $Q_{res\ P}$ (nel caso in cui si operi alle tensioni ammissibili corrisponde alla portanza ammissibile)
$Q_{lim\ q}$	termine relativo al sovraccarico della formula trinomia per il calcolo della capacità portante (nel caso in cui si operi alle tensioni ammissibili corrisponde alla relativa parte della portanza ammissibile)

$Q_{lim\ g}$ termine relativo alla larghezza della base di fondazione della formula trinomia per il calcolo della capacità portante (nel caso in cui si operi alle tensioni ammissibili corrisponde alla relativa parte della portanza ammissibile)

$Q_{lim\ c}$ termine relativo alla coesione della formula trinomia per il calcolo della capacità portante (nel caso in cui si operi alle tensioni ammissibili corrisponde alla relativa parte della portanza ammissibile)

$Q_{res\ P}$ termine relativo alla resistenza al punzonamento del terreno sovrastante lo strato di rottura. Diverso da zero solo nel caso di terreni stratificati dove lo strato di rottura è diverso dal primo (nel caso in cui si operi alle tensioni ammissibili corrisponde alla relativa parte della portanza ammissibile)

Q_{max} / Q_{lim} rapporto tra il massimo valore della distribuzione tensionale di contatto tra terreno ed elemento fondale ed il valore della capacità portante (verifica positiva se il rapporto è < 1.0).

T_{Blim} valore limite della resistenza a scorrimento in direzione parallela alla sezione trasversale dell'elemento

T_B / T_{Blim} rapporto tra lo sforzo di taglio agente ed il valore limite della resistenza a scorrimento in direzione parallela alla sezione trasversale dell'elemento (verifica positiva se il rapporto è < 1.0)

T_{Llim} valore limite della resistenza a scorrimento in direzione parallela allo sviluppo longitudinale dell'elemento

T_L / T_{Llim} rapporto tra lo sforzo di taglio agente ed il valore limite della resistenza a scorrimento in direzione parallela allo sviluppo longitudinale dell'elemento (verifica positiva se il rapporto è < 1.0)

$S_{gm. Lt.}$ tensione litostatica agente alla quota del piano di posa dell'elemento fondale

Nel caso si avesse scelto di determinare la portanza anche per gli elementi platea è presente un'ulteriore riga nella quale sono riportate le verifiche di portanza del plinto equivalente alla macro/platea in esame.

Valori di calcolo dei cedimenti per fondazioni superficiali

- Cmbnumero della combinazione di carico e tipologia
- Nodo vertice dell'elemento in cui viene calcolato il cedimento
- Car. Netto valore del carico netto applicato sulla superficie del terreno
- Cedimento/i valore del cedimento (nel caso di calcolo di cedimenti elastici i valori riportati sono due, il primo corrisponde al cedimento $w_{Imp.}$, mentre il secondo al cedimento $w_{Lib.}$)

PARAMETRI DI CALCOLO

Metodi di calcolo della portanza per fondazioni superficiali:

- Per terreni sciolti: Vesic
- Per terreni lapidei: Terzaghi

Fattori utilizzati per il calcolo della portanza per fondazioni superficiali :

- Riduzione dimensioni per eccentricità: si
- Fattori di forma della fondazione: si
- Fattori di profondità del piano di posa: si
- Fattori di inclinazione del carico: si
- Fattori di punzonamento (Vesic): si
- Fattore riduzione effetto piastra (Bowles): si
- Fattore di riduzione dimensione Base equivalente platea: 20.0 %

- Fattore di riduzione dimensione Lunghezza equivalente platea: 20.0 %

Coefficienti parziali di sicurezza per Tensioni Ammissibili, SLE nel calcolo della portanza per fondazioni superficiali:

- Coeff. parziale di sicurezza F_c (statico): 2.50
- Coeff. parziale di sicurezza F_q (statico): 2.50
- Coeff. parziale di sicurezza F_g (statico): 2.50
- Coeff. parziale di sicurezza F_c (sismico): 3.00
- Coeff. parziale di sicurezza F_q (sismico): 3.00
- Coeff. parziale di sicurezza F_g (sismico): 3.00

Combinazioni di carico:

APPROCCIO PROGETTUALE TIPO 2 - Comb. (A1+M1+R3)

Coefficienti parziali di sicurezza per SLU nel calcolo della portanza per fondazioni superficiali :

Coefficienti parziali di sicurezza per SLU nel calcolo della portanza per fondazioni superficiali :

I coeff. A1 risultano combinati secondo lo schema presente nella relazione di calcolo della struttura.

- Coeff. M1 per $\tan \phi$ (statico): 1
- Coeff. M1 per c' (statico): 1
- Coeff. M1 per C_u (statico): 1
- Coeff. M1 per $\tan \phi$ (sismico): 1
- Coeff. M1 per c' (sismico): 1
- Coeff. M1 per C_u sismico): 1
- Coeff. R3 capacità portante (statico e sismico): 2,30
- Coeff. R3 scorrimento (statico e sismico): 1,10

Parametri per la verifica a scorrimento delle fondazioni superficiali:

- Fattore per l'adesione ($6 < Ca < 10$): 8
- Fattore per attrito terreno-fondazione ($5 < \Delta < 10$): 7
- Frazione di spinta passiva f_{Sp} : 30.00 %
- Coeff. resistenza sulle sup. laterali: 1.30

Metodi e parametri per il calcolo dei cedimenti delle fondazioni superficiali:

- Metodo di calcolo tensioni superficiali: Boussinesq
- Modalità d'interferenza dei bulbi tensionali: sovrapposizione dei bulbi
- Metodo di calcolo dei cedimenti del terreno: cedimenti edometrici

ARCHIVIO STRATIGRAFIE

• **Indice/Descrizione: 001/Boscoreale – zona Passanti – Impianto si sollevamento 1 (Nodo 37)**

Numero strati: 2

Profondità falda: assente

Strato n.	Quota di riferimento	Spessore	Indice / Descrizione terreno	Attrito Neg.
1	da 0,0 a -600,0 cm	600,0 cm	001 / Strato 1-2	Assente
2	da -600,0 a -1500,0 cm	900,0 cm	002 / Strato 3	Assente

• **Indice/Descrizione: 001/Boscoreale – zona Passanti – Impianto si sollevamento 6 (Nodo 12B)**

Numero strati: 2

Profondità falda: assente

Strato n.	Quota di riferimento	Spessore	Indice / Descrizione terreno	Attrito Neg.
1	da 0,0 a -550,0 cm	500,0 cm	001 / Strato 1-2	Assente
2	da -550,0 a -1500,0 cm	950,0 cm	002 / Strato 3	Assente

ARCHIVIO TERRENI

• Indice/Descrizione: 001/Boscoreale – zona Passanti – Impianto si sollevamento 5 (Nodo 18E)

Indice / Descrizione terreno: **001 / Strato 1-2**

Comportamento del terreno: condizione drenata

Peso Spec.	P. Spec. Sat.	Angolo Res.	Coesione	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Dens.Rel.	Poisson	C. Ades.
daN/cm ²	daN/cm ²	Gradi°	daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	%	%	
1,450 E-3	1,800 E-3	24,000	0,000	19,575	37,500	20,0	0,372	0,00

Indice / Descrizione terreno: **002 / Strato 3**

Comportamento del terreno: condizione drenata

Peso Spec.	P. Spec. Sat.	Angolo Res.	Coesione	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Dens.Rel.	Poisson	C. Ades.
daN/cm ²	daN/cm ²	Gradi°	daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	%	%	
1,650 E-3	1,800 E-3	28,000	0,000	69,433	110,000	20,0	0,347	0,00

• Indice/Descrizione: 001/Boscoreale – zona Passanti – Impianto si sollevamento 2 (Nodo 28)

Indice / Descrizione terreno: **001 / Strato 1-2**

Comportamento del terreno: condizione drenata

Peso Spec.	P. Spec. Sat.	Angolo Res.	Coesione	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Dens.Rel.	Poisson	C. Ades.
daN/cm ²	daN/cm ²	Gradi°	daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	%	%	
1,450 E-3	1,800 E-3	24,000	0,000	19,575	37.5.000	20,0	0,372	0,00

Indice / Descrizione terreno: **002 / Strato 3**

Comportamento del terreno: condizione drenata

Peso Spec.	P. Spec. Sat.	Angolo Res.	Coesione	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Dens.Rel.	Poisson	C. Ades.
daN/cm ²	daN/cm ²	Gradi°	daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	%	%	
1,650 E-3	1,800 E-3	28,000	0,000	69,433	110,000	20,0	0,347	0,00

VALORI DI CALCOLO DELLA PORTANZA PER FONDAZIONI SUPERFICIALI

Ai fini dei calcoli di portanza le sollecitazioni sismiche saranno considerate moltiplicate per un coef. $\gamma_{RD} = 1.10$

La verifica nei confronti dello Stato Limite di Danno viene eseguita determinando il carico limite della fondazione per le corrispondenti azioni di SLD, impiegando i coefficienti parziali gammaR di cui alla tabella 7.11.II.

N.B. La relazione è redatta in forma sintetica. Verranno riportati solo i casi maggiormente gravosi per ogni tipo di combinazione e le relative verifiche.

Le analisi geotecniche e sulle fondazioni sono state eseguite considerando sito la stratigrafia emersa in ciascun sito. Dai risultati ottenuti è risultato che la condizione geotecnica più gravosa è inerente alla vasca dell'impianto di sollevamento “1”; per tanto, di seguito, si riportano i risultati ottenuti per il solo impianto appena individuato.

Macro platea: 1

Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLU STR**:

Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.5583 daN/cm²

$Q_{lim} = Q_{lim\ c} + Q_{lim\ q} + Q_{lim\ g} + Q_{res\ P} = 0.0000 + 3.6858 + 0.2316 + 0.0000$

$Q_{max} / Q_{lim} = 1.9117 / 3.9174 = 0,488$ Ok (Cmb. n. 004)

$TB / TB_{lim} = 1147.9 / 13010.9 = 0,088$ Ok (Cmb. n. 005)

$TL / TL_{lim} = 598.6 / 15877.5 = 0,038$ Ok (Cmb. n. 006)

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T. min	T.T. max
n.			cm	cm	daN	daN	daN	daN/cm ²	daN/cm ²
004	SLU STR	No	1.588	-1.046	1531.1	742.4	-78482.7	-1.6499	-1.9117
005	SLU STR	No	2.177	-0.448	1147.9	479.4	-46638.4	-0.9810	-1.1351
006	SLU STR	No	1.650	-1.329	1186.7	598.6	-57082.4	-1.1876	-1.4032

Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLV A1 sism.:**

Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.5583 daN/cm²

$Q_{lim} = Q_{lim\ c} + Q_{lim\ q} + Q_{lim\ g} + Q_{res\ P} = 0.0000 + 3.1812 + 0.1772 + 0.0000$

$Q_{max} / Q_{lim} = 2.1743 / 3.3584 = 0,647$ Ok (Cmb. n. 025)

TB / TBlim = 5323.2 / 17580.3 = 0,303 Ok (Cmb. n. 017)

TL / TLLim = 6402.2 / 14770.3 = 0,433 Ok (Cmb. n. 031)

Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	Ecc. B cm	Ecc. L cm	S. Taglio B daN	S. Taglio L daN	S. Normale daN	T.T. min daN/cm ²	T.T. max daN/cm ²
017	SLV A1	Si	5.761	3.769	4839.3	1334.8	-63463.1	-1.0912	-1.8273
025	SLV A1	Si	3.083	14.799	2271.8	5857.6	-57951.6	-0.6296	-1.9767
031	SLV A1	Si	0.364	16.136	74.5	5820.1	-53225.1	-0.6333	-1.7705

Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLD sism.**:

Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.5583 daN/cm²

Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.0000 + 3.5292 + 0.2123 + 0.0000

Qmax / Qlim = 1.9169 / 3.7415 = 0,512 Ok (Cmb. n. 062)

TB / TBlim = 3648.3 / 16680.8 = 0,219 Ok (Cmb. n. 049)

TL / TLLim = 3898.3 / 15035.8 = 0,259 Ok (Cmb. n. 063)

Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	Ecc. B cm	Ecc. L cm	S. Taglio B daN	S. Taglio L daN	S. Normale daN	T.T. min daN/cm ²	T.T. max daN/cm ²
049	SLD	Si	4.227	1.885	3316.6	980.4	-60185.6	-1.1532	-1.6006
062	SLD	Si	2.520	-9.892	1809.1	-2458.0	-56927.7	-0.8284	-1.7427
063	SLD	Si	0.956	8.539	528.1	3543.9	-54192.5	-0.8937	-1.5588

Macro platea: 6

Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLU STR**:

Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.3843 daN/cm²

Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.0000 + 2.6730 + 0.2474 + 0.0000

Qmax / Qlim = 1.7559 / 2.9204 = 0,601 Ok (Cmb. n. 004)

TB / TBlim = 2227.7 / 11479.7 = 0,194 Ok (Cmb. n. 005)

TL / TLLim = 71.3 / 11479.7 = 0,006 Ok (Cmb. n. 005)

Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	Ecc. B cm	Ecc. L cm	S. Taglio B daN	S. Taglio L daN	S. Normale daN	T.T. min daN/cm ²	T.T. max daN/cm ²
004	SLU STR	No	1.682	-1.149	2857.2	-26.6	-71642.2	-1.4960	-1.7559
005	SLU STR	No	2.391	-0.511	2227.7	71.3	-41059.6	-0.8554	-1.0080

Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLV A1 sism.**:

Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.3843 daN/cm²

Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.0000 + 2.2833 + 0.1853 + 0.0000

Qmax / Qlim = 1.9530 / 2.4686 = 0,791 Ok (Cmb. n. 034)

TB / TBlim = 9312.6 / 11969.0 = 0,778 Ok (Cmb. n. 017)

TL / TLLim = 6530.0 / 13375.2 = 0,488 Ok (Cmb. n. 034)

Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	Ecc. B cm	Ecc. L cm	S. Taglio B daN	S. Taglio L daN	S. Normale daN	T.T. min daN/cm ²	T.T. max daN/cm ²
017	SLV A1	Si	8.021	5.583	8466.0	2594.0	-43018.9	-0.5930	-1.2994
034	SLV A1	Si	3.466	-19.196	4046.1	-5936.4	-48142.1	-0.3893	-1.7755

Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLD sism.**:

Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.3843 daN/cm²

Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.0000 + 2.5323 + 0.2223 + 0.0000

Qmax / Qlim = 1.7270 / 2.7546 = 0,627 Ok (Cmb. n. 062)

TB / TBlim = 6454.8 / 12787.5 = 0,505 Ok (Cmb. n. 053)

TL / TLLim = 3816.2 / 13609.9 = 0,280 Ok (Cmb. n. 066)

Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	Ecc. B cm	Ecc. L cm	S. Taglio B daN	S. Taglio L daN	S. Normale daN	T.T. min daN/cm ²	T.T. max daN/cm ²
053	SLD	Si	5.239	2.423	5868.0	1648.7	-46001.0	-0.8134	-1.2394
062	SLD	Si	2.801	-11.494	3289.8	-2516.2	-48986.5	-0.6621	-1.5700
066	SLD	Si	2.791	-11.459	3282.8	-3469.2	-48997.3	-0.6621	-1.5499

VALORI DI CALCOLO DEI CEDIMENTI PER FONDAZIONI SUPERFICIALI

Elemento: Platea n. 1

Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	Ecc. B cm	Ecc. L cm	S. Taglio B daN	S. Taglio L daN	S. Normale daN	T.T. min daN/cm ²	T.T. max daN/cm ²
073	SLE rare	No	2.060	-0.424	1147.9	479.4	-49284.3	-1.0410	-1.1951
076	SLE rare	No	1.692	-1.007	1173.8	558.9	-57129.0	-1.1987	-1.3938

Cedimento massimo = -3.707 cm in Cmb n. 076

Cedimento minimo = -0.552 cm in Cmb n. 073

Elemento: Platea n. 396

Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	Ecc. B cm	Ecc. L cm	S. Taglio B daN	S. Taglio L daN	S. Normale daN	T.T. min daN/cm ²	T.T. max daN/cm ²
073	SLE rare	No	2.247	-0.480	2227.7	71.3	-43705.6	-0.9154	-1.0680
076	SLE rare	No	1.803	-1.113	2201.8	-8.2	-51824.9	-1.0794	-1.2730

Cedimento massimo = -4.363 cm in Cmb n. 076

Cedimento minimo = -0.566 cm in Cmb n. 073

PROGETTAZIONE DELLE FONDAZIONI

Il D.M.17/01/2018 - par: 7.2.5 prevede:

“Sia per CD“A” sia per CD“B” il dimensionamento delle strutture di fondazione e la verifica di sicurezza del complesso fondazione-terreno devono essere eseguiti assumendo come azione in fondazione, trasmessa dagli elementi soprastanti, una tra le seguenti:

quella derivante dall’analisi strutturale eseguita ipotizzando comportamento strutturale non dissipativo; quella trasferita dagli elementi soprastanti nell’ipotesi di comportamento strutturale dissipativo, amplificata di un coefficiente pari a 1,30 in CD“A” e 1,10 in CD“B”.

Nel contesto visualizzazione risultati e nella stampa della relazione sulle fondazioni PRO_SAP mostra le sollecitazioni che derivano dall’analisi non incrementate sia in termini di pressioni sul terreno che in termini di sollecitazioni.

La progettazione degli elementi strutturali con proprietà fondazione è effettuata da PRO_SAP (per travi e platee) o da PRO_CAD Plinti (per plinti e pali di fondazione) incrementando le sollecitazioni delle combinazioni con sisma di un coefficiente pari 1.1 in CDB e 1.3 in CDA per pali, plinti, travi e platee. Per i bicchieri dei plinti di fondazione prefabbricati l’incremento delle sollecitazioni ha un fattore pari a 1.2 in CDB e 1.35 in CDA.

N.B.: se il fattore di struttura q è =1 la progettazione viene effettuata senza nessun incremento.

Le verifiche geotecniche vengono effettuate dal modulo geotecnico incrementando automaticamente le sollecitazioni del fattore 1.1 in CDB e 1.3 in CDA per pali, plinti, travi e platee.

N.B.: se il fattore di struttura q è =1 le verifiche geotecniche vengono effettuate senza nessun incremento.

Macro Guscio	Spessore cm	Id Materiale	Id Criterio	Progettazione
1	40.00	3	1	Singolo elemento

Nodo	Stato	x/d	V N/M	ver. rid	Af pr-	Af pr+Af	sec-Af	sec+	N x daN/ m	N y daN/ m	N xy daN/ m	M x daN	M y daN	M xy daN
1	ok	0.14	8.62e-02	5.99e-03	12.4	12.4	12.4	12.4	399.6	1163.9	-4304.6	-503.5	-612.8	18.7
2	ok	0.14	8.23e-02	1.57e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-2457.6	-5407.1	-4356.3	-388.1	-1298.0	30.1
3	ok	0.14	0.1	2.31e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-6259.3	-9723.4	3295.1	-314.9	-2188.4	-29.0
4	ok	0.14	0.2	2.44e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-8386.5	-1.052e+04	2726.3	-268.5	-2625.1	-19.5
5	ok	0.14	0.2	2.71e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-8586.6	-1.113e+04	-4003.2	-307.9	-2784.2	33.4
6	ok	0.14	0.2	2.64e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-9460.4	-1.271e+04	3336.6	-282.2	-2825.5	-40.4
7	ok	0.14	0.1	2.43e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-6741.9	-9819.4	3288.7	-309.5	-2329.6	-38.0
8	ok	0.14	0.1	1.86e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-4515.4	-7133.1	3108.9	-307.6	-1784.6	-21.0
9	ok	0.14	8.41e-02	1.52e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-2121.0	-5707.7	-4231.9	-401.9	-1261.1	34.7
10	ok	0.14	8.30e-02	4.53e-03	12.4	12.4	12.4	12.4	1485.9	690.6	3744.9	-575.5	-534.5	-13.8
11	ok	0.14	5.77e-02	9.44e-03	12.4	12.4	12.4	12.4	-4881.9	-470.6	1886.4	-672.2	-548.6	-84.3
12	ok	0.14	5.36e-02	1.30e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-2308.3	-3957.1	-581.5	-360.3	-749.0	-133.1
13	ok	0.14	7.64e-02	1.79e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-3789.0	-7356.6	307.3	-215.9	-1147.6	-99.8
14	ok	0.14	8.98e-02	2.23e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-3891.4	-9035.4	199.4	-175.5	-1362.9	5.9
15	ok	0.14	9.60e-02	2.32e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-4014.3	-8989.6	-584.5	-209.9	-1460.9	4.9
16	ok	0.14	9.77e-02	2.08e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-4133.3	-9172.7	-327.5	-190.0	-1498.9	48.8
17	ok	0.14	8.05e-02	1.80e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-3351.9	-7473.4	-677.5	-260.1	-1259.7	73.2
18	ok	0.14	6.32e-02	1.71e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-2471.5	-6117.7	-854.2	-307.8	-988.9	74.6
19	ok	0.14	5.26e-02	1.71e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-3685.6	-5010.6	-1318.2	-292.8	-682.5	257.8
20	ok	0.14	5.76e-02	8.19e-03	12.4	12.4	12.4	12.4	-2926.1	-558.4	2329.2	-785.6	-489.5	48.6
21	ok	0.14	6.26e-02	1.13e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-4712.8	-1764.4	1782.3	-941.9	-398.8	-70.5

IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO: “5” (NODO 18E), “6” (NODO 12B)

178	ok	0.14	3.33e-02	1.63e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-3721.9	-5807.5	1223.1	-209.8	-591.3	-180.2
179	ok	0.14	3.92e-02	1.69e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-3658.1	-4566.5	447.4	-372.1	-524.0	-176.8
180	ok	0.14	7.80e-02	1.20e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-5660.7	-2602.1	2510.0	-1210.5	-405.4	-44.8
181	ok	0.14	5.63e-02	1.01e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-4934.5	-532.2	-2371.4	-666.2	-517.1	79.1
182	ok	0.14	5.12e-02	1.40e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-2497.7	-3905.1	337.0	-352.1	-725.1	131.7
183	ok	0.14	7.30e-02	1.82e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-3984.2	-7306.9	-585.5	-203.5	-1109.7	102.6
184	ok	0.14	8.56e-02	2.23e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-4050.6	-9006.8	-424.3	-163.0	-1318.8	-4.8
185	ok	0.14	9.16e-02	2.25e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-4193.7	-8986.1	369.4	-197.1	-1414.7	-4.9
186	ok	0.14	9.34e-02	2.06e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-4328.4	-9113.3	218.1	-180.7	-1456.9	-51.3
187	ok	0.14	7.75e-02	1.79e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-3533.0	-7467.1	645.8	-258.8	-1228.0	-77.2
188	ok	0.14	6.13e-02	1.72e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-2655.6	-6115.0	827.0	-314.3	-968.0	-78.8
189	ok	0.14	5.18e-02	1.73e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-2056.3	-4472.2	341.0	-376.5	-777.7	-74.7
190	ok	0.14	5.90e-02	8.81e-03	12.4	12.4	12.4	12.4	-2887.0	-592.0	-2367.7	-807.5	-487.2	-42.2
191	ok	0.14	8.56e-02	5.91e-03	12.4	12.4	12.4	12.4	456.9	1250.8	4330.1	-479.1	-579.6	-19.8
192	ok	0.14	7.96e-02	1.61e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-2790.4	-5311.5	4118.0	-372.5	-1253.6	-30.7
193	ok	0.14	0.1	2.28e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-6697.2	-9644.1	-3508.2	-302.2	-2136.0	27.2
194	ok	0.14	0.2	2.39e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-8831.3	-1.046e+04	-2918.0	-258.3	-2571.7	18.4
195	ok	0.14	0.2	2.73e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-9041.1	-1.106e+04	3747.6	-295.3	-2731.2	-33.2
196	ok	0.14	0.2	2.62e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-9828.8	-1.268e+04	-3532.0	-277.3	-2778.2	39.6
197	ok	0.14	0.1	2.41e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-7033.0	-9777.9	-3407.7	-310.6	-2290.8	37.5
198	ok	0.14	0.1	1.83e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-4733.1	-7107.9	-3122.8	-315.6	-1752.8	20.8
199	ok	0.14	8.27e-02	1.52e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-2316.9	-5685.9	4192.7	-409.5	-1238.7	-34.2
200	ok	0.14	8.41e-02	4.71e-03	12.4	12.4	12.4	12.4	1518.8	684.2	-3860.9	-571.8	-522.8	13.6

Nodo	x/d	V N/M	ver. rid	Af pr-	Af pr+	Af sec-	Af sec+	N x	N y	N xy	M x	M y	M xy
	0.14	0.17	0.03	12.44	12.44	12.44	12.44	-1.061e+04	-1.271e+04	-4356.33	-2468.65	-2825.47	-295.26
								1518.78	1250.80	4330.09	1137.41	1153.71	308.57

Nodo	Stato	Max tau daN/cm2	Ver V pr	Ver V sec	Af V pr	Af V sec	V pr daN/ m	V sec daN/ m
1	ok	0.48						
2	ok	1.32						
3	ok	2.17						
4	ok	2.67						
5	ok	2.75						
6	ok	2.72						
7	ok	2.31						
8	ok	1.87						
9	ok	1.38						
10	ok	0.36						
11	ok	0.61						
12	ok	1.61						
13	ok	2.33						
14	ok	2.64						
15	ok	2.90						
16	ok	2.84						
17	ok	2.41						
18	ok	1.86						
19	ok	1.63						
20	ok	0.43						
21	ok	0.91						
22	ok	1.42						
23	ok	1.74						
24	ok	2.03						
25	ok	2.29						
26	ok	2.22						
27	ok	1.87						
28	ok	1.43						
29	ok	1.44						
30	ok	0.95						
31	ok	1.14						
32	ok	1.46						
33	ok	1.49						
34	ok	1.61						
35	ok	1.78						
36	ok	1.81						
37	ok	1.52						
38	ok	1.19						
39	ok	1.53						
40	ok	1.24						
41	ok	1.26						
42	ok	1.71						
43	ok	1.61						
44	ok	1.53						
45	ok	1.56						
46	ok	1.71						
47	ok	1.57						

IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO: “5” (NODO 18E), “6” (NODO 12B)

48	ok	1.49
49	ok	1.80
50	ok	1.41
51	ok	1.71
52	ok	1.87
53	ok	1.43
54	ok	1.23
55	ok	1.47
56	ok	1.32
57	ok	1.37
58	ok	1.56
59	ok	2.06
60	ok	1.90
61	ok	1.71
62	ok	1.81
63	ok	1.31
64	ok	1.01
65	ok	0.85
66	ok	1.09
67	ok	1.14
68	ok	1.35
69	ok	2.03
70	ok	1.92
71	ok	1.76
72	ok	1.86
73	ok	1.35
74	ok	1.00
75	ok	0.82
76	ok	1.05
77	ok	1.19
78	ok	1.41
79	ok	2.09
80	ok	1.99
81	ok	1.90
82	ok	1.97
83	ok	1.42
84	ok	1.03
85	ok	0.92
86	ok	1.04
87	ok	1.32
88	ok	1.63
89	ok	2.20
90	ok	2.17
91	ok	1.93
92	ok	1.97
93	ok	1.33
94	ok	0.86
95	ok	0.90
96	ok	0.87
97	ok	1.24
98	ok	1.56
99	ok	2.21
100	ok	2.23
101	ok	2.03
102	ok	2.10
103	ok	1.49
104	ok	1.02
105	ok	0.85
106	ok	0.96
107	ok	1.42
108	ok	1.80
109	ok	2.36
110	ok	2.34
111	ok	1.97
112	ok	2.05
113	ok	1.43
114	ok	0.95
115	ok	0.71
116	ok	0.91
117	ok	1.33
118	ok	1.69
119	ok	2.32
120	ok	2.29
121	ok	1.91
122	ok	1.92
123	ok	1.30
124	ok	0.86
125	ok	0.84

IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO: “5” (NODO 18E), “6” (NODO 12B)

126	ok	0.87						
127	ok	1.19						
128	ok	1.51						
129	ok	2.18						
130	ok	2.20						
131	ok	1.84						
132	ok	1.89						
133	ok	1.35						
134	ok	0.98						
135	ok	0.82						
136	ok	0.99						
137	ok	1.22						
138	ok	1.50						
139	ok	2.14						
140	ok	2.11						
141	ok	1.80						
142	ok	1.81						
143	ok	1.27						
144	ok	0.93						
145	ok	0.92						
146	ok	1.03						
147	ok	1.15						
148	ok	1.41						
149	ok	2.05						
150	ok	2.03						
151	ok	1.67						
152	ok	1.71						
153	ok	1.29						
154	ok	1.16						
155	ok	1.37						
156	ok	1.27						
157	ok	1.30						
158	ok	1.37						
159	ok	1.92						
160	ok	1.87						
161	ok	1.29						
162	ok	1.59						
163	ok	1.44						
164	ok	1.50						
165	ok	1.79						
166	ok	1.67						
167	ok	1.54						
168	ok	1.32						
169	ok	1.67						
170	ok	1.44						
171	ok	0.91						
172	ok	1.44						
173	ok	1.67						
174	ok	1.94						
175	ok	2.23						
176	ok	2.14						
177	ok	1.83						
178	ok	1.40						
179	ok	1.45						
180	ok	0.97						
181	ok	0.59						
182	ok	1.52						
183	ok	2.21						
184	ok	2.52						
185	ok	2.77						
186	ok	2.72						
187	ok	2.30						
188	ok	1.80						
189	ok	1.59						
190	ok	0.42						
191	ok	0.42						
192	ok	1.24						
193	ok	2.06						
194	ok	2.54						
195	ok	2.63						
196	ok	2.60						
197	ok	2.20						
198	ok	1.79						
199	ok	1.31						
200	ok	0.34						
Nodo		Max tau 2.90	Ver V pr	Ver V sec	Af V pr	Af V sec	V pr	V sec

ESTENSIONE DELLA RETE FOGNARIA NEL COMUNE DI BOSCOREALE – ZONA PASSANTI - CODICE INTERVENTO – INT 7310

IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO: “5” (NODO 18E), “6” (NODO 12B)

619	ok	0.14	7.47e-02	1.04e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-5041.5	-4142.8	-1473.9	-1167.2	-80.4	30.5
620	ok	0.14	4.00e-02	1.09e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-3276.9	-2598.1	-190.1	-511.9	-189.5	194.1
621	ok	0.14	3.89e-02	1.14e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-4001.8	-4467.6	-2234.5	285.4	429.0	320.0
622	ok	0.14	5.11e-02	1.20e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-3912.2	-4767.6	-2402.1	565.6	563.0	291.4
623	ok	0.14	5.70e-02	1.25e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-3785.0	-5128.4	-2403.1	737.1	657.9	235.1
624	ok	0.14	5.84e-02	1.29e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-3683.8	-5451.7	-2313.7	841.8	717.4	144.9
625	ok	0.14	5.75e-02	1.31e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-3713.9	-5319.0	-2161.3	800.8	818.0	81.4
626	ok	0.14	5.37e-02	1.33e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-3586.9	-5491.7	-2081.0	810.6	833.4	-19.6
627	ok	0.14	5.49e-02	1.33e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-3431.6	-5435.2	-1794.7	773.6	809.6	-100.6
628	ok	0.14	5.60e-02	1.34e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-3257.7	-5211.5	-1748.8	676.4	744.6	-186.3
629	ok	0.14	5.24e-02	1.40e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-3030.6	-4800.4	-2209.8	503.6	633.2	-254.8
630	ok	0.14	4.34e-02	1.57e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-2612.8	-4759.4	-2764.8	222.3	470.0	-286.3
631	ok	0.14	3.88e-02	1.85e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-1860.4	-5180.2	-3523.4	-478.7	93.5	-290.2
632	ok	0.14	5.72e-02	8.06e-03	12.4	12.4	12.4	12.4	-3843.4	-2516.7	-1439.5	-879.6	-205.2	35.4
633	ok	0.14	3.90e-02	9.56e-03	12.4	12.4	12.4	12.4	-2322.6	-2007.6	-89.0	-444.0	-309.3	190.9
634	ok	0.14	3.07e-02	1.04e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-3482.1	-4059.2	-2344.0	221.7	217.1	358.2
635	ok	0.14	3.93e-02	1.16e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-3697.4	-4608.3	-2546.3	434.3	283.3	317.5
636	ok	0.14	4.26e-02	1.25e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-4105.4	-4834.4	-2402.0	516.6	422.3	215.9
637	ok	0.14	4.31e-02	1.31e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-4252.7	-5270.7	-2338.3	601.4	458.4	143.1
638	ok	0.14	4.24e-02	1.34e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-4349.4	-5425.1	-2268.1	634.6	472.8	86.1
639	ok	0.14	4.00e-02	1.35e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-4464.6	-5525.8	-2145.3	637.2	479.7	-5.0
640	ok	0.14	3.99e-02	1.33e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-4498.3	-5354.8	-1821.4	605.9	472.5	-103.1
641	ok	0.14	4.06e-02	1.32e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-4518.6	-4932.6	-1724.5	526.6	445.2	-196.9
642	ok	0.14	3.95e-02	1.38e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-4589.7	-4330.4	-2151.9	388.1	389.4	-277.0
643	ok	0.14	3.35e-02	1.61e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-4698.7	-3907.6	-2849.0	168.8	291.4	-324.1
644	ok	0.14	4.50e-02	2.13e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-4847.1	-5128.7	-5771.4	-364.0	-171.1	-317.6
645	ok	0.14	5.02e-02	2.48e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-3771.5	-7554.7	-6934.5	-700.5	-263.4	-54.9
647	ok	0.14	4.19e-02	6.00e-03	12.4	12.4	12.4	12.4	-2620.2	-1170.9	-1481.3	-573.4	-389.2	42.2
648	ok	0.14	3.98e-02	7.34e-03	12.4	12.4	12.4	12.4	-1116.8	-1613.1	205.6	-374.1	-430.1	125.9
649	ok	0.14	3.88e-02	9.28e-03	12.4	12.4	12.4	12.4	-1220.7	-2949.4	-189.7	-264.0	-523.3	167.8
650	ok	0.14	3.93e-02	1.11e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-3210.1	-4228.7	-1970.9	199.3	-384.2	264.9
651	ok	0.14	4.10e-02	1.24e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-4321.6	-6078.9	-1086.5	200.2	-511.5	254.5
652	ok	0.14	4.34e-02	1.39e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-4546.6	-6718.6	-2334.4	281.3	-563.0	176.2
653	ok	0.14	4.47e-02	1.36e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-4884.3	-6962.2	-757.2	309.5	-581.8	113.4
654	ok	0.14	4.48e-02	1.40e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-5327.3	-6860.1	-1207.7	311.6	-593.2	12.3
655	ok	0.14	4.25e-02	1.39e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-5272.4	-6537.6	-2208.0	288.9	-554.1	-98.5
656	ok	0.14	3.96e-02	1.35e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-5394.9	-5827.7	-2364.5	224.7	-483.0	-204.9
657	ok	0.14	3.91e-02	1.35e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-5741.3	-4785.1	-2663.6	110.3	-393.7	-304.4
658	ok	0.14	4.35e-02	1.56e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-5813.8	-2593.7	-3929.0	-152.4	-357.9	-320.1
659	ok	0.14	5.61e-02	2.77e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-1.154e+04	-4422.3	-6889.5	-268.9	-290.7	-459.9
660	ok	0.14	4.82e-02	2.91e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-6049.4	-1.193e+04	-7162.7	-326.5	-538.3	-99.1
662	ok	0.14	4.80e-02	2.80e-03	12.4	12.4	12.4	12.4	-8.7	-78.0	1610.9	-437.5	-436.6	-5.2
663	ok	0.14	4.24e-02	6.28e-03	12.4	12.4	12.4	12.4	-858.7	-2743.7	-1663.9	-395.9	-573.1	43.0
664	ok	0.14	5.66e-02	8.27e-03	12.4	12.4	12.4	12.4	-2042.3	-3893.3	-1686.7	-215.5	-869.8	36.8
665	ok	0.14	7.40e-02	1.06e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-3590.5	-5066.2	-1814.6	-87.5	-1156.5	32.2
666	ok	0.14	8.83e-02	1.27e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-4930.8	-5937.1	-1985.2	-4.5	-1393.5	26.4
667	ok	0.14	9.80e-02	1.39e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-5898.0	-6347.8	-2071.4	46.3	-1560.3	19.2
668	ok	0.14	0.1	1.54e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-6501.6	-6911.5	-2387.1	65.9	-1621.1	14.4
669	ok	0.14	0.1	1.61e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-6829.4	-6805.3	-2675.3	69.2	-1656.3	7.2
670	ok	0.14	9.96e-02	1.63e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-6899.7	-6384.8	-389.2	58.8	-1587.3	-10.6
671	ok	0.14	9.04e-02	1.59e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-6662.5	-5656.5	-612.1	19.0	-1431.7	-20.0
672	ok	0.14	7.68e-02	1.51e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-6247.6	-4484.9	-749.8	-55.5	-1205.1	-29.7
673	ok	0.14	6.11e-02	1.42e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-6008.7	-3254.2	-3433.4	-167.2	-956.0	-31.3
674	ok	0.14	5.63e-02	1.65e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-7064.5	-2916.8	-3667.5	-283.5	-759.7	-49.5
675	ok	0.14	6.87e-02	4.58e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-1.789e+04	-1.288e+04	-9778.6	-118.4	-941.6	-109.9

Nodo	x/d	V N/M	ver. rid	Af pr-	Af pr+Af sec-	Af sec+	N x	N y	N xy	M x	M y	M xy
	0.14	0.15	0.05	12.44	12.44	12.44	-1.789e+04	-1.288e+04	-9778.63	-1716.82	-1677.80	-459.85
							4720.33	-77.95	8962.97	1265.70	1286.05	504.47

Nodo	Stato	Max tau daN/cm2	Ver V pr	Ver V sec	Af V pr	Af V sec	V pr daN/ m	V sec daN/ m
369	ok	0.44						
370	ok	0.77						
371	ok	1.33						
372	ok	1.72						
373	ok	1.98						
374	ok	2.19						
375	ok	2.26						
376	ok	2.28						
377	ok	2.24						
378	ok	2.12						
379	ok	1.92						
380	ok	1.69						
381	ok	1.48						
382	ok	2.29						
392	ok	0.60						

IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO: “5” (NODO 18E), “6” (NODO 12B)

393	ok	1.09
394	ok	1.33
395	ok	1.64
396	ok	1.91
397	ok	2.09
398	ok	2.19
399	ok	2.22
400	ok	2.15
401	ok	2.01
402	ok	1.77
403	ok	1.41
404	ok	1.06
405	ok	0.69
407	ok	1.17
408	ok	1.20
409	ok	1.10
410	ok	1.27
411	ok	1.45
412	ok	1.61
413	ok	1.72
414	ok	1.72
415	ok	1.65
416	ok	1.53
417	ok	1.36
418	ok	1.16
419	ok	1.19
420	ok	1.24
422	ok	1.47
423	ok	1.40
424	ok	1.11
425	ok	1.11
426	ok	1.21
427	ok	1.28
428	ok	1.36
429	ok	1.38
430	ok	1.32
431	ok	1.25
432	ok	1.15
433	ok	1.11
434	ok	1.43
435	ok	1.58
437	ok	1.54
438	ok	1.62
439	ok	1.41
440	ok	1.30
441	ok	1.28
442	ok	1.25
443	ok	1.25
444	ok	1.29
445	ok	1.29
446	ok	1.30
447	ok	1.33
448	ok	1.44
449	ok	1.66
450	ok	1.62
452	ok	1.90
453	ok	1.95
454	ok	1.59
455	ok	1.31
456	ok	1.12
457	ok	0.99
458	ok	1.06
459	ok	0.99
460	ok	1.00
461	ok	1.08
462	ok	1.30
463	ok	1.63
464	ok	2.08
465	ok	2.10
467	ok	2.00
468	ok	1.88
469	ok	1.47
470	ok	1.17
471	ok	0.95
472	ok	0.80
473	ok	0.70
474	ok	0.72
475	ok	0.75

IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO: “5” (NODO 18E), “6” (NODO 12B)

476	ok	0.89
477	ok	1.14
478	ok	1.49
479	ok	2.00
480	ok	2.20
482	ok	2.02
483	ok	1.91
484	ok	1.51
485	ok	1.22
486	ok	0.99
487	ok	0.83
488	ok	0.70
489	ok	0.69
490	ok	0.76
491	ok	0.93
492	ok	1.19
493	ok	1.54
494	ok	2.03
495	ok	2.19
497	ok	2.10
498	ok	2.05
499	ok	1.66
500	ok	1.34
501	ok	1.09
502	ok	0.87
503	ok	0.74
504	ok	0.70
505	ok	0.80
506	ok	1.03
507	ok	1.32
508	ok	1.70
509	ok	2.18
510	ok	2.26
512	ok	2.11
513	ok	2.06
514	ok	1.63
515	ok	1.28
516	ok	1.00
517	ok	0.74
518	ok	0.69
519	ok	0.63
520	ok	0.71
521	ok	0.93
522	ok	1.26
523	ok	1.67
524	ok	2.22
525	ok	2.32
527	ok	2.20
528	ok	2.20
529	ok	1.80
530	ok	1.45
531	ok	1.15
532	ok	0.86
533	ok	0.67
534	ok	0.56
535	ok	0.78
536	ok	1.08
537	ok	1.44
538	ok	1.87
539	ok	2.36
540	ok	2.39
542	ok	2.18
543	ok	2.14
544	ok	1.73
545	ok	1.37
546	ok	1.07
547	ok	0.79
548	ok	0.57
549	ok	0.54
550	ok	0.70
551	ok	1.00
552	ok	1.36
553	ok	1.79
554	ok	2.29
555	ok	2.37
557	ok	2.10
558	ok	2.01
559	ok	1.58

IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO: “5” (NODO 18E), “6” (NODO 12B)

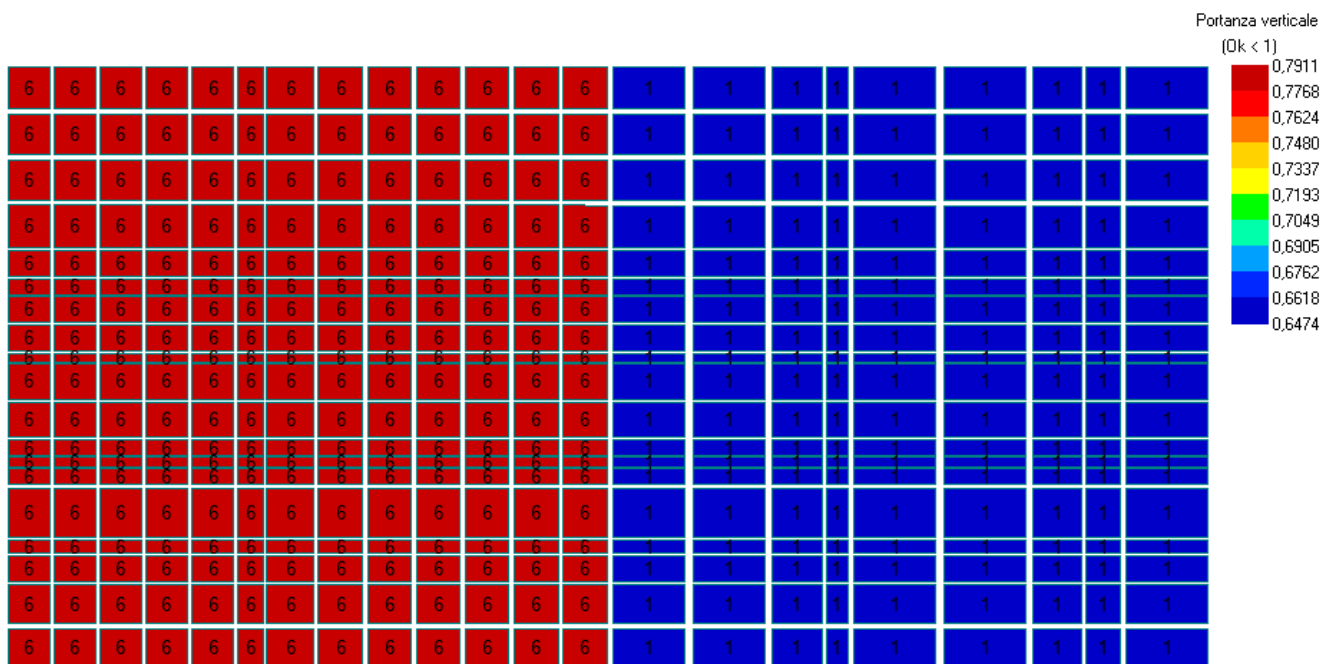
560	ok	1.25
561	ok	0.98
562	ok	0.74
563	ok	0.68
564	ok	0.64
565	ok	0.71
566	ok	0.91
567	ok	1.22
568	ok	1.62
569	ok	2.16
570	ok	2.30
572	ok	2.05
573	ok	1.95
574	ok	1.56
575	ok	1.25
576	ok	1.01
577	ok	0.82
578	ok	0.70
579	ok	0.69
580	ok	0.76
581	ok	0.95
582	ok	1.23
583	ok	1.60
584	ok	2.09
585	ok	2.22
587	ok	2.03
588	ok	1.90
589	ok	1.50
590	ok	1.19
591	ok	0.95
592	ok	0.78
593	ok	0.75
594	ok	0.74
595	ok	0.75
596	ok	0.90
597	ok	1.17
598	ok	1.54
599	ok	2.04
600	ok	2.22
602	ok	1.88
603	ok	1.82
604	ok	1.44
605	ok	1.17
606	ok	1.04
607	ok	0.95
608	ok	1.02
609	ok	0.97
610	ok	0.97
611	ok	1.03
612	ok	1.16
613	ok	1.48
614	ok	1.95
615	ok	2.07
617	ok	1.72
619	ok	1.57
620	ok	1.48
621	ok	1.24
622	ok	1.18
623	ok	1.20
624	ok	1.19
625	ok	1.31
626	ok	1.29
627	ok	1.25
628	ok	1.23
629	ok	1.21
630	ok	1.27
631	ok	1.55
632	ok	1.19
633	ok	1.23
634	ok	1.11
635	ok	1.24
636	ok	1.40
637	ok	1.52
638	ok	1.65
639	ok	1.64
640	ok	1.57
641	ok	1.47
642	ok	1.33

IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO: “5” (NODO 18E), “6” (NODO 12B)

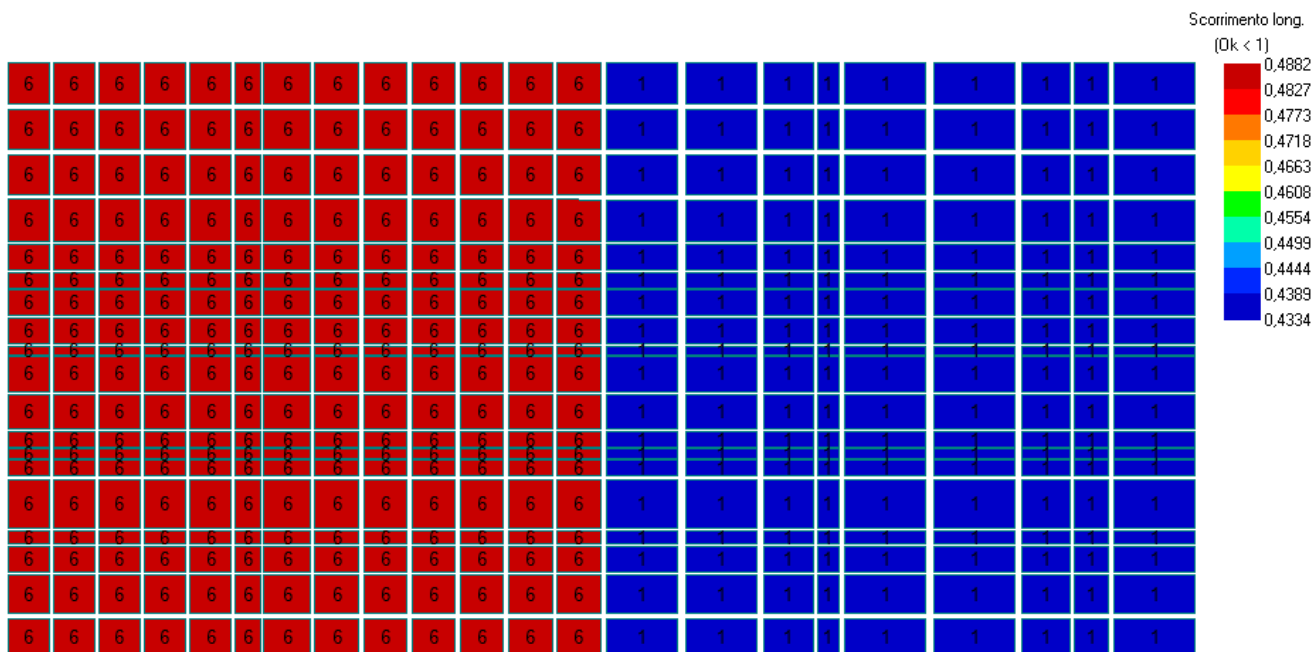
643	ok	1.18						
644	ok	1.27						
645	ok	1.27						
647	ok	0.64						
648	ok	1.07						
649	ok	1.27						
650	ok	1.56						
651	ok	1.82						
652	ok	1.99						
653	ok	2.07						
654	ok	2.10						
655	ok	2.03						
656	ok	1.89						
657	ok	1.64						
658	ok	1.33						
659	ok	1.05						
660	ok	0.68						
662	ok	0.41						
663	ok	0.70						
664	ok	1.25						
665	ok	1.63						
666	ok	1.89						
667	ok	2.07						
668	ok	2.14						
669	ok	2.15						
670	ok	2.11						
671	ok	1.99						
672	ok	1.78						
673	ok	1.53						
674	ok	1.27						
675	ok	1.86						
Nodo		Max tau 2.39	Ver V pr	Ver V sec	Af V pr	Af V sec	V pr	V sec

Azioni su elementi D3 – Platea

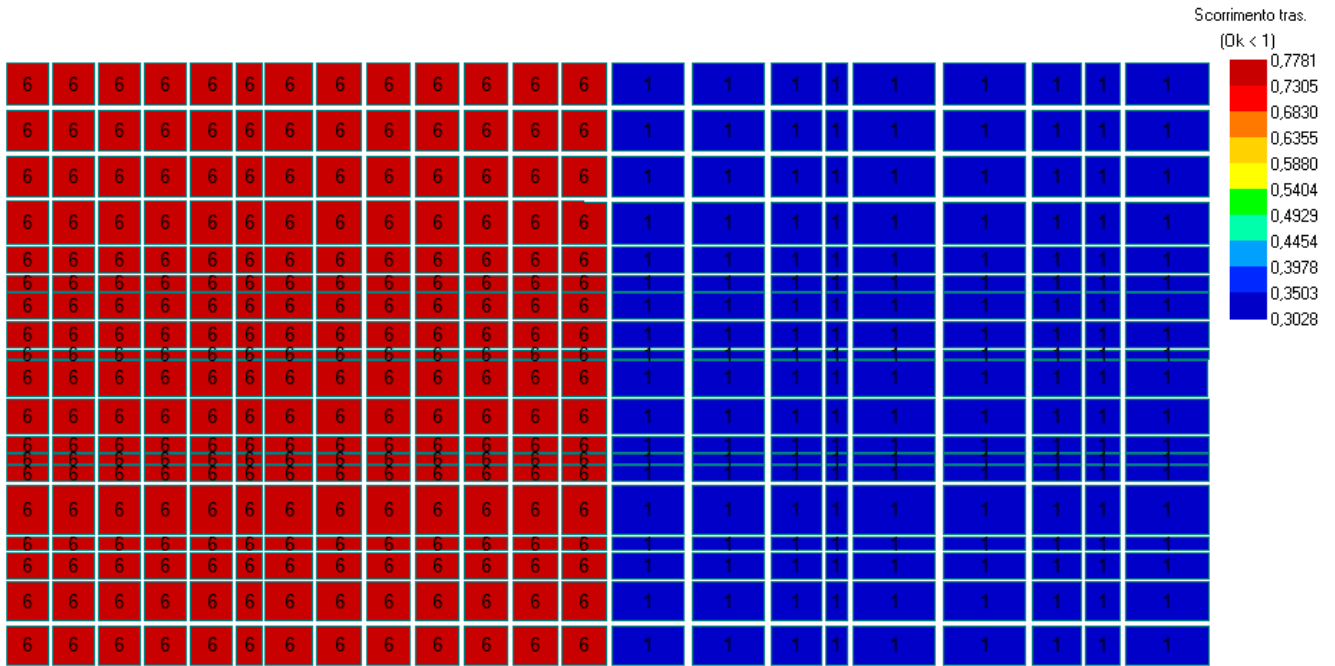
- Portanza verticale



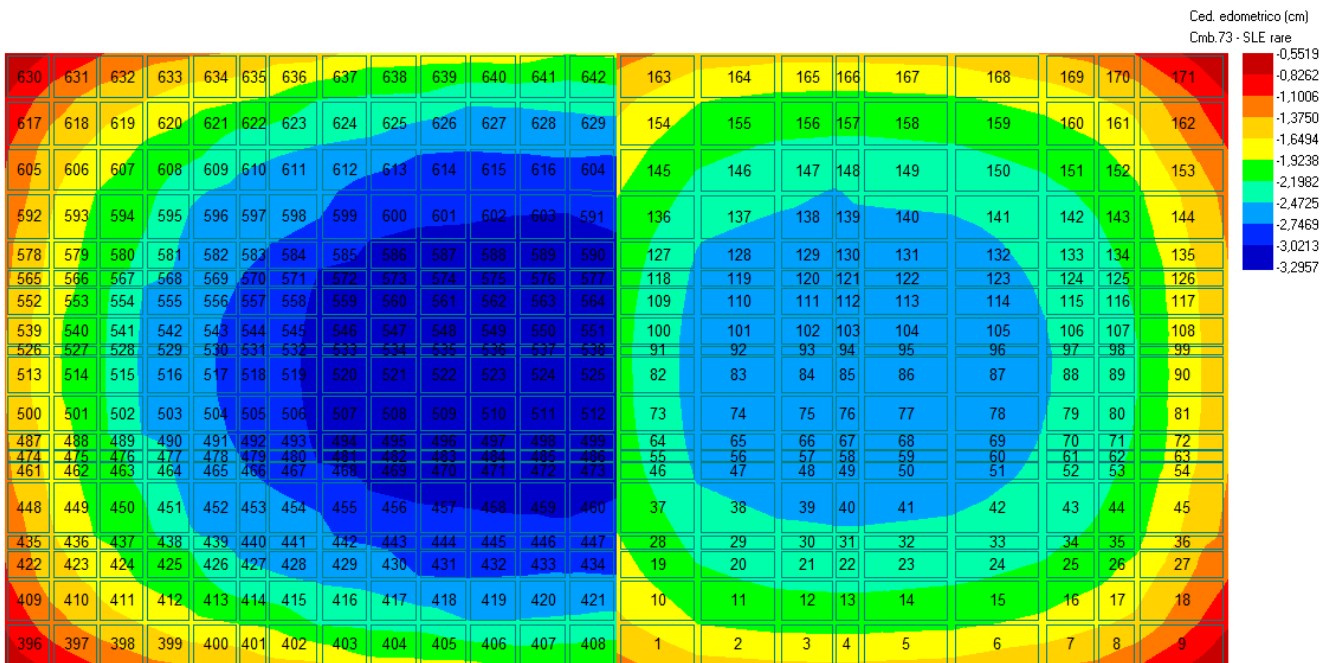
- Scorrimento longitudinale



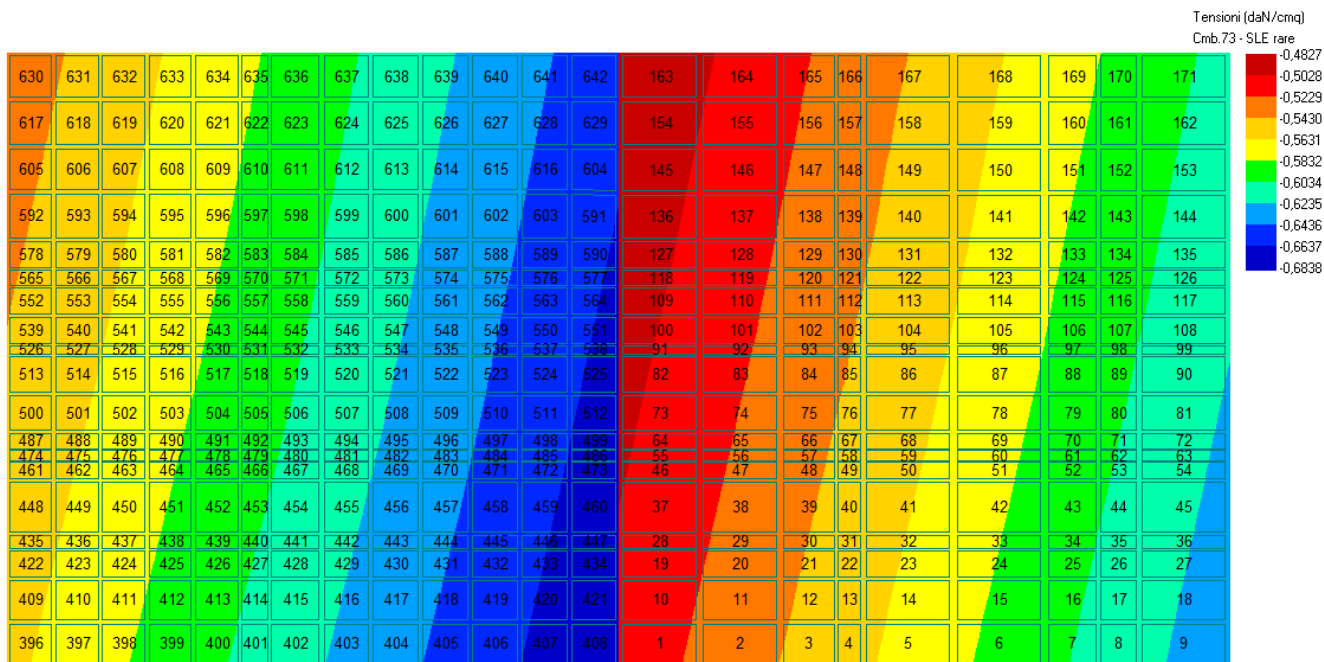
• Scorrimento trasversale



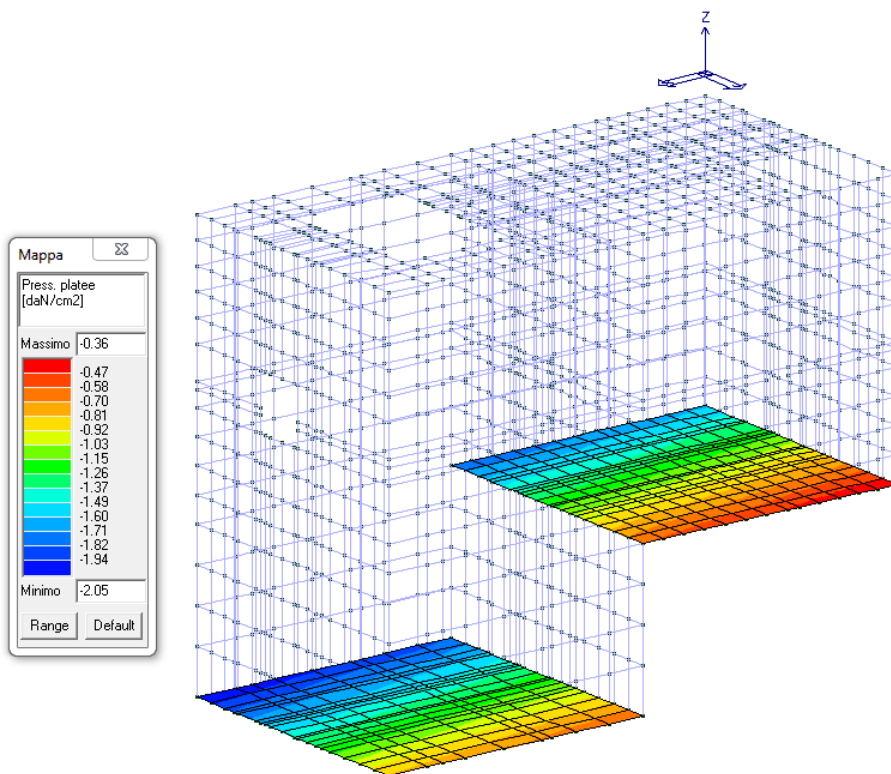
• Mappa cedimento edometrico



• **Mappa tensioni**



• **Pressioni massime allo SLV**



CONCLUSIONI

La presente relazione geotecnica è stata redatta al fine di evidenziare le ragioni che hanno portato a diverse scelte progettuali.

La caratterizzazione geologica da un lato, le caratteristiche dimensionali, strutturali e le configurazioni di carico dall'altra, hanno reso possibile effettuare valutazioni che hanno conto del comportamento complessivo delle strutture e delle interazioni terreno-fondazione.

Dai calcoli geotecnici e dall'analisi di tutti i dati in possesso del sottoscritto, si può concludere che le sollecitazioni che la struttura trasmette sugli elementi di fondazione sono contenute entro le sollecitazioni ammissibili, ed anche le sollecitazioni che le strutture di fondazione a loro volta scaricano sul terreno, rientrano nei valori ammissibili.

Inoltre da un punto di vista geologico, morfologico e idrogeologico, il sito in oggetto risulta idoneo ad accogliere gli interventi in progetto esistenti.

Per tutto quanto altro occorre si rimanda alla relazione di calcolo e geologica allegata.

Il progettista strutturale