



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



INT 7310

PROGETTO ESECUTIVO

INGEGNERIA

Il Responsabile
ing. Domenico Cesare

Elaborato:

A6.3

Titolo:

**Manufatto di derivazione al Nodo 5d
Manufatto di derivazione al Nodo 28
Manufatto di derivazione al Nodo 26
Manufatto di derivazione al Nodo 27**

Scala:

-

Relazione geotecnica e delle fondazioni

COLLABORATORI

STRUTTURE

ing. Fabio Iasevoli

Revisione

0

Motivo della revisione

EMISSIONE PER APPROVAZIONE

Data

Settembre 2019

IL PROGETTISTA
ing. Domenico Cesare

IL RUP



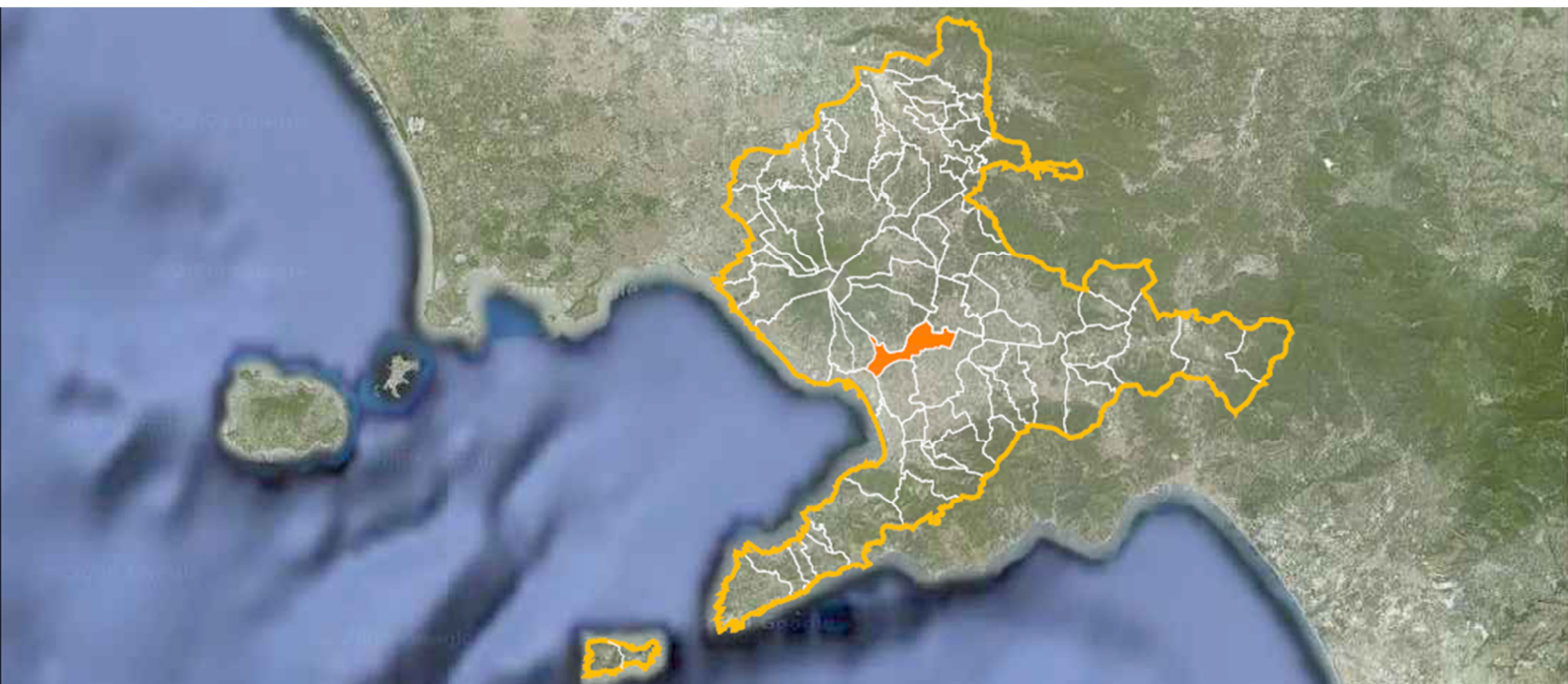
ESTENSIONI DELLA RETE FOGNARIA

COMUNE DI BOSCOREALE – ZONA PASSANTI

CODICE INTERVENTO – INT 7310

MANUFATTI DI DERIVAZIONE:

“1” (NODO 5D), “2” (NODO 28), AL NODO 26, AL NODO 27



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).....	6
Formulazione di Brinch-Hansen	6
Formulazione Eurocodice 7	7
CARICO LIMITE DI FONDAZIONI SUPERFICIALI SU ROCCIA	8
VERIFICA A ROTTURA PER SCORRIMENTO DI FONDAZIONI SUPERFICIALI	9
DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI INDOTTE NEL TERRENO	10
CALCOLO DEI CEDIMENTI DELLA FONDAZIONE	11
SIMBOLOGIA ADOTTATA NEI TABULATI DI CALCOLO.....	12
Dati di carico degli elementi costituenti le fondazioni superficiali	12
Valori di calcolo della portanza per fondazioni superficiali	13
Valori di calcolo dei cedimenti per fondazioni superficiali	13
PARAMETRI DI CALCOLO	13
ARCHIVIO STRATIGRAFIE	15
ARCHIVIO TERRENI.....	15
VALORI DI CALCOLO DELLA PORTANZA PER FONDAZIONI SUPERFICIALI	16
VALORI DI CALCOLO DEI CEDIMENTI PER FONDAZIONI SUPERFICIALI.....	17
PROGETTAZIONE DELLE FONDAZIONI.....	17
CONCLUSIONI.....	25

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 (manufatti di derivazione) ricadono nel Comune di Boscoreale (NA) nella zona Passanti, precisamente nei nodi individuabili come segue: “1” (Nodo 5d), “2” (Nodo 28), al Nodo 26, al Nodo 27.

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

- **Manufatto di derivazione “1” (Nodo 5d)**

La struttura di alloggiamento dell'impianto di derivazione ha forma rettangolare di dimensioni in pianta pari a circa 2.69x5.60m. La vasca è costituita da pareti di spessore di 30 cm. La piastra di copertura ha spessore 30cm. Il guscio di fondazione, di spessore 40cm, è posto a circa quota 25.00 mslm.

- **Manufatto di derivazione “2” (Nodo 28)**

La struttura di alloggiamento dell'impianto di derivazione ha forma rettangolare di dimensioni in pianta pari a circa 2.35x5.60m. La vasca è costituita da pareti di spessore di 30 cm. La piastra di copertura ha spessore 30cm. Il guscio di fondazione, di spessore 40cm, è posto a circa quota 19.98 mslm.

- **Manufatto di derivazione al Nodo 26**

La struttura di alloggiamento dell'impianto di derivazione ha forma rettangolare di dimensioni in pianta pari a circa 3.90x2.10 con un corpo annesso di forma quadrata con lato 1.30m. L'intero manufatto è costituito 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 22.66 mslm e 21.36 mslm.

- **Manufatto di derivazione al Nodo 27**

La struttura di alloggiamento dell'impianto di derivazione ha forma rettangolare di dimensioni in pianta pari a circa 2.10x3.90m. La vasca è costituita da pareti di spessore di 30 cm. La piastra di copertura ha spessore 30cm. Il guscio di fondazione, di spessore 40cm, è posto a circa quota 20.67 mslm.

Ai fini del calcolo geotecnico e della verifica delle fondazioni è stata presa in considerazione la sola vasca di derivazione “1”, in quanto rappresentativa delle condizioni di carico più sfavorevoli.

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:

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

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 :

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

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

- 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
- γ_1 peso per unità di volume del terreno sovrastante il piano di posa
- γ_2 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)

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

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

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

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

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

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

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

- 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

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

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

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

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

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

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

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

- 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

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

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

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

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

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

- 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 nastriforme $s_c = 1.3$ 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)

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

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 " $\Delta\sigma_v$ ". 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 Qlim q, Qlim g, Qlim c e di Qres P (nel caso in cui si operi alle tensioni ammissibili corrisponde alla portanza ammissibile)
- Qlim 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)
- Qlim 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)
- Qlim 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)
- Qres 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)
- Qmax / Qlim 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).
- TBlim valore limite della resistenza a scorrimento in direzione parallela alla sezione trasversale dell'elemento
- TB / TBlim 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)
- TLlim valore limite della resistenza a scorrimento in direzione parallela allo sviluppo longitudinale dell'elemento
- TL / TLlim 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)
- Sgm. 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

- Cmb numero 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} : 50.00 %
- 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 – Manufatto di derivazione “1” (Nodo 5d)**

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	550,0 cm	001 / Strato 1-2	Assente
2	da -550,0 a -1500,0 cm	950,0 cm	002 / Strato 3	Assente

- **Indice/Descrizione: 001/Boscoreale – zona Passanti – Manufatto di derivazione “2” (Nodo 28)**

Numero strati: 2

Profondità falda: assente

Strato n.	Quota di riferimento	Spessore	Indice / Descrizione terreno	Attrito Neg.
1	da 0,0 a -500,0 cm	500,0 cm	001 / Strato 1-2	Assente
2	da -500,0 a -1500,0 cm	1000,0 cm	002 / Strato 3	Assente

- **Indice/Descrizione: 001/Boscoreale – zona Passanti – Manufatto di derivazione al Nodo 26**

Numero strati: 2

Profondità falda: assente

Strato n.	Quota di riferimento	Spessore	Indice / Descrizione terreno	Attrito Neg.
1	da 0,0 a -560,0 cm	560,0 cm	001 / Strato 1-2	Assente
2	da -560,0 a -1500,0 cm	940,0 cm	002 / Strato 3	Assente

- **Indice/Descrizione: 001/Boscoreale – zona Passanti – Manufatto di derivazione al Nodo 27**

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

ARCHIVIO TERRENI

- **Indice/Descrizione: 001/Boscoreale – zona Passanti – Manufatto di derivazione “1” (Nodo 5d)**

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	35,000	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

- **Indice/Descrizione: 001/Boscoreale – zona Passanti – Manufatto di derivazione “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

• **Indice/Descrizione: 001/Boscoreale – zona Passanti – Manufatto di derivazione al nodo 26**

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	35,000	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

• **Indice/Descrizione: 001/Boscoreale – zona Passanti – Manufatto di derivazione al nodo 27**

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

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: 4

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

Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.6090 daN/cm²

Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.0000 + 2.7531 + 0.2731 + 0.0000

Qmax / Qlim = 1.8299 / 3.0262 = 0,605 Ok (Cmb. n. 004)

TB / TBlim = 1516.8 / 30003.8 = 0,051 Ok (Cmb. n. 005)

TL / TLLim = 0.0 / 29683.7 = 0,000 Ok (Cmb. n. 005)

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	0.016	7.757	-1971.9	0.0	-181103.4	-1.5289	-1.8299
005	SLU STR	No	-0.023	6.201	-1516.8	0.0	-107401.9	-0.9223	-1.0669

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

Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.6090 daN/cm²

Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.0000 + 2.3642 + 0.1518 + 0.0000

Qmax / Qlim = 2.3776 / 2.5160 = 0,945 Ok (Cmb. n. 028)

TB / TBlim = 12133.6 / 35542.8 = 0,341 Ok (Cmb. n. 038)

TL / TLLim = 13951.3 / 35278.2 = 0,395 Ok (Cmb. n. 010)

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
010	SLV A1	Si	-6.534	-25.704	-4348.5	-12683.0	-127957.0	-0.6172	-1.7527
028	SLV A1	Si	-21.847	17.374	-11030.6	3804.4	-128085.5	-0.2112	-2.1615
038	SLV A1	Si	-21.824	-2.495	-11030.6	-3804.3	-128024.1	-0.4128	-1.9580

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

Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.6090 daN/cm²

$Q_{lim} = Q_{lim\ c} + Q_{lim\ q} + Q_{lim\ g} + Q_{res\ P} = 0.0000 + 2.5315 + 0.2010 + 0.0000$

$Q_{max} / Q_{lim} = 1.9457 / 2.7325 = 0,712$ Ok (Cmb. n. 060)

$TB / TBl_{im} = 7429.8 / 35547.1 = 0,209$ Ok (Cmb. n. 070)

$TL / TL_{lim} = 8161.7 / 35289.9 = 0,231$ Ok (Cmb. n. 042)

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
042	SLD	Si	-3.557	-11.939	-3074.7	-7419.7	-127999.8	-0.9040	-1.4667
060	SLD	Si	-11.907	13.254	-6753.7	2225.7	-128076.0	-0.6036	-1.7688
070	SLD	Si	-11.892	1.632	-6754.3	-2225.6	-128039.7	-0.7609	-1.6110

VALORI DI CALCOLO DEI CEDIMENTI PER FONDAZIONI SUPERFICIALI

Elemento: Platea n. 31

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
073	SLE rare	No	-0.022	5.850	-1516.8	0.0	-113859.3	-0.9823	-1.1269
076	SLE rare	No	0.012	7.790	-1516.8	0.0	-131611.9	-1.1104	-1.3302

Cedimento massimo = -2.993 cm in Cmb n. 076

Cedimento minimo = -0.091 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	Id Materiale	Id Criterio	Progettazione
	cm			
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	N y	N xy	M x	M y	M xy
									daN/ m	daN/ m	daN/ m	daN	daN	daN
1	ok	0.14	0.1	5.47e-03	12.4	12.4	12.4	12.4	-1622.7	8503.0	-3962.8	350.1	-642.7	16.4
2	ok	0.14	0.2	2.11e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-8515.2	-5145.8	-5260.8	-161.5	-2782.5	259.5
3	ok	0.14	0.3	3.36e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-1.171e+04	-1.510e+04	-6208.3	-891.3	-5574.6	314.7
4	ok	0.14	0.4	4.24e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-1.431e+04	-2.177e+04	273.8	-1574.4	-8114.8	241.3

MANUFATTI DI DERIVAZIONE: “1” (NODO 5D), “2” (NODO 28), AL NODO 26, AL NODO 27

5	ok	0.14	0.6	6.98e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-2.126e+04	-4.106e+04	-1903.4	-3670.1	-1.270e+04	1089.9
6	ok	0.14	0.5	6.29e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-1.793e+04	-3.176e+04	-9978.1	-2130.4	-8519.5	-2075.0
7	ok	0.14	0.6	4.51e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-8316.8	-2.647e+04	326.8	-2965.6	-1.123e+04	640.6
8	ok	0.14	0.7	5.77e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-1.601e+04	-3.407e+04	-523.4	-3370.2	-1.324e+04	-414.4
9	ok	0.14	0.6	4.86e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-1.202e+04	-2.793e+04	3650.1	-2766.0	-1.175e+04	-192.9
10	ok	0.14	0.6	4.66e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-1.186e+04	-2.607e+04	4803.7	-2495.0	-1.091e+04	-154.2
11	ok	0.14	0.5	4.58e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-1.236e+04	-2.491e+04	5596.6	-2223.3	-1.001e+04	-220.6
12	ok	0.14	0.5	4.42e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-1.285e+04	-2.323e+04	6212.4	-1874.6	-8849.8	-280.7
13	ok	0.14	0.4	4.07e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-1.287e+04	-2.018e+04	6606.1	-1414.6	-7219.5	-323.2
14	ok	0.14	0.3	2.85e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-1.047e+04	-1.182e+04	5598.8	-658.4	-4310.4	-326.9
15	ok	0.14	0.1	1.88e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-8121.0	-2985.3	4811.4	29.8	-2116.5	-279.8
16	ok	0.14	0.1	4.81e-03	12.4	12.4	12.4	12.4	-1291.5	8607.1	3858.1	422.8	-592.9	-11.0
17	ok	0.14	0.2	8.76e-03	12.4	12.4	12.4	12.4	-726.61	2.778e+04	-901.7	-44.4	-1190.4	21.8
18	ok	0.14	0.1	1.12e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-3758.2	-4440.0	-1313.5	-147.8	-1908.1	951.8
19	ok	0.14	0.2	2.55e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-7259.8	-1.424e+04	-1630.4	-561.7	-3828.6	1030.2
20	ok	0.14	0.3	3.81e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-9189.8	-2.217e+04	-1512.9	-1122.7	-5711.4	1174.3
21	ok	0.14	0.4	5.14e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-6915.5	-2.824e+04	-4446.5	-868.6	-6539.5	451.3
22	ok	0.14	0.3	4.80e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-1.134e+04	-1.522e+04	-1.453e+04	-2202.8	-2936.5	-1130.5
23	ok	0.14	0.4	3.95e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-7104.0	-2.075e+04	5500.3	-1133.5	-6792.6	2070.2
24	ok	0.14	0.5	5.72e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-7635.9	-3.292e+04	-624.3	-2202.9	-9885.4	234.3
25	ok	0.14	0.5	4.70e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-9915.5	-2.774e+04	-167.2	-2208.3	-9011.1	-47.6
26	ok	0.14	0.5	4.57e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-1.001e+04	-2.658e+04	1743.6	-2077.3	-8533.1	-516.0
27	ok	0.14	0.4	4.41e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-9744.7	-2.542e+04	2507.4	-1805.3	-7751.1	-871.7
28	ok	0.14	0.4	4.10e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-9255.2	-2.356e+04	2394.0	-1459.0	-6716.6	-1113.8
29	ok	0.14	0.3	3.45e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-8482.6	-1.973e+04	1921.2	-1066.3	-5363.3	-1242.5
30	ok	0.14	0.2	2.08e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-6358.3	-1.084e+04	1629.9	-413.3	-3189.6	-1146.9
31	ok	0.14	0.1	9.87e-03	12.4	12.4	12.4	12.4	-3145.1	-2138.8	902.3	-89.7	-1661.3	-1029.2
32	ok	0.14	0.2	9.49e-03	12.4	12.4	12.4	12.4	-1894.11	2.444e+04	-1242.4	207.1	-953.9	-99.1
33	ok	0.14	0.2	7.16e-03	12.4	12.4	12.4	12.4	-2544.31	3.76e+04	5414.6	207.1	-1367.8	59.5
34	ok	0.14	0.1	1.15e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-3028.0	-3003.3	892.0	179.2	-1798.2	496.5
35	ok	0.14	0.2	2.35e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-4325.5	-1.334e+04	-192.1	-248.2	-2777.8	706.4
36	ok	0.14	0.2	3.72e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-4700.8	-2.152e+04	-1844.4	-679.6	-3839.5	793.0
37	ok	0.14	0.2	4.32e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-5092.5	-2.434e+04	-4916.8	-767.6	-4239.9	614.6
38	ok	0.14	0.2	3.99e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-6643.5	-2.108e+04	-6349.1	-622.1	-3916.0	610.3
39	ok	0.14	0.3	3.71e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-7924.9	-2.139e+04	2719.1	-1170.3	-5149.3	1043.0
40	ok	0.14	0.4	5.06e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-6296.6	-2.988e+04	1228.5	-1979.6	-6987.8	378.7
41	ok	0.14	0.4	4.79e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-8220.6	-2.830e+04	312.8	-2084.6	-6995.0	-22.0
42	ok	0.14	0.4	4.62e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-8157.5	-2.717e+04	1288.0	-1915.3	-6669.3	-415.0
43	ok	0.14	0.3	4.40e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-7478.5	-2.579e+04	1858.9	-1612.8	-6000.1	-719.4
44	ok	0.14	0.3	4.03e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-6565.1	-2.349e+04	2025.6	-1232.7	-5145.1	-895.3
45	ok	0.14	0.2	3.33e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-5476.7	-1.943e+04	1695.9	-804.3	-4090.7	-950.5
46	ok	0.14	0.2	1.71e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-3860.3	-9807.9	3.9	-167.3	-2598.6	-824.6
47	ok	0.14	0.1	1.01e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-2708.5	-436.7	-1301.8	207.4	-1773.0	-621.5
48	ok	0.14	0.3	7.69e-03	12.4	12.4	12.4	12.4	-2460.31	3.89e+04	-6145.1	323.9	-1398.9	-76.1
49	ok	0.14	0.2	1.07e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-3283.31	3.50e+04	299.0	165.3	-1482.4	76.1
50	ok	0.14	0.1	1.09e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-3013.1	-2285.7	3133.9	271.2	-1715.1	347.5
51	ok	0.14	0.1	2.25e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-1641.4	-9313.0	-719.2	-410.2	-2259.9	284.8
52	ok	0.14	0.2	3.54e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-3428.0	-2.061e+04	-1891.7	-501.6	-3090.8	592.9
53	ok	0.14	0.2	4.07e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-4624.5	-2.313e+04	-4242.2	-678.1	-3531.7	612.9
54	ok	0.14	0.2	3.86e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-6125.0	-2.160e+04	-4523.1	-604.4	-3581.8	592.0
55	ok	0.14	0.3	3.82e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-7627.6	-2.230e+04	1585.8	-1153.6	-4571.1	624.8
56	ok	0.14	0.3	4.88e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-6195.8	-2.875e+04	1531.6	-1902.7	-5858.5	304.3
57	ok	0.14	0.3	4.84e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-7300.0	-2.853e+04	459.5	-2020.3	-6070.0	8.9
58	ok	0.14	0.3	4.66e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-7269.1	-2.742e+04	1115.7	-1857.0	-5811.4	-296.7
59	ok	0.14	0.3	4.42e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-6500.7	-2.594e+04	1606.8	-1544.4	-5222.3	-524.5
60	ok	0.14	0.3	4.01e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-5458.6	-2.351e+04	1658.8	-1133.7	-4456.3	-671.6
61	ok	0.14	0.2	3.28e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-4388.4	-1.921e+04	1284.7	-682.0	-3557.9	-702.3
62	ok	0.14	0.2	1.61e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-1675.4	-6039.0	346.7	-300.0	-2302.1	-417.3
63	ok	0.14	0.1	9.29e-03	12.4	12.4	12.4	12.4	-2830.1	458.6	-3270.6	270.9	-1787.0	-458.2
64	ok	0.14	0.3	1.12e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-3183.91	4.01e+04	-663.4	289.0	-1570.8	-98.9
65	ok	0.14	0.2	1.22e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-4300.61	1.21e+04	-1163.7	-299.6	-1424.4	81.1
66	ok	0.14	0.1	9.87e-03	12.4	12.4	12.4	12.4	-3961.3	-359.3	2300.3	361.7	-1485.9	119.6
67	ok	0.14	0.1	2.03e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-2504.8	-1.145e+04	5.1	192.1	-1800.8	164.3
68	ok	0.14	0.1	3.24e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-2521.2	-1.889e+04	-1462.0	-219.2	-2250.4	255.9
69	ok	0.14	0.2	3.81e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-3896.1	-2.227e+04	-2178.2	-503.8	-2761.9	312.5
70	ok	0.14	0.2	3.85e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-5164.2	-2.224e+04	-2100.3	-619.4	-3063.4	315.4
71	ok	0.14	0.2	4.13e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-6596.8	-2.431e+04	471.1	-1155.5	-3806.3	109.5
72	ok	0.14	0.2	4.71e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-6214.6	-2.772e+04	1386.1	-1759.7	-4462.6	22.5
73	ok	0.14	0.3	4.84e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-6130.1	-2.857e+04	732.9	-1909.8	-4683.2	-23.5
74	ok	0.14	0.2	4.71e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-5859.0	-2.778e+04	658.7	-1769.3	-4519.2	-105.9
75	ok	0.14	0.2	4.44e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-4923.9	-2.614e+04	751.5	-1430.9	-4054.5	-176.7
76	ok	0.14	0.2	3.96e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-3843.9	-2.334e+04	706.8	-987.9	-3469.5	-211.0
77	ok	0.14	0.2	3.18e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-2766.3	-1.870e+04	436.9	-492.5	-2816.1	-216.1
78	ok	0.14	0.1	1.41e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-2752.1	-7543.6	-477.1	192.5	-2057.2	-166.4
79	ok	0.14	0.1	9.04e-03	12.4	12.4	12.4	12.4	-3959.6	2123.8	-906.3	302.7	-1742.5	-132.7
80	ok	0.14	0.3	1.22e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-6179.11	2.66e+04	-4042.4	88.3	-1726.7	-26.8
81	ok	0.14	0.2	1.30e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-4477.91	1.16e+04	-1998.8	-307.5	-1465.7	-33.9
82	ok	0.14	0.1	1.01e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-3884.7	-714.6	-1450.4	367.6	-1492.2	-58.6

MANUFATTI DI DERIVAZIONE: “1” (NODO 5D), “2” (NODO 28), AL NODO 26, AL NODO 27

83	ok	0.14	0.1	1.99e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-2673.5-1.100e+04	-761.7	240.4	-1774.8	-75.1
84	ok	0.14	0.1	3.15e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-1718.8-1.388e+04	245.3	-482.1	-2086.1	-1.3
85	ok	0.14	0.2	3.79e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-4128.5-2.232e+04	-546.2	-543.4	-2863.4	-97.4
86	ok	0.14	0.2	3.94e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-5002.4-2.325e+04	-435.3	-747.4	-3171.3	-126.1
87	ok	0.14	0.2	4.31e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-6449.8-2.546e+04	758.8	-1255.1	-3907.0	-205.1
88	ok	0.14	0.2	4.67e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-6687.1-2.744e+04	1174.0	-1721.6	-4425.1	-160.6
89	ok	0.14	0.3	4.78e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-6398.1-2.824e+04	617.9	-1856.3	-4570.6	-30.1
90	ok	0.14	0.2	4.69e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-5874.3-2.773e+04	86.4	-1742.9	-4394.2	82.9
91	ok	0.14	0.2	4.43e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-4867.3-2.615e+04	-190.0	-1414.7	-3943.0	142.4
92	ok	0.14	0.2	3.96e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-3731.5-2.330e+04	-265.9	-973.6	-3377.6	168.3
93	ok	0.14	0.2	3.17e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-2689.5-1.861e+04	-198.1	-477.1	-2748.7	170.2
94	ok	0.14	0.1	1.39e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-1437.7 -5151.2	-401.3	-334.4	-2006.6	78.6
95	ok	0.14	0.2	8.99e-03	12.4	12.4	12.4	12.4	-3929.2 2148.7	1219.7	305.7	-1735.3	97.4
96	ok	0.14	0.3	1.24e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-6249.61.222e+04	-1994.6	24.9	-1721.4	51.5
97	ok	0.14	0.2	1.14e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-4058.01.206e+04	-440.8	111.7	-1442.0	-80.0
98	ok	0.14	0.1	1.15e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-3372.5 -1689.1	-3491.0	319.7	-1611.5	-315.1
99	ok	0.14	0.1	2.12e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-3397.7-1.187e+04	-887.4	77.6	-2206.9	-407.8
100	ok	0.14	0.2	3.21e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-4372.2-1.867e+04	161.1	-371.1	-3002.1	-498.8
101	ok	0.14	0.2	3.87e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-5685.3-2.283e+04	801.4	-778.7	-3812.3	-566.2
102	ok	0.14	0.2	4.04e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-6403.1-2.384e+04	900.8	-995.9	-4198.2	-565.6
103	ok	0.14	0.3	4.39e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-7709.9-2.581e+04	1254.2	-1434.0	-5032.2	-505.2
104	ok	0.14	0.3	4.63e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-8023.3-2.725e+04	1073.4	-1789.4	-5562.2	-301.8
105	ok	0.14	0.3	4.70e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-7737.1-2.778e+04	346.2	-1883.5	-5659.6	-12.6
106	ok	0.14	0.3	4.63e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-7171.1-2.731e+04	-518.6	-1790.6	-5416.5	273.8
107	ok	0.14	0.3	4.41e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-6244.9-2.594e+04	-1107.5	-1500.1	-4878.9	477.8
108	ok	0.14	0.2	3.99e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-5158.6-2.340e+04	-1263.0	-1097.4	-4179.0	585.0
109	ok	0.14	0.2	3.26e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-4040.1-1.912e+04	-1015.7	-638.0	-3346.4	616.4
110	ok	0.14	0.1	1.57e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-1434.8 -5867.6	-292.5	-403.0	-2240.0	324.1
111	ok	0.14	0.1	9.50e-03	12.4	12.4	12.4	12.4	-3036.0 879.5	3378.1	277.6	-1758.2	408.5
112	ok	0.14	0.3	1.12e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-3845.91.357e+04	346.6	246.1	-1598.0	97.5
113	ok	0.14	0.2	8.40e-03	12.4	12.4	12.4	12.4	-3107.91.205e+04	-1400.1	196.2	-1275.1	-83.5
114	ok	0.14	0.1	1.23e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-3189.9 -3045.9	-1086.9	209.7	-1703.4	-532.8
115	ok	0.14	0.2	2.24e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-4600.0-1.281e+04	-390.6	-139.1	-2682.2	-743.0
116	ok	0.14	0.2	3.29e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-6001.9-1.925e+04	739.3	-578.6	-3778.5	-870.2
117	ok	0.14	0.3	3.93e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-7233.0-2.309e+04	1524.1	-969.6	-4787.6	-884.1
118	ok	0.14	0.3	4.11e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-7886.0-2.404e+04	1565.1	-1178.0	-5227.6	-878.1
119	ok	0.14	0.3	4.40e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-8971.4-2.578e+04	1508.7	-1572.5	-6168.9	-714.9
120	ok	0.14	0.4	4.59e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-9152.2-2.702e+04	1014.5	-1869.1	-6728.1	-366.8
121	ok	0.14	0.4	4.64e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-8849.3-2.742e+04	158.7	-1943.4	-6804.7	27.6
122	ok	0.14	0.4	4.58e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-8394.9-2.695e+04	-818.0	-1851.6	-6515.3	420.4
123	ok	0.14	0.3	4.39e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-7622.5-2.574e+04	-1560.4	-1589.1	-5898.3	718.9
124	ok	0.14	0.3	4.02e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-6651.5-2.347e+04	-1816.4	-1221.9	-5075.9	895.7
125	ok	0.14	0.2	3.33e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-5559.7-1.945e+04	-1605.6	-799.9	-4045.0	957.3
126	ok	0.14	0.2	1.72e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-3887.7 -9806.9	93.5	-169.3	-2574.2	826.9
127	ok	0.14	0.1	1.02e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-2647.4 -446.0	1197.0	201.6	-1753.4	630.3
128	ok	0.14	0.3	8.40e-03	12.4	12.4	12.4	12.4	-2848.81.321e+04	1390.0	320.4	-1373.4	99.6
129	ok	0.14	0.2	9.22e-03	12.4	12.4	12.4	12.4	-1976.11.147e+04	-1003.6	113.9	-922.8	-82.7
130	ok	0.14	0.1	1.20e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-4930.7 -4327.4	-1891.6	-58.2	-1853.7	-954.8
131	ok	0.14	0.2	2.45e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-7184.9-1.387e+04	89.8	-450.7	-3566.8	-1250.9
132	ok	0.14	0.3	3.46e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-8855.3-1.974e+04	1182.3	-889.1	-5172.4	-1332.5
133	ok	0.14	0.4	4.07e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-1.046e+04-2.303e+04	2575.3	-1263.6	-6502.2	-1252.0
134	ok	0.14	0.4	4.45e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-1.113e+04-2.356e+04	2051.1	-1446.6	-7022.7	-1208.6
135	ok	0.14	0.4	4.42e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-1.104e+04-2.559e+04	1617.4	-1776.4	-8060.0	-913.8
136	ok	0.14	0.5	4.55e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-1.089e+04-2.653e+04	992.0	-2010.6	-8659.2	-421.1
137	ok	0.14	0.5	4.56e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-1.059e+04-2.694e+04	440.5	-2050.2	-8723.2	67.8
138	ok	0.14	0.4	4.54e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-1.035e+04-2.635e+04	-736.7	-1967.8	-8373.8	570.3
139	ok	0.14	0.4	4.40e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-1.003e+04-2.526e+04	-1426.1	-1738.5	-7656.9	973.0
140	ok	0.14	0.4	4.09e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-9456.9-2.345e+04	-3330.1	-1416.5	-6657.9	1250.3
141	ok	0.14	0.3	3.44e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-8538.7-1.967e+04	-2496.2	-1047.6	-5321.0	1409.8
142	ok	0.14	0.2	2.08e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-6497.5-1.077e+04	-961.8	-418.7	-3137.9	1345.1
143	ok	0.14	0.1	9.99e-03	12.4	12.4	12.4	12.4	-3170.2 -2194.4	-882.9	-92.3	-1644.5	1031.6
144	ok	0.14	0.2	9.54e-03	12.4	12.4	12.4	12.4	-1724.21.227e+04	1175.8	202.3	-939.9	101.5
145	ok	0.14	0.1	4.93e-03	12.4	12.4	12.4	12.4	-1318.9 8151.9	3823.8	354.2	-596.1	-17.7
146	ok	0.14	0.2	2.01e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-8294.0 -5266.9	4759.0	-123.8	-2637.6	-253.9
147	ok	0.14	0.3	3.22e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-1.162e+04-1.472e+04	5597.6	-771.9	-5196.0	-304.0
148	ok	0.14	0.4	3.96e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-1.337e+04-2.016e+04	5681.4	-1313.8	-7289.8	-300.8
149	ok	0.14	0.5	4.53e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-1.385e+04-2.291e+04	-634.1	-1727.5	-8862.8	-232.7
150	ok	0.14	0.5	4.34e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-1.344e+04-2.339e+04	5189.6	-1913.3	-9395.2	-255.2
151	ok	0.14	0.5	4.58e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-1.331e+04-2.522e+04	4974.0	-2254.8-1.046e+04		-196.2
152	ok	0.14	0.6	4.69e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-1.302e+04-2.640e+04	4346.3	-2454.4-1.102e+04		-110.4
153	ok	0.14	0.6	4.64e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-1.243e+04-2.642e+04	-3820.6	-2513.2-1.104e+04		39.4
154	ok	0.14	0.6	4.62e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-1.225e+04-2.582e+04	-4646.3	-2424.0-1.063e+04		132.6
155	ok	0.14	0.5	4.56e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-1.257e+04-2.485e+04	-5455.7	-2191.7	-9859.3	213.6
156	ok	0.14	0.5	4.41e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-1.296e+04-2.321e+04	-6111.0	-1857.8	-8749.1	276.4
157	ok	0.14	0.4	4.06e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-1.252e+04-2.000e+04	364.4	-1440.4	-7162.6	269.1
158	ok	0.14	0.3	2.85e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-1.073e+04-1.164e+04	-5626.3	-652.8	-4152.6	356.6
159	ok	0.14	0.1	1.87e-02	12.4	12.4	12.4	12.4	-8312.1 -2720.2	-4773.6	75.4	-1999.1	313.3
160	ok	0.14	0.1	4.73e-03	12.4	12.4	12.4	12.4	-1230.8 8545.9	-3859.1	419.7	-586.5	11.0

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	0.65	0.07	12.44	12.44	12.44	12.44	-2.126e+04	-4.106e+04	-1.453e+04	-3670.05	-1.324e+04	-2074.97
								-726.621	401e+04	6606.08	422.83	-586.52	2070.17

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	0.98						
2	ok	2.59						
3	ok	3.86						
4	ok Av	4.69	0.13	0.15	3.7	4.4	1.091e+04	1.295e+04
5	ok Av	6.37	0.06	0.25	1.8	7.2	5151.2	2.121e+04
6	ok	3.63						
7	ok Av	8.70	0.34	0.15	9.8	4.3	2.883e+04	1.275e+04
8	ok Av	5.48	0.05	0.21	1.6	6.1	4673.2	1.791e+04
9	ok	3.59						
10	ok	3.52						
11	ok	3.89						
12	ok	4.20						
13	ok	4.30						
14	ok	3.63						
15	ok	2.57						
16	ok	1.30						
17	ok	0.86						
18	ok	2.30						
19	ok	3.44						
20	ok Av	4.65	0.08	0.16	2.5	4.7	7253.7	1.372e+04
21	ok Av	4.96	0.05	0.19	1.6	5.6	4692.6	1.641e+04
22	ok Av	5.34	0.18	0.10	5.3	3.0	1.554e+04	8739.2
23	ok Av	6.06	0.20	0.13	5.7	3.9	1.674e+04	1.139e+04
24	ok Av	5.59	0.06	0.21	1.8	6.1	5360.7	1.787e+04
25	ok	3.83						
26	ok	3.66						
27	ok	3.57						
28	ok	3.48						
29	ok	3.29						
30	ok	2.61						
31	ok	1.71						
32	ok	0.75						
33	ok	0.69						
34	ok	1.45						
35	ok	2.48						
36	ok	3.16						
37	ok	2.53						
38	ok	2.03						
39	ok	3.32						
40	ok	3.45						
41	ok	2.97						
42	ok	2.85						
43	ok	2.78						
44	ok	2.70						
45	ok	2.53						
46	ok	1.97						
47	ok	1.04						
48	ok	0.94						
49	ok	0.78						
50	ok	1.40						
51	ok	2.25						
52	ok	2.57						
53	ok	1.86						
54	ok	1.50						
55	ok	2.95						
56	ok	2.88						
57	ok	2.49						
58	ok	2.50						
59	ok	2.50						
60	ok	2.46						
61	ok	2.35						
62	ok	1.92						
63	ok	1.10						
64	ok	0.80						
65	ok	0.95						
66	ok	1.45						
67	ok	1.46						
68	ok	1.66						
69	ok	1.44						
70	ok	1.50						

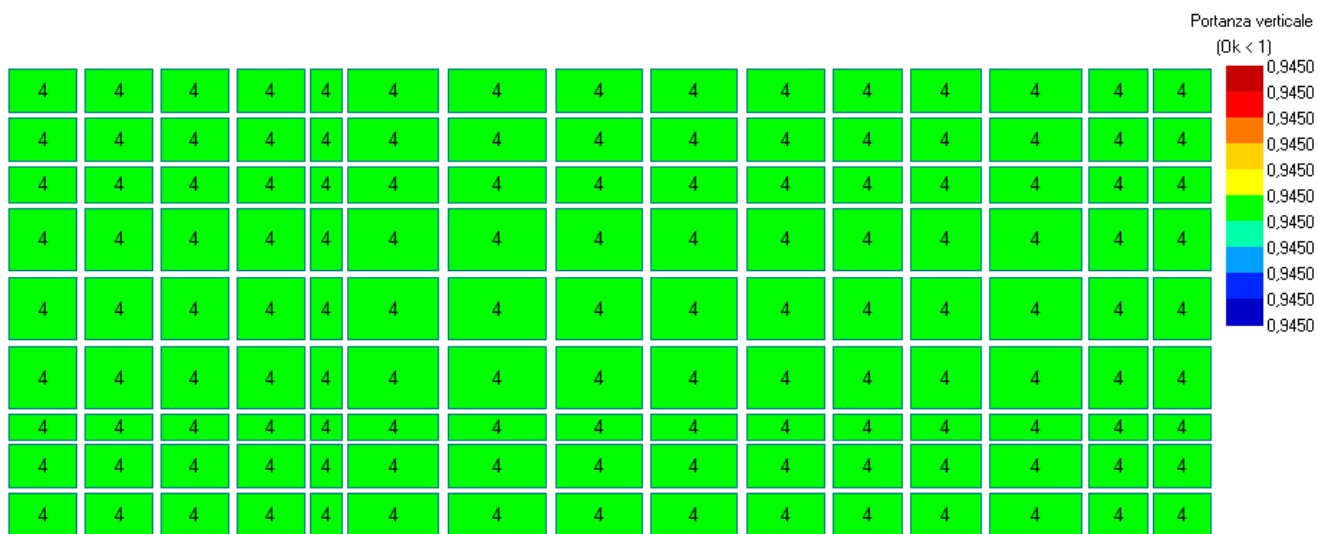
71	ok	1.87
72	ok	1.80
73	ok	1.52
74	ok	1.58
75	ok	1.66
76	ok	1.71
77	ok	1.71
78	ok	1.33
79	ok	1.13
80	ok	0.79
81	ok	0.94
82	ok	1.42
83	ok	1.33
84	ok	1.67
85	ok	1.69
86	ok	1.76
87	ok	1.93
88	ok	1.59
89	ok	1.32
90	ok	1.39
91	ok	1.48
92	ok	1.56
93	ok	1.57
94	ok	1.25
95	ok	1.13
96	ok	0.79
97	ok	0.82
98	ok	1.32
99	ok	1.99
100	ok	2.45
101	ok	2.41
102	ok	2.57
103	ok	2.67
104	ok	2.41
105	ok	2.18
106	ok	2.22
107	ok	2.26
108	ok	2.26
109	ok	2.18
110	ok	1.76
111	ok	1.01
112	ok	0.74
113	ok	0.65
114	ok	1.41
115	ok	2.36
116	ok	2.91
117	ok	3.04
118	ok	3.08
119	ok	3.13
120	ok	2.97
121	ok	2.80
122	ok	2.77
123	ok	2.75
124	ok	2.69
125	ok	2.54
126	ok	2.00
127	ok	1.08
128	ok	0.89
129	ok	0.80
130	ok	2.20
131	ok	3.20
132	ok	3.74
133	ok	3.94
134	ok	3.90
135	ok	3.89
136	ok	3.79
137	ok	3.64
138	ok	3.58
139	ok	3.53
140	ok	3.45
141	ok	3.27
142	ok	2.60
143	ok	1.71
144	ok	0.75
145	ok	1.06
146	ok	2.62
147	ok	3.83
148	ok	4.45

MANUFATTI DI DERIVAZIONE: “1” (NODO 5D), “2” (NODO 28), AL NODO 26, AL NODO 27

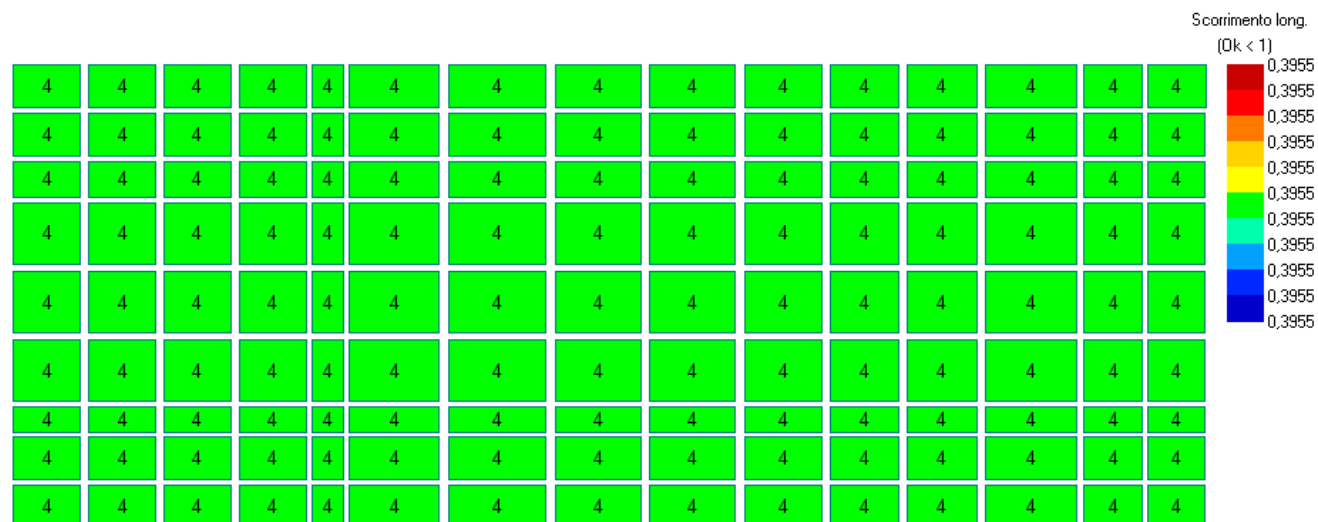
149	ok Av	4.73	0.12	0.14	3.5	4.2	1.032e+04	1.235e+04
150	ok Av	4.54	0.10	0.14	3.0	4.2	8902.8	1.227e+04
151	ok	4.13						
152	ok	3.59						
153	ok	3.33						
154	ok	3.45						
155	ok	3.85						
156	ok	4.17						
157	ok	4.27						
158	ok	3.63						
159	ok	2.58						
160	ok	1.31						
Nodo		Max tau	Ver V pr	Ver V sec	Af V pr	Af V sec	V pr	V sec
		8.70	0.34	0.25	9.80	7.21	2.883e+04	2.121e+04

Azioni su elementi D3 – Platea

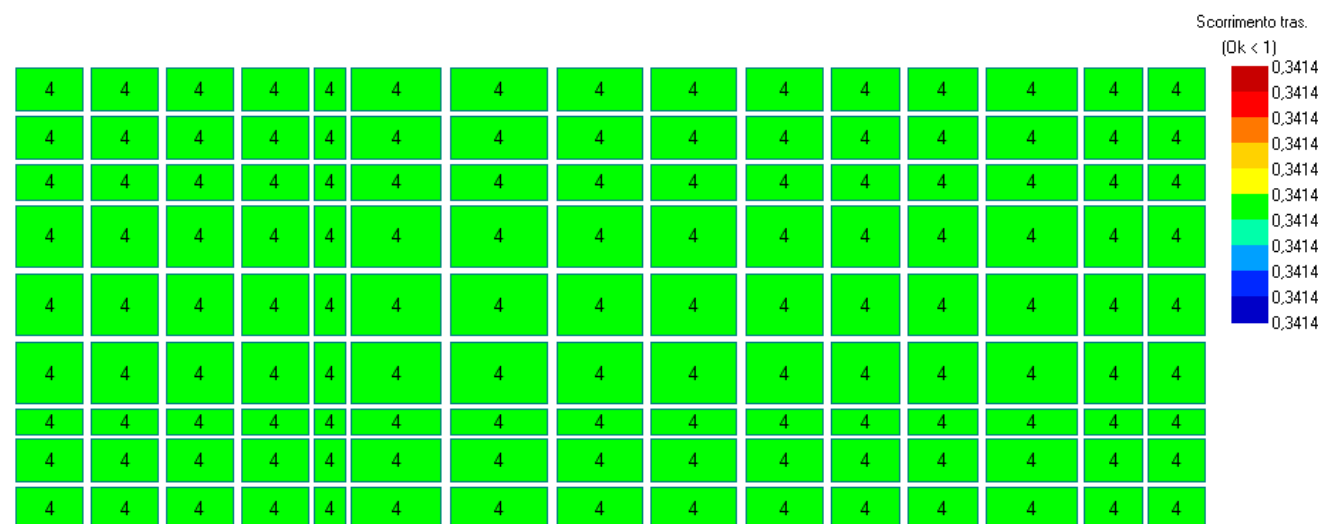
- Portanza verticale



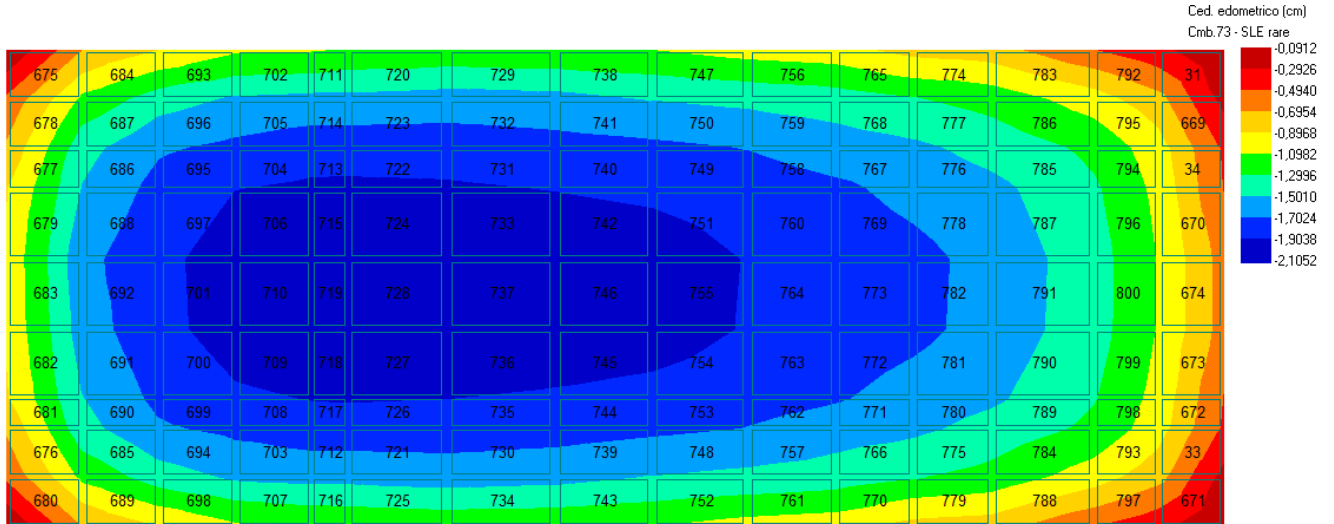
- Scorrimento longitudinale



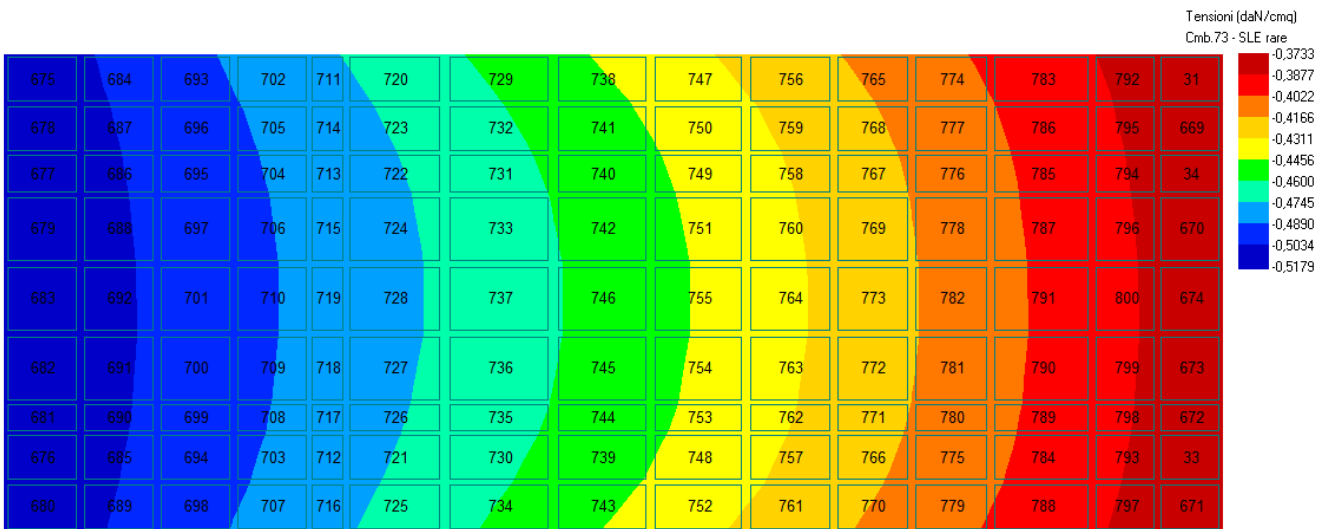
- Scorrimento trasversale



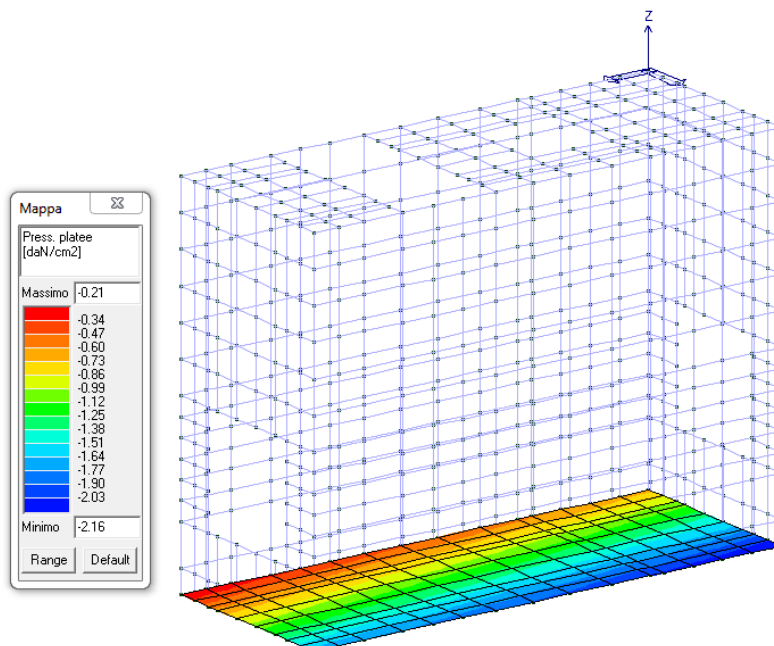
• **Mappa cedimento edometrico**



• **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