COMUNE DI EMPOLI
CITTA' METROPOLITANA DI FIRENZE

REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SCUOLA PRIMARIA IN VIA LIGURIA AD EMPOLI

EUTECNE
Architettura | Ingegneria

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI PERUGIA
Sezione A
N° A1521
DOTTORE INGEGNERE
FRANCESCO ARDINO
SETTORE CIVILE E AMBIENTALE
SETTORE INDUSTRIALE
SETTORE DELL'INFORMAZIONE

PROGETTO ESECUTIVO

ATI DI PROGETTAZIONE:

MANDATARIA

EUTECNE
Architettura | Ingegneria
Via A. Volta, 88_06135 Perugia
T +39 075 32 761

Via Roma, 20/a_57034 Campo nell'Elba (Li)
T/F +39 0565 977 589

Via Marconi, 14/a_06012 Città di Castello (PG)
T +39 0758550900

office@eutecne.it
www.eutecne.it

RESPONSABILE DELLA PROGETTAZIONE
ING. FEDERICO FRAPPI

MANDANTI

F&M ingegneria
Via Belvedere, 8-10
30035Mirano(VE)

SINERGIE PROGETTI
Via G.Di Vittorio, 15
20017 Rho (MI)

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

Dott. Ing. Francesco ARDINO
Dott. Arch. Olimpia LORENZINI
Ing. Sonia ANTONELLI
Dott. Ing. Noemi BRIGANTI
Dott. Ing. Luca DELL'AVERSANO
Dott. Arch. Debora PALUMMO
Dott. Ing. Maura MARTORELLI
Dott. Arch. Luca FRAPPI
Dott. Geol. Armando GRAZI
Dott. Ing. Martina RICCI
Dott. Ing. Giulia BENEDETTI
Dott. Ing. Massimo FALCINELLI
Dott. Ing. Sandro FAVERO
Dott. Ing. Tommaso TASSI
Dott. Ing. Alessandro BONAVENTURA
Dott. Ing. Federico ZAGGIA
Dott. Ing. Paolo BINDI
Dott. Ing. Dario BANDI

COMMITTENTE:

COMUNE DI EMPOLI

R.U.P. Ing. Roberta SCARDIGLI

TITOLO: RELAZIONE GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI - CORPO A

COMMESSA	ELABORATO	REVISIONE
C51E	SRA3	A

SCALA: ---

CODICE COMMESSA: C51E_SRA3A

REV.N	DATA	MOTIVO DELLA EMISSIONE	ESEGUITO	CONTROLLATO	APPROVATO
A	SET. 2021	PROGETTO ESECUTIVO	E. GENNARI	F.ARDINO	F.FRAPPI

RELAZIONE GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI

INDICE

NORMATIVE DI RIFERIMENTO 3
CARICO LIMITE DI FONDAZIONI SUPERFICIALI SU TERRENI 3
ARCHIVIO STRATIGRAFIE 13
ARCHIVIO TERRENI 13
VALORI DI CALCOLO DELLA PORTANZA PER FONDAZIONI SUPERFICIALI 14

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**

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:

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

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

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

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 :

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

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

- 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
- k_0 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:

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

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:

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

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)

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

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

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

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

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

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

- se φ = 0 si ha:

$$s_q = 1.0 \qquad s_\gamma = 1.0 \qquad s_c = 1 + 0.2 \cdot \frac{B}{L}$$
$$d_q = 1.0 \qquad d_\gamma = 1.0 \qquad d_c = 1 + 0.4 \cdot \Theta$$
$$i_q = 1.0 \quad i_\gamma = 1.0 \quad i_c = 0.5 \cdot \left(1 + \sqrt{1 - \frac{H}{A_f \cdot c_a}}\right)$$

Formulazione di Vesic (1975)

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

- se φ ≠ 0 si ha:

$$s_q = 1 + \frac{B}{L} \cdot tg(\varphi) \qquad s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot \frac{B}{L} \qquad s_c = 1 + \frac{N_q \cdot B}{N_c \cdot L}$$
$$d_q = 1 + 2 \cdot tg(\varphi) \cdot \left(1 - sen(\varphi)\right)^2 \cdot \Theta \qquad d_\gamma = 1.0 \qquad d_c = 1 + 0.4 \cdot \Theta$$
$$\text{dove: se } \frac{D}{B} \le 1 \Rightarrow \Theta = \frac{D}{B}, \text{ se } \frac{D}{B} > 1 \Rightarrow \Theta = arctg\left(\frac{D}{B}\right)$$
$$i_q = \left[1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cdot ctg(\varphi)}\right]^m \qquad i_\gamma = \left[1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cdot ctg(\varphi)}\right]^{m+1} \qquad i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$$
$$\text{dove: } m = m_B = \frac{2 + \frac{\mathrm{B}}{\mathrm{L}}}{1 + \frac{B}{L}} \qquad m = m_L = \frac{2 + \frac{\mathrm{L}}{B}}{1 + \frac{L}{B}}$$

- se φ = 0 si ha:

$$s_q = 1.0 \qquad s_\gamma = 1.0 \qquad s_c = 1 + 0.2 \cdot \frac{B}{L}$$
$$d_q = 1.0 \qquad d_\gamma = 1.0 \qquad d_c = 1 + 0.4 \cdot \Theta$$
$$i_q = 1.0 \quad i_\gamma = 1.0 \quad i_c = 1 - \frac{m \cdot H}{A_f \cdot c_a \cdot N_c}$$

Formulazione di Brinch-Hansen

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

- se φ ≠ 0 si ha:

$$s_q = 1 + 0.1 \cdot \frac{B \cdot (1 + sen(\varphi))}{L \cdot (1 - sen(\varphi))} \qquad s_\gamma = 1 + 0.1 \cdot \frac{B \cdot (1 + sen(\varphi))}{L \cdot (1 - sen(\varphi))} \qquad s_c = 1 + 0.2 \cdot \frac{B \cdot (1 + sen(\varphi))}{L \cdot (1 - sen(\varphi))}$$
$$d_q = 1 + 2 \cdot tg(\varphi) \cdot \left(1 - sen(\varphi)\right)^2 \cdot \Theta \qquad d_\gamma = 1.0 \qquad d_c = d_q - \frac{1 - d_q}{N_c \cdot tg(\varphi)}$$
$$\text{dove: se } \frac{D}{B} \le 1 \Rightarrow \Theta = \frac{D}{B}, \text{ se } \frac{D}{B} > 1 \Rightarrow \Theta = arctg\left(\frac{D}{B}\right)$$
$$i_q = \left[1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cdot ctg(\varphi)}\right]^m \qquad i_\gamma = \left[1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cdot ctg(\varphi)}\right]^{m+1} \qquad i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$$
$$\text{dove: } m = m_B = \frac{2 + \frac{\mathrm{B}}{\mathrm{L}}}{1 + \frac{B}{L}} \qquad m = m_L = \frac{2 + \frac{\mathrm{L}}{B}}{1 + \frac{L}{B}}$$

- se φ = 0 si ha:

$$s_q = 1.0 \qquad s_\gamma = 1.0 \qquad s_c = 1 + 0.2 \cdot \frac{B}{L}$$
$$d_q = 1.0 \qquad d_\gamma = 1.0 \qquad d_c = 1 + 0.4 \cdot \Theta$$
$$i_q = 1.0 \quad i_\gamma = 1.0 \quad i_c = 1 - \frac{m \cdot H}{A_f \cdot c_a \cdot N_c}$$

Formulazione Eurocodice 7

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

- se φ ≠ 0 si ha:

$$s_q = 1 + \frac{B}{L} \cdot sen(\varphi) \qquad s_\gamma = 1 - 0.3 \cdot \frac{B}{L} \qquad s_c = \frac{s_q \cdot (N_q - 1)}{N_q - 1}$$
$$d_q = 1 + 2 \cdot tg(\varphi) \cdot (1 - sen(\varphi))^2 \cdot \Theta \qquad d_\gamma = 1.0 \qquad d_c = 1 + 0.4 \cdot \Theta$$
$$\text{dove: se } \frac{D}{B} \le 1 \Rightarrow \Theta = \frac{D}{B}, \text{ se } \frac{D}{B} > 1 \Rightarrow \Theta = arctg\left(\frac{D}{B}\right)$$

- se H è parallela al lato B si ha:

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

- se H è parallela al lato L si ha:

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

- se φ = 0 si ha:

$$s_q = 1.0 \qquad s_\gamma = 1.0 \qquad s_c = 1 + 0.2 \cdot \frac{B}{L}$$
$$d_q = 1.0 \qquad d_\gamma = 1.0 \qquad d_c = 1 + 0.4 \cdot \Theta$$
$$i_q = 1.0 \quad i_\gamma = 1.0 \quad i_c = 0.5 \cdot \left(1 + \sqrt{1 - \frac{H}{A_f \cdot c_a}}\right)$$

Si ricorda che per le relazioni sopra riportate nel caso in cui φ = 0 => $N_q = 1.0$, $N_\gamma = 1.0$ 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:

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

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 determinato 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:

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

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 $\qquad$ $s_c = 1.3$ per fondazioni di tipo quadrato;

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

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

Formulazione di Terzaghi (1943)

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

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

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)

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

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:

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

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% dell'angolo di attrito)
- 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 "u", 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:

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

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

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

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

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:

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

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 tipologie travi e plinti superficiali:
- 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
- Ecc. B eccentricità del carico normale agente sul piano di fondazione in direzione parallela alla sezione trasversale dell'elemento
- Ecc. L eccentricità del carico normale agente sul piano di fondazione in direzione parallela allo sviluppo longitudinale dell'elemento
- S.Taglio B sforzo di taglio agente sul piano di fondazione in direzione parallela alla sezione trasversale dell'elemento
- S.Taglio L sforzo di taglio agente sul piano di fondazione in direzione parallela allo sviluppo longitudinale dell'elemento
- S.Normale carico normale agente sul piano di fondazione
- T.T.min minimo valore della distribuzione tensionale di contatto tra terreno ed elemento fondale
- T.T.max massimo valore della distribuzione tensionale di contatto tra terreno ed elemento fondale

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: no
- Fattori di forma della fondazione: si
- Fattori di profondità del piano di posa: si
- Fattori di inclinazione del carico: no
- Fattori di punzonamento (Vesic): no
- 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 Fc (statico): 2,50
- Coeff. parziale di sicurezza Fq (statico): 2,50
- Coeff. parziale di sicurezza Fg (statico): 2,50
- Coeff. parziale di sicurezza Fc (sismico): 3,00
- Coeff. parziale di sicurezza Fq (sismico): 3,00
- Coeff. parziale di sicurezza Fg (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 :

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

- Coeff. M1 per Tan ϕ (statico): 1
- Coeff. M1 per c' (statico): 1
- Coeff. M1 per Cu (statico): 1
- Coeff. M1 per Tan ϕ (sismico): 1
- Coeff. M1 per c' (sismico): 1
- Coeff. M1 per Cu 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 fSp: 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 / Nuova stratigrafia n. 1
Numero strati: 2
Profondità falda: assente

Strato n.	Quota di riferimento	Spessore	Indice / Descrizione terreno	Attrito Neg.
1	da 0,0 a -300,0 cm	300,0 cm	001 / Sabbia limosa compatta	Assente
2	da -300,0 a -700,0 cm	400,0 cm	002 / Limo argilloso	Assente

ARCHIVIO TERRENI

Indice / Descrizione terreno: **001 / Sabbia limosa compatta**
Comportamento del terreno: condizione drenata

Peso Spec.	P. Spec. Sat.	Angolo Res.	Coesione	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Dens.Rel.	Poisson	C. Ades.
daN/cmc	daN/cmc	Gradi°	daN/cmq	daN/cmq	daN/cmq	%	%	
1,850 E-3	1,950 E-3	28,000	0,000	315,606	500,000	60,0	0,347	1,00

Indice / Descrizione terreno: **002 / Limo argilloso**
Comportamento del terreno: condizione drenata

Peso Spec.	P. Spec. Sat.	Angolo Res.	Coesione	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Dens.Rel.	Poisson	C. Ades.
daN/cmc	daN/cmc	Gradi°	daN/cmq	daN/cmq	daN/cmq	%	%	
1,800 E-3	1,900 E-3	22,000	0,040	100,000	400,000	60,0	0,500	0,96

VALORI DI CALCOLO DELLA PORTANZA PER FONDAZIONI

SUPERFICIALI

I coeff. A1 risultano combinati secondo lo schema presente nella relazione di calcolo della struttura. Le azioni trasmesse in fondazione, relative alle combinazioni di tipo sismico, non saranno amplificate in quanto determinate ipotizzando un comportamento non dissipativo.
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.

Elemento: Trave n. 1
Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLU STR**:
Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.00004067 kN/mm^2
Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.00000000 + 0.00018636 + 0.00008010 + 0.00000000
Qmax / Qlim = 0.00013275 / 0.00026646 = 0,498 Ok (Cmb. n. 092)
TB / TBlim = 2.901 / 64.554 = 0,045 Ok (Cmb. n. 110)
TL / TLlim = 1.477 / 61.233 = 0,024 Ok (Cmb. n. 061)
Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T. min	T.T. max
n.			mm	mm	kN	kN	kN	kN/mm^2	kN/mm^2
061	SLU STR	No	1.34	0.65	0.393	-1.477	-126.993	-0.00007818	-0.00007971
092	SLU STR	No	1.48	0.66	2.200	-0.982	-211.341	-0.00013001	-0.00013275
110	SLU STR	No	1.72	0.68	2.901	-0.557	-129.989	-0.00007985	-0.00008174

Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLV A1 sism.**:
Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.00004067 kN/mm^2
Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.00000000 + 0.00018636 + 0.00008010 + 0.00000000
Qmax / Qlim = 0.00010206 / 0.00026646 = 0,383 Ok (Cmb. n. 129)
TB / TBlim = 46.906 / 60.546 = 0,775 Ok (Cmb. n. 144)
TL / TLlim = 43.456 / 57.639 = 0,754 Ok (Cmb. n. 124)
Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T. min	T.T. max
n.			mm	mm	kN	kN	kN	kN/mm^2	kN/mm^2
124	SLV A1	Si	-1.42	1.67	14.431	-43.456	-130.236	-0.00007981	-0.00008218
129	SLV A1	Si	8.58	0.61	-39.107	13.312	-157.067	-0.00009313	-0.00010206
144	SLV A1	Si	-8.14	0.73	46.906	-10.051	-133.630	-0.00007935	-0.00008667

Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLD sism.**:
Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.00004067 kN/mm^2
Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.00000000 + 0.00018636 + 0.00008010 + 0.00000000
Qmax / Qlim = 0.00009652 / 0.00026646 = 0,362 Ok (Cmb. n. 161)
TB / TBlim = 24.017 / 62.292 = 0,386 Ok (Cmb. n. 176)
TL / TLlim = 22.344 / 59.930 = 0,373 Ok (Cmb. n. 156)
Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T. min	T.T. max
n.			mm	mm	kN	kN	kN	kN/mm^2	kN/mm^2
156	SLD	Si	0.01	1.15	7.551	-22.344	-137.312	-0.00008492	-0.00008585
161	SLD	Si	5.15	0.64	-19.602	6.441	-150.953	-0.00009112	-0.00009652
176	SLD	Si	-3.28	0.70	24.017	-5.405	-139.023	-0.00008473	-0.00008813

Elemento: Trave n. 2
Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLU STR**:
Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.00004067 kN/mm^2
Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.00000000 + 0.00018636 + 0.00008010 + 0.00000000
Qmax / Qlim = 0.00013324 / 0.00026646 = 0,500 Ok (Cmb. n. 092)
TB / TBlim = 1.435 / 31.040 = 0,046 Ok (Cmb. n. 110)
TL / TLlim = 0.730 / 43.933 = 0,017 Ok (Cmb. n. 064)
Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T. min	T.T. max

n.			mm	mm	kN	kN	kN	kN/mm²	kN/mm²
064	SLU STR	No	1.25	0.19	0.302	-0.730	-73.551	-0.00009466	-0.00009620
092	SLU STR	No	1.37	0.21	1.118	-0.388	-101.797	-0.00013092	-0.00013324
110	SLU STR	No	1.59	0.21	1.435	-0.220	-62.616	-0.00008044	-0.00008204

Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLV A1 sism.**:
Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.00004067 kN/mm²
Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.00000000 + 0.00018636 + 0.00008010 + 0.00000000
Qmax / Qlim = 0.00010238 / 0.00026646 = 0,384 Ok (Cmb. n. 129)
TB / TBlim = 22.295 / 29.122 = 0,766 Ok (Cmb. n. 144)
TL / TLlim = 20.638 / 35.912 = 0,575 Ok (Cmb. n. 124)
Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T. min	T.T. max
n.			mm	mm	kN	kN	kN	kN/mm²	kN/mm²
124	SLV A1	Si	-1.41	0.39	6.937	-20.638	-63.118	-0.00008101	-0.00008277
129	SLV A1	Si	8.28	0.21	-19.069	6.380	-75.647	-0.00009386	-0.00010238
144	SLV A1	Si	-7.75	0.19	22.295	-4.723	-64.369	-0.00008007	-0.00008684

Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLD sism.**:
Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.00004067 kN/mm²
Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.00000000 + 0.00018636 + 0.00008010 + 0.00000000
Qmax / Qlim = 0.00009684 / 0.00026646 = 0,363 Ok (Cmb. n. 161)
TB / TBlim = 11.439 / 29.964 = 0,382 Ok (Cmb. n. 176)
TL / TLlim = 10.586 / 36.955 = 0,286 Ok (Cmb. n. 156)
Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T. min	T.T. max
n.			mm	mm	kN	kN	kN	kN/mm²	kN/mm²
156	SLD	Si	-0.04	0.30	3.652	-10.586	-66.338	-0.00008582	-0.00008633
161	SLD	Si	4.95	0.21	-9.538	3.114	-72.708	-0.00009180	-0.00009684
176	SLD	Si	-3.15	0.20	11.439	-2.516	-66.968	-0.00008534	-0.00008839

Elemento: Trave n. 3
Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLU STR**:
Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.00004067 kN/mm²
Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.00000000 + 0.00018636 + 0.00008010 + 0.00000000
Qmax / Qlim = 0.00013575 / 0.00026646 = 0,509 Ok (Cmb. n. 092)
TB / TBlim = 4.573 / 97.464 = 0,047 Ok (Cmb. n. 110)
TL / TLlim = 1.799 / 82.541 = 0,022 Ok (Cmb. n. 061)
Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T. min	T.T. max
n.			mm	mm	kN	kN	kN	kN/mm²	kN/mm²
061	SLU STR	No	1.21	3.23	0.836	-1.799	-192.816	-0.00007904	-0.00008153
092	SLU STR	No	1.35	3.20	3.647	-0.747	-320.870	-0.00013145	-0.00013575
110	SLU STR	No	1.50	3.11	4.573	-0.436	-197.331	-0.00008077	-0.00008350

Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLV A1 sism.**:
Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.00004067 kN/mm²
Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.00000000 + 0.00018636 + 0.00008010 + 0.00000000
Qmax / Qlim = 0.00010387 / 0.00026646 = 0,390 Ok (Cmb. n. 129)
TB / TBlim = 68.120 / 91.402 = 0,745 Ok (Cmb. n. 144)
TL / TLlim = 63.089 / 80.223 = 0,786 Ok (Cmb. n. 124)
Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T. min	T.T. max
n.			mm	mm	kN	kN	kN	kN/mm²	kN/mm²
124	SLV A1	Si	-1.11	4.17	21.645	-63.089	-200.001	-0.00008163	-0.00008464
129	SLV A1	Si	7.54	3.54	-60.321	19.856	-238.661	-0.00009432	-0.00010387
144	SLV A1	Si	-6.41	2.64	68.120	-14.223	-202.545	-0.00008050	-0.00008725

Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLD sism.**:
Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.00004067 kN/mm²
Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.00000000 + 0.00018636 + 0.00008010 + 0.00000000
Qmax / Qlim = 0.00009845 / 0.00026646 = 0,369 Ok (Cmb. n. 161)
TB / TBlim = 35.019 / 94.111 = 0,372 Ok (Cmb. n. 176)
TL / TLlim = 32.216 / 83.342 = 0,387 Ok (Cmb. n. 156)
Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T. min	T.T. max
n.			mm	mm	kN	kN	kN	kN/mm²	kN/mm²
156	SLD	Si	0.10	3.66	11.454	-32.216	-209.636	-0.00008630	-0.00008830

161	SLD	Si	4.56	3.37	-30.116	9.842	-229.289	-0.00009221	-0.00009845
176	SLD	Si	-2.49	2.93	35.019	-7.438	-210.914	-0.00008572	-0.00008944

Elemento: Trave n. 4
Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLU STR**:
Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.00004067 kN/mm^2
Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.00000000 + 0.00018636 + 0.00008010 + 0.00000000
Qmax / Qlim = 0.00013799 / 0.00026646 = 0,518 Ok (Cmb. n. 092)
TB / TBlim = 4.492 / 98.617 = 0,046 Ok (Cmb. n. 110)
TL / TLlim = 1.630 / 83.734 = 0,019 Ok (Cmb. n. 061)
Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	Ecc. B mm	Ecc. L mm	S. Taglio B kN	S. Taglio L kN	S. Normale kN	T.T. min kN/mm^2	T.T. max kN/mm^2
061	SLU STR	No	1.12	2.83	0.778	-1.630	-196.500	-0.00008055	-0.00008283
092	SLU STR	No	1.26	2.90	3.525	-0.416	-327.051	-0.00013395	-0.00013799
110	SLU STR	No	1.40	2.64	4.492	-0.266	-200.903	-0.00008230	-0.00008478

Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLV A1 sism.**:
Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.00004067 kN/mm^2
Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.00000000 + 0.00018636 + 0.00008010 + 0.00000000
Qmax / Qlim = 0.00010612 / 0.00026646 = 0,398 Ok (Cmb. n. 129)
TB / TBlim = 66.027 / 92.697 = 0,712 Ok (Cmb. n. 144)
TL / TLlim = 62.788 / 81.808 = 0,768 Ok (Cmb. n. 124)
Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	Ecc. B mm	Ecc. L mm	S. Taglio B kN	S. Taglio L kN	S. Normale kN	T.T. min kN/mm^2	T.T. max kN/mm^2
124	SLV A1	Si	-1.23	3.78	21.746	-62.788	-204.898	-0.00008391	-0.00008689
129	SLV A1	Si	7.50	2.67	-61.953	20.057	-243.386	-0.00009691	-0.00010612
144	SLV A1	Si	-6.07	3.68	66.027	-14.040	-206.556	-0.00008277	-0.00008985

Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLD sism.**:
Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.00004067 kN/mm^2
Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.00000000 + 0.00018636 + 0.00008010 + 0.00000000
Qmax / Qlim = 0.00010032 / 0.00026646 = 0,377 Ok (Cmb. n. 161)
TB / TBlim = 33.924 / 95.434 = 0,355 Ok (Cmb. n. 176)
TL / TLlim = 31.956 / 84.814 = 0,377 Ok (Cmb. n. 156)
Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	Ecc. B mm	Ecc. L mm	S. Taglio B kN	S. Taglio L kN	S. Normale kN	T.T. min kN/mm^2	T.T. max kN/mm^2
156	SLD	Si	-0.01	3.30	11.470	-31.956	-214.183	-0.00008812	-0.00009007
161	SLD	Si	4.50	2.75	-30.978	10.052	-233.743	-0.00009436	-0.00010032
176	SLD	Si	-2.37	3.26	33.924	-7.238	-215.010	-0.00008772	-0.00009156

Elemento: Trave n. 5
Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLU STR**:
Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.00004067 kN/mm^2
Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.00000000 + 0.00018636 + 0.00008010 + 0.00000000
Qmax / Qlim = 0.00013853 / 0.00026646 = 0,520 Ok (Cmb. n. 092)
TB / TBlim = 2.134 / 49.121 = 0,043 Ok (Cmb. n. 110)
TL / TLlim = 0.845 / 52.649 = 0,016 Ok (Cmb. n. 062)
Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	Ecc. B mm	Ecc. L mm	S. Taglio B kN	S. Taglio L kN	S. Normale kN	T.T. min kN/mm^2	T.T. max kN/mm^2
062	SLU STR	No	1.02	0.35	0.349	-0.845	-100.476	-0.00008382	-0.00008504
092	SLU STR	No	1.14	0.36	1.603	-0.236	-163.561	-0.00013636	-0.00013853
110	SLU STR	No	1.31	0.34	2.134	-0.148	-100.391	-0.00008363	-0.00008509

Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLV A1 sism.**:
Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.00004067 kN/mm^2
Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.00000000 + 0.00018636 + 0.00008010 + 0.00000000
Qmax / Qlim = 0.00010642 / 0.00026646 = 0,399 Ok (Cmb. n. 129)
TB / TBlim = 32.514 / 45.932 = 0,708 Ok (Cmb. n. 136)
TL / TLlim = 31.641 / 48.831 = 0,648 Ok (Cmb. n. 124)
Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	Ecc. B mm	Ecc. L mm	S. Taglio B kN	S. Taglio L kN	S. Normale kN	T.T. min kN/mm^2	T.T. max kN/mm^2
124	SLV A1	Si	-1.67	0.76	10.856	-31.641	-103.027	-0.00008552	-0.00008777
129	SLV A1	Si	8.12	0.22	-31.259	10.100	-121.502	-0.00009785	-0.00010642

136	SLV A1	Si	-7.22	0.57	32.514	-11.168	-102.391	-0.00008272	-0.00008953

Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLD sism.**:
Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.00004067 kN/mm^2
Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.00000000 + 0.00018636 + 0.00008010 + 0.00000000
Qmax / Qlim = 0.00010066 / 0.00026646 = 0,378 Ok (Cmb. n. 161)
TB / TBlim = 16.661 / 47.445 = 0,351 Ok (Cmb. n. 168)
TL / TLlim = 16.112 / 50.244 = 0,321 Ok (Cmb. n. 156)
Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T. min	T.T. max
n.			mm	mm	kN	kN	kN	kN/mm^2	kN/mm^2
156	SLD	Si	-0.30	0.56	5.679	-16.112	-107.392	-0.00008986	-0.00009074
161	SLD	Si	4.76	0.29	-15.680	5.053	-116.781	-0.00009564	-0.00010066
168	SLD	Si	-2.99	0.47	16.661	-5.731	-107.063	-0.00008843	-0.00009163

Elemento: Trave n. 23
Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLU STR**:
Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.00004067 kN/mm^2
Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.00000000 + 0.00018636 + 0.00008010 + 0.00000000
Qmax / Qlim = 0.00013872 / 0.00026646 = 0,521 Ok (Cmb. n. 092)
TB / TBlim = 2.060 / 49.239 = 0,042 Ok (Cmb. n. 110)
TL / TLlim = 0.865 / 52.759 = 0,016 Ok (Cmb. n. 062)
Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T. min	T.T. max
n.			mm	mm	kN	kN	kN	kN/mm^2	kN/mm^2
062	SLU STR	No	0.88	-0.05	0.292	-0.865	-100.815	-0.00008436	-0.00008516
092	SLU STR	No	1.01	-0.06	1.504	-0.261	-164.106	-0.00013723	-0.00013872
110	SLU STR	No	1.18	-0.02	2.060	-0.152	-100.756	-0.00008419	-0.00008522

Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLV A1 sism.**:
Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.00004067 kN/mm^2
Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.00000000 + 0.00018636 + 0.00008010 + 0.00000000
Qmax / Qlim = 0.00010638 / 0.00026646 = 0,399 Ok (Cmb. n. 129)
TB / TBlim = 33.168 / 46.183 = 0,718 Ok (Cmb. n. 132)
TL / TLlim = 32.129 / 49.345 = 0,651 Ok (Cmb. n. 124)
Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T. min	T.T. max
n.			mm	mm	kN	kN	kN	kN/mm^2	kN/mm^2
124	SLV A1	Si	-1.88	0.48	11.118	-32.129	-104.613	-0.00008687	-0.00008904
129	SLV A1	Si	8.13	-0.21	-32.586	10.213	-121.438	-0.00009782	-0.00010638
132	SLV A1	Si	-7.68	0.15	33.168	-10.518	-103.164	-0.00008333	-0.00009014

Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLD sism.**:
Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.00004067 kN/mm^2
Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.00000000 + 0.00018636 + 0.00008010 + 0.00000000
Qmax / Qlim = 0.00010071 / 0.00026646 = 0,378 Ok (Cmb. n. 161)
TB / TBlim = 16.964 / 47.637 = 0,356 Ok (Cmb. n. 164)
TL / TLlim = 16.366 / 50.569 = 0,324 Ok (Cmb. n. 156)
Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T. min	T.T. max
n.			mm	mm	kN	kN	kN	kN/mm^2	kN/mm^2
156	SLD	Si	-0.48	0.21	5.783	-16.366	-108.395	-0.00009080	-0.00009147
161	SLD	Si	4.69	-0.13	-16.382	5.104	-116.947	-0.00009594	-0.00010071
164	SLD	Si	-3.28	0.05	16.964	-5.409	-107.655	-0.00008900	-0.00009203

Elemento: Trave n. 24
Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLU STR**:
Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.00004067 kN/mm^2
Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.00000000 + 0.00018636 + 0.00008010 + 0.00000000
Qmax / Qlim = 0.00013816 / 0.00026646 = 0,519 Ok (Cmb. n. 092)
TB / TBlim = 2.005 / 49.133 = 0,041 Ok (Cmb. n. 110)
TL / TLlim = 0.812 / 52.626 = 0,015 Ok (Cmb. n. 062)
Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T. min	T.T. max
n.			mm	mm	kN	kN	kN	kN/mm^2	kN/mm^2
062	SLU STR	No	0.74	-0.26	0.243	-0.812	-100.405	-0.00008396	-0.00008486
092	SLU STR	No	0.86	-0.29	1.421	-0.162	-163.344	-0.00013650	-0.00013816
110	SLU STR	No	1.00	-0.22	2.005	-0.089	-100.426	-0.00008390	-0.00008497

Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLV A1 sism.**:
Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.00004067 kN/mm^2
Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.00000000 + 0.00018636 + 0.00008010 + 0.00000000
Qmax / Qlim = 0.00010557 / 0.00026646 = 0,396 Ok (Cmb. n. 129)
TB / TBlim = 34.047 / 46.157 = 0,738 Ok (Cmb. n. 132)
TL / TLlim = 32.115 / 49.639 = 0,647 Ok (Cmb. n. 124)
Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T. min	T.T. max
n.			mm	mm	kN	kN	kN	kN/mm^2	kN/mm^2
124	SLV A1	Si	-1.92	0.25	11.563	-32.115	-105.524	-0.00008771	-0.00008968
129	SLV A1	Si	7.67	-0.34	-33.570	10.250	-120.593	-0.00009738	-0.00010557
132	SLV A1	Si	-7.39	-0.19	34.047	-10.419	-103.084	-0.00008343	-0.00009003

Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLD sism.**:
Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.00004067 kN/mm^2
Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.00000000 + 0.00018636 + 0.00008010 + 0.00000000
Qmax / Qlim = 0.00010013 / 0.00026646 = 0,376 Ok (Cmb. n. 161)
TB / TBlim = 17.383 / 47.550 = 0,366 Ok (Cmb. n. 164)
TL / TLlim = 16.325 / 50.645 = 0,322 Ok (Cmb. n. 156)
Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T. min	T.T. max
n.			mm	mm	kN	kN	kN	kN/mm^2	kN/mm^2
156	SLD	Si	-0.57	-0.01	5.982	-16.325	-108.629	-0.00009105	-0.00009159
161	SLD	Si	4.38	-0.30	-16.906	5.156	-116.290	-0.00009549	-0.00010013
164	SLD	Si	-3.22	-0.23	17.383	-5.325	-107.388	-0.00008873	-0.00009189

Elemento: Trave n. 25
Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLU STR**:
Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.00004067 kN/mm^2
Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.00000000 + 0.00018636 + 0.00008010 + 0.00000000
Qmax / Qlim = 0.00013716 / 0.00026646 = 0,515 Ok (Cmb. n. 092)
TB / TBlim = 1.943 / 48.908 = 0,040 Ok (Cmb. n. 110)
TL / TLlim = 0.725 / 51.697 = 0,014 Ok (Cmb. n. 035)
Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T. min	T.T. max
n.			mm	mm	kN	kN	kN	kN/mm^2	kN/mm^2
035	SLU STR	No	0.67	-0.16	0.180	0.725	-97.533	-0.00008174	-0.00008244
092	SLU STR	No	0.82	-0.21	1.347	0.103	-162.081	-0.00013568	-0.00013716
110	SLU STR	No	0.94	-0.20	1.943	0.049	-99.777	-0.00008347	-0.00008446

Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLV A1 sism.**:
Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.00004067 kN/mm^2
Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.00000000 + 0.00018636 + 0.00008010 + 0.00000000
Qmax / Qlim = 0.00010432 / 0.00026646 = 0,391 Ok (Cmb. n. 129)
TB / TBlim = 34.550 / 46.028 = 0,751 Ok (Cmb. n. 132)
TL / TLlim = 31.893 / 49.833 = 0,640 Ok (Cmb. n. 124)
Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T. min	T.T. max
n.			mm	mm	kN	kN	kN	kN/mm^2	kN/mm^2
124	SLV A1	Si	-1.92	0.37	11.931	-31.893	-106.121	-0.00008833	-0.00009043
129	SLV A1	Si	7.45	-0.50	-34.159	10.458	-119.343	-0.00009623	-0.00010432
132	SLV A1	Si	-7.13	0.15	34.550	-10.274	-102.720	-0.00008326	-0.00008978

Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLD sism.**:
Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.00004067 kN/mm^2
Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.00000000 + 0.00018636 + 0.00008010 + 0.00000000
Qmax / Qlim = 0.00009919 / 0.00026646 = 0,372 Ok (Cmb. n. 161)
TB / TBlim = 17.617 / 47.351 = 0,372 Ok (Cmb. n. 164)
TL / TLlim = 16.126 / 50.614 = 0,319 Ok (Cmb. n. 156)
Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T. min	T.T. max
n.			mm	mm	kN	kN	kN	kN/mm^2	kN/mm^2
156	SLD	Si	-0.60	0.08	6.147	-16.126	-108.533	-0.00009104	-0.00009169
161	SLD	Si	4.25	-0.35	-17.226	5.349	-115.258	-0.00009465	-0.00009919
164	SLD	Si	-3.12	-0.03	17.617	-5.165	-106.805	-0.00008835	-0.00009136

Elemento: Trave n. 26

Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLU STR**:
Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.00004067 kN/mm^2
Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.00000000 + 0.00018636 + 0.00008010 + 0.00000000
Qmax / Qlim = 0.00013634 / 0.00026646 = 0,512 Ok (Cmb. n. 092)
TB / TBlim = 1.816 / 48.030 = 0,038 Ok (Cmb. n. 109)
TL / TLlim = 0.818 / 51.552 = 0,016 Ok (Cmb. n. 035)
Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T. min	T.T. max
n.			mm	mm	kN	kN	kN	kN/mm^2	kN/mm^2
035	SLU STR	No	0.57	-0.26	0.106	0.818	-97.087	-0.00008132	-0.00008205
092	SLU STR	No	0.74	-0.31	1.214	0.272	-161.144	-0.00013482	-0.00013634
109	SLU STR	No	0.88	-0.30	1.816	0.154	-97.064	-0.00008115	-0.00008217

Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLV A1 sism.**:
Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.00004067 kN/mm^2
Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.00000000 + 0.00018636 + 0.00008010 + 0.00000000
Qmax / Qlim = 0.00010353 / 0.00026646 = 0,389 Ok (Cmb. n. 129)
TB / TBlim = 34.788 / 46.125 = 0,754 Ok (Cmb. n. 132)
TL / TLlim = 31.723 / 50.057 = 0,634 Ok (Cmb. n. 124)
Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T. min	T.T. max
n.			mm	mm	kN	kN	kN	kN/mm^2	kN/mm^2
124	SLV A1	Si	-2.22	0.07	12.173	-31.723	-106.814	-0.00008877	-0.00009099
129	SLV A1	Si	8.32	-0.55	-34.558	10.540	-117.834	-0.00009462	-0.00010353
132	SLV A1	Si	-8.23	-0.02	34.788	-10.129	-103.020	-0.00008301	-0.00009029

Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLD sism.**:
Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.00004067 kN/mm^2
Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.00000000 + 0.00018636 + 0.00008010 + 0.00000000
Qmax / Qlim = 0.00009853 / 0.00026646 = 0,370 Ok (Cmb. n. 161)
TB / TBlim = 17.698 / 47.303 = 0,374 Ok (Cmb. n. 164)
TL / TLlim = 16.499 / 51.219 = 0,322 Ok (Cmb. n. 158)
Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T. min	T.T. max
n.			mm	mm	kN	kN	kN	kN/mm^2	kN/mm^2
158	SLD	Si	-0.16	-0.43	3.140	16.499	-110.404	-0.00009257	-0.00009320
161	SLD	Si	4.64	-0.43	-17.469	5.446	-114.195	-0.00009357	-0.00009853
164	SLD	Si	-3.73	-0.16	17.698	-5.036	-106.658	-0.00008793	-0.00009145

Elemento: Trave n. 27
Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLU STR**:
Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.00004067 kN/mm^2
Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.00000000 + 0.00018636 + 0.00008010 + 0.00000000
Qmax / Qlim = 0.00013502 / 0.00026646 = 0,507 Ok (Cmb. n. 092)
TB / TBlim = 1.783 / 47.697 = 0,037 Ok (Cmb. n. 109)
TL / TLlim = 0.825 / 51.237 = 0,016 Ok (Cmb. n. 035)
Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T. min	T.T. max
n.			mm	mm	kN	kN	kN	kN/mm^2	kN/mm^2
035	SLU STR	No	0.56	-0.60	0.100	0.825	-96.111	-0.00008032	-0.00008137
092	SLU STR	No	0.71	-0.67	1.208	0.287	-159.308	-0.00013298	-0.00013502
109	SLU STR	No	0.87	-0.62	1.783	0.168	-96.033	-0.00008012	-0.00008143

Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLV A1 sism.**:
Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.00004067 kN/mm^2
Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.00000000 + 0.00018636 + 0.00008010 + 0.00000000
Qmax / Qlim = 0.00010223 / 0.00026646 = 0,384 Ok (Cmb. n. 129)
TB / TBlim = 34.985 / 45.930 = 0,762 Ok (Cmb. n. 132)
TL / TLlim = 32.048 / 50.753 = 0,631 Ok (Cmb. n. 126)
Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T. min	T.T. max
n.			mm	mm	kN	kN	kN	kN/mm^2	kN/mm^2
126	SLV A1	Si	-0.80	-0.54	5.413	32.048	-108.965	-0.00009102	-0.00009236
129	SLV A1	Si	8.57	-0.79	-34.748	10.396	-116.006	-0.00009292	-0.00010223
132	SLV A1	Si	8.36	-0.48	34.985	-9.965	-102.417	-0.00008229	-0.00009001

Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLD sism.**:
Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.00004067 kN/mm^2

Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.00000000 + 0.00018636 + 0.00008010 + 0.00000000
Qmax / Qlim = 0.00009744 / 0.00026646 = 0,366 Ok (Cmb. n. 161)
TB / TBlim = 17.800 / 47.010 = 0,379 Ok (Cmb. n. 164)
TL / TLlim = 16.356 / 50.794 = 0,322 Ok (Cmb. n. 158)
Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T. min	T.T. max
n.			mm	mm	kN	kN	kN	kN/mm^2	kN/mm^2
158	SLD	Si	-0.12	-0.59	2.804	16.356	-109.091	-0.00009140	-0.00009218
161	SLD	Si	4.75	-0.72	-17.563	5.379	-112.670	-0.00009210	-0.00009744
164	SLD	Si	-3.87	-0.57	17.800	-4.947	-105.753	-0.00008693	-0.00009099

Elemento: Trave n. 28
Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLU STR**:
Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.00004067 kN/mm^2
Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.00000000 + 0.00018636 + 0.00008010 + 0.00000000
Qmax / Qlim = 0.00013252 / 0.00026646 = 0,497 Ok (Cmb. n. 092)
TB / TBlim = 3.738 / 94.880 = 0,039 Ok (Cmb. n. 109)
TL / TLlim = 1.493 / 81.356 = 0,018 Ok (Cmb. n. 035)
Sollecitazioni:

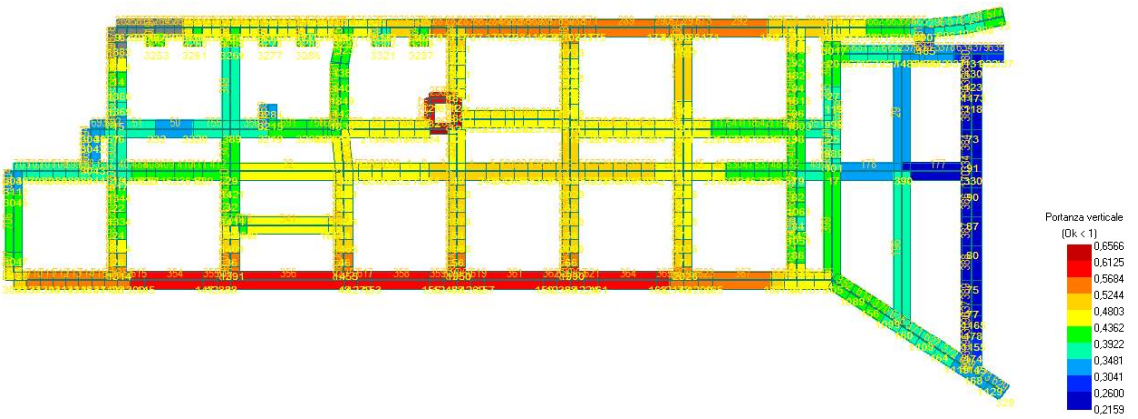
Cmb	Tipo	Sism.	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T. min	T.T. max
n.			mm	mm	kN	kN	kN	kN/mm^2	kN/mm^2
035	SLU STR	No	0.81	-5.47	0.371	1.493	-189.157	-0.00007679	-0.00007999
092	SLU STR	No	0.94	-5.88	2.766	0.286	-312.799	-0.00012674	-0.00013252
109	SLU STR	No	1.07	-5.30	3.738	0.195	-189.099	-0.00007673	-0.00008005

Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLV A1 sism.**:
Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.00004067 kN/mm^2
Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.00000000 + 0.00018636 + 0.00008010 + 0.00000000
Qmax / Qlim = 0.00010010 / 0.00026646 = 0,376 Ok (Cmb. n. 129)
TB / TBlim = 71.900 / 91.355 = 0,787 Ok (Cmb. n. 132)
TL / TLlim = 62.456 / 85.252 = 0,733 Ok (Cmb. n. 126)
Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T. min	T.T. max
n.			mm	mm	kN	kN	kN	kN/mm^2	kN/mm^2
126	SLV A1	Si	-0.31	-4.41	9.615	62.456	-215.537	-0.00008823	-0.00009086
129	SLV A1	Si	8.23	-6.24	-70.967	16.952	-227.045	-0.00008883	-0.00010010
132	SLV A1	Si	-7.50	-5.11	71.900	-16.465	-202.210	-0.00007983	-0.00008868

Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLD sism.**:
Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.00004067 kN/mm^2
Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.00000000 + 0.00018636 + 0.00008010 + 0.00000000
Qmax / Qlim = 0.00009553 / 0.00026646 = 0,359 Ok (Cmb. n. 161)
TB / TBlim = 36.690 / 93.330 = 0,393 Ok (Cmb. n. 164)
TL / TLlim = 31.788 / 85.110 = 0,373 Ok (Cmb. n. 158)
Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T. min	T.T. max
n.			mm	mm	kN	kN	kN	kN/mm^2	kN/mm^2
158	SLD	Si	0.25	-5.05	5.107	31.788	-215.098	-0.00008766	-0.00009057
161	SLD	Si	4.68	-5.99	-35.758	8.716	-220.944	-0.00008797	-0.00009553
164	SLD	Si	-3.28	-5.40	36.690	-8.229	-208.310	-0.00008380	-0.00008942

…

Per motivi di sintesi si omettono le altre righe della tabella e si riporta la verifica di portanza in forma grafica.