

REGIONE MARCHE  
PROVINCIA DI FERMO  
COMUNE DI FERMO

IMPIANTO DI TRATTAMENTO ANAEROBICO DELLA FRAZIONE ORGANICA DEI  
RIFIUTI SOLIDI URBANI PER LA PRODUZIONE DI BIOMETANO

CIG: 9880245C18 – CUP: F62F18000070004

PROGETTO ESECUTIVO

NOME ELABORATO

VASCA DIGESTATO LIQUIDO  
RELAZIONE E TABULATO DELLE  
FONDAZIONI

CODIFICA  
ELABORATO

23008-OW-C-101-RS-078-MA1-0

CLASSE **10.17**

STRUTTURE  
VASCA CONFERIMENTO

N. TAVOLA  
**10.17.2**

FORMATO  
**A4**

SCALA  
**/**

00	11/10/2024	PRIMA EMISSIONE	B. BARONE	C. BUTTICE'	R. MARTELLO
REV	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO

Committente	Progettista indicato	Mandataria
 <b>CITTA' DI FERMO</b> Settore IV e V Lavori Pubblici, Protezione Civile, Ambiente, Urbanistica, Patrimonio, Contratti e Appalti Via Mazzini 4 63900 – Fermo (FM)  DOTT. <b>Mauro Fortuna</b> RUP	 ENGINEERING COMPANY  Via Resuttana 360 90142 -PALERMO  OWAC Engineering Company S.R.L. ING. <b>Rocco Martello</b> Direttore Tecnico  UNI EN ISO 9001:2015 N. 30233/14/S UNI EN ISO 45001:2018 N. OHS-4849 UNI EN ISO 14001:2015 N. EMS-9477/S UNI/PdR 74 :2019 N. SGBIM-01/23 UNI/PdR 74:2019 N. 21042BIM	  Via del Cardoncello 22 70022 – Altamura (BA)  EDILALTA S.R.L. DOTT. <b>Angelantonio Disabato</b> Socio  Mandante   Fueling a Sustainable World™  Via Bassa di Casalmoro 3 46041 – Asola (MN)  ANAERGIA S.R.L. DOTT. <b>Andrea Parisi</b> Institore



00	B. BARONE	11/10/2024	C. BUTTICE'	11/10/2024	R. MARTELLO	11/10/2024
REV	ESEGUITO	DATA	VERIFICATO	DATA	APPROVATO	DATA



## Sommario

1. PREMESSA.....	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO .....	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
3. INDAGINI IN SITO E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI DI FONDAZIONE ...	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
3.1. CARICO LIMITE DI FONDAZIONI SUPERFICIALI SU TERRENI .....	6
3.2. CARICO LIMITE DI FONDAZIONI SUPERFICIALI SU ROCCIA.....	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
4. VERIFICA A ROTTURA PER SCORRIMENTO DI FONDAZIONI SUPERFICIALI.....	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
5. DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI INDOTTE NEL TERRENO.....	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
6. CALCOLO DEI CEDIMENTI DELLA FONDAZIONE.....	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
6.1. SIMBOLOGIA ADOTTATA NEI TABULATI DI CALCOLO .....	14
7. PARAMETRI DI CALCOLO .....	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
7.1. ARCHIVIO STRATIGRAFIE .....	18
7.2. ARCHIVIO TERRENI .....	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
7.3. VALORI DI CALCOLO DELLA PORTANZA PER FONDAZIONI SUPERFICIALI.....	26
7.4. VALORI DI CALCOLO DEI CEDIMENTI PER FONDAZIONI SUPERFICIALI.....	27



## RELAZIONE GEOTECNICA E DELLE FONDAZIONI

### 1. PREMESSA

La presente relazione completa il tabulato di calcolo della vasca contenente il liquido proveniente dalla separazione solido liquida della materia. Il terreno il raggiungimento della quota di scavo viene riempito per m 1,50 del misto di cava. Il tipo di fondazione è una platea diretta di spessore cm 60, la qualità di calcestruzzo è C35/45 e la classe di esposizione è XA3. Essa poggia su un magrone di spessore cm 15.

Figura 1 - MODELLO DI CALCOLO

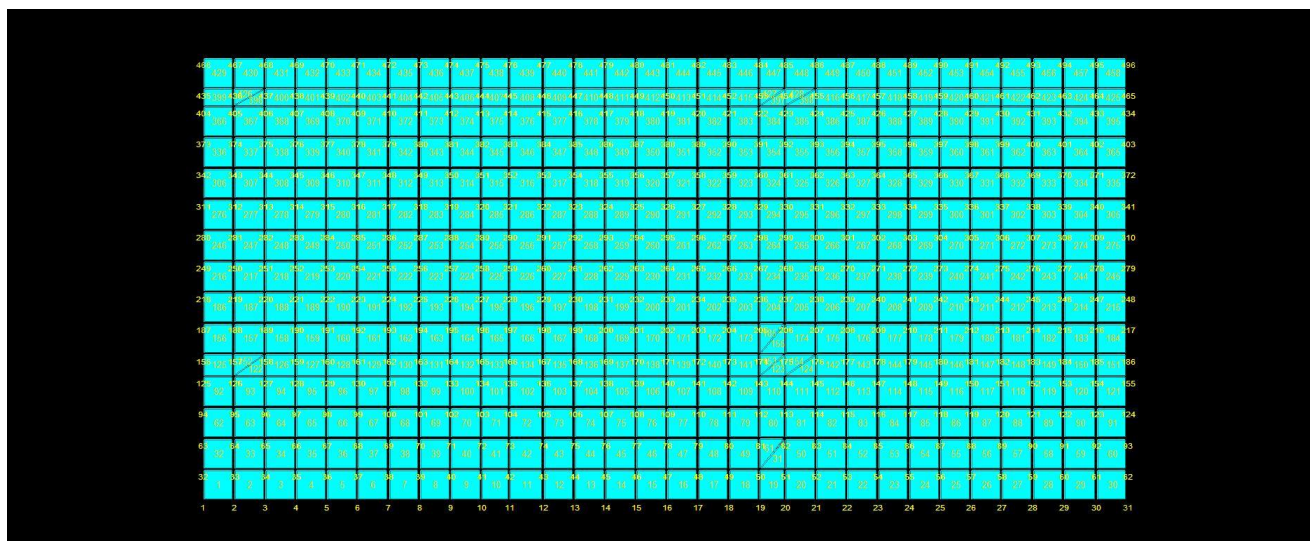


Figura 2 - STATO DEL PROGETTO

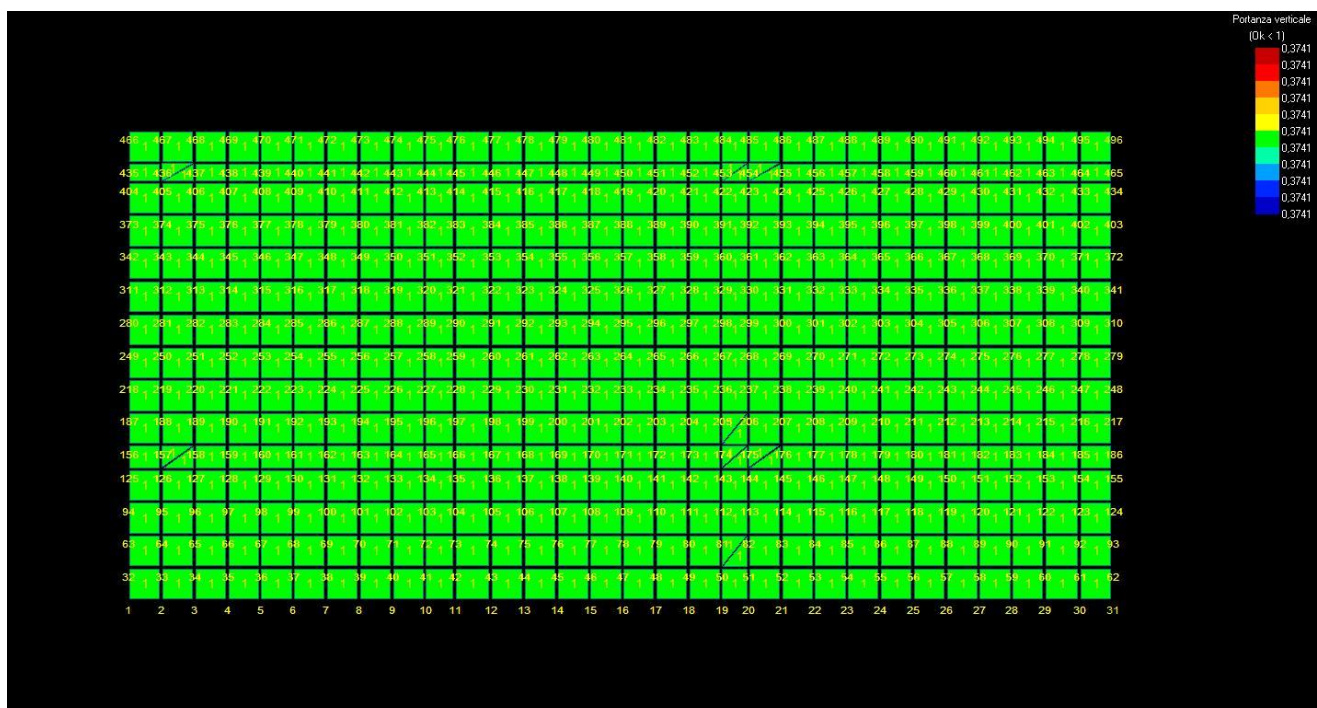


Figura 3 – VERIFICA PORTANZA



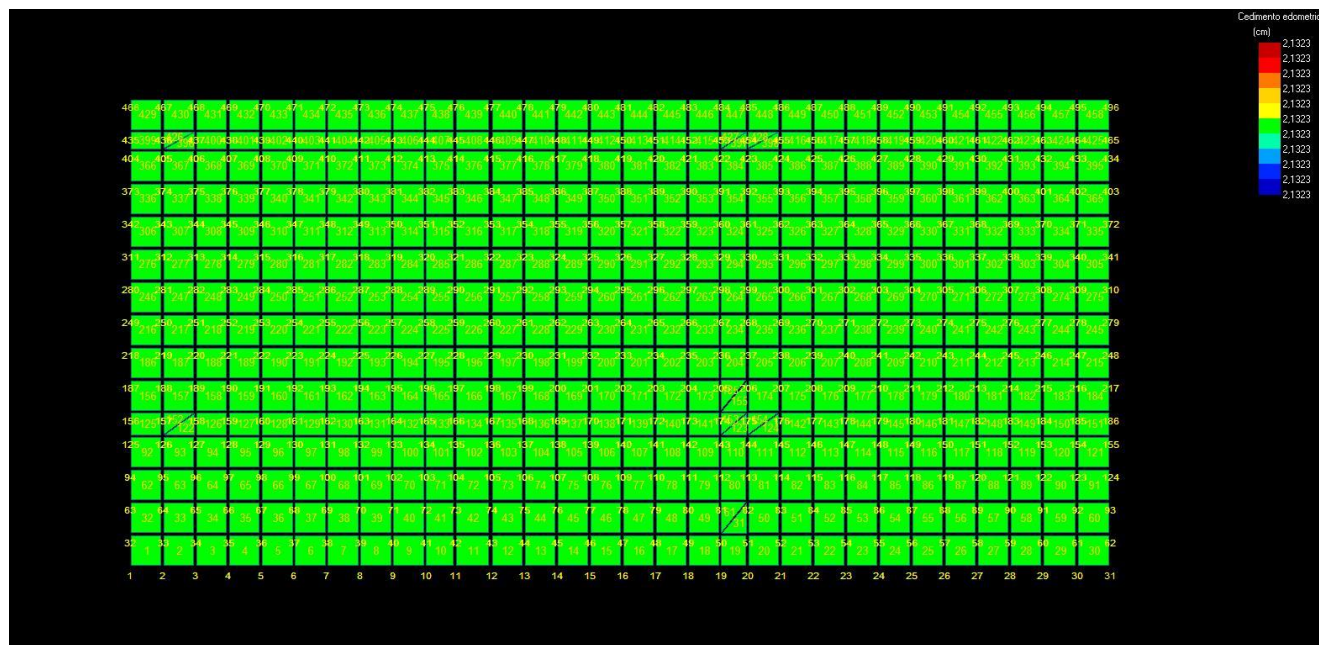


Figura 4 - CALCOLO DEI CEDIMENTI

## 1. 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**



## 2. 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. 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 risultanze dell'indagine in sito hanno evidenziato che:  
 il substrato di argilla stratificata a sabbia ha delle caratteristiche accettabili, ma è coperta da uno strato di coltre limosa dalle scarse caratteristiche geotecniche

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

### 3.1 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

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 rigidità  $I_r$  così definito:

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

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

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



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

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

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

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

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

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

- 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
- $\nu$  coefficiente di Poisson del terreno sottostante la fondazione
- $k_0$  coefficiente di spinta a riposo del terreno sottostante la fondazione
- $\varphi$  angolo d'attrito efficace del terreno sottostante il piano di posa
- $c'$  coesione (espressa in termini di tensioni efficaci)
- $\sigma'$  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:

- $N_q, N_c, N_\gamma$  fattori adimensionali di portanza funzione dell'angolo d'attrito interno  $\varphi$  del terreno
- $s_q, s_c, s_\gamma$  coefficienti che rappresentano il fattore di forma
- $d_q, d_c, d_\gamma$  coefficienti che rappresentano il fattore dell'approfondimento
- $i_q, i_c, i_\gamma$  coefficienti che rappresentano il fattore di inclinazione del carico
- $\gamma_1$  peso per unità di volume del terreno sovrastante il piano di posa
- $\gamma_2$  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)

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

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

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

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

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

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

- 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)

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

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

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

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

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

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



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

- se  $\varphi = 0$  si ha:

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

### Formulazione di Brinch-Hansen

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

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

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

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

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

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

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

- se  $\varphi = 0$  si ha:

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

### Formulazione Eurocodice 7

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

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

$$\begin{aligned} s_q &= 1 + \frac{B}{L} \cdot \sin(\varphi) \quad s_\gamma = 1 - 0.3 \cdot \frac{B}{L} \quad s_c = \frac{s_q \cdot (N_q - 1)}{N_q - 1} \\ d_q &= 1 + 2 \cdot tg(\varphi) \cdot (1 - \sin(\varphi))^2 \cdot \Theta \quad d_\gamma = 1.0 \quad d_c = 1 + 0.4 \cdot \Theta \end{aligned}$$



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

- se H è parallela al lato B si ha:

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

- se H è parallela al lato L si ha:

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

- 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)
- $\alpha_1, \alpha_2$  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  $\gamma_2$  nella formula trinomia assume la seguente espressione:

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

dove i termini dell'espressione hanno il seguente significato:

- $\gamma$  peso per unità di volume del terreno sottostante il piano di posa
- $\gamma_{sat}$  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 determina 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

### 3.2 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:

$$\begin{aligned} s_c &= 1.0 \text{ per fondazioni di tipo nastriforme} & s_c &= 1.3 \text{ per fondazioni di tipo quadrato;} \\ s_\gamma &= 1.0 \text{ per fondazioni di tipo nastriforme} & s_\gamma &= 0.8 \text{ per fondazioni di tipo quadrato.} \end{aligned}$$

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

#### **Formulazione di Terzaghi (1943)**



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

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

$\varphi$	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
$K_{py}$	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)

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

## 3. 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:

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

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)
- $\delta$  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.

## 4. 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:

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

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

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

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

dove i termini dell'espressioni hanno il seguente significato:

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

Basandosi sulle ben note equazioni ricavate per un carico puntiforme, l'algoritmo implementato esegue un integrazione delle equazioni di cui sopra lungo la verticale di ogni punto notevole degli elementi fondali estesa a tutte le aree di carico presenti sulla superficie del terreno; questo consente di determinare la variazione dello stato tensionale verticale "Δσ<sub>v</sub>". 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.

## 5. 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<sub>i</sub>" dello strato i-esimo per l'applicazione del carico
- $E_{ed,i}$  modulo edometrico del terreno relativo allo strato i-esimo
- $\Delta z_i$  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<sub>i</sub>" dello strato i-esimo per l'applicazione del carico
- $E_i$  modulo elastico del terreno relativo allo strato i-esimo
- $\Delta z_i$  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  $w_{Lib.}$ ).

## 5.1 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**

MANDATARIA



MANDANTE



PROGETTISTA INDICATO



**RELAZIONE E TABULATO DELLE  
FONDAZIONI**

REV. 00

Pag. 14 di 28



*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  $w_{Lib.}$ )



## 6. 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 :

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

## 6.1 ARCHIVIO STRATIGRAFIE

Indice / Descrizione: 001 / Nuova stratigrafia n. 1

Numero strati: 3

Profondità falda: assente

Strato n.	Quota di riferimento	Spessore	Indice / Descrizione terreno	Attrito Neg.
1	da 0,0 a -50,0 cm	50,0 cm	004 / MISTO_PIAZZ	Assente
2	da -50,0 a -200,0 cm	150,0 cm	001 / TERRA_CALCE	Assente
3	da -200,0 a -3200,0 cm	3000,0 cm	003 / ARGILLA_FERMO	Assente

## 6.2 ARCHIVIO TERRENI

Indice / Descrizione terreno: **004 / MISTO\_PIAZZ**

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	%	%	
0.00140	0.00150	30.000	0.000	1530.000	2060.000	87.0	0.300	0.00

Indice / Descrizione terreno: **001 / TERRA\_CALCE**

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	%	%	
0.00194	0.00204	40.000	1.000	1275.000	1716.000	85.0	0.300	0.70

Indice / Descrizione terreno: **003 / ARGILLA\_FERMO**

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	%	%	
0.00200	0.00210	23.000	0.300	47.500	180.000	65.0	0.450	0.30

## DATI GEOMETRICI DEGLI ELEMENTI COSTITUENTI LE FONDAZIONI SUPERFICIALI

Elemento	Id. strato	Prof. fond.	Spessore	Dia. Eq.	Superficie	Vertici	Macro
Tipo e n.	n.	cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>	n. per elem.	n.
Platea 1	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 2	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 3	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 4	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 5	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 6	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 7	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1



Platea 8	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 9	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 10	001	60.000	60.000	85.638	5760.000	4	1
Platea 11	001	60.000	60.000	94.676	7040.000	4	1
Platea 12	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 13	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 14	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 15	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 16	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 17	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 18	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 19	001	60.000	60.000	81.731	5246.396	4	1
Platea 20	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 21	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 22	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 23	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 24	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 25	001	60.000	60.000	90.270	6400.010	4	1
Platea 26	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 27	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 28	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 29	001	60.000	60.000	93.010	6794.395	4	1
Platea 30	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 31	001	60.000	60.000	57.792	2623.198	3	1
Platea 32	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 33	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 34	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 35	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 36	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 37	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 38	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 39	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 40	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 41	001	60.000	60.000	85.638	5760.000	4	1
Platea 42	001	60.000	60.000	94.676	7040.000	4	1
Platea 43	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 44	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 45	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 46	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 47	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 48	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 49	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 50	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 51	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 52	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 53	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 54	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 55	001	60.000	60.000	90.270	6400.010	4	1
Platea 56	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 57	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 58	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 59	001	60.000	60.000	93.010	6794.395	4	1
Platea 60	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 61	001	60.000	60.000	57.792	2623.198	3	1
Platea 62	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 63	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 64	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 65	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1



**Città di Fermo**  
**Settore IV e V**

Lavori Pubblici, Protezione  
Civile, Ambiente, Urbanistica,  
Patrimonio, Contratti e Appalti

PROGETTAZIONE ESECUTIVA "IMPIANTO DI TRATTAMENTO  
ANAEROBICO DELLA FRAZIONE ORGANICA DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI  
PER LA PRODUZIONE DI BIOMETANO"

**CIG: 9880245C18 CUP: F62F18000070004**

Platea 66	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 67	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 68	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 69	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 70	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 71	001	60.000	60.000	85.638	5760.000	4	1
Platea 72	001	60.000	60.000	94.676	7040.000	4	1
Platea 73	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 74	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 75	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 76	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 77	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 78	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 79	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 80	001	60.000	60.000	81.731	5246.396	4	1
Platea 81	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 82	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 83	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 84	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 85	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 86	001	60.000	60.000	90.270	6400.010	4	1
Platea 87	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 88	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 89	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 90	001	60.000	60.000	93.010	6794.395	4	1
Platea 91	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 92	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 93	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 94	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 95	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 96	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 97	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 98	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 99	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 100	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 101	001	60.000	60.000	85.638	5760.000	4	1
Platea 102	001	60.000	60.000	94.676	7040.000	4	1
Platea 103	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 104	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 105	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 106	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 107	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 108	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 109	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 110	001	60.000	60.000	81.731	5246.396	4	1
Platea 111	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 112	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 113	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 114	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 115	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 116	001	60.000	60.000	90.270	6400.010	4	1
Platea 117	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 118	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 119	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 120	001	60.000	60.000	93.010	6794.395	4	1
Platea 121	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 122	001	60.000	60.000	54.115	2300.000	3	1
Platea 123	001	60.000	60.000	48.996	1885.424	3	1

MANDATARIA

MANDANTE

PROGETTISTA INDICATO

**RELAZIONE E TABULATO DELLE  
FONDAZIONI**



REV. 00

Pag. 20 di 28



**Città di Fermo**  
**Settore IV e V**

Lavori Pubblici, Protezione  
Civile, Ambiente, Urbanistica,  
Patrimonio, Contratti e Appalti

PROGETTAZIONE ESECUTIVA "IMPIANTO DI TRATTAMENTO  
ANAEROBICO DELLA FRAZIONE ORGANICA DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI  
PER LA PRODUZIONE DI BIOMETANO"

**CIG: 9880245C18 CUP: F62F18000070004**

Platea 124	001	60.000	60.000	54.115	2300.000	3	1
Platea 125	001	60.000	60.000	76.530	4600.000	4	1
Platea 126	001	60.000	60.000	76.530	4600.000	4	1
Platea 127	001	60.000	60.000	76.530	4600.000	4	1
Platea 128	001	60.000	60.000	76.530	4600.000	4	1
Platea 129	001	60.000	60.000	76.530	4600.000	4	1
Platea 130	001	60.000	60.000	76.530	4600.000	4	1
Platea 131	001	60.000	60.000	76.530	4600.000	4	1
Platea 132	001	60.000	60.000	76.530	4600.000	4	1
Platea 133	001	60.000	60.000	72.603	4140.000	4	1
Platea 134	001	60.000	60.000	80.266	5060.000	4	1
Platea 135	001	60.000	60.000	76.530	4600.000	4	1
Platea 136	001	60.000	60.000	76.530	4600.000	4	1
Platea 137	001	60.000	60.000	76.530	4600.000	4	1
Platea 138	001	60.000	60.000	76.530	4600.000	4	1
Platea 139	001	60.000	60.000	76.530	4600.000	4	1
Platea 140	001	60.000	60.000	76.530	4600.000	4	1
Platea 141	001	60.000	60.000	76.530	4600.000	4	1
Platea 142	001	60.000	60.000	76.530	4600.000	4	1
Platea 143	001	60.000	60.000	76.530	4600.000	4	1
Platea 144	001	60.000	60.000	76.530	4600.000	4	1
Platea 145	001	60.000	60.000	76.530	4600.000	4	1
Platea 146	001	60.000	60.000	76.530	4600.007	4	1
Platea 147	001	60.000	60.000	76.530	4600.000	4	1
Platea 148	001	60.000	60.000	76.530	4600.000	4	1
Platea 149	001	60.000	60.000	76.530	4600.000	4	1
Platea 150	001	60.000	60.000	78.853	4883.471	4	1
Platea 151	001	60.000	60.000	76.530	4600.000	4	1
Platea 152	001	60.000	60.000	54.115	2300.000	3	1
Platea 153	001	60.000	60.000	48.996	1885.424	3	1
Platea 154	001	60.000	60.000	54.115	2300.000	3	1
Platea 155	001	60.000	60.000	57.792	2623.198	3	1
Platea 156	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 157	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 158	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 159	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 160	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 161	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 162	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 163	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 164	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 165	001	60.000	60.000	85.638	5760.000	4	1
Platea 166	001	60.000	60.000	94.676	7040.000	4	1
Platea 167	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 168	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 169	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 170	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 171	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 172	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 173	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 174	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 175	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 176	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 177	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 178	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 179	001	60.000	60.000	90.270	6400.010	4	1
Platea 180	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 181	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1

MANDATARIA

MANDANTE

PROGETTISTA INDICATO

**RELAZIONE E TABULATO DELLE  
FONDAZIONI**



REV. 00

Pag. 21 di 28



**Città di Fermo**  
**Settore IV e V**

Lavori Pubblici, Protezione  
Civile, Ambiente, Urbanistica,  
Patrimonio, Contratti e Appalti

PROGETTAZIONE ESECUTIVA "IMPIANTO DI TRATTAMENTO  
ANAEROBICO DELLA FRAZIONE ORGANICA DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI  
PER LA PRODUZIONE DI BIOMETANO"

**CIG: 9880245C18 CUP: F62F18000070004**

Platea 182	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 183	001	60.000	60.000	93.010	6794.395	4	1
Platea 184	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 185	001	60.000	60.000	57.792	2623.198	3	1
Platea 186	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 187	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 188	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 189	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 190	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 191	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 192	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 193	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 194	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 195	001	60.000	60.000	85.638	5760.000	4	1
Platea 196	001	60.000	60.000	94.676	7040.000	4	1
Platea 197	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 198	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 199	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 200	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 201	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 202	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 203	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 204	001	60.000	60.000	81.731	5246.396	4	1
Platea 205	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 206	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 207	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 208	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 209	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 210	001	60.000	60.000	90.270	6400.010	4	1
Platea 211	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 212	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 213	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 214	001	60.000	60.000	93.010	6794.395	4	1
Platea 215	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 216	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 217	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 218	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 219	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 220	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 221	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 222	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 223	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 224	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 225	001	60.000	60.000	85.638	5760.000	4	1
Platea 226	001	60.000	60.000	94.676	7040.000	4	1
Platea 227	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 228	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 229	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 230	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 231	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 232	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 233	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 234	001	60.000	60.000	81.731	5246.396	4	1
Platea 235	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 236	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 237	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 238	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 239	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1

MANDATARIA

MANDANTE

PROGETTISTA INDICATO

**RELAZIONE E TABULATO DELLE  
FONDAZIONI**



REV. 00

Pag. 22 di 28





Platea 240	001	60.000	60.000	90.270	6400.010	4	1
Platea 241	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 242	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 243	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 244	001	60.000	60.000	93.010	6794.395	4	1
Platea 245	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 246	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 247	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 248	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 249	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 250	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 251	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 252	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 253	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 254	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 255	001	60.000	60.000	85.638	5760.000	4	1
Platea 256	001	60.000	60.000	94.676	7040.000	4	1
Platea 257	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 258	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 259	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 260	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 261	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 262	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 263	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 264	001	60.000	60.000	81.731	5246.396	4	1
Platea 265	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 266	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 267	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 268	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 269	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 270	001	60.000	60.000	90.270	6400.010	4	1
Platea 271	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 272	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 273	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 274	001	60.000	60.000	93.010	6794.395	4	1
Platea 275	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 276	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 277	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 278	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 279	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 280	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 281	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 282	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 283	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 284	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 285	001	60.000	60.000	85.638	5760.000	4	1
Platea 286	001	60.000	60.000	94.676	7040.000	4	1
Platea 287	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 288	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 289	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 290	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 291	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 292	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 293	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 294	001	60.000	60.000	81.731	5246.396	4	1
Platea 295	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 296	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 297	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1



Platea 298	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 299	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 300	001	60.000	60.000	90.270	6400.010	4	1
Platea 301	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 302	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 303	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 304	001	60.000	60.000	93.010	6794.395	4	1
Platea 305	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 306	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 307	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 308	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 309	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 310	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 311	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 312	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 313	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 314	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 315	001	60.000	60.000	85.638	5760.000	4	1
Platea 316	001	60.000	60.000	94.676	7040.000	4	1
Platea 317	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 318	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 319	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 320	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 321	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 322	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 323	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 324	001	60.000	60.000	81.731	5246.396	4	1
Platea 325	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 326	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 327	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 328	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 329	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 330	001	60.000	60.000	90.270	6400.010	4	1
Platea 331	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 332	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 333	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 334	001	60.000	60.000	93.010	6794.395	4	1
Platea 335	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 336	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 337	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 338	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 339	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 340	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 341	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 342	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 343	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 344	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 345	001	60.000	60.000	85.638	5760.000	4	1
Platea 346	001	60.000	60.000	94.676	7040.000	4	1
Platea 347	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 348	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 349	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 350	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 351	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 352	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 353	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 354	001	60.000	60.000	81.731	5246.396	4	1
Platea 355	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1



**Città di Fermo**  
**Settore IV e V**

Lavori Pubblici, Protezione  
Civile, Ambiente, Urbanistica,  
Patrimonio, Contratti e Appalti

PROGETTAZIONE ESECUTIVA "IMPIANTO DI TRATTAMENTO  
ANAEROBICO DELLA FRAZIONE ORGANICA DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI  
PER LA PRODUZIONE DI BIOMETANO"

**CIG: 9880245C18 CUP: F62F18000070004**

Platea 356	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 357	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 358	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 359	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 360	001	60.000	60.000	90.270	6400.010	4	1
Platea 361	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 362	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 363	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 364	001	60.000	60.000	93.010	6794.395	4	1
Platea 365	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 366	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 367	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 368	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 369	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 370	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 371	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 372	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 373	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 374	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 375	001	60.000	60.000	85.638	5760.000	4	1
Platea 376	001	60.000	60.000	94.676	7040.000	4	1
Platea 377	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 378	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 379	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 380	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 381	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 382	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 383	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 384	001	60.000	60.000	81.731	5246.396	4	1
Platea 385	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 386	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 387	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 388	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 389	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 390	001	60.000	60.000	90.270	6400.010	4	1
Platea 391	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 392	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 393	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 394	001	60.000	60.000	93.010	6794.395	4	1
Platea 395	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 396	001	60.000	60.000	47.873	1800.000	3	1
Platea 397	001	60.000	60.000	43.344	1475.549	3	1
Platea 398	001	60.000	60.000	47.873	1800.000	3	1
Platea 399	001	60.000	60.000	67.703	3600.000	4	1
Platea 400	001	60.000	60.000	67.703	3600.000	4	1
Platea 401	001	60.000	60.000	67.703	3600.000	4	1
Platea 402	001	60.000	60.000	67.703	3600.000	4	1
Platea 403	001	60.000	60.000	67.703	3600.000	4	1
Platea 404	001	60.000	60.000	67.703	3600.000	4	1
Platea 405	001	60.000	60.000	67.703	3600.000	4	1
Platea 406	001	60.000	60.000	67.703	3600.000	4	1
Platea 407	001	60.000	60.000	64.228	3240.000	4	1
Platea 408	001	60.000	60.000	71.007	3960.000	4	1
Platea 409	001	60.000	60.000	67.703	3600.000	4	1
Platea 410	001	60.000	60.000	67.703	3600.000	4	1
Platea 411	001	60.000	60.000	67.703	3600.000	4	1
Platea 412	001	60.000	60.000	67.703	3600.000	4	1
Platea 413	001	60.000	60.000	67.703	3600.000	4	1

MANDATARIA

MANDANTE

PROGETTISTA INDICATO

**RELAZIONE E TABULATO DELLE  
FONDAZIONI**



REV. 00

Pag. 25 di 28



Platea 414	001	60.000	60.000	67.703	3600.000	4	1
Platea 415	001	60.000	60.000	67.703	3600.000	4	1
Platea 416	001	60.000	60.000	67.703	3600.000	4	1
Platea 417	001	60.000	60.000	67.703	3600.000	4	1
Platea 418	001	60.000	60.000	67.703	3600.000	4	1
Platea 419	001	60.000	60.000	67.703	3600.000	4	1
Platea 420	001	60.000	60.000	67.703	3600.005	4	1
Platea 421	001	60.000	60.000	67.703	3600.000	4	1
Platea 422	001	60.000	60.000	67.703	3600.000	4	1
Platea 423	001	60.000	60.000	67.703	3600.000	4	1
Platea 424	001	60.000	60.000	69.758	3821.847	4	1
Platea 425	001	60.000	60.000	67.703	3600.000	4	1
Platea 426	001	60.000	60.000	47.873	1800.000	3	1
Platea 427	001	60.000	60.000	43.344	1475.549	3	1
Platea 428	001	60.000	60.000	47.873	1800.000	3	1
Platea 429	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 430	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 431	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 432	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 433	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 434	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 435	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 436	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 437	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 438	001	60.000	60.000	85.638	5760.000	4	1
Platea 439	001	60.000	60.000	94.676	7040.000	4	1
Platea 440	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 441	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 442	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 443	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 444	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 445	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 446	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 447	001	60.000	60.000	81.731	5246.396	4	1
Platea 448	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 449	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 450	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 451	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 452	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 453	001	60.000	60.000	90.270	6400.010	4	1
Platea 454	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 455	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 456	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1
Platea 457	001	60.000	60.000	93.010	6794.395	4	1
Platea 458	001	60.000	60.000	90.270	6400.000	4	1

Elemento	Tipologia	Id. strato	Prof. fond.	Spessore	Base Eq.	Lung. Eq.
Tipo e n.		n.	cm	cm	cm	cm
Macro n. 1	Macro-Platea	001	60.000	60.000	914.000	1912.408

### 7.3 VALORI DI CALCOLO DELLA PORTANZA PER FONDAZIONI SUPERFICIALI

MANDATARIA



MANDANTE



PROGETTISTA INDICATO



**RELAZIONE E TABULATO DELLE  
FONDAZIONI**

REV. 00

Pag. 26 di 28



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.

#### Macro platea: 1

Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.0894 daN/cm<sup>2</sup>

Verifica di portanza verticale:

Cmb.	Qlim c	Qlim q	Qlim g	Qres P	Qlim	Qmax	Qmax/Qlim
Num. e tipo	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	Ok < 1
002 SLU STR	2.0578	0.3009	1.2955	0.3544	4.0086	1.3112	0.3271
025 SLV A1 Sism	1.7146	0.2565	0.8376	0.3544	3.1631	1.1832	0.3741
067 SLD Sism	1.7927	0.2666	0.9314	0.3544	3.3451	1.1222	0.3355

Verifica di scorrimento longitudinale e trasversale:

Cmb.	TL	TLlim	TL / TLlim	Cmb.	TB	TBlim	TB / TBlim
Num. e tipo	daN	daN	Ok < 1	Num. e tipo	daN	daN	Ok < 1
001 SLU STR	0.0	2211854.0	0.0000	001 SLU STR	0.0	2235364.0	0.0000
013 SLV A1 Sism	234861.9	1755510.0	0.1338	027 SLV A1 Sism	218506.5	1715194.0	0.1274
045 SLD Sism	182380.4	1784945.0	0.1022	059 SLD Sism	169503.9	1757630.0	0.0964

Sollecitazioni:

Cmb	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T. min	T.T. max
n. e tipo	cm	cm	daN	daN	daN	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>
001 SLU STR	89.501	-0.210	0.0	0.0	-2416957.0	-0.3914	-1.2936
002 SLU STR	87.728	-0.161	0.0	0.0	-2465093.0	-0.4051	-1.3112
013 SLV A1 Sism	104.508	-81.682	64685.1	-234861.9	-1742323.0	-0.1719	-1.1170
025 SLV A1 Sism	148.964	-23.245	218059.2	-66375.7	-1751458.0	-0.1113	-1.1832
027 SLV A1 Sism	149.140	25.127	218506.5	73639.6	-1751626.0	-0.1005	-1.1805
045 SLD Sism	100.294	-63.298	50180.1	-182380.4	-1741573.0	-0.2170	-1.0704
059 SLD Sism	134.972	19.405	169503.9	57186.4	-1748939.0	-0.1608	-1.1206
067 SLD Sism	134.945	17.519	169364.9	50471.2	-1748922.0	-0.1698	-1.1222

## 7.4 VALORI DI CALCOLO DEI CEDIMENTI PER FONDAZIONI SUPERFICIALI

#### Elemento: Platea macro n. 1

Cedimento massimo = -2.132 cm in Cmb n. 006

Cedimento minimo = -0.108 cm in Cmb n. 005

Sollecitazioni:

Cmb	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T. min	T.T. max
n. e tipo	cm	cm	daN	daN	daN	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>
005 SLE rare	85.723	-0.271	0.0	0.0	-1738781.0	-0.2940	-0.9186
006 SLE rare	84.146	-0.224	0.0	0.0	-1770874.0	-0.3032	-0.9304