

TITLE: RELAZIONE GEOTECNICA

AVAILABLE LANGUAGE: IT

## RELAZIONE GEOTECNICA

Progetto di un impianto agrivoltaico della potenza complessiva di 103.314,00 kW<sub>p</sub> con sistema di accumulo di capacità pari a 20 MW e relative opere di connessione alla rete.

Da realizzarsi nei Comuni di Foggia, Manfredonia (FG) e Zapponeta (FG)

File: FOM.ENG.REL.011.00\_Relazione geotecnica.docx

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED
00	07/02/2023	<b>Emissione Definitiva</b>	M. Pasciuco	L. Spaccino A.Fata	V.Bretti

### CLIENT VALIDATION

Name	Discipline	PE
COLLABORATORS	VERIFIED BY	VALIDATE BY

### CLIENT CODE

IMP.			GROUP.			TYPE			PROGR.			REV	
F	O	M	E	N	G	R	E	L	0	1	1	0	0

CLASSIFICATION For Information or For Validation

UTILIZATION SCOPE Basic Design

## Indice

1.0	INDICAZIONI GENERALI .....	3
1.1	STRUTTURA .....	3
1.2	TERRENI E FONDAZIONE .....	3
1.3	NORME GENERALI DI RIFERIMENTO .....	3
2.0	DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO .....	5
2.1	GENERALITÀ .....	5
2.2	DESCRIZIONE DELLE FONDAZIONI COMPONENTI IMPIANTO BESS .....	7
2.3	DESCRIZIONE DELLE FONDAZIONI CABINE .....	8
2.4	DESCRIZIONE DELLE FONDAZIONI INTERRATO LOCALE UTENZE .....	9
2.5	DESCRIZIONE DELLE FONDAZIONI TRASFORMATORE MT/AT .....	10
2.6	DESCRIZIONE DELLE FONDAZIONI TRASFORMATORE MT/BT .....	11
3.0	CARICHI DI PROGETTO .....	12
4.0	INDAGINI E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA .....	12
5.0	RISULTATI VERIFICHE PLATEE IMPIANTO BESS .....	16
5.1	PLATEA CONTAINER .....	16
5.2	PLATEA PCS E TRASFORMATORE .....	18
6.0	RISULTATI PLATEE CABINE .....	20
6.1	PLATEA CABINA DI RACCOLTA .....	20
6.2	PLATEA CABINA SCADA .....	22
7.0	RISULTATI PLATEA INTERRATO LOCALE UTENZE .....	24
8.0	RISULTATI PLATEA TRASFORMATORE MT/AT .....	26
9.0	RISULTATI PLATEA TRASFORMATORE MT/BT .....	28
10.0	VALUTAZIONE DEI RISULTATI E GIUDIZIONE MOTIVATO SULLA LORO ACCETTABILITÀ .....	30
11.0	INFORMAZIONI INTEGRATIVE SULL'USO DEI CODICI DI CALCOLO .....	30

## 1.0 INDICAZIONI GENERALI

### 1.1 Struttura

**Legge 5 novembre 1971 N. 1086** - Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica.

**Decreto Ministeriale 17/01/2018** – Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni.

**Circolare Esplicativa 21/01/2019** – Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni D.M. 17/01/2018.

### 1.2 Terreni e fondazione

**Decreto Ministeriale 17/01/2018** – Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni.

**Circolare Esplicativa 21/01/2019** – Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni D.M. 17/01/2018.

**D.M. 11 marzo 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 ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

**Circ. MIN.LL.PP. N.30483 del 24 settembre 1988** - Istruzioni 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 ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre.

**Eurocodice 7** - "Progettazione geotecnica" - EN 1997-1 per quanto non in contrasto con le disposizioni del D.M. 2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni".

### 1.3 Norme generali di riferimento

*"Linee guida in materia di impianti agrivoltaici"*, Ministero della Transizione Ecologica - Dipartimento per l'energia.

LEGGE 29 luglio 2021, n. 108 *"Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 31 maggio 2021, n. 77, recante governance del Piano nazionale di ripresa e resilienza e prime misure di rafforzamento delle strutture amministrative e di accelerazione e snellimento delle procedure"*.

*"Consultazione pubblica Misura PNRR Sviluppo Agrivoltaico: Piano di Ripresa e Resilienza, Missione 2 (Rivoluzione verde e Transizione ecologica), Componente 2 (Energia rinnovabile, idrogeno, rete e mobilità sostenibile), Investimento 1.1 (Sviluppo Agrivoltaico)".*

*"Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima 2030 (PNIEC)", Ministero dello Sviluppo Economico ([PNIEC finale 17012020.pdf \(mise.gov.it\)](#)).*

D.Lgs. 8 novembre 2021, n. 199, di recepimento della direttiva UE 2018/2001 del Parlamento europeo e del Consiglio sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, (*Direttiva RED II*).

## 2.0 DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO

### 2.1 Generalità

La presente relazione riguarda le verifiche preliminari lato geotecnico (GEO) delle fondazioni delle strutture previste il progetto definitivo, proposto da Foggia Solar S.r.l., che prevede la realizzazione di un impianto agrivoltaico con sistema di accumulo denominato "Foggia-Manfredonia", localizzato nei Comuni di Foggia, Manfredonia e Zapponeta in Provincia di Foggia.

L'impianto, installato a terra, con potenza di picco pari a 103.314,00 kW<sub>p</sub> ed integrato da un sistema di accumulo da 20 MW, è destinato ad essere collegato in antenna a 150 kV su un futuro ampliamento della Stazione Elettrica a 380/150 kV della RTN di Manfredonia come indicato nella Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) fornita dal distributore di rete.

Viene quindi prevista, ai fini della connessione sopra descritta, la realizzazione di una Sottostazione Elettrica di Utenza per l'innalzamento della potenza da MT ad AT, nei pressi della SE di Manfredonia.

L'agrivoltaico prevede l'integrazione della tecnologia fotovoltaica nell'attività agricola permettendo di produrre energia e al contempo di continuare la coltivazione delle colture agricole o l'allevamento di animali sui terreni interessati.

I criteri generali adottati per lo sviluppo del presente progetto sono in linea con le prescrizioni contenute nel quadro normativo di riferimento per tali interventi.

La presente relazione tecnica ha carattere di preliminare, si rimanda alle specifiche tecniche dei produttori/fornitori delle componentistiche e delle strutture prefabbricate, scelti in fase successiva, per le caratteristiche delle stesse.

In linea generale, si prevede l'infissione delle strutture porta-moduli nel terreno mediante battipalo, per una profondità non inferiore ai 2,5 m.

Tuttavia, le fondazioni delle strutture porta moduli fotovoltaici, ed in particolare la lunghezza di infissione dei pali, saranno definite nelle successive fasi di progettazione (ingegneria di dettaglio), a seguito dell'individuazione del fornitore della struttura porta-moduli, della definizione finale delle caratteristiche tecniche e geometriche della struttura e dell'esecuzione di specifiche prove di campo (pull-out test).

Nel presente documento si riporta la modellazione geotecnica ripresa dal documento FOM.ENG.REL.010\_RELAZIONE GEOLOGICA, al quale si rimanda per i dettagli, utilizzata per le verifiche geotecniche delle platee di fondazione in cemento armato delle componenti appartenenti all'impianto BESS, delle platee di fondazione in cemento armato della cabina di raccolta e della cabina scada, del locale interrato a servizio del locale utente, della platea di fondazione per il posizionamento dei trasformatori MT/BT e della platea di fondazione per il posizionamento del trasformatore MT/AT previsti per la realizzazione dell'impianto oggetto di progettazione.

Si rimanda all'elaborato FOM.ENG.REL.003\_RELAZIONE TECNICA per i dettagli riguardanti il layout di impianto ed all'elaborato FOM.ENG.REL.005\_CALCOLI PRELIMINARI DI DIMENSIONAMENTO DELLE STRUTTURE per i dettagli riguardanti le verifiche ed il calcolo lato struttura (STR) delle opere in progetto.

**Si riportano in sintesi le caratteristiche generali inserite nel codice di calcolo:**

Intestazione del lavoro	Foggia Manfredonia
Tipo di struttura	Nello Spazio
Tipo di analisi	Statica e Sismica
Tipo di soluzione	Lineare
Unita' di misura delle forze	daN – kg
Unita' di misura delle lunghezze	cm – m
Normativa	NTC 2018

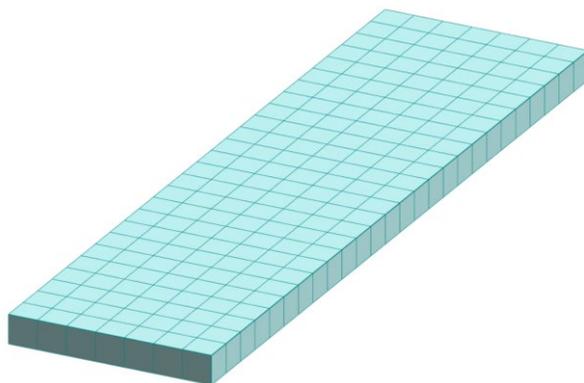
## 2.2 Descrizione delle fondazioni componenti impianto BESS

L'impianto BESS è costituito da cabinati container prefabbricati contenenti le batterie al litio, cabinati prefabbricati contenenti gli inverter (PCS) e trasformatori BT/MT.

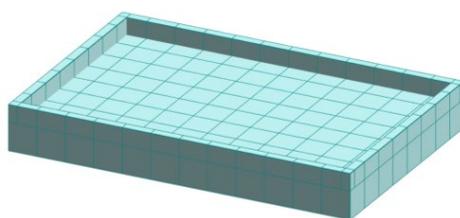
Si prevede la realizzazione di platee di fondazione dello spessore di 50 cm e di dimensioni pari a:

- 13x3,5 m per i container contenenti le batterie al litio;
- 6x4 per i cabinati PCS ed i trasformatori BT/MT con cordoli perimetrali per contenimento eventuali perdite olio di altezza 30 cm e spessore 15 cm.

Si riportano nel seguito i modelli di calcolo elaborati per le verifiche.



**Figure 1: Platea container**



**Figure 2: Platea PCS e trasformatori MT/BT**

### MATERIALI UTILIZZATI

Cemento armato:

Classe C32/40

Peso specifico -  $\gamma = 2500 \text{ daN/m}^3$

## 2.3 Descrizione delle fondazioni cabine

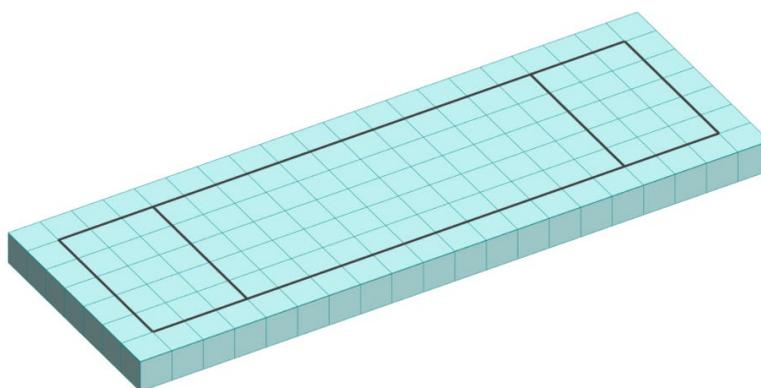
Saranno installate due cabine prefabbricate, non oggetto della presente relazione di calcolo, di dimensioni pari a:

- 9x2,5 m circa per la cabina di raccolta;
- 5,3x2,5 m circa per la cabina scada.

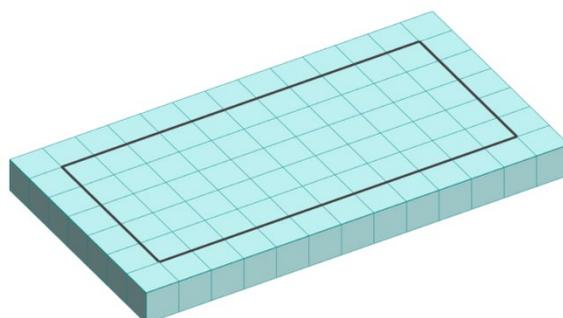
Si prevede la realizzazione di platee di fondazione dello spessore di 50 cm e di dimensioni pari a:

- 10x3,5 m per la cabina di raccolta;
- 6,5x3,5 per la cabina scada.

Si riportano i modelli di calcolo elaborati per le verifiche.



**Figure 3: Platea cabina di raccolta**



**Figure 4: Platea cabina scada**

### MATERIALI UTILIZZATI

Cemento armato:

Classe C32/40

Peso specifico -  $\gamma = 2500 \text{ daN/m}^3$

## 2.4 Descrizione delle fondazioni interrato locale utenze

Sarà installato un locale utenze prefabbricato di dimensioni in pianta pari a circa 4,6x25,6 m ed altezza di circa 3,5 m. Per tale manufatto è prevista la realizzazione di un locale interrato in cemento armato gettato in opera di dimensioni in pianta pari a 4,6x25,6 m ed altezza di 2,7 m.

Tale manufatto sarà fondato su platea di fondazione dello spessore di 50 cm e di dimensioni in pianta pari a 5,6x26,6.

Il locale interrato avrà un solaio realizzato in soletta piana dello spessore di 30 cm sul quale sarà posizionata la struttura portante del locale utenze.

Si riporta il modello di calcolo elaborato per le verifiche.

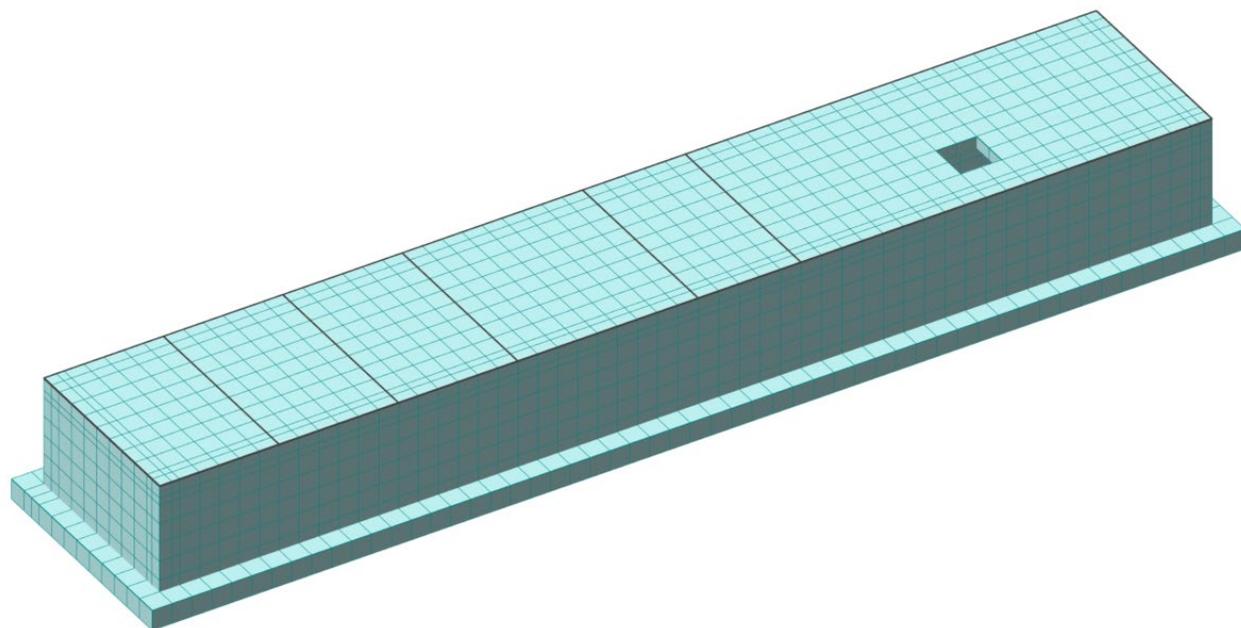


Figure 5: Locale interrato

### MATERIALI UTILIZZATI

Cemento armato:

Classe C32/40

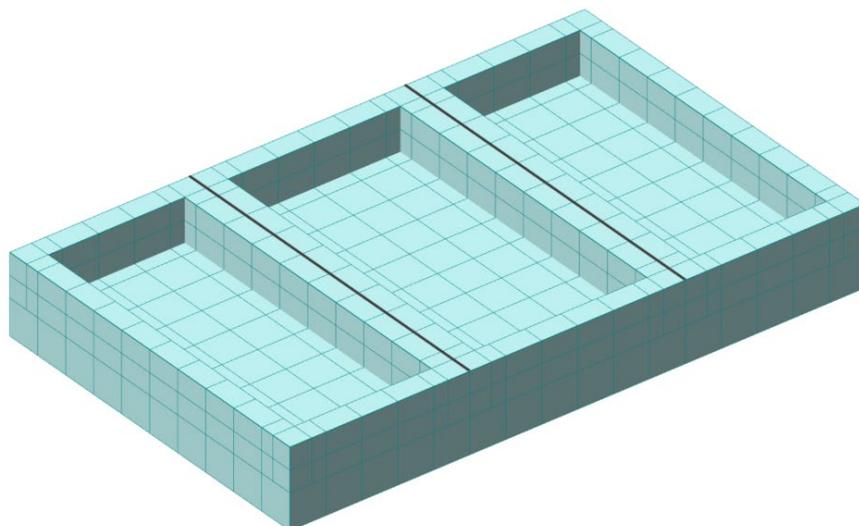
Peso specifico -  $\gamma = 2500 \text{ daN/m}^3$

## 2.5 Descrizione delle fondazioni trasformatore MT/AT

Per l'installazione del trasformatore MT/AT si prevede la realizzazione di una platea di fondazione di dimensioni in pianta di 8x5 m circa e spessore di 50 cm; per evitare eventuali sversamenti di olio dovuto a rotture si prevede la realizzazione di cordoli di contenimento dello spessore di 30 cm e di altezza di 60 cm su tutto il perimetro, saranno inoltre realizzati due muretti centrali in cemento armato di spessore 60 cm ed altezza 60 cm per il posizionamento del trasformatore stesso.

All'interno delle vasche realizzate dai cordoli perimetrali ed i cordoli centrali sarà posizionato del materiale inerte per drenare eventuali perdite di olio a seguito di rotture.

Si riporta il modello di calcolo elaborato per le verifiche.



**Figure 6: Platea Trasformatore MT/AT**

### **MATERIALI UTILIZZATI**

Cemento armato:

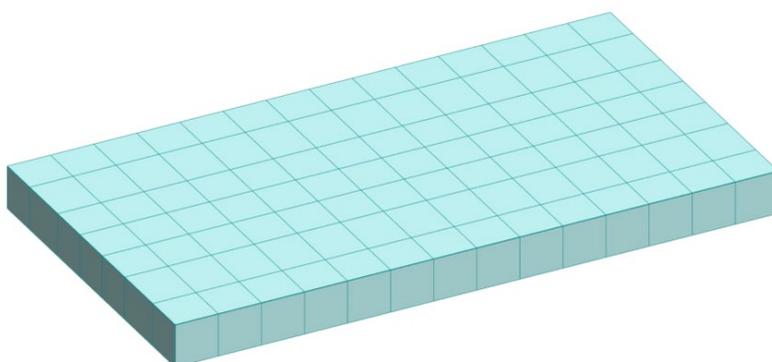
Classe C32/40

Peso specifico -  $\gamma = 2500 \text{ daN/m}^3$

## 2.6 Descrizione delle fondazioni trasformatore MT/BT

Per l'installazione del trasformatore MT/BT si prevede la realizzazione di una platea di fondazione di dimensioni in pianta di 3,75x7 m circa e spessore di 50 cm; per la raccolta di eventuali spandimenti di olio dovuto a rotture si prevede il posizionamento di un pozzetto interrato prefabbricato di dimensioni in pianta 2,5x2,5 m e altezza 0,95 m, non oggetto della presente relazione di calcolo.

Si riporta il modello di calcolo elaborato per le verifiche.



**Figure 7: Platea Trasformatore MT/BT**

### **MATERIALI UTILIZZATI**

Cemento armato:

Classe C32/40

Peso specifico -  $\gamma = 2500 \text{ daN/m}^3$

### **3.0 CARICHI DI PROGETTO**

Si rimanda all'elaborato FOM.ENG.REL.005\_CALCOLI PRELIMINARI DI DIMENSIONAMENTO DELLE STRUTTURE per i carichi di progetto utilizzati per le verifiche strutturali lato STR e lato GEO.

### **4.0 INDAGINI E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA**

Al fine di definire le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni sui quali andranno ad insistere le opere di fondazione si è fatto riferimento alle indagini ed alle analisi di laboratorio eseguite, riportate nella relazione geologica, per le quali sono stati valutati, elaborati e definiti i modelli geologico-tecnico e tutti i parametri del terreno direttamente interessati dalle nuove opere in progetto. Pertanto, si rimanda all'elaborato FOM.ENG.REL.010\_RELAZIONE GEOLOGICA per i dettagli.

Sono state discretizzati i modelli geologico-tecnico delle macroaree per le quali sono stati eseguiti i sondaggi; fra questi modelli è stato scelto quello elaborato per il sondaggio eseguito nella macroarea 3 corrispondente alla zona dove sarà posizionato il Lotto 4. Tale scelta è stata fatta poiché l'area in oggetto risulta centrale e rappresentativa per tutte le opere da realizzare.

Di seguito si riportano i parametri geotecnici assunti per le verifiche lato geotecnico (GEO) per le fondazioni in progetto.

MODELLO GEOLOGICO-TECNICO DEL SOTTOSUOLO  
MACROAREA 3 – sondaggio S3

**ORIZZONTE SUPERFICIALE COSTITUITO DA SUOLO AGRARIO** (prof. da 0,00 a -1,00 mt dal p.c.)

Non adatto ad opera fondali dirette

**Sabbie e sabbie argillose** (prof. da -1,00 metri fino a -7,60 mt)

Sondaggio: **S3** Campione: **C1** Profondità (m): **3.60:4.00**

**RIEPILOGO DEI RISULTATI**

DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA (UNI EN ISO 17892-4)	
Argilla (<0.002 mm)	20.39 %
Limo (0.002<p<0.06 mm)	36.32 %
Sabbia (0.06<p<2 mm)	43.29 %
Ghiaia (2mm<p<60 mm)	0.00 %
Ciottoli (>60 mm)	0.00 %
<b>CLASSIFICA:</b> Sabbia con limo argilloso	
Passante ASTM 200:	

LIMITI DI ATTERBERG (A.S.T.M. D4318-10)	
Limite di liquidità	w <sub>L</sub> = 0.353
Limite di plasticità	w <sub>p</sub> = 0.194
Indice di plasticità	I <sub>p</sub> = 0.159
Indice di consistenza	I <sub>c</sub> = 1.045

PROVA EDOMETRICA (UNI EN ISO 17892-5)	
<i>Intervallo di carico tra 78 e 147 kPa</i>	
Modulo Edometrico	M= 6.7 MPa
Coeff. di consolidazione	Cv= n.d.
Permeabilità	k= n.d.

<i>Intervallo di carico tra 147 e 294 kPa</i>	
Modulo Edometrico	M= 9.3 MPa
Coeff. di consolidazione	Cv= n.d.
Permeabilità	k= n.d.

<i>Intervallo di carico tra 294 e 588 kPa</i>	
Modulo Edometrico	M= 15.2 MPa
Coeff. di consolidazione	Cv= n.d.
Permeabilità	k= n.d.

<i>Intervallo di carico tra 588 e 1176 kPa</i>	
Modulo Edometrico	M= 26.2 MPa
Coeff. di consolidazione	Cv= n.d.
Permeabilità	k= n.d.

<i>Intervallo di carico tra 1176 e 2451 kPa</i>	
Modulo Edometrico	M= n.d.
Coeff. di consolidazione	Cv= n.d.
Permeabilità	k= n.d.

PROVA UNIASSIALE (UNI CEN ISO/TS17892-7)	
Tensione a rottura	σ <sub>1r</sub> = 70 kPa

CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI	
Peso specifico dei grani	γ <sub>s</sub> = 26.59 kN/m <sup>3</sup>
Contenuto d'acqua	w = 0.187
Peso di volume naturale	γ = 19.96 kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume secco	γ <sub>d</sub> = 16.82 kN/m <sup>3</sup>
Porosità	n = 0.368
Indice di porosità	e = 0.581
Grado di saturazione	S <sub>r</sub> = 0.855

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CD (UNI CEN ISO/TS17892-10)	
Coesione efficace c' <sub>v</sub>	33 kPa
Angolo di attrito efficace φ' <sub>v</sub>	20° 54'
Coesione efficace res. c' <sub>r</sub>	n.d.
Angolo di attrito residuo φ' <sub>r</sub>	n.d.

PROVA TRIASSIALE CID (UNI CEN ISO/TS17892-9)	
Coesione efficace c' <sub>v</sub>	n.d.
Angolo di attrito efficace φ' <sub>v</sub>	n.d.

PROVA TRIASSIALE UU (UNI CEN ISO/TS17892-8)	
Coesione totale c <sub>u</sub>	n.d.
Angolo di attrito totale φ <sub>u</sub>	n.d.

PROVA TRIASSIALE CIU (UNI CEN ISO/TS17892-9)	
Coesione efficace c' <sub>v</sub>	6 kPa
Angolo di attrito efficace φ' <sub>v</sub>	26° 15'
Coesione totale c	24 kPa
Angolo di attrito totale φ	17° 38'

PROVA DI PERM. DIRETTA (UNI CEI ISO/TS 17892/11)	
In permeametro	n.d.
In cella edometrica	n.d.
In cella triassiale	k= n.d. cm/s

LIMITI RITIRO (A.S.T.M. 4943-18)	
Limite di ritiro L <sub>r</sub>	19.4 %

**Ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa** (prof. da 7,60 a -14,00 mt dal p.c.)

gnat = **1,94** g/cm<sup>3</sup>

gsat = **2,18** g/cm<sup>3</sup>

Coesione c' = **0,07** kg/cm<sup>2</sup>

angolo di attrito f = **32°**

**Sabbie argillose** (prof. da -14,00 metri fino a -20,00 mt)

Sondaggio: **S3**

Campione: **C2**

Profondità (m): **15.30:15.70**

### RIEPILOGO DEI RISULTATI

DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA (UNI EN ISO 17892-4)	
Argilla (<0.002 mm)	24.26 %
Limo (0.002<p<0.06 mm)	24.09 %
Sabbia (0.06<p<2 mm)	51.65 %
Ghiaia (2mm<p<60 mm)	0.00 %
Ciottoli (>60 mm)	0.00 %
CLASSIFICA: Sabbia argillosa e limosa	
Passante ASTM 200:	

CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI	
Peso specifico dei grani	$\gamma_s = 26.59$ kN/m <sup>3</sup>
Contenuto d'acqua	w = 0.206
Peso di volume naturale	$\gamma = 20.31$ kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume secco	$\gamma_d = 16.84$ kN/m <sup>3</sup>
Porosità	n = 0.367
Indice di porosità	e = 0.579
Grado di saturazione	Sr = 0.946

LIMITI DI ATTERBERG (A.S.T.M. D4318-10)	
Limite di liquidità	w <sub>L</sub> = 0.239
Limite di plasticità	w <sub>P</sub> = 0.204
Indice di plasticità	I <sub>P</sub> = 0.035
Indice di consistenza	I <sub>C</sub> = 0.935

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CD (UNI CEN ISO/TS17892-10)	
Coesione efficace c' =	47 kPa
Angolo di attrito efficace $\phi'$ =	25° 33'
Coesione efficace res. c <sub>r</sub> ' =	n.d.
Angolo di attrito residuo $\phi_r'$ =	n.d.

PROVA EDOMETRICA (UNI EN ISO 17892-5)	
Intervallo di carico tra 78 e 147 kPa	
Modulo Edometrico	M = n.d.
Coeff. di consolidazione	Cv = n.d.
Permeabilità	k = n.d.
Intervallo di carico tra 147 e 294 kPa	
Modulo Edometrico	M = n.d.
Coeff. di consolidazione	Cv = n.d.
Permeabilità	k = n.d.
Intervallo di carico tra 294 e 588 kPa	
Modulo Edometrico	M = n.d.
Coeff. di consolidazione	Cv = n.d.
Permeabilità	k = n.d.
Intervallo di carico tra 588 e 1176 kPa	
Modulo Edometrico	M = n.d.
Coeff. di consolidazione	Cv = n.d.
Permeabilità	k = n.d.
Intervallo di carico tra 1176 e 2451 kPa	
Modulo Edometrico	M = n.d.
Coeff. di consolidazione	Cv = n.d.
Permeabilità	k = n.d.

PROVA TRIASSIALE CID (UNI CEN ISO/TS17892-9)	
Coesione efficace c' =	n.d.
Angolo di attrito efficace $\phi'$ =	n.d.

PROVA TRIASSIALE UU (UNI CEN ISO/TS17892-8)	
Coesione totale c <sub>u</sub> =	n.d.
Angolo di attrito totale $\phi_u$ =	n.d.

PROVA TRIASSIALE CIU (UNI CEN ISO/TS17892-9)	
Coesione efficace c' =	n.d.
Angolo di attrito efficace $\phi'$ =	n.d.
Coesione totale c =	n.d.
Angolo di attrito totale $\phi$ =	n.d.

PROVA DI PERM. DIRETTA (UNI CEI ISO/TS 17892/11)	
In permeametro	n.d.
In cella edometrica	n.d.
In cella triassiale	k = n.d. cm/s

PROVA UNIASSIALE (UNI CEN ISO/TS17892-7)	
Tensione a rottura	$\sigma_{1r}$ = n.d.

LIMITI RITIRO (A.S.T.M. 4943-18)	
Limite di ritiro Lr	17.4 %

Dato che il primo metro di terreno risulta non adatto ad opere fondali dirette, visto anche il carattere preliminare del calcolo eseguito, si prevede al di sotto delle fondazioni dirette l'asportazione del terreno di sito per la profondità di 1 m e la posa in opera di materiale inerte di adeguate caratteristiche ben compattato. Tale soluzione andrà rivalutata a fronte di indagini sui terreni più dettagliata nelle successive fasi di ingegneria.

L'elaborazione della prova MASW condotta in sito ha permesso l'individuazione dei diversi sismostrati all'interno dei primi 30 metri di profondità dal p.c., caratterizzati da diverse velocità delle onde sismiche di taglio Vs.

Prospezione sismica	Vseq (m/s)	Categoria Suoli di Fondazione (D.M. 17/01/2018)
MASW1	453.00	B
Prospezione sismica	Vseq (m/s)	Categoria Suoli di Fondazione (D.M. 17/01/2018)
MASW2	393.00	B
Prospezione sismica	Vseq (m/s)	Categoria Suoli di Fondazione (D.M. 17/01/2018)
MASW3	394.00	B
Prospezione sismica	Vseq (m/s)	Categoria Suoli di Fondazione (D.M. 17/01/2018)
MASW4	318.00	C
Prospezione sismica	Vseq (m/s)	Categoria Suoli di Fondazione (D.M. 17/01/2018)
MASW5	230.00	C

Per le verifiche delle fondazioni oggetto del presente documento è stata scelta, cautelativamente dato che trattasi di calcolo preliminare, la categoria di sottosuolo più sfavorevole che, nel caso in esame, risulta essere la categoria C.

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

**Figure 8: Categorie Suoli di fondazione (D.M. 17 gennaio 2018 – Tab. 3.2.II)**

## 5.0 RISULTATI VERIFICHE PLATEE IMPIANTO BESS

### 5.1 Platea container

Nel seguito si riportano le verifiche condotte lato terreno (GEO) per le fondazioni in progetto.

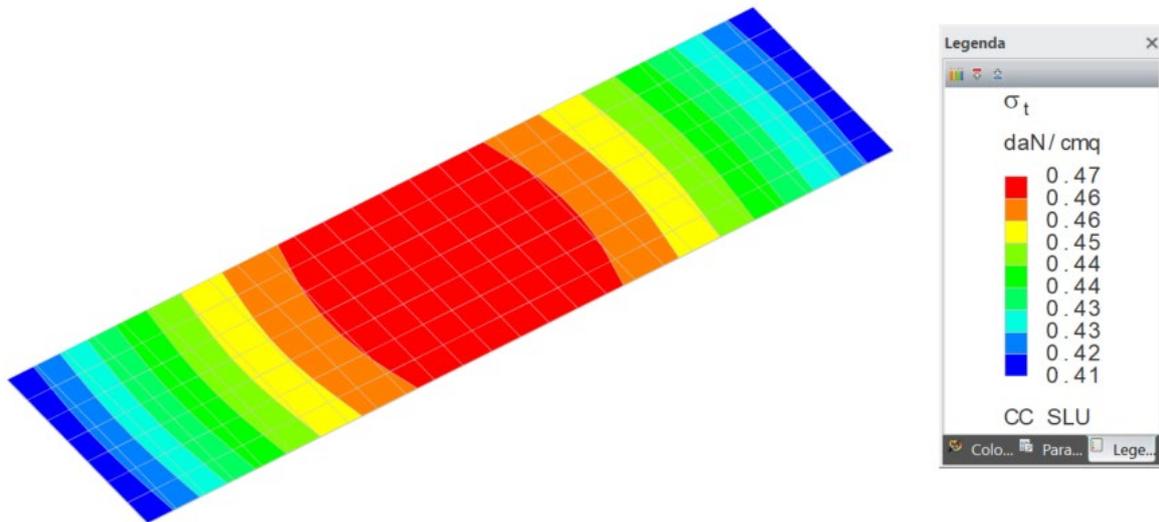


Figure 9: Tensioni sul terreno

Si riporta il tabulato di calcolo delle verifiche effettuate.

#### Simbologia

$\beta$	= Inclinazione del piano di campagna
$\gamma_r$	= Peso specifico rappresentativo del terreno di fondazione
$\eta$	= Inclinazione del piano di posa della fondazione
$\varphi'_{r,z}$	= Angolo di attrito rappresentativo del terreno di fondazione
$\sigma_{v0,z}$	= Pressione verticale alla profondità del piano di posa della fondazione
B	= Base della fondazione
B'	= Base della fondazione reagente
CC	= Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
D	= Profondità del piano di posa della fondazione
L	= Lunghezza della fondazione (L>B)
L'	= Lunghezza della fondazione reagente
Mx	= Momento intorno all'asse X
My	= Momento intorno all'asse Y
N	= Sforzo normale
N <sub>c</sub>	= Coefficiente di capacità portante relativo alla coesione del terreno di fondazione
N <sub>g</sub>	= Coefficiente di capacità portante relativo al peso del terreno di fondazione
N <sub>q</sub>	= Coefficiente di capacità portante relativo al sovraccarico laterale
R <sub>d</sub>	= Resistenza di progetto (Carico limite)
S <sub>y, plat</sub>	= Fattore di riduzione per platee
Sic.	= Sicurezza
T <sub>x</sub>	= Taglio in dir. X
T <sub>y</sub>	= Taglio in dir. Y
b <sub>c</sub>	= Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a coesione
b <sub>g</sub>	= Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a peso del terreno
b <sub>q</sub>	= Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a sovraccarico laterale
c' <sub>r,z</sub>	= Coesione efficace rappresentativa del terreno di fondazione
d <sub>c</sub>	= Fattore di profondità relativo alla coesione
d <sub>q</sub>	= Fattore di profondità relativo al sovraccarico laterale
g <sub>c</sub>	= Fattore di inclinazione del piano di campagna relativo a coesione
g <sub>g</sub>	= Fattore di inclinazione del piano di campagna relativo a peso del terreno
g <sub>q</sub>	= Fattore di inclinazione del piano di campagna relativo a sovraccarico laterale
i <sub>c</sub>	= Fattore di inclinazione relativo alla coesione
i <sub>g</sub>	= Fattore di inclinazione relativo al peso del terreno
i <sub>q</sub>	= Fattore di inclinazione relativo al sovraccarico laterale
q <sub>lim</sub>	= Pressione limite
s <sub>c</sub>	= Fattore di forma relativo alla coesione
s <sub>g</sub>	= Fattore di forma relativo al peso del terreno
s <sub>q</sub>	= Fattore di forma relativo al sovraccarico laterale

**Verifiche capacità portante****Verifiche di capacità portante per rottura generale in condizioni statiche**

Metodo utilizzato: Brinch Hansen

Platea n. 8

B=3.50 <m> L=13.00 <m> D=0.00 <m>  $\beta=0.00$  <grad>  $\eta=0.00$  <grad>  $\gamma_r=1961.01$  <daN/mc>  
 $\sigma_{v0,r}=0.00$  <daN/mq>

Verifiche in condizioni drenate

$\phi'_{r1}=21.89$  <grad>  $c'_{r1}=1725.08$  <daN/mq>  
 $N_q=7.74$   $N_c=16.76$   $N_g=7.02$   $g_q=1.00$   $g_c=1.00$   $g_g=1.00$   
 $b_q=1.00$   $b_c=1.00$   $b_g=1.00$   $S_{y,plat}=0.94$

CC	N <daN>	Tx <daN>	Ty <daN>	Mx <daNm>	My <daNm>	B' <m>	L' <m>	s <sub>q</sub>	s <sub>c</sub>	s <sub>g</sub>	d <sub>q</sub>	d <sub>c</sub>	i <sub>q</sub>	i <sub>c</sub>	i <sub>g</sub>	q <sub>lim</sub> <daN/mq>	R <sub>d</sub> <daN>	Sic.
1	204663.00	0.00	0.00	0.00	0.01	3.50	13.00	1.06	1.12	0.94	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	53626.00	1060860.00	5.18

## 5.2 Platea PCS e trasformatore

Nel seguito si riportano le verifiche condotte lato terreno (GEO) per le fondazioni in progetto.

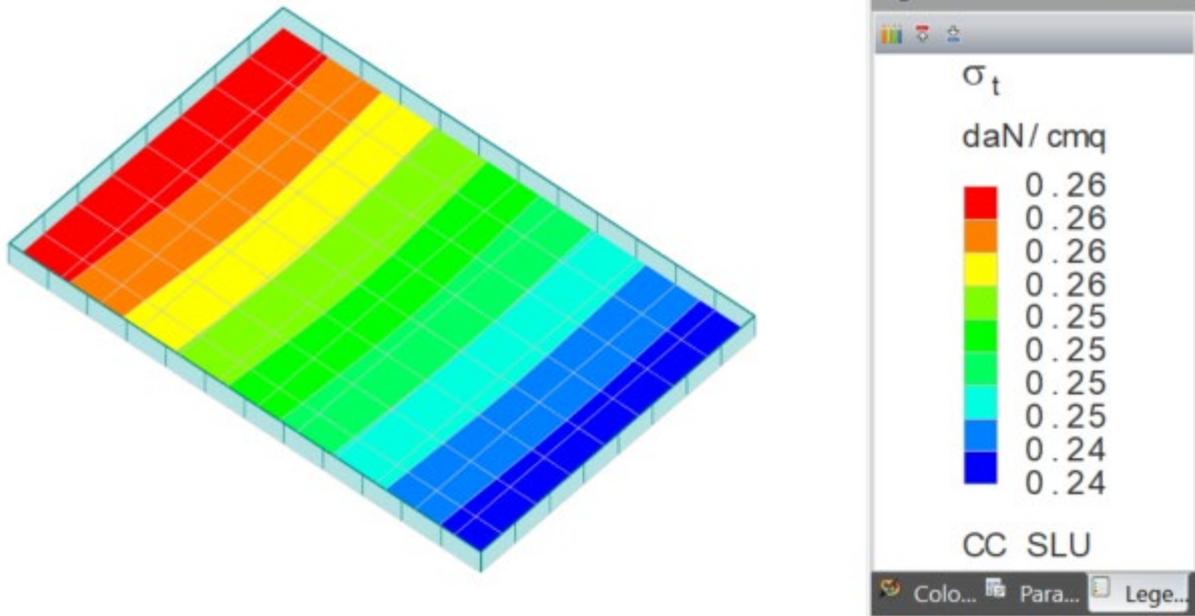


Figure 10: Tensioni sul terreno

Si riporta il tabulato di calcolo delle verifiche effettuate.

### Simbologia

$\beta$	= Inclinazione del piano di campagna
$\gamma_r$	= Peso specifico rappresentativo del terreno di fondazione
$\eta$	= Inclinazione del piano di posa della fondazione
$\phi'_r$	= Angolo di attrito rappresentativo del terreno di fondazione
$\sigma_{v0,r}$	= Pressione verticale alla profondità del piano di posa della fondazione
B	= Base della fondazione
B'	= Base della fondazione reagente
CC	= Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
D	= Profondità del piano di posa della fondazione
L	= Lunghezza della fondazione (L>B)
L'	= Lunghezza della fondazione reagente
Mx	= Momento intorno all'asse X
My	= Momento intorno all'asse Y
N	= Sforzo normale
$N_c$	= Coefficiente di capacità portante relativo alla coesione del terreno di fondazione
$N_g$	= Coefficiente di capacità portante relativo al peso del terreno di fondazione
$N_q$	= Coefficiente di capacità portante relativo al sovraccarico laterale
$R_d$	= Resistenza di progetto (Carico limite)
$S_{y,plat}$	= Fattore di riduzione per platee
Sic.	= Sicurezza
Tx	= Taglio in dir. X
Ty	= Taglio in dir. Y
$b_c$	= Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a coesione
$b_g$	= Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a peso del terreno
$b_q$	= Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a sovraccarico laterale
$c'_r$	= Coesione efficace rappresentativa del terreno di fondazione
$d_c$	= Fattore di profondità relativo alla coesione
$d_q$	= Fattore di profondità relativo al sovraccarico laterale
$g_c$	= Fattore di inclinazione del piano di campagna relativo a coesione
$g_g$	= Fattore di inclinazione del piano di campagna relativo a peso del terreno
$g_q$	= Fattore di inclinazione del piano di campagna relativo a sovraccarico laterale
$i_c$	= Fattore di inclinazione relativo alla coesione
$i_g$	= Fattore di inclinazione relativo al peso del terreno
$i_q$	= Fattore di inclinazione relativo al sovraccarico laterale
$q_{lim}$	= Pressione limite
$s_c$	= Fattore di forma relativo alla coesione
$s_g$	= Fattore di forma relativo al peso del terreno
$s_q$	= Fattore di forma relativo al sovraccarico laterale



**Verifiche capacità portante**

**Verifiche di capacità portante per rottura generale in condizioni statiche**

Metodo utilizzato: Brinch Hansen

Platea n. 10

B=4.00 <m> L=6.00 <m> D=0.00 <m>  $\beta=0.00$  <grad>  $\eta=0.00$  <grad>  $\gamma_r=1965.38$  <daN/mc>  
 $\sigma_{v0,r}=0.00$  <daN/mq>

Verifiche in condizioni drenate

$\phi'_r=21.78$  <grad>  $c'_r=1771.95$  <daN/mq>  
 $N_q=7.65$   $N_c=16.64$   $N_g=6.91$   $g_q=1.00$   $g_c=1.00$   $g_g=1.00$   
 $b_q=1.00$   $b_c=1.00$   $b_g=1.00$   $S_{y,plat}=0.92$

CC	N <daN>	Tx <daN>	Ty <daN>	Mx <daNm>	My <daNm>	B' <m>	L' <m>	s <sub>q</sub>	s <sub>c</sub>	s <sub>g</sub>	d <sub>q</sub>	d <sub>c</sub>	i <sub>q</sub>	i <sub>c</sub>	i <sub>g</sub>	q <sub>lim</sub> <daN/mq>	R <sub>d</sub> <daN>	Sic.
1	60375.00	0.00	-0.00	-0.00	2681.15	4.00	5.91	1.15	1.30	0.85	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	59607.10	612780.00	10.15

## 6.0 RISULTATI PLATEE CABINE

### 6.1 Platea cabina di raccolta

Nel seguito si riportano le verifiche condotte lato terreno (GEO) per le fondazioni in progetto.

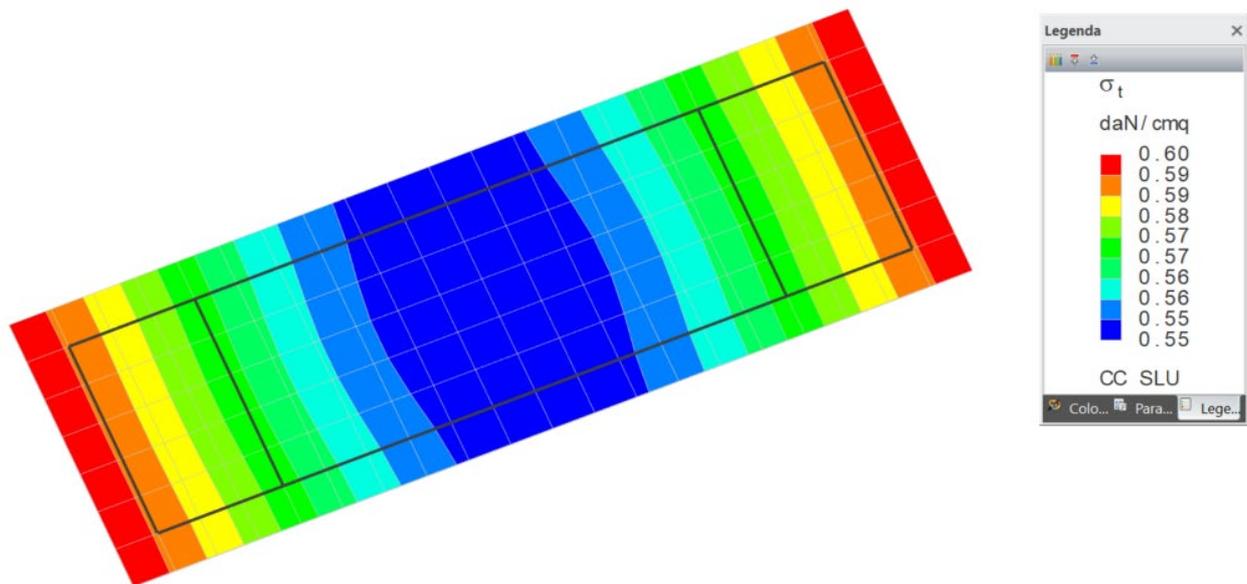


Figure 11: Tensioni sul terreno

Si riporta il tabulato di calcolo delle verifiche effettuate.

#### Simbologia

$\beta$	= Inclinazione del piano di campagna
$\gamma_r$	= Peso specifico rappresentativo del terreno di fondazione
$\eta$	= Inclinazione del piano di posa della fondazione
$\varphi'_{r,z}$	= Angolo di attrito rappresentativo del terreno di fondazione
$\sigma_{v0,z}$	= Pressione verticale alla profondità del piano di posa della fondazione
B	= Base della fondazione
B'	= Base della fondazione reagente
CC	= Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
D	= Profondità del piano di posa della fondazione
L	= Lunghezza della fondazione (L>B)
L'	= Lunghezza della fondazione reagente
Mx	= Momento intorno all'asse X
My	= Momento intorno all'asse Y
N	= Sforzo normale
$N_c$	= Coefficiente di capacità portante relativo alla coesione del terreno di fondazione
$N_q$	= Coefficiente di capacità portante relativo al peso del terreno di fondazione
$N_q$	= Coefficiente di capacità portante relativo al sovraccarico laterale
$R_d$	= Resistenza di progetto (Carico limite)
$S_{\gamma, plat}$	= Fattore di riduzione per platee
Sic.	= Sicurezza
Tx	= Taglio in dir. X
Ty	= Taglio in dir. Y
$b_c$	= Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a coesione
$D_g$	= Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a peso del terreno
$b_q$	= Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a sovraccarico laterale
$c'_{r,z}$	= Coesione efficace rappresentativa del terreno di fondazione
$d_c$	= Fattore di profondità relativo alla coesione
$d_q$	= Fattore di profondità relativo al sovraccarico laterale
$g_c$	= Fattore di inclinazione del piano di campagna relativo a coesione
$g_g$	= Fattore di inclinazione del piano di campagna relativo a peso del terreno
$g_q$	= Fattore di inclinazione del piano di campagna relativo a sovraccarico laterale
$i_c$	= Fattore di inclinazione relativo alla coesione
$i_g$	= Fattore di inclinazione relativo al peso del terreno
$i_q$	= Fattore di inclinazione relativo al sovraccarico laterale
$q_{lim}$	= Pressione limite
$s_c$	= Fattore di forma relativo alla coesione
$s_g$	= Fattore di forma relativo al peso del terreno
$s_q$	= Fattore di forma relativo al sovraccarico laterale

### Verifiche capacità portante

#### Verifiche di capacità portante per rottura generale in condizioni statiche

Metodo utilizzato: Brinch Hansen

Platea n. 3

$B=3.50$  <m>  $L=10.00$  <m>  $D=0.00$  <m>  $\beta=0.00$  <grad>  $\eta=0.00$  <grad>  $\gamma_r=1961.01$  <daN/mc>  
 $\sigma_{v0,r}=0.00$  <daN/mq>

Verifiche in condizioni drenate

$\phi'_r=21.89$  <grad>  $c'_r=1725.08$  <daN/mq>  
 $N_q=7.74$   $N_c=16.76$   $N_g=7.02$   $g_q=1.00$   $g_c=1.00$   $g_g=1.00$   
 $b_q=1.00$   $b_c=1.00$   $b_g=1.00$   $S_{\gamma,plat}=0.94$

CC	N <daN>	Tx <daN>	Ty <daN>	Mx <daNm>	My <daNm>	B' <m>	L' <m>	s <sub>q</sub>	s <sub>c</sub>	s <sub>g</sub>	d <sub>q</sub>	d <sub>c</sub>	i <sub>q</sub>	i <sub>c</sub>	i <sub>g</sub>	q <sub>lim</sub> <daN/mq>	R <sub>d</sub> <daN>	Sic.
1	198625.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	3.50	10.00	1.08	1.15	0.92	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	54248.50	825521.00	4.16

## 6.2 Platea cabina SCADA

Nel seguito si riportano le verifiche condotte lato terreno (GEO) per le fondazioni in progetto.

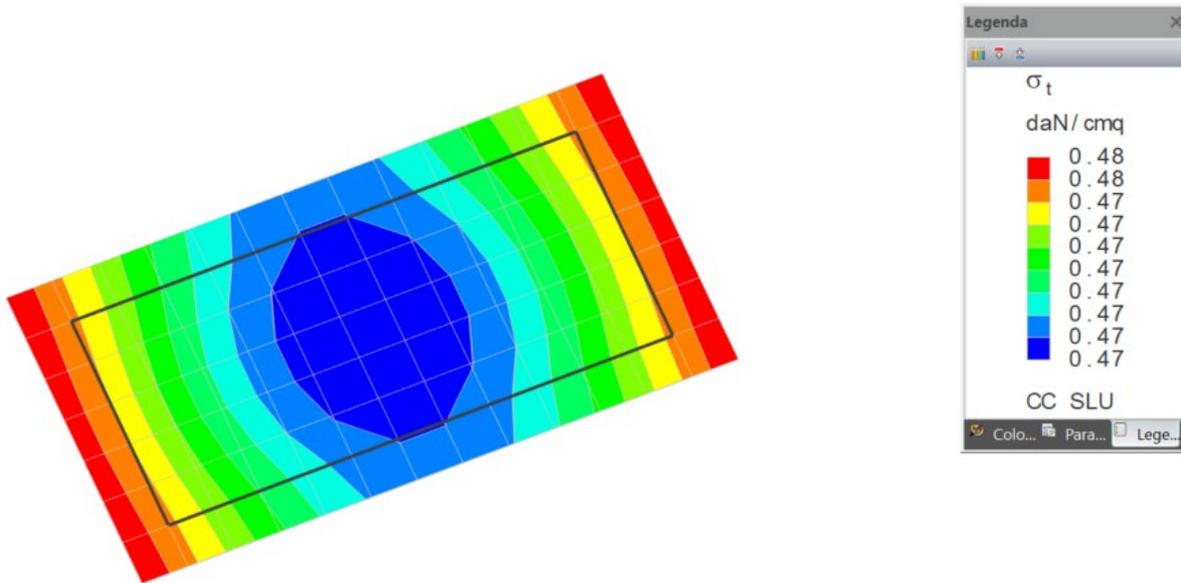


Figure 12: Tensioni sul terreno

Si riporta il tabulato di calcolo delle verifiche effettuate.

### Simbologia

$\beta$	= Inclinazione del piano di campagna
$\gamma_c$	= Peso specifico rappresentativo del terreno di fondazione
$\eta$	= Inclinazione del piano di posa della fondazione
$\varphi'_r$	= Angolo di attrito rappresentativo del terreno di fondazione
$\sigma_{v0,z}$	= Pressione verticale alla profondità del piano di posa della fondazione
B	= Base della fondazione
B'	= Base della fondazione reagente
CC	= Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
D	= Profondità del piano di posa della fondazione
L	= Lunghezza della fondazione (L>B)
L'	= Lunghezza della fondazione reagente
Mx	= Momento intorno all'asse X
My	= Momento intorno all'asse Y
N	= Sforzo normale
N <sub>c</sub>	= Coefficiente di capacità portante relativo alla coesione del terreno di fondazione
N <sub>g</sub>	= Coefficiente di capacità portante relativo al peso del terreno di fondazione
N <sub>q</sub>	= Coefficiente di capacità portante relativo al sovraccarico laterale
R <sub>d</sub>	= Resistenza di progetto (Carico limite)
S <sub>y, plat</sub>	= Fattore di riduzione per platee
Sic.	= Sicurezza
Tx	= Taglio in dir. X
Ty	= Taglio in dir. Y
D <sub>c</sub>	= Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a coesione
D <sub>g</sub>	= Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a peso del terreno
D <sub>q</sub>	= Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a sovraccarico laterale
c' <sub>r</sub>	= Coesione efficace rappresentativa del terreno di fondazione
d <sub>c</sub>	= Fattore di profondità relativo alla coesione
d <sub>q</sub>	= Fattore di profondità relativo al sovraccarico laterale
g <sub>c</sub>	= Fattore di inclinazione del piano di campagna relativo a coesione
g <sub>g</sub>	= Fattore di inclinazione del piano di campagna relativo a peso del terreno
g <sub>q</sub>	= Fattore di inclinazione del piano di campagna relativo a sovraccarico laterale
i <sub>c</sub>	= Fattore di inclinazione relativo alla coesione
i <sub>g</sub>	= Fattore di inclinazione relativo al peso del terreno
i <sub>q</sub>	= Fattore di inclinazione relativo al sovraccarico laterale
q <sub>lim</sub>	= Pressione limite
s <sub>c</sub>	= Fattore di forma relativo alla coesione
s <sub>g</sub>	= Fattore di forma relativo al peso del terreno
s <sub>q</sub>	= Fattore di forma relativo al sovraccarico laterale



**Verifiche capacità portante**

**Verifiche di capacità portante per rottura generale in condizioni statiche**

Metodo utilizzato: Brinch Hansen

Platea n. 4

B=3.50 <m> L=6.50 <m> D=0.00 <m>  $\beta=0.00$  <grad>  $\eta=0.00$  <grad>  $\gamma_r=1961.01$  <daN/mc>  
 $\sigma_{v0,r}=0.00$  <daN/mq>

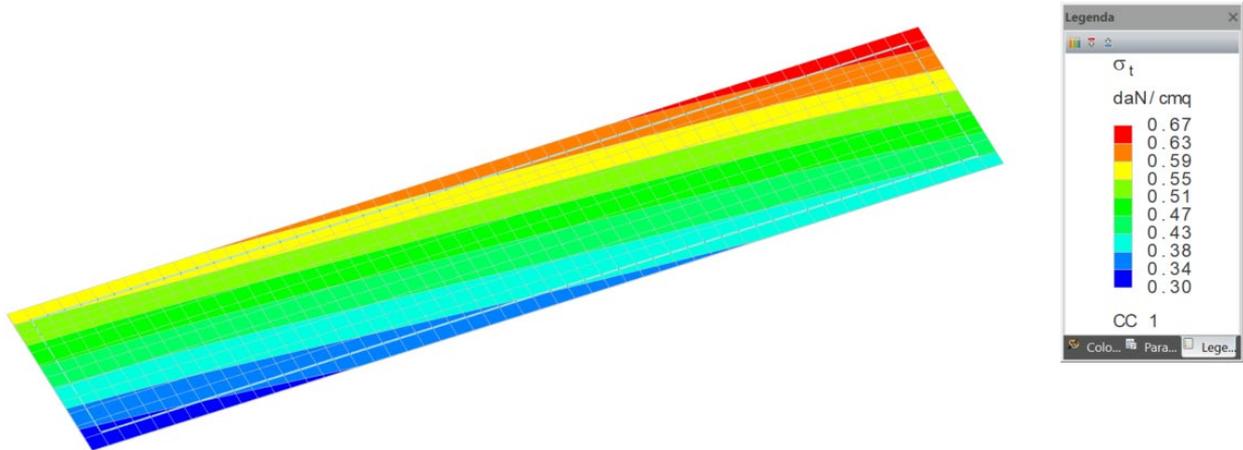
Verifiche in condizioni drenate

$\phi'_r=21.89$  <grad>  $c'_r=1725.08$  <daN/mq>  
 $N_q=7.74$   $N_c=16.76$   $N_g=7.02$   $g_q=1.00$   $g_c=1.00$   $g_g=1.00$   
 $b_q=1.00$   $b_c=1.00$   $b_g=1.00$   $S_{\gamma,plat}=0.94$

CC	N <daN>	Tx <daN>	Ty <daN>	Mx <daNm>	My <daNm>	B' <m>	L' <m>	s <sub>q</sub>	s <sub>c</sub>	s <sub>g</sub>	d <sub>q</sub>	d <sub>c</sub>	i <sub>q</sub>	i <sub>c</sub>	i <sub>g</sub>	q <sub>lim</sub> <daN/mq>	R <sub>d</sub> <daN>	Sic.
1	107206.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	3.50	6.50	1.12	1.24	0.88	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	55701.00	550955.00	5.14

## 7.0 RISULTATI PLATEA INTERRATO LOCALE UTENZE

Nel seguito si riportano le verifiche condotte lato terreno (GEO) per le fondazioni in progetto.



**Figure 13: Tensioni sul terreno**

Si riporta il tabulato di calcolo delle verifiche effettuate.

### Simbologia

$\beta$	= Inclinazione del piano di campagna
$\gamma_r$	= Peso specifico rappresentativo del terreno di fondazione
$\eta$	= Inclinazione del piano di posa della fondazione
$\phi'_r$	= Angolo di attrito rappresentativo del terreno di fondazione
$\sigma_{v0,z}$	= Pressione verticale alla profondità del piano di posa della fondazione
B	= Base della fondazione
B'	= Base della fondazione reagente
CC	= Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
D	= Profondità del piano di posa della fondazione
L	= Lunghezza della fondazione (L>B)
L'	= Lunghezza della fondazione reagente
Mx	= Momento intorno all'asse X
My	= Momento intorno all'asse Y
N	= Sforzo normale
N <sub>c</sub>	= Coefficiente di capacità portante relativo alla coesione del terreno di fondazione
N <sub>g</sub>	= Coefficiente di capacità portante relativo al peso del terreno di fondazione
N <sub>q</sub>	= Coefficiente di capacità portante relativo al sovraccarico laterale
R <sub>d</sub>	= Resistenza di progetto (Carico limite)
$S_{\gamma, plat}$	= Fattore di riduzione per platee
Sic.	= Sicurezza
T <sub>x</sub>	= Taglio in dir. X
T <sub>y</sub>	= Taglio in dir. Y
b <sub>c</sub>	= Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a coesione
b <sub>g</sub>	= Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a peso del terreno
b <sub>q</sub>	= Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a sovraccarico laterale
c' <sub>r</sub>	= Coesione efficace rappresentativa del terreno di fondazione
d <sub>c</sub>	= Fattore di profondità relativo alla coesione
d <sub>q</sub>	= Fattore di profondità relativo al sovraccarico laterale
g <sub>c</sub>	= Fattore di inclinazione del piano di campagna relativo a coesione
g <sub>g</sub>	= Fattore di inclinazione del piano di campagna relativo a peso del terreno
g <sub>q</sub>	= Fattore di inclinazione del piano di campagna relativo a sovraccarico laterale
i <sub>c</sub>	= Fattore di inclinazione relativo alla coesione
i <sub>g</sub>	= Fattore di inclinazione relativo al peso del terreno
i <sub>q</sub>	= Fattore di inclinazione relativo al sovraccarico laterale
q <sub>lim</sub>	= Pressione limite
s <sub>c</sub>	= Fattore di forma relativo alla coesione
s <sub>g</sub>	= Fattore di forma relativo al peso del terreno
s <sub>q</sub>	= Fattore di forma relativo al sovraccarico laterale



**Verifiche capacità portante**

**Verifiche di capacità portante per rottura generale in condizioni statiche**

Metodo utilizzato: Brinch Hansen

Platea n. 7

B=5.60 <m> L=26.58 <m> D=3.20 <m>  $\beta=0.00$  <grad>  $\eta=0.00$  <grad>  $\gamma_r=1996.00$  <daN/mc>  
 $\sigma_{v0,r}=6391.20$  <daN/mq>

Verifiche in condizioni drenate

$\phi'_r=21.00$  <grad>  $c'_r=2100.00$  <daN/mq>  
 $N_q=7.07$   $N_c=15.81$   $N_g=6.20$   $g_q=1.00$   $g_c=1.00$   $g_g=1.00$   
 $b_q=1.00$   $b_c=1.00$   $b_g=1.00$   $S_{y,plat}=0.89$

CC	N <daN>	Tx <daN>	Ty <daN>	Mx <daNm>	My <daNm>	B' <m>	L' <m>	s <sub>q</sub>	s <sub>c</sub>	s <sub>g</sub>	d <sub>q</sub>	d <sub>c</sub>	i <sub>q</sub>	i <sub>c</sub>	i <sub>g</sub>	q <sub>lim</sub> <daN/mq>	R <sub>d</sub> <daN>	Sic.
17	1004120.00	0.00	-0.00	1388.44	389420.00	5.60	25.81	1.05	1.09	0.95	1.18	1.21	1.00	1.00	1.00	129031.00	8104010.00	8.07

**Verifiche di capacità portante per rottura generale in condizioni sismiche**

Metodo utilizzato: Condizioni statiche

Platea n. 7

B=5.60 <m> L=26.58 <m> D=3.20 <m>  $\beta=0.00$  <grad>  $\eta=0.00$  <grad>  $\gamma_r=1996.00$  <daN/mc>  
 $\sigma_{v0,r}=6391.20$  <daN/mq>

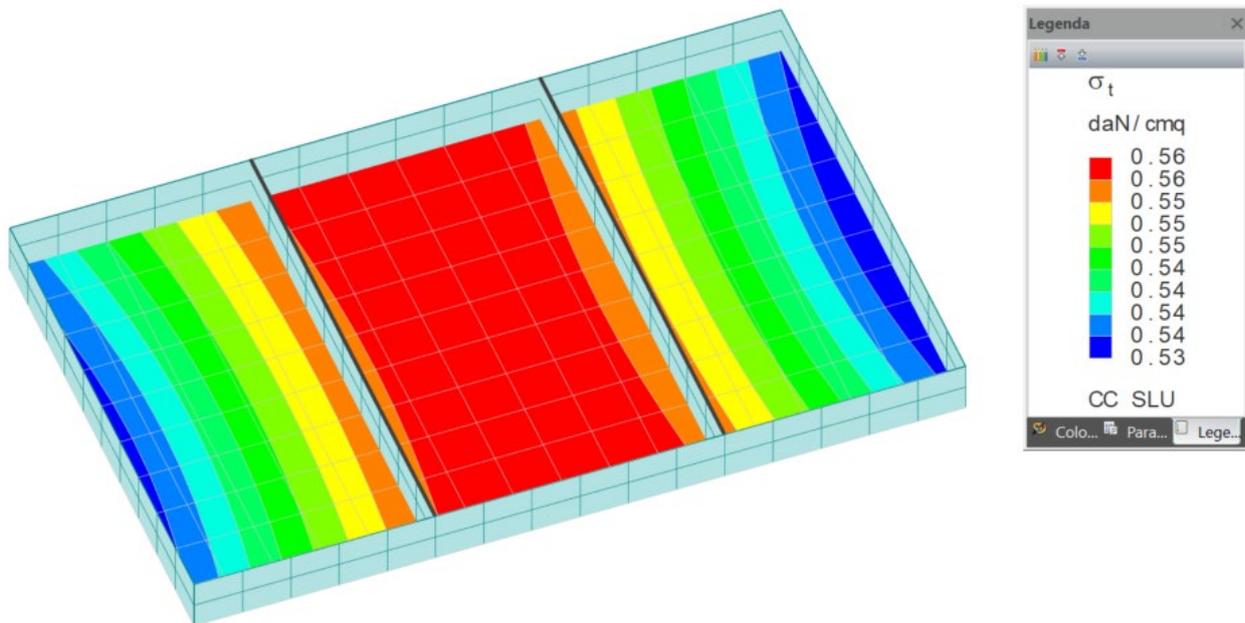
Verifiche in condizioni drenate

$\phi'_r=21.00$  <grad>  $c'_r=2100.00$  <daN/mq>  
 $N_q=7.07$   $N_c=15.81$   $N_g=6.20$   $g_q=1.00$   $g_c=1.00$   $g_g=1.00$   
 $b_q=1.00$   $b_c=1.00$   $b_g=1.00$   $S_{y,plat}=0.89$

CC	N <daN>	Tx <daN>	Ty <daN>	Mx <daNm>	My <daNm>	B' <m>	L' <m>	s <sub>q</sub>	s <sub>c</sub>	s <sub>g</sub>	d <sub>q</sub>	d <sub>c</sub>	i <sub>q</sub>	i <sub>c</sub>	i <sub>g</sub>	q <sub>lim</sub> <daN/mq>	R <sub>d</sub> <daN>	Sic.
1	715206.00	-224360.00	-67307.90	173348.00	-318809.00	5.12	25.69	1.04	1.08	0.96	1.20	1.23	1.00	1.00	1.00	127624.00	7292490.00	10.20
3	715206.00	-224360.00	67307.90	-171432.00	-318809.00	5.12	25.69	1.04	1.08	0.96	1.20	1.23	1.00	1.00	1.00	127638.00	7300960.00	10.21
5	715206.00	224360.00	-67307.90	173348.00	838995.00	5.12	24.24	1.04	1.09	0.96	1.20	1.23	1.00	1.00	1.00	127896.00	6894300.00	9.64
7	715206.00	224360.00	67307.90	-171432.00	838995.00	5.12	24.24	1.04	1.09	0.96	1.20	1.23	1.00	1.00	1.00	127911.00	6902310.00	9.65
9	715206.00	-67307.90	-224360.00	575592.00	86422.20	3.99	26.34	1.03	1.06	0.97	1.25	1.30	1.00	1.00	1.00	125451.00	5733490.00	8.02
11	715206.00	67307.80	-224360.00	575592.00	433763.00	3.99	25.37	1.03	1.07	0.97	1.25	1.30	1.00	1.00	1.00	125600.00	5528610.00	7.73
13	715206.00	-67307.80	224360.00	-573676.00	86422.30	4.00	26.34	1.03	1.06	0.97	1.25	1.29	1.00	1.00	1.00	125455.00	5741370.00	8.03
15	715206.00	67307.90	224360.00	-573676.00	433764.00	4.00	25.37	1.03	1.07	0.97	1.25	1.29	1.00	1.00	1.00	125603.00	5536210.00	7.74

## 8.0 RISULTATI PLATEA TRASFORMATORE MT/AT

Nel seguito si riportano le verifiche condotte lato terreno (GEO) per le fondazioni in progetto.



**Figure 14: Tensioni sul terreno**

Si riporta il tabulato di calcolo delle verifiche effettuate.

### Simbologia

$\beta$	= Inclinazione del piano di campagna
$\gamma_r$	= Peso specifico rappresentativo del terreno di fondazione
$\eta$	= Inclinazione del piano di posa della fondazione
$\phi'_r$	= Angolo di attrito rappresentativo del terreno di fondazione
$\sigma_{v0,r}$	= Pressione verticale alla profondità del piano di posa della fondazione
$B$	= Base della fondazione
$B'$	= Base della fondazione reagente
CC	= Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
$D$	= Profondità del piano di posa della fondazione
$L$	= Lunghezza della fondazione ( $L > B$ )
$L'$	= Lunghezza della fondazione reagente
$M_x$	= Momento intorno all'asse X
$M_y$	= Momento intorno all'asse Y
$N$	= Sforzo normale
$N_c$	= Coefficiente di capacità portante relativo alla coesione del terreno di fondazione
$N_g$	= Coefficiente di capacità portante relativo al peso del terreno di fondazione
$N_q$	= Coefficiente di capacità portante relativo al sovraccarico laterale
$R_d$	= Resistenza di progetto (Carico limite)
$S_{\gamma, plat}$	= Fattore di riduzione per platee
$Sic.$	= Sicurezza
$T_x$	= Taglio in dir. X
$T_y$	= Taglio in dir. Y
$b_c$	= Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a coesione
$b_g$	= Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a peso del terreno
$b_q$	= Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a sovraccarico laterale
$c'_r$	= Coesione efficace rappresentativa del terreno di fondazione
$d_c$	= Fattore di profondità relativo alla coesione
$d_q$	= Fattore di profondità relativo al sovraccarico laterale
$g_c$	= Fattore di inclinazione del piano di campagna relativo a coesione
$g_g$	= Fattore di inclinazione del piano di campagna relativo a peso del terreno
$g_q$	= Fattore di inclinazione del piano di campagna relativo a sovraccarico laterale
$i_c$	= Fattore di inclinazione relativo alla coesione
$i_g$	= Fattore di inclinazione relativo al peso del terreno
$i_q$	= Fattore di inclinazione relativo al sovraccarico laterale
$q_{lim}$	= Pressione limite
$s_c$	= Fattore di forma relativo alla coesione
$s_g$	= Fattore di forma relativo al peso del terreno
$s_q$	= Fattore di forma relativo al sovraccarico laterale



**Verifiche capacità portante**

**Verifiche di capacità portante per rottura generale in condizioni statiche**

Metodo utilizzato: Brinch Hansen

Platea n. 8

B=5.00 <m> L=8.00 <m> D=0.00 <m>  $\beta=0.00$  <grad>  $\eta=0.00$  <grad>  $\gamma_r=1971.50$  <daN/mc>  
 $\sigma_{v0,r}=0.00$  <daN/mq>

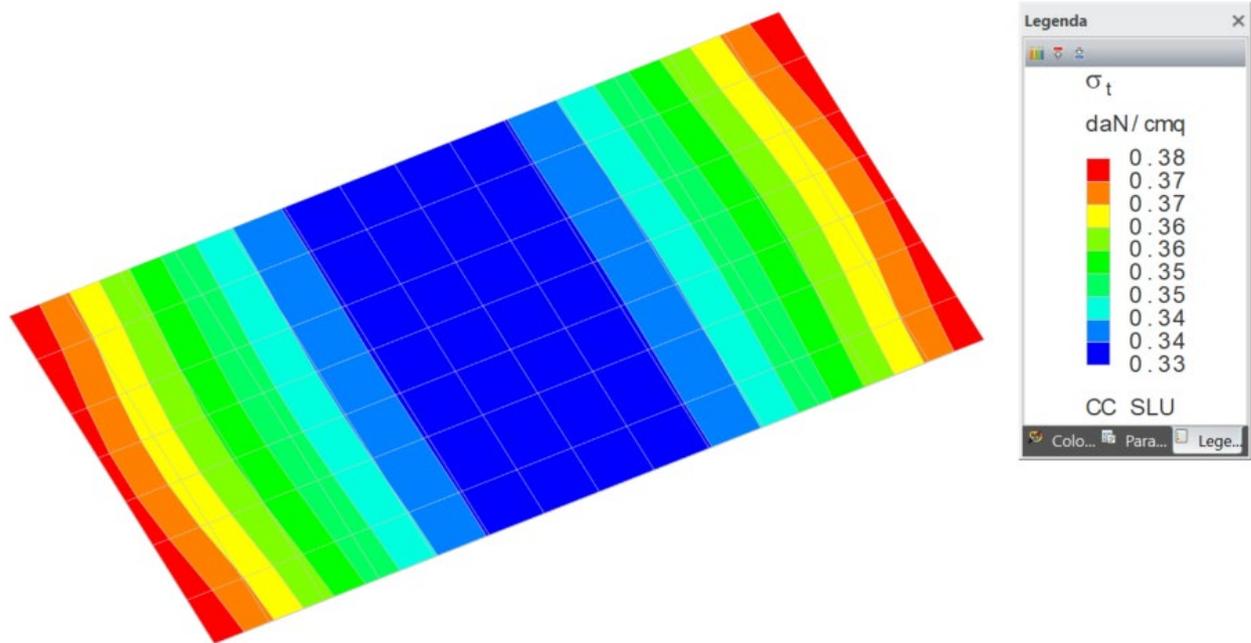
Verifiche in condizioni drenate

$\phi'_{r1}=21.62$  <grad>  $c'_{r1}=1837.56$  <daN/mq>  
 $N_q=7.53$   $N_c=16.47$   $N_g=6.76$   $g_q=1.00$   $g_c=1.00$   $g_g=1.00$   
 $b_q=1.00$   $b_c=1.00$   $b_g=1.00$   $S_{y,plat}=0.90$

CC	N <daN>	Tx <daN>	Ty <daN>	Mx <daNm>	My <daNm>	B' <m>	L' <m>	s <sub>q</sub>	s <sub>c</sub>	s <sub>g</sub>	d <sub>q</sub>	d <sub>c</sub>	i <sub>q</sub>	i <sub>c</sub>	i <sub>g</sub>	q <sub>lim</sub> <daN/mq>	R <sub>d</sub> <daN>	Sic.
1	219860.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	5.00	8.00	1.14	1.27	0.86	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	64417.60	1120310.00	5.10

## 9.0 RISULTATI PLATEA TRASFORMATORE MT/BT

Nel seguito si riportano le verifiche condotte lato terreno (GEO) per le fondazioni in progetto.



**Figure 15: Tensioni sul terreno**

Si riporta il tabulato di calcolo delle verifiche effettuate.

### Simbologia

$\beta$	= Inclinazione del piano di campagna
$\gamma_r$	= Peso specifico rappresentativo del terreno di fondazione
$\eta$	= Inclinazione del piano di posa della fondazione
$\varphi'_r$	= Angolo di attrito rappresentativo del terreno di fondazione
$\sigma_{v0,t}$	= Pressione verticale alla profondità del piano di posa della fondazione
$B$	= Base della fondazione
$B'$	= Base della fondazione reagente
CC	= Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
$D$	= Profondità del piano di posa della fondazione
$L$	= Lunghezza della fondazione ( $L > B$ )
$L'$	= Lunghezza della fondazione reagente
$M_x$	= Momento intorno all'asse X
$M_y$	= Momento intorno all'asse Y
$N$	= Sforzo normale
$N_c$	= Coefficiente di capacità portante relativo alla coesione del terreno di fondazione
$N_g$	= Coefficiente di capacità portante relativo al peso del terreno di fondazione
$N_q$	= Coefficiente di capacità portante relativo al sovraccarico laterale
$R_d$	= Resistenza di progetto (Carico limite)
$S_{y, plat}$	= Fattore di riduzione per platee
Sic.	= Sicurezza
$T_x$	= Taglio in dir. X
$T_y$	= Taglio in dir. Y
$b_c$	= Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a coesione
$b_g$	= Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a peso del terreno
$b_q$	= Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a sovraccarico laterale
$c'_r$	= Coesione efficace rappresentativa del terreno di fondazione
$d_c$	= Fattore di profondità relativo alla coesione
$d_q$	= Fattore di profondità relativo al sovraccarico laterale
$g_c$	= Fattore di inclinazione del piano di campagna relativo a coesione
$g_g$	= Fattore di inclinazione del piano di campagna relativo a peso del terreno
$g_q$	= Fattore di inclinazione del piano di campagna relativo a sovraccarico laterale
$i_c$	= Fattore di inclinazione relativo alla coesione
$i_g$	= Fattore di inclinazione relativo al peso del terreno
$i_q$	= Fattore di inclinazione relativo al sovraccarico laterale
$q_{lim}$	= Pressione limite
$s_c$	= Fattore di forma relativo alla coesione
$s_g$	= Fattore di forma relativo al peso del terreno
$s_q$	= Fattore di forma relativo al sovraccarico laterale



**Verifiche capacità portante**

**Verifiche di capacità portante per rottura generale in condizioni statiche**

Metodo utilizzato: Brinch Hansen

Platea n. 8

B=3.75 <m> L=7.00 <m> D=0.00 <m>  $\beta=0.00$  <grad>  $\eta=0.00$  <grad>  $\gamma_r=1963.34$  <daN/mc>  
 $\sigma_{v0,r}=0.00$  <daN/mq>

Verifiche in condizioni drenate

$\phi'_{r1}=21.83$  <grad>  $c'_{r1}=1750.07$  <daN/mq>  
 $N_q=7.69$   $N_c=16.70$   $N_g=6.96$   $g_q=1.00$   $g_c=1.00$   $g_g=1.00$   
 $b_q=1.00$   $b_c=1.00$   $b_g=1.00$   $S_{y,plat}=0.93$

CC	N <daN>	Tx <daN>	Ty <daN>	Mx <daNm>	My <daNm>	B' <m>	L' <m>	s <sub>q</sub>	s <sub>c</sub>	s <sub>g</sub>	d <sub>q</sub>	d <sub>c</sub>	i <sub>q</sub>	i <sub>c</sub>	i <sub>g</sub>	q <sub>lim</sub> <daN/mq>	R <sub>d</sub> <daN>	Sic.
1	91968.80	0.00	0.00	-0.00	0.00	3.75	7.00	1.12	1.23	0.88	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	57151.40	652271.00	7.09

## 10.0 VALUTAZIONE DEI RISULTATI E GIUDIZIONE MOTIVATO SULLA LORO ACCETTABILITÀ

Il programma di calcolo utilizzato Modest è idoneo a riprodurre nel modello matematico il comportamento della struttura e gli elementi finiti disponibili e utilizzati sono rappresentativi della realtà costruttiva. Le funzioni di controllo disponibili, innanzitutto quelle grafiche, consentono di verificare la riproduzione della realtà costruttiva ed accertare la corrispondenza del modello con la geometria strutturale e con le condizioni di carico ipotizzate. In ogni caso sono stati effettuati alcuni controlli dimensionali con gli strumenti software a disposizione dell'utente. Tutte le proprietà di rilevanza strutturale (materiali, sezioni, carichi, sconnessioni, etc.) sono state controllate attraverso le funzioni di indagine specificatamente previste.

Sono state sfruttate le funzioni di autodiagnostica presenti nel software che hanno accertato che non sussistono difetti formali di impostazione.

È stato accertato che le risultanti delle azioni verticali sono in equilibrio con i carichi applicati. Sono state controllate le azioni taglianti di piano ed accertata la loro congruenza con quella ricavabile da semplici ed agevoli elaborazioni. Le sollecitazioni prodotte da alcune combinazioni di carico di prova hanno prodotto valori prossimi a quelli ricavabili adottando consolidate formulazioni ricavate della Scienza delle Costruzioni. Anche le deformazioni risultano prossime ai valori attesi. Il dimensionamento e le verifiche di sicurezza hanno determinato risultati che sono in linea con casi di comprovata validità, confortati anche dalla propria esperienza.

## 11.0 INFORMAZIONI INTEGRATIVE SULL'USO DEI CODICI DI CALCOLO

### Codice di calcolo adottato, solutore e affidabilità dei risultati

**Titolo del codice di calcolo:** Modest;

**Autore, produttore e distributore:** Tecnisoft s.a.s., via F. Ferrucci 203/C, 59100 Prato (PO);

**Versione:** Modest Versione 8.28

**Estremi della licenza d'uso o di altra forma di autorizzazione all'uso:** numero di licenza 7279

### AFFIDABILITÀ DEL CODICE DI CALCOLO

In base a quanto richiesto al par. 10.2 del D.M. 17.01.2018 (Norme Tecniche per le Costruzioni) il produttore e distributore Tecnisoft s.a.s. espone la seguente relazione riguardante il solutore numerico e, più in generale, la procedura di analisi e dimensionamento Modest. Si fa presente che sul proprio sito è disponibile sia il manuale teorico del solutore sia il documento comprendente i numerosi esempi di validazione.

Si riporta nel seguito la dichiarazione di affidabilità fornita dalla software house.



Strumenti solidi come i vostri progetti

Tecnisoft s.a.s. di Papi Paolo Luca & C.  
Via F. Ferrucci, 203/C - 59100 Prato  
Tel. 0574 583421 - Fax 0574 592705  
C.F. e P.IVA 01555190972  
R.E.A. C.C.I.A.A. Prato n. 421503

### **DICHIARAZIONE DI AFFIDABILITÀ DEL PROGRAMMA MODEST**

Facendo seguito a quanto richiesto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, la società Tecnisoft s.a.s. produttrice e distributrice del programma ModeSt, dichiara quanto segue.

Il programma ModeSt è un pre-post processore per solutori ad elementi finiti prodotti da altre società ed alle quali si rimanda per i relativi test di affidabilità. Si segnala comunque che i solutori supportati sono di riconosciuta fama nazionale e internazionale e di comprovata affidabilità (Xfinest, SAP2000) e che vengono distribuiti con i relativi test di validazione.

ModeSt contiene comunque al suo interno procedure che l'utente può attivare per il controllo di congruenza sui dati introdotti, procedure che riconoscono in automatico la presenza dei più tipici errori di modellazione.

Al termine del calcolo sono interrogabili sia numericamente che graficamente tutti i risultati, per consentire la valutazione della bontà della modellazione effettuata.

Le procedure di progettazione delle armature degli elementi in c.a. o di verifica degli elementi in acciaio, legno o muratura segnalano sempre le situazioni in cui non sono soddisfatte le condizioni di verifica previste dalla normativa ed implementate nel software. Anche in questo caso si possono effettuare controlli grafici e numerici su stati tensionali, domini di rottura, ecc.

Le procedure di progetto e verifica sono state testate con numerosi esempi reperiti in letteratura o risolti manualmente. Tali esempi sono riportati all'interno di un manuale fornito insieme al programma.

Prato, 30 maggio 2011

Tecnisoft s.a.s.  
Socio Accomandatario

