

LOGO:



TITOLO PROGETTO:

## SISTEMA IDRICO DEL MENTA

DESCRIZIONE PROGETTO:

**LAVORI DI COMPLETAMENTO DELLO SCHEMA IDRICO SULLA DIGA DEL TORRENTE MENTA: OPERE DI BY-PASS DEL TRATTO TERMINALE DELLA CONDOTTA FORZATA PER L'AVVIO DELL'ADDUZIONE IDROPOTABILE**

EMISSIONE	-	GEOM. R. ROTUNDO	ING. D. COSTANTINO	ING. D. COSTANTINO	0	16/02/2017
MOTIVO	FASE P.D.P.	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO	REV.	DATA

FASE:

### PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

APPROVAZIONI:

## GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

*Dott. Ing. Domenico COSTANTINO*

*SIA - Studio Ingegneri Associati:*

*Dott. Ing. Luigi DE BONI*

*Dott. Ing. Giancarlo MADONI*

*Dott. Ing. Poul Erik NIELSEN*

## RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:

*Dott. Ing. Giuseppe SORRENTINO*

## RESPONSABILE SERVIZI INGEGNERIA:

*Dott. Ing. Antonio VOCI*

## UNITA' DI PROGETTAZIONE SORICAL:

*Dott. Ing. Luca VITALE*

*Dott. Ing. Giuseppe VIGGLIANI*

IMPRESA:

CONSORZIO CONPAT S.C.A.R.L.



L'IMPRESA DESIGNATA



TIPO DOCUMENTO:

### RELAZIONE GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI

ELEMENTO/ITEM:

### VASCA DI ARRIVO - CAMERA DI MANOVRA

SCALA	LINGUA	FORMATO	TAVOLA	P.D.P.		
-	IT	A4	-			
PROGETTO/COMMESSA		ORIGINE/UNUTA'	SISTEMA	PROGRESSIVO		
<b>A.02.4.C</b>		<b>SOP</b>	<b>GET</b>	<b>B15</b>	<b>-</b>	<b>11</b>

FONTI CARTOGRAFICHE:

REGIONE CALABRIA - CENTRO CARTOGRAFICO / I.G.M. - ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE

IL PRESENTE DISEGNO E' DI PROPRIETA' DI SO.RI.CAL. S.P.A. - A TERMINE DI LEGGE OGNI DIRITTO E' RISERVATO

# **SORICAL**

(SOCIETA' RISORSE IDRICHE CALABRESI)

**LAVORI DI COMPLETAMENTO DELLO SCHEMA IDRICO SULLA  
DIGA DEL TORRENTE MENTA: OPERE DI BY-PASS DEL  
TRATTO TERMINALE DELLA CONDOTTA FORZATA PER  
L'AVVIO DELLA ADDUZIONE IDROPOTABILE**

**CAMERA DI MANOVRA N° 3**

**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**

**Relazione geotecnica e sulle fondazioni**

## **INDICE**

<b>1.GENERALITA'</b> .....	<b>4</b>
<b>2.IPOTESI DI CALCOLO</b> .....	<b>6</b>
<b>3.NORMATIVE</b> .....	<b>7</b>
<b>4.CARATTERISTICHE DEL TERRENO</b> .....	<b>9</b>
<b>5.PRESSIONI SUL TERRENO</b> .....	<b>10</b>
<b>6.VERIFICA DELLA CAPACITA' PORTANTE</b> .....	<b>10</b>

## **1. GENERALITA'**

Costituisce oggetto della presente relazione geotecnica e sulle fondazioni delle strutture per la realizzazione di una camera di manovra n° 3.

Le strutture riguardano un elemento in conglomerato cementizio armato necessario alla realizzazione di una vasca di disconnessione di lunghezza totale pari a circa 12.60 m e sezione interna trasversale rettangolare, con larghezza 6.60m ed altezza 6.49 m (considerata nella sezione media degli elementi strutturali), con soletta superiore spessore 0.30 m e montanti laterali di spessore pari a 0.30 m.

Le fondazioni sono costituite da elementi plate in calcestruzzo armato gettato in opera spessore pari a 0.50 m.

Nei paragrafi seguenti si illustrano gli aspetti salienti del calcolo geotecnico della platea.

Il calcolo dei parametri geotecnici è stato effettuato estrapolando i dati della "Relazione Geologica"

## 2. IPOTESI DI CALCOLO

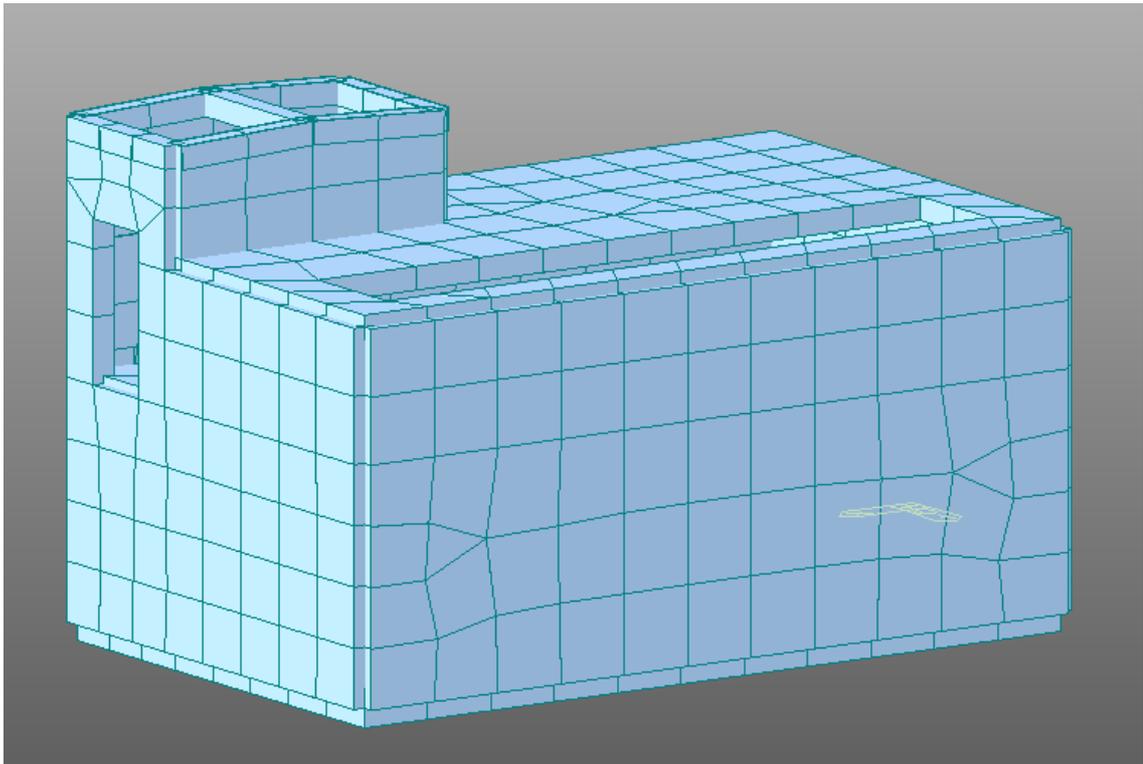
Per ricavare le azioni assiali, agenti sulle strutture è stata schematizzata una porzione significativa rappresentante l'intera struttura in oggetto, facendo ricorso al programma di calcolo agli elementi finiti MIDAS GEN 2013 v1.1, distribuito dalla C.S.P. FEA di Este (PD).

La modellazione di seguito implementata ha fatto ricorso all'utilizzo di elementi bidimensionali a 4 nodi di tipo "plate" per la platea e "plane stress" per le pareti e soletta, i primi ancorati al terreno con molle alla winkler tipo sprig supports .

I carichi verticali sull'impalcato e orizzontali sulle pareti, sono stati applicati come pressioni sulle superfici dei singoli elementi.

L'incremento dinamico dell'azione della spinta del terrapieno è stato calcolato in termini di pressioni efficaci e di pressioni neutre.

I risultati del calcolo sono costituiti dalle azioni in tutti gli elementi costituenti il modello nelle combinazioni di tipo SLU, SLV (sismica), SLf, SLr, SLqp.



*Vista assometrica del modello F.E.M.*

### **3. NORMATIVE**

I calcoli riportati nella presente relazione sono stati eseguiti secondo il metodo degli Stati Limite, nel rispetto delle seguenti normative:

Legge 05.11.1971 n° 1086: “Norme per le discipline delle opere di conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica”.

D.M. 14.01.2008: "Norme tecniche per le costruzioni".

Eurocodice 8 parte 5 ed 2005.

Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 02.02.2009 n° 617: “Istruzioni per l’applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. del 14.01.2008”.

UNI EN 206-1:2006: Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità.

UNI 11104:2004: Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1.

#### 4. CARATTERISTICHE DEL TERRENO

I parametri geotecnici sono stati ricavati dalla “Relazione geologica”.

Nella tabella seguente è riportata la stratigrafia del sito ed i relativi parametri geotecnici per come evidenziato nella suddetta relazione geologica.

<i>Litologia</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Profondità dello strato base dal piano di campagna [m]<sup>(1)</sup></i>	<i>V<sub>s</sub> [m/s]</i>	<i>SPT<sup>(2)</sup></i>	<i>CU [kPa]<sup>(2)</sup></i>	<i>Peso dell'unità di volume gamma</i>	<i>Angolo di resistenza al taglio <math>\phi</math></i>	<i>coesione</i>	<i>Porosità (%)</i>	<i>Ns pt</i>
Copertura	Alluvioni etrometriche	1.62	190	-	17	1.80	9	-	12	9
Depositi alluvionali	Alluvioni etrometriche mediamente addensate	3.62	270	-	39	1.95	36	-	10	30
Depositi alluvionali	Alluvioni etrometriche da mediamente addensate ad addensate	9.2	349		66	2	38	-	8	50
Depositi alluvionali	Alluvioni grossolane addensate	35	411	-	99	2.05	40	-	Rif.	Rif.

Di seguito è riportata la valutazione della costante di sottofondo verticale ed orizzontale.

## INDIVIDUAZIONE DELLA COSTANTE DI SOTTOFONDO

### I strato

h	1,62	spessore dello strato
$\gamma$ [kN/mc]	18	peso dell'unità di volume di terreno
$\gamma_w$ [kN/mc]	10	
porosità	0,12	
$\gamma'$ [kN/mc]	8	
$\phi$ [°]	9	0,15708
ff	0,158384	tangente angolo di resistenza al taglio
$\gamma\phi$	1	coefficiente parziale M1 per l'angolo di resistenza al taglio
$\phi_d$	9	0,15708
ff d	0,158384	tangente angolo di resistenza al taglio di calcolo
Cos f [-]	0,987688	coseno angolo di resistenza al taglio
sin f [-]	0,156434	seno angolo di resistenza al taglio
K0	0,843566	coefficiente di spinta a riposo
Ka	0,729454	coefficiente di spinta attiva
Kp	1,370889	coefficiente di spinta passiva

$\lambda$	1,06	fattore di concentrazione
a [m]	10,6	lato della fondazione
b [m]	6,6	lato della fondazione
A [mq]	69,96	superficie
E0 [Kg/cmq]	1,79	modulo edometrico VEDI DPM6
$\nu$	0,30	coefficiente di Poisson
<b>Kw,v [dN/cmcm]</b>	0,25	
$\eta_p$	0,5	fattore di riduzione della spinta passiva
Kw,o [dN/cmcm]	0,17087	coefficiente di winkler orizzontale stimato con l'ipotesi di invariabilità di Kw,o nello strato

### II strato

h	1,98	spessore dello strato
$\gamma$ [kN/mc]	19,5	peso dell'unità di volume di terreno saturo
$\gamma_w$ [kN/mc]	10	
$\gamma'$ [kN/mc]	9,5	
$\phi$ [°]	36	0,628319
ff	0,726543	tangente angolo di resistenza al taglio del rilevato
$\gamma\phi$	1	coefficiente parziale M1 per l'angolo di resistenza al taglio
$\phi_d$	36	0,628319
ff d	0,726543	tangente angolo di resistenza al taglio di calcolo
Cos f [-]	0,809017	coseno angolo di resistenza al taglio
sin f [-]	0,587785	seno angolo di resistenza al taglio
K0	0,412215	coefficiente di spinta a riposo
Ka	0,259616	coefficiente di spinta attiva
Kp	3,85184	coefficiente di spinta passiva

$\lambda$	1,06	fattore di concentrazione
a [m]	10,6	lato della fondazione
b [m]	12,6	lato della fondazione
A [mq]	133,56	superficie
E0 [Kg/cmcm]	62,38	modulo edometrico VEDI DPM1
$\nu$	0,30	coefficiente di Poisson
<b>Kw,v [dN/cmcm]</b>	6,29	
$\eta_p$	0,5	fattore di riduzione della spinta passiva
Kw,o [dN/cmcm]	12,10904	coefficiente di winkler orizzontale stimato con l'ipotesi di invariabilità di Kw,o nello strato

### III strato

h	5,58	spessore dello strato
$\gamma$ [kN/mc]	20	peso dell'unità di volume di terreno saturo
$\gamma_w$ [kN/mc]	0	
$\gamma'$ [kN/mc]	20	
$\phi'$ [°]	38	0,663225
ff	0,781286	tangente angolo di resistenza al taglio del rilevato
$\gamma\phi$	1	coefficiente parziale M1 per l'angolo di resistenza al taglio
$\phi_d$	38	0,663225
ff d	0,781286	tangente angolo di resistenza al taglio di calcolo
Cos f [-]	0,788011	coseno angolo di resistenza al taglio
sin f [-]	0,615661	seno angolo di resistenza al taglio
K0	0,384339	coefficiente di spinta a riposo
Ka	0,237883	coefficiente di spinta attiva
Kp	4,203746	coefficiente di spinta passiva

$\lambda$	1,06	fattore di concentrazione
a [m]	10,6	lato della fondazione
b [m]	12,6	lato della fondazione
A [mq]	133,56	superficie
E0 [Kg/cmq]	95	modulo edometrico vedi DPM1
$\nu$	0,30	coefficiente di Poisson
<b>Kw,v [dN/cm<sup>2</sup>]</b>	9,58	
$\eta_P$	0,5	fattore di riduzione della spinta passiva
Kw,o [dN/cm <sup>2</sup> ]	20,12595	coefficiente di winkler orizzontale stimato con l'ipotesi di invariabilità di Kw,o nello strato

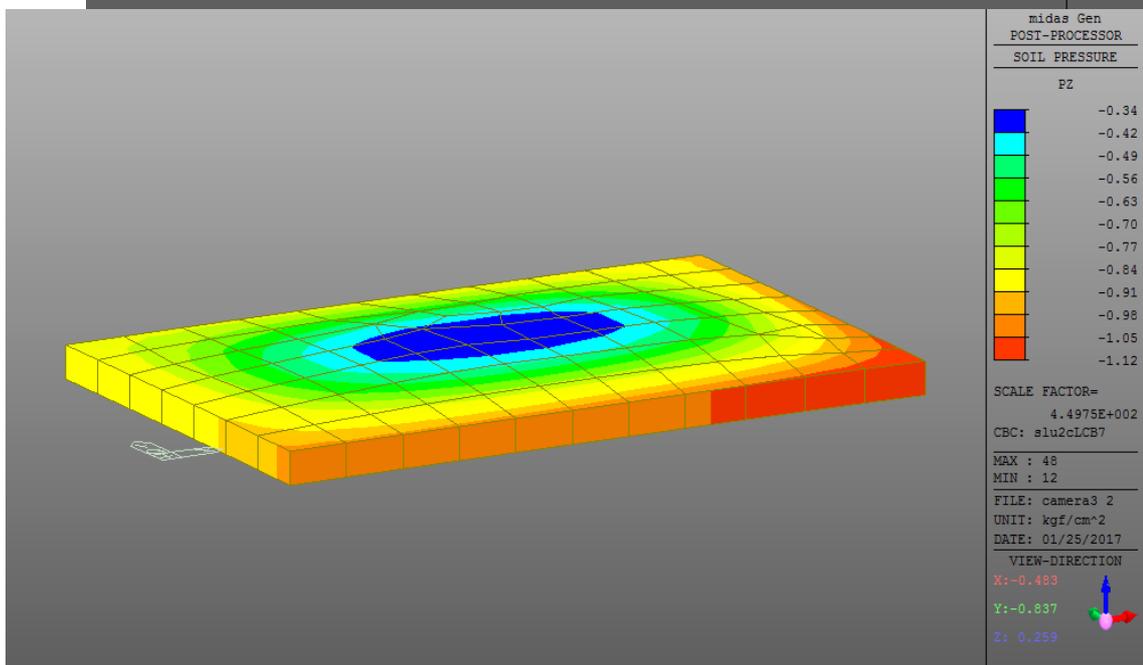
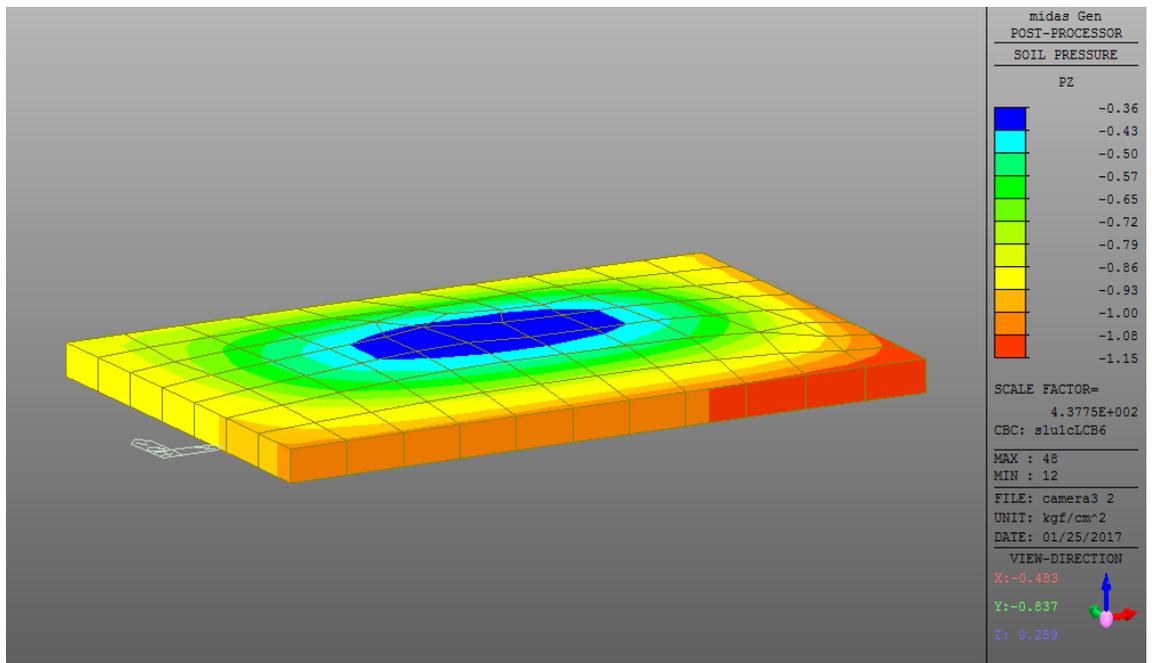
### IV strato

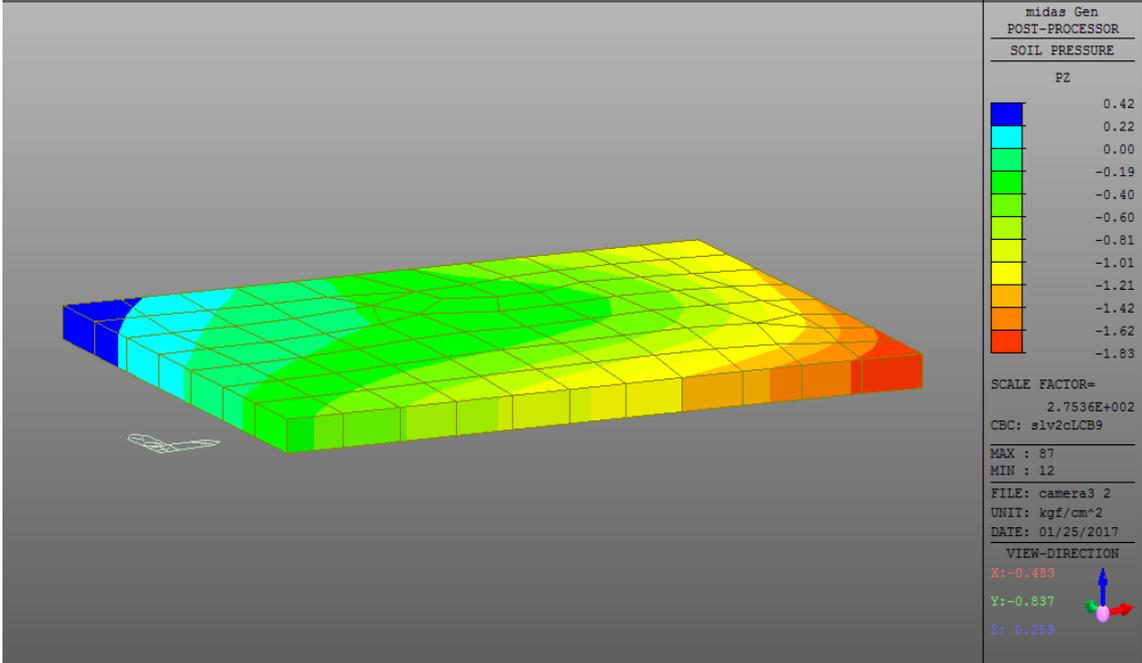
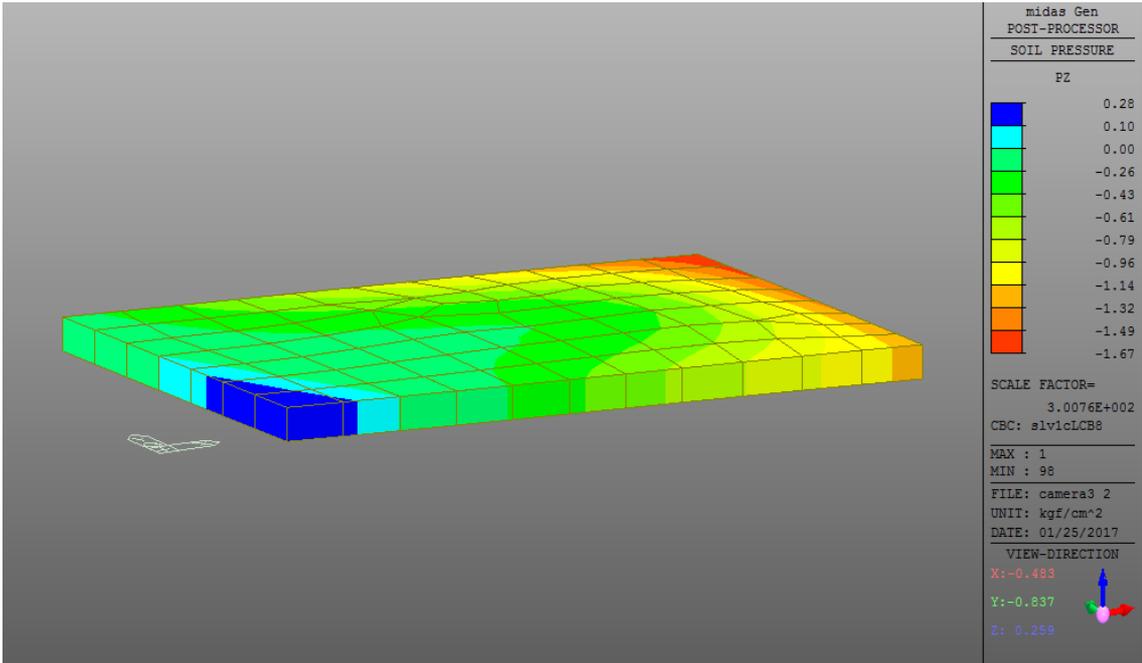
h	20,8	spessore dello strato
$\gamma$ [kN/mc]	20,5	peso dell'unità di volume di terreno saturo
$\gamma_w$ [kN/mc]	0	
$\gamma'$ [kN/mc]	20,5	
$\phi'$ [°]	40	0,698132
ff	0,8391	tangente angolo di resistenza al taglio del rilevato
$\gamma\phi$	1	coefficiente parziale M1 per l'angolo di resistenza al taglio
$\phi_d$	40	0,698132
ff d	0,8391	tangente angolo di resistenza al taglio di calcolo
Cos f [-]	0,766044	coseno angolo di resistenza al taglio
sin f [-]	0,642788	seno angolo di resistenza al taglio
K0	0,357212	coefficiente di spinta a riposo
Ka	0,217443	coefficiente di spinta attiva
Kp	4,59891	coefficiente di spinta passiva

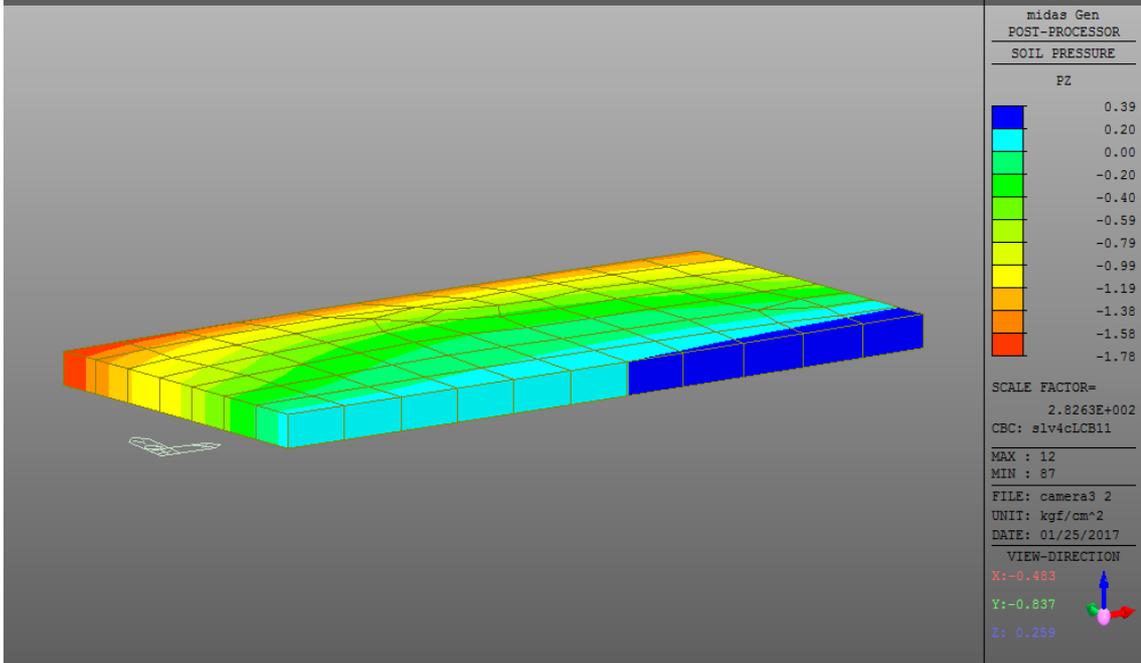
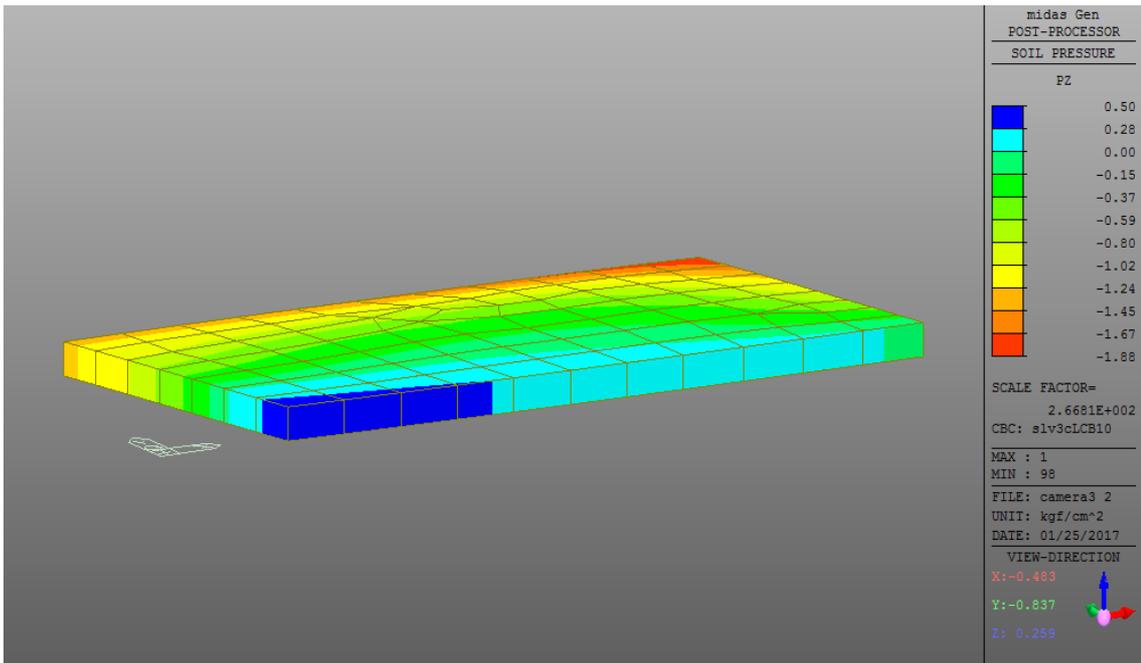
$\lambda$	1,06	fattore di concentrazione
a [m]	10,6	lato della fondazione
b [m]	12,6	lato della fondazione
A [mq]	133,56	superficie
E0 [Kg/cmq]	95	modulo edometrico vedi DPM1
$\nu$	0,30	coefficiente di Poisson
<b>Kw,v [dN/cm<sup>2</sup>]</b>	9,58	
$\eta_P$	0,5	fattore di riduzione della spinta passiva
Kw,o [dN/cm <sup>2</sup> ]	22,01784	coefficiente di winkler orizzontale stimato con l'ipotesi di invariabilità di Kw,o nello strato

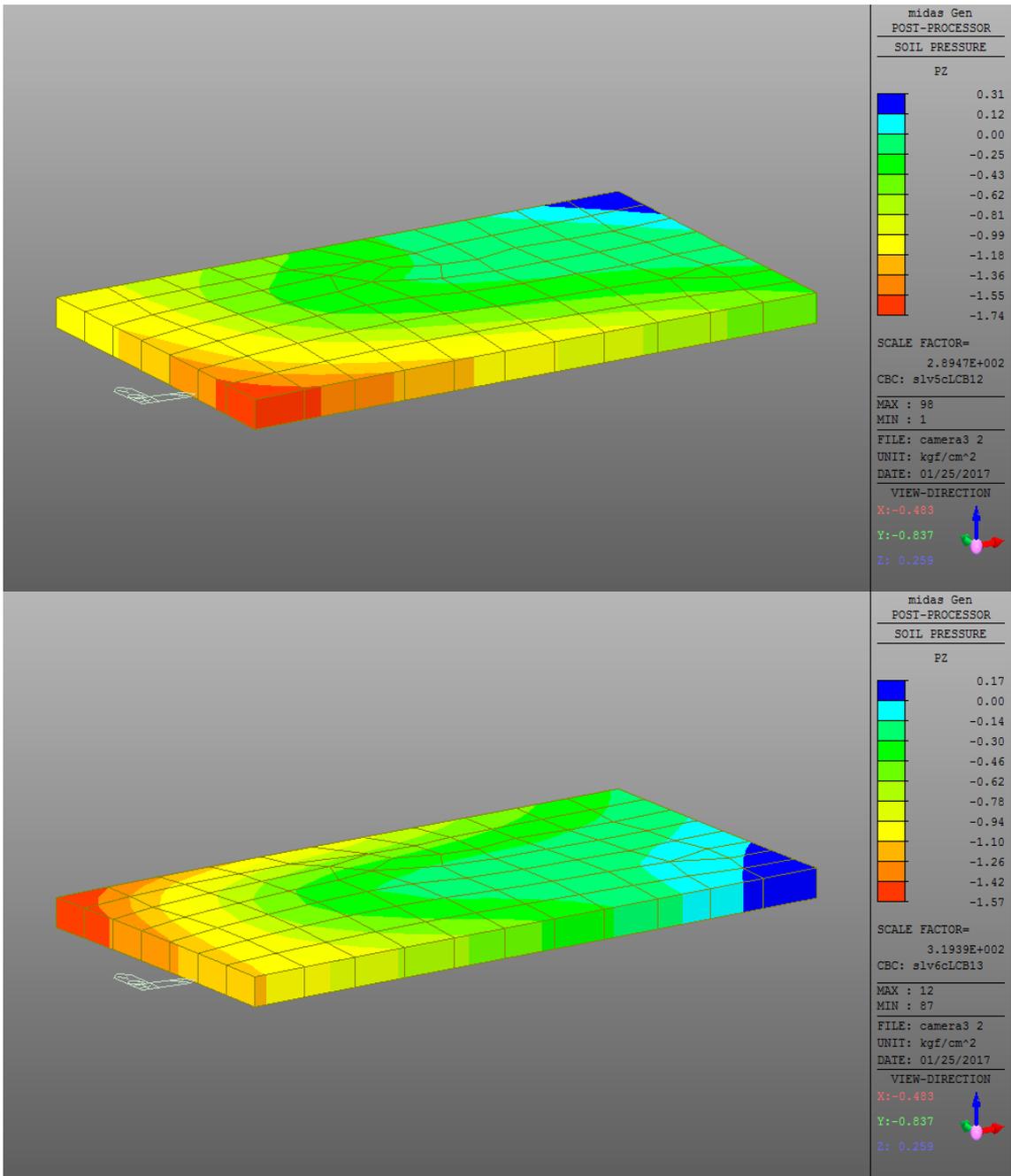
## 5. Pressioni sul terreno

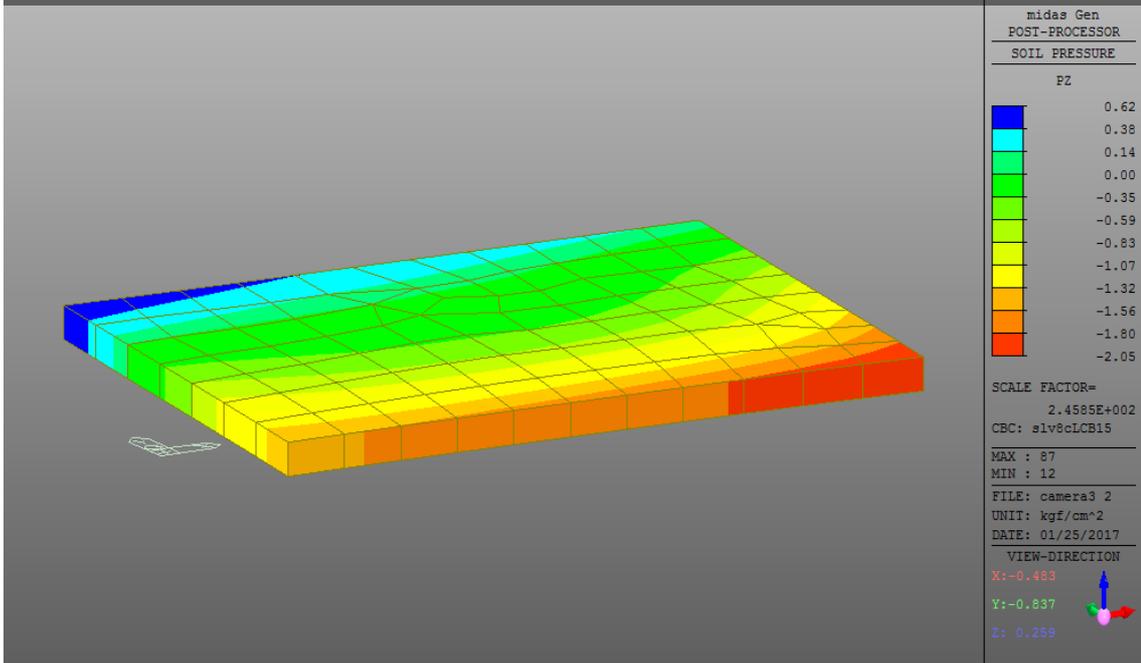
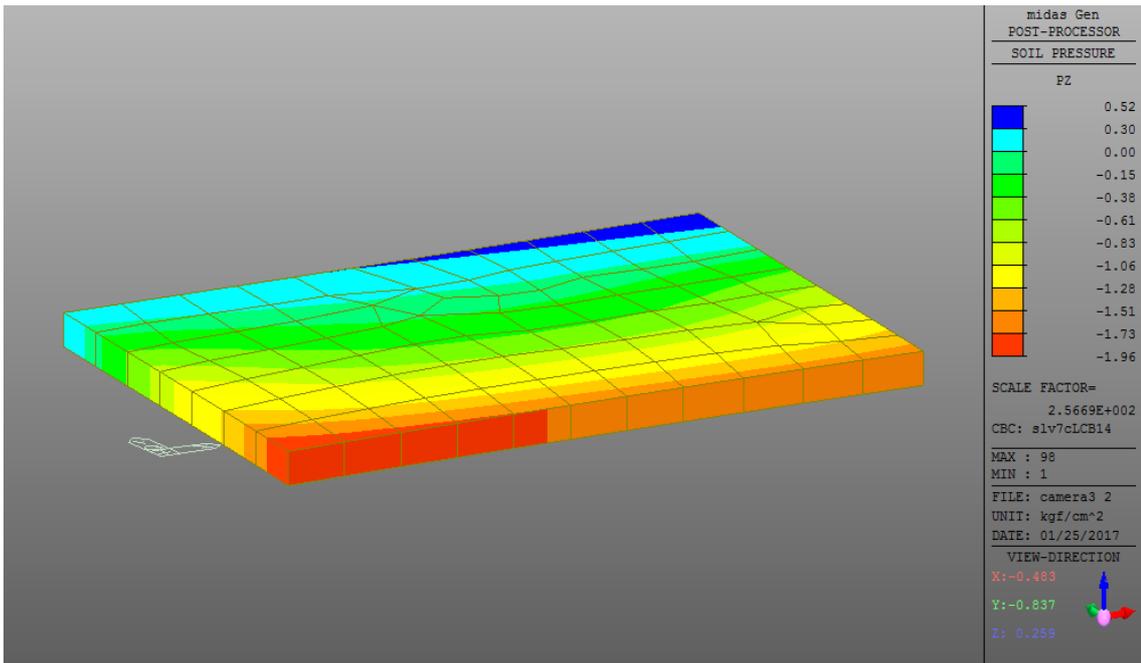
Dall'analisi F.E.M., si sono ottenuti i valori di pressioni sul terreno

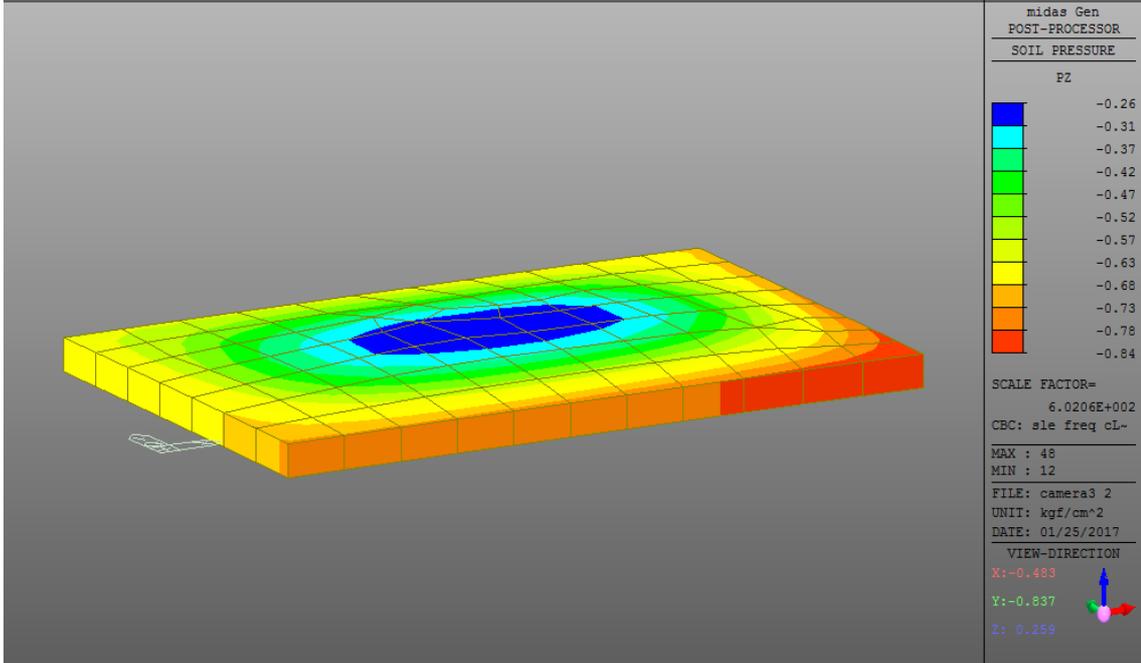
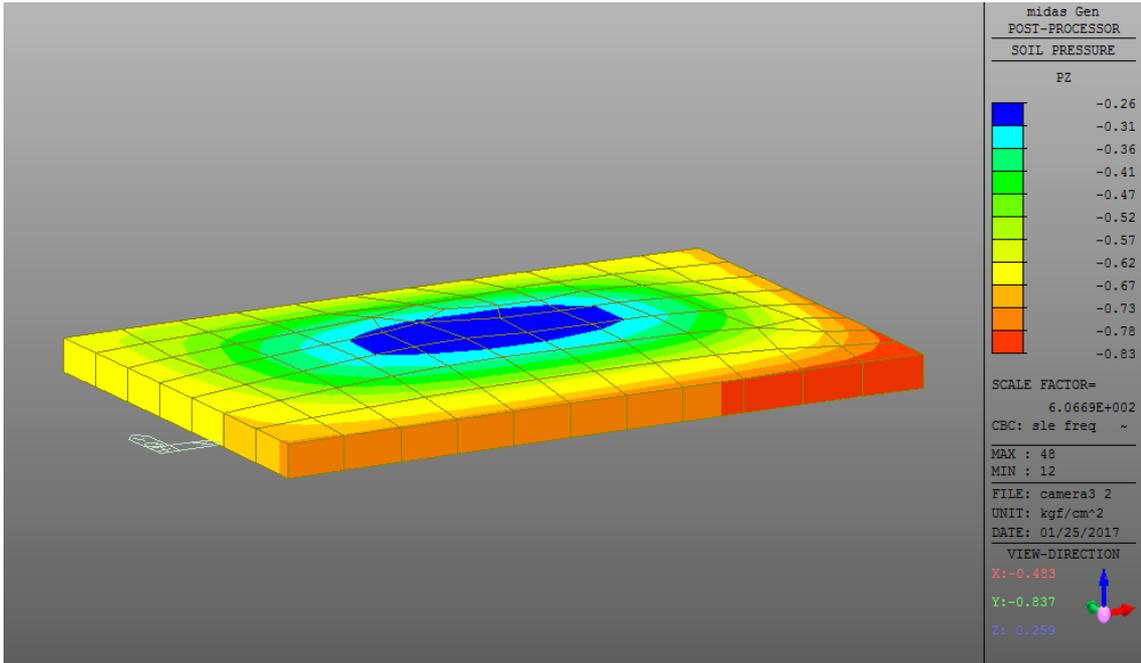


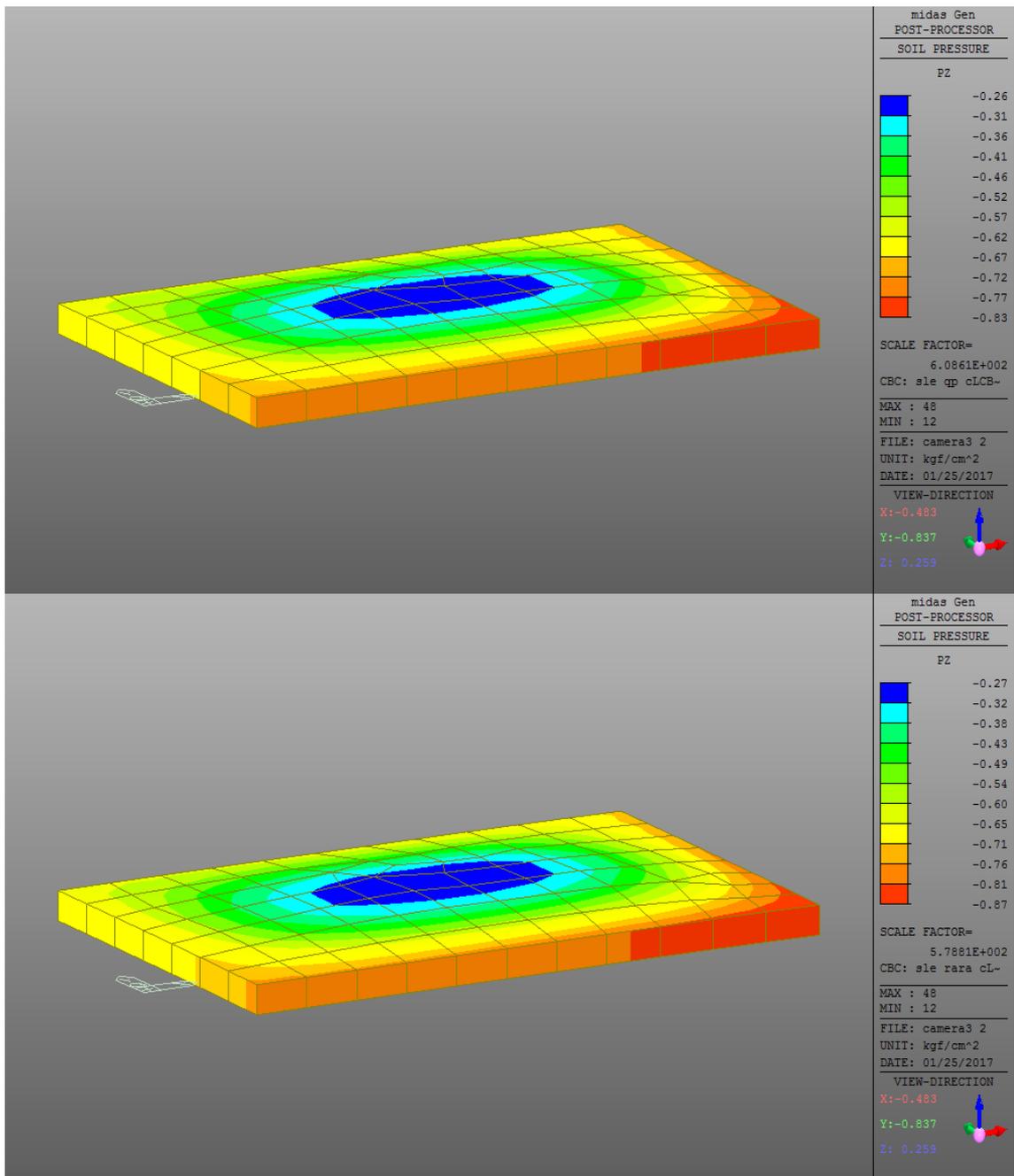












## 6. VERIFICA DELLA CAPACITA' PORTANTE

La capacità portante è condotta in condizioni drenate e non drenate con il seguente procedimento:

## Capacità portante

La verifica per carico limite dell'insieme fondazione-terreno è effettuato secondo l'approccio 2 (A1+M1+R3) con i seguenti coefficienti parziali di sicurezza:

$$\gamma_{G1} = 1,3; \quad \gamma_{G2} = 1,5; \quad \gamma_{Qi} = 1,5; \quad \gamma_R = 2,3; \quad \gamma_M = 1,0;$$

La verifica della capacità portante viene fatta come indicato nell'appendice D dell'EC7-1-2005 secondo il procedimento di seguito riportato.

### Simboli utilizzati

$q$  = pressione litostatica totale di progetto agente sul piano di posa della fondazione;

$q'$  = pressione litostatica efficace di progetto agente sul piano di posa della fondazione;

$B'$  = larghezza efficace di progetto della fondazione;

$L'$  = lunghezza efficace di progetto della fondazione;

$A' = B' \cdot L'$  = area della fondazione efficace di progetto (per le travi:  $A' = B' \cdot 1m$ );

$B'/L' \leq 1$  (per le travi:  $B'/L' = 0$ );

$D$  = profondità del piano di posa

$\gamma'$  = peso di volume efficace di progetto del terreno al di sotto del piano di posa della fondazione

$V$  = carico verticale

$H$  = carico orizzontale

$\theta$  = angolo che  $H$  forma con la direzione  $L'$

$R$  = Resistenza totale fondazione

$c_u$  = Resistenza a taglio non drenata

$c'$  = Coesione intercetta in termini di tensioni efficaci

$\phi'$  = Angolo di resistenza a taglio in termini di tensioni efficaci

$\phi'_{cv}$  = angolo di resistenza a taglio allo stato critico

### Condizioni non drenate

Il carico limite di progetto si calcola con la formula:

$$R/A' = \sigma_c \cdot c_u \cdot sc \cdot ic + \sigma q$$

dove:

$$\sigma_c = (2 + \pi)$$

$$\sigma q = q$$

$$sc = 1 + 0,2 (B'/L')$$

$$ic = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} [1 - H/(A' \cdot c_u)] 0,5 \text{ con } H \leq A' \cdot c_u$$

$$dc = 1 + 0,4 \operatorname{atg}(D/B')$$

dove il coefficiente di profondità  $dc$  è calcolato come indicato da Meyerof (1951), Skempton (1951) e Hansen 1961 ([1] §8.17.2 pag 437; [2] §4.2 pag 117)

Nel caso di suoli con più strati, la resistenza portante è calcolata utilizzando i parametri dello strato meno resistente. La ricerca dello strato meno resistente viene fatta tenendo presente il meccanismo di collasso non drenato interessa una zona con profondità  $0,707 B$  ([1] §8.13.1 pag 412, fig.8.51).

### Condizioni drenate

Il carico limite di progetto è calcolato con la formula:

$$R/A' = \sigma_c \cdot N_c \cdot dc \cdot sc \cdot ic + \sigma q \cdot N_q \cdot dq \cdot sq \cdot iq + \sigma \gamma \cdot N_\gamma \cdot d_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma$$

con:

$$\sigma_c = c'$$

$$\sigma q = q'$$

$$\sigma \gamma = 0,5 \gamma' B'$$

e con i valori di progetto dei fattori adimensionali per

- la resistenza portante:

$$N_q = e^{\pi \tan \phi'} \tan^2(45^\circ + \phi'/2)$$

$$N_c = (N_q - 1) \operatorname{ctg} \phi'$$

$$N_\gamma = 2(N_q - 1) \operatorname{tg} \phi'$$

- la forma della fondazione:

$$sq = 1 + (B'/L') \operatorname{sen} \phi'$$

$$sc = (sq \cdot N_q - 1) / (N_q - 1)$$

$$s_\gamma = 1 - 0,3(B'/L')$$

- la profondità della fondazione (Hansen 1970, Vesic 1973) ([1] §8.17.1 pag 435; [2] §4.2 pag 117)

$$dq = 1 + 2 \operatorname{tg} \phi' (1 - \sin \phi')^2 \operatorname{atg}(D/B')$$

$$dc = dq - (1 - dq) / (N_c \cdot \operatorname{tg} \phi')$$

$$d_\gamma = 1$$

- l'inclinazione del carico, dovuta ad un carico orizzontale  $H$  che forma un angolo  $\theta$  con la direzione di  $L'$ ,

$$iq = [1 - H/(V + A' \cdot c' \cdot \operatorname{cot} \phi')]^m;$$

$$ic = iq - (1 - iq) / (N_c \cdot \tan \phi');$$

$$i_\gamma = [1 - H/(V + A' \cdot c' \cdot \operatorname{cot} \phi')]^{m+1};$$

dove:

$$m = mL \cos^2 \theta + mB \sin^2 \theta$$

$$mB = [2 + (B'/L')] / [1 + (B'/L')]$$

$$mL = [2 \cdot B'/L' + 1] / [1 + (B'/L')]$$

Nel caso di suoli con più strati, la resistenza portante è calcolata utilizzando i parametri dello strato meno resistente. La ricerca dello strato meno resistente viene tenendo presente che il meccanismo di collasso drenato interessa una zona con profondità  $z = B \sin \psi \exp(\psi \operatorname{tg} \phi')$  con  $\psi = 45^\circ + \phi'/2$  ([1] §8.13.1 pag 430, fig.8.59).

**Verifica sismica SLV**

*Gli effetti sismici sono tenuti in conto come indicato nei §7.11.5.3 NTC08 e §C7.11.5.3 CNTC08.*

In particolare l'effetto inerziale è portato in conto nel calcolo delle forze orizzontali  $H$  trasmesse dalla fondazione al terreno ed impiegando le formule comunemente adottate per calcolare i coefficienti correttivi del carico limite in funzione dell'inclinazione, rispetto alla verticale, del carico agente sul piano di posa.

L'effetto cinematico, che modifica il solo coefficiente  $N_y$ , è tenuto in conto con l'introduzione di una forza orizzontale aggiuntiva  $H_k = k_v \cdot V$ , con  $k_v$  calcolato come indicato nel §7.11.3.5.2 NTC08

## Combinazione slul

Carico e parametri terreno		
B=	12,60	[m]
L=	6,60	[m]
è una trave?	FALSO	[vero o falso]
Fz  =	4431000	[N]
Mx =	0	[Nm]
My =	0	[Nm]
Vx =	0	[N]
Vy =	0	[N]
analisi sismica	FALSO	[vero o falso]
kL=	1	se è una trave kL = 1/L
ex= My/Fz	0	[m]
ey= Mx/Fz	0	[m] se è una trave: ey =0
Br= B-2*ex	12,6	
Lr = L-2*ey	6,6	
(Br<Lr) oppure (è una trave)=	FALSO	
B'=	6,6	[m] se è una trave: B' =Bx-2*ex
L'=	12,6	[m] se è una trave: L' = 1
HB=Vx =	0	
HL=Vy =	0	
H = (HB <sup>2</sup> + HL <sup>2</sup> ) <sup>(1/2)</sup>	0	
V=	4431000	se è una trave: V=Fz/L
φ' =	36	[°] strato inferiore
γ' =	19500	[N/m <sup>3</sup> ] strato inferiore
c' =	0	[Pa] strato inferiore
cu =	39000	[Pa]
D=	3,30	[m] profondità di posa
calcolare i coeff. di profondità?	VERO	[vero o falso]
γs' =	19500	[N/m <sup>3</sup> ] strato superiore
π =	3,1416	
φ' =	0,6283	[rad]
tanφ' =	0,7265	
ψ' = π/4 + φ'/2 =	1,0996	[rad]
A= B'*L'	83,1600	[m <sup>2</sup> ]
B'/L'=	0,52	se è una trave: B'/L' = 0
q = V/A'=	53283	[Pa]
coefficiente di sicurezza = γ =	2,3	per la portanza

**Portanza condizioni non drenate**

$\sigma q_0 = D \cdot \gamma s' =$	64350 [Pa]
$\sigma c_0 = c_u =$	39000 [Pa]
$Nc_0 = \pi + 2 =$	5,142
$sc_0 = 1 + 0,2(B'/L) =$	1,105
$ic_0 = 0,5(1 + (1 - H/(A'Cu))) =$	1,000
$dc_0 = 1 + 0,4 \cdot \text{atg}(D/B) =$	1,185
$qc_0 = \sigma c_0 \cdot Nc_0 \cdot sc_0 \cdot ic_0 \cdot dc_0 =$	262614 [Pa]
$qLim_0 = \sigma q_0 + qc_0 =$	326964 [Pa]
coef Verifica = $\gamma \cdot q / qLim_0 =$	0,375
Verificato:	Si

**Portanza condizioni drenate**

$\sigma q = D \cdot \gamma s' =$	64350 [Pa]
$\sigma c = c' =$	0 [Pa]
$\sigma \gamma = B' \cdot \gamma' / 2 =$	64350 [Pa]
$Nq = \exp(\pi \cdot \tan \varphi') \cdot (\tan \psi')^2 =$	37,752
$Nc = (Nq - 1) / \tan \varphi' =$	50,585
$N\gamma = 2(Nq - 1) \tan \varphi' =$	53,405
$sq = 1 + (B'/L') \sin \varphi' =$	1,308
$sc = (sq \cdot Nq - 1) / (Nq - 1) =$	1,316
$s\gamma = 1 - 0,3 \cdot (B'/L') =$	0,843
$mB = [2 + (B'/L')] / [1 + (B'/L')] =$	1,656
$mL = [2 \cdot (B'/L') + 1] / [(B'/L') + 1] =$	1,344
$\theta = \text{atang}(HL, HB) =$	0,000 [rad]
$m = mL \cdot \cos^2 \theta + mB \cdot \sin^2 \theta =$	1,344
$ik = (1 - H / (V + A' \cdot c' \cdot \cot \varphi')) =$	1,000
$iq = ik^m =$	1,000
$ic = iq \cdot (1 - iq) / (Nc \cdot \tan \varphi') =$	1,000
$Hs = H + Hk =$	0 [N]
$i\gamma = (1 - Hs / (V + A' \cdot c' \cdot \cot \varphi'))^{(m+1)} =$	1,000
$dq = 1 + 2 \text{tg} \varphi' (1 - \sin \varphi')^2 \text{atg}(D/B') =$	1,114
$dc = dq - (1 - dq) / (Nc \cdot \text{tg} \varphi') =$	1,118
$d\gamma =$	1,000
$qq = \sigma q \cdot Nq \cdot sq \cdot iq \cdot dq =$	3541087 [Pa]
$qc = \sigma c \cdot Nc \cdot sc \cdot ic \cdot dc =$	0 [Pa]
$q\gamma = \sigma \gamma \cdot N\gamma \cdot s\gamma \cdot i\gamma \cdot d\gamma =$	2896546 [Pa]
$qLim = qq + qc + q\gamma =$	6437632 [Pa]
coef Verifica = $\gamma \cdot q / qLim =$	0,019
Verificato:	Si

Slu2

Carico e parametri terreno		
B=	12,60	[m]
L=	6,60	[m]
è una trave?	FALSO	[vero o falso]
Fz  =	4311000	[N]
Mx =	0	[Nm]
My =	0	[Nm]
Vx =	0	[N]
Vy =	0	[N]
analisi sismica	FALSO	[vero o falso]
kL=	1	se è una trave kL = 1/L
ex= My/Fz	0	[m]
ey= Mx/Fz	0	[m] se è una trave: ey =0
Br= B-2*ex	12,6	
Lr = L-2*ey	6,6	
(Br<Lr) oppure (è una trave)=	FALSO	
B'=	6,6	[m] se è una trave: B' =Bx-2*ex
L'=	12,6	[m] se è una trave: L' = 1
HB=Vx =	0	
HL=Vy =	0	
H = (HB <sup>2</sup> + HL <sup>2</sup> ) <sup>1/2</sup>	0	
V=	4311000	se è una trave: V=Fz/L
φ'=	36	[°] strato inferiore
γ'=	19500	[N/m <sup>3</sup> ] strato inferiore
c' =	0	[Pa] strato inferiore
cu =	39000	[Pa]
D=	3,30	[m] profondità di posa
calcolare i coeff. di profondità?	VERO	[vero o falso]
γs' =	19500	[N/m <sup>3</sup> ] strato superiore
π =	3,1416	
φ' =	0,6283	[rad]
tanφ' =	0,7265	
ψ' = π/4 + φ'/2 =	1,0996	[rad]
A' = B'*L'	83,1600	[m <sup>2</sup> ]
B'/L' =	0,52	se è una trave: B'/L' = 0
q = V/A' =	51840	[Pa]
coefficiente di sicurezza = γ =	2,3	per la portanza

Portanza condizioni non drenate	
$\sigma q_0 = D \cdot \gamma s' =$	64350 [Pa]
$\sigma c_0 = c_u =$	39000 [Pa]
$Nc_0 = \pi + 2 =$	5,142
$sc_0 = 1 + 0,2(B'/L) =$	1,105
$ic_0 = 0,5(1 + (1 - H/(A'Cu))) =$	1,000
$dc_0 = 1 + 0,4 \cdot \text{atg}(D/B) =$	1,185
$qc_0 = \sigma c_0 \cdot Nc_0 \cdot sc_0 \cdot ic_0 \cdot dc_0 =$	262614 [Pa]
$q_{Lim0} = \sigma q_0 + qc_0 =$	326964 [Pa]
coef Verifica $= \gamma \cdot q / q_{Lim0} =$	0,365
Verificato:	<b>Si</b>

Portanza condizioni drenate	
$\sigma q = D \cdot \gamma s' =$	64350 [Pa]
$\sigma c = c' =$	0 [Pa]
$\sigma \gamma = B' \cdot \gamma' / 2 =$	64350 [Pa]
$Nq = \exp(\pi \cdot \tan \phi') \cdot (\tan \psi')^2 =$	37,752
$Nc = (Nq - 1) / \tan \phi' =$	50,585
$N\gamma = 2(Nq - 1) \tan \phi' =$	53,405
$s_q = 1 + (B'/L) \sin \phi' =$	1,308
$sc = (s_q \cdot Nq - 1) / (Nq - 1) =$	1,316
$s\gamma = 1 - 0,3(B'/L) =$	0,843
$m_B = [2 + (B'/L)] / [1 + (B'/L)] =$	1,656
$m_L = [2 \cdot (B'/L) + 1] / [(B'/L) + 1] =$	1,344
$\theta = \text{atang}(HL, HB) =$	0,000 [rad]
$m = m_L \cdot \cos^2 \theta + m_B \cdot \sin^2 \theta =$	1,344
$ik = (1 - H / (V + A' \cdot c' \cdot \cot \phi')) =$	1,000
$iq = ik^m =$	1,000
$ic = iq \cdot (1 - iq) / (Nc \cdot \tan \phi') =$	1,000
$H_s = H + H_k =$	0 [N]
$iy = (1 - H_s / (V + A' \cdot c' \cdot \cot \phi'))^{(m+1)} =$	1,000
$dq = 1 + 2 \text{tg} \phi' (1 - \sin \phi')^2 \text{atg}(D/B') =$	1,114
$dc = dq - (1 - dq) / (Nc \cdot \text{tg} \phi') =$	1,118
$d\gamma =$	1,000
$qq = \sigma q \cdot Nq \cdot s_q \cdot i_q \cdot d_q =$	3541087 [Pa]
$qc = \sigma c \cdot Nc \cdot sc \cdot ic \cdot dc =$	0 [Pa]
$q\gamma = \sigma \gamma \cdot N\gamma \cdot s\gamma \cdot i\gamma \cdot d\gamma =$	2896546 [Pa]
$q_{Lim} = qq + qc + q\gamma =$	6437632 [Pa]
coef Verifica $= \gamma \cdot q / q_{Lim} =$	0,019
Verificato:	<b>Si</b>

slv1, slv2, slv3, slv4,slv5, slv6, slv7, slv8

Carico e parametri terreno		
B=	12,60	[m]
L=	6,60	[m]
è una trave?	FALSO	[vero o falso]
Fz  =	3191000	[N]
Mx =	0	[Nm]
My =	0	[Nm]
Vx =	0	[N]
Vy =	0	[N]
analisi sismica	VERO	[vero o falso]
kL=	1	se è una trave kL = 1/L
ex= My/Fz	0	[m]
ey= Mx/Fz	0	[m] se è una trave: ey =0
Br= B-2*ex	12,6	
Lr = L-2*ey	6,6	
(Br<Lr) oppure (è una trave)=	FALSO	
B'=	6,6	[m] se è una trave: B' =Bx-2*ex
L'=	12,6	[m] se è una trave: L' = 1
HB=Vx =	840669	
HL=Vy =	252201	
H = (HB <sup>2</sup> + HL <sup>2</sup> ) <sup>1/2</sup>	877684	
V=	3191000	se è una trave: V=Fz/L
φ'=	36	[°] strato inferiore
γ'=	19500	[N/m <sup>3</sup> ] strato inferiore
c' =	0	[Pa] strato inferiore
cu =	39000	[Pa]
D=	3,30	[m] profondità di posa
calcolare i coeff. di profondità?	VERO	[vero o falso]
γs' =	19500	[N/m <sup>3</sup> ] strato superiore
π =	3,1416	
φ' =	0,6283	[rad]
tanφ' =	0,7265	
ψ' = π/4 + φ'/2 =	1,0996	[rad]
A'= B'*L'	83,1600	[m <sup>2</sup> ]
B'/L'=	0,52	se è una trave: B'/L' = 0
q = V/A'=	38372	[Pa]
coefficiente di sicurezza = γ =	2,3	per la portanza

Portanza condizioni non drenate	
$\sigma q_0 = D \cdot \gamma s' =$	64350 [Pa]
$\sigma c_0 = c_u =$	39000 [Pa]
$Nc_0 = \pi + 2 =$	5,142
$sc_0 = 1 + 0,2(B'/L) =$	1,105
$ic_0 = 0,5(1 + (1 - H/(A'Cu))) =$	0,927
$dc_0 = 1 + 0,4 \cdot \text{atg}(D/B) =$	1,185
$qc_0 = \sigma c_0 \cdot Nc_0 \cdot sc_0 \cdot ic_0 \cdot dc_0 =$	243448 [Pa]
$q_{Lim0} = \sigma q_0 + qc_0 =$	307798 [Pa]
coef Verifica $= \gamma \cdot q / q_{Lim0} =$	0,287
Verificato:	<b>Si</b>

Portanza condizioni drenate	
$\sigma q = D \cdot \gamma s' =$	64350 [Pa]
$\sigma c = c' =$	0 [Pa]
$\sigma \gamma = B' \cdot \gamma' / 2 =$	64350 [Pa]
$Nq = \exp(\pi \cdot \tan \phi') \cdot (\tan \psi')^2 =$	37,752
$Nc = (Nq - 1) / \tan \phi' =$	50,585
$N\gamma = 2(Nq - 1) \tan \phi' =$	53,405
$s_q = 1 + (B'/L) \sin \phi' =$	1,308
$sc = (s_q \cdot Nq - 1) / (Nq - 1) =$	1,316
$s\gamma = 1 - 0,3(B'/L) =$	0,843
$m_B = [2 + (B'/L)] / [1 + (B'/L)] =$	1,656
$m_L = [2 \cdot (B'/L) + 1] / [(B'/L) + 1] =$	1,344
$\theta = \text{atang}(HL, HB) =$	1,279 [rad]
$m = m_L \cdot \cos^2 \theta + m_B \cdot \sin^2 \theta =$	1,630
$ik = (1 - H / (V + A' \cdot c' \cdot \cot \phi')) =$	0,725
$iq = ik^m =$	0,592
$ic = iq \cdot (1 - iq) / (Nc \cdot \tan \phi') =$	0,581
$H_s = H + H_k =$	982451 [N]
$iy = (1 - H_s / (V + A' \cdot c' \cdot \cot \phi'))^{(m+1)} =$	0,380
$dq = 1 + 2 \text{tg} \phi' (1 - \sin \phi')^2 \text{atg}(D/B') =$	1,114
$dc = dq - (1 - dq) / (Nc \cdot \text{tg} \phi') =$	1,118
$d\gamma =$	1,000
$qq = \sigma q \cdot Nq \cdot s_q \cdot iq \cdot dq =$	2095928 [Pa]
$qc = \sigma c \cdot Nc \cdot sc \cdot ic \cdot dc =$	0 [Pa]
$q\gamma = \sigma \gamma \cdot N\gamma \cdot s\gamma \cdot iy \cdot d\gamma =$	1100229 [Pa]
$q_{Lim} = qq + qc + q\gamma =$	3196156 [Pa]
coef Verifica $= \gamma \cdot q / q_{Lim} =$	0,028
Verificato:	<b>Si</b>

Si è omessa la verifica allo scorrimento laterale in quanto le componenti orizzontali sono di gran lunga inferiori delle componenti resistenti del terreno in condizioni passive in quanto la struttura è del tipo incassato.