

TOSCOGEO

geothermal energy

Società del gruppo



GRAZIELLA  
green power

magma ENERGY ITALIA

# RETE GEOTERMICA TOSCANA

C/O TOSCOGEO S.R.L.

VIA ERNESTO ROSSI N° 9 - 52100, AREZZO

TEL. 0575 32641 - FAX. 0575 326464

## Impianto Geotermico Pilota Castelnuovo PROGETTO DEFINITIVO



00	19/11/2015	Emissione	Sintecnica S.r.l.	Magma Energy Italia S.r.l.	Rete Geotermica Toscana
REV.	DATA	OGGETTO	PREPARATO	CONTROLLATO	APPROVATO

PROGETTISTA:



MAGMA ENERGY ITALIA SRL  
Via E. Rossi n. 9 - Arezzo 52100  
Tel. 0575 32641 - Fax 0575 326464  
C.A. 06130230118  
magmaenergy.com

Dott. Ing. Luca MEMINI  
ORDINE INGEGNERI PROV. LIVORNO  
S. A. Ing. Civile - Ambientale  
Ing. Industriale  
1.1997 Ing. dell'Informazione

TITOLO:

**RELAZIONE SULLE STRUTTURE - VASCA FANGHI**

NOTE:

TOSCO GEO SRL  
VIA E. ROSSI N. 9 - AREZZO 52100  
TEL 0575 32641 - FAX 0575 326464  
C.F. e P.IVA 06142590485  
Capitale sociale sottoscritto e versato € 12.000,00  
Società soggetta a direzione e coordinamento di  
Graziella Green Power spa - via E. Rossi, 9 - Arezzo 52100  
C.F. e P.IVA 02033840519

IDENTIFICAZIONE ELABORATO

C	A	S	0	2	D	E	C	I	R	0	2	4
ARGOMENTO	PROGETTO	LIVELLO	AREA	TIPO	PROGRESSIVO							

Questo documento contiene informazioni di proprietà della RETE GEOTERMICA TOSCANA e può essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. È vietata qualunque forma di riproduzione o divulgazione senza l'esplicito consenso della RETE GEOTERMICA TOSCANA.

FOGLIO:

1 di 11

FORMATO:

A4

## **SOMMARIO**

<b>1.</b>	<b>INTRODUZIONE</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>NORMATIVE DI RIFERIMENTO</b>	<b>3</b>
2.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
2.2	DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO	3
<b>3.</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI</b>	<b>4</b>
<b>4.</b>	<b>ANALISI DEI CARICHI</b>	<b>6</b>
4.1	PESI PROPRI STRUTTURALI	6
4.2	SPINTE SULLE PARETI	6
<b>5.</b>	<b>COMBINAZIONI DI CARICO</b>	<b>6</b>
<b>6.</b>	<b>COMBINAZIONI DEI METODI DI ANALISI E VERIFICA</b>	<b>6</b>
<b>7.</b>	<b>VERIFICA SLU PARETI VERTICALI</b>	<b>7</b>
7.1	VERIFICA A MOMENTO FLETTENTE	7
7.2	VERIFICA A TAGLIO	8
<b>8.</b>	<b>VERIFICA SOLETTA DI BASE</b>	<b>9</b>
8.1	VERIFICA A MOMENTO FLETTENTE	9
8.2	VERIFICA A TAGLIO	10
<b>9.</b>	<b>CONCLUSIONI</b>	<b>11</b>

## 1. INTRODUZIONE

Il presente documento ha lo scopo di illustrare il dimensionamento della vasca fanghi nell'ambito dell'Istanza per l'avvio della procedura di valutazione di impatto ambientale ai sensi dell'art.23 del D.Lgs.152/2006 e s.m.i. relativa al progetto "Impianto Geotermico Pilota Castelnuovo".

L'impianto *Geotermico Pilota Castelnuovo* è costituito da:

- **Campo pozzi**, costituito da due pozzi per la produzione dei fluidi geotermici (uno subverticale e l'altro direzionale) sino a profondità di circa 3.500 m, e di un pozzo per la reimmissione dei fluidi estratti, inclusi i gas incondensabili, all'interno delle stesse formazioni geologiche di provenienza, profondo circa 3000. I tre pozzi saranno perforati da un'unica postazione.
- **Impianto geotermoelettrico**, costituito dalla rete di trasporto dei fluidi geotermici, da una centrale a ciclo binario, con potenza netta di 5MWe (come stabilito dal D.Lgs 03/03/2011 n. 28 e s.m.i.) e da una cabina elettrica di trasformazione.

Si tratta di una vasca interrata in cemento armato che in pianta presenta una forma pseudo rettangolare con lati pari a 28x8 m, mentre in elevazione si sviluppa per 3.5 m, in modo da avere una capacità totale di circa 745 m<sup>3</sup>.

La vasca presenta delle pareti laterali di spessore 35 cm le quali appoggiano su una platea di fondazione avente uno spessore di 45 cm.

Le pareti laterali sono armate verticalmente con dei ferri Ø16/20 con un infittimento dei ferri in prossimità del fondo della vasca mentre orizzontalmente le pareti sono armate con ferri Ø12/20 con un infittimento negli spigoli della vasca.

La platea di fondazione è armata nei due sensi con dei ferri Ø16/20 con un infittimento in prossimità delle pareti verticali.

I ferri verticali della parete sono stabilizzati con spilli Ø8/50.

## 2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

### 2.1 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Le fasi di analisi e verifica della struttura sono state condotte in accordo alle seguenti disposizioni normative:

- Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 14.01.2008: "Norme tecniche per le costruzioni".
- Circolare 03 febbraio 2009 n.617/C.S.LL.PP.

### 2.2 **DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO**

Per la progettazione sono stati presi a riferimento i seguenti documenti:

- Valori dei parametri geotecnici forniti nella *CAS.02.DE.CI.R.016 – RELAZIONE GEOTECNICA*.

### 3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Calcestruzzo ha le seguenti caratteristiche:

Caratteristiche del calcestruzzo	C45/55	
Valore di resistenza caratteristica a compressione su cubi $R_{ck}$ :	55	N/mm <sup>2</sup>
Valore del coefficiente di sicurezza - $[\gamma_M]$ :	1.5	-
Resistenza caratteristica a compressione - $[f_{ck}]$ :	45.65	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza cilindrica media a compressione - $[f_{cm}]$ :	53.65	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza media a trazione semplice - $[f_{ctm}]$ :	3.83	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica a trazione, frattile 5% - $[f_{ctk}]$ :	2.68	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza caratteristica a trazione, frattile 95% - $[f_{ctk}]$ :	4.98	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a compressione - $[f_{cd}]$ :	25.87	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a trazione (5%) - $[f_{ctd}]$ :	1.79	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico istantaneo medio del calcestruzzo - $[E_{cm}]$ :	36416.11	N/mm <sup>2</sup>
Valore del coefficiente di sicurezza per addensamento di barre - $[\gamma_M]$ :	1.00	-
Tensione tangenziale di aderenza caratteristica (5%) per $\Phi \leq 32$ mm - $[f_{bk}]$ :	6.04	N/mm <sup>2</sup>
Tensione tangenziale di aderenza di calcolo - $[f_{bd}]$ :	4.02	N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente di Poisson per il calcestruzzo in stadio non fessurato - $[\nu]$ :	0.20	-
Coefficiente di Poisson per il calcestruzzo in stadio fessurato - $[\nu]$ :	0.00	-
Coefficiente di dilatazione termica - $[\alpha]$ :	1.00E-05	1/°C
	- $[\epsilon_{c2}]$ :	0.0020
	- $[\epsilon_{cu2}]$ :	0.0035

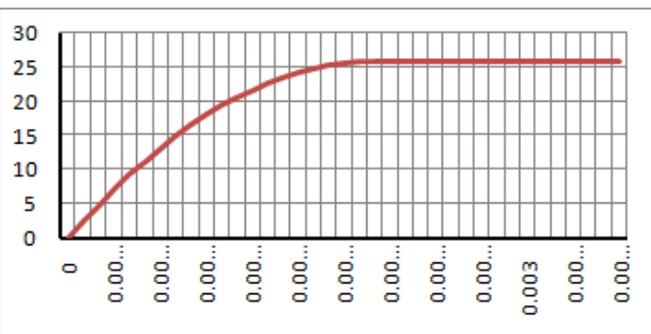


Figura 1 Caratteristiche del calcestruzzo

CLASSE DI CONSISTENZA AL GETTO: S4 (slump 16 - 21 cm)

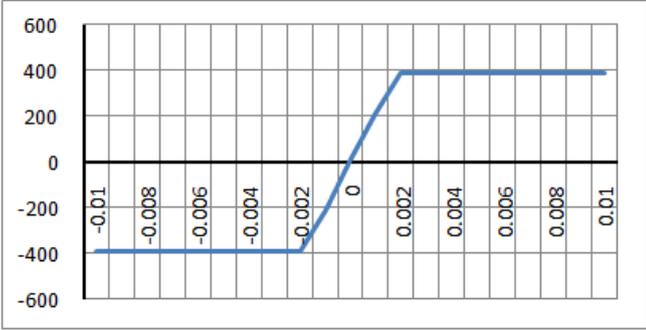
CLASSE DI ESPOSIZIONE: XA3

Rapporto a/c  $\leq 0.41$

Aggregati:  $D_{max}$  32 mm

**Acciaio per cemento armato**

Caratteristiche dell'acciaio	B450C	Valore	Unità
Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio - [fyk]:		<b>450</b>	<b>N/mm<sup>2</sup></b>
Resistenza di calcolo dell'acciaio - [fyd]:		<b>391.30</b>	<b>N/mm<sup>2</sup></b>
		- [ε <sub>vl</sub> ]:	<b>0.002</b>
		- [ε <sub>ul</sub> ]:	<b>0.010</b>

	Valore	Unità
<b>fyk</b>	<b>450</b>	<b>N/mm<sup>2</sup></b>
<b>γ<sub>M1</sub></b>	<b>1.15</b>	
<b>fyd</b>	<b>391.30</b>	<b>N/mm<sup>2</sup></b>
<b>E=</b>	<b>210000</b>	<b>N/mm<sup>2</sup></b>
<b>G = E/2(1+ν)</b>	<b>80769</b>	<b>N/mm<sup>2</sup></b>
<b>ν</b>	<b>0.3</b>	
<b>α =</b>	<b>12 x 10<sup>-6</sup></b>	<b>°C<sup>-1</sup></b>
<b>ρ</b>	<b>78.5</b>	<b>kN/m<sup>3</sup></b>

Figura 2 Caratteristiche dell'acciaio per cemento armato

## 4. ANALISI DEI CARICHI

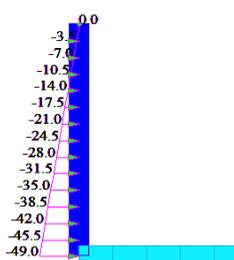
La valutazione dell'effetto dei carichi è stata effettuata seguendo il capitolo 3 della vigente normativa in materia di costruzioni (D.M. 2008).

### 4.1 PESI PROPRI STRUTTURALI

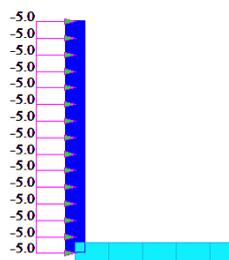
Calcestruzzi ( $G_1$ ):  $\gamma_{G1}=25 \text{ kN/m}^3$ ;

### 4.2 SPINTE SULLE PARETI

#### SPINTA DEL TERRENO



#### SOVRACCARICO



#### SPINTA IDROSTATICA

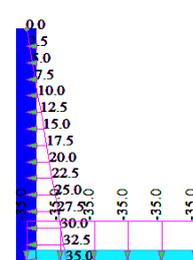


Figura 3 Diagrammi delle spinte sulle pareti

## 5. COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni di carico sono state considerate rispettando il paragrafo 2.5.3 del D.M. 2008:

**Combinazione fondamentale S.L.U.**

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_k + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_k$$

**Combinazione caratteristica S.L.E.**

$$G_1 + G_2 + Q_k + \psi_{0k} \cdot Q_k$$

## 6. COMBINAZIONI DEI METODI DI ANALISI E VERIFICA

In accordo con il capitolo 2 delle norme tecniche D.M. 2008, la struttura è stata analizzata e verificata secondo i seguenti stati limite:

- STATO LIMITE ULTIMO (statico SLU): *stato limite di equilibrio e collasso*

L'analisi globale statica della struttura è stata effettuata tramite il metodo elastico (E), valutando gli effetti delle azioni nell'ipotesi che il legame tensione-deformazione del materiale sia indefinitamente elastico lineare.

## 7. VERIFICA SLU PARETI VERTICALI

### 7.1 VERIFICA A MOMENTO FLETTENTE

Il massimo momento flettente risulta essere pari a 178 kN\*m, come mostrato nell'immagine di seguito riportata:

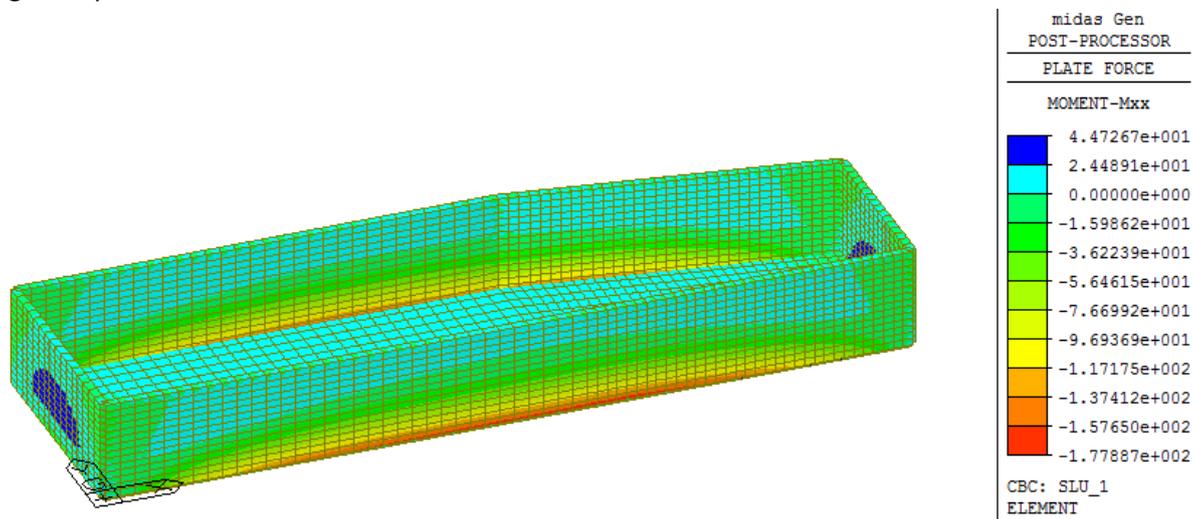


Figura 4 Diagramma del momento flettente sulle pareti

Considerando la sezione alla base della parete verticale armata con  $\varnothing 16/10$  il momento resistente della sezione risulta essere pari a 224 kN\*m quindi la verifica risulta soddisfatta.

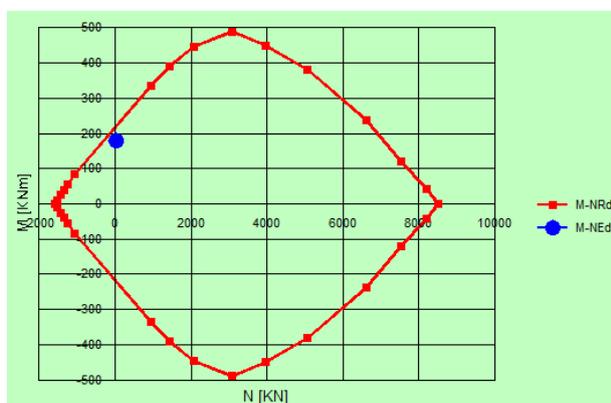


Figura 5 Verifica a pressoflessione della sezione alla base

## 7.2 VERIFICA A TAGLIO

Il massimo sforzo di taglio risulta essere pari a 174 kN, come mostrato nell'immagine di seguito riportata:

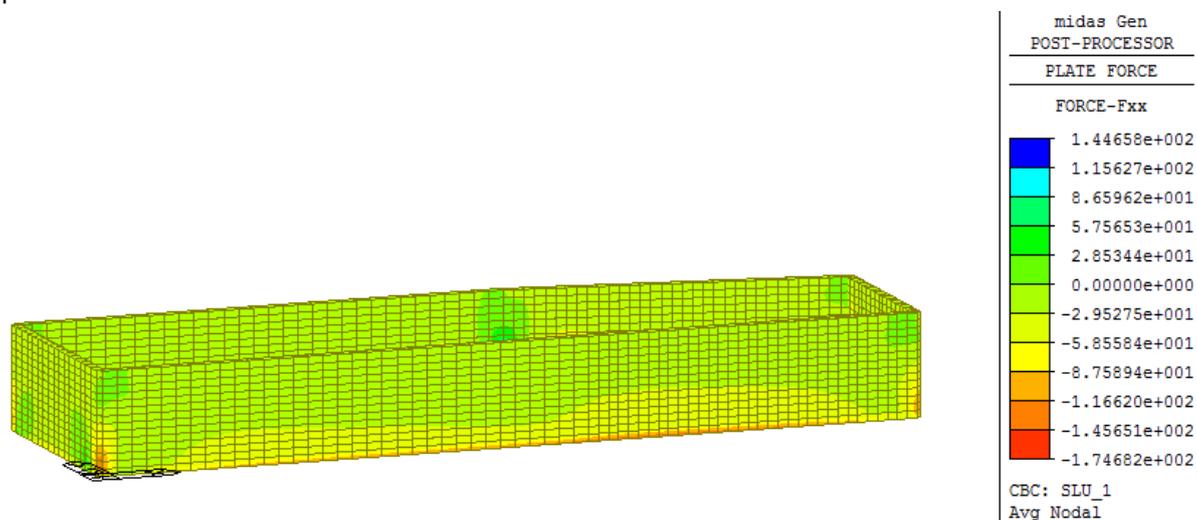


Figura 6 Diagramma del taglio nelle pareti laterali

Considerando la sezione alla base della parete verticale armata con  $\varnothing 16/10$  il taglio resistente della sezione risulta essere pari a 198 kN quindi la verifica risulta soddisfatta.

## 8. VERIFICA SOLETTA DI BASE

### 8.1 VERIFICA A MOMENTO FLETTENTE

Il massimo momento flettente risulta essere pari a 180 kN\*m, come mostrato nell'immagine di seguito riportata:

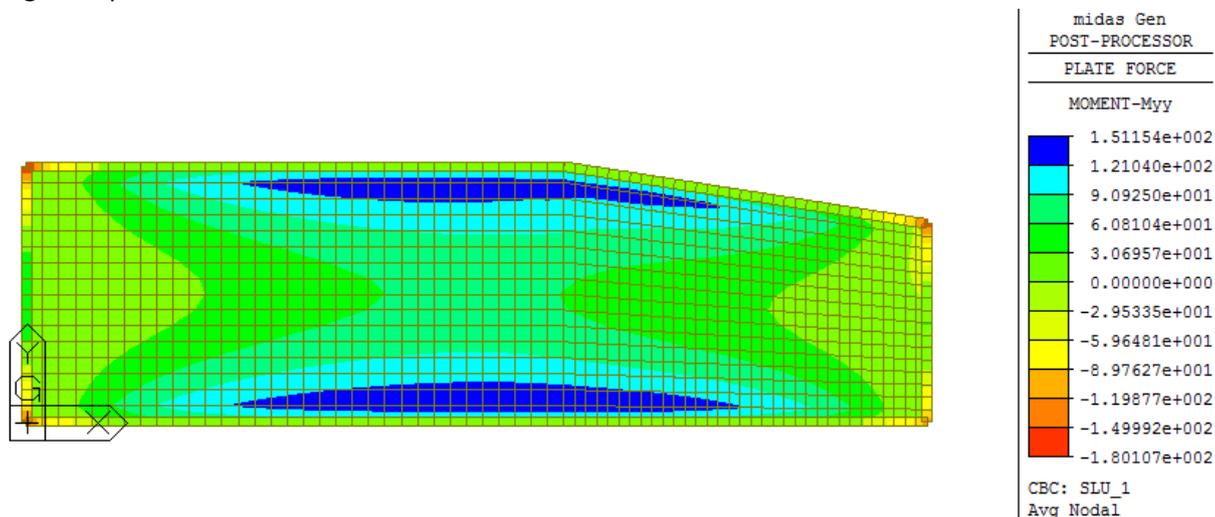


Figura 7 Diagramma del momento flettente nella soletta di base

Considerando la sezione alla base della parete verticale, armata con  $\varnothing 16/10$ , il momento resistente della sezione risulta essere pari a 298 kN\*m, quindi la verifica risulta soddisfatta.

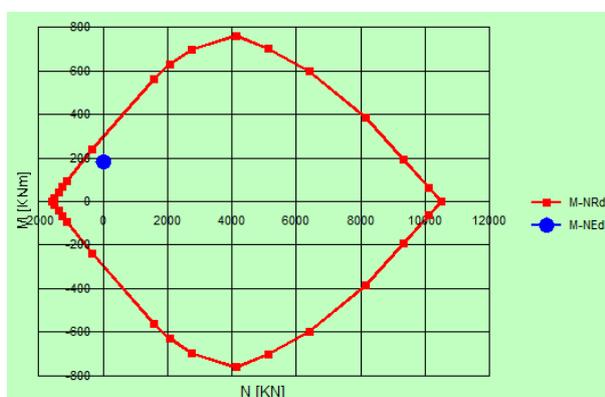


Figura 8 Verifica a flessione della soletta di base

## 8.2 VERIFICA A TAGLIO

Il massimo sforzo di taglio risulta essere pari a 220 kN, come mostrato nell'immagine di seguito riportata:

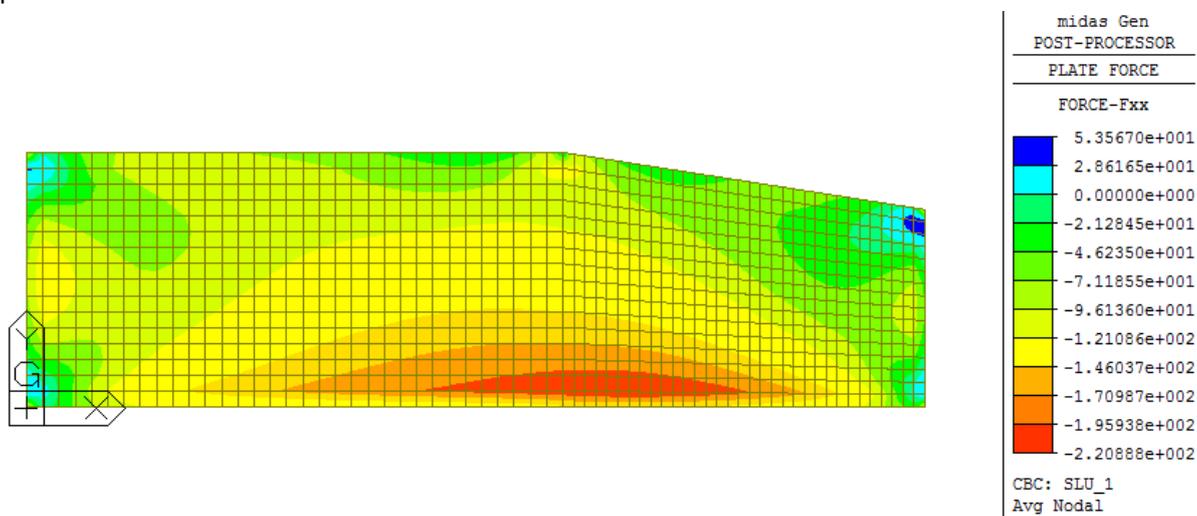


Figura 9 Diagramma del taglio nella soletta di base

Considerando la sezione alla base della parete verticale, armata con  $\varnothing 16/20$ , il taglio resistente della sezione risulta essere pari a 242 kN, quindi la verifica risulta soddisfatta.

## 9. CONCLUSIONI

---

Il dimensionamento della vasca fanghi è stato effettuato considerando le combinazioni di carico allo stato limite ultimo.

Riassumendo, le pareti verticali hanno uno spessore pari a 35 cm e sono armate con  $\emptyset 16/20$ , mentre la soletta di fondazione è spessa 45 cm ed è armata anch'essa con  $\emptyset 16/20$ .

Nelle sezioni più sollecitate, come alla base della parete verticale e negli spigoli, è necessario un infittimento delle armature come mostrato dalle verifiche riportate nei capitoli 7 e 8 di questo documento.