

COMMITTENTE:



DIREZIONE INVESTIMENTI  
DIREZIONE PROGRAMMI INVESTIMENTI  
DIRETTRICE SUD - PROGETTO ADRIATICA

DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA



MANDANTE



PROGETTO ESECUTIVO

## RIASSETTO NODO DI BARI

TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE

FV02 – STAZIONE EXECUTIVE

RELAZIONE DI CALCOLO: VASCA DI SOLLEVAMENTO STAZIONE EXECUTIVE

APPALTATORE	PROGETTAZIONE	SCALA:
DIRETTORE TECNICO D'Agostino Angelo Antonio Ing. A. DI PALMA Costruzioni Generali s.r.l.  (data e firma)	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE Ing. M. RASIMELLI  (data e firma)	---

COMMESSA    LOTTO    FASE    ENTE    TIPO DOC.    OPERA / DISCIPLINA    PROGR.    REV.

**IA3S    01    E    ZZ    CL    SN0200    001    B**

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato/Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	G. DE MARTINO	MAG. 2021	G. DI MARCO	MAG. 2021	M. RASIMELLI	MAG. 2021	A. DI PALMA OTT. 2021
B	Revisione per RdV IA3S-RV-0000000089	G. DE MARTINO	OTT. 2021	G. DI MARCO	OTT. 2021	M. RASIMELLI	OTT. 2021	D'Agostino Angelo Antonio Costruzioni Generali s.r.l. OTT. 2021
								n. Elab.

File: IA3S01EZZCLSN0200001Bdoc

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl</b> <b>Technital SpA</b> <b>HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ CL	SN0200 001	B	2 DI 72

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....</b>	<b>7</b>
	3.1 CALCESTRUZZO C32/40 .....	7
	3.2 ACCIAIO B450C .....	8
<b>4</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOTECNICO .....</b>	<b>10</b>
	4.1 INTERAZIONE TERRENO-STRUTTURA .....	10
<b>5</b>	<b>DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA .....</b>	<b>12</b>
<b>6</b>	<b>MODELLO DI CALCOLO .....</b>	<b>17</b>
	6.1 DICHIARAZIONI SECONDO N.T.C. 2008 – 10.2.....	17
	6.2 CONDIZIONI DI CARICO.....	19
	6.2.1 Peso proprio della struttura (DEAD) .....	19
	6.2.2 Carichi permanenti portati (PERM).....	19
	6.2.3 Carichi mobili ferroviari.....	19
	6.2.4 Sovraccarichi accidentali (Qk) .....	19
	6.2.5 Spinta a riposo del terreno sui piedritti (SPRTP-DX/SPRTP-SX).....	20
	6.2.6 Spinta a riposo da sovraccarichi (SPRQP-DX/SPRQP-SX).....	20
	6.2.7 Variazioni di temperatura (TERM) .....	21
	6.2.8 Ritiro (RIT) .....	21
	6.2.9 Spinta acqua (SPWP/SPWSF).....	21
	6.2.10 Spinta in presenza di sisma - Metodo di Wood (Sisma H, Sisma V, SPSHT-DX/SPSHT-SX) .....	22
	6.3 COMBINAZIONI DI CARICO.....	24
<b>7</b>	<b>ANALISI DELLE SOLLECITAZIONI.....</b>	<b>31</b>
	7.1 DIAGRAMMI INVILUPPO (SLU) .....	31
	7.2 DIAGRAMMI INVILUPPO (SLE).....	32
<b>8</b>	<b>VERIFICHE STRUTTURALI .....</b>	<b>34</b>
	8.1 CRITERI GENERALI.....	34
	8.1.1 Verifiche a taglio.....	34
	8.2 VERIFICHE ALLO SLE .....	36
	8.2.1 Verifiche di deformabilità .....	36
	8.2.2 Verifiche di fessurazione .....	36
	8.2.3 Verifiche delle tensioni in esercizio.....	37

<b>APPALTATORE:</b> <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
<b>PROGETTISTA:</b> <u>Mandataria:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl</b> <b>Technital SpA</b> <b>HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO:</b> <b>Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)</b>	PROGETTO <b>IA3S</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>SN0200 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>3 DI 72</b>

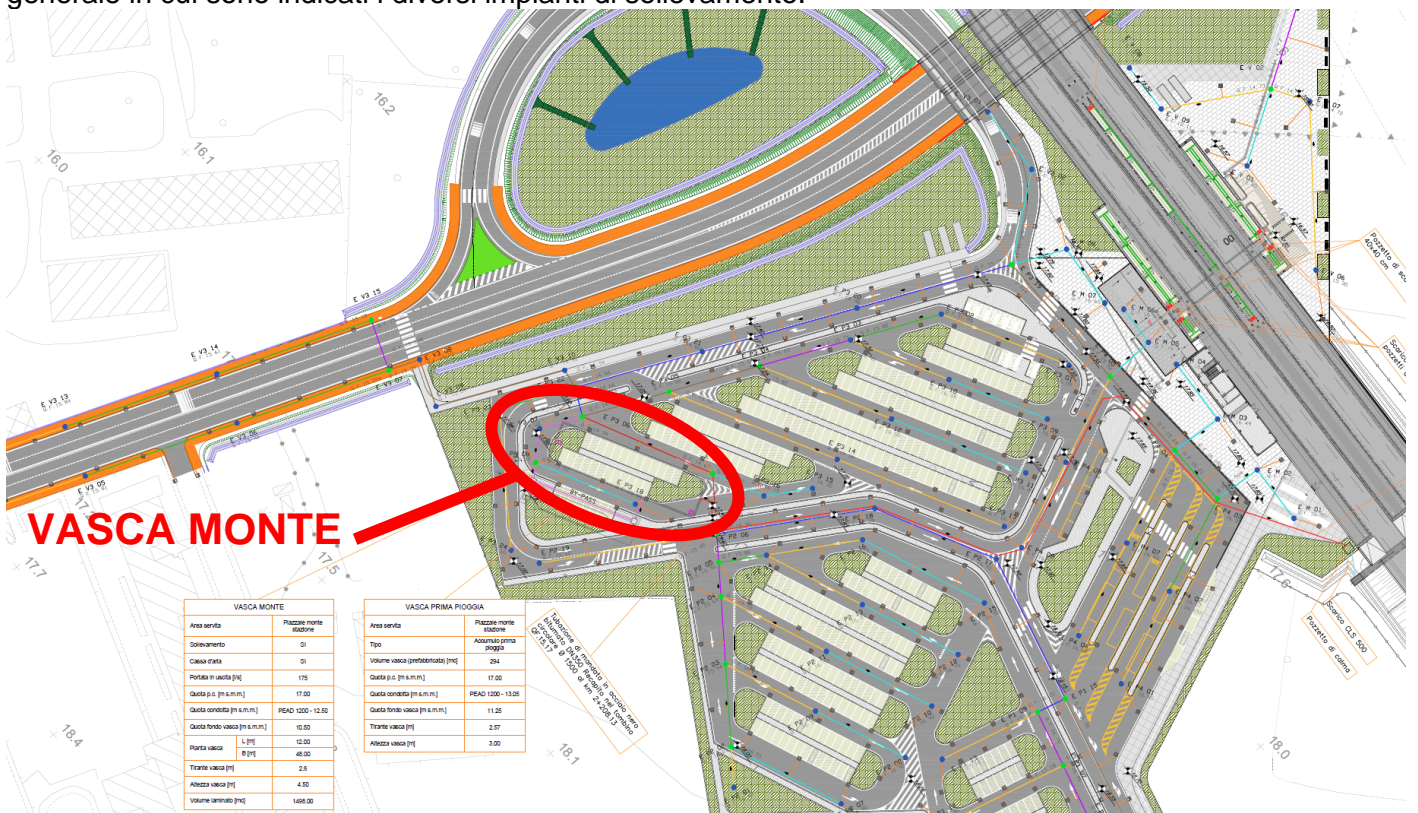
8.3	SOLLECITAZIONI DI CALCOLO.....	38
8.4	VERIFICHE .....	40
8.4.1	Soletta Superiore .....	40
8.4.2	Verifica a Flessione .....	40
8.4.3	Verifica a Taglio .....	43
8.4.4	Verifica a Fessurazione e Tensioni di esercizio .....	44
8.4.5	Soletta di Fondazione.....	48
8.4.6	Verifica a Flessione.....	48
8.4.7	Verifica a Taglio .....	51
8.4.8	Verifica a Fessurazione e Tensioni di esercizio .....	52
8.4.9	Piedritti .....	56
8.4.10	Verifica a Flessione, Fessurazione e Tensioni di esercizio .....	56
8.4.11	Verifica a Taglio .....	64
8.5	Tabella Incidenza Armature.....	66
<b>9</b>	<b>VERIFICHE GEOTECNICHE .....</b>	<b>67</b>
9.1	VERIFICA A CARICO LIMITE .....	67
9.2	Verifica dei cedimenti .....	72

<b>APPALTATORE:</b> <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>												
<b>PROGETTISTA:</b> <u>Mandataria:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl</b> <b>Technital SpA</b> <b>HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>												
<b>PROGETTO ESECUTIVO:</b> <b>Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)</b>	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IA3S</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL</td> <td>SN0200 001</td> <td>B</td> <td>4 DI 72</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IA3S	01	E ZZ CL	SN0200 001	B	4 DI 72
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IA3S	01	E ZZ CL	SN0200 001	B	4 DI 72								

## 1 PREMESSA

Il presente documento viene emesso nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici relativi al progetto esecutivo della variante di tracciato tra Bari Centrale e Bari Torre a Mare, prevista nell'ambito del riassetto del Nodo di Bari – Tratta a Sud di Bari.

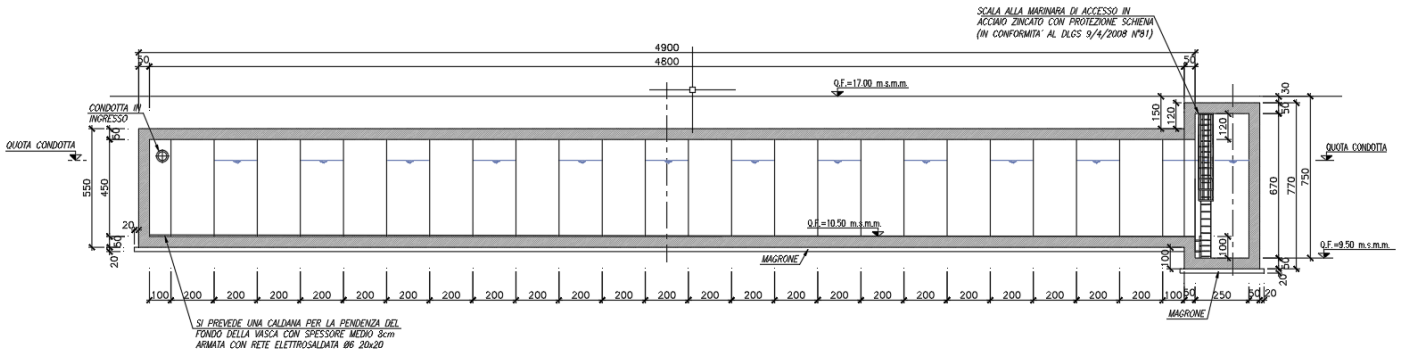
L'opera oggetto delle analisi riportate nei paragrafi seguenti rientra fra quelle inserite nella definizione della planimetria idraulica relativa alla Stazione EXECUTIVE, di cui si riporta un'immagine di inquadramento generale in cui sono indicati i diversi impianti di sollevamento.



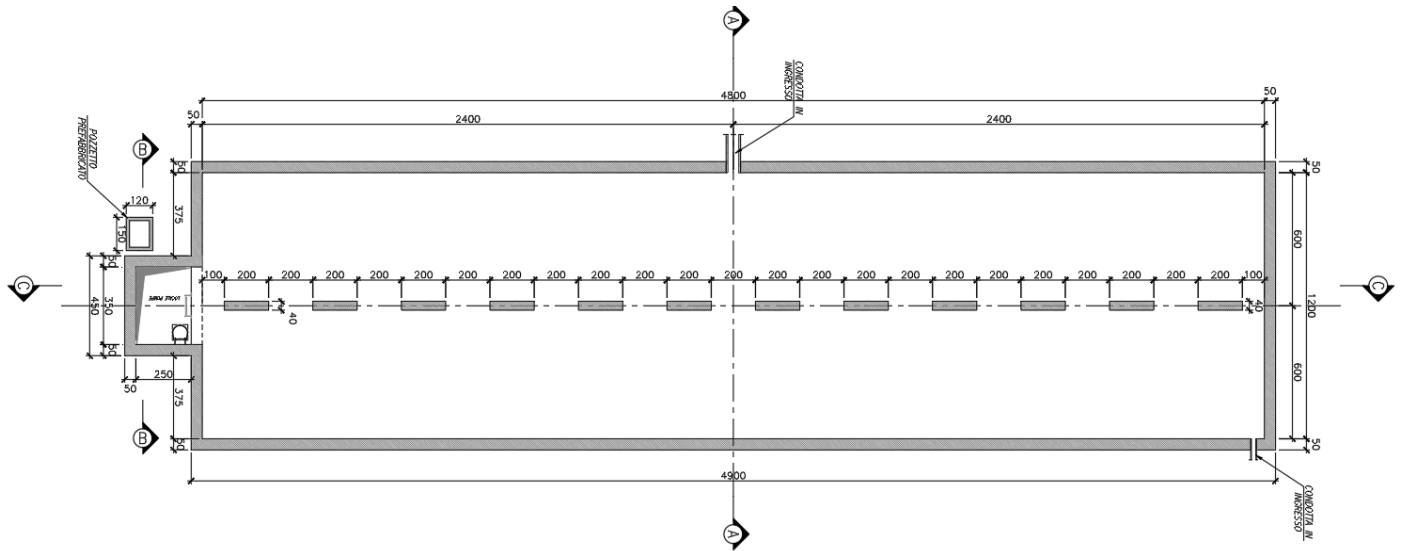
**Figura 1 – Pianta di inquadramento**

In particolare, la presente relazione è incentrata sull'analisi e sulle verifiche strutturali e geotecniche della VASCA MONTE. L'opera è costituita da una struttura scatolare pluriconnessa con dimensioni interne rispettivamente pari a 12.0x4.50x48.0m, collegata al pozzo di ingresso, dotato di scarico di fondo. All'interno della struttura sono presenti, in posizione centrale rispetto alla sezione trasversale, setti portanti di irrigidimento. Gli elementi strutturali fondazione, piedritti e soletta superiore hanno tutti uno spessore di 0.50m; i setti centrali hanno spessore pari a 0.40m. Rispetto al piano di campagna di progetto, la vasca presenta un ricoprimento di circa 1.50m di terreno.

<b>APPALTATORE:</b> <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>												
<b>PROGETTISTA:</b> Mandataria: <b>RPA srl</b> Mandante: <b>Technital SpA</b> <b>HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>												
<b>PROGETTO ESECUTIVO:</b> <b>Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IA3S</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL</td> <td>SN0200 001</td> <td>B</td> <td>5 DI 72</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IA3S	01	E ZZ CL	SN0200 001	B	5 DI 72
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IA3S	01	E ZZ CL	SN0200 001	B	5 DI 72								



**Figura 2 – Sezione trasversale e caratteristiche vasca**



**Figura 3 – Pianta**

L'analisi dell'opera viene effettuata attraverso una modellazione tridimensionale, l'input geometrico del modello avviene mediante la definizione della geometria spaziale degli elementi, definita attraverso le coordinate spaziali dei nodi attraverso cui si definiscono tali elementi. La struttura e il suo comportamento sotto le azioni statiche e dinamiche, è stata interpretata, valutata e adeguatamente trasferita nel modello che si caratterizza per la sua impostazione completamente tridimensionale.

La gestione e la verifica delle analisi svolte avviene mediante il controllo dei files di input ed output che il software restituisce sia in forma grafica che in forma tabulare; i tabulati di output contengono le caratteristiche della sollecitazione, gli stati tensionali e deformativi

Il modello di calcolo è realizzato agli elementi finiti mediante il software Midas Gen distribuito dalla *Midas Corporation*. Nei seguenti paragrafi sono riportate le normative di riferimento, le caratteristiche dei materiali impiegati, i metodi di analisi utilizzati ed i risultati delle verifiche effettuate.

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl</b> <b>Technital SpA</b> <b>HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ CL	SN0200 001	B	6 DI 72

## 2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Si riporta nel seguito l'elenco delle leggi e dei decreti di carattere generale, assunti come riferimento.

- Legge 5-1-1971 n. 1086 - *Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica;*
- Legge. 2 febbraio 1974, n. 64 - *Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;*
- D.M. 14 gennaio 2008 - *Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC);*
- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - *Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008;*
- UNI EN 1992-1-1 - *Progettazione delle strutture di calcestruzzo;*
- UNI EN 206-1-2016 - *Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità.*
- Regolamento della Commissione Europea N.1299/2014 del 18 novembre 2014 - *Specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema "infrastruttura" del sistema ferroviario dell'Unione Europea.*
- Regolamento di esecuzione della Commissione Europea N.2019/776 del 16 novembre 2019 - *Specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema "infrastruttura" del sistema ferroviario dell'Unione Europea.*

Si riporta, ora, l'elenco delle norme tecniche, delle circolari e delle istruzioni RFI (Rete Ferroviaria Italiana) delle quali si è tenuto conto:

- RFI DTC INC CS LG IFS 001 A – *Linee guida per il collaudo statico delle opere in terra;*
- RFI DTC INC CS SP IFS 001 A – *Specifiche per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie;*
- RFI DTC INC PO SP IFS 001 A – *Specifiche per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario;*
- RFI DTC INC PO SP IFS 002 A – *Specifiche per la progettazione e l'esecuzione di cavalcavia e passerelle pedonali sulla sede ferroviaria;*
- RFI DTC INC PO SP IFS 003 A – *Specifiche per la verifica a fatica dei ponti ferroviari;*
- RFI DTC INC PO SP IFS 004 A – *Specifiche per la progettazione e l'esecuzione di impalcati ferroviari a travi in ferro a doppio T incorporate nel calcestruzzo;*
- RFI DTC INC PO SP IFS 005 A – *Specifiche per il progetto, la produzione, il controllo della produzione e la posa in opera dei dispositivi di vincolo e dei coprigiunti degli impalcati ferroviari e dei cavalcavia.*

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: <b>RPA srl Technital SpA HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ CL	SN0200 001	B	7 DI 72

### 3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Per quanto concerne i materiali impiegati, si è scelto di usare un calcestruzzo di classe C32/40 e un acciaio per barre di armatura B450C.

#### 3.1 CALCESTRUZZO C32/40

Ai fini della valutazione del comportamento e della resistenza delle strutture in calcestruzzo, questo viene identificato mediante la classe di resistenza contraddistinta dai valori caratteristici delle resistenze cilindrica e cubica a compressione uniassiale, misurate rispettivamente su provini cilindrici e cubici, espressa in MPa. Alla tabella 4.1.1 delle NTC sono riportate le classi di resistenza. Per l'opera strutturale in esame, come detto, si utilizza calcestruzzo C32/40. Con riferimento alla normativa vigente si riportano le caratteristiche del materiale utilizzato.

[NTC – 4.1.2.1.1.1] La resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo  $f_{cd}$  è calcolata:

$$f_{cd} = \frac{f_{ck} \cdot \alpha_{cc}}{\gamma_c} = \frac{32 \cdot 0.85}{1.5} = 18.13 \text{ MPa}$$

dove:

- $\alpha_{cc}$  è il coefficiente che tiene conto degli effetti di lunga durata sulla resistenza a compressione, pari a 0.85;
- $\gamma_c$  è il coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo, pari a 1.5;
- $f_{ck}$  è la resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo a 28 giorni.

[NTC – 11.2.10.3] Per modulo elastico del calcestruzzo, in sede di progettazione, si può assumere:

$$E_{cm} = 22000 \cdot \left[ \frac{f_{cm}}{10} \right]^{0.3} = 22000 \cdot \left[ \frac{40.00}{10} \right]^{0.3} = 33345.76 \text{ MPa}$$

dove  $f_{cm}$  è il valore medio della resistenza cilindrica, calcolato come segue:

$$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 32 + 8 = 40 \text{ MPa}$$

[NTC – 4.1.2.1.1.2] La resistenza di calcolo a trazione  $f_{ctd}$  è definita come:

$$f_{ctd} = \frac{f_{ctk}}{\gamma_c} = \frac{0.7 \cdot f_{ctm}}{\gamma_c} = \frac{0.7 \cdot 0.30 \cdot f_{ck}^{\frac{2}{3}}}{\gamma_c} = 1.41 \text{ MPa}$$

dove [NTC – 11.2.10.2]:

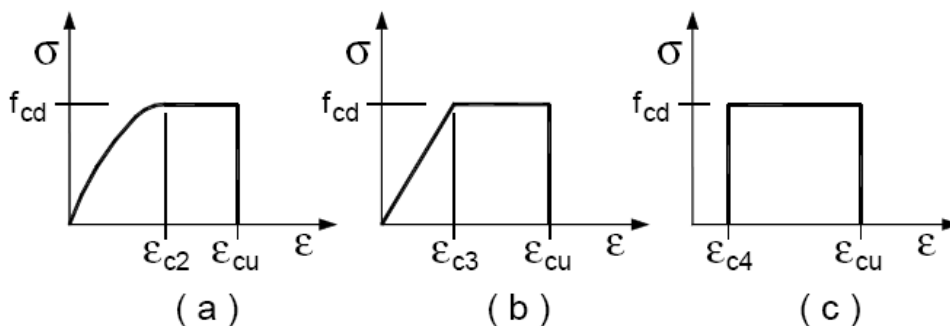
- $f_{ctk}$  è la resistenza caratteristica a trazione del calcestruzzo;
- $f_{ctm}$  è la resistenza media a trazione semplice (assiale) per classi inferiori o uguali a C50/60.

$$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} = 2.12 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{\frac{2}{3}} = 3.02 \text{ MPa}$$

Per il diagramma tensione-deformazione del calcestruzzo è possibile adottare opportuni modelli rappresentativi del reale comportamento del materiale, modelli definiti in base alla resistenza di calcolo  $f_{cd}$  ed alla deformazione ultima  $\epsilon_{cu}$ . Nella seguente figura sono riportati i diagrammi di calcolo  $\sigma$ - $\epsilon$ .

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>				
PROGETTISTA: Mandataria: RPA srl Mandante: Technital SpA HUB Engineering	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE				
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SN0200 001	REV. B FOGLIO 8 DI 72



**Figura 4 – Modelli rappresentativi del comportamento del calcestruzzo presenti in normativa: a) parabola-rettangolo; b) triangolo-rettangolo; c) rettangolo (stress-block)**

Nelle verifiche allo stato limite di esercizio, la massima tensione di compressione del calcestruzzo  $\sigma_c$  deve rispettare le seguenti limitazione [NTC – 4.1.2.2.5.1]:

$$\sigma_c < 0.60f_{ck} = 19.20 \text{ MPa per combinazione caratteristica (rara);}$$

$$\sigma_c < 0.45f_{ck} = 14.40 \text{ MPa per combinazione quasi permanente.}$$

Le strutture di progetto saranno soggette alle intemperie e/o interrate. La classe di esposizione del calcestruzzo utilizzata è **XC4** (Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici soggette a alternanze di asciutto ed umido; Calcestruzzo a vista in ambienti urbani; Superfici a contatto con l'acqua non compresa nella classe XC2), in accordo con la tabella 4.1.III delle NTC.

### 3.2 ACCIAIO B450C

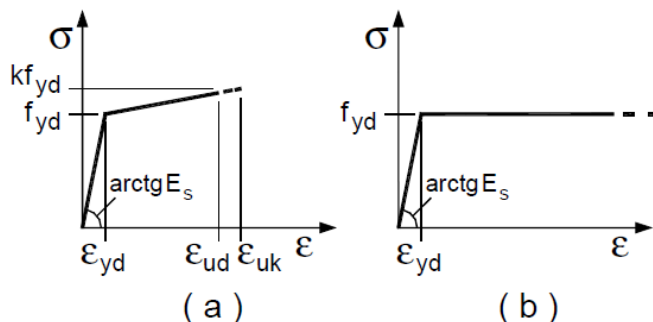
Come prescritto dalle norme, per il calcestruzzo armato deve essere utilizzato acciaio B450C. La resistenza di calcolo dell'acciaio  $f_{yd}$  è riferita alla tensione di snervamento ed il suo valore è dato da [NTC – 4.1.6]:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{450}{1.15} = 391.3 \text{ N/mm}^2$$

dove:

- $\gamma_s$  è il coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio, pari ad 1,15 per tutti i tipi di acciaio;
- $f_{yk}$  per armatura ordinaria è la tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio [NTC – 11.3.2].

Per il diagramma tensione-deformazione dell'acciaio è possibile adottare opportuni modelli rappresentativi del reale comportamento del materiale. Di seguito sono rappresentati i modelli  $\sigma$ - $\epsilon$  per l'acciaio



**Figura 5 – Modelli rappresentativi del comportamento dell'acciaio proposti dalla norm**



<b>APPALTATORE:</b> <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
<b>PROGETTISTA:</b> <u>Mandataria:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl</b> <b>Technital SpA</b> <b>HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO:</b> <b>Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)</b>	PROGETTO <b>IA3S</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>SN0200 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>9 DI 72</b>

[NTC – 11.3.4.1] In sede di progettazione si può assumere convenzionalmente il valore nominale del modulo elastico, pari a:

$$E_s = 210000 \text{ MPa}$$

Nelle verifiche allo stato limite di esercizio, la massima tensione di trazione dell'acciaio  $\sigma_s$  deve rispettare la seguente limitazione [NTC – 4.1.2.2.5.2]:

$$\sigma_s < 0.80 f_{yk} = 360 \text{ MPa per combinazione caratteristica (rara).$$

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: <b>RPA srl Technital SpA HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)</b>	PROGETTO <b>IA3S</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>SN0200 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>10 DI 72</b>

#### 4 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

La stratigrafia ed i parametri geotecnici sono stati ricavati dalla relazione geotecnica a cui si rimanda per ogni ulteriore dettaglio. La zona geotecnica è caratterizzata da rocce calcaree; in particolare il terreno di fondazione è costituito essenzialmente da Calcarea di Bari. I parametri geotecnici assunti in fase di progetto, in via cautelativa, sono:

Tipo	s	$\gamma$	c	$\varphi$	$k_0$	E
	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[MPa]	[°]	[°]	[MPa]
Ricoprimento	1.5	20	0	35	0.426	-
Rinfianco	5.5	20	0	35	0.426	-
Base	-	24	0.02	36	0.412	1000

**Tabella 1 – Parametri geotecnici**

Il regime delle spinte presenti sull'opera non è influenzato dalla falda.

#### 4.1 INTERAZIONE TERRENO-STRUTTURA

Nel presente paragrafo sono trattati gli aspetti di natura geotecnica riguardanti l'interazione terreno-struttura relativamente all'opera in esame.

Il terreno di base è stato modellato come un mezzo elastico omogeneo a cui si è assegnata un'apposita costante di sottofondo. Per la determinazione della costante di sottofondo si può fare riferimento alle seguenti formulazioni assimilando il comportamento del terreno a quello di un mezzo elastico omogeneo:

$$s = B \cdot c_t \cdot \frac{(q - \sigma_{v0})(1 - \nu^2)}{E}$$

dove:

- $s$  = cedimento elastico totale;
- $B$  = lato minore della fondazione;
- $c_t$  = coefficiente adimensionale di forma ottenuto dalla interpolazione dei valori dei coefficienti proposti dal Bowles (1960):

$$c_t = 0.853 + 0.534 \cdot \ln(L/B) \text{ per fondazione rettangolare con } L/B \leq 10$$

$$c_t = 2 + 0.0089(L/B) \text{ per fondazione rettangolare con } L/B > 10$$

- $L$  = lato maggiore della fondazione;
- $q$  = pressione media agente sul terreno;
- $\sigma_{v0}$  = tensione litostatica verticale alla quota di posa della fondazione;
- $\nu$  = coefficiente di Poisson del terreno (assunto pari a 0.3);
- $E$  = modulo elastico medio del terreno sottostante l'opera

Il valore della costante di sottofondo  $k_w$  è valutato attraverso il rapporto tra il carico applicato ed il corrispondente cedimento pertanto, si ottiene:

$$k_w = \frac{E}{(1 - \nu^2) \cdot B \cdot c_t}$$

Il valore di  $k_w$  da utilizzare nelle analisi per il dimensionamento dell'opera può essere determinato considerando che i carichi applicati alla struttura sono di natura impulsiva e di breve durata; la risposta del

<b>APPALTATORE:</b> <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
<b>PROGETTISTA:</b> <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl</b> <b>Technital SpA</b> <b>HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO:</b> <b>Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)</b>	PROGETTO <b>IA3S</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>SN0200 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>11 DI 72</b>

terreno di fondazione in condizioni dinamiche è notevolmente più rigida rispetto a quella usualmente considerata per carichi statici di lunga durata. Sulla base di indicazioni di letteratura, si possono pertanto indicare moduli operativi per la valutazione dei parametri d'interazione considerano moduli del terreno almeno 3÷5 volte superiori rispetto a quelli adottabili per problemi statici. Come si evince dalla relazione geotecnica, per il terreno sottostante l'opera in esame, si è deciso di considerare un valore del modulo elastico pari a 1000 MPa, dal quale risulta, secondo le formulazioni sopra riportate, un valore della costante di sottofondo pari a circa 60000 kN/m<sup>3</sup>.

Costante di sottofondo		
$c_t$	E	$k_{w,v}$
[-]	[kPa]	[kN/m <sup>3</sup> ]
1.56	1000000	54133

#### **Tabella 2 – Costante di sottofondo**

Per il terreno di rinfianco si è invece adottata una costante di Winkler pari al 10% di quella assunta per il terreno di base, pari quindi a circa 6000 kN/m<sup>3</sup>.

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: <b>RPA srl Technital SpA HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ CL	SN0200 001	B	12 DI 72

## 5 DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA

Il valore dell'accelerazione orizzontale massima in condizioni sismiche è stato definito in accordo con le norme vigenti [NTC – 3.2]. Secondo tali norme, l'entità dell'azione sismica è innanzitutto funzione della sismicità dell'area in cui viene costruita l'opera e del periodo di ritorno dell'azione sismica.

L'opera viene progettata in funzione di una vita nominale pari a 75 anni [NTC – 2.4.1] relativa a “opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale” e rientra nella classe d'uso III [NTC – 2.4.2] relativa a “costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi”. Moltiplicando la vita nominale per il coefficiente di classe d'uso [definito in NTC – Tabella 2.4.II] si valuta il periodo di riferimento per l'azione sismica:

$$V_R = V_N \cdot C_u = 75 \cdot 1.5 = 112.5 \text{ anni}$$

In funzione dello stato limite rispetto al quale viene verificata l'opera, si definisce una probabilità di superamento  $P_{VR}$  nel periodo di riferimento. Per il progetto dell'opera in esame si farà essenzialmente riferimento allo stato limite di salvaguardia della vita (SLV), a cui è associata una  $P_{VR}$  pari al 10% [NTC – Tabella 3.2.I]. Nota la probabilità di superamento nel periodo di riferimento è possibile valutare il periodo di ritorno  $T_R$ , come previsto nell'allegato A alle norme tecniche per le costruzioni, secondo la seguente espressione:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} = -\frac{112.5}{\ln(1 - 0.10)} = 1068 \text{ anni}$$

Per il calcolo dell'azione sismica si è utilizzato il metodo dell'analisi pseudostatica [NTC – 7.11.6.2.1] in cui l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico  $k$ , dipendente dall'accelerazione massima al sito  $a_g$  in condizioni rocciose e topografia orizzontale; tale parametro è uno dei tre indicatori che caratterizza la pericolosità sismica del sito ed è tanto più alto tanto più è ampio il periodo di ritorno al quale si riferisce. Nel caso in esame, risulta:

$$a_g = 0.092 \text{ g}$$

[NTC – 3.2.2] Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione dei categorie di sottosuolo e categorie topografiche di riferimento. Nel caso in esame, la categoria di suolo di fondazione è stata definita sulla base della conoscenza di  $V_{s,30}$ , ricavato dalle indagini sismiche eseguite nelle campagne geognostiche. In particolare, nel caso in esame si considera una categoria di suolo di tipo A: “Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di  $V_{s,30}$  superiori ad 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione con spessore massimo pari a 3 m.” Per quanto riguarda le condizioni topografiche, si può far riferimento ad una superficie pianeggiante (categoria T1). In definitiva, il sito in esame non è caratterizzato da amplificazioni stratigrafiche e/o topografiche e per tale motivo, in fase di progetto, i coefficienti stratigrafico e topografico previsti dalla norma possono essere considerati unitari [NTC – Tabelle 3.2.V e 3.2.VI]:

$$S_S = 1.0$$

$$S_T = 1.0$$

APPALTATORE:  
**D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI  
 GENERALI s.r.l.**

## RIASSETTO NODO DI BARI

PROGETTISTA:

**TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA  
 BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE**

Mandataria:

Mandante:

RPA srl

Technital SpA

**HUB  
 Engineering**

PROGETTO ESECUTIVO:

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	E ZZ CL	SN0200 001	B	13 DI 72

**Relazione di calcolo vasca di monte  
 (Stazione Executive)**

### FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate      LONGITUDINE: 16.852      LATITUDINE: 41.1187

Ricerca per comune      REGIONE: Puglia      PROVINCIA: Bari      COMUNE: Bari

**Elaborazioni grafiche**  
 Grafici spettri di risposta |>>>  
 Variabilità dei parametri |>>>

**Elaborazioni numeriche**  
 Tabella parametri |>>>

**Nodi del reticolo intorno al sito**

**Reticolo di riferimento**

Controllo sul reticolo:  
 Sito esterno al reticolo  
 Interpolazione su 3 nodi  
 Interpolazione corretta

Interpolazione:  
 superficie rigata

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO      **FASE 1**      FASE 2      FASE 3

### FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) -  $V_N$             info

Coefficiente d'uso della costruzione -  $C_U$             info

**Valori di progetto**

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) -  $V_R$             info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) -  $T_R$       info

Stati limite di esercizio - SLE {  
 SLO -  $P_{VR} = 81\%$         
 SLD -  $P_{VR} = 63\%$      

Stati limite ultimi - SLU {  
 SLV -  $P_{VR} = 10\%$         
 SLC -  $P_{VR} = 5\%$      

**Elaborazioni**  
 Grafici parametri azione |>>>  
 Grafici spettri di risposta |>>>  
 Tabella parametri azione |>>>

**Strategia di progettazione**

LEGENDA GRAFICO  
 - - - - - Strategia per costruzioni ordinarie  
 . . . . . Strategia scelta

INTRO      FASE 1      **FASE 2**      FASE 3

APPALTATORE:  
**D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI  
 GENERALI s.r.l.**

## RIASSETTO NODO DI BARI

PROGETTISTA:

TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA  
 BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE

Mandataria:

Mandante:

RPA srl

Technital SpA

HUB  
 Engineering

PROGETTO ESECUTIVO:

Relazione di calcolo vasca di monte  
 (Stazione Executive)

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	E ZZ CL	SN0200 001	B	14 DI 72

### FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite  
 Stato Limite considerato: **SLV** info

Risposta sismica  
 Categoria di sottosuolo: **A** info  
 Categoria topografica: **T1** info  
 $S_S = 1.000$  info  
 $C_C = 1.000$  info  
 $h/H = 0.000$  info  
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)  
 $S_T = 1.000$  info

Compon. orizzontale  
 Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento  $\xi$  (%): **5**  $\eta = 1.000$  info  
 Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore  $q_s$ : **1** Regol. in altezza: **si** info

Compon. verticale  
 Spettro di progetto Fattore  $q_v$ : **1**  $\eta = 1/q_v = 1.000$  info

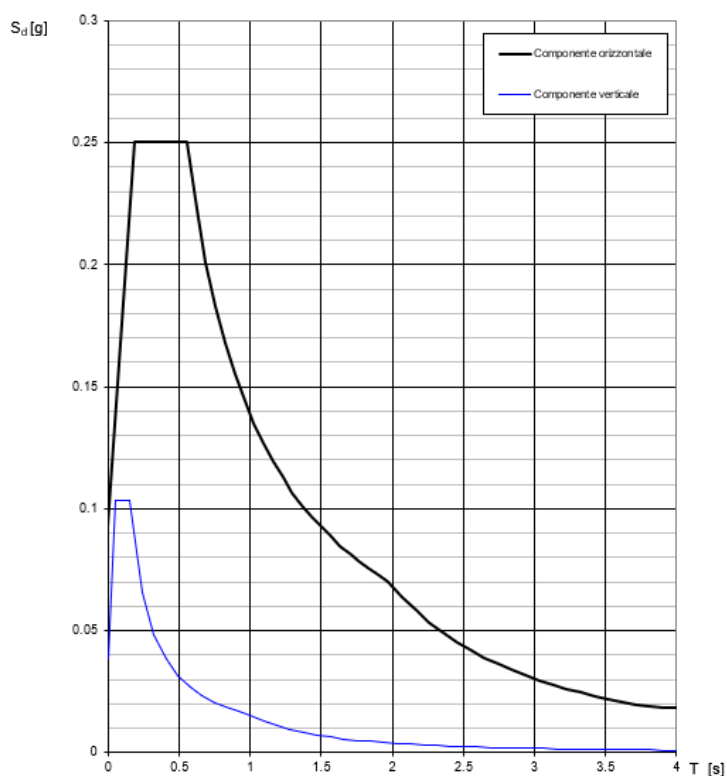
Elaborazioni  
 Grafici spettri di risposta |>>>  
 Parametri e punti spettri di risposta |>>>

Spettri di risposta

— Spettro di progetto - componente orizzontale  
 — Spettro di progetto - componente verticale  
 — Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1,  $\xi = 5\%$ )

INTRO      FASE 1      FASE 2      **FASE 3**

### Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato li SLV



APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering						
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ CL	SN0200 001	B	15 DI 72

### Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato \$LV\$

#### Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0.093 g
$F_0$	2.898
$T_C$	0.552 s
$S_s$	1.000
$C_C$	1.000
$S_T$	1.000
$q$	1.000

#### Parametri dipendenti

$S$	1.000
$\eta$	1.000
$T_B$	0.184 s
$T_C$	0.552 s
$T_D$	1.972 s

#### Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

#### Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

#### Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.093
$T_B \leftarrow$	0.184	0.251
$T_C \leftarrow$	0.552	0.251
	0.620	0.223
	0.688	0.201
	0.755	0.183
	0.823	0.168
	0.890	0.155
	0.958	0.145
	1.025	0.135
	1.093	0.127
	1.161	0.119
	1.228	0.113
	1.296	0.107
	1.363	0.102
	1.431	0.097
	1.498	0.092
	1.566	0.088
	1.634	0.085
	1.701	0.081
	1.769	0.078
	1.836	0.075
	1.904	0.073
$T_D \leftarrow$	1.972	0.070
	2.068	0.064
	2.165	0.058
	2.261	0.053
	2.358	0.049
	2.454	0.045
	2.551	0.042
	2.648	0.039
	2.744	0.036
	2.841	0.034
	2.937	0.032
	3.034	0.030
	3.131	0.028
	3.227	0.026
	3.324	0.025
	3.420	0.023
	3.517	0.022
	3.614	0.021
	3.710	0.020
	3.807	0.019
	3.903	0.019
	4.000	0.019

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ CL	SN0200 001	B	16 DI 72

### Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato lin\$LV

#### Parametri indipendenti

STATO LIMITE	
$a_{gv}$	0.038 g
$S_s$	1.000
$S_T$	1.000
$q$	1.000
$T_B$	0.050 s
$T_C$	0.150 s
$T_D$	1.000 s

#### Parametri dipendenti

$F_v$	1.110
$S$	1.000
$\eta$	1.000

#### Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left( \frac{a_g}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

#### Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$$0 \leq T < T_B \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

#### Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.038
$T_B$ ←	0.050	0.103
$T_C$ ←	0.150	0.103
	0.235	0.088
	0.320	0.048
	0.405	0.038
	0.490	0.032
	0.575	0.027
	0.660	0.023
	0.745	0.021
	0.830	0.019
	0.915	0.017
$T_D$ ←	1.000	0.015
	1.094	0.013
	1.188	0.011
	1.281	0.009
	1.375	0.008
	1.469	0.007
	1.563	0.006
	1.656	0.006
	1.750	0.005
	1.844	0.005
	1.938	0.004
	2.031	0.004
	2.125	0.003
	2.219	0.003
	2.313	0.003
	2.406	0.003
	2.500	0.002
	2.594	0.002
	2.688	0.002
	2.781	0.002
	2.875	0.002
	2.969	0.002
	3.063	0.002
	3.156	0.002
	3.250	0.001
	3.344	0.001
	3.438	0.001
	3.531	0.001
	3.625	0.001
	3.719	0.001
	3.813	0.001
	3.906	0.001
	4.000	0.001



APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandataria:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl</b> <b>Technital SpA</b> <b>HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ CL	SN0200 001	B	17 DI 72

## 6 MODELLO DI CALCOLO

### 6.1 DICHIARAZIONI SECONDO N.T.C. 2008 – 10.2

Le analisi della struttura sono state condotte mediante un modello di calcolo implementato in Midas Gen della *Midas corporation*. Prima di procedere all'analisi del modello si rilasciano le dichiarazioni previste dalle NTC al paragrafo 10.2.

#### Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	Midas Gen 2021
Versione	1.1
Produttore	Midas Corporation
Utente	ENGCO s.r.l.
Licenza	CFENGEN0002765

#### Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata mediante il software Midas gen e validata con i metodi della scienza delle costruzioni.

La struttura viene discretizzata in elementi tipo trave. Per simulare il comportamento del terreno di fondazione e di rinfianco vengono inserite delle molle alla Winkler non reagenti a trazione

L'analisi che viene effettuata è un'analisi al passo per tener conto delle molle che devono essere eliminate (molle in trazione). L'analisi fornisce i risultati in termini di spostamenti. Dagli spostamenti si risale alle sollecitazioni nodali ed alle pressioni sul terreno.

Il calcolo degli scatolari viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- calcolo delle pressioni in calotta (per gli scatolari ricoperti da terreno);
- calcolo della spinta del terreno;
- calcolo delle sollecitazioni sugli elementi strutturali (fondazione, piedritti e traverso);
- progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 14/01/2008.

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

#### Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl</b> <b>Technital SpA</b> <b>HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ CL	SN0200 001	B	18 DI 72

## Informazioni generali sull'elaborazione

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

## Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, si asserisce che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

Il software tiene conto del vincolo esercitato dal terreno di fondazione e di rinfiacco, modellato con molle di rigidezza pari alla costante di sottofondo. Le azioni rappresentate dalle spinte del terreno ai lati dello scatolare sono valutate automaticamente dal programma di calcolo.

## Strategia di soluzione

A partire dal tipo di terreno, dalla geometria e dai sovraccarichi agenti il programma è in grado di conoscere tutti i carichi agenti sulla struttura per ogni combinazione di carico.

La struttura scatolare viene modellata mediante l'utilizzo di elementi plate, vincolata da un letto di molle alla Winkler e viene risolta mediante il metodo degli elementi finiti (FEM).

Il terreno di rinfiacco e di fondazione viene invece schematizzato con una serie di elementi molle non reagenti a trazione (modello di Winkler). L'area della singola molla è direttamente proporzionale alla costante di Winkler del terreno e all'area di influenza della molla stessa.

A partire dalla matrice di rigidezza del singolo elemento,  $K_e$ , si assembla la matrice di rigidezza di tutta la struttura  $K$ . Tutti i carichi agenti sulla struttura vengono trasformati in carichi nodali (reazioni di incastro perfetto) ed inseriti nel vettore dei carichi nodali  $p$ .

Indicando con  $u$  il vettore degli spostamenti nodali (incogniti), la relazione risolutiva può essere scritta nella forma

$$K u = p$$

Da questa equazione matriciale si ricavano gli spostamenti incogniti  $u$

$$u = K^{-1} p$$

Noti gli spostamenti nodali è possibile risalire alle sollecitazioni nei vari elementi.

La soluzione del sistema viene fatta per ogni combinazione di carico agente sullo scatolare. Il successivo calcolo delle armature nei vari elementi viene condotto tenendo conto delle condizioni più gravose che si possono verificare nelle sezioni fra tutte le combinazioni di carico.

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: <b>RPA srl Technital SpA HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ CL	SN0200 001	B	19 DI 72

## 6.2 CONDIZIONI DI CARICO

Di seguito sono riportate le condizioni di carico elementari utilizzate ai fini delle combinazioni di carico impiegate per le verifiche di resistenza.

### 6.2.1 *Peso proprio della struttura (DEAD)*

Il peso proprio della struttura è calcolato, in automatico, dal programma di calcolo.

Elemento	Spessore	Peso
Soletta di copertura	0.50 m	12.5 kN/m <sup>2</sup>
Piedritti destro e sinistro	0.50 m	12.5 kN/m <sup>2</sup>
Setti centrali	0.40 m	10.0 kN/m <sup>2</sup>
Soletta di fondazione	0.50 m	12.5 kN/m <sup>2</sup>

Tabella 3 – Peso proprio degli elementi strutturali

### 6.2.2 *Carichi permanenti portati (PERM)*

Il peso del materiale di ricoprimento viene assunto pari a 20KN/m<sup>3</sup> con un'altezza di ricoprimento pari a 1.50m

$$\text{Carichi permanenti portati} \quad \text{PERM} \quad = \quad \boxed{30.00} \text{ KN/m}^2$$

In più viene aggiunto, come carico concentrato nei nodi tra la soletta superiore e i piedritti, il carico permanente sulla soletta di copertura dovuto al peso della zona sovrastante la metà dello spessore del piedritto (la modellazione dello scatolare è stata fatta in asse piedritto).

### 6.2.3 *Carichi mobili ferroviari*

I carichi ferroviari non incidono sull'opera in esame. Si è opportunamente verificato che la diffusione dei carichi verticali all'interno del ballast, dell'armamento ferroviario e del terreno di ricoprimento e di rinfiaccio è tale da non influenzare il comportamento dell'opera in esame.

### 6.2.4 *Sovraccarichi accidentali (Qk)*

La vasca è posizionata al di sotto del piazzale della stazione ferroviaria, per la quale sono previsti percorsi ciclabili e pedonali. Cautelativamente, si è quindi considerato un sovraccarico accidentale pari a 20 kN/m<sup>2</sup> agente sul piano campagna.

$$\text{Sovraccarichi Accidentali} \quad Q_k \quad = \quad \boxed{20.00} \text{ KN/m}^2$$

In più viene aggiunto, come carico concentrato nei nodi tra la soletta superiore e i piedritti, il carico permanente sulla soletta di copertura dovuto al peso della zona sovrastante la metà dello spessore del piedritto (la modellazione dello scatolare è stata fatta in asse piedritto).

$$\text{Sovraccarichi Accidentali} \quad Q_k \quad = \quad \boxed{5.00} \text{ KN/m}$$

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI												
PROGETTISTA: Mandataria:            Mandante: RPA srl                 Technital SpA            HUB Engineering													
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IA3S</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL</td> <td>SN0200 001</td> <td>B</td> <td>20 DI 72</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IA3S	01	E ZZ CL	SN0200 001	B	20 DI 72
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IA3S	01	E ZZ CL	SN0200 001	B	20 DI 72								

### 6.2.5 Spinta a riposo del terreno sui piedritti (SPRTP-DX/SPRTP-SX)

Per le combinazioni di carico non sismiche, si assume che sui piedritti agisca la spinta calcolata in condizioni di riposo. Il coefficiente di spinta a riposo è espresso dalla relazione (Jaky, 1948):

$$K_0 = 1 - \sin \varphi = 1 - \sin 35^\circ = 0.426$$

dove  $\varphi$  rappresenta l'angolo d'attrito interno del terreno di rinfianco.

Quindi la pressione laterale, ad una generica profondità  $z$ , e la spinta totale sulla parete di altezza  $H$  valgono:

Coefficiente di spinta a riposo	$K_0$	=	0.426	
Pressione estradosso soletta superiore	P1	=	12.78	KN/m
Pressione in asse soletta superiore	P2	=	14.91	KN/m
Pressione in asse soletta inferiore	P3	=	53.25	KN/m
Pressione intradosso soletta inferiore	P4	=	55.38	KN/m

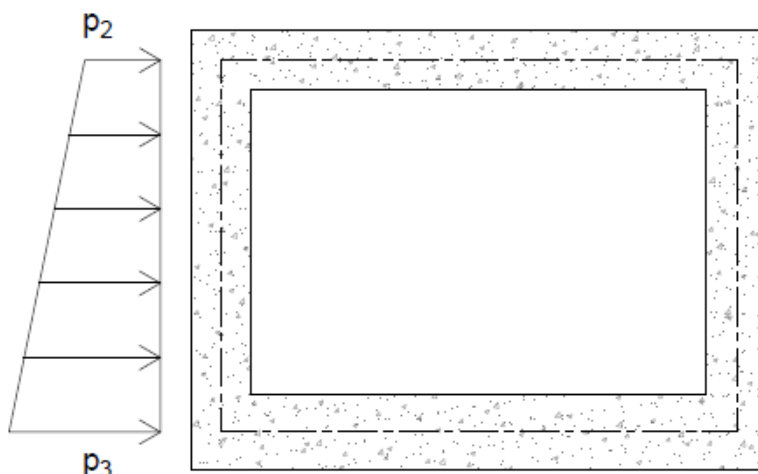


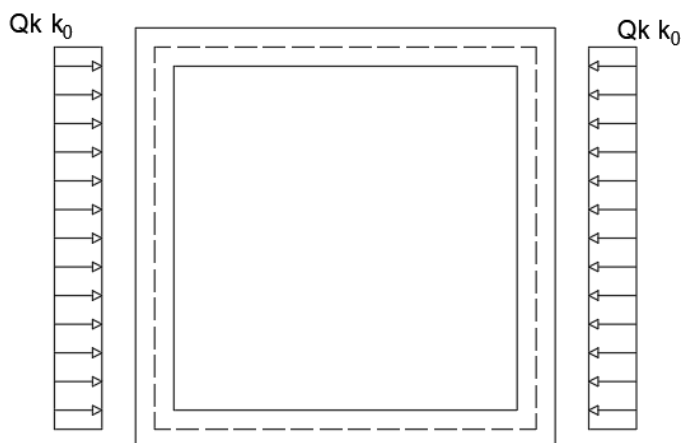
Figura. Spinte del terreno.

### 6.2.6 Spinta a riposo da sovraccarichi (SPRQP-DX/SPRQP-SX)

Nel caso in esame, la spinta dovuta ai sovraccarichi è valutata ne seguito considerando i carichi applicati sulla superficie esterna del terreno di ricoprimento:

Coefficiente di spinta a riposo	$K_0$	=	0.426	
Pressione in asse soletta superiore	Q1	=	8.52	KN/m <sup>2</sup>
Pressione in asse soletta inferiore	Q2	=	8.52	KN/m <sup>2</sup>

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria:      Mandante: <b>RPA srl              Technital SpA              HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ CL	SN0200 001	B	21 DI 72



### 6.2.7 Variazioni di temperatura (TERM)

[NTC – 5.2.2.5.2] Le variazioni termiche uniformi, in mancanza di studi approfonditi, per strutture in calcestruzzo sono da assumersi pari a:

$$\Delta T = \pm 15^{\circ}C$$

Essendo essa rappresentativa di una variazione termica stagionale, ossia legata ad un fenomeno lento, è stato considerato che questa avvenga su una struttura caratterizzata da un modulo di elasticità dimezzato [NTC – 4.1.1.1], ovvero corrisponda ad una variazione termica di  $\pm 7.5^{\circ}C$ .

In aggiunta alla variazione termica uniforme, nel caso di impalcati a cassone in calcestruzzo, andrà considerata una differenza di temperatura di  $5^{\circ}C$  con andamento lineare nello spessore delle pareti e nei due casi di temperatura interna maggiore/minore dell'esterna. Al fine di contemplare l'alternanza caldo fuori/freddo dentro e viceversa, dette condizioni sono state introdotte nel modello di calcolo con segno alterno. Le variazioni termiche sono state considerate come azioni di tipo variabile.

### 6.2.8 Ritiro (RIT)

Gli effetti del ritiro sono stati valutati a "lungo termine" attraverso il calcolo dei coefficienti di ritiro finale  $\epsilon_{cs}(t, t_0)$  e di viscosità  $\phi(t, t_0)$ , come definiti nell'EUROCODICE 2- UNI EN 1992-1-1 (Novembre 2005) e D.M. 14-01-2008.

I fenomeni di ritiro sono stati considerati agenti solo sulla soletta di copertura ed applicati nel modello come una variazione termica uniforme equivalente di entità pari a:

$$\Delta T_{ritiro} = -10.67^{\circ}C$$

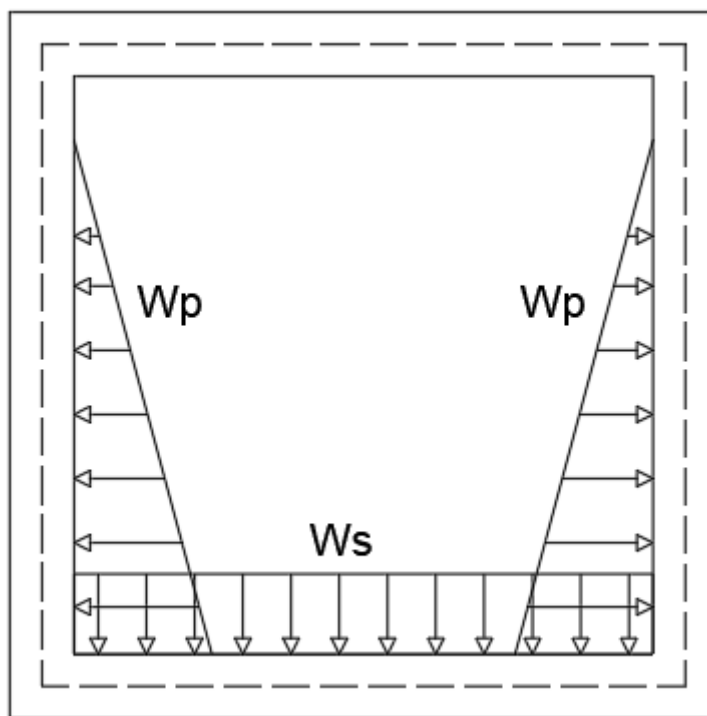
L'azione del ritiro, così come prescritto dalla normativa, rientra tra quelle che sono le azioni permanenti (G) applicate sulla struttura.

### 6.2.9 Spinta acqua (SPWP/SPWSF)

Nel caso in esame, la spinta dovuta all'acqua nella vasca a pieno carico ovvero con un'altezza pari a 4.00m è valutata nel seguito, considerando un peso del liquido pari a  $10.00 \text{ KN/m}^3$

Pressione sul piedritto	$W_p$	=	40.00	KN/m
Pressione sulla soletta di fondazione	$W_s$	=	40.00	KN/m <sup>2</sup>

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria: <u>          </u> Mandante: <u>          </u> <b>RPA srl                      Technital SpA                      HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ CL	SN0200 001	B	22 DI 72



### 6.2.10 Spinta in presenza di sisma - Metodo di Wood (Sisma H, Sisma V, SPSHT-DX/SPSHT-SX)

Per tener conto dell'incremento di spinta dovuta al sisma si fa riferimento al metodo di Wood. La Normativa Italiana suggerisce di tener conto di un incremento di spinta dovuto al sisma nel modo seguente: detta  $\varepsilon$  l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e  $\beta$  l'inclinazione della parete rispetto alla verticale, si calcola la spinta  $S'$  considerando un'inclinazione del terrapieno e della parete pari a:

$$\begin{aligned}\varepsilon' &= \varepsilon + \theta \\ \beta' &= \beta + \theta\end{aligned}$$

dove, in assenza di falda:

$$\theta = \arctg\left(\frac{k_h}{1 \pm k_v}\right)$$

essendo  $k_h$  il coefficiente sismico orizzontale e  $k_v$  il coefficiente sismico verticale, definito in funzione di  $k_h$ . Detta  $S$  la spinta calcolata in condizioni statiche l'incremento di spinta da applicare è espresso da:

$$\Delta S = A \cdot S' - S$$

dove il coefficiente  $A$  vale:

$$A = \frac{\cos^2(\beta + \theta)}{\cos^2\beta \cdot \cos\theta}$$

Il calcolo della spinta in condizioni sismiche è stato effettuato con la formula di Wood, generalmente adoperato in caso di pareti rigide e terreno lontano da condizioni limite. Nel caso di strutture rigide completamente vincolate, in modo tale che non può svilupparsi nel terreno uno stato di spinta attiva, nonché

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: <b>RPA srl Technital SpA HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ CL	SN0200 001	B	23 DI 72

nel caso di muri verticali con terrapieno a superficie orizzontale, l'incremento dinamico di spinta del terreno, da applicare a metà altezza del muro, può essere calcolato come:

$$\Delta S_E = \left( \frac{a_{max}}{g} \right) \cdot \gamma \cdot H^2$$

in cui in assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale, l'accelerazione massima può essere valutata con la relazione:

- $a_{max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g$
- $S$  è il coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica e topografica, rispettivamente attraverso i coefficienti  $S_S$  e  $S_T$  valutati, nel caso in esame, al paragrafo 5 della presente relazione;
- $H$  è l'altezza sulla quale agisce la spinta.

Il software di calcolo valuta inoltre le forze di inerzia orizzontale e verticale secondo il metodo dell'analisi pseudostatica in cui l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico  $k$ , così come prescritto dalle norme nel paragrafo relativo al calcolo delle forze sismiche per i muri di sostegno [NTC – 7.11.6.2]. Le forze sismiche sono quindi ottenute come:

$$F_{i,h} = k_h \cdot W$$

$$F_{i,v} = \pm k_v \cdot W$$

essendo  $W$  il peso del muro, del terreno soprastante la zattera di fondazione a monte del muro e degli eventuali sovraccarichi. Tali forze vengono applicate nel baricentro dei pesi.

Nelle verifiche allo SLU, i valori dei coefficienti sismici orizzontale  $k_h$  e verticale  $k_v$  possono essere valutati mediante le seguenti espressioni:

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{max}}{g}$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

dove:

- $a_{max}$  è l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito, espressa in m/s<sup>2</sup>;
- $g$  è l'accelerazione di gravità;
- $\beta_m$  è un coefficiente che, per i muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno, assume valore unitario.

Per quanto riguarda la determinazione dei pesi sismici (ossia le masse della struttura che, soggette ad accelerazioni del terremoto, generano le forze di inerzia sismiche), la normativa prescrive di determinarli sommando ai carichi permanenti  $G_1$  e  $G_2$  le azioni variabili  $Q_k$  ridotte mediante il coefficiente di combinazione dell'azione variabile  $\Psi_{2,i}$  che tiene conto della probabilità che tutti i carichi siano presenti sulla struttura in occasione del sisma. Il coefficiente  $\Psi_2$ , assume, nel caso di sovraccarichi ferroviari, valore pari a 0.20. Per gli altri sovraccarichi accidentali si è considerato un coefficiente pari a 0.60.

Calcolo delle azioni:

Coefficiente di amplificazione stratigrafica	$S_S$	=	1.00	
Coefficiente di amplificazione topografica	$S_T$	=	1.00	
Accelerazione massima al suolo	$a_g$	=	0.093	g
Accelerazione massima al suolo	$a_{max}$	=	0.093	g

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria: <u>          </u> Mandante: <u>          </u> <b>RPA srl                      Technital SpA                      HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ CL	SN0200 001	B	24 DI 72

Coefficiente di riduzione	$\beta_m$	=	1.00	
Coefficiente di spinta sismica orizzontale	$k_h$	=	0.093	g
Coefficiente di spinta sismica verticale	$k_v$	=	0.046	g

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

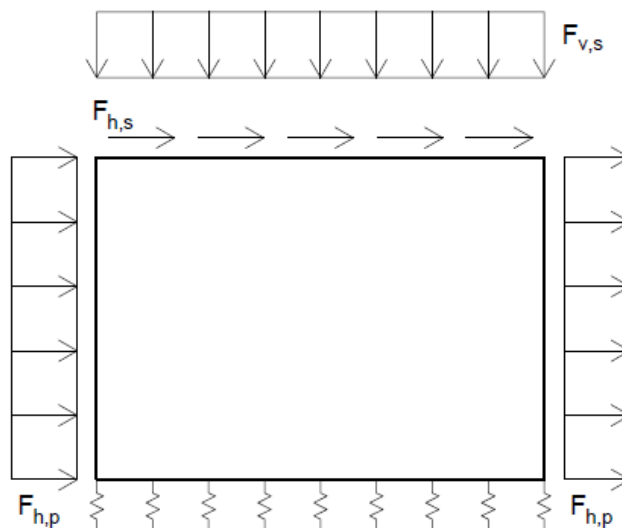
Peso sismico della soletta superiore	$G_{1,s}$	=	17.50	KN/m <sup>2</sup>
Peso sismico dei piedritti	$G_{1,p}$	=	17.50	KN/m <sup>2</sup>
Peso sismico associato al carico permanente	$G_2$	=	30.00	kN/m <sup>2</sup>
Peso sismico associato al sovraccarico	$Q_k$	=	20.00	kN/m <sup>2</sup>
Coefficiente di combo sismica sovraccarico	$\psi_2$	=	0,60	

Sisma H

Forza d'inerzia orizzontale sulla soletta di copertura	$F_{h,s}$	=	5.53	kN/m <sup>2</sup>
Forza d'inerzia orizzontale sui piedritti	$F_{h,p}$	=	1.63	kN/m <sup>2</sup>

Sisma V

Forza d'inerzia verticale sulla soletta di copertura	$F_{v,s}$	=	2.77	kN/m <sup>2</sup>
--	-----------	---	------	-------------------



### Spinta sismica terreno SPSHT-DX/SPSHT-SX

Sovrappinta sismica del terrapieno agente sui piedritti esterni	$\Delta S_E$	=	165,07	kN
Sovraccarico sismico del terrapieno agente sui piedritti esterni	$\Delta p_E$	=	3.07	kN/m <sup>2</sup>

## 6.3 COMBINAZIONI DI CARICO

Ai fini delle verifiche degli stati limite si è fatto riferimento alle seguenti combinazioni delle azioni.

- **Combinazione fondamentale**, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):



APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandataria:</u> <u>Mandante:</u> RPA srl              Technital SpA              HUB Engineering	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)</b>	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SN0200 001	REV. B	FOGLIO 25 DI 72

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- **Combinazione caratteristica (rara)**, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- **Combinazione frequente**, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- **Combinazione quasi permanente**, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) a lungo termine;

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- **Combinazione sismica**, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

in cui vengono opportunamente combinati gli effetti della componente sismica verticale ed orizzontale.

Gli effetti dei carichi verticali vengono sempre combinati con le altre azioni derivanti dal traffico ferroviario. Nel caso specifico si sono considerati agenti sia il sovraccarico ferroviario che l'azione di avviamento/frenatura per intero, in accordo con il Gruppo 3 presente in tabella 5.2.IV delle NTC. Per le altre azioni, vengono definiti diversi coefficienti di combinazione [NTC – Tabelle 5.2.V e 5.2.VI per i carichi ferroviari]. Si specifica che si è scelto di operare attraverso l'*Approccio* 1 prescritto dalla norma [NTC – 2.6.1] dunque ogni combinazione di carico è ripetuta due volte, una volta con i coefficienti A1 e M1 (STR) rispettivamente per le azioni e per i materiali, una volta con i coefficienti A2 e M2 (GEO). Di tali coefficienti si è scelto sempre il valore *sfavorevole* per la struttura.

Nelle tabelle riportate di seguito sono elencate le combinazioni di carico utilizzate nel seguente progetto. In particolare, dall'alternanza del segno delle variazioni termiche, sono state definite le combinazioni di carico sismiche;

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>												
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: <b>RPA srl Technital SpA HUB Engineering</b>													
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)</b>	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IA3S</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL</td> <td>SN0200 001</td> <td>B</td> <td>26 DI 72</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IA3S	01	E ZZ CL	SN0200 001	B	26 DI 72
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IA3S	01	E ZZ CL	SN0200 001	B	26 DI 72								

Legenda Nomenclatura Carichi	
DEAD	Peso Proprio della Struttura
PERM	Carico permanente
SPRTP-DX	Spinta a riposo Terreno sui piedritti di Destra
SPRTP-SX	Spinta a riposo Terreno sui piedritti di Sinistra
Qk	Accidentali
SPRQP-DX	Spinta a riposo Sovraccarico sui piedritti di Destra
SPRQP-SX	Spinta a riposo Sovraccarico sui piedritti di Sinistra
TERM	Variazione Termica
RIT	Ritiro sulla Soletta Superiore
SPWP	Spinta acqua sui piedritti
SPWSF	Peso acqua sulla Soletta di Fondazione
F <sub>h,p</sub>	Forza d'inerzia orizzontale sui piedritti
F <sub>h,s</sub>	Forza d'inerzia orizzontale sulla Soletta di Copertura
F <sub>v,s</sub>	Forza d'inerzia Verticale sulla Soletta di Copertura
SPSHT-DX	Sovrappinta sismica del terreno sui piedritti di Destra
SPSHT-SX	Sovrappinta sismica del terreno sui piedritti di Sinistra
Sisma H	Azione sismica orizzontale
Sisma V	Azione sismica verticale

LCB C Loadcase Name(Factor) + Loadcase Name(Factor) + Loadcase Name(Factor)

-----

1 1 DEAD( 1.300) + PERM( 1.500) + SPRTP-DX( 1.500)  
+ SPRTP-SX( 1.500) + Qk( 1.500) + SPRQP-DX( 1.500)  
+ SPRQP-SX( 1.500)

2 1 DEAD( 1.300) + PERM( 1.500) + SPRTP-DX( 1.500)  
+ SPRTP-SX( 1.500) + TERM( 1.500)

3 1 DEAD( 1.300) + PERM( 1.500) + SPRTP-DX( 1.500)  
+ SPRTP-SX( 1.500) + TERM(-1.500)

4 1 DEAD( 1.300) + PERM( 1.500) + SPRTP-DX( 1.500)  
+ SPRTP-SX( 1.500) + RIT( 1.500)

5 1 DEAD( 1.300) + PERM( 1.500) + SPRTP-DX( 1.500)  
+ SPRTP-SX( 1.500) + Qk( 1.500) + SPRQP-DX( 1.500)  
+ SPRQP-SX( 1.500) + TERM( 0.900)

6 1 DEAD( 1.300) + PERM( 1.500) + SPRTP-DX( 1.500)  
+ SPRTP-SX( 1.500) + Qk( 1.500) + SPRQP-DX( 1.500)

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandataria:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl</b> <b>Technital SpA</b> <b>HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ CL	SN0200 001	B	27 DI 72

	+	SPRQP-SX( 1.500) +	TERM(-0.900)	
7	1	DEAD( 1.300) +	PERM( 1.500) +	SPRTP-DX( 1.500)
		+	SPRTP-SX( 1.500) +	Qk( 1.500) +
			SPRQP-DX( 1.500)	
		+	SPRQP-SX( 1.500) +	RIT( 0.900)
8	1	DEAD( 1.300) +	PERM( 1.500) +	SPRTP-DX( 1.500)
		+	SPRTP-SX( 1.500) +	Qk( 1.500) +
			SPRQP-DX( 1.500)	
		+	SPRQP-SX( 1.500) +	TERM( 0.900) +
			RIT( 0.900)	
9	1	DEAD( 1.300) +	PERM( 1.500) +	SPRTP-DX( 1.500)
		+	SPRTP-SX( 1.500) +	Qk( 1.500) +
			SPRQP-DX( 1.500)	
		+	SPRQP-SX( 1.500) +	TERM(-0.900) +
			RIT( 0.900)	
10	1	DEAD( 1.300) +	PERM( 1.500) +	SPRTP-DX( 1.500)
		+	SPRTP-SX( 1.500) +	Qk( 1.500) +
			SPRQP-DX( 1.500)	
		+	SPRQP-SX( 1.500) +	TERM( 1.500)
11	1	DEAD( 1.300) +	PERM( 1.500) +	SPRTP-DX( 1.500)
		+	SPRTP-SX( 1.500) +	Qk( 1.500) +
			SPRQP-DX( 1.500)	
		+	SPRQP-SX( 1.500) +	TERM(-1.500)
12	1	DEAD( 1.300) +	PERM( 1.500) +	SPRTP-DX( 1.500)
		+	SPRTP-SX( 1.500) +	TERM( 1.500) +
			RIT( 0.900)	
13	1	DEAD( 1.300) +	PERM( 1.500) +	SPRTP-DX( 1.500)
		+	SPRTP-SX( 1.500) +	TERM(-1.500) +
			RIT( 0.900)	
14	1	DEAD( 1.300) +	PERM( 1.500) +	SPRTP-DX( 1.500)
		+	SPRTP-SX( 1.500) +	Qk( 1.500) +
			SPRQP-DX( 1.500)	
		+	SPRQP-SX( 1.500) +	TERM( 1.500) +
			RIT( 0.900)	
15	1	DEAD( 1.300) +	PERM( 1.500) +	SPRTP-DX( 1.500)
		+	SPRTP-SX( 1.500) +	Qk( 1.500) +
			SPRQP-DX( 1.500)	
		+	SPRQP-SX( 1.500) +	TERM(-1.500) +
			RIT( 0.900)	
16	1	DEAD( 1.300) +	PERM( 1.500) +	SPRTP-DX( 1.500)
		+	SPRTP-SX( 1.500) +	Qk( 1.500) +
			SPRQP-DX( 1.500)	
		+	SPRQP-SX( 1.500) +	RIT( 1.500)

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandataria:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl</b> <b>Technital SpA</b> <b>HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ CL	SN0200 001	B	28 DI 72

17	1	DEAD( 1.300) +	PERM( 1.500) +	SPRTP-DX( 1.500)
		+ SPRTP-SX( 1.500) +	TERM( 0.900) +	RIT( 1.500)
18	1	DEAD( 1.300) +	PERM( 1.500) +	SPRTP-DX( 1.500)
		+ SPRTP-SX( 1.500) +	TERM(-0.900) +	RIT( 1.500)
19	1	DEAD( 1.300) +	PERM( 1.500) +	SPRTP-DX( 1.500)
		+ SPRTP-SX( 1.500) +	Qk( 1.500) +	SPRQP-DX( 1.500)
		+ SPRQP-SX( 1.500) +	TERM( 0.900) +	RIT( 1.500)
20	1	DEAD( 1.300) +	PERM( 1.500) +	SPRTP-DX( 1.500)
		+ SPRTP-SX( 1.500) +	Qk( 1.500) +	SPRQP-DX( 1.500)
		+ SPRQP-SX( 1.500) +	TERM(-0.900) +	RIT( 1.500)
21	1	DEAD( 1.300) +	SPWP( 1.300) +	SPSF( 1.300)
22	1	DEAD( 1.300) +	TERM( 1.500)	
23	1	DEAD( 1.300) +	TERM(-1.500)	
24	1	DEAD( 1.300) +	RIT( 1.500)	
25	1	DEAD( 1.300) +	TERM( 0.900) +	SPWP( 1.300)
		+ SPSF( 1.300)		
26	1	DEAD( 1.300) +	TERM(-0.900) +	SPWP( 1.300)
		+ SPSF( 1.300)		
27	1	DEAD( 1.300) +	RIT( 0.900) +	SPWP( 1.300)
		+ SPSF( 1.300)		
28	1	DEAD( 1.300) +	TERM( 0.900) +	RIT( 0.900)
		+ SPWP( 1.300) +	SPSF( 1.300)	
29	1	DEAD( 1.300) +	TERM(-0.900) +	RIT( 0.900)
		+ SPWP( 1.300) +	SPSF( 1.300)	
30	1	DEAD( 1.300) +	TERM( 1.500) +	SPWP( 1.300)
		+ SPSF( 1.300)		
31	1	DEAD( 1.300) +	TERM(-1.500) +	SPWP( 1.300)
		+ SPSF( 1.300)		
32	1	DEAD( 1.300) +	TERM( 1.500) +	RIT( 0.900)

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandataria:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl</b> <b>Technital SpA</b> <b>HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ CL	SN0200 001	B	29 DI 72

33	1	DEAD( 1.300) +	TERM(-1.500) +	RIT( 0.900)
34	1	DEAD( 1.300) +	TERM( 1.500) +	RIT( 0.900)
		+ SPWP( 1.300) +	SPSF( 1.300)	
35	1	DEAD( 1.300) +	TERM(-1.500) +	RIT( 0.900)
		+ SPWP( 1.300) +	SPSF( 1.300)	
36	1	DEAD( 1.300) +	RIT( 1.500) +	SPWP( 1.300)
		+ SPSF( 1.300)		
37	1	DEAD( 1.300) +	TERM( 0.900) +	RIT( 1.500)
38	1	DEAD( 1.300) +	TERM(-0.900) +	RIT( 1.500)
39	1	DEAD( 1.300) +	TERM( 0.900) +	RIT( 1.500)
40	1	DEAD( 1.300) +	TERM(-0.900) +	RIT( 1.500)
97	1	DEAD( 1.000) +	PERM( 1.000) +	SPRTP-DX( 1.000)
		+ SPRTP-SX( 1.000) +	Qk( 0.600) +	SPRQP-DX( 0.600)
		+ SPRQP-SX( 0.600)		
98	1	Fh,p( 1.000) +	Fh,s( 1.000) +	SPSHT-SX( 1.000)
99	1	Fh,p(-1.000) +	Fh,s(-1.000) +	SPSHT-DX( 1.000)
100	1	Fv,s( 1.000)		
101	1	DEAD( 1.000) +	PERM( 1.000) +	SPRTP-DX( 1.000)
		+ SPRTP-SX( 1.000) +	Qk( 0.600) +	SPRQP-DX( 0.600)
		+ SPRQP-SX( 0.600) +	Fh,p( 0.300) +	Fh,s( 0.300)
		+ SPSHT-SX( 0.300) +	Fv,s( 1.000)	
102	1	DEAD( 1.000) +	PERM( 1.000) +	SPRTP-DX( 1.000)
		+ SPRTP-SX( 1.000) +	Qk( 0.600) +	SPRQP-DX( 0.600)
		+ SPRQP-SX( 0.600) +	Fh,p(-0.300) +	Fh,s(-0.300)
		+ SPSHT-DX( 0.300) +	Fv,s( 1.000)	
103	1	DEAD( 1.000) +	PERM( 1.000) +	SPRTP-DX( 1.000)
		+ SPRTP-SX( 1.000) +	Qk( 0.600) +	SPRQP-DX( 0.600)
		+ SPRQP-SX( 0.600) +	Fh,p( 1.000) +	Fh,s( 1.000)
		+ SPSHT-SX( 1.000) +	Fv,s( 0.300)	

<b>APPALTATORE:</b> <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
<b>PROGETTISTA:</b> <u>Mandataria:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl</b> <b>Technital SpA</b> <b>HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO:</b> <b>Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)</b>	PROGETTO <b>IA3S</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>SN0200 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>30 DI 72</b>

104 1            DEAD( 1.000) +            PERM( 1.000) +            SPRTP-DX( 1.000)  
                   + SPRTP-SX( 1.000) +            Qk( 0.600) +            SPRQP-DX( 0.600)  
                   + SPRQP-SX( 0.600) +            Fh,p(-1.000) +            Fh,s(-1.000)  
                   + SPSHT-DX( 1.000) +            Fv,s( 0.300)

---

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria: RPA srl Mandante: Technital SpA HUB Engineering	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ CL	SN0200 001	B	31 DI 72

## 7 ANALISI DELLE SOLLECITAZIONI

Nei successivi paragrafi si riportano i diagrammi involuppo delle caratteristiche della sollecitazione interna.

### 7.1 DIAGRAMMI INVILUPPO (SLU)

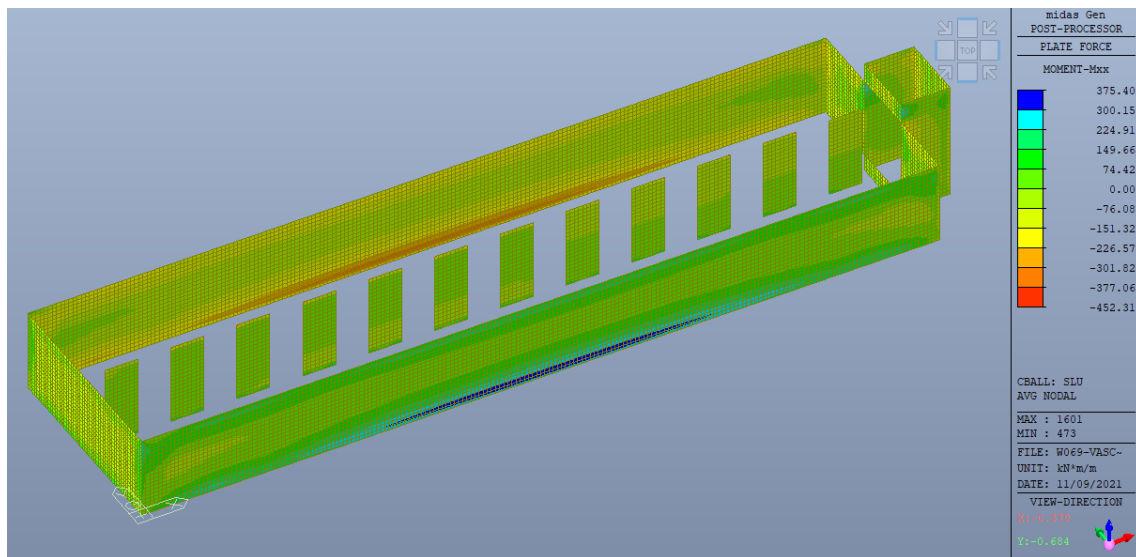


Figura 6 – Diagramma involuppo del momento flettente (SLV)

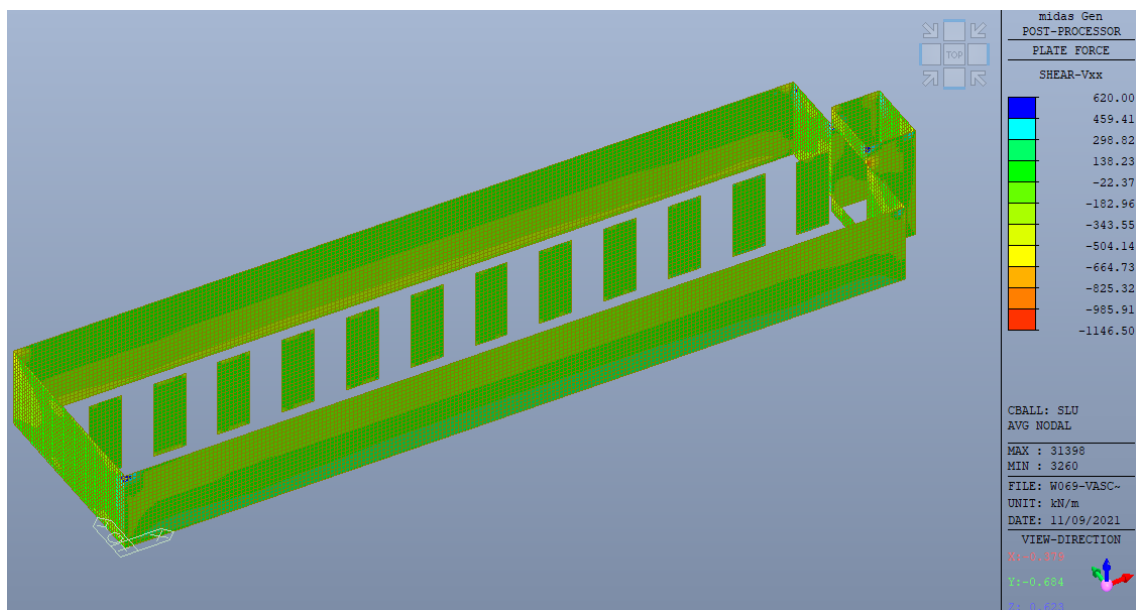


Figura 7 – Diagramma involuppo del taglio (SLV)

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria: RPA srl Mandante: Technital SpA HUB Engineering	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ CL	SN0200 001	B	32 DI 72

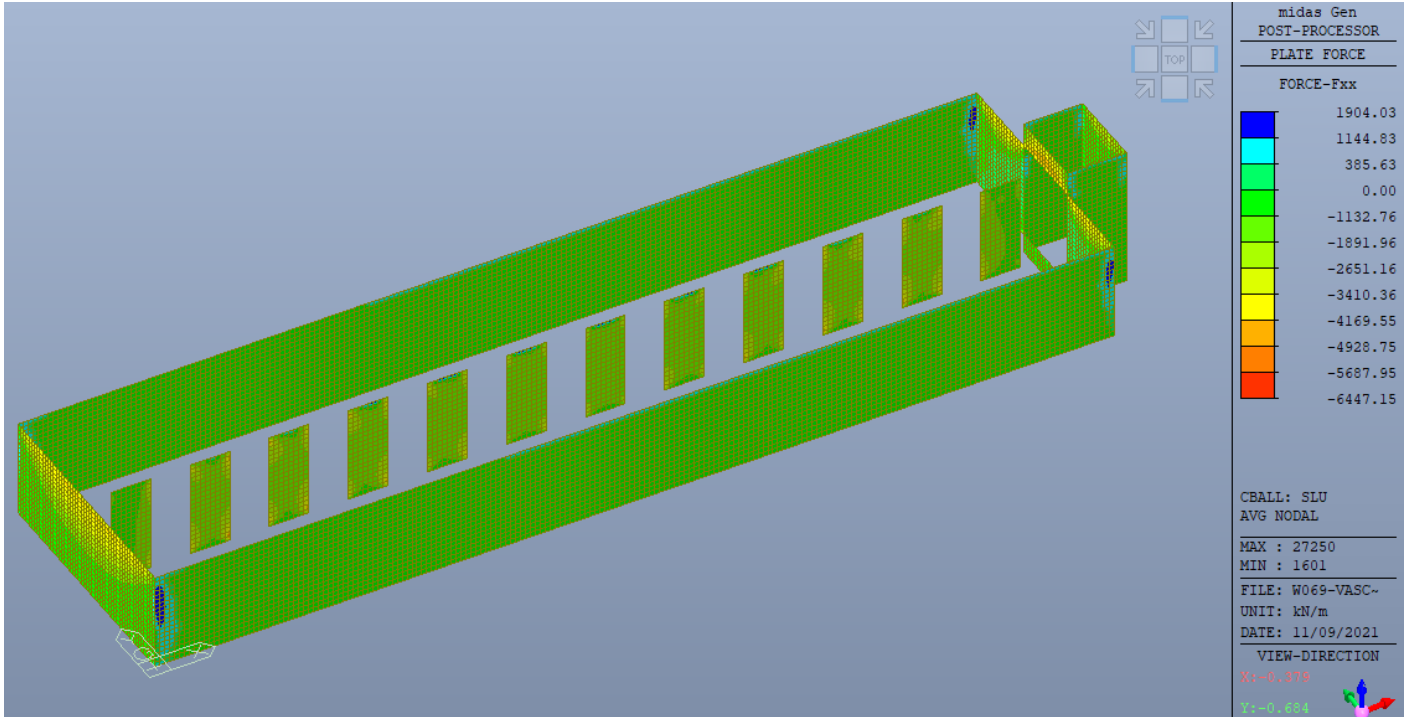
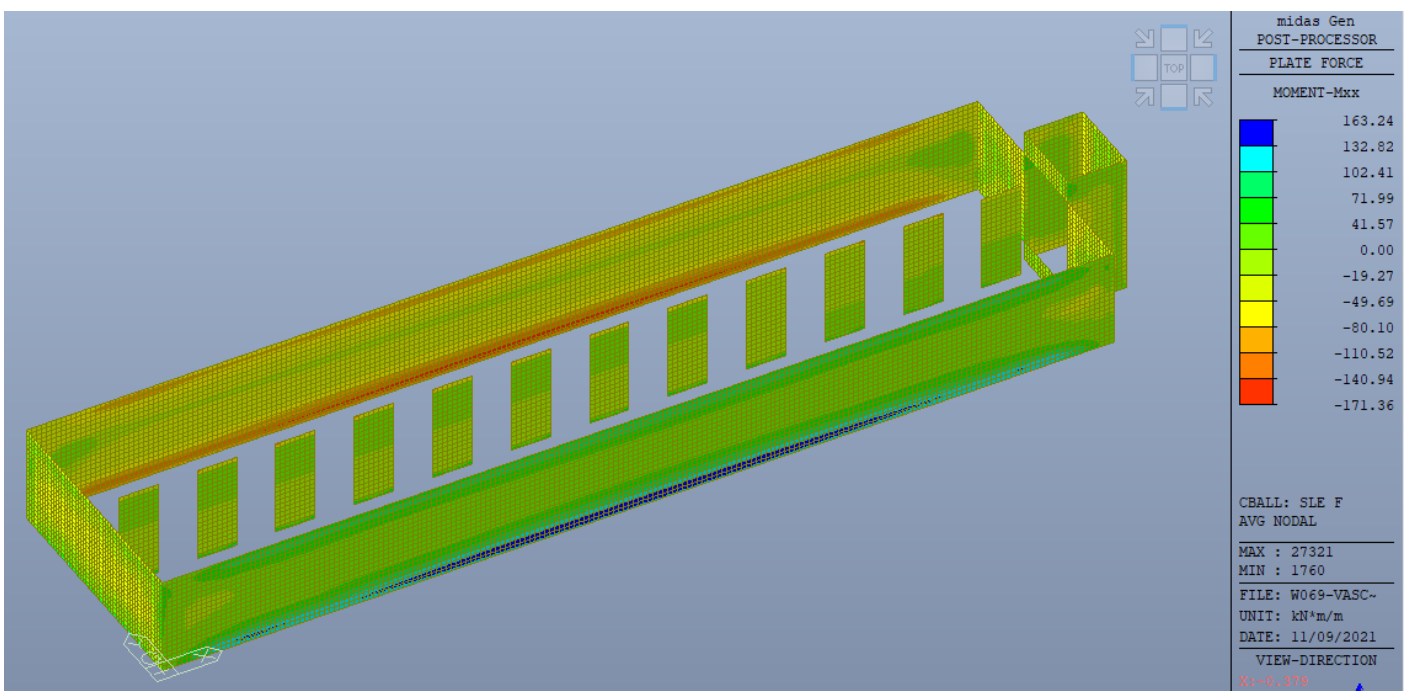


Figura 8 – Diagramma involuppo dello sforzo normale (SLV)

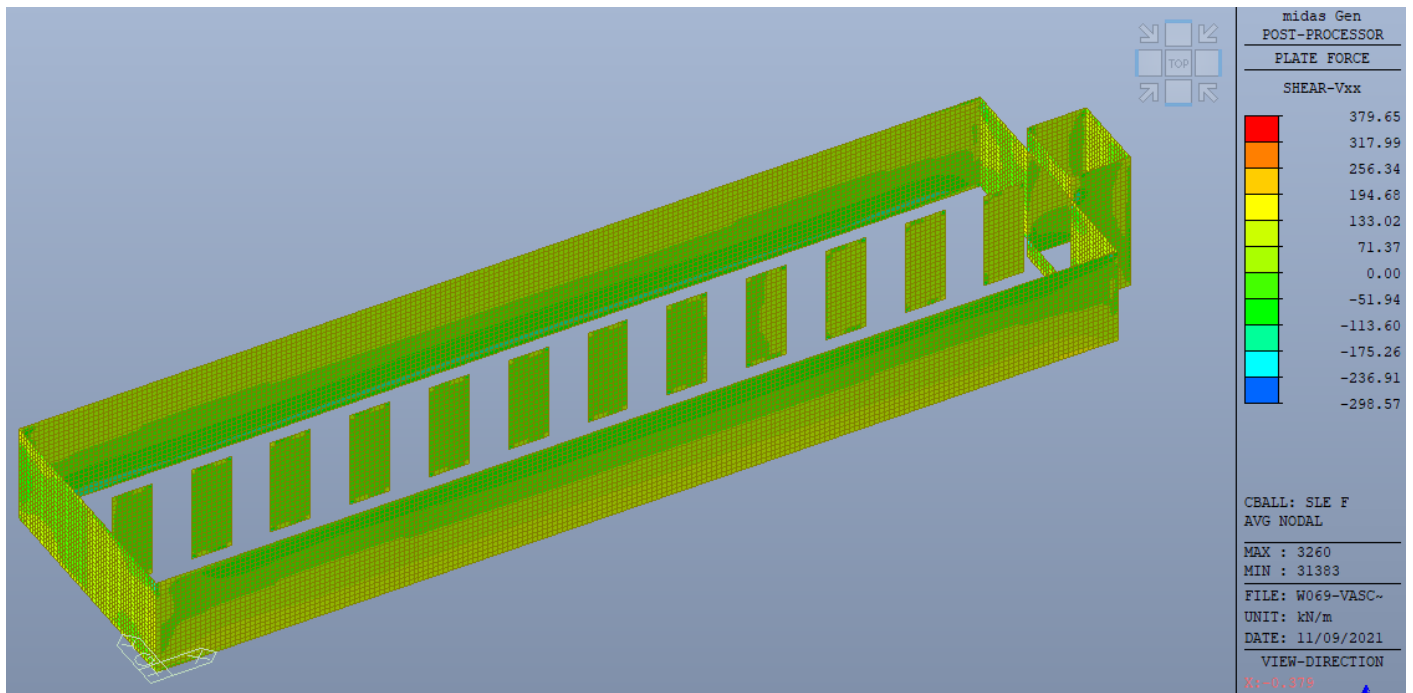
## 7.2 DIAGRAMMI INVILUPPO (SLE)



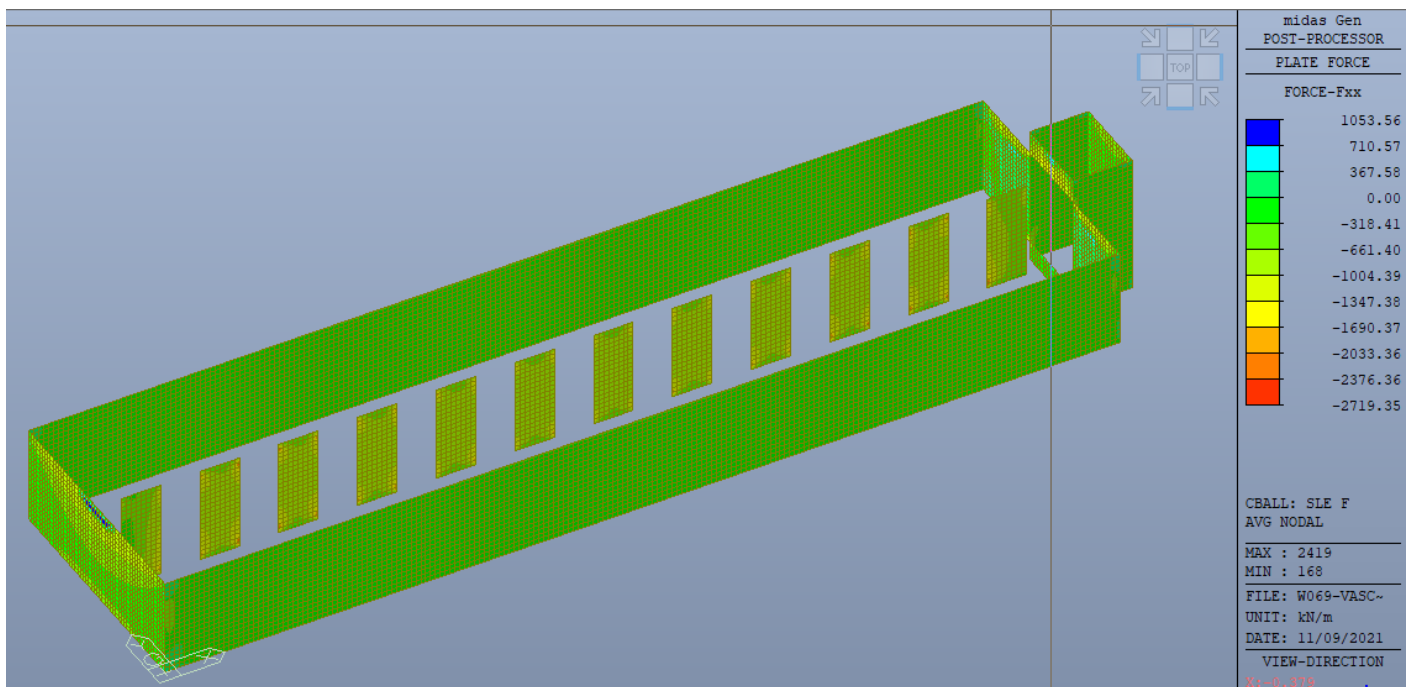


<b>APPALTATORE:</b> <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
<b>PROGETTISTA:</b> <u>Mandataria:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl</b> <b>Technital SpA</b> <b>HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO:</b> <b>Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)</b>	PROGETTO <b>IA3S</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>SN0200 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>33 DI 72</b>

**Figura 9 – Diagramma involuppo del momento flettente (SLE)**



**Figura 10 – Diagramma involuppo del taglio (SLE)**



**Figura 11 – Diagramma involuppo dello sforzo normale (SLE)**

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ CL	SN0200 001	B	34 DI 72

## 8 VERIFICHE STRUTTURALI

### 8.1 CRITERI GENERALI

#### 8.1.1 Verifiche a taglio

Per la verifica di resistenza allo SLU con riferimento alle sollecitazioni taglianti deve risultare:

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

In accordo con le NTC, il taglio  $V_{Ed}$  non dovrebbe essere pari a quello risultante dalle analisi in virtù del criterio di gerarchia delle resistenze tra elementi strutturali trasverso-piedritto (assimilabili a dei comuni elementi trave-pilastro). Tuttavia le sollecitazioni determinate in condizioni sismiche non sono dimensionanti per la struttura; questo vuol dire che la condizione per il calcolo del taglio sollecitante in condizioni di plasticizzazione alle estremità delle solette, non è rappresentativa per la struttura esaminata.

Nel caso in esame, dunque, il taglio  $V_{Ed}$  è pari ai massimi valori del taglio sollecitante derivante dall'analisi per i vari elementi strutturali. Per tutti gli elementi strutturali il massimo taglio si riscontra in corrispondenza della sezione di attacco tra l'elemento stesso e quello ad esso ortogonale.

[NTC – 4.1.2.1.3.1] La resistenza a taglio in assenza di armatura specifica risulta pari a:

$$V_{Rd} = \left\{ 0.18 \cdot k \cdot \frac{(100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c} + 0.15 \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0.15 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

dove:

- $v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$ ;
- $k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$ ;
- $\rho_l = A_{sl}/(b_w \cdot d) \leq 0.02$ ;
- $\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c \leq 0.02 f_{cd}$ ;
- $d$  è l'altezza utile della sezione (in mm);
- $b_w$  è la larghezza minima della sezione (in mm).

[NTC – 4.1.2.1.3.2] In presenza di armatura resistente a taglio, il taglio resistente  $V_{Rd}$  è il minimo tra la resistenza a taglio trazione  $V_{Rsd}$  e la resistenza a taglio compressione  $V_{Rcd}$ .

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} (\text{ctg } \alpha + \text{ctg } \theta) \sin \alpha$$

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot f'_{cd} (\text{ctg } \alpha + \text{ctg } \theta) / (1 + \text{ctg}^2 \theta)$$

in cui:

- $d$  è l'altezza utile della sezione (in mm);

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl</b> <b>Technital SpA</b> <b>HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)</b>	PROGETTO <b>IA3S</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>SN0200 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>35 DI 72</b>

- $b_w$  è la larghezza minima della sezione (in mm).
- $A_{sw}$  è l'area dell'armatura trasversale;
- $s$  è l'interasse tra due armature trasversali consecutive;
- $f'_{cd}$  è la resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima, pari a  $0.5f_{cd}$ ;
- $\alpha$  è l'inclinazione dell'armatura resistente a taglio rispetto all'asse dell'elemento;
- $\theta$  è l'inclinazione della biella di calcestruzzo compressa.

Le verifiche di resistenza delle sezioni maggiormente sollecitate sono state condotte con l'ausilio di un foglio di calcolo strutturato 'ad hoc' nel rispetto dei dettami normativi. A vantaggio di sicurezza si è assunto:

$$\text{ctg}\theta = 1 \Leftrightarrow \theta = 45^\circ$$

L'armatura calcolata dovrà essere disposta per una lunghezza tale che il taglio sollecitante nell'ultima sezione armata risulti inferiore al taglio resistente in assenza di armatura a taglio, calcolato in **Errore. L'origine r iferimento non è stata trovata.** per i vari elementi strutturali.

Per quanto riguarda la fondazione si posizionano ferri diagonali  $\phi 20/20$  nelle sezioni terminali. In particolare, tale armatura è necessaria per una lunghezza almeno pari a 30 cm a partire dal filo dei piedritti laterali (2 ordini di ferri diagonali,  $s = 41.5$  cm) e per almeno 90 cm a partire dal filo del setto centrale (3 ordini da entrambi i lati).

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: <b>RPA srl Technital SpA HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ CL	SN0200 001	B	36 DI 72

## 8.2 VERIFICHE ALLO SLE

Al punto 4.1.2.2 delle NTC sono contemplate le verifiche delle prestazioni che la struttura deve essere in grado di garantire in esercizio sotto l'azione dei soli carichi verticali, opportunamente combinati tra loro. Esse sono inoltre ampiamente descritte nella Circolare Applicativa nei diversi approcci rigorosi e semplificati. In particolare, sono da effettuarsi verifiche di:

- verifiche di deformabilità;
- verifiche di fessurazione;
- verifica di limitazione delle tensioni in esercizio;

### 8.2.1 Verifiche di deformabilità

Per la verifica di deformabilità la Circolare ci permette di bypassare il metodo rigoroso per travi e solai con luci non superiori a 10 m [C617 – C4.1.2.2.2], che consiste nel calcolare lo spostamento massimo di una membratura come combinazione dello spostamento della sezione una volta fessurata ed una volta non fessurata. Nella verifica semplificata occorre, invece, verificare che il rapporto di snellezza  $\lambda=L/H$  tra luce e altezza rispetta la limitazione:

$$\lambda \leq K \left[ 11 + \frac{0.0015 f_{ck}}{\rho + \rho'} \right] \cdot \left[ \frac{500 A_{s,eff}}{f_{yk} \cdot A_{s,calc}} \right]$$

dove:

- $\lambda$  è la snellezza dell'elemento strutturale, calcolato come rapporto tra lunghezza dell'elemento e altezza della sezione;
- $K$  è un coefficiente correttivo che tiene conto del grado di vincolo della membratura;
- $\rho$  e  $\rho'$  sono le percentuali geometriche di armatura longitudinale, tesa e compressa;
- $f_{ck}$  è la tensione caratteristica del cls;
- $f_{yk}$  è la tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio;
- $A_{s,eff}$  è l'area effettiva di armatura longitudinale;
- $A_{s,calc}$  è l'area di calcolo dell'armatura longitudinale.

Di seguito si riporta la tabella riassuntiva con l'esito della verifica di deformabilità.

### 8.2.2 Verifiche di fessurazione

La verifica di fessurazione consiste nel controllare l'ampiezza dell'apertura delle fessure sotto combinazione di carico frequente e combinazione quasi permanente. Essendo la struttura a contatto col terreno si considerano condizioni ambientali aggressive; le armature di acciaio ordinario sono ritenute poco sensibili [NTC – Tabella 4.1.IV]

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ CL	SN0200 001	B	37 DI 72

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w <sub>d</sub>	Stato limite	w <sub>d</sub>
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	≤ w <sub>2</sub>	ap. fessure	≤ w <sub>3</sub>
		quasi permanente	ap. fessure	≤ w <sub>1</sub>	ap. fessure	≤ w <sub>2</sub>
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	≤ w <sub>1</sub>	ap. fessure	≤ w <sub>2</sub>
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤ w <sub>1</sub>
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	≤ w <sub>1</sub>
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤ w <sub>1</sub>

**Tabella 4 – Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione (da NTC – Tabella 4.1.IV)**

Alle prescrizioni normative presenti in NTC si sostituiscono in tal caso quelle fornite dal documento RFI DTC INC PO SP IFS 001 A – 1.8.3.2.4 (*Specifiche per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario – Requisiti concernenti la fessurazione per strutture in c.a., c.a.p. e miste acciaio-calcestruzzo*) secondo cui la verifica nei confronti dello stato limite di apertura delle fessure va effettuata utilizzando le sollecitazioni derivanti dalla combinazione caratteristica (rara). Per strutture in condizioni ambientali aggressive o molto aggressive, così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.3 del DM 14.1.2008, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture, l'apertura convenzionale delle fessure dovrà risultare:

$$\delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$$

### 8.2.3 Verifiche delle tensioni in esercizio

Infine è stata effettuata una verifica di limitazione delle tensioni agenti in esercizio nel calcestruzzo compresso e nelle barre di armatura. Le combinazioni di carico considerate sono quella caratteristica e quasi permanente. La verifica va effettuata sempre in ambito elastico. Occorre verificare che:

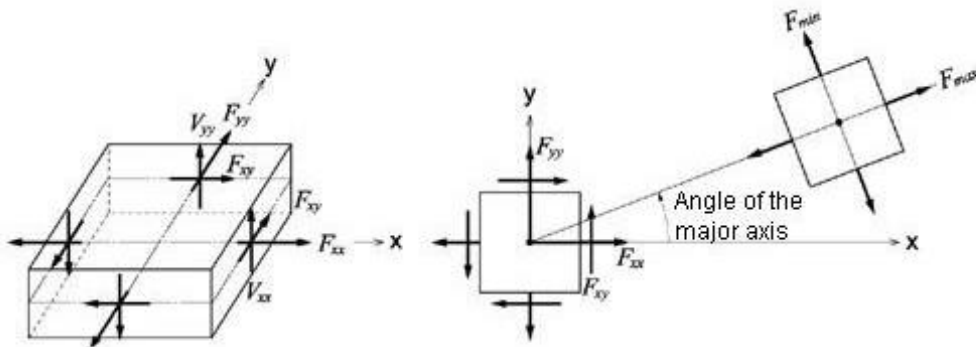
- $\sigma_c \leq 0.60 f_{ck} = 19.28 \text{ MPa}$  per combinazione rara (caratteristica);
- $\sigma_c \leq 0.45 f_{ck} = 14.4 \text{ MPa}$  per combinazione quasi permanente;
- $\sigma_s \leq 0.80 f_{yk} = 360 \text{ MPa}$  per combinazione rara (caratteristica).

Le verifiche sono state condotte in funzione delle sollecitazioni derivanti dall'involuppo della combinazione rara e quasi permanente e direttamente verificate nei confronti del limite tensionale più restrittivo riportato in normativa (0.45 f<sub>ck</sub> per il calcestruzzo)

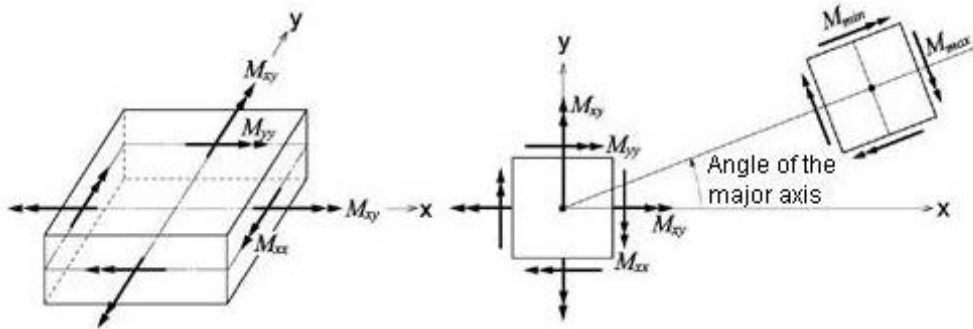
APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria:      Mandante: <b>RPA srl      Technital SpA      HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ CL	SN0200 001	B	38 DI 72

### 8.3 SOLLECITAZIONI DI CALCOLO

Per una chiara lettura delle sollecitazioni di seguito vengono riportati, uno schema secondo il quale vengono lette le componenti della sollecitazione sugli elementi plate, la legenda associata a tale schema e le direzioni principali considerate sulle solette del monolite.



(a) Forces per unit length due to in-plane actions at the output locations



(b) Moments per unit length due to out-of-plane bending actions at the output locations

**Fxx**: Axial force per unit width in the element's local or UCS x-direction (Perpendicular to local y-z plane)

**Fyy**: Axial force per unit width in the element's local or UCS y-direction (Perpendicular to local x-z plane)

**Fxy**: Shear force per unit width in the element's local or UCS x-y direction (In-plane shear)

**Fmax**: Maximum Principal Axial Force per unit width

**Fmin**: Minimum Principal Axial Force per unit width

**FMax**: Maximum absolute Principal Axial Force per unit width

**Mxx**: Bending moment per unit width in the direction of the element's local or UCS x-axis (Out-of-plane moment about local y-axis)

<b>APPALTATORE:</b> <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
<b>PROGETTISTA:</b> <u>Mandataria:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl</b> <b>Technital SpA</b> <b>HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO:</b> <b>Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)</b>	PROGETTO <b>IA3S</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>SN0200 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>39 DI 72</b>

**Myy:** Bending moment per unit width in the direction of the element's local or UCS y-axis (Out-of-plane moment about local x-axis)

**Mxy:** Torsional moment per unit width about the element's local or UCS x-y plane

**Mmax:** Maximum principal bending moment per unit width

**Mmin:** Minimum principal bending moment per unit width

**MMax:** Maximum absolute Principal Moment per unit width (Larger magnitude of Mmax and Mmin)

**Vxx:** Shear force per unit width in the thickness direction along the element's local or UCS y-z plane

**Vyy:** Shear force per unit width in the thickness direction along the element's local or UCS x-z plane

**VMax:** Maximum absolute shear force per unit width (Larger magnitude of Vxx and Vyy)

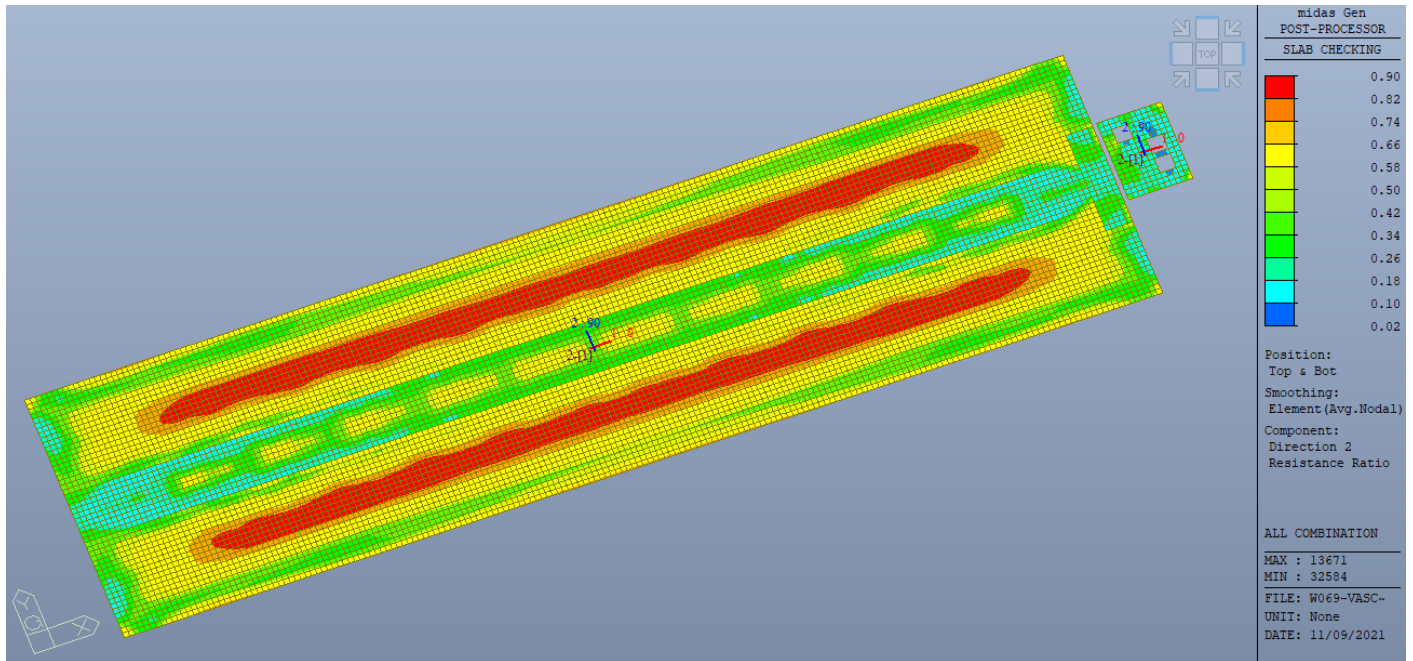
APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria: RPA srl Mandante: Technital SpA HUB Engineering	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ CL	SN0200 001	B	40 DI 72

## 8.4 VERIFICHE

### 8.4.1 Soletta Superiore

Larghezza	b	=	100.00	cm
Altezza	h	=	50.00	cm
Copriferro	c	=	6.00	cm

### 8.4.2 Verifica a Flessione



```

=====
=====
[[[*]]] SLAB CHECKING MAXIMUM RESULT DATA : DOMAIN 2-[1], Dir 2.
=====
=====

```

```

-----
Thk  Elem POS  AsReq  AsUse |  M_Ed( LCB)  M_Rd  Rat  CHK
-----
0.5000  15087 BOT  0.0020  0.0031 |  308.272( 35)  500.895  0.615  OK
          15156 TOP  0.0054  0.0069 |  832.193( 15)  1007.51  0.826  OK
-----

```

<< BOTTOM >>

-. Information of Parameters.



APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandataria:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl</b> <b>Technital SpA</b> <b>HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ CL	SN0200 001	B	41 DI 72

Elem No. : 15087  
Thickness : 0.5000 m.  
Materials : fck = 32000.0000 KPa.  
              fcd = 21333.3333 KPa.  
              fyk = 450000.0000 KPa.  
Covering : dB = 0.0600 m.  
              dT = 0.0600 m.  
LCB No. : 35

- Information of Design.

b = 0.0010 m. (by Code Unit Length).  
d = 0.4400 m.  
lambda = 0.800  
a = lambda \* x = 0.057 m.  
eta = 1.000  
Cc = eta\*fcd\*b\*a = 1.2173 kN.  
M\_Rd = Cc\*(d-a/2) = 500.8946 kN-m./m.

- Information of Moments and Result.

Rein. Bar : P20 @200 / P20 @200  
As\_req = 0.0020 m<sup>2</sup>/m. ( 0.0020 m<sup>2</sup>/m.)  
M\_Ed = 308.2719 kN-m./m.  
M\_Rd = 500.8946 kN-m./m.  
RatM = M\_Ed / M\_Rd = 0.615 < 1.0 ---> O.K !

- Check ratio of neutral axis depth to effective depth.

x/d = 0.164  
Limit(x/d) = 0.450 ( fck <= 50 MPa.)  
x/d ratio = 0.164 / 0.450 = 0.364 ---> O.K

<< TOP >>

- Information of Parameters.

Elem No. : 15156  
Thickness : 0.5000 m.  
Materials : fck = 32000.0000 KPa.  
              fcd = 21333.3333 KPa.  
              fyk = 450000.0000 KPa.  
Covering : dB = 0.0600 m.  
              dT = 0.0600 m.  
LCB No. : 15

- Information of Design.

b = 0.0010 m. (by Code Unit Length).  
d = 0.4400 m.  
lambda = 0.800  
a = lambda \* x = 0.125 m.

<b>APPALTATORE:</b> <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
<b>PROGETTISTA:</b> <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl</b> <b>Technital SpA</b> <b>HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO:</b> <b>Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)</b>	<b>PROGETTO</b> <b>IA3S</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>SN0200 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>42 DI 72</b>

$$\eta = 1.000$$

$$C_c = \eta \cdot f_{cd} \cdot b \cdot a = 2.6693 \text{ kN.}$$

$$M_{Rd} = C_c \cdot (d - a/2) = 1007.5065 \text{ kN-m./m.}$$

- Information of Moments and Result.

Rein. Bar : P20 @200 / P26 @100

$$A_{s\_req} = 0.0054 \text{ m}^2/\text{m.} \quad ( 0.0054 \text{ m}^2/\text{m.})$$

$$M_{Ed} = 832.1935 \text{ kN-m./m.}$$

$$M_{Rd} = 1007.5065 \text{ kN-m./m.}$$

$$\text{RatM} = M_{Ed} / M_{Rd} = 0.826 < 1.0 \text{ ---> O.K!}$$

- Check ratio of neutral axis depth to effective depth.

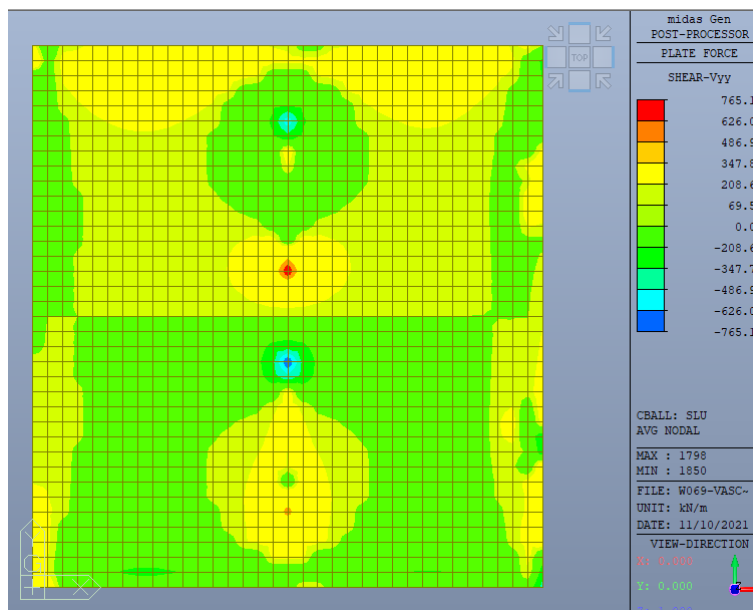
$$x/d = 0.359$$

$$\text{Limit}(x/d) = 0.450 \quad (f_{ck} \leq 50 \text{ MPa.})$$

$$x/d \text{ ratio} = 0.359 / 0.450 = 0.797 \text{ ---> O.K}$$

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: RPA srl Mandante: Technital SpA HUB Engineering						
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SN0200 001	REV. B	FOGLIO 43 DI 72

### 8.4.3 Verifica a Taglio



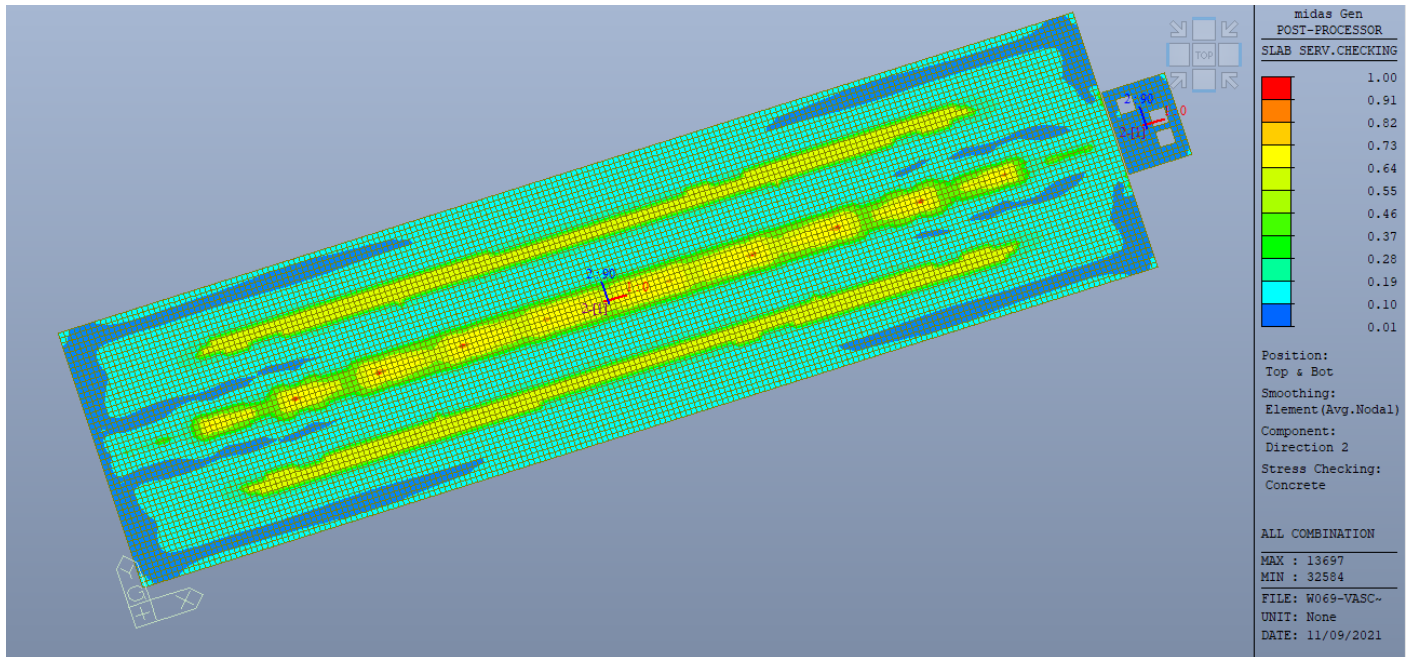
Inviluppo della sollecitazione Tagliante allo SLU

<b>4.1.2.3.5.2 Elementi CON armature trasversali resistenti al taglio</b>		[4.1.2.3.5.2 NTC]
$V_{ed}$	782.00	[KN]
Verifica	$V_{Rd} > V_{Ed}$	(4.126NTC)
$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot A_{sw} / s \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}(\alpha) + \text{ctg}(\theta)) \cdot \text{sen}(\alpha)$		[4.1.27 NTC]
$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot F'_{cd} \cdot ((\text{ctg}(\alpha) + \text{ctg}(\theta)) / (1 + \text{ctg}^2(\theta)))$		[4.1.28 NTC]
$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}; V_{Rcd})$		[4.1.29 NTC]
<b>Tipologia ararmature a Taglio</b>	<b>SAGOMATI</b>	

Altezza utile della sezione	d	450.00	[mm]
Diametro delle Sagomati	$\Phi_{sw}$	20.00	[mm]
sagomati a metro	n.sag.	5	[-]
Area sezione trasversale armatura a taglio	$A_{sw}$	1,570.80	[mm <sup>2</sup> ]
Passo	s	450.00	[mm]
Inclinazione armatura trasversale rispetto asse trave	$\alpha$	45.00	[°]
Inclinazione del puntone compresso	$\theta$	21.81	[°]
Verifica [4.1.25 NTC]	$1 \leq \text{ctg}(\theta) \leq 2,5$	2.50	ok
Coefficiente cautelativo	$\alpha_c$	1.00	[-]
Resistenza a compressione ridotta	$F'_{cd} = 50\% \cdot f_{cd}$	9.07	[N/mm <sup>2</sup> ]
	$V_{Rsd}$	967.79	[KN]
	$V_{Rcd}$	1,773.47	[KN]
Taglio resistente	$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}; V_{Rcd})$	967.79	[KN]
Tasso di sfruttamento	$V_{Ed} / V_{Rd}$	0.81	[-]
Coefficiente di sicurezza a taglio	$V_{Rd} / V_{Ed}$	1.24	[-]
Esito verifica	$V_{Rd} > V_{Ed}$	ok	

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: RPA srl Mandante: Technital SpA HUB Engineering	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ CL	SN0200 001	B	44 DI 72

#### 8.4.4 Verifica a Fessurazione e Tensioni di esercizio



```

=====
=====
[[[*]]] SLAB STRESS MAXIMUM RESULT DATA : DOMAIN 2-[1], Dir 2.
=====
=====

```

<< BOTTOM >>

- Information of Parameters.

Elem No. : 15079  
LCB No. : 75  
Materials : fck = 32000.0000 KPa.  
fyk = 450000.0000 KPa.  
Thickness : 0.5000 m.  
Covering : dB = 0.0600 m.  
dT = 0.0600 m.

- Information of Checking.

gamma\_c = 1.500 (for Concrete)  
gamma\_s = 1.150 (for Reinforcement)  
fcd = fck / gamma\_c = 21333.33333 KPa.  
fyd = fyk / gamma\_s = 391304.34783 KPa.  
b = 0.0010 m. (by Code Unit Length).  
d = 0.4400 m.  
As\_use = 0.0031 m^2/m. ( 0.0031 m^2/m.)

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandataria:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl</b> <b>Technital SpA</b> <b>HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ CL	SN0200 001	B	45 DI 72

- Information of Stress Checking Result.

k1 = 0.55000  
k2 = 0.45000  
k3 = 0.80000

( Assumed Uncracked Section )

M<sub>Ed</sub> = 207.53 kN-m./m.  
n = 11.99553( Long Term ).  
f<sub>ctm</sub> = 0.30 \* f<sub>ck</sub>^(2/3) = 3023.81052 KPa.  
f<sub>r1</sub> = (1.6 - H/1000) \* f<sub>ctm</sub> = 3326.19157 KPa.  
f<sub>ctm,fl</sub> = MAX[ f<sub>ctm</sub>, f<sub>r1</sub> ] = 3326.19157 KPa.  
y<sub>bar\_t</sub> = 0.26227 m.  
I<sub>yy</sub> = 0.01158 m<sup>4</sup>./m.  
S<sub>s\_con</sub> (Tens.) = M<sub>Ed</sub>\*(H-y<sub>bar\_t</sub>)/I<sub>yy</sub> = 4259.46192 KPa.  
S<sub>s\_con</sub> (Tens.) > f<sub>ctm,fl</sub> ---> Check Cracked Section !!!

[ Dead Load Cases ]

M<sub>Ed\_D</sub> = 14.75 kN-m./m.  
n = 11.99553( Long Term ).  
X = 0.148 m.  
I<sub>cr</sub> = 0.0043 m<sup>4</sup>./m.  
y<sub>bar\_t</sub> = 0.148 m.  
S<sub>s\_conD</sub> = M<sub>Ed\_D</sub>\*y<sub>bar\_t</sub>/I<sub>cr</sub> = 509.54433 KPa.  
S<sub>s\_stlD</sub> = M<sub>Ed\_D</sub>\*(d-y<sub>bar\_t</sub>)\*n/I<sub>cr</sub> = 12028.65855 KPa.

[ Etc. Load Cases ]

M<sub>Ed\_E</sub> = 192.78 kN-m./m.  
n = 5.99776( Short Term ).  
X = 0.111 m.  
I<sub>cr</sub> = 0.0025 m<sup>4</sup>./m.  
y<sub>bar\_t</sub> = 0.111 m.  
S<sub>s\_conE</sub> = M<sub>Ed\_E</sub>\*y<sub>bar\_t</sub>/I<sub>cr</sub> = 8599.76094 KPa.  
S<sub>s\_stlE</sub> = M<sub>Ed\_E</sub>\*(d-y<sub>bar\_t</sub>)\*n/I<sub>cr</sub> = 152376.69871 KPa.

S<sub>s\_con</sub> = S<sub>s\_conD</sub> + S<sub>s\_conL</sub> + S<sub>s\_conE</sub> = 9109.30527 KPa.

S<sub>s\_stl</sub> = S<sub>s\_stlD</sub> + S<sub>s\_stlL</sub> + S<sub>s\_stlE</sub> = 164405.35726 KPa.

S<sub>s\_con</sub> < k<sub>1</sub>\*f<sub>ck</sub> = 17600.00000 KPa. ---> O.K !

S<sub>s\_stl</sub> < k<sub>3</sub>\*f<sub>yk</sub> = 360000.00000 KPa. ---> O.K !

<< TOP >>

- Information of Parameters.

Elem No. : 13697  
LCB No. : 55  
Materials : f<sub>ck</sub> = 32000.0000 KPa.  
f<sub>yk</sub> = 450000.0000 KPa.

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandataria:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl</b> <b>Technital SpA</b> <b>HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ CL	SN0200 001	B	46 DI 72

Thickness : 0.5000 m.

Covering : dB = 0.0600 m.

dT = 0.0600 m.

- Information of Checking.

gamma\_c = 1.500 (for Concrete)

gamma\_s = 1.150 (for Reinforcement)

fcd = fck / gamma\_c = 21333.33333 KPa.

fyd = fyk / gamma\_s = 391304.34783 KPa.

b = 0.0010 m. (by Code Unit Length).

d = 0.4400 m.

As\_use = 0.0069 m<sup>2</sup>/m. ( 0.0069 m<sup>2</sup>/m.)

- Information of Stress Checking Result.

k1 = 0.55000

k2 = 0.45000

k3 = 0.80000

( Assumed Uncracked Section )

M\_Ed = 567.13 kN-m./m.

n = 11.99553( Long Term ).

fctm = 0.30 \* fck<sup>(2/3)</sup> = 3023.81052 KPa.

fr1 = (1.6 - H/1000) \* fctm = 3326.19157 KPa.

fctm,fl = MAX[ fctm, fr1 ] = 3326.19157 KPa.

ybar\_t = 0.27497 m.

Iyy = 0.01279 m<sup>4</sup>./m.

Ss\_con (Tens.) = M\_Ed\*(H-ybar\_t)/Iyy = 9979.19340 KPa.

Ss\_con (Tens.) > fctm,fl ---> Check Cracked Section !!!

[ Dead Load Cases ]

M\_Ed\_D = 93.63 kN-m./m.

n = 11.99553( Long Term ).

X = 0.199 m.

Icr = 0.0074 m<sup>4</sup>./m.

ybar\_t = 0.199 m.

Ss\_conD = M\_Ed\_D\*ybar\_t/Icr = 2515.11059 KPa.

Ss\_stlD = M\_Ed\_D\*(d-ybar\_t)\*n/Icr = 36431.83467 KPa.

[ Live Load Cases : Characteristic ]

M\_Ed\_L = 103.05 kN-m./m.

n = 5.99776( Short Term ).

X = 0.154 m.

Icr = 0.0046 m<sup>4</sup>./m.

ybar\_t = 0.154 m.

Ss\_conL = M\_Ed\_L\*ybar\_t/Icr = 3449.00601 KPa.

Ss\_stlL = M\_Ed\_L\*(d-ybar\_t)\*n/Icr = 38528.44287 KPa.

<b>APPALTATORE:</b> <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI</b> <b>GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
<b>PROGETTISTA:</b> <u>Mandataria:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl</b> <b>Technital SpA</b> <b>HUB</b> <span style="margin-left: 200px;">Engineering</span>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA</b> <b>BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO:</b> <b>Relazione di calcolo vasca di monte</b> <b>(Stazione Executive)</b>	PROGETTO <b>IA3S</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>SN0200 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>47 DI 72</b>

[ Etc. Load Cases ]

$$M_{Ed_E} = 370.44 \text{ kN-m./m.}$$

$$n = 5.99776 \text{ ( Short Term ).}$$

$$X = 0.154 \text{ m.}$$

$$l_{cr} = 0.0046 \text{ m}^4./\text{m.}$$

$$y_{bar_t} = 0.154 \text{ m.}$$

$$Ss_{conE} = M_{Ed_E} * y_{bar_t} / l_{cr} = 12398.20308 \text{ KPa.}$$

$$Ss_{stlE} = M_{Ed_E} * (d - y_{bar_t}) * n / l_{cr} = 138498.87687 \text{ KPa.}$$

$$Ss_{con} = Ss_{conD} + Ss_{conL} + Ss_{conE} = 16362.31968 \text{ KPa.}$$

$$Ss_{stl} = Ss_{stlD} + Ss_{stlL} + Ss_{stlE} = 213459.15441 \text{ KPa.}$$

$$Ss_{con} > k_1 * f_{ck} = 17600.00000 \text{ KPa. ---> O.K !}$$

$$Ss_{stl} < k_3 * f_{yk} = 360000.00000 \text{ KPa. ---> O.K !}$$

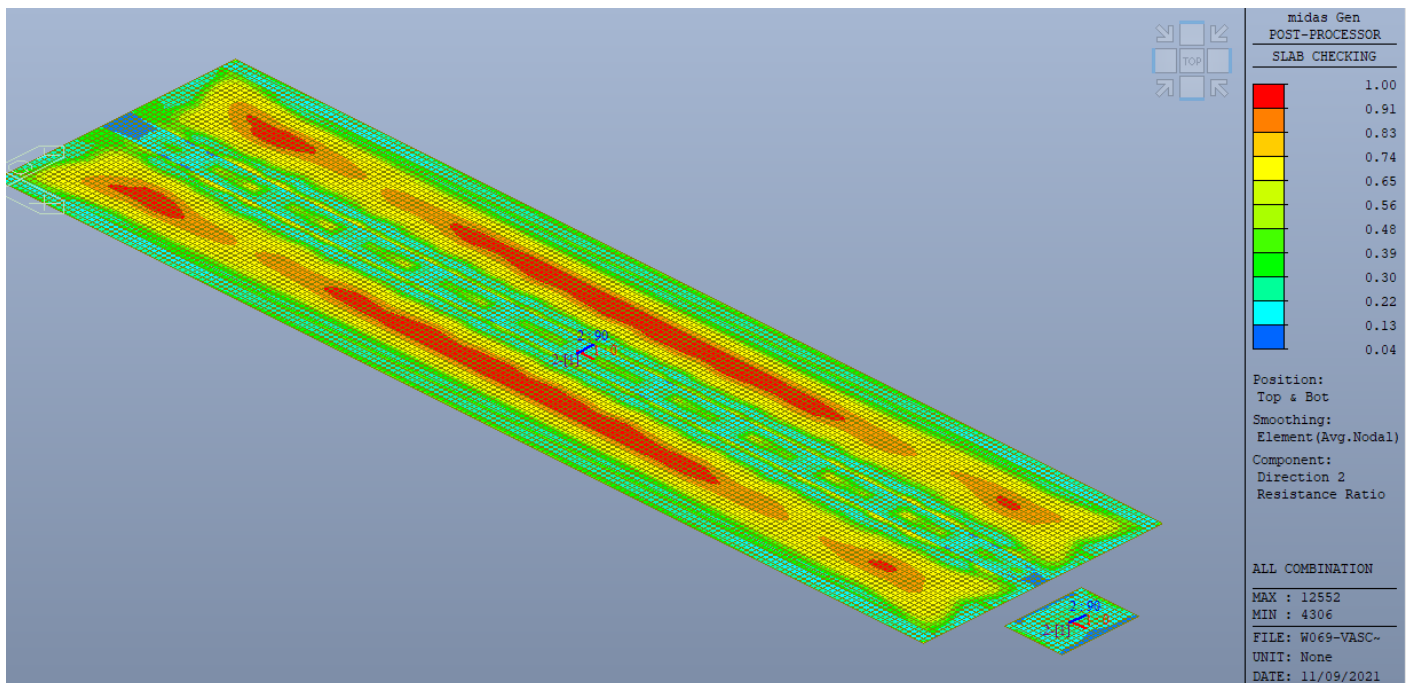
Verifica a Taglio

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria: RPA srl Mandante: Technital SpA HUB Engineering	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ CL	SN0200 001	B	48 DI 72

### 8.4.5 Soletta di Fondazione

Larghezza	b	=	100.00	cm
Altezza	h	=	50.00	cm
Copriferro	c	=	6.00	cm

### 8.4.6 Verifica a Flessione



```

=====
[[[*]]] SLAB CHECKING MAXIMUM RESULT DATA : DOMAIN 2-[1], Dir 2.
=====
=====

```

```

-----
Thk  Elem POS  AsReq  AsUse |  M_Ed( LCB)  M_Rd  Rat  CHK
-----
0.5000  5979 BOT 0.0045 0.0069 | 698.001( 15) 1007.51 0.693 OK
12926 TOP 0.0017 0.0016 | 259.025( 15) 259.130 1.000 OK
-----

```

<< BOTTOM >>

-. Information of Parameters.  
Elem No. : 5979



APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandataria:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl</b> <b>Technital SpA</b> <b>HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ CL	SN0200 001	B	49 DI 72

Thickness : 0.5000 m.  
Materials : fck = 32000.0000 KPa.  
              fcd = 21333.3333 KPa.  
              fyk = 450000.0000 KPa.  
Covering : dB = 0.0600 m.  
              dT = 0.0600 m.  
LCB No. : 15

- Information of Design.

b = 0.0010 m. (by Code Unit Length).  
d = 0.4400 m.  
lambda = 0.800  
a = lambda \* x = 0.125 m.  
eta = 1.000  
Cc = eta\*fcd\*b\*a = 2.6693 kN.  
M\_Rd = Cc\*(d-a/2) = 1007.5065 kN-m./m.

- Information of Moments and Result.

Rein. Bar : P20 @200 / P26 @100  
As\_req = 0.0045 m<sup>2</sup>/m. ( 0.0045 m<sup>2</sup>/m.)  
M\_Ed = 698.0012 kN-m./m.  
M\_Rd = 1007.5065 kN-m./m.  
RatM = M\_Ed / M\_Rd = 0.693 < 1.0 ---> O.K !

- Check ratio of neutral axis depth to effective depth.

x/d = 0.359  
Limit(x/d) = 0.450 ( fck <= 50 MPa.)  
x/d ratio = 0.359/ 0.450 = 0.797 ---> O.K

<< TOP >>

- Information of Parameters.

Elem No. : 12926  
Thickness : 0.5000 m.  
Materials : fck = 32000.0000 KPa.  
              fcd = 21333.3333 KPa.  
              fyk = 450000.0000 KPa.  
Covering : dB = 0.0600 m.  
              dT = 0.0600 m.  
LCB No. : 15

- Information of Design.

b = 0.0010 m. (by Code Unit Length).  
d = 0.4400 m.  
lambda = 0.800  
a = lambda \* x = 0.029 m.  
eta = 1.000

<b>APPALTATORE:</b> <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
<b>PROGETTISTA:</b> <u>Mandataria:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl</b> <b>Technital SpA</b> <b>HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO:</b> <b>Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)</b>	<b>PROGETTO</b> <b>IA3S</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>SN0200 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>50 DI 72</b>

$$C_c = \eta \cdot f_{cd} \cdot b \cdot a = 0.6087 \text{ kN.}$$

$$M_{Rd} = C_c \cdot (d - a/2) = 259.1303 \text{ kN-m./m.}$$

- Information of Moments and Result.

Rein. Bar : P20 @200

$$A_{s\_req} = 0.0017 \text{ m}^2/\text{m.} \quad (0.0017 \text{ m}^2/\text{m.})$$

$$M_{Ed} = 259.0255 \text{ kN-m./m.}$$

$$M_{Rd} = 259.1303 \text{ kN-m./m.}$$

$$RatM = M_{Ed} / M_{Rd} = 1.000 < 1.0 \text{ ---> O.K!}$$

- Check ratio of neutral axis depth to effective depth.

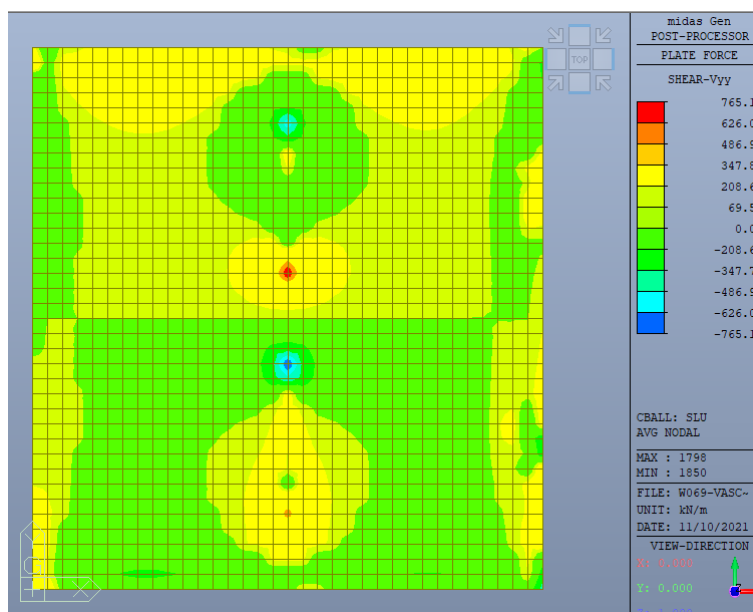
$$x/d = 0.082$$

$$\text{Limit}(x/d) = 0.450 \quad (f_{ck} \leq 50 \text{ MPa.})$$

$$x/d \text{ ratio} = 0.082 / 0.450 = 0.182 \text{ ---> O.K}$$

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria: <b>RPA srl</b> Mandante: <b>Technital SpA</b> <b>HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	<b>IA3S</b>	<b>01</b>	<b>E ZZ CL</b>	<b>SN0200 001</b>	<b>B</b>	<b>51 DI 72</b>

### 8.4.7 Verifica a Taglio



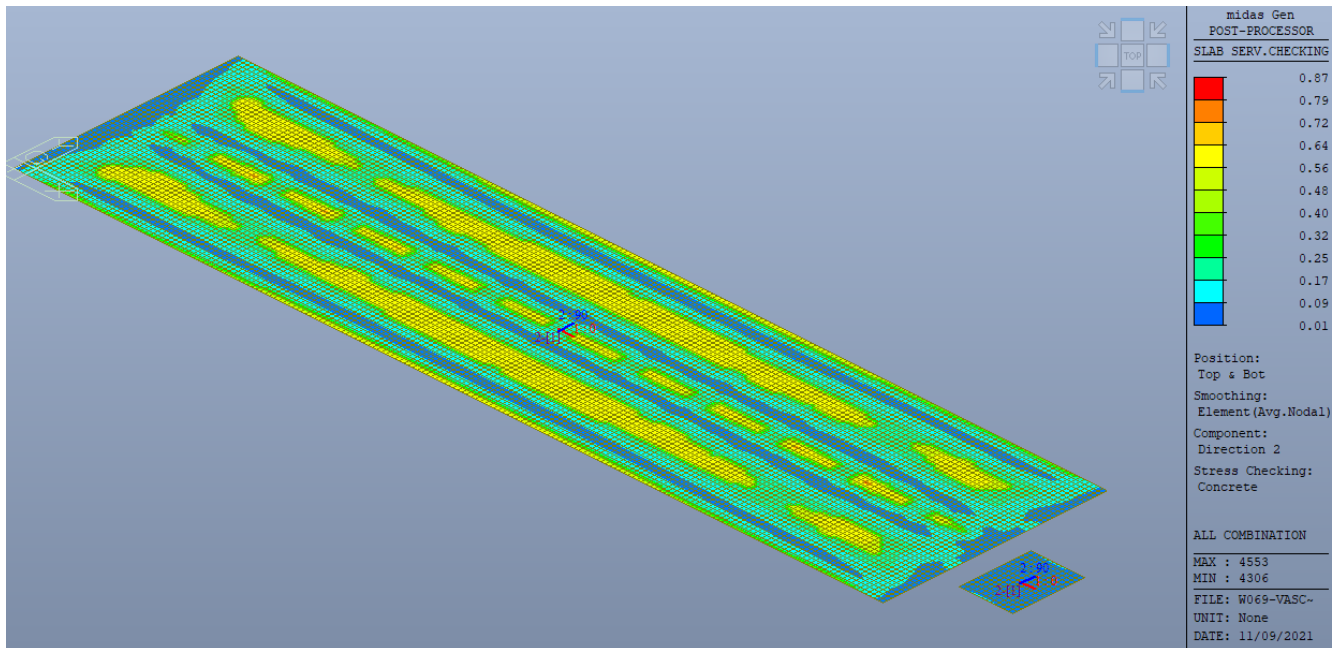
Inviluppo della sollecitazione Tagliante allo SLU

<b>4.1.2.3.5.2 Elementi CON armature trasversali resistenti al taglio</b>		[4.1.2.3.5.2 NTC]
$V_{ed}$	<b>782.00</b>	[KN]
Verifica	$V_{Rd} > V_{Ed}$	(4.126NTC)
$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot A_{sw} / s \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}(\alpha) + \text{ctg}(\theta)) \cdot \text{sen}(\alpha)$		[4.1.27 NTC]
$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot F'_{cd} \cdot ((\text{ctg}(\alpha) + \text{ctg}(\theta)) / (1 + \text{ctg}^2(\theta)))$		[4.1.28 NTC]
$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}; V_{Rcd})$		[4.1.29 NTC]
<b>Tipologia ararmature a Taglio</b>	<b>SAGOMATI</b>	

Altezza utile della sezione	d	450.00	[mm]
Diametro delle Sagomati	$\Phi_{sw}$	20.00	[mm]
sagomati a metro	n.sag.	5	[-]
Area sezione trasversale armatura a taglio	$A_{sw}$	1,570.80	[mm <sup>2</sup> ]
Passo	s	450.00	[mm]
Inclinazione armatura trasversale rispetto asse trave	$\alpha$	45.00	[°]
Inclinazione del puntone compresso	$\theta$	21.81	[°]
Verifica [4.1.25 NTC]	$1 \leq \text{ctg}(\theta) \leq 2,5$	2.50	ok
Coefficiente cautelativo	$\alpha_c$	1.00	[-]
Resistenza a compressione ridotta	$F'_{cd} = 50\% \cdot f_{cd}$	9.07	[N/mm <sup>2</sup> ]
	$V_{Rsd}$	967.79	[KN]
	$V_{Rcd}$	1,773.47	[KN]
Taglio resistente	$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}; V_{Rcd})$	967.79	[KN]
Tasso di sfruttamento	$V_{Ed} / V_{Rd}$	0.81	[-]
Coefficiente di sicurezza a taglio	$V_{Rd} / V_{Ed}$	1.24	[-]
Esito verifica	$V_{Rd} > V_{Ed}$	ok	

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: RPA srl Mandante: Technital SpA HUB Engineering	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ CL	SN0200 001	B	52 DI 72

### 8.4.8 Verifica a Fessurazione e Tensioni di esercizio



```

=====
=====
[[[*]]] SLAB STRESS MAXIMUM RESULT DATA : DOMAIN 2-[1], Dir 2.
=====
=====

```

<< BOTTOM >>

- Information of Parameters.

Elem No. : 4553  
 LCB No. : 55  
 Materials : fck = 32000.0000 KPa.  
               fyk = 450000.0000 KPa.  
 Thickness : 0.5000 m.  
 Covering : dB = 0.0600 m.  
               dT = 0.0600 m.

- Information of Checking.

gamma\_c = 1.500 (for Concrete)  
 gamma\_s = 1.150 (for Reinforcement)  
 fcd = fck / gamma\_c = 21333.33333 KPa.  
 fyd = fyk / gamma\_s = 391304.34783 KPa.  
 b = 0.0010 m. (by Code Unit Length).  
 d = 0.4400 m.  
 As\_use = 0.0069 m^2/m. ( 0.0069 m^2/m.)

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandataria:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl</b> <b>Technital SpA</b> <b>HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ CL	SN0200 001	B	53 DI 72

- Information of Stress Checking Result.

k1 = 0.55000  
k2 = 0.45000  
k3 = 0.80000

( Assumed Uncracked Section )

M<sub>Ed</sub> = 479.31 kN-m./m.  
n = 11.99553( Long Term ).  
f<sub>ctm</sub> = 0.30 \* f<sub>ck</sub><sup>(2/3)</sup> = 3023.81052 KPa.  
f<sub>r1</sub> = (1.6 - H/1000) \* f<sub>ctm</sub> = 3326.19157 KPa.  
f<sub>ctm,fl</sub> = MAX[ f<sub>ctm</sub>, f<sub>r1</sub> ] = 3326.19157 KPa.  
y<sub>bar\_t</sub> = 0.27497 m.  
I<sub>yy</sub> = 0.01279 m<sup>4</sup>./m.  
S<sub>s\_con</sub> (Tens.) = M<sub>Ed</sub>\*(H-y<sub>bar\_t</sub>)/I<sub>yy</sub> = 8433.90584 KPa.  
S<sub>s\_con</sub> (Tens.) > f<sub>ctm,fl</sub> ---> Check Cracked Section !!!

[ Dead Load Cases ]

M<sub>Ed\_D</sub> = 104.79 kN-m./m.  
n = 11.99553( Long Term ).  
X = 0.199 m.  
I<sub>cr</sub> = 0.0074 m<sup>4</sup>./m.  
y<sub>bar\_t</sub> = 0.199 m.  
S<sub>s\_conD</sub> = M<sub>Ed\_D</sub>\*y<sub>bar\_t</sub>/I<sub>cr</sub> = 2814.85563 KPa.  
S<sub>s\_stlD</sub> = M<sub>Ed\_D</sub>\*(d-y<sub>bar\_t</sub>)\*n/I<sub>cr</sub> = 40773.69611 KPa.

[ Live Load Cases : Characteristic ]

M<sub>Ed\_L</sub> = 93.40 kN-m./m.  
n = 5.99776( Short Term ).  
X = 0.154 m.  
I<sub>cr</sub> = 0.0046 m<sup>4</sup>./m.  
y<sub>bar\_t</sub> = 0.154 m.  
S<sub>s\_conL</sub> = M<sub>Ed\_L</sub>\*y<sub>bar\_t</sub>/I<sub>cr</sub> = 3126.12896 KPa.  
S<sub>s\_stlL</sub> = M<sub>Ed\_L</sub>\*(d-y<sub>bar\_t</sub>)\*n/I<sub>cr</sub> = 34921.62108 KPa.

[ Etc. Load Cases ]

M<sub>Ed\_E</sub> = 281.11 kN-m./m.  
n = 5.99776( Short Term ).  
X = 0.154 m.  
I<sub>cr</sub> = 0.0046 m<sup>4</sup>./m.  
y<sub>bar\_t</sub> = 0.154 m.  
S<sub>s\_conE</sub> = M<sub>Ed\_E</sub>\*y<sub>bar\_t</sub>/I<sub>cr</sub> = 9408.37516 KPa.  
S<sub>s\_stlE</sub> = M<sub>Ed\_E</sub>\*(d-y<sub>bar\_t</sub>)\*n/I<sub>cr</sub> = 105099.85880 KPa.

S<sub>s\_con</sub> = S<sub>s\_conD</sub> + S<sub>s\_conL</sub> + S<sub>s\_conE</sub> = 15349.35975 KPa.

S<sub>s\_stl</sub> = S<sub>s\_stlD</sub> + S<sub>s\_stlL</sub> + S<sub>s\_stlE</sub> = 180795.17599 KPa.

S<sub>s\_con</sub> < k1\*f<sub>ck</sub> = 17600.00000 KPa. ---> O.K !

S<sub>s\_stl</sub> < k3\*f<sub>yk</sub> = 360000.00000 KPa. ---> O.K !

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandataria:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl</b> <b>Technital SpA</b> <b>HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ CL	SN0200 001	B	54 DI 72

<< TOP >>

- Information of Parameters.

Elem No. : 12552  
LCB No. : 55  
Materials : fck = 32000.0000 KPa.  
fyk = 450000.0000 KPa.  
Thickness : 0.5000 m.  
Covering : dB = 0.0600 m.  
dT = 0.0600 m.

- Information of Checking.

gamma\_c = 1.500 (for Concrete)  
gamma\_s = 1.150 (for Reinforcement)  
fcd = fck / gamma\_c = 21333.33333 KPa.  
fyd = fyk / gamma\_s = 391304.34783 KPa.  
b = 0.0010 m. (by Code Unit Length).  
d = 0.4400 m.  
As\_use = 0.0016 m<sup>2</sup>/m. ( 0.0016 m<sup>2</sup>/m.)

- Information of Stress Checking Result.

k1 = 0.55000  
k2 = 0.45000  
k3 = 0.80000

( Assumed Uncracked Section )

M\_Ed = 179.30 kN-m./m.  
n = 11.99553( Long Term ).  
fctm = 0.30 \* fck^(2/3) = 3023.81052 KPa.  
fr1 = (1.6 - H/1000) \* fctm = 3326.19157 KPa.  
fctm,fl = MAX[ fctm, fr1 ] = 3326.19157 KPa.  
ybar\_t = 0.25634 m.  
Iyy = 0.01102 m<sup>4</sup>/m.  
Ss\_con (Tens.) = M\_Ed\*(H-ybar\_t)/Iyy = 3964.83043 KPa.  
Ss\_con (Tens.) > fctm,fl ---> Check Cracked Section !!!

[ Dead Load Cases ]

M\_Ed\_D = 49.64 kN-m./m.  
n = 11.99553( Long Term ).  
X = 0.111 m.  
Icr = 0.0025 m<sup>4</sup>/m.  
ybar\_t = 0.111 m.  
Ss\_conD = M\_Ed\_D\*ybar\_t/Icr = 2214.55368 KPa.  
Ss\_stlD = M\_Ed\_D\*(d-ybar\_t)\*n/Icr = 78478.08346 KPa.

[ Live Load Cases : Characteristic ]

M\_Ed\_L = 41.07 kN-m./m.

<b>APPALTATORE:</b> <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
<b>PROGETTISTA:</b> <u>Mandataria:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl</b> <b>Technital SpA</b> <b>HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO:</b> <b>Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)</b>	PROGETTO <b>IA3S</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>SN0200 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>55 DI 72</b>

$n = 5.99776$  ( Short Term ).  
 $X = 0.082$  m.  
 $lcr = 0.0014$  m<sup>4</sup>./m.  
 $ybar\_t = 0.082$  m.  
 $Ss\_conL = M\_Ed\_L * ybar\_t / lcr = 2424.54686$  KPa.  
 $Ss\_stlL = M\_Ed\_L * (d - ybar\_t) * n / lcr = 63393.03689$  KPa.

[ Etc. Load Cases ]

$M\_Ed\_E = 88.59$  kN-m./m.  
 $n = 5.99776$  ( Short Term ).  
 $X = 0.082$  m.  
 $lcr = 0.0014$  m<sup>4</sup>./m.  
 $ybar\_t = 0.082$  m.  
 $Ss\_conE = M\_Ed\_E * ybar\_t / lcr = 5230.20419$  KPa.  
 $Ss\_stlE = M\_Ed\_E * (d - ybar\_t) * n / lcr = 136750.71907$  KPa.

$Ss\_con = Ss\_conD + Ss\_conL + Ss\_conE = 9869.30473$  KPa.

$Ss\_stl = Ss\_stlD + Ss\_stlL + Ss\_stlE = 278621.83942$  KPa.

$Ss\_con < k1 * fck = 17600.00000$  KPa. ---> O.K !

$Ss\_stl < k3 * fyk = 360000.00000$  KPa. ---> O.K !

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ CL	SN0200 001	B	56 DI 72

#### 8.4.9 Piedritti

Larghezza	b	=	100.00	cm
Altezza	h	=	50.00	cm
Copriferro	c	=	6.00	cm

#### 8.4.10 Verifica a Flessione, Fessurazione e Tensioni di esercizio

[[[\*]]] MESHED SHELL CHECKING MAXIMUM RESULT DATA : DOMAIN 1-[1].

=====

-----  
[\*] SHELL FLEXURAL MAXIMUM RESULT : TOP, REINFORCEMENT DIR-1  
-----

( ). Information of Parameters.

- Elem No. : 27825
- Node No. : 29602
- LCB No. : 30
- Materials : fck = 32000.0000 KPa., fyk = 450000.0000 KPa.
- Thickness : t = 0.5000 m.
- Covering : dB = 0.0600 m., dT = 0.0600 m.

( ). Check elements cracked or not.

[ EN1992-2:2005, Annex LL, (LL.101) ]

- Sig1 = Sig,max = 4149.9139 KPa.
- Sig2 = Sig,min = 159.3184 KPa.
- Sig3 = 0.0000 KPa. (2D Element)
- fcm = 40000.0000 KPa.
- alpha = 4.1292
- lambda = 14.5880
- beta = 4.6286

$$- \text{PHI} = \frac{\alpha \cdot J2}{fcm^2} + \frac{\lambda \cdot \text{SQRT}[J2]}{fcm} + \frac{\beta \cdot I1}{fcm} - 1.0 = 0.3704$$

---> CRACKED. A SANDWICH MODEL SHOULD BE USED !!!

( ). Membrane forces.

- NEdx = 1023.4635 kN/m.
- NEdy = 16.9270 kN/m.
- NEdxy = -101.2520 kN/m.

( ). Necessary reinforcement and concrete stress.



APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandataria:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl</b> <b>Technital SpA</b> <b>HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ CL	SN0200 001	B	57 DI 72

- f'tdx = 5613.8059 KPa.
- f'tdy = 545.9417 KPa.
- Sigcd = 1012.5199 KPa.
- rhox,req = max[ f'tdx/fyd\*(ck/t), rhox,min ] = 0.0057
- rho y,req = max[ f'tdy/fyd\*(ck/t), rho y,min ] = 0.0010
- Asx,req = 0.0029 m^2/m. ( 0.0029 m^2/m.)
- Asy,req = 0.0005 m^2/m. ( 0.0005 m^2/m.)

( ). Rebar Arrangement.

- Rebar,x : P20 @200/P24 @200
- Rebar,y : P20 @200

( ). Tensile strengths provided by reinforcement.

- Asx,use = 0.0038 m^2/m. ( 0.0038 m^2/m.)
- Asy,use = 0.0016 m^2/m. ( 0.0016 m^2/m.)
- rhox,use = 0.0077
- rho y,use = 0.0031
- ftdx = rhox,use\*fyd\*(t/ck) = 7493.4783 KPa.
- ftdy = rho y,use\*fyd\*(t/ck) = 3071.7391 KPa.

( ). Concrete strength limit.

- Sigcn = nu\*fcd = 10666.6667 KPa.

( ). Check results.

- Rat,barx = f'tdx/ftdx = 0.7492
- Rat,bary = f'tdy/ftdy = 0.1777
- Rat,conc = Sigcd/Sigcn = 0.0949
- Rat = MAX[ Rat,barx, Rat,bary, Rat,conc ] = 0.7492 ---> O.K.

-----  
[\*] SHELL FLEXURAL MAXIMUM RESULT : TOP, REINFORCEMENT DIR-2  
-----

( ). Information of Parameters.

- Elem No. : 27825
- Node No. : 29602
- LCB No. : 10
- Materials : fck = 32000.0000 KPa., fyk = 450000.0000 KPa.
- Thickness : t = 0.5000 m.
- Covering : dB = 0.0600 m., dT = 0.0600 m.

( ). Check elements cracked or not.

- [ EN1992-2:2005, Annex LL, (LL.101) ]
- Sig1 = Sig,max = 4412.4252 KPa.
  - Sig2 = Sig,min = 2840.5028 KPa.
  - Sig3 = 0.0000 KPa. (2D Element)

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ CL	SN0200 001	B	58 DI 72

- . fcm = 40000.0000 KPa.  
- . alpha = 4.1292  
- . lambda = 11.2758  
- . beta = 4.6286  

$$\alpha \cdot J2 \quad \lambda \cdot \sqrt{J2} \quad \beta \cdot I1$$
- . PHI =  $\frac{\dots}{fcm^2} + \frac{\dots}{fcm} + \frac{\dots}{fcm} - 1.0 = 0.4826$   
---> CRACKED. A SANDWICH MODEL SHOULD BE USED !!!

( ). Membrane forces.

- . NEdx = 1000.1184 kN/m.  
- . NEdy = 348.3754 kN/m.  
- . NEdxy = -100.2567 kN/m.

( ). Necessary reinforcement and concrete stress.

- . f'tdx = 5354.3300 KPa.  
- . f'tdy = 2007.0381 KPa.  
- . Sigcd = 1002.5666 KPa.  
- . rhox,req = max[ f'tdx/fyd\*(ck/t), rhox,min ] = 0.0055  
- . rho y,req = max[ f'tdy/fyd\*(ck/t), rho y,min ] = 0.0021  
- . Asx,req = 0.0027 m^2/m. ( 0.0027 m^2/m.)  
- . Asy,req = 0.0010 m^2/m. ( 0.0010 m^2/m.)

( ). Rebar Arrangement.

- . Rebar,x : P20 @200/P24 @200  
- . Rebar,y : P20 @200

-----  
midas Gen - RC-Shell Flexural Checking[ Eurocode2:04 & NTC2018 ] Gen 2021  
=====

( ). Tensile strengths provided by reinforcement.

- . Asx,use = 0.0038 m^2/m. ( 0.0038 m^2/m.)  
- . Asy,use = 0.0016 m^2/m. ( 0.0016 m^2/m.)  
- . rhox,use = 0.0077  
- . rho y,use = 0.0031  
- . ftdx = rhox,use\*fyd\*(t/ck) = 7493.4783 KPa.  
- . ftdy = rho y,use\*fyd\*(t/ck) = 3071.7391 KPa.

( ). Concrete strength limit.

- . Sigcn = nu\*fcd = 10666.6667 KPa.

( ). Check results.

- . Rat,barx = f'tdx/ftdx = 0.7145  
- . Rat,bary = f'tdy/ftdy = 0.6534

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandataria:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl</b> <b>Technital SpA</b> <b>HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ CL	SN0200 001	B	59 DI 72

- Rat,conc = Sigcd/Sigcn = 0.0940
- Rat = MAX[ Rat,barx, Rat,bary, Rat,conc ] = 0.7145 ---> O.K.

-----  
[\*] SHELL FLEXURAL MAXIMUM RESULT : TOP, CONCRETE STRESS  
-----

( ). Information of Parameters.

- Elem No. : 29542
- Node No. : 31173
- LCB No. : 104
- Materials : fck = 32000.0000 KPa., fyk = 450000.0000 KPa.
- Thickness : t = 0.5000 m.
- Covering : dB = 0.0600 m., dT = 0.0600 m.

( ). Check elements cracked or not.

- [ EN1992-2:2005, Annex LL, (LL.101) ]
- Sig1 = Sig,max = 692.8284 KPa.
  - Sig2 = Sig,min = 546.1898 KPa.
  - Sig3 = 0.0000 KPa. (2D Element)
  - fcm = 40000.0000 KPa.
  - alpha = 4.1292
  - lambda = 9.6893
  - beta = 4.6286
- $$\text{PHI} = \frac{\alpha \cdot J2}{fcm^2} + \frac{\lambda \cdot \text{SQRT}[J2]}{fcm} - \frac{\beta \cdot I1}{fcm} - 1.0 = -0.7678$$
- > UNCRACKED. CHECK CONCRETE STRESS !!!

( ). Membrane forces.

- NEdx = 116.2138 kN/m.
- NEdy = 53.1867 kN/m.
- NEdxy = -9.6154 kN/m.

( ). Check the minimum principal stress.

- Sig,min = -1381.2215 KPa.
- fcd = 21333.3333 KPa.
- Rat,con = Sig,min/fcd = 0.065

-----  
[\*] SHELL FLEXURAL MAXIMUM RESULT : BOTTOM, REINFORCEMENT DIR-1  
-----

( ). Information of Parameters.

- Elem No. : 27825
- Node No. : 29602
- LCB No. : 30

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandataria:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl</b> <b>Technital SpA</b> <b>HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ CL	SN0200 001	B	60 DI 72

- Materials :  $f_{ck} = 32000.0000$  KPa.,  $f_{yk} = 450000.0000$  KPa.
- Thickness :  $t = 0.5000$  m.
- Covering :  $d_B = 0.0600$  m.,  $d_T = 0.0600$  m.

( ). Check elements cracked or not.

[ EN1992-2:2005, Annex LL, (LL.101) ]

- $\text{Sig}_1 = \text{Sig}_{,max} = 4149.9139$  KPa.
- $\text{Sig}_2 = \text{Sig}_{,min} = 159.3184$  KPa.
- $\text{Sig}_3 = 0.0000$  KPa. (2D Element)
- $f_{cm} = 40000.0000$  KPa.
- $\alpha = 4.1292$
- $\lambda = 14.5880$
- $\beta = 4.6286$

$$- \text{PHI} = \frac{\alpha \cdot J_2}{f_{cm}^2} + \frac{\lambda \cdot \text{SQRT}[J_2]}{f_{cm}} + \frac{\beta \cdot I_1}{f_{cm}} - 1.0 = 0.3704$$

---> CRACKED. A SANDWICH MODEL SHOULD BE USED !!!

( ). Membrane forces.

- $N_{Edx} = 1005.8768$  kN/m.
- $N_{E dy} = -67.5050$  kN/m.
- $N_{Edxy} = -100.2726$  kN/m.

( ). Necessary reinforcement and concrete stress.

- $f'_{tdx} = 5540.5188$  KPa.
- $f'_{tdy} = 208.7915$  KPa.
- $\text{Sig}_{cd} = 1002.7265$  KPa.
- $\rho_{x,req} = \max[ f'_{tdx}/f_{yd} \cdot (c_k/t), \rho_{x,min} ] = 0.0057$
- $\rho_{y,req} = \max[ f'_{tdy}/f_{yd} \cdot (c_k/t), \rho_{y,min} ] = 0.0010$
- $A_{sx,req} = 0.0028$  m<sup>2</sup>/m. ( 0.0028 m<sup>2</sup>/m.)
- $A_{sy,req} = 0.0005$  m<sup>2</sup>/m. ( 0.0005 m<sup>2</sup>/m.)

( ). Rebar Arrangement.

- Rebar,x : P20 @200/P24 @200
- Rebar,y : P20 @200

( ). Tensile strengths provided by reinforcement.

- $A_{sx,use} = 0.0038$  m<sup>2</sup>/m. ( 0.0038 m<sup>2</sup>/m.)
- $A_{sy,use} = 0.0016$  m<sup>2</sup>/m. ( 0.0016 m<sup>2</sup>/m.)
- $\rho_{x,use} = 0.0077$
- $\rho_{y,use} = 0.0031$
- $f_{tdx} = \rho_{x,use} \cdot f_{yd} \cdot (t/c_k) = 7493.4783$  KPa.
- $f_{tdy} = \rho_{y,use} \cdot f_{yd} \cdot (t/c_k) = 3071.7391$  KPa.

( ). Concrete strength limit.

- $\text{Sig}_{cn} = \nu \cdot f_{cd} = 10666.6667$  KPa.

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandataria:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl</b> <b>Technital SpA</b> <b>HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ CL	SN0200 001	B	61 DI 72

( ). Check results.

- Rat,barx =  $f'tdx/ftdx = 0.7394$
- Rat,bary =  $f'tdy/ftdy = 0.0680$
- Rat,conc =  $Sigcd/Sigcn = 0.0940$
- Rat =  $MAX[ Rat,barx, Rat,bary, Rat,conc ] = 0.7394$  ---> O.K.

-----  
[\*] SHELL FLEXURAL MAXIMUM RESULT : BOTTOM, REINFORCEMENT DIR-2  
-----

( ). Information of Parameters.

- Elem No. : 29080
- Node No. : 31545
- LCB No. : 22
- Materials :  $fck = 32000.0000$  KPa.,  $fyk = 450000.0000$  KPa.
- Thickness :  $t = 0.5000$  m.
- Covering :  $dB = 0.0600$  m.,  $dT = 0.0600$  m.

( ). Check elements cracked or not.

- [ EN1992-2:2005, Annex LL, (LL.101) ]
- Sig1 = Sig,max = 3272.5577 KPa.
  - Sig2 = Sig,min = 114.4979 KPa.
  - Sig3 = 0.0000 KPa. (2D Element)
  - fcm = 40000.0000 KPa.
  - alpha = 4.1292
  - lambda = 14.5895
  - beta = 4.6286
  - alpha\*J2 lambda\*SQRT[J2] beta\*11
  - PHI =  $\frac{Sig1}{fcm^2} + \frac{Sig2}{fcm} + \frac{Sig3}{fcm} - 1.0 = 0.0782$
- > CRACKED. A SANDWICH MODEL SHOULD BE USED !!!

( ). Membrane forces.

- NEdx = 782.4105 kN/m.
- NEdy = -61.3327 kN/m.
- NEdxy = -99.8399 kN/m.

( ). Necessary reinforcement and concrete stress.

- f'tdx = 4424.4891 KPa.
- f'tdy = 238.9533 KPa.
- Sigcd = 998.3993 KPa.
- rhox,req =  $max[ f'tdx/fyd*(ck/t), rhox,min ] = 0.0045$
- rhox,req =  $max[ f'tdy/fyd*(ck/t), rhox,min ] = 0.0010$
- Asx,req = 0.0023 m<sup>2</sup>/m. ( 0.0023 m<sup>2</sup>/m.)
- Asy,req = 0.0005 m<sup>2</sup>/m. ( 0.0005 m<sup>2</sup>/m.)

( ). Rebar Arrangement.

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: <u>Mandataria:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl</b> <b>Technital SpA</b> <b>HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ CL	SN0200 001	B	62 DI 72

- Rebar,x : P20 @200/P24 @200
- Rebar,y : P20 @200

-----  
midas Gen - RC-Shell Flexural Checking[ Eurocode2:04 & NTC2018 ]                    Gen 2021  
=====

( ). Tensile strengths provided by reinforcement.

- Asx,use = 0.0038 m<sup>2</sup>/m. ( 0.0038 m<sup>2</sup>/m.)
- Asy,use = 0.0016 m<sup>2</sup>/m. ( 0.0016 m<sup>2</sup>/m.)
- rhox,use = 0.0077
- rhoxy,use = 0.0031
- ftdx = rhox,use\*fyd\*(t/ck) = 7493.4783 KPa.
- ftdy = rhoxy,use\*fyd\*(t/ck) = 3071.7391 KPa.

( ). Concrete strength limit.

- Sigcn = nu\*fcd = 10666.6667 KPa.

( ). Check results.

- Rat,barx = f'tdx/ftdx = 0.5904
- Rat,bary = f'tdy/ftdy = 0.0778
- Rat,conc = Sigcd/Sigcn = 0.0936
- Rat = MAX[ Rat,barx, Rat,bary, Rat,conc ] = 0.5904 ---> O.K.

-----  
[\*] SHELL FLEXURAL MAXIMUM RESULT : BOTTOM, CONCRETE STRESS  
-----

( ). Information of Parameters.

- Elem No. : 29542
- Node No. : 31173
- LCB No. : 104
- Materials : fck = 32000.0000 KPa., fyk = 450000.0000 KPa.
- Thickness : t = 0.5000 m.
- Covering : dB = 0.0600 m., dT = 0.0600 m.

( ). Check elements cracked or not.

- [ EN1992-2:2005, Annex LL, (LL.101) ]
- Sig1 = Sig,max = 692.8284 KPa.
- Sig2 = Sig,min = 546.1898 KPa.
- Sig3 = 0.0000 KPa. (2D Element)
- fcm = 40000.0000 KPa.
- alpha = 4.1292
- lambda = 9.6893
- beta = 4.6286

<b>APPALTATORE:</b> <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
<b>PROGETTISTA:</b> <u>Mandataria:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl</b> <b>Technital SpA</b> <b>HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO:</b> <b>Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)</b>	PROGETTO <b>IA3S</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>SN0200 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>63 DI 72</b>

$$\begin{aligned}
 & \alpha \cdot J_2 \quad \lambda \cdot \sqrt{J_2} \quad \beta \cdot I_1 \\
 -. \text{ PHI} &= \frac{\alpha \cdot J_2}{f_{cm}^2} + \frac{\lambda \cdot \sqrt{J_2}}{f_{cm}} + \frac{\beta \cdot I_1}{f_{cm}} - 1.0 = -0.7678 \\
 & \text{---> UNCRACKED. CHECK CONCRETE STRESS !!!}
 \end{aligned}$$

( ). Membrane forces.

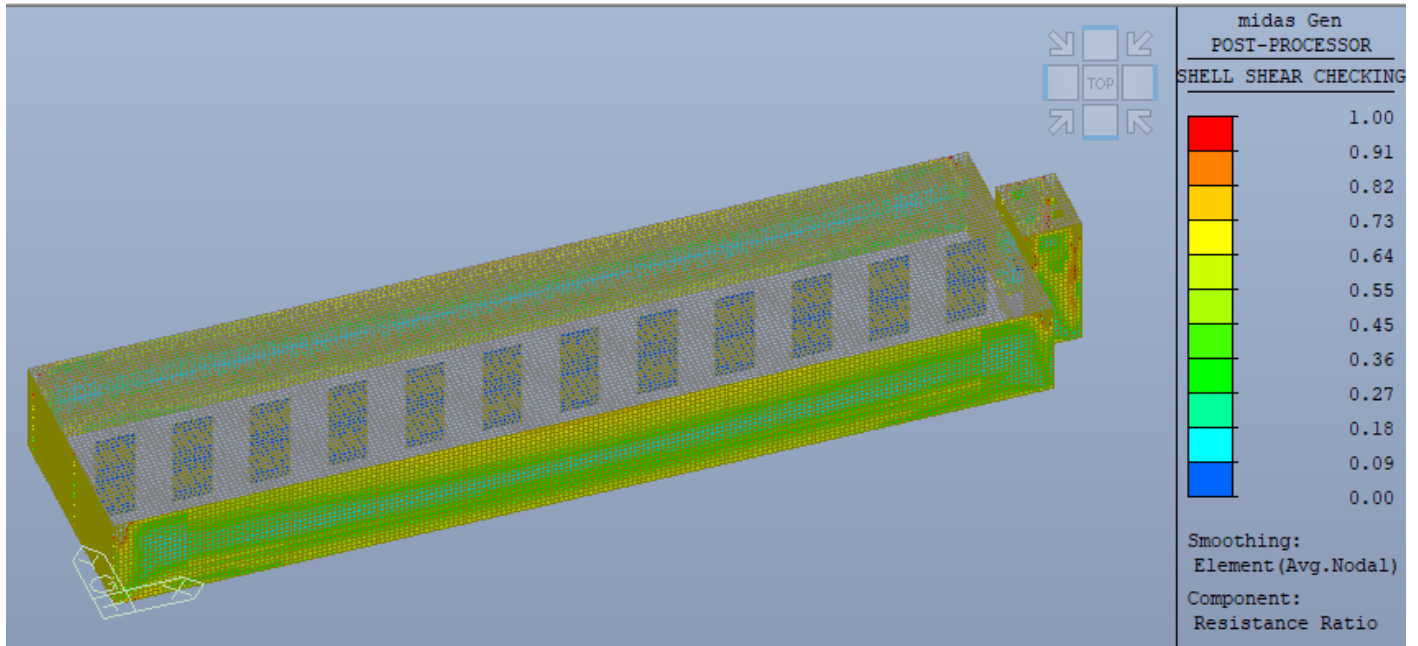
- . NEdx = 51.9704 kN/m.
- . NEdy = -232.0093 kN/m.
- . NEdxy = -1.8391 kN/m.

( ). Check the minimum principal stress.

- . Sig,min = 0.0000 KPa.
- . fcd = 21333.3333 KPa.
- . Rat,con = Sig,min/fcd = 0.000

<b>APPALTATORE:</b> <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>												
<b>PROGETTISTA:</b> Mandataria:                 Mandante: <b>RPA srl                     Technital SpA                 HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>												
<b>PROGETTO ESECUTIVO:</b> <b>Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)</b>	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IA3S</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL</td> <td>SN0200 001</td> <td>B</td> <td>64 DI 72</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IA3S	01	E ZZ CL	SN0200 001	B	64 DI 72
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IA3S	01	E ZZ CL	SN0200 001	B	64 DI 72								

### 8.4.11 Verifica a Taglio



[[[\*]]] MESHED SHELL SHEAR MAXIMUM RESULT DATA : DOMAIN 1-[1].

=====

-----  
[\*] SHEAR SHEAR MAXIMUM RESULT  
-----

( ). Information of Parameters.

- Elem No. : 28227
- Node No. : 4507
- LCB No. : 10
- Materials : fck = 32000.0000 KPa., fyk = 450000.0000 KPa.
- Thickness : t = 0.5000 m.
- Covering : dB = 0.0600 m., dT = 0.0600 m.

( ). Calculate the principal shear of the inner layer.

- V\_Edx = -193.5863 kN/m.
- V\_Edy = -159.0024 kN/m.
- V\_Edo =  $SQRT[V\_Edx^2 + V\_Eddy^2]$  = 250.5143 kN/m.
- tan(Phio) =  $V\_Eddy/V\_Edx$  = 0.8214
- Rhol =  $Rhox*cos(Phio)^2 + Rhoy*sin(Phio)^2$  = 0.0095

( ). Calculate the design shear resistance without shear reinforcement.

- k = MIN[ 1.0+SQRT(200/d), 2.0 ] = 1.6742
- C\_Rdc = 0.18/Gamma\_c = 0.1200



<b>APPALTATORE:</b> <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI</b> <b>GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
<b>PROGETTISTA:</b> <u>Mandataria:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl</b> <b>Technital SpA</b> <b>HUB</b> <span style="margin-left: 200px;"><b>Engineering</b></span>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA</b> <b>BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO:</b> <b>Relazione di calcolo vasca di monte</b> <b>(Stazione Executive)</b>	PROGETTO <b>IA3S</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>SN0200 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>65 DI 72</b>

- .  $\text{Sig\_cp} = \text{MIN}[ N\_Ed/Ac, 0.2 \cdot f_{cd} ] = 0.0000 \text{ KPa.}$

- .  $V\_Rdc1 = [C\_Rdc \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_{ol} \cdot f_{ck})^{1/3} + 0.15 \cdot \text{Sig\_cp}] \cdot d = 275.7025 \text{ kN/m.}$

- .  $V\_Rdc2 = [0.035 \cdot k^{3/2} \cdot \text{SQRT}(f_{ck}) + 0.15 \cdot \text{Sig\_cp}] \cdot d = 188.7151 \text{ kN/m.}$

- .  $V\_Rdc = \text{MAX}[ V\_Rdc1, V\_Rdc2 ] = 275.7025 \text{ kN/m.}$

- .  $\text{RatV} = V\_Edo / V\_Rdc = 0.9086 \text{ ---> O.K.}$

<b>APPALTATORE:</b> <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
<b>PROGETTISTA:</b> <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl</b> <b>Technital SpA</b> <b>HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO:</b> <b>Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)</b>	PROGETTO <b>IA3S</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>SN0200 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>66 DI 72</b>

## 8.5 Tabella Incidenza Armature

Incidenza Armature		
Soletta Sup	230	kg/mc
Soletta Inf	230	kg/mc
Piedritti	220	kg/mc

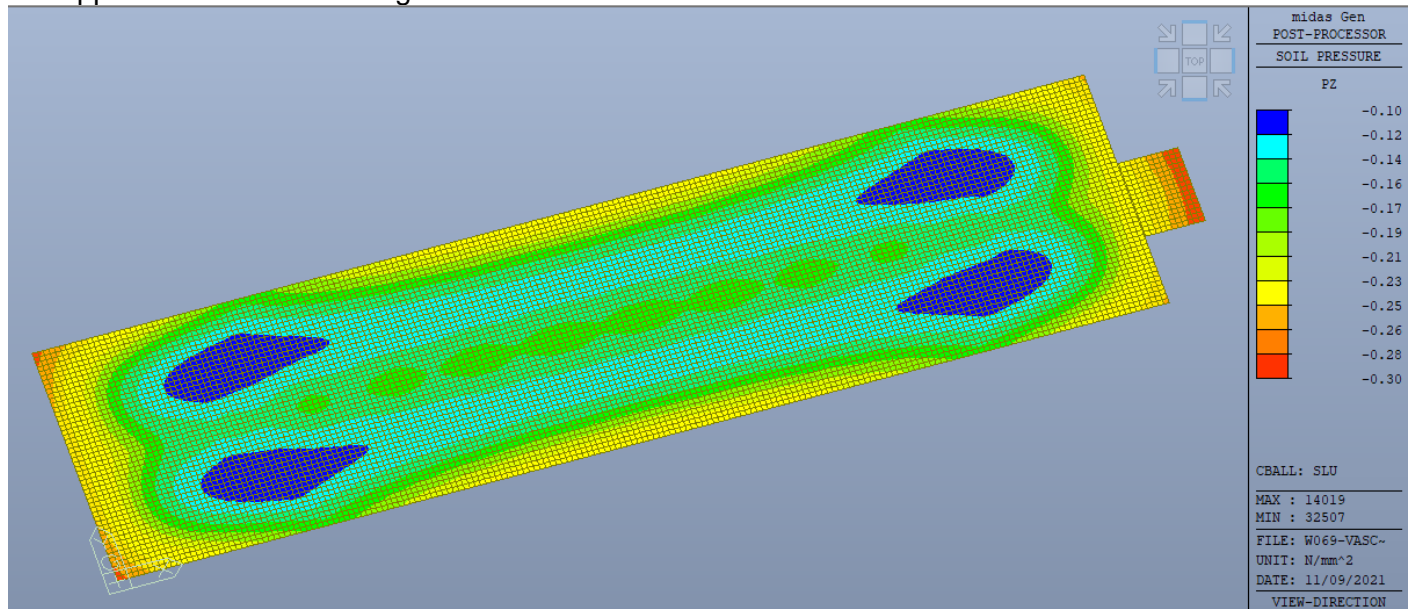
<b>APPALTATORE:</b> <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
<b>PROGETTISTA:</b> <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl</b> <b>Technital SpA</b> <b>HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO:</b> <b>Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)</b>	PROGETTO <b>IA3S</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>SN0200 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>67 DI 72</b>

## 9 VERIFICHE GEOTECNICHE

### 9.1 VERIFICA A CARICO LIMITE

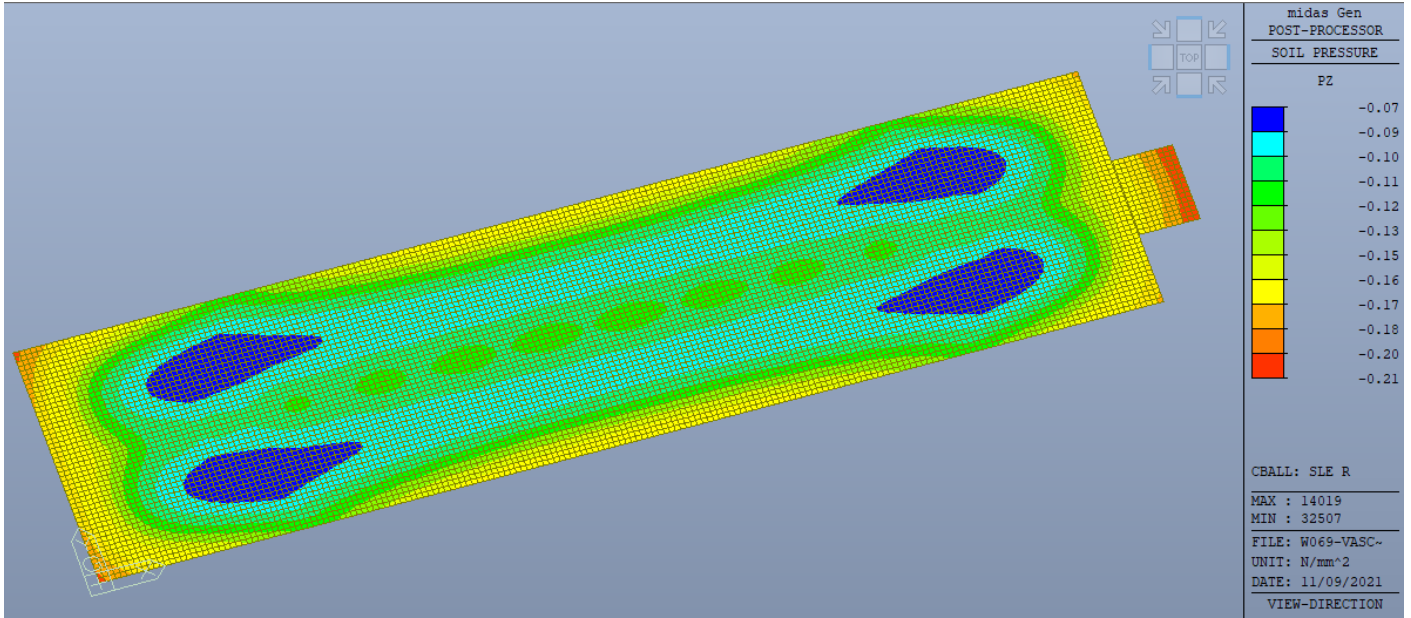
Il terreno di fondazione deve essere in grado di sopportare il carico che gli viene trasmesso dalle strutture sovrastanti senza che si verifichi rottura e senza che i cedimenti della struttura siano eccessivi. Si riportano qui di seguito le sollecitazioni più gravose ottenute dagli involuppi delle combinazioni di carico al calcolo del carico limite e le verifiche.

Inviluppo delle sollecitazioni agli SLU:

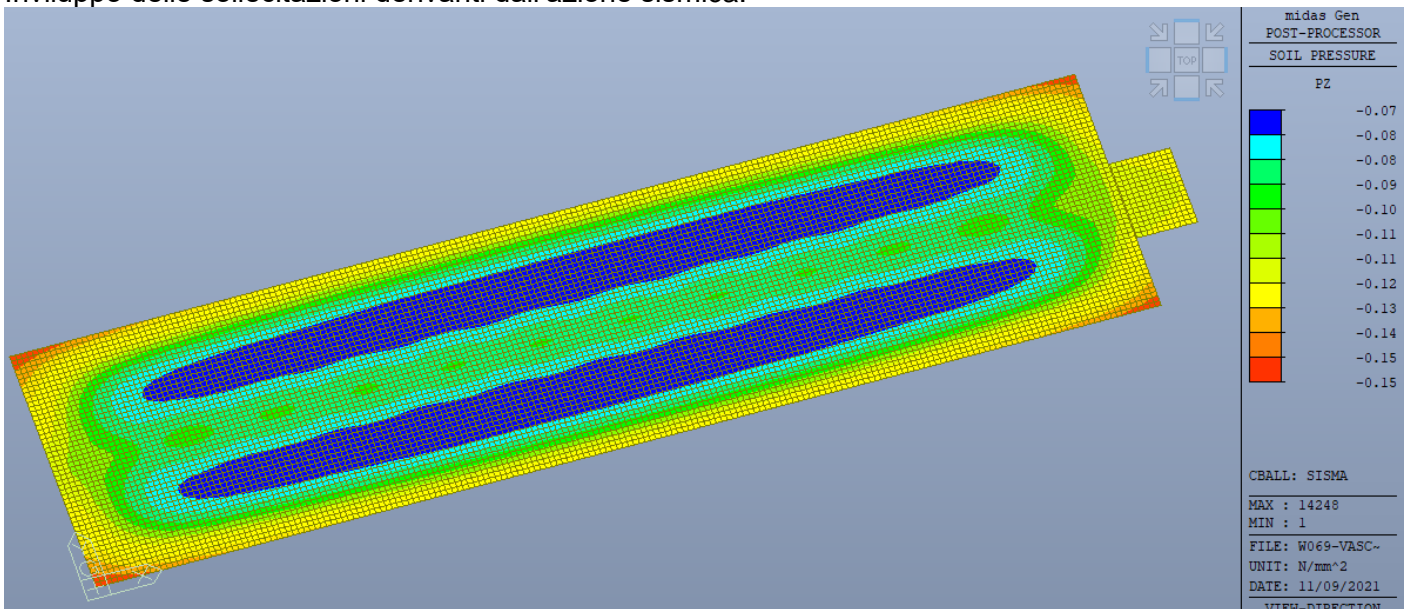


Inviluppo delle sollecitazioni agli SLE:

<b>APPALTATORE:</b> <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
<b>PROGETTISTA:</b> <u>Mandataria:</u> <u>Mandante:</u> <b>RPA srl</b> <b>Technital SpA</b> <b>HUB Engineering</b>	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO:</b> <b>Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)</b>	<b>PROGETTO</b> <b>IA3S</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>SN0200 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>68 DI 72</b>



Inviluppo delle sollecitazioni derivanti dall'azione sismica:



APPALTATORE:  
D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI  
GENERALI s.r.l.

## RIASSETTO NODO DI BARI

PROGETTISTA:  
Mandataria: Mandante:  
RPA srl Technital SpA HUB Engineering

TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA  
BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE

PROGETTO ESECUTIVO:  
Relazione di calcolo vasca di monte  
(Stazione Executive)

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	E ZZ CL	SN0200 001	B	69 DI 72

Calcolo del carico limite con coefficienti M2

### Carico Limite per Fondazioni Dirette-Condizione drenata

**CONDIZIONE DRENATA**

$$Q_{lim} = N_q \Psi_q \zeta_q \xi_q \alpha_q \beta_q (\gamma_1 (D-a) + (\gamma_{sat} - \gamma_w)a) + N_c \Psi_c \zeta_c \xi_c \alpha_c \beta_c C' + N_\gamma \Psi_\gamma \zeta_\gamma \xi_\gamma \alpha_\gamma \beta_\gamma \gamma'_2 B'/2 + \gamma_w a$$

Caratteristiche fisiche				Caratteristiche meccaniche				Q. primo calpestio da base fond.	
$\gamma_1$ (t/m <sup>3</sup> )	$\gamma_{1sat}$ (t/m <sup>3</sup> )	$\gamma_w$ (t/m <sup>3</sup> )	$\gamma'_2$ (t/m <sup>3</sup> )	$\phi$ (°)	C' (t/m <sup>2</sup> )	E <sub>ed</sub> (t/m <sup>2</sup> )	C <sub>u</sub> (t/m <sup>2</sup> )	Q. primo calpestio da base fond. (m)	
2.40	2.40	1.00	2.40	30.17	0.00	10000.00	0.00	7.00	

Dati geometrici piano di posa				Dati geometrici fondazione				Carichi	
$\varepsilon$ (°)	$\omega$ (°)	a (m)	D (m)	B (m)	L (m)	e <sub>B</sub> (m)	e <sub>L</sub> (m)	q <sub>v</sub> (t)	q <sub>h</sub> (t)
0.00	0.00	0.00	5.00	13.00	48.00	0.00	0.00	1721.0	0.00

*Coefficienti di carico limite*    **N<sub>q</sub> N<sub>c</sub> N<sub>γ</sub>**    *Coefficienti di forma*    **ζ<sub>q</sub> ζ<sub>c</sub> ζ<sub>γ</sub>**

$\phi$	N <sub>q</sub>	N <sub>c</sub>	N <sub>γ</sub>	$\phi$	N <sub>q</sub>	N <sub>c</sub>	N <sub>γ</sub>	Forma fondazione	ζ <sub>q</sub>	ζ <sub>c</sub>	ζ <sub>γ</sub>
10	2.47	8.35	1.22	26	11.85	22.25	12.54	Rettangolo di lati B,L (B<L)	1+(B/L) tgφ	1+(B/L)/(N <sub>q</sub> /N <sub>c</sub> )	1-0,4(B/L)
11	2.71	8.80	1.44	27	13.20	23.94	14.47	Quadrato, cerchio (B=L)	1+ tgφ	1+(N <sub>q</sub> /N <sub>c</sub> )	0.60
12	2.97	9.28	1.69	28	14.72	25.80	16.72				
13	3.26	9.81	1.97	29	16.44	27.86	19.34				
14	3.59	10.37	2.29	30	18.40	30.14	22.40				
15	3.94	10.98	2.65	31	20.63	32.67	25.99				
16	4.34	11.63	3.06	32	23.18	35.49	30.22				
17	4.77	12.34	3.53	33	26.09	38.64	35.19				
18	5.26	13.10	4.07	34	29.44	42.16	41.06				
19	5.80	13.93	4.68	35	33.30	46.12	48.03				
20	6.40	14.83	5.39	36	37.75	50.59	56.31				
21	7.07	15.82	6.20	37	42.92	55.63	66.19				
22	7.82	16.88	7.13	38	48.93	61.35	78.03				
23	8.66	18.05	8.20	39	55.96	67.87	92.25				
24	9.60	19.32	9.44	40	64.20	75.31	109.4				
25	10.66	20.72	10.88	41	73.90	83.86	130.2				

*Coefficienti inclinazione piano di posa*    **α<sub>q</sub> α<sub>c</sub> α<sub>γ</sub>**

$$\alpha_q = \alpha_\gamma = (1 - \varepsilon \tan \phi)^2 \quad \alpha_c = \alpha_q - (1 - \alpha_q) / (N_c \tan \phi)$$

*Coefficienti inclinazione piano di campagna*    **β<sub>q</sub> β<sub>c</sub> β<sub>γ</sub>**

$$\beta_q = (1 - \tan \omega)^2 \cos \omega \quad \beta_c = \beta_\gamma - (1 - \beta_\gamma) / (N_c \tan \phi) \quad \beta_\gamma = \beta_q \cos \omega$$

Valido per     $\varepsilon < \pi/4$      $\omega < \pi/4$      $\omega < \phi$

*Carichi eccentrici*

Rid. forma fondazione		Coefficiente m	
B' (m)	L' (m)	m/B (m)	m/L (m)
B' = B - 2e <sub>B</sub>	L' = L - 2e <sub>L</sub>	1.79	1.21
13.00	48.00		

APPALTATORE:  
D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI  
GENERALI s.r.l.

## RIASSETTO NODO DI BARI

PROGETTISTA:

TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA  
BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE

Mandataria:

Mandante:

RPA srl

Technital SpA

HUB  
Engineering

PROGETTO ESECUTIVO:

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	E ZZ CL	SN0200 001	B	70 DI 72

Relazione di calcolo vasca di monte  
(Stazione Executive)

Coefficienti inclinazione del carico  $\xi_q \xi_c \xi_\gamma$

Tipo terreno	$\xi_q$	$\xi_c$	$\xi_\gamma$
Incoerente	$(1-tg\delta)^m$	-	$(1-tg\delta)^{m+1}$
Coesivo	1	$1-(mq_H)/(cN_c)$	-
Dotato di attrito e coesione	$1 - (q_H/(q_v+ccotg\phi))^m$	$\xi_q - (1-\xi_q)/N_c tg\phi$	$1-(q_H/(q_v+ccotg\phi))^{m+1}$

$q_H // B$	$m = (2+B/L)/(1+B/L)$
$q_H // L$	$m = (2+L/B)/(1+L/B)$

Verifica al punzonamento (solo per terreni incoerenti)  $\Psi_q \Psi_c \Psi_\gamma$

$I_r = G/(c' + \sigma' tg\phi)$	$I_{r,crit} = 1/2 e^{3,3-0,45(B/L)cotg(\pi/4 - \phi/2)}$
---------------------------------	--

Tipo terreno	$I_r < I_{r,crit}$		$I_r > I_{r,crit}$
	Attrito e coesione	Coesivo	
$\Psi_q$	$e^{(0,6B/L - 4,4)tg\phi + 3,07sen\phi \lg(2I_r)/(1+sen\phi)}$	1	1
$\Psi_c$	$\Psi_q - (1-\Psi_q)/N_c tg\phi$	$0,32 + 0,12B/L + 0,6lg I_r$	1
$\Psi_\gamma$	$\Psi_q$	1	1

$k_0 = 1 - sen\phi$  ⇒ Coefficiente di spinta a riposo  
 $v = k_0/(1+k_0)$  ⇒ Coefficiente di poisson  
 $E = E_{ed}(1-2v^2)/(1-v)$  ⇒ Modulo di Young  
 $G = E/2(1+v)$  ⇒ Modulo di rigidezza a taglio

$\phi$	$I_{r,crit}$ per Fondazione a striscia indefinita	$I_{r,crit}$ per Fondazione quadrata o circolare
0	13	8
5	18	11
10	25	15
15	37	20
20	55	34
25	89	44
30	152	70
35	283	120
40	592	225
45	1442	486

$\sigma' = \sigma' (D + B/2)$  ⇒ Tensione efficace alla profondità D + B/2

$I_r = G/(c' + \sigma' tg\phi)$  ⇒ Indice di rigidezza

Coefficienti di carico limite			Coefficienti di forma		
$N_q$	$N_c$	$N_\gamma$	$\zeta_q$	$\zeta_c$	$\zeta_\gamma$
18.75	30.54	22.40	1.16	1.17	0.89

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>				
PROGETTISTA: Mandataria: RPA srl      Mandante: Technital SpA      HUB Engineering	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE				
PROGETTO ESECUTIVO: Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SN0200 001	REV.      FOGLIO B      71 DI 72

Coefficienti incl. Piano di posa		
$\alpha_q$	$\alpha_c$	$\alpha_\gamma$
1.00	1.00	1.00

Coef. incl. Piano campagna		
$\beta_q$	$\beta_c$	$\beta_\gamma$
1.00	1.00	1.00

Coef. di inclinazione carico		
$\xi_q$	$\xi_c$	$\xi_\gamma$
1.00	1.00	1.00

Coef. e moduli geotecnici			
$k_o$	$\nu$	E	G
(-)	(-)	(t/m <sup>2</sup> )	(t/m <sup>2</sup> )
0.50	0.33	6692	2511

$I_r = G/(c' + \sigma' \text{tg} \phi)$	156.65	<input type="checkbox"/>
---	--------	--------------------------

Coefficienti di punzonamento		
$\Psi_q$	$\Psi_c$	$\Psi_\gamma$
1.00	1.00	1.00

$I_{r,crit} = 1/2 e^{3,3-0,45(B/L)\text{cotg}(\pi/4 - \phi/2)}$	125	<input checked="" type="checkbox"/>
---	-----	-------------------------------------

FATTORI CARICO LIMITE			
1° Termine (t/m <sup>2</sup> )	2° Termine (t/m <sup>2</sup> )	3° Termine (t/m <sup>2</sup> )	Sottospinta (t/m <sup>2</sup> )
364.61	0.00	311.58	0.00

CARICO LIMITE	
$f_{lim}$	$f_k$
Cond. Dren.	( $f_{lim}/\gamma_R$ )
[MPa]	[MPa]
<b>6.631</b>	<b>2.883</b>

$\gamma_R = 2.3$
------------------

Le verifiche si assumono soddisfatte.

APPALTATORE: <b>D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.</b>	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b>					
PROGETTISTA: Mandataria: RPA srl Mandante: Technital SpA HUB Engineering	<b>TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
PROGETTO ESECUTIVO: <b>Relazione di calcolo vasca di monte (Stazione Executive)</b>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ CL	SN0200 001	B	72 DI 72

## 9.2 Verifica dei cedimenti

Le opere e i sistemi geotecnici di cui al § 6.1.1 devono essere verificati nei confronti degli stati limite di esercizio. A tale scopo, il progetto deve esplicitare le prescrizioni relative agli spostamenti compatibili e le prestazioni attese.

La verifica agli stati limite di esercizio implica l'analisi del problema di interazione terreno-struttura, al termine della costruzione e nel tempo, secondo quanto disposto al paragrafo § 2.2.2. Il grado di approfondimento dell'analisi di interazione terreno struttura è funzione dell'importanza dell'opera.

Per ciascun stato limite di esercizio deve essere rispettata la condizione:

$$Ed \leq Cd \quad [6.2.7]$$

dove  $E_d$  è il valore di progetto dell'effetto delle azioni nelle combinazioni di carico per gli SLE specificate al §2.5.3 e  $C_d$  è il prescritto valore limite dell'effetto delle azioni. Quest'ultimo deve essere stabilito in funzione del comportamento della struttura in elevazione e di tutte le costruzioni che interagiscono con le opere geotecniche in progetto, tenendo conto della durata dei carichi applicati.

Il calcolo di  $E_d$  viene effettuato con l'ausilio del software di calcolo Midas Gen considerando le combinazioni di carico agli SLE, mentre il valore di  $C_d$  viene ricavato come riportato nel capitolo 4

$$s = B \cdot c_t \cdot \frac{(q - \sigma_{vo})(1 - \nu^2)}{E} = 2.80 \text{ mm}$$

A fronte di un cedimento di 2.80 mm

