

# CASSA DI ESPANSIONE DEL TORRENTE BAGANZA NEI COMUNI DI FELINO, SALA BAGANZA, COLLECCHIO E PARMA (PR-E-1047)

## PROGETTO ESECUTIVO

|      |         |  |           |          |           |
|------|---------|--|-----------|----------|-----------|
| 03   | 04/2021 | Revisione per validazione                    | TRESSO    | BERTERO  | BERTERO   |
| 02   | 07/2020 | Revisione per osservazioni DGD e validazione | TRESSO    | BERTERO  | BERTERO   |
| 01   | 01/2020 | Recepimento risultati modello fisico         | TRESSO    | BERTERO  | BERTERO   |
| REV. | DATA    | MODIFICHE                                    | REDAZIONE | VERIFICA | AUTORIZZ. |

## MANUFATTO REGOLATORE C RELAZIONE DI CALCOLO

### ASSOCIAZIONE TEMPORANEA DI IMPRESE

MANDATARIA:

MANDANTI:



IL R.U.P.:

 Dott. Ing. Mirella Vergnani  
 (documento firmato digitalmente)

 Progettista responsabile integrazioni  
 prestazioni specialistiche e Direttore Tecnico  
 della mandataria.  
 Hydrodata S.p.A.  
 Ord. Ing. Torino N°7570L  
 Dott. Ing. Roberto Bertero  
 (documento firmato digitalmente)

 Progettista/Progettisti responsabili elaborato  
 Hydrodata S.p.A.  
 Ord. Ing. Torino N°7570L

 Dott. Ing. Roberto Bertero  
 (documento firmato digitalmente)


CODICE ELABORATO:

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| B | A | G | 3 | 1 | 0 | M | R | C | R | R | E | 0 | 1 | 3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

ID (1)

CAP. (2)

TIPO (3)

DOC. (4)

PROGR. (5-6) REV. (7)

SCALA

 APRILE  
 2021

## INDICE

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>GENERALITA' .....</b>  | <b>5</b>  |
| <b>2</b> | <b>NORMATIVA VIGENTE .....</b>  | <b>6</b>  |
| <b>3</b> | <b>MATERIALI STRUTTURALI PREVISTI IN PROGETTO .....</b>                         | <b>7</b>  |
| 3.1      | CALCESTRUZZO PER GETTI DI PRIMA FASE.....                                       | 7         |
| 3.2      | CALCESTRUZZO PER GETTI DI SECONDA FASE (RIEMPIMENTO) .....                      | 7         |
| 3.3      | CALCESTRUZZO PER TRAVI PREFABBRICATE.....                                       | 8         |
| 3.4      | CALCESTRUZZO PER SOLETTA IMPALCATO PONTE.....                                   | 8         |
| 3.5      | ACCIAIO PER BARRE DI ARMATURA .....   | 8         |
| 3.6      | ACCIAIO PER TIRANTI IN TREFOLI – TRAVI PREFABBRICATE IMPALCATO PONTICELLO ..... | 9         |
| <b>4</b> | <b>PRESTAZIONI DI PROGETTO – CLASSE DELLE STRUTTURE – VITA UTILE .....</b>      | <b>9</b>  |
| <b>5</b> | <b>CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI .....</b>                           | <b>9</b>  |
| <b>6</b> | <b>PARAMETRI SISMICI .....</b>  | <b>9</b>  |
| <b>7</b> | <b>MODELLI DI CALCOLO DEL MANUFATTO .....</b>                                   | <b>13</b> |
| <b>8</b> | <b>PARAMENTI IN ELEVAZIONE DEI BLOCCHI 1 – 3: PROFILO CREAGER .....</b>         | <b>13</b> |
| 8.1      | MODELLAZIONE STRUTTURALE .....  | 13        |
| 8.2      | DESCRIZIONE DEI CARICHI.....  | 14        |
| 8.3      | COMBINAZIONI DI CARICO .....  | 16        |
| 8.4      | CRITERI DI VERIFICA E RISULTATI .....   | 18        |
| <b>9</b> | <b>PLATEA DEI BLOCCHI 1 – 3 E BLOCCHI 4 - 6.....</b>                            | <b>25</b> |
| 9.1      | MODELLAZIONE STRUTTURALE .....  | 25        |
| 9.2      | DESCRIZIONE DEI CARICHI.....  | 30        |
| 9.2.1    | PLATEA DEL BLOCCO 1.....  | 31        |
| 9.2.2    | PLATEA DEI BLOCCHI 2-3 .....  | 31        |
| 9.2.3    | BLOCCO 4.....   | 32        |
| 9.2.4    | BLOCCO 5.....   | 32        |
| 9.2.5    | BLOCCO 6.....   | 32        |
| 9.3      | COMBINAZIONI DI CARICO .....  | 33        |
| 9.4      | .....   | 33        |
| 9.5      | CRITERI DI VERIFICA E RISULTATI .....   | 34        |
| 9.6      | VERIFICHE E RISULTATI.....  | 34        |
| 9.6.1    | PLATEA DEL BLOCCO 1.....  | 35        |



|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| 9.6.2     | PLATEA DEI BLOCCHI 2-3 .....  | 35        |
| 9.6.3     | BLOCCO 4.....   | 36        |
| 9.6.4     | BLOCCO 5.....   | 38        |
| 9.6.5     | BLOCCO 6.....   | 39        |
| <b>10</b> | <b>IMPALCATO STRADALE DEL BLOCCO 4.....</b>                                   | <b>41</b> |
| 10.1      | MODELLAZIONE STRUTTURALE .....  | 41        |
| 10.2      | DESCRIZIONE DEI CARICHI.....  | 46        |
| 10.3      | COMBINAZIONI DI CARICO .....  | 48        |
| 10.4      | SOLLECITAZIONI .....  | 49        |
| 10.5      | CRITERI DI VERIFICA E RISULTATI .....   | 50        |
| 10.6      | VERIFICHE A STABILITÀ GLOBALE - SOLLEVAMENTO .....                            | 55        |
| <b>11</b> | <b>ALLEGATO 1 .....</b>   | <b>58</b> |
|           | BLOCCO 1 – SFIORATORE.....  | 58        |
| 11.1      | VERIFICHE STRUTTURALI.....  | 58        |
| 11.1.1    | MODELLO DI CALCOLO FEM – SLU – SLV.....                                       | 58        |
| 11.1.1.1  | TABULATI DI ANALISI .....   | 58        |
| 11.1.1.2  | VERIFICHE PLATEA CENTRALE SP. MEDIO 3.00 M.....                               | 68        |
| 11.1.2    | MODELLO DI CALCOLO FEM – SLE - SLD.....                                       | 73        |
| 11.1.2.1  | TABULATI DI ANALISI .....   | 73        |
| 11.1.2.2  | VERIFICHE PLATEA CENTRALE SP. MEDIO 3.00 M - LIMITAZIONE DELLE TENSIONI ..... | 76        |
| 11.2      | VERIFICHE PLATEA CENTRALE SP. MEDIO 3.00 M - VERIFICA A FESSURAZIONE .....    | 81        |
| 11.3      | VERIFICA A STABILITÀ GLOBALE – SOLLEVAMENTO .....                             | 83        |
| <b>12</b> | <b>ALLEGATO 2 .....</b>   | <b>84</b> |
|           | BLOCCHI 2-3 – SFIORATORE.....   | 84        |
| 12.1      | VERIFICHE STRUTTURALI PLATEA .....  | 84        |
| 12.1.1    | MODELLO DI CALCOLO FEM – SLU – SLV - PLATEA.....                              | 84        |
| 12.1.1.1  | TABULATI DI ANALISI .....   | 84        |
| 12.1.1.2  | VERIFICHE PLATEA CENTRALE SP. MEDIO 3.00 M.....                               | 94        |
| 12.1.1.3  | VERIFICHE PLATEA CANALE .....   | 100       |
| 12.1.1.4  | VERIFICHE PARETI CANALE .....   | 105       |
| 12.1.1.5  | VERIFICHE SOLETTA COPERTURA CANALE .....                                      | 111       |
| 12.1.2    | MODELLO DI CALCOLO FEM – SLE – SLD – PLATEA .....                             | 117       |
| 12.1.2.1  | TABULATI DI ANALISI .....   | 117       |
| 12.1.2.3  | VERIFICHE PLATEA SP. 3.00 M - LIMITAZIONE DELLE TENSIONI .....                | 120       |

|           |   |            |
|-----------|---|------------|
| 12.1.2.4  | VERIFICHE PLATEA SP. 3.00 M - VERIFICA A FESSURAZIONE .....                                 | 125        |
| 12.1.2.5  | VERIFICHE PLATEA CANALE - LIMITAZIONE DELLE TENSIONI .....                                  | 128        |
| 12.1.2.6  | VERIFICHE PLATEA CANALE - VERIFICA A FESSURAZIONE .....                                     | 132        |
| 12.1.2.7  | VERIFICHE PARETI CANALE - LIMITAZIONE DELLE TENSIONI .....                                  | 135        |
| 12.1.2.8  | VERIFICHE PARETI CANALE - VERIFICA A FESSURAZIONE .....                                     | 140        |
| 12.1.2.9  | VERIFICHE SOLETTA COPERTURA CANALE - LIMITAZIONE DELLE TENSIONI .....                       | 143        |
| 12.1.2.10 | VERIFICHE SOLETTA COPERTURA CANALE - VERIFICA A FESSURAZIONE .....                          | 149        |
| 12.2      | VERIFICHE STRUTTURALI PARAMENTO – PROFILO CREAGER .....                                     | 152        |
| 12.3      | VERIFICA A STABILITA' GLOBALE – SOLLEVAMENTO .....  | 202        |
| <b>13</b> | <b>ALLEGATO 3 .....</b>   | <b>203</b> |
|           | BLOCCO 4 .....  | 203        |
| 13.1      | VERIFICHE STRUTTURALI PARETI CANALE E PLATEA .....  | 203        |
| 13.1.1    | MODELLO DI CALCOLO FEM – SLU – SLV .....  | 203        |
| 13.1.1.1  | TABULATI DI ANALISI .....   | 203        |
| 13.1.1.2  | VERIFICHE PLATEA SP. MEDIO 2.90 M .....   | 214        |
| 13.1.1.3  | VERIFICHE MURI DI VALLE SP. 1.80 M .....  | 220        |
| 13.1.1.4  | VERIFICHE MURI DI MONTE SP. 1.80 M .....  | 226        |
| 13.1.1.5  | VERIFICHE MURI CORRENTI SP. VARIABILE DA 3.64 M A 1.78 M .....                              | 232        |
| 13.1.1.6  | VERIFICHE MURI PARAGHIAIA SP. 0.65 M .....  | 238        |
| 13.1.2    | MODELLO DI CALCOLO FEM – SLE – SLD .....  | 241        |
| 13.1.2.1  | TABULATI DI ANALISI .....   | 241        |
| 13.1.2.2  | VERIFICHE PLATEA SP. MEDIO 2.90 M - LIMITAZIONE DELLE TENSIONI .....                        | 245        |
| 13.1.2.3  | VERIFICHE PLATEA SP. MEDIO 2.90 M – VERIFICA A FESSURAZIONE .....                           | 250        |
| 13.1.2.4  | VERIFICHE MURI DI VALLE SP. 1.80 M – LIMITAZIONE DELLE TENSIONI .....                       | 253        |
| 13.1.2.5  | VERIFICA MURI DI VALLE SP. 1.80 M – VERIFICA A FESSURAZIONE .....                           | 258        |
| 13.1.2.6  | VERIFICHE MURI DI MONTE SP. 1.80 M - LIMITAZIONE DELLE TENSIONI .....                       | 261        |
| 13.1.2.7  | VERIFICHE MURI DI MONTE SP. 1.80 M - VERIFICA A FESSURAZIONE .....                          | 266        |
| 13.1.2.8  | VERIFICHE MURI CORRENTI SP. VARIABILE DA 3.64 M A 1.78 M - LIMITAZIONE DELLE TENSIONI ..... | 269        |
| 13.1.2.9  | VERIFICHE MURI CORRENTI SP. VARIABILE DA 3.64 M A 1.78 M - VERIFICA A FESSURAZIONE .....    | 274        |
| 13.2      | VERIFICA A STABILITÀ GLOBALE – SOLLEVAMENTO .....   | 278        |
| 13.3      | VERIFICHE PASSERELLA DI SERVIZIO IN C.A.P. ....   | 279        |
| 13.4      | VERIFICA APPARECCHI DI APPOGGIO .....   | 331        |
| <b>14</b> | <b>ALLEGATO 4 .....</b>   | <b>347</b> |
|           | BLOCCO 5 .....  | 347        |

|           |   |            |
|-----------|---|------------|
| 14.1      | VERIFICHE STRUTTURALI PARETI CANALE E PLATEA .....  | 347        |
| 14.1.1    | MODELLO DI CALCOLO FEM – SLU – SLV.....   | 347        |
| 14.1.1.1  | TABULATI DI ANALISI .....   | 347        |
| 14.1.1.2  | VERIFICHE PLATEA SP. VARIABILE DA 2.50 M A 3.60 M .....   | 357        |
| 14.1.1.3  | VERIFICHE MURI CORRENTI SP. VARIABILE, LUNGO L'ALTEZZA E LUNGO LO SVILUPPO, DA 1.00 M A 3.65 M .....                              | 366        |
| 14.1.2    | MODELLO DI CALCOLO FEM – SLE - SLD .....  | 372        |
| 14.1.2.1  | TABULATI DI ANALISI .....   | 372        |
| 14.1.2.2  | VERIFICHE PLATEA SP. VARIABILE DA 2.50 M A 3.60 M - LIMITAZIONE DELLE TENSIONI.....   | 374        |
| 14.1.2.3  | VERIFICHE PLATEA SP. VARIABILE DA 2.50 M A 3.60 M - VERIFICA A FESSURAZIONE .....   | 381        |
| 14.1.2.4  | VERIFICHE MURI CORRENTI SP. VARIABILE LUNGO L'ALTEZZA E LUNGO LO SVILUPPO, DA 1.00 M A 3.65 M - LIMITAZIONE DELLE TENSIONI<br>384 |            |
| 14.1.2.5  | VERIFICHE MURI CORRENTI SP. VARIABILE LUNGO L'ALTEZZA E LUNGO LO SVILUPPO, DA 1.00 M A 3.65 M - VERIFICA FESSURAZIONE             | 389        |
| 14.2      | VERIFICA A STABILITA' GLOBALE – SOLLEVAMENTO .....  | 393        |
| <b>15</b> | <b>ALLEGATO 5 .....</b>   | <b>394</b> |
|           | BLOCCO 6 .....  | 394        |
| 15.1      | VERIFICHE STRUTTURALI PARETI CANALE E PLATEA .....  | 394        |
| 15.1.1    | MODELLO DI CALCOLO FEM – SLU – SLV.....   | 394        |
| 15.1.1.1  | TABULATI DI ANALISI .....   | 394        |
| 15.1.1.2  | VERIFICHE PLATEA SP. VARIABILE DA 1.90 M A 2.00 M .....   | 403        |
| 15.1.1.3  | VERIFICHE MURI CORRENTI SP. VARIABILE, LUNGO L'ALTEZZA E LUNGO LO SVILUPPO, DA 1.00 M A 2.00 M .....                              | 410        |
| 15.1.1.4  | VERIFICHE TAGLIONE SP. 2.00 M .....   | 416        |
| 15.1.2    | MODELLO DI CALCOLO FEM – SLE – SLD .....  | 422        |
| 15.1.2.1  | TABULATI DI ANALISI .....   | 422        |
| 15.1.2.2  | VERIFICHE PLATEA SP. VARIABILE DA 1.90 M A 2.00 M - LIMITAZIONE DELLE TENSIONI.....   | 424        |
| 15.1.2.3  | VERIFICHE PLATEA SP. VARIABILE DA 1.90 M A 2.00 M - VERIFICA A FESSURAZIONE .....   | 429        |
| 15.1.2.4  | VERIFICHE MURI CORRENTI SP. VARIABILE, LUNGO L'ALTEZZA E LUNGO LO SVILUPPO, DA 1.00 M A 2.00 M - LIMITAZIONE DELLE<br>TENSIONI    | 432        |
| 15.1.2.5  | VERIFICHE MURI CORRENTI SP. VARIABILE, LUNGO L'ALTEZZA E LUNGO LO SVILUPPO, DA 1.00 M A 2.00 M - VERIFICA A FESSURAZIONE<br>437   |            |
| 15.1.2.6  | VERIFICHE TAGLIONE SP. 2.00 M - LIMITAZIONE DELLE TENSIONI .....  | 440        |
| 15.1.2.7  | VERIFICHE TAGLIONE SP. 2.00 M – VERIFICA A FESSURAZIONE.....  | 445        |
| 15.2      | VERIFICA A STABILITÀ GLOBALE – SOLLEVAMENTO .....   | 449        |

## 1 GENERALITA'

La presente relazione di calcolo strutturale è relativa alla progettazione esecutiva della “Cassa di Espansione del Torrente Baganza nei Comuni di Felino, Sala Baganza, Collecchio e Parma”

Il Manufatto C, oggetto di verifica nella presente relazione di calcolo strutturale, è uno sfioratore avente forma in pianta a ferro di cavallo nella parte iniziale e rettangolare verso la parte terminale, e si tratta essenzialmente di un canale di attraversamento dell'argine in terra, alimentato dallo sfioro a forma di ferro di cavallo iniziale, seguito da una vasca di dissipazione.

L'interno manufatto viene strutturalmente suddiviso in n°6 conci resi indipendenti da giunti strutturali, e quindi analizzati e verificati singolarmente mediante modellazione agli elementi finiti.

Di tali conci verranno riportate nel seguito le analisi e le verifiche strutturali delle parti maggiormente sollecitate in condizioni statiche e sismiche e le verifiche a stabilità globale per sollevamento in condizioni statiche e sismiche; non vengono esplicitate le verifiche a scorrimento e a ribaltamento, che sono ampiamente verificate grazie alle dimensioni e alla geometria dell'opera. Le verifiche di capacità portante e la stima dei cedimenti sono oggetto di una relazione specifica (BAG3-10-MRC-R-RE-02), alla quale si rimanda per ogni dettaglio.

Vengono riportate nel seguito le descrizioni sommarie dei diversi conci strutturali oggetto di verifica, in condizioni statiche e sismiche, in accordo alle vigenti normative NTC 2008 e NTD 2014:

- **Blocco 1** – porzione iniziale di sfioratore in calcestruzzo ordinario, gettato in opera, avente dimensioni massime in pianta 45.60 x 24.0 m, costituito da pareti verticali (profilo Creager), con sagoma in pianta a “ferro di cavallo” di altezza variabile da un minimo di 9.57 m sino ad un massimo di 10.73 m, e spessore variabile da un minimo in testa di circa 1.0 m sino ad un massimo al piede di 9.85 m, incastrati all'interno di una platea di fondazione in calcestruzzo armato ordinario, gettato in opera, di spessore variabile da un massimo di 4.16 m sino ad un minimo di 3.00 m (adottato come spessore cautelativo per le verifiche).  
Ai lati dello sfioratore vi sono due canali in calcestruzzo armato ordinario, gettato in opera, aventi dimensioni interne nette di 3.0 x 3.0 m con pareti laterali, soletta di copertura e soletta di fondo di spessore 80 cm.  
(Allegato 1)
- **Blocchi 2 - 3** – porzioni intermedia e finale di sfioratore in calcestruzzo ordinario, gettato in opera, aventi rispettivamente sviluppo in lunghezza di 19.25 m (Blocco 2) e 20.02 m (Blocco 3) larghezza massima in pianta 45.60 m, costituito da pareti verticali (profilo Creager) di altezza variabile da un minimo di 10.73 m sino ad un massimo di 14.05 m, incastrati all'interno di una platea di fondazione di spessore variabile da un massimo di 3.85 m sino ad un minimo di 3.00 m (adottato come spessore cautelativo per le verifiche).  
Ai lati dello sfioratore vi sono due canali in cemento armato ordinario, gettato in opera, aventi dimensioni interne nette di 3.0 x 3.0 m con pareti laterali, soletta di copertura e soletta di fondo di spessore 80 cm.  
(Allegato 2)
- **Blocco 4** - in calcestruzzo armato ordinario, gettato in opera, di dimensioni massime in pianta 61.86 x 17.50 m, con pareti laterali correnti di spessore variabile da un massimo al piede di 3.64 m sino ad un minimo in testata di 1.78 m e di altezza variabile da un minimo di 16.55 m sino ad un massimo di 18.80 m. Nelle zone di

estremità del blocco vi sono muri di risvolto in c.a. di spessore 1.80 m ed altezza 16.70 m (muri di monte) 18.80 m (muri di valle). I muri sono incastrati al piede all'interno di una platea di fondazione di spessore medio di 2.90 m (adottato come spessore per le verifiche). In testa alle pareti laterali correnti vi è una passerella avente larghezza in pianta massima 6.70 m, con travi portanti in cemento armato precompresso, poste in opera con interasse di 1.25 m, con luce di calcolo 31.60 m (asse appoggio – asse appoggio). Tale trave ha due diverse tipologie di sezioni: sezione di testata di tipo rettangolare, di larghezza 60 cm ed altezza 1.40 m, e sezione di campata di tipo a doppio T di altezza 1.40 m, ali inferiori di larghezza 60 cm e spessore minimo 14 cm, ali superiori di larghezza 90 cm e spessore minimo 7 cm. Tali travi sono poste su appoggi in elastomero armato di dimensione 200x300x47 mm, con n°2 lamierini e n°5 strati di elastomero, posti a loro volta su baggioli in c.a. di dimensione 60x60x45 cm.

Superiormente alle travi vi è una soletta in calcestruzzo armato ordinario gettato in opera di spessore complessivo di 20 cm, di cui 5 cm di dalla prefabbricata in c.a. e 15 cm di getto di completamento.

Ai lati di tale manufatto vi sono due canali in calcestruzzo armato ordinario, gettato in opera, aventi dimensioni interne nette di 3.0 x 3.0 m con pareti laterali, soletta di copertura e soletta di fondo di spessore 80 cm.

(Allegato 3)

- **Blocco 5** - in calcestruzzo armato ordinario, gettato in opera, di dimensioni massime in pianta 61.86 x 22.00 m, con pareti laterali correnti di spessore variabile da un massimo al piede di 3.65 m sino ad un minimo in testata di 1.0 m e di altezza variabile da un minimo di 9.86 m sino ad un massimo di 18.80 m. I muri sono incastrati al piede all'interno di una platea di fondazione di spessore variabile da un massimo di 3.60 m sino ad un minimo di 2.50 m.

(Allegato 4)

- **Blocco 6** - in calcestruzzo armato ordinario, gettato in opera, di dimensioni massime in pianta 60.28 x 22.76 m, con pareti laterali correnti di spessore variabile da un massimo al piede di 2.0 m sino ad un minimo in testata di 1.0 m. I muri sono incastrati al piede all'interno di una platea di fondazione di spessore medio di 1.90 m e di altezza variabile da un minimo di 6.00 m sino ad un massimo di 9.86 m. I muri sono incastrati al piede all'interno di una platea di fondazione di spessore medio di 2.00 m. A valle del blocco vi è uno sperone di immersione di altezza di 5.0 m e spessore 2.0 m.

(Allegato 5)

I Comuni di Felino, Sala Baganza, Collecchio e Parma dove è localizzato l'intervento, sono sismici di tipo 3.

## 2 NORMATIVA VIGENTE

- D.M. 14 gennaio 2008 – “Nuove Norme Tecniche per le costruzioni”
- 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 - Progettazione delle strutture in calcestruzzo armato
- UNI EN 1997 - Progettazione geotecnica

- UNI EN 1998 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica
- Decreto Min. Infrastrutture e dei Trasporti 26 Giugno 2014 - Norme tecniche per la progettazione e la costruzione degli sbarramenti di ritenuta (dighe e traverse)

### 3 MATERIALI STRUTTURALI PREVISTI IN PROGETTO

#### 3.1 CALCESTRUZZO PER GETTI DI PRIMA FASE

- Calcestruzzo con Classe di resistenza C 32/40
- $R_{ck}$  = resistenza cubica del calcestruzzo = 40 N/mm<sup>2</sup>
- $f_{ck}$  = resistenza cilindrica a compressione = 0.83  $R_{ck}$  = 33.2 N/mm<sup>2</sup>
- $f_{cm}$  = valore medio della resistenza cilindrica =  $f_{ck} + 8$  = 41.2 N/mm<sup>2</sup>
- $f_{ctm}$  = resistenza media a trazione semplice assiale = 0.30  $f_{ck}^{2/3}$  = 3.09 N/mm<sup>2</sup>
- $f_{ctm}$  = resistenza a trazione per flessione = 1.2  $f_{ctm}$  = 3.72 N/mm<sup>2</sup>
- $E_{cm}$  = modulo elastico = 22000 ( $f_{cm}/10$ )<sup>0.3</sup> = 33642.78 N/mm<sup>2</sup>
- $\nu$  = coefficiente di Poisson = 0.20
- Classe di consistenza : S4
- Classe d'esposizione ambientale : XC2, XC4
- Copriferro  $\geq$  50 mm
- Rapporto acqua/cemento: 0.5
- Contenuto minimo di cemento: 340 kg/m<sup>3</sup>
- $D_{max}$  inerti: 20 mm

#### 3.2 CALCESTRUZZO PER GETTI DI SECONDA FASE (RIEMPIMENTO)

- Calcestruzzo con Classe di resistenza C 20/25
- $R_{ck}$  = resistenza cubica del calcestruzzo = 25 N/mm<sup>2</sup>
- $f_{ck}$  = resistenza cilindrica a compressione = 0.83  $R_{ck}$  = 20.8 N/mm<sup>2</sup>
- $f_{cm}$  = valore medio della resistenza cilindrica =  $f_{ck} + 8$  = 28.8 N/mm<sup>2</sup>
- $f_{ctm}$  = resistenza media a trazione semplice assiale = 0.30  $f_{ck}^{2/3}$  = 2.3 N/mm<sup>2</sup>
- $f_{ctm}$  = resistenza a trazione per flessione = 1.2  $f_{ctm}$  = 2.76 N/mm<sup>2</sup>
- $E_{cm}$  = modulo elastico = 22000 ( $f_{cm}/10$ )<sup>0.3</sup> = 30200 N/mm<sup>2</sup>
- $\nu$  = coefficiente di Poisson = 0.20
- Classe di consistenza : S4
- Classe d'esposizione ambientale : XC0

N.B. per la suddivisione tra getti di prima e di seconda fase, vedere elaborato BAG3-10-MRC-D-SC-01 – Schemi delle fasi di getto



### 3.3 CALCESTRUZZO PER TRAVI PREFABBRICATE

- Calcestruzzo con Classe di resistenza C 40/50
- $R_{ck}$  = resistenza cubica del calcestruzzo = 50 N/mm<sup>2</sup>
- $f_{ck}$  = resistenza cilindrica a compressione = 0.83  $R_{ck}$  = 41.5 N/mm<sup>2</sup>
- $f_{cm}$  = valore medio della resistenza cilindrica =  $f_{ck} + 8$  = 49.5 N/mm<sup>2</sup>
- $f_{ctm}$  = resistenza media a trazione semplice assiale =  $0.30 f_{ck}^{2/3}$  = 3.6 N/mm<sup>2</sup>
- $f_{ctm}$  = resistenza a trazione per flessione =  $1.2 f_{ctm}$  = 4.32 N/mm<sup>2</sup>
- $E_{cm}$  = modulo elastico =  $22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$  = 35547 N/mm<sup>2</sup>
- Classe d'esposizione ambientale : XC4
- Copriferro  $\geq 35$  mm
- Rapporto acqua/cemento: 0.5
- Contenuto minimo di cemento: 340 kg/m<sup>3</sup>

### 3.4 CALCESTRUZZO PER SOLETTA IMPALCATO PONTE

- Calcestruzzo con Classe di resistenza C 32/40
- $R_{ck}$  = resistenza cubica del calcestruzzo = 40 N/mm<sup>2</sup>
- $f_{ck}$  = resistenza cilindrica a compressione = 0.83  $R_{ck}$  = 33.2 N/mm<sup>2</sup>
- $f_{cm}$  = valore medio della resistenza cilindrica =  $f_{ck} + 8$  = 41.2 N/mm<sup>2</sup>
- $f_{ctm}$  = resistenza media a trazione semplice assiale =  $0.30 f_{ck}^{2/3}$  = 3.09 N/mm<sup>2</sup>
- $f_{ctm}$  = resistenza a trazione per flessione =  $1.2 f_{ctm}$  = 3.72 N/mm<sup>2</sup>
- $E_{cm}$  = modulo elastico =  $22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$  = 33642.78 N/mm<sup>2</sup>
- $\nu$  = coefficiente di Poisson = 0.20
- Classe di consistenza : S4
- Classe d'esposizione ambientale : XC3, XC4, XF1
- Copriferro  $\geq 50$  mm
- Rapporto acqua/cemento: 0.5
- Contenuto minimo di cemento: 320 kg/m<sup>3</sup>
- $D_{max}$  inerti: 20 mm

### 3.5 ACCIAIO PER BARRE DI ARMATURA

- Tipo B450C
- $f_{yk}$  = tensione caratteristica di snervamento = 450 N/mm<sup>2</sup>
- $f_{yt}$  = tensione caratteristica di rottura = 540 N/mm<sup>2</sup>
- $(f_t/f_y)_k \geq 1.15$  e  $< 1.35$
- $(f_t/f_{ynom})_k \leq 1.25$

- Allungamento  $(A_{gt})_k \geq 7.5\%$
- $\gamma_s$  = coefficiente di sicurezza dell'acciaio per c.a. = 1.15
- $f_{yd}$  = resistenza di calcolo =  $450 : 1.15 = 391.30 \text{ N/mm}^2$
- $f_{bd}$  = resistenza tangenziale di aderenza acciaio-calcestruzzo =  $f_{bk} \cdot \gamma_c = 5.755 : 1.5 = 3.837 \text{ N/mm}^2$
- $f_{bk}$  = resistenza tangenziale caratteristica =  $2.25 \times \eta \times f_{ctk} = 2.25 \times 1.0 \times 2.558 = 5.755 \text{ N/mm}^2$

### 3.6 ACCIAIO PER TIRANTI IN TREFOLI – TRAVI PREFABBRICATE IMPALCATO PONTICELLO

- $f_{ptk}$  = tensione caratteristica di rottura  $\geq 1860 \text{ N/mm}^2$
- $f_{p(1)k}$  = tensione caratteristica allo 1% di deformazione totale  $\geq 1670 \text{ N/mm}^2$
- Allungamento sotto carico massimo  $A_{gt} \geq 3.5\%$

## 4 PRESTAZIONI DI PROGETTO – CLASSE DELLE STRUTTURE – VITA UTILE

L'opera in progetto, ai sensi del p.to C.7.7.2 delle NTD2014, risulta ricompresa nelle categorie delle "grandi dighe" e "dighe rilevanti per le conseguenze di un eventuale collasso"; si adottano i seguenti parametri:

- vita nominale  $\geq 100$  anni
- $C_U$  = coefficiente d'uso = 1.5
- $V_R$  = vita di riferimento =  $C_U \times V_N = 150$  anni.

## 5 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

I terreni caratterizzanti le opere in oggetto sono rappresentati nell'elaborato BAG3-10-MRC-D-SZ-01 – Sezioni geotecniche, le relative stratigrafie e le caratteristiche geotecniche sono descritte nell'elaborato BAG3-10-MRC-R-RE-02 - Relazione geotecnica-fondazioni, nel quale sono riportate anche le verifiche di capacità portante e la stima dei cedimenti.

## 6 PARAMETRI SISMICI

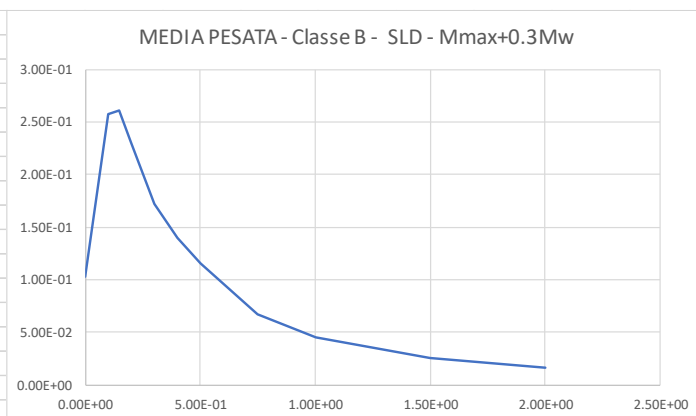
L'azione sismica di progetto è stata dedotta da quanto riportato all'interno del documento "Studio Sismotettonico – Relazione tecnica di calcolo – BAG3-04SIS-R-RE-010", al quale si rimanda per la trattazione completa.

All'interno dei modelli di calcolo si sono adottati i seguenti spettri di progetto orizzontali e verticali, per diversi stati limite:

**SLD:**

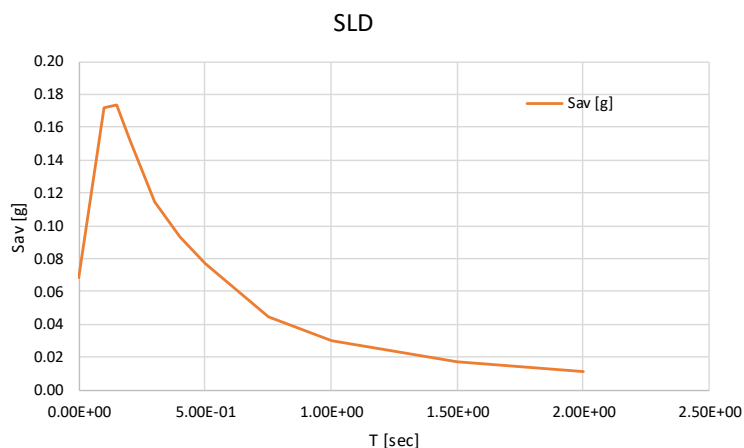
**Orizzontale**

| MEDIA PESATA - Classe B - SLD - Mmax+0.3Mw |          |
|--|----------|
| T [sec]                                    | Sa [g]   |
| 0.00E+00                                   | 1.03E-01 |
| 1.00E-01                                   | 2.57E-01 |
| 1.50E-01                                   | 2.61E-01 |
| 2.00E-01                                   | 2.30E-01 |
| 3.00E-01                                   | 1.72E-01 |
| 4.00E-01                                   | 1.40E-01 |
| 5.00E-01                                   | 1.16E-01 |
| 7.50E-01                                   | 6.69E-02 |
| 1.00E+00                                   | 4.55E-02 |
| 1.50E+00                                   | 2.59E-02 |
| 2.00E+00                                   | 1.64E-02 |



## Verticale

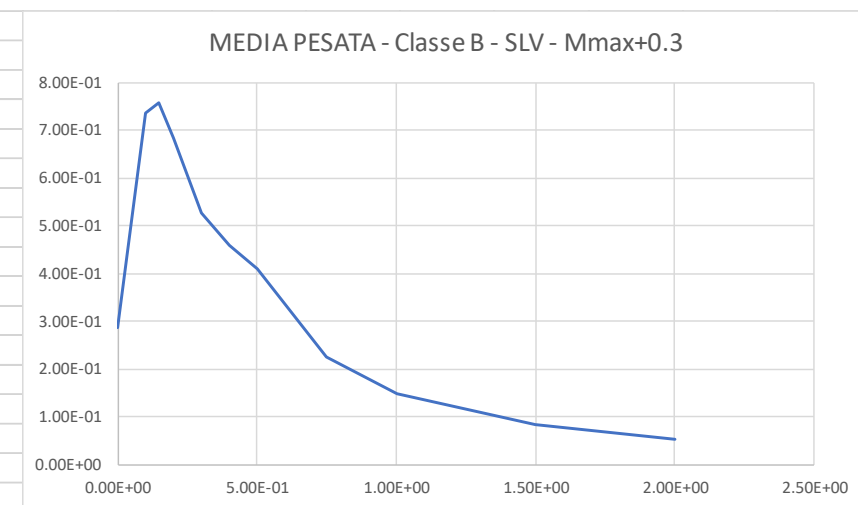
| Classe B - SLD |                     |
|----------------|---------------------|
| T [sec]        | Sa <sub>v</sub> [g] |
| 0.00E+00       | 0.07                |
| 1.00E-01       | 0.17                |
| 1.50E-01       | 0.17                |
| 2.00E-01       | 0.15                |
| 3.00E-01       | 0.11                |
| 4.00E-01       | 0.09                |
| 5.00E-01       | 0.08                |
| 7.50E-01       | 0.04                |
| 1.00E+00       | 0.03                |
| 1.50E+00       | 0.02                |
| 2.00E+00       | 0.01                |



## SLV:

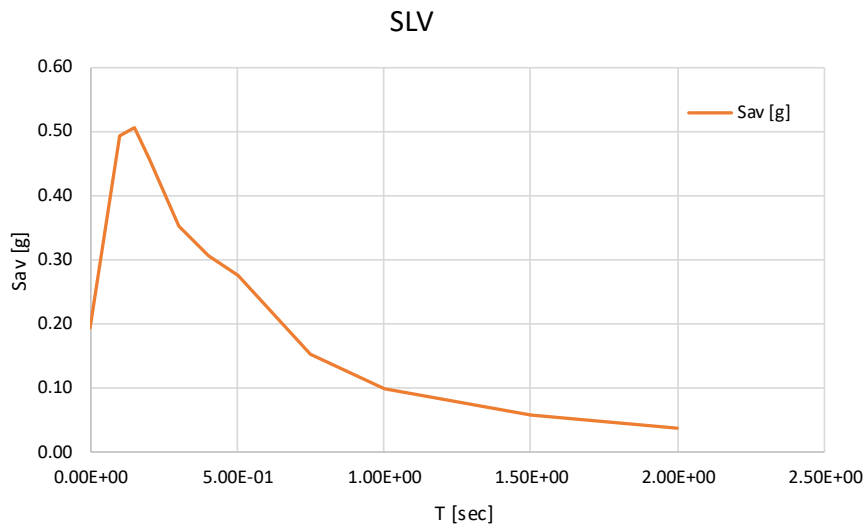
## Orizzontale

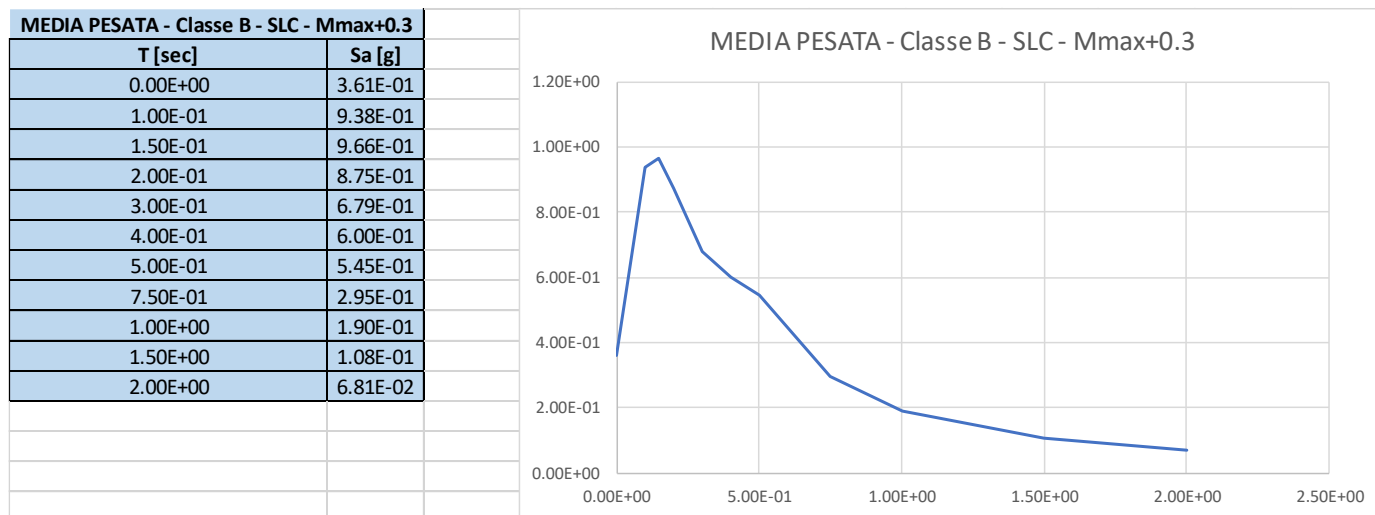
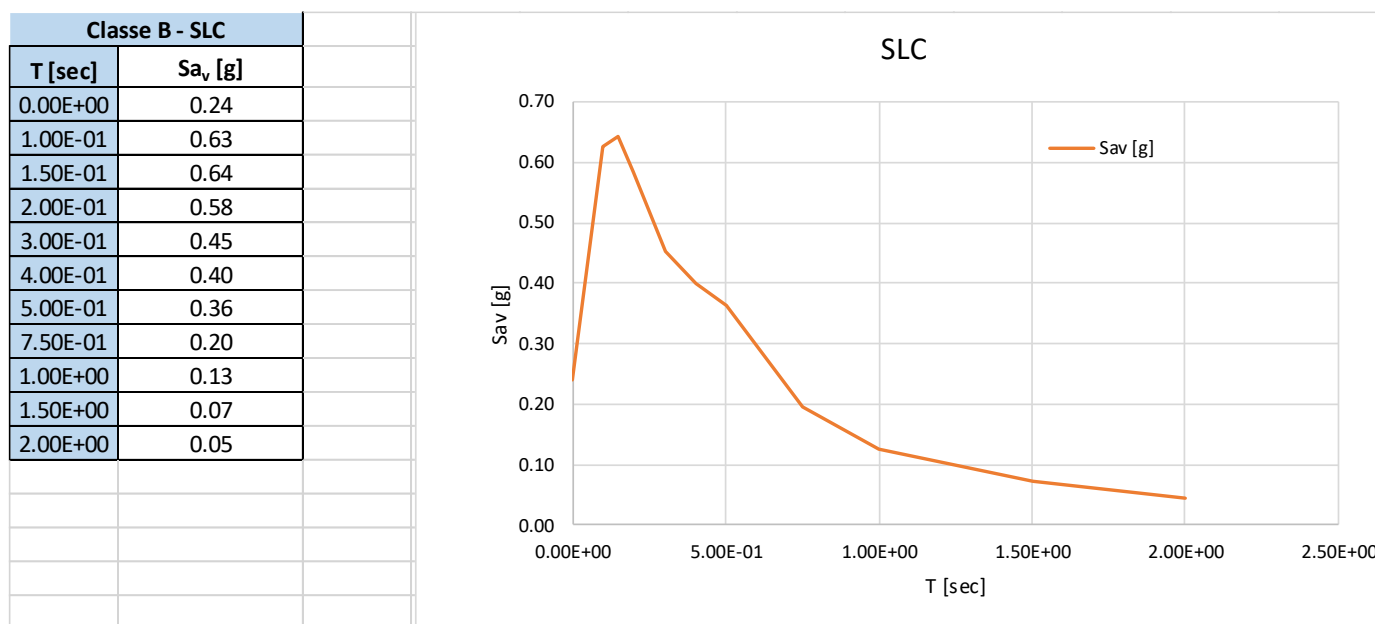
| MEDIA PESATA - Classe B - SLV - Mmax+0.3 |          |
|--|----------|
| T [sec]                                  | Sa [g]   |
| 0.00E+00                                 | 2.88E-01 |
| 1.00E-01                                 | 7.38E-01 |
| 1.50E-01                                 | 7.58E-01 |
| 2.00E-01                                 | 6.84E-01 |
| 3.00E-01                                 | 5.28E-01 |
| 4.00E-01                                 | 4.58E-01 |
| 5.00E-01                                 | 4.10E-01 |
| 7.50E-01                                 | 2.26E-01 |
| 1.00E+00                                 | 1.48E-01 |
| 1.50E+00                                 | 8.39E-02 |
| 2.00E+00                                 | 5.32E-02 |



## Verticale

| Classe B - SLV |                    |
|----------------|--------------------|
| T [sec]        | S <sub>a</sub> [g] |
| 0.00E+00       | 0.19               |
| 1.00E-01       | 0.49               |
| 1.50E-01       | 0.51               |
| 2.00E-01       | 0.46               |
| 3.00E-01       | 0.35               |
| 4.00E-01       | 0.31               |
| 5.00E-01       | 0.27               |
| 7.50E-01       | 0.15               |
| 1.00E+00       | 0.10               |
| 1.50E+00       | 0.06               |
| 2.00E+00       | 0.04               |



**SLC:**
**Orizzontale**

**Verticale**


## 7 MODELLI DI CALCOLO DEL MANUFATTO

Per la modellazione strutturale del manufatto si sono adottati due diversi metodi:

- Per i blocchi 1, 2 e 3 sono state svolte separatamente le analisi e le verifiche degli elementi in elevazione sagomati con profilo Creager, che sono stati modellati con il software MAX 15, affiancato da verifiche strutturali eseguite mediante un foglio di calcolo di comprovata affidabilità, e della platea, che è stata modellata con il software agli elementi finiti “Mastersap Top 2019” della AMV Software; tale suddivisione si è resa necessaria in quanto le discretizzazioni eseguite dal software adottato avrebbero dato risultati non attendibili a causa dell'elevato spessore degli elementi in elevazione.
- Per i blocchi 4, 5 e 6 sono state svolte le analisi e le verifiche modellando la struttura completa (platea ed elementi in elevazione) con il software agli elementi finiti “Mastersap Top 2019” della AMV Software.

Inoltre, per quanto riguarda le analisi e le verifiche dell'impalcato in travi prefabbricate precomprese presente all'interno del blocco n°4, si sono creati n°3 modelli di calcolo, rispettivamente per:

- 1 – Modello completo – valutazione interazione impalcato su manufatto complessivo;
- 2 – Modello travi c.a.p. – analisi e verifiche strutturali trave prefabbricata precompressa prefabbricata
- 3 – Modello solo impalcato – valutazione reazioni su appoggi in gomma armata

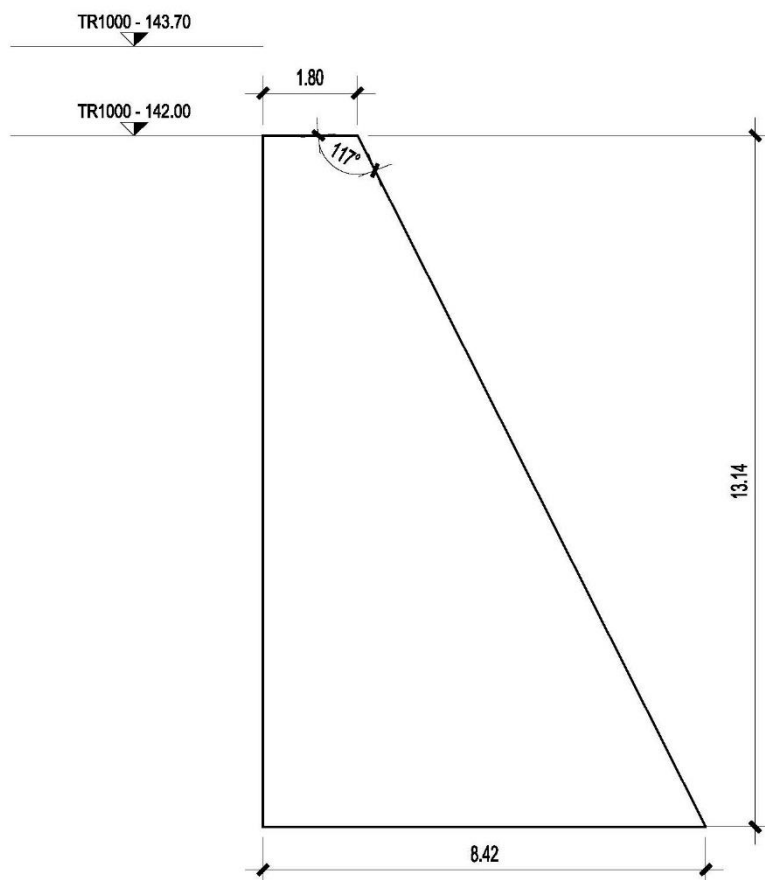
Nello specifico per i modelli n°1 e 3 si è adottato il software agli elementi finiti 3D “Mastersap Top 2019”, mentre per quanto riguarda il modello n°2 si è adottato il software agli elementi finiti CAPS 14 della Aztec Software.

## 8 PARAMENTI IN ELEVAZIONE DEI BLOCCHI 1 – 3: PROFILO CREAGER

### 8.1 MODELLAZIONE STRUTTURALE

Il programma di calcolo utilizzato è “MAX 15” della AZTEC INFORMATICA – C.so Umberto 43 – Casale Bruzio (CS). Le verifiche agli stati limite ultimo e di esercizio sono state svolte con riferimento ad una sezione tipologica schematica di altezza 13.14 m, soggetto alla spinta idrostatica e idrodinamica nelle due diverse condizioni di carico TR200 e TR1000.





## 8.2 DESCRIZIONE DEI CARICHI

Il calcolo del paramento in elevazione – profilo Creager di sfioro viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta idrostatica
- Calcolo della spinta idrodinamica
- Calcolo delle azioni inerziali paramento
- Calcolo delle sollecitazioni del muro e verifiche tensionali e a taglio.

### Spinta idrostatica

Le pressioni idrostatiche sono state applicate ortogonalmente al paramento di monte della diga mediante carichi di superficie variabili linearmente lungo l'altezza "h" secondo la relazione:

$$p_{idr} = \gamma_w \times h \quad (\gamma_w \approx 10.0 \text{ KN/m}^3)$$

Sul paramento dello sfioratore si sono adottate le pressioni conseguenti ai livelli idrostatici relativi alle diverse combinazioni di carico TR200 e TR1000. Sul paramento di valle non si è considerata alcuna contropinta.

| n° | Tipo               | Dest      | X; Y<br>[m] | Fx<br>[kN] | Fy<br>[kN] | M<br>[kNm] | Xi<br>[m] | Xf<br>[m] | Qi<br>[kN] | Qf<br>[kN] |
|----|--------------------|-----------|-------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|------------|------------|
| 1  | Distribuito TR200  | Paramento |             |            |            |            | -13.14    | 0.00      | 131.4000   | 0.0000     |
| 1  | Distribuito TR1000 | Paramento |             |            |            |            | -13.14    | 0.00      | 148.4000   | 17.0000    |

## Spinta idrodinamica

Le pressioni idrodinamiche sono state valutate con l'approccio di Westergaard, riferimento C.7.7.3 delle NTD2014, ovvero assimilandole ad una distribuzione continua di pressione  $p$  normale al paramento di monte di intensità pari a:

$$p = a \rho c y_0$$

con  $\rho$  = densità dell'acqua

$a$  = accelerazione orizzontale massima al sito = PGA orizzontale; a favore di sicurezza, nelle verifiche si assume  $a = 0,288 g$

$y_0$  = differenza tra la quota dell'acqua (massima di regolazione 90.85 m s.l.m. per tutte le combinazioni sismiche) e la quota del punto più depresso dell'alveo naturale al piede del paramento di monte, pari a 85.0 m s.l.m.

$$c = \frac{c_m}{2} \left[ \frac{y}{y_o} \left( 2 - \frac{y}{y_o} \right) + \sqrt{\frac{y}{y_o} \left( 2 - \frac{y}{y_o} \right)} \right]$$

Dove:

$y$  = carico idrostatico alla quota del punto generico del paramento a cui è associata la pressione  $p$ ;

$c_m = 0.74$  – paramento considerato verticale a favore di sicurezza

| n° | Tipo               | Dest      | X; Y<br>[m] | Fx<br>[kN] | Fy<br>[kN] | M<br>[kNm] | Xi<br>[m] | Xf<br>[m] | Qi<br>[kN] | Qf<br>[kN] |
|----|--------------------|-----------|-------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|------------|------------|
| 1  | Distribuito TR200  | Paramento |             |            |            |            | -13.14    | 0.00      | 17.9900    | 0.0000     |
| 1  | Distribuito TR1000 | Paramento |             |            |            |            | -13.14    | 0.00      | 20.3200    | 3.7900     |

## Azioni inerziali della struttura

La forza sismica applicata alla struttura è il prodotto della massa di quest'ultima per l'accelerazione cui è soggetta a causa del sisma.

Nel calcolo delle azioni orizzontali derivanti dall'azione sismica, il valore dell'accelerazione spettrale è stato applicato uniformemente a tutta la massa strutturale senza considerare, cioè, amplificazioni in altezza.

Le forze sismiche orizzontali e verticali sono pertanto determinate con le seguenti relazioni:

$$F_h = a_{oriz} \times W$$

$$F_v = a_{vert} \times W$$

nelle quali  $W$  rappresenta la massa mentre  $a_{oriz}$  ed  $a_{vert}$  rappresentano le accelerazioni orizzontali e verticali (valori di PGA).

per SLU -  $a_{oriz} = 0,288 g$  /  $a_{vert} = 0.19$

per SLE -  $a_{oriz} = 0,103 \text{ g}$  /  $a_{vert} = 0.07$

In definitiva, nei calcoli sono stati assunti come spettri di progetto gli spettri riportati all'interno del dedicato studio sismotettonico, tralasciando conservativamente qualsiasi effetto dissipativo sia della struttura sia del complesso terreno/struttura; ne consegue una sovrastima delle azioni agenti e, quindi, in presenza di risultati positivi delle verifiche, la confidenza del buon comportamento della struttura alle azioni sismiche.

Nelle verifiche tensionali di entrambi gli Stati Limite (SLE-SLU) il calcolo delle tensioni sugli estremi di monte e di valle delle sezioni è stato svolto anche tenendo conto delle sottopressioni, che usualmente sono tenute in considerazione nelle sole verifiche allo scorrimento.

In relazione alle verifiche di tipo tensionale sulla superficie di contatto calcestruzzo - terreno sono state svolte valutazioni nell'ipotesi, estremamente conservativa, di sezione non reagente a trazione. L'estrema conservatività deriva dal fatto che l'ipotesi di conservazione delle sezioni piane, alla base delle formule classiche della scienza delle costruzioni qui utilizzate, porta, nell'ipotesi di materiale non reagente a trazione, a valutazioni poco realistiche ed eccessivamente penalizzanti.

### 8.3 COMBINAZIONI DI CARICO

Ai fini del dimensionamento è stato impiegato il metodo degli stati limite; gli effetti delle azioni sono stati combinati utilizzando i coefficienti previsti in normativa.

Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

| Carichi                    | Effetto     |                     | Combinazioni statiche |      |      |      |      | Combinazioni sismiche |      |      |
|----------------------------|-------------|---------------------|-----------------------|------|------|------|------|-----------------------|------|------|
|                            |             |                     | HYD                   | UPL  | EQU  | A1   | A2   | EQU                   | A1   | A2   |
| Permanenti strutturali     | Favorevoli  | $\gamma_{G1, fav}$  | 0.90                  | 0.90 | 0.90 | 1.00 | 1.00 | 1.00                  | 1.00 | 1.00 |
| Permanenti strutturali     | Sfavorevoli | $\gamma_{G1, sfav}$ | 1.30                  | 1.10 | 1.10 | 1.30 | 1.00 | 1.00                  | 1.00 | 1.00 |
| Permanenti non strutturali | Favorevoli  | $\gamma_{G2, fav}$  | 0.00                  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00                  | 0.00 | 0.00 |
| Permanenti non strutturali | Sfavorevoli | $\gamma_{G2, sfav}$ | 1.50                  | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.30 | 1.00                  | 1.00 | 1.00 |

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

| Parametro                       |                       | Combinazioni statiche |      | Combinazioni sismiche |      |
|---------------------------------|-----------------------|-----------------------|------|-----------------------|------|
|                                 |                       | M1                    | M2   | M1                    | M2   |
| Tangente dell'angolo di attrito | $\gamma_{\tan(\phi)}$ | 1.00                  | 1.25 | 1.00                  | 1.25 |
| Coesione efficace               | $\gamma_c$            | 1.00                  | 1.25 | 1.00                  | 1.25 |
| Resistenza non drenata          | $\gamma_{cu}$         | 1.00                  | 1.40 | 1.00                  | 1.40 |
| Peso nell'unità di volume       | $\gamma_\gamma$       | 1.00                  | 1.00 | 1.00                  | 1.00 |

Si ottengono complessivamente 28 condizioni di carico, i cui singoli coefficienti di combinazione sono riportati in Allegato 2; in tali combinazioni la spinta statica e la spinta sismica assumono i valori riepilogati nella seguente tabella.

Simbologia adottata

|        |  |
|--------|--|
| Ic     | Indice della combinazione                                    |
| A      | Tipo azione  |
| I      | Inclinazione della spinta, espressa in [°]                   |
| V      | Valore dell'azione, espressa in [kN]                         |
| Cx, Cy | Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN] |

P<sub>x</sub>, P<sub>y</sub> Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

| Ic | A                            | V<br>[kN] | I<br>[°] | C <sub>x</sub><br>[kN] | C <sub>y</sub><br>[kN] | P <sub>x</sub><br>[m] | P <sub>y</sub><br>[m] |
|----|------------------------------|-----------|----------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1  | Spinta statica               | 38.44     | 24.00    | 35.12                  | 15.63                  | 0.00                  | -15.43                |
|    | Peso/Inerzia muro            |           |          | 0.00                   | 3570.82/0.00           | -7.38                 | -11.71                |
|    | Risultante forze sul muro    |           |          | 1122.29                | 0.00                   | --                    | --                    |
| 2  | Spinta statica               | 29.57     | 24.00    | 27.01                  | 12.03                  | 0.00                  | -15.43                |
|    | Incremento di spinta sismica |           | 31.99    | 29.23                  | 13.01                  | 0.00                  | -15.43                |
|    | Peso/Inerzia muro            |           |          | 1030.11                | 3570.82/690.18         | -7.38                 | -11.71                |
|    | Risultante forze sul muro    |           |          | 981.49                 | 0.00                   | --                    | --                    |
| 3  | Spinta statica               | 38.44     | 24.00    | 35.12                  | 15.63                  | 0.00                  | -15.43                |
|    | Peso/Inerzia muro            |           |          | 0.00                   | 3570.82/0.00           | -7.38                 | -11.71                |
|    | Risultante forze sul muro    |           |          | 1412.68                | 0.00                   | --                    | --                    |
| 4  | Spinta statica               | 29.57     | 24.00    | 27.01                  | 12.03                  | 0.00                  | -15.43                |
|    | Incremento di spinta sismica |           | 31.99    | 29.23                  | 13.01                  | 0.00                  | -15.43                |
|    | Peso/Inerzia muro            |           |          | 1030.11                | 3570.82/690.18         | -7.38                 | -11.71                |
|    | Risultante forze sul muro    |           |          | 1245.08                | 0.00                   | --                    | --                    |
| 5  | Spinta statica               | 29.57     | 24.00    | 27.01                  | 12.03                  | 0.00                  | -15.43                |
|    | Incremento di spinta sismica |           | 25.44    | 23.24                  | 10.35                  | 0.00                  | -15.43                |
|    | Peso/Inerzia muro            |           |          | 1030.11                | 3570.82/-690.18        | -7.38                 | -11.71                |
|    | Risultante forze sul muro    |           |          | 981.49                 | 0.00                   | --                    | --                    |
| 6  | Spinta statica               | 29.57     | 24.00    | 27.01                  | 12.03                  | 0.00                  | -15.43                |
|    | Incremento di spinta sismica |           | 25.44    | 23.24                  | 10.35                  | 0.00                  | -15.43                |
|    | Peso/Inerzia muro            |           |          | 1030.11                | 3570.82/-690.18        | -7.38                 | -11.71                |
|    | Risultante forze sul muro    |           |          | 1245.08                | 0.00                   | --                    | --                    |
| 19 | Spinta statica               | 29.57     | 24.00    | 27.01                  | 12.03                  | 0.00                  | -15.43                |
|    | Peso/Inerzia muro            |           |          | 0.00                   | 3570.82/0.00           | -7.38                 | -11.71                |
|    | Risultante forze sul muro    |           |          | 863.30                 | 0.00                   | --                    | --                    |
| 20 | Spinta statica               | 29.57     | 24.00    | 27.01                  | 12.03                  | 0.00                  | -15.43                |
|    | Peso/Inerzia muro            |           |          | 0.00                   | 3570.82/0.00           | -7.38                 | -11.71                |
|    | Risultante forze sul muro    |           |          | 863.30                 | 0.00                   | --                    | --                    |
| 21 | Spinta statica               | 29.57     | 24.00    | 27.01                  | 12.03                  | 0.00                  | -15.43                |
|    | Peso/Inerzia muro            |           |          | 0.00                   | 3570.82/0.00           | -7.38                 | -11.71                |
|    | Risultante forze sul muro    |           |          | 863.30                 | 0.00                   | --                    | --                    |
| 22 | Spinta statica               | 29.57     | 24.00    | 27.01                  | 12.03                  | 0.00                  | -15.43                |
|    | Peso/Inerzia muro            |           |          | 0.00                   | 3570.82/0.00           | -7.38                 | -11.71                |
|    | Risultante forze sul muro    |           |          | 1086.68                | 0.00                   | --                    | --                    |
| 23 | Spinta statica               | 29.57     | 24.00    | 27.01                  | 12.03                  | 0.00                  | -15.43                |
|    | Peso/Inerzia muro            |           |          | 0.00                   | 3570.82/0.00           | -7.38                 | -11.71                |
|    | Risultante forze sul muro    |           |          | 1086.68                | 0.00                   | --                    | --                    |
| 24 | Spinta statica               | 29.57     | 24.00    | 27.01                  | 12.03                  | 0.00                  | -15.43                |
|    | Peso/Inerzia muro            |           |          | 0.00                   | 3570.82/0.00           | -7.38                 | -11.71                |
|    | Risultante forze sul muro    |           |          | 1086.68                | 0.00                   | --                    | --                    |
| 25 | Spinta statica               | 29.57     | 24.00    | 27.01                  | 12.03                  | 0.00                  | -15.43                |
|    | Incremento di spinta sismica |           | 9.84     | 8.99                   | 4.00                   | 0.00                  | -15.43                |
|    | Peso/Inerzia muro            |           |          | 367.64                 | 3570.82/246.32         | -7.38                 | -11.71                |
|    | Risultante forze sul muro    |           |          | 981.49                 | 0.00                   | --                    | --                    |
| 26 | Spinta statica               | 29.57     | 24.00    | 27.01                  | 12.03                  | 0.00                  | -15.43                |
|    | Incremento di spinta sismica |           | 5.89     | 5.38                   | 2.40                   | 0.00                  | -15.43                |
|    | Peso/Inerzia muro            |           |          | 367.64                 | 3570.82/-246.32        | -7.38                 | -11.71                |
|    | Risultante forze sul muro    |           |          | 981.49                 | 0.00                   | --                    | --                    |
| 27 | Spinta statica               | 29.57     | 24.00    | 27.01                  | 12.03                  | 0.00                  | -15.43                |
|    | Incremento di spinta sismica |           | 9.84     | 8.99                   | 4.00                   | 0.00                  | -15.43                |
|    | Peso/Inerzia muro            |           |          | 367.64                 | 3570.82/246.32         | -7.38                 | -11.71                |
|    | Risultante forze sul muro    |           |          | 1245.08                | 0.00                   | --                    | --                    |
| 28 | Spinta statica               | 29.57     | 24.00    | 27.01                  | 12.03                  | 0.00                  | -15.43                |

| Ic | A                            | V    | I    | Cx      | Cy              | Px    | Py     |
|----|------------------------------|------|------|---------|-----------------|-------|--------|
|    |                              | [kN] | [°]  | [kN]    | [kN]            | [m]   | [m]    |
|    | Incremento di spinta sismica |      | 5.89 | 5.38    | 2.40            | 0.00  | -15.43 |
|    | Peso/Inerzia muro            |      |      | 367.64  | 3570.82/-246.32 | -7.38 | -11.71 |
|    | Risultante forze sul muro    |      |      | 1245.08 | 0.00            | --    | --     |

## 8.4 CRITERI DI VERIFICA E RISULTATI

### Stati limite di esercizio

Nelle verifiche agli stati limite di esercizio si sono confrontati i valori delle tensioni determinati nella struttura nelle diverse combinazioni di carico con i valori limite individuati con i criteri dettati dalla normativa NTC 2008.

In assenza di indicazioni sono stati adottati valori tecnicamente rappresentativi dello stato limite analizzato.

### Valori limite per la verifica nel calcestruzzo

Le NTD2014 forniscono i valori limite per la verifica dello stato tensionale per la combinazione quasi permanente e per la combinazione rara (NTD punto D.2.2.2). Si esegue la verifica per la Combinazione rara perché, a parità di carichi nei calcoli in esame, ha i valori limite più severi.

Le tensioni massime derivanti dal calcolo dovranno pertanto risultare coerenti con i seguenti valori limite:

- sforzi principali di compressione:  $\sigma_c \leq 0,25 f_{ck}$
- sforzi principali di trazione:  $\sigma'_c \geq 0$  (stato limite di decompressione) con la condizione per gli sforzi di trazione riferita al paramento di monte.

Per quanto riguarda il limite sugli sforzi di trazione sul paramento di valle, facendo riferimento alle NTD2014, si ha:

- sforzi principali di trazione:  $\sigma'_c \geq 0,21 f_{ctm}$

Il valore limite a compressione per il calcestruzzo adottato nelle verifiche, adottando nelle verifiche del paramento dello sfioro cautelativamente il calcestruzzo di classe C20/25, assume il seguente valore:

$$0,25 \times f_{ck} = 0,25 \times 20.0 = 5.0 \text{ MPa}$$

Il valore limite a trazione per il calcestruzzo sul paramento di valle assume i seguenti valori:

$$0,21 \times f_{ctm} = 0,21 \times 2.3 = 0.48 \text{ Mpa}$$

### Stati limite di danno

### Valori limite per la verifica

Le Norme Tecniche Dighe (punto D.2.2.2) non forniscono i valori limite per la verifica dello stato tensionale nella combinazione sismica.

Seguendo un criterio adottato in altre verifiche precedentemente eseguite si sono considerate per il calcestruzzo del corpo diga i seguenti valori:

- sforzi principali di compressione:  $\sigma_c \leq 0,25 f_{ck}$  (NTC par. 4.1.11.1)
- sforzi principali di trazione:  $\sigma'_c \leq f_{ctm} / 1,2$  (stato limite formaz. fessure  
NTC par. 4.1.2.2.4.1)

Il valore limite a compressione per il calcestruzzo adottato nelle verifiche assume il seguenti valore:

Compressione  $0,25 \times f_{ck} = 0,25 \times 20,0 = 5,0 \text{ MPa}$

Trazione  $f_{ctm} / 1,2 = 2,3 / 1,2 = 1,9 \text{ Pa}$

### Stati limite di fessurazione

Per le verifiche a stato limite di fessurazione si fa riferimento ai metodi ed ai valori raccomandati riportati all'interno dell'EC2:

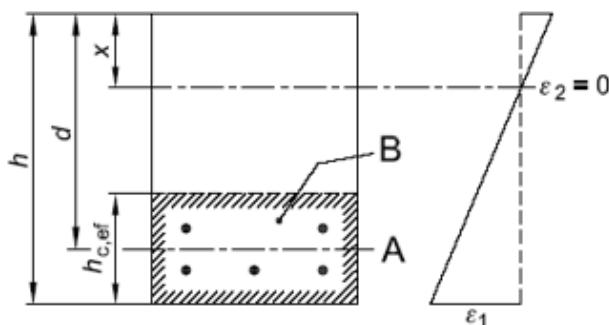
prospetto 7.1N Valori raccomandati di  $w_{\max}$  (mm)

| Classe di esposizione   | Elementi di calcestruzzo armato normale e precompresso con cavi non aderenti | Elementi precompressi con cavi aderenti |
|---|--|---|
|   | Combinazione di carico quasi-permanente                                      | Combinazione di carico frequente        |
| X0, XC1   | 0,4 <sup>1</sup>   | 0,2                                     |
| XC2, XC3, XC4   | 0,3  | 0,2 <sup>2</sup>                        |
| XD1, XD2, XS1, XS2, XS3   |  | Decompressione                          |
| Nota 1 Per le classi di esposizione X0, XC1, l'ampiezza delle fessure non influenza la durabilità e questo limite è posto per garantire un aspetto accettabile. In assenza di requisiti relativi all'aspetto questo limite può essere mitigato. |  |   |
| Nota 2 Per queste classi di esposizione, inoltre, si raccomanda che la decompressione sia verificata sotto la combinazione di carico quasi-permanente.  |  |   |

### Area tesa efficace (casi tipici)

Legenda

- a) Trave  
 A Livello del baricentro dell'acciaio  
 B Area tesa efficace,  $A_{c,eff}$





### Stati limite ultimi

Negli stati limite ultimi si svolgono, a seconda della combinazione, diversi tipi di verifiche: verifiche tensionali, verifiche di scorrimento sul piano di appoggio e sui giunti di ripresa getto. Per la stabilità allo scorrimento le superfici di verifica sono state individuate in corrispondenza di diversi piani orizzontali, individuati all'interno delle riprese di getto con passo di 1.0 m, opportunamente distribuite nel corpo del paramento dello sfioro e in corrispondenza del piano di contatto paramento cls – fondazione c.a.. Tali verifiche a scorrimento lungo le superfici di discontinuità non tengono conto, a favore di sicurezza, della presenza delle armature presenti al piede e delle armature di pelle contro la fessurazione.

Nelle verifiche si è confrontata l'azione sollecitante con la resistenza al taglio ridotta con il coefficiente parziale  $\gamma_r = 1.15$  [NTD 2014, D.2.2.1].

### **Parametri di resistenza al taglio**

Per definire i valori dei parametri di resistenza a taglio lungo le superfici di contatto calcestruzzo-calcestruzzo e calcestruzzo-roccia si è fatto riferimento ai risultati della ricerca "Sliding Safety of Existing Gravity Dams" svolta dal Gruppo di Lavoro europeo in ambito ICOLD, i cui risultati sono stati presentati al Convegno ICOLD di Canterbury del 2004. Il Rapporto finale del GdL raccoglie ed analizza criticamente i risultati sperimentali di numerose indagini sulla resistenza a taglio disponibile lungo il contatto calcestruzzo-calcestruzzo e roccia-calcestruzzo per dighe murarie esistenti europee ed americane. Il campione statistico dei dati di resistenza è da ritenersi significativo in termini di numero di dighe, di variabilità dell'epoca di costruzione, di diversità sia dell'ammasso murario, sia delle formazioni lapidee su cui sono fondate le dighe, di stato del contatto (intatto o già formato); pertanto riteniamo che le stime dei parametri di coesione ed angolo d'attrito riportate nel documento possano essere utilmente adottate anche per le verifiche della diga in esame.

Per il contatto calcestruzzo-calcestruzzo in condizioni "bonded" (non in presenza di discontinuità lungo il contatto - paramento sano) e "unbonded" (presenza di una discontinuità formata lungo il contatto) le evidenze sperimentali di EPRI su 10 dighe realizzate nel periodo 1906-1973, per un numero totale di 223 campioni, forniscono le stime dei valori di picco della coesione apparente "c" e dell'angolo d'attrito "φ", valutati adottando un inviluppo a funzione lineare della curva limite. Di questi parametri, i valori di miglior stima (Best Estimate) e di limite inferiore (Lower Bound) della distribuzione statistica sono di seguito riportati:

Best estimate  $c = 2,1 \text{ MPa}$   $\varphi = 57^\circ$

Lower bound  $c = 1 \text{ Mpa}$   $\varphi = 57^\circ$

Per le verifiche allo scorrimento sono state adottati in modo cautelativo i valori di limite inferiore (Lower Bound) sopra indicati. Si riporta nel seguito un estratto della citata pubblicazione.

## 26 SLIDING SAFETY OF EXISTING GRAVITY DAMS

In total 223 specimens were tested (69 bonded; 154 unbonded).

Results for Peak Strength (69 bonded joints):

- Measured data : see Fig. 3.7
- Best fit line :  $\Phi = 57^\circ$ ,  $c = 2.1$  MPa
- Lower bound (90% of the data):  $\Phi = 57^\circ$ ,  $c = 1.0$  MPa

**Results for Residual Strength (154 unbonded joints):**

- Measured data : see Fig. 3.8
- Best fit line :  $\Phi = 49^\circ$ ,  $c = 0.5 \text{ MPa}$  (apparent cohesion).
- Best fit line (bi-linear) :  $\Phi = 68^\circ$ ,  $c = 0 \text{ MPa}$ , for  $\sigma_n \leq 0.3 \text{ MPa}$   
                               :  $\Phi = 49^\circ$ ,  $c = 0.5 \text{ MPa}$ , for  $\sigma_n \geq 0.3 \text{ MPa}$
- Lower bound :  $\Phi = 48^\circ$ ,  $c = 0 \text{ MPa}$

For unbonded samples an apparent cohesion is the result of small, high angle asperities on the surfaces being shared. It can result if linear failure envelope is used. At low normal stresses a bilinear failure envelope would be more appropriate.

Estratto da "Sliding Safety of Existing Gravity Dams" pag. 26

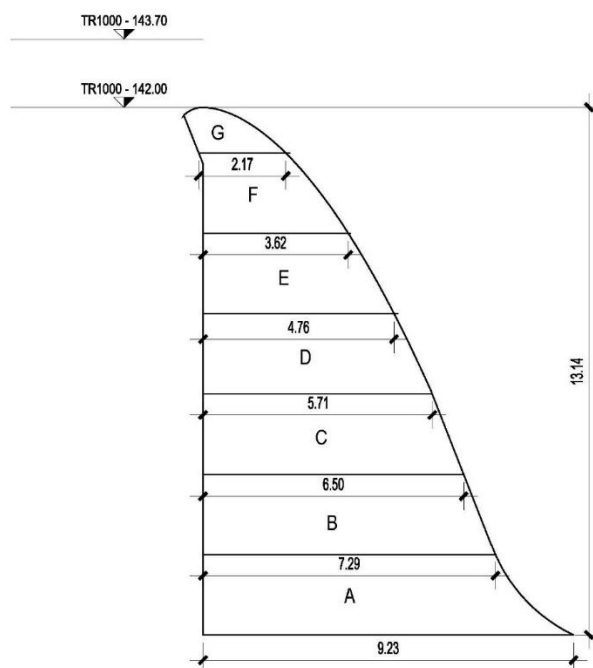
Nel seguito si riporta la tabella riassuntiva dei valori dei parametri di resistenza a taglio di progetto adottati, considerando le discontinuità di tipo “bonded”:

|             |              |                                    |
|-------------|--------------|------------------------------------|
|             | Coesione MPa | Angolo di attrito $\Phi(^{\circ})$ |
| SLC cls-cls | 1            | 57                                 |

### Parametri di resistenza al taglio

Il documento citato è scaricabile in rete al seguente link:

<https://britishdams.org/assets/documents/conferences/2004/reports/sliding.pdf>



Posizione e geometria giunti di ripresa getto ipotizzati – sezione media

## Parametri di resistenza tensionali

### Valori limite per la verifica

#### Compressione

Gli sforzi principali di compressione  $\sigma_c$  devono risultare inferiori alla resistenza cilindrica a compressione di calcolo  $f_{cd}$  calcolata come di seguito indicato (NTC punto 4.1.2.1.1.1):

$$\sigma_c \leq f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c$$

Con:

$f_{ck}$  = resistenza caratteristica =  $f_{cm} - k \cdot \text{dev.st.} = 20.8 \text{ N/mm}^2$  (calcolata come indicato al par. 2.1.4.2)

$\alpha_{cc}$  = coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata = 0.85

$\gamma_c$  = coefficiente parziale di sicurezza del calcestruzzo = 1.5

Il valore di  $f_{cd}$  per il calcestruzzo risulta:

$$0.85 \times f_{ck} / 1.5 = 0.85 \times 20.8 / 1.5 = 11.78 \text{ MPa}$$

#### Trazione

Gli sforzi principali di trazione  $\sigma'_c$  devono risultare inferiori alla resistenza a trazione di calcolo  $f_{ctd}$  calcolata come di seguito indicato (NTC punto 4.1.2.1.1.2):

$$\sigma'_c \leq f_{ctd} = f_{ctm} / \gamma_c$$

Con:

$f_{ctm}$  = resistenza cilindrica a trazione = 2.3

$\gamma_c$  = coefficiente parziale di sicurezza del calcestruzzo = 1,5

I valori di  $f_{ctd}$  per i diversi tipi di calcestruzzo risultano:

$$f_{ctm} / 1,5 = 2.3 / 1,5 = 1.53 \text{ MPa}$$

### Taglio

Per le verifiche di stabilità allo scorrimento, come detto, per ogni sezione si è confrontata l'azione sollecitante T con la forza resistente al taglio  $T_{res}$  ridotta del coefficiente parziale  $\gamma_r$ , indicato dalla normativa:

$$\gamma_r = 1,15 \quad (\text{punto D.2.2.1 delle NT Dighe})$$

Per ogni sezione la forza resistente a taglio  $T_{res}$  è stata calcolata come di seguito indicato in funzione dell'angolo di attrito e della coesione.

$$T_{res} = N \cdot \tan \varphi + c \cdot A$$

Con:

N = sforzo normale alla sezione  $\varphi$  = angolo di attrito

c = coesione

A = area della sezione

I valori di angolo di attrito e di coesione relativi alle tre tipologie di contatto (calcestruzzo-calcestruzzo, calcestruzzo-roccia, roccia-roccia) sono quelli precedentemente indicati nel paragrafo 8.2.1.

Come area A della sezione sulla quale si dovrebbe considerare agente il contributo della coesione, sarebbe quella corrispondente alla sola parte di sezione sollecitata a compressione. A favore di sicurezza si è del tutto trascurato il contributo della coesione nelle verifiche a traslazione, quindi la relazione adottata all'interno delle verifiche sarà:

$$T_{res} = N \times \tan \varphi$$

Si riportano nel seguito le tabelle riepilogative delle verifiche svolte, per ogni dettaglio si rimanda all'Allegato 2.

**VERIFICHE SLV-SLU – Sollecitazioni di inviluppo**

| n      | X [m]  | N [kN]  | T [kN]  | M [kNm] | Ab [m] | e [m] | $\sigma_{\max}$ [MPa] | $\sigma_c < f_{ck} / 1.5$ [MPa] | $\sigma_{\min}$ [MPa] | $\sigma_t < f_{ctk} / 1.2$ [MPa] | Tres    |
|--------|--------|---------|---------|---------|--------|-------|-----------------------|---------------------------------|-----------------------|----------------------------------|---------|
| 1.00   | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00   | 0.00  | 0.00                  | 11.79                           | 0.00                  | -1.53                            | 0.00    |
| 11.00  | -1.00  | 50.05   | 40.71   | 13.00   | 2.17   | 0.26  | 0.04                  | 11.79                           | 0.01                  | -1.53                            | 77.07   |
| 21.00  | -1.99  | 112.35  | 96.11   | 59.79   | 2.94   | 0.53  | 0.08                  | 11.79                           | 0.00                  | -1.53                            | 173.00  |
| 31.00  | -2.99  | 186.89  | 166.20  | 151.85  | 3.62   | 0.81  | 0.12                  | 11.79                           | -0.02                 | -1.53                            | 287.79  |
| 41.00  | -3.98  | 273.68  | 250.98  | 300.76  | 4.22   | 1.10  | 0.17                  | 11.79                           | -0.04                 | -1.53                            | 421.43  |
| 51.00  | -4.98  | 372.72  | 350.45  | 518.07  | 4.76   | 1.39  | 0.22                  | 11.79                           | -0.06                 | -1.53                            | 573.94  |
| 61.00  | -5.97  | 484.00  | 464.60  | 815.31  | 5.26   | 1.68  | 0.27                  | 11.79                           | -0.08                 | -1.53                            | 745.29  |
| 71.00  | -6.97  | 607.53  | 593.45  | 1204.05 | 5.71   | 1.98  | 0.33                  | 11.79                           | -0.12                 | -1.53                            | 935.51  |
| 81.00  | -7.96  | 743.30  | 736.98  | 1695.83 | 6.10   | 2.28  | 0.40                  | 11.79                           | -0.15                 | -1.53                            | 1144.58 |
| 91.00  | -8.96  | 891.31  | 895.20  | 2302.21 | 6.50   | 2.58  | 0.46                  | 11.79                           | -0.19                 | -1.53                            | 1372.50 |
| 101.00 | -9.95  | 1051.58 | 1068.11 | 3034.73 | 6.89   | 2.89  | 0.54                  | 11.79                           | -0.23                 | -1.53                            | 1619.29 |
| 111.00 | -10.95 | 1224.08 | 1255.71 | 3904.94 | 7.29   | 3.19  | 0.61                  | 11.79                           | -0.27                 | -1.53                            | 1884.92 |
| 121.00 | -11.95 | 1408.84 | 1457.99 | 4924.39 | 7.92   | 3.50  | 0.65                  | 11.79                           | -0.29                 | -1.53                            | 2169.42 |
| 131.00 | -12.94 | 1605.84 | 1674.97 | 6104.63 | 8.90   | 3.80  | 0.64                  | 11.79                           | -0.28                 | -1.53                            | 2472.78 |
| 133.00 | -13.14 | 1646.70 | 1720.21 | 6361.00 | 9.23   | 3.86  | 0.63                  | 11.79                           | -0.27                 | -1.53                            | 2535.70 |

**VERIFICHE SLE statiche - Sollecitazioni di inviluppo**

| n      | X [m]  | N [kN]  | T [kN]  | M [kNm] | Ab [m] | e [m] | $\sigma_{\max}$ [MPa] | $\sigma_c < f_{ck} / 1.5$ [MPa] | $\sigma_{\min}$ [MPa] | $\sigma_t \geq 0.0$ [MPa] |
|--------|--------|---------|---------|---------|--------|-------|-----------------------|---------------------------------|-----------------------|---------------------------|
| 1.00   | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00   | 0.00  | 0.0                   | 5.0                             | 0.0                   | $\geq 0.0$                |
| 11.00  | -1.00  | 50.05   | 21.88   | 4.04    | 2.17   | 0.08  | 0.0                   | 5.0                             | 0.0                   | $\geq 0.0$                |
| 21.00  | -1.99  | 112.35  | 53.66   | 20.71   | 2.94   | 0.18  | 0.1                   | 5.0                             | 0.0                   | $\geq 0.0$                |
| 31.00  | -2.99  | 186.89  | 95.36   | 56.78   | 3.62   | 0.30  | 0.1                   | 5.0                             | 0.0                   | $\geq 0.0$                |
| 41.00  | -3.98  | 273.68  | 146.97  | 119.05  | 4.22   | 0.43  | 0.1                   | 5.0                             | 0.0                   | $\geq 0.0$                |
| 51.00  | -4.98  | 372.72  | 208.48  | 214.31  | 4.76   | 0.57  | 0.1                   | 5.0                             | 0.0                   | $\geq 0.0$                |
| 61.00  | -5.97  | 484.00  | 279.90  | 349.37  | 5.26   | 0.72  | 0.2                   | 5.0                             | 0.0                   | $\geq 0.0$                |
| 71.00  | -6.97  | 607.53  | 361.24  | 530.99  | 5.71   | 0.87  | 0.2                   | 5.0                             | 0.0                   | $\geq 0.0$                |
| 81.00  | -7.96  | 743.30  | 452.48  | 765.99  | 6.10   | 1.03  | 0.2                   | 5.0                             | 0.0                   | $\geq 0.0$                |
| 91.00  | -8.96  | 891.31  | 553.63  | 1061.15 | 6.50   | 1.19  | 0.3                   | 5.0                             | 0.0                   | $\geq 0.0$                |
| 101.00 | -9.95  | 1051.58 | 664.69  | 1423.27 | 6.89   | 1.35  | 0.3                   | 5.0                             | 0.0                   | $\geq 0.0$                |
| 111.00 | -10.95 | 1224.08 | 785.66  | 1859.13 | 7.29   | 1.52  | 0.4                   | 5.0                             | 0.0                   | $\geq 0.0$                |
| 121.00 | -11.95 | 1408.84 | 916.54  | 2375.53 | 7.92   | 1.69  | 0.4                   | 5.0                             | 0.0                   | $\geq 0.0$                |
| 131.00 | -12.94 | 1605.84 | 1057.33 | 2979.26 | 8.90   | 1.86  | 0.4                   | 5.0                             | 0.0                   | $\geq 0.0$                |
| 133.00 | -13.14 | 1646.70 | 1086.72 | 3111.09 | 9.23   | 1.89  | 0.4                   | 5.0                             | 0.0                   | $\geq 0.0$                |

## VERIFICHE SLD - Sollecitazioni di inviluppo

| n      | X [m]  | N [kN]  | T [kN]  | M [kNm] | Ab [m] | e [m] | $\sigma_{\max}$ [MPa] | $\sigma_c < f_{ck} / 1.5$ [MPa] | $\sigma_{\min}$ [MPa] | $\sigma_t < f_{ctm} / 1.2$ [MPa] |
|--------|--------|---------|---------|---------|--------|-------|-----------------------|---------------------------------|-----------------------|----------------------------------|
| 1.00   | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00   | 0.00  | 0.0                   | 5.0                             | 0.0                   | -1.9                             |
| 11.00  | -1.00  | 50.05   | 31.43   | 8.59    | 2.17   | 0.17  | 0.0                   | 5.0                             | 0.0                   | -1.9                             |
| 21.00  | -1.99  | 112.35  | 75.27   | 40.55   | 2.94   | 0.36  | 0.1                   | 5.0                             | 0.0                   | -1.9                             |
| 31.00  | -2.99  | 186.89  | 131.53  | 105.17  | 3.62   | 0.56  | 0.1                   | 5.0                             | 0.0                   | -1.9                             |
| 41.00  | -3.98  | 273.68  | 200.21  | 211.74  | 4.22   | 0.77  | 0.1                   | 5.0                             | 0.0                   | -1.9                             |
| 51.00  | -4.98  | 372.72  | 281.30  | 369.54  | 4.76   | 0.99  | 0.2                   | 5.0                             | 0.0                   | -1.9                             |
| 61.00  | -5.97  | 484.00  | 374.81  | 587.86  | 5.26   | 1.21  | 0.2                   | 5.0                             | 0.0                   | -1.9                             |
| 71.00  | -6.97  | 607.53  | 480.74  | 876.00  | 5.71   | 1.44  | 0.3                   | 5.0                             | -0.1                  | -1.9                             |
| 81.00  | -7.96  | 743.30  | 599.08  | 1243.23 | 6.10   | 1.67  | 0.3                   | 5.0                             | -0.1                  | -1.9                             |
| 91.00  | -8.96  | 891.31  | 729.84  | 1698.86 | 6.50   | 1.91  | 0.4                   | 5.0                             | -0.1                  | -1.9                             |
| 101.00 | -9.95  | 1051.58 | 873.02  | 2252.16 | 6.89   | 2.14  | 0.4                   | 5.0                             | -0.1                  | -1.9                             |
| 111.00 | -10.95 | 1224.08 | 1028.61 | 2912.42 | 7.29   | 2.38  | 0.5                   | 5.0                             | -0.2                  | -1.9                             |
| 121.00 | -11.95 | 1408.84 | 1196.62 | 3688.93 | 7.92   | 2.62  | 0.5                   | 5.0                             | -0.2                  | -1.9                             |
| 131.00 | -12.94 | 1605.84 | 1377.04 | 4590.99 | 8.90   | 2.86  | 0.5                   | 5.0                             | -0.2                  | -1.9                             |
| 133.00 | -13.14 | 1646.70 | 1414.67 | 4787.28 | 9.23   | 2.91  | 0.5                   | 5.0                             | -0.2                  | -1.9                             |

## 9 PLATEA DEI BLOCCHI 1 – 3 E BLOCCHI 4 - 6

### 9.1 MODELLAZIONE STRUTTURALE

#### Modellazione con il codice di calcolo Mastersap Top 2019

La struttura e il suo comportamento sotto le azioni statiche e dinamiche è stato adeguatamente valutato, interpretato e trasferito nel modello che si caratterizza per la sua impostazione completamente tridimensionale. A tal fine ai nodi strutturali possono convergere diverse tipologie di elementi, che corrispondono nel codice numerico di calcolo in altrettante tipologie di elementi finiti. Travi e pilastri, ovvero componenti in cui una dimensione prevalente sulle altre due, vengono modellati con elementi “beam”, il cui comportamento può essere opportunamente perfezionato attraverso alcune opzioni quali quelle in grado di definire le modalità di connessione all'estremità. Eventuali elementi soggetti a solo sforzo normale possono essere trattati come elementi “truss” oppure con elementi “beam” opportunamente svincolati. Piastre, muri e volte, ovvero elementi di tipo bidimensionale, sono modellati con elementi di tipo shell.

I vincoli con il mondo esterno vengono rappresentati con elementi in grado di definire le modalità di vincolo e le rigidità nello spazio. Questi elementi consentono di modellare i casi più complessi ma più frequenti di interazione con il terreno, realizzabile tipicamente mediante travi di fondazione. Al di sotto della platea di fondazione gli appoggi sono stati modellati come letto di molle alla Winkler. Il comportamento del terreno è sostanzialmente rappresentato tramite una schematizzazione lineare alla Winkler, principalmente caratterizzabile attraverso una opportuna costante di sottofondo, che può essere anche variata nella superficie di contatto fra struttura e terreno e quindi essere in grado di descrivere anche situazioni più complesse.



Sulla base di dati di bibliografia, per terreni analoghi a quelli in situ (ghiaia con sabbia) si adotta un coefficiente medio di Winkler di 15 kg/cm<sup>3</sup>

| MODULO DI REAZIONE<br>"VERTICALE" DEL TERRENO<br>[WINKLER] |                            | MODULO DI REAZIONE<br>"ORIZZONTALE" DEL TERRENO<br>[per paratie] |                             | MODULO DI TAGLIO DEL TERRENO |               |
|--|----------------------------|--|-----------------------------|------------------------------|---------------|
| Tabella dei Moduli di Winkler<br>secondo POZZATI           |                            | Rif.: FONDAZIONI<br>Joseph E. BOWLES                             |                             |                              |               |
| Natura del terreno   | K<br>[Kg/cm <sup>3</sup> ] | Natura del terreno   | Ks<br>[Kg/cm <sup>3</sup> ] | Natura del terreno           | G<br>[MPa]    |
| torba leggera  | 0.6 ~ 1.2                  | Terreno Sabbioso :   |                             | argilla molto molle          | 0.7 ~ 5.3     |
| torba pesante  | 1.2 ~ 1.8                  | Sciolti  | 0.49 ~ 1.63                 | argilla molle                | 1.7 ~ 8.9     |
| terra vegetale   | 1.0 ~ 1.5                  | Mediamente   | 0.98 ~ 8.16                 | argilla media                | 5.8 ~ 22.7    |
| depositi recenti   | 1.0 ~ 2.0                  | compatto   | 6.53 ~ 13.50                | argilla dura                 | 19.2 ~ 45.5   |
| sabbia di mare, fina                                       | 1.5 ~ 2.0                  | Terreno Argilloso:   |                             | argilla sabbiosa             | 9.6 ~ 104.2   |
| sabbia poco coerente                                       | 2.0 ~ 4.0                  | qu < 2 daN/cm <sup>2</sup>                                       | 1.22 ~ 2.45                 | detrito glaciale             | 4.0 ~ 60.0    |
| terra molto umida  | 2.0 ~ 3.5                  | qu < 4 daN/cm <sup>2</sup>                                       | 2.45 ~ 4.89                 | detrito glaciale             | 60.0 ~ 288.0  |
| terra poco umida   | 3.0 ~ 6.0                  | qu > 4 daN/cm <sup>2</sup>                                       | 4.98 ~ 48.95                | detrito glaciale molto       | 200.0 ~ 576.0 |
| terra secca  | 5.0 ~ 10.0                 | Sabbia argillosa   |                             | compatto                     |               |
| argilla con sabbia   | 8.0 ~ 10.0                 | mediamente   | 3.26 ~ 8.16                 | loess                        | 5.8 ~ 27.3    |
| argilla grassa   | 10.0 ~ 12.0                | compatta   |                             | sabbia limosa                | 1.8 ~ 7.1     |
| sabbia compatta  | 8.0 ~ 15.0                 | Sabbia limosa  | 2.45 ~ 4.89                 | sabbia sciolta               | 3.6 ~ 8.9     |
| ghiaia con sabbia  | 10.0 ~ 25.0                | mediamente   |                             | sabbia compatta              | 7.8 ~ 28.6    |
| ghiaia compatta  | 20.0 ~ 30.0                | compatta   |                             | sabbia e ghiaia in           | 16.7 ~ 50.0   |
|  |                            |  |                             | miscuglio sciolte            |               |
|  |                            |  |                             | sabbia e ghiaia in           | 27.8 ~ 55.5   |
|  |                            |  |                             | miscuglio compatte           |               |
|  |                            |  |                             | argilloscisto                | 53.6 ~ 1785.7 |
|  |                            |  |                             | limo                         | 0.7 ~ 7.7     |

Si riporta nel seguito il calcolo rigoroso del coefficiente di Winkler per un concio tipologico di dimensioni medie in pianta di 45.60 x 20.0 m, con una profondità di posa media di circa 1.0 m (in maniera cautelativa), con battente medio di falda a 1.50 m sopra piano campagna, posto sullo strato di terreno denominato UG2A

| Dati terreno                      |       |       |
|-----------------------------------|-------|-------|
| angolo d'attrito fi               | gradi | 36    |
| peso specifico 1                  | t/mc  | 2.00  |
| peso specifico 2                  | t/mc  | 2.00  |
| coesione c'                       | t/mq  | 0.00  |
| inclinazione del pendio           | gradi | 0     |
| profondità della falda dw         | m     | -1.5  |
| tipo di terreno                   | C/A   | PD    |
| Geometria fondazione              |       |       |
| profondità di posa D              | m     | 1.00  |
| base B                            | m     | 20.00 |
| lunghezza L (L>B)                 | m     | 45.60 |
| eccentricità Eb                   | m     | 0.00  |
| eccentricità Ei                   | m     | 0.00  |
| inclinazione del carico effettiva | gradi | 0.00  |

| Dati di calcolo                 |         |          |
|---------------------------------|---------|----------|
| inclinazione del carico sismica | gradi   | 4.00     |
| inclinazione del carico totale  | gradi   | 4.004173 |
| B" (= B o B')                   | m       | 20       |
| L" (= L o L')                   | m       | 45.6     |
| c" (= c o c')                   | t/mq    | 0.00     |
| fi" (= fi o fi')                | gradi   | 36       |
| Nq                              |         | 37.75    |
| Ng                              |         | 56.31    |
| Nc                              |         | 50.59    |
| fq                              |         | 1.318    |
| fg                              |         | 0.825    |
| fc                              |         | 1.327    |
| iq                              |         | 0.956    |
| ig                              |         | 0.889    |
| ic                              |         | 0.956    |
| eq                              |         | 1.000    |
| eg                              |         | 1.000    |
| ec                              |         | 1.000    |
| Risultati                       |         |          |
| qlim                            | t/mq    | 389      |
| gammaR                          |         | 2.30     |
| qRd                             | t/mq    | 169      |
| kwinkler                        | DaN/cm3 | 15.56    |

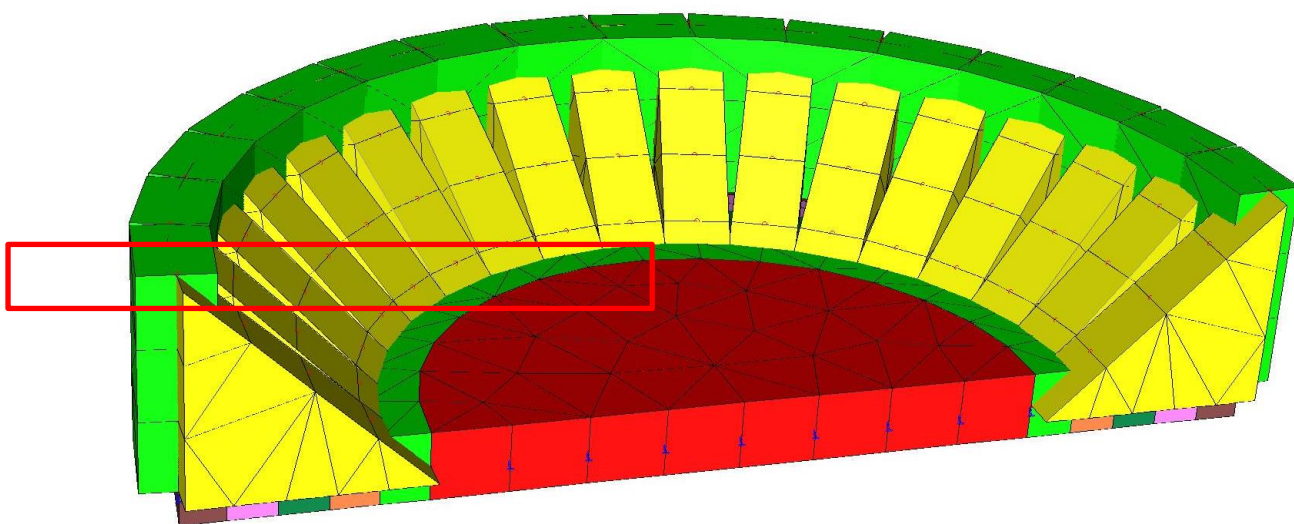
Si osserva quindi che il coefficiente dedotto da bibliografia risulta perfettamente in linea rispetto a quanto calcolato in maniera rigorosa:  $15.56 \text{ daN/cm}^2 \approx 15 \text{ kg/cm}^2$

I parametri dei materiali utilizzati per la modellazione riguardano principalmente il modulo di Young e il coefficiente di Poisson, ma sono disponibili anche opzioni per ridurre la rigidezza flessionale e tagliante dei materiali per considerare l'effetto di fenomeni fessurativi nei materiali.

Il calcolo viene condotto mediante analisi lineare, ma vengono considerati gli effetti del secondo ordine e si può simulare il comportamento di elementi resistenti a sola trazione o compressione. Si ritiene che il modello utilizzato sia sufficientemente rappresentativo del comportamento reale della struttura.

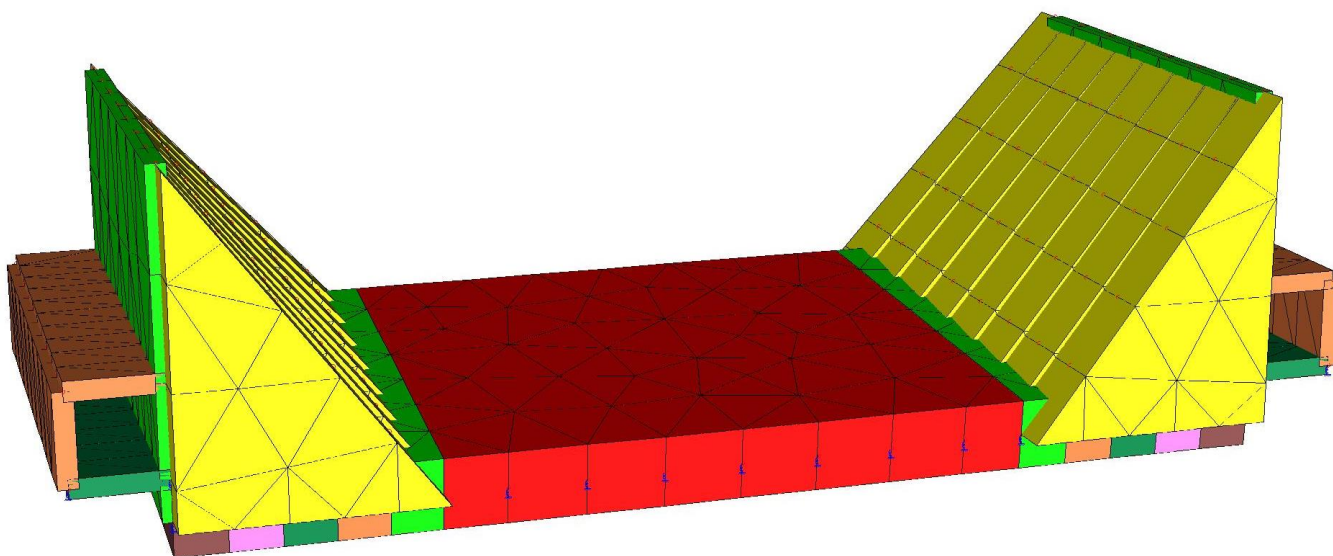
Si riportano nel seguito gli schemi dei modelli utilizzati.

### Blocco 1



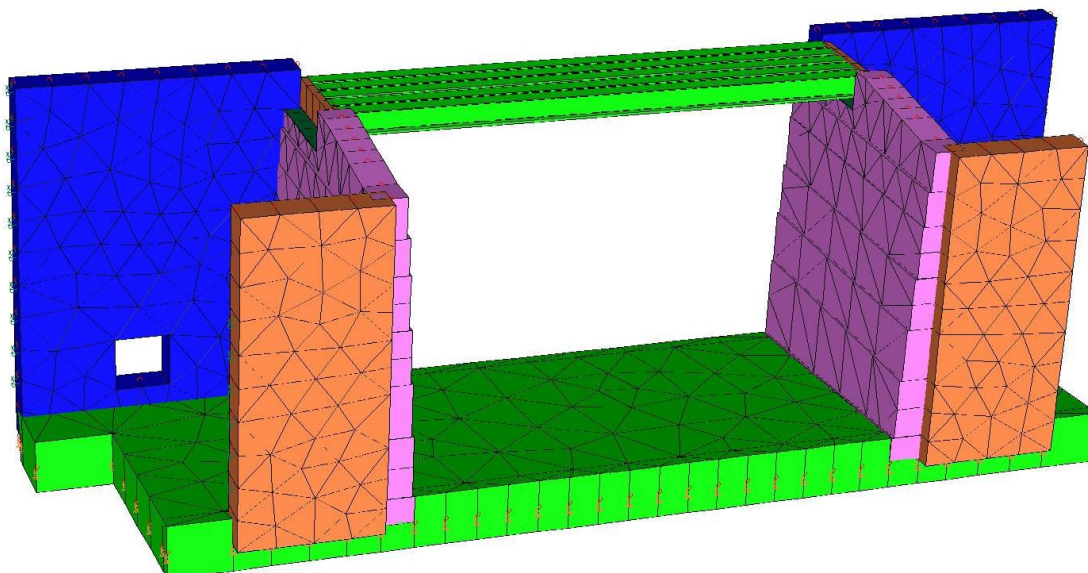
Prospettiva

## Blocchi 2-3



Prospettiva

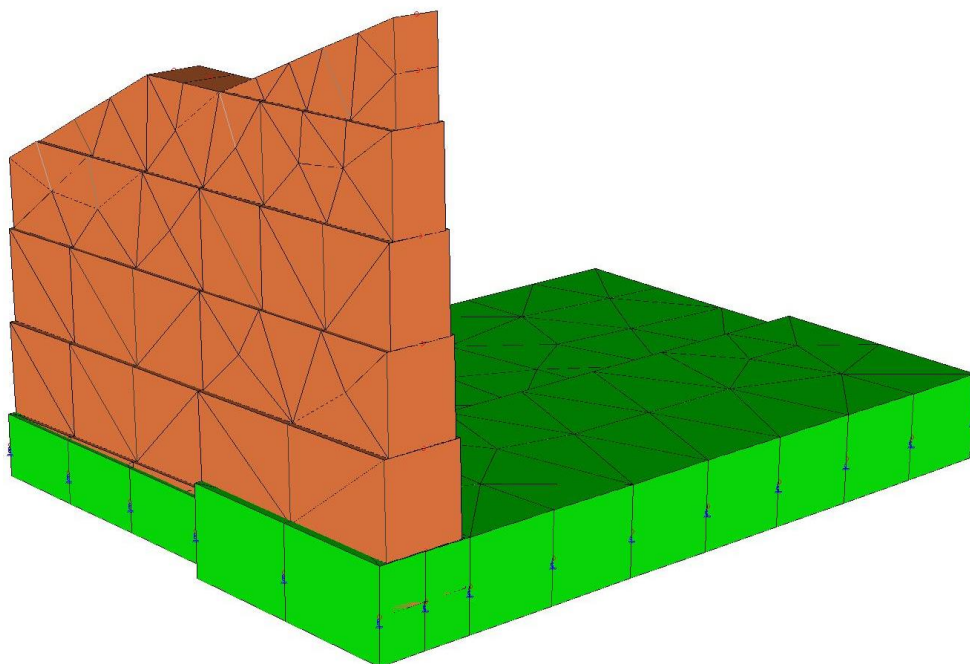
## Blocco 4



Prospettiva

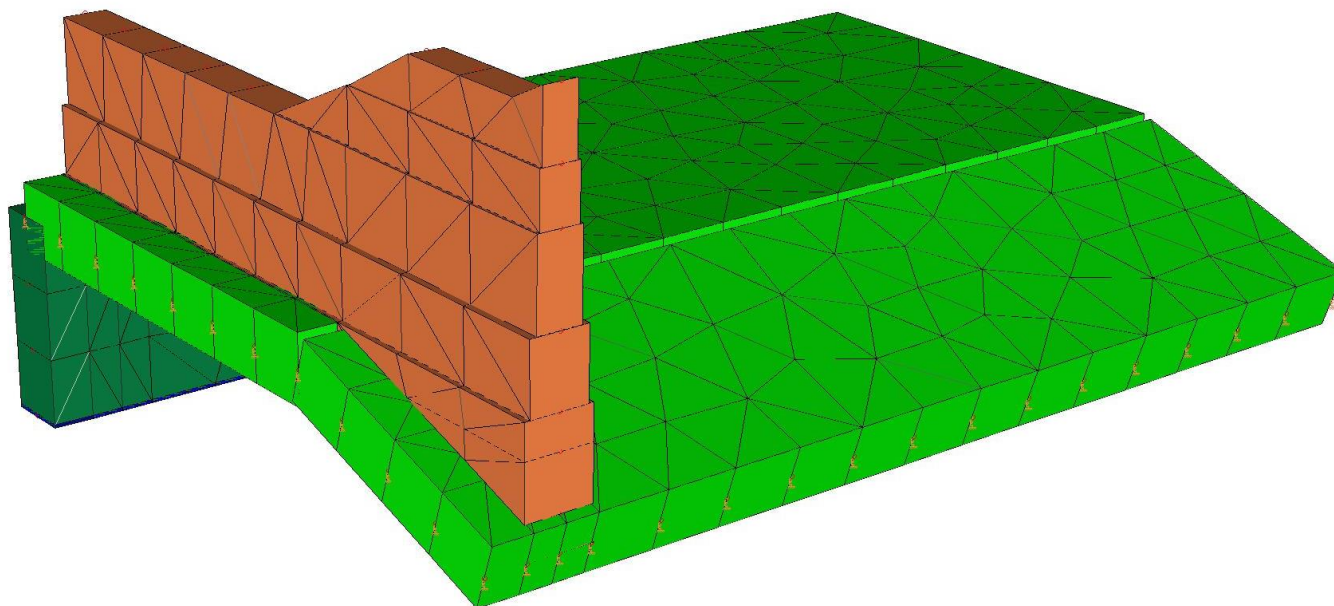


## Blocco 5



Prospettiva

## Blocco 6



Prospettiva

## 9.2 DESCRIZIONE DEI CARICHI

Oltre al peso proprio della struttura, si considerano le pressioni orizzontali dovute all'acqua posta esternamente agli elementi in elevazione che costituiscono la soglia sfiorante (blocchi 1,2 e 3); si considera il livello idrico in condizioni di piena, con tempo di ritorno TR di 200 anni (quota 142.0 msm pari alla quota di sfioro) e con tempo di ritorno TR di 1000 anni (quota 143.7 msm pari alla quota di massimo invaso).

I blocchi n°5 e n°6, essendo posti a valle del rilevato arginale con nucleo impermeabile, sono stati dimensionati e verificati in assenza delle spinte idrostatiche sopraccitate, ma solamente sollecitati dalle spinte statiche e dinamiche dovute al rilevato arginale e dai sovraccarichi variabili causati dall'eventuale transito di automezzi pesanti in sommità dello stesso.

Nel software FEM Mastersap TOP 2019, le pressioni triangolari causate dalla presenza del terreno e dall'acqua sono state applicate utilizzando la seguente caratterizzazione:

### TERRENO - Condizioni di spinta a riposo – terreno rilevato arginale:

$$\gamma = \text{peso specifico terreno} = 19.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\Phi = \text{angolo di attrito interno} = 27^\circ$$

$$c = \text{coesione} = 10 \text{ kPa (a favore di sicurezza)}$$

$$k_0 = \text{coefficiente di spinta a riposo} = 1 - \sin \Phi = 0.546$$

### ACQUA:

La pressione idrostatica applicata alle strutture vale:

$$e_{H_2O} = \gamma_w \times h_w$$

dove

$$\gamma_w = \text{peso specifico dell'acqua} = 10 \text{ kN/m}^3$$

$$h_w = \text{altezza acqua}$$

Il manufatto in oggetto presenta, inferiormente alla platea di fondazione, uno schermo di impermeabilizzazione perimetrale, realizzato da colonne di terreno consolidato con la tecnica del jet-grouting, il quale impedisce un incremento di sottospinta idraulica durante le fasi di piena; tale assunzione risulta coerente con l'impostazione adottata nelle verifiche di carattere geologico-geotecnico relative ai moti di filtrazione. Nelle verifiche a stabilità globale per sollevamento sono state considerate le sottospinte causate dal livello di falda, posto cautelativamente a quota 130.80 m slm (coincidente con il piano campagna a valle del rilevato arginale).

In condizioni sismiche è stata effettuata un'analisi dinamica in campo lineare con l'adozione dello spettro di risposta, ai sensi del D.M. 14.01.2008. L'intera struttura di ogni singolo blocco strutturalmente indipendente è stata analizzata e verificata in condizioni elastiche applicando al modello un coefficiente di struttura  $q = 1.0$

Al fine della valutazione degli incrementi di spinta del terreno dovuti al sisma, il software adottato, impostando i valori di aliquota inerziale dei carichi applicati alle pareti esterne, è in grado di applicare alla struttura tali incrementi legati alle accelerazioni sismiche di progetto. Tale assunzione, seppure semplificata, risulta valida e comunque equiparabile rispetto ad un calcolo eseguito con il metodo di Mononobe-Okabe considerando il contributo della coesione.

Le condizioni di carico considerate sono le seguenti:

- Caso statico in condizioni di piena TR200 (massima regolazione) + sottospinta falda a quota 130.80 mslm
- Caso dinamico in condizioni di piena TR200 (massima regolazione) + sottospinta falda a quota 130.80 mslm
- Caso statico in condizioni di piena TR1000 (massimo invaso) + sottospinta falda a quota 130.80 mslm

Sono stati inoltre valutati tutti i possibili effetti o le azioni anche transitorie che possano essere significative e avere implicazione per la struttura. Le condizioni di carico statica e sismica a vuoto ed a livelli intermedi non sono riportate nella presente relazione, in quanto non dimensionanti.

Si specifica che le verifiche in fase costruttiva, per tenere conto di eventuali asimmetrie o di situazioni particolari collegate all'organizzazione e ai mezzi di cantiere, saranno definite dall'Appaltatore, che dovrà garantire la stabilità della struttura in ogni condizione. Si sottolinea inoltre che le verifiche statiche e sismiche in condizioni di invaso vuoto non sono dimensionanti in quanto si mobilitano masse e spinte inferiori a quelle analizzate nella presente relazione; a tale riguardo si precisa che la spinta idraulica dell'invaso non costituisce mai un carico di tipo stabilizzante per il manufatto, a causa della geometria stessa della struttura.

### 9.2.1 PLATEA DEL BLOCCO 1

Oltre al peso proprio della platea, al fine di simulare il peso degli elementi in elevazione si è suddiviso il profilo dello sfioratore in n°5 porzioni, aventi altezza media variabile da un minimo di 0.16 m sino ad un massimo di 9.31 m, il cui peso è stato riportato sulla platea di fondazione. Le porzioni hanno le seguenti altezze medie e peso medio applicato in platea:

|                               |               |                          |
|-------------------------------|---------------|--------------------------|
| - Porzione 1 – h.med 0.16 m = | 0.16 x 23.5 = | 3.76 kN/m <sup>2</sup>   |
| - Porzione 2 – h.med 1.42 m = | 1.42 x 23.5 = | 33.37 kN/m <sup>2</sup>  |
| - Porzione 3 – h.med 4.86 m = | 4.86 x 23.5 = | 114.21 kN/m <sup>2</sup> |
| - Porzione 4 – h.med 7.68 m = | 7.68 x 23.5 = | 180.48 kN/m <sup>2</sup> |
| - Porzione 5 – h.med 9.31 m = | 9.31 x 23.5 = | 218.78 kN/m <sup>2</sup> |

Le pressioni idrostatiche applicate alle pareti del manufatto sfioratore sono le seguenti:

TR200:  $e_{min} = 0.0$  kPa  
 $e_{max} = 127.20$  kPa

TR1000:  $e_{min} = 17.0$  kPa  
 $e_{max} = 144.20$  kPa

La sottospinta idrostatica è pari a 25.3 kPa. Le sollecitazioni inerziali sismiche sono calcolate in automatico dal programma.

### 9.2.2 PLATEA DEI BLOCCHI 2-3

Oltre al peso proprio della platea, al fine di simulare il peso degli elementi in elevazione si è suddiviso il profilo dello sfioratore in n°5 porzioni, aventi altezza media variabile da un minimo di 0.10 m sino ad un massimo di 13.15 m, il cui

peso è stato riportato sulla platea di fondazione. Le porzioni hanno le seguenti altezze medie e peso medio applicato in platea:

|   |                              |                |                          |
|---|------------------------------|----------------|--------------------------|
| - | Porzione 1 – h.med 0.10 m =  | 0.10 x 23.5 =  | 2.35 kN/m <sup>2</sup>   |
| - | Porzione 2 – h.med 1.44 m =  | 1.44 x 23.5 =  | 33.84 kN/m <sup>2</sup>  |
| - | Porzione 3 – h.med 6.67 m =  | 6.67 x 23.5 =  | 156.74 kN/m <sup>2</sup> |
| - | Porzione 4 – h.med 10.72 m = | 10.72 x 23.5 = | 251.92 kN/m <sup>2</sup> |
| - | Porzione 5 – h.med 13.15 m = | 13.15 x 23.5 = | 309.02 kN/m <sup>2</sup> |

Le pressioni idrostatiche applicate alle pareti del manufatto sfioratore sono le seguenti:

TR200:  $e_{min} = 0.0$  kPa  
 $e_{max} = 135.30$  kPa

TR1000:  $e_{min} = 17.0$  kPa  
 $e_{max} = 152.30$  kPa

La sottospinta idrostatica è pari a 58.5 kPa. Le sollecitazioni inerziali sismiche sono calcolate in automatico dal programma.

### 9.2.3 BLOCCO 4

Oltre al peso proprio della struttura, è presente il peso proprio del terreno (rilevato arginale) sulla platea a tergo delle elevazioni, pari a 351.5 kPa, e si applicano le spinte del terreno (carico triangolare), con i seguenti valori:

Massima pressione al piede muro – TR200 = 245.2 kPa

Massima pressione al piede muro – TR1000 = 261.10 kPa

Si sottolinea che, a favore di sicurezza, si è tenuto conto del contributo della spinta idrostatica all'interno del terreno arginale, anche se tale condizione risulta estremamente cautelativa, in quanto il rilevato arginale è stato progettato con nucleo impermeabile tale da non consentire le sovrappressioni causate dal riempimento di acqua a tergo del manufatto.

Sulla struttura è presente l'impalcato a travi prefabbricate, che trasmette il peso proprio e i carichi variabili verticali per ponte di seconda categoria (i carichi orizzontali longitudinali e trasversali sono trascurabili ai fini delle verifiche).

La sottospinta idrostatica è pari a 71.0 kPa; in condizioni di TR1000 si considera il peso dell'acqua sulla platea pari a 110 kPa. Le sollecitazioni inerziali sismiche sono calcolate in automatico dal programma.

### 9.2.4 BLOCCO 5

Oltre al peso proprio della struttura si applicano le spinte del terreno, con diagramma triangolare e massima pressione al piede del muro pari a 177.1 kPa.

La sottospinta idrostatica è pari a 77.0 kPa; in condizioni di TR1000 si considera il peso dell'acqua sulla platea pari a 65.5 kPa. Le sollecitazioni inerziali sismiche sono calcolate in automatico dal programma.

### 9.2.5 BLOCCO 6

Oltre al peso proprio della struttura si applicano le spinte del terreno, con diagramma triangolare e massima pressione al piede del muro pari a 87.5 kPa.



La sottospinta idrostatica è pari a 77.0 kPa; in condizioni di TR1000 si considera il peso dell'acqua sulla platea pari a 65.5 kPa. Le sollecitazioni inerziali sismiche sono calcolate in automatico dal programma.

### 9.3 COMBINAZIONI DI CARICO

Ai fini del dimensionamento è stato impiegato il metodo degli stati limite; gli effetti delle azioni sono stati combinati utilizzando i coefficienti previsti in normativa.

Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

| Carichi                    | Effetto     |                     | Combinazioni statiche |      |      |      |      | Combinazioni sismiche |      |      |
|----------------------------|-------------|---------------------|-----------------------|------|------|------|------|-----------------------|------|------|
|                            |             |                     | HYD                   | UPL  | EQU  | A1   | A2   | EQU                   | A1   | A2   |
| Permanenti strutturali     | Favorevoli  | $\gamma_{G1, fav}$  | 0.90                  | 0.90 | 0.90 | 1.00 | 1.00 | 1.00                  | 1.00 | 1.00 |
| Permanenti strutturali     | Sfavorevoli | $\gamma_{G1, sfav}$ | 1.30                  | 1.10 | 1.10 | 1.30 | 1.00 | 1.00                  | 1.00 | 1.00 |
| Permanenti non strutturali | Favorevoli  | $\gamma_{G2, fav}$  | 0.00                  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00                  | 0.00 | 0.00 |
| Permanenti non strutturali | Sfavorevoli | $\gamma_{G2, sfav}$ | 1.50                  | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.30 | 1.00                  | 1.00 | 1.00 |
| Variabili                  | Favorevoli  | $\gamma_{Q, fav}$   | 0.00                  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00                  | 0.00 | 0.00 |
| Variabili                  | Sfavorevoli | $\gamma_{Q, sfav}$  | 1.50                  | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.30 | 1.00                  | 1.00 | 1.00 |

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

| Parametro                       |                       | Combinazioni statiche |      | Combinazioni sismiche |      |
|---------------------------------|-----------------------|-----------------------|------|-----------------------|------|
|                                 |                       | M1                    | M2   | M1                    | M2   |
| Tangente dell'angolo di attrito | $\gamma_{\tan(\phi)}$ | 1.00                  | 1.25 | 1.00                  | 1.25 |
| Coesione efficace               | $\gamma_c$            | 1.00                  | 1.25 | 1.00                  | 1.25 |
| Resistenza non drenata          | $\gamma_{cu}$         | 1.00                  | 1.40 | 1.00                  | 1.40 |
| Peso nell'unità di volume       | $\gamma_\gamma$       | 1.00                  | 1.00 | 1.00                  | 1.00 |

### 9.4

## 9.5 CRITERI DI VERIFICA E RISULTATI

### Stati limite ultimi

Le verifiche agli stati limite ultimi, sono stati eseguiti sulla base dell'involuppo delle sollecitazioni allo SLU ed allo SLV, schematizzando a favore di sicurezza la porzione oggetto di verifica come un elemento di larghezza unitaria, armata con le armature previste a progetto per quel tratto.

Tali verifiche sono state eseguite considerando a favore di sicurezza un calcestruzzo C20/25, mediante semplici software e fogli di calcolo di comprovata affidabilità

### Stati limite di esercizio

Nelle verifiche agli stati limite di esercizio si sono confrontati i valori delle tensioni determinati nella struttura nelle diverse combinazioni di carico con i valori limite individuati con i criteri dettati dalla normativa NTC 2008.

Nello specifico per le verifiche degli stati limite delle tensioni si sono adottate le sollecitazioni derivanti dagli involuppi SLE e SLD, non distinguendo a favore di sicurezza le sollecitazioni derivanti dai diversi SLE. Tale semplificazione risulta a favore di sicurezza in quanto le verifiche di limitazione delle tensioni sono state eseguite nella condizione richiesta per la combinazione di tipo quasi permanente che prevede di dover rispettare:

$$\sigma_{c,max} = 0.45 f_{ck}$$

$$\sigma_{s,max} = 0.8 f_{yk}$$

Mentre per le verifiche a stato limite di fessurazione si sono adottate le sollecitazioni derivanti dall'involuppo degli SLE, e per semplicità si è applicato come limite per l'apertura delle fessure il valore univoco di 0.2 mm, per la classe di esposizione ambientale XC4.

Si sottolinea inoltre che a favore di sicurezza tutte le verifiche agli stati limite di esercizio sono state eseguite su di un calcestruzzo di classe C20/25.

## 9.6 VERIFICHE E RISULTATI

Le verifiche strutturali sono state eseguite per mezzo di software e fogli di calcolo di comprovata affidabilità, considerando a favore di sicurezza porzioni di struttura di larghezza unitaria, sollecitate dalle azioni dedotte dal modello tridimensionale e razionalizzate sulla base di considerazioni di tipo oggettivo. La distribuzione delle sollecitazioni negli elementi, con i relativi valori di calcolo, è schematizzata nelle figure riportate nei diversi allegati.

Si riepilogano di seguito i principali risultati delle verifiche svolte per i diversi elementi; per ulteriori dettagli e approfondimenti si rimanda agli allegati.

### 9.6.1 PLATEA DEL BLOCCO 1

#### VERIFICHE A SLU

Per la verifica a pressoflessione lungo x della platea, si considera  $M_{Ed} = 4685 \text{ kNm/m}$ . La platea risulta armata con maglia 8+8  $\Phi 26/100$ , pertanto risulta:

$$M_{Rd} = 4829 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 4685 \text{ kNm/m}$$

Per la verifica a pressoflessione lungo y della platea, si considera  $M_{Ed} = 3673 \text{ kNm/m}$ . La platea risulta armata con maglia 8+8  $\Phi 26/100$ , pertanto risulta:

$$M_{Rd} = 4829 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 3673 \text{ kNm/m}$$

Per la verifica a taglio si considera  $V_{Ed} = 1020 \text{ kN/m}$ . La platea risulta armata a taglio con ganci  $\Phi 12/33/33$ , pertanto risulta:

$$V_{rds} = 2670 \text{ kN} > V_{Ed}$$

$$V_{rd,max} = 5187 \text{ kN} > V_{Ed}$$

$$V_{Ed,lim} = 9227 > V_{Ed}$$

Per la verifica a pressoflessione lungo Y della platea, si considera  $M_{Ed} = 1565 \text{ kNm/m}$ . La platea risulta armata con maglia 8+8  $\Phi 26/100$ , pertanto risulta:

### 9.6.2 PLATEA DEI BLOCCHI 2-3

#### VERIFICHE A SLU

Per la verifica a pressoflessione lungo x della platea, si considera  $M_{Ed} = 2667 \text{ kNm/m}$ . La platea risulta armata con maglia 5+5  $\Phi 26/100$ , pertanto risulta:

$$M_{Rd} = 3024 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 2667 \text{ kNm/m}$$

Per la verifica a pressoflessione lungo y della platea, si considera  $M_{Ed} = 1231 \text{ kNm/m}$ . La platea risulta armata con maglia 5+5  $\Phi 26/100$ , pertanto risulta:

$$M_{Rd} = 1794 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 1231 \text{ kNm/m}$$

Per la verifica a taglio si considera  $V_{Ed} = 1068 \text{ kN/m}$ . La platea risulta armata a taglio con ganci  $\Phi 12/33/33$ , pertanto risulta:

$$V_{rds} = 2670 \text{ kN} > V_{Ed}$$

$$V_{rd,max} = 5187 \text{ kN} > V_{Ed}$$

$$V_{Ed,lim} = 9227 > V_{Ed}$$

Analogamente vengono verificati gli elementi del canale di scarico; per le verifiche complete agli SLU/SLV e SLD/SLE verifiche si rimanda all'allegato 2.

### 9.6.3 Blocco 4

#### VERIFICHE A SLU

##### Platea

Per la verifica a momento flettente lungo x della platea, si considera  $M_{Ed} = 15000 \text{ kNm/m}$ . La platea risulta armata con quattro livelli di armatura pari a  $14\Phi 26/100$ , pertanto risulta:

$$M_{Rd} = 15829 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 15000 \text{ kNm/m}$$

Per la verifica a momento flettente lungo y della platea, si considera  $M_{Ed} = 7172 \text{ kNm/m}$ . La platea risulta armata con due livelli di armatura pari a  $11+11\Phi 26/100$ , pertanto risulta:

$$M_{Rd} = 6407 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 7172 \text{ kNm/m}$$

Per la verifica a taglio si considera  $V_{Ed} = 4568.66 \text{ kN/m}$ . La platea risulta armata a taglio con ganci  $\Phi 16/33/33$ , pertanto risulta:

$$V_{Rds} = 4586 \text{ kN} > V_{Ed}$$

$$V_{rd,max} = 5012 \text{ kN} > V_{Ed}$$

$$V_{Ed,lim} = 8914 > V_{Ed}$$

##### Muri di valle

Per la verifica a momento flettente lungo x dei muri di valle, si considera  $M_{Ed} = 4523 \text{ kNm/m}$ . I muri di valle risultano armati con quattro livelli di armatura pari a  $10\Phi 26/100$ ,  $5+5\Phi 22/100$ ,  $5\Phi 26/100$ , pertanto risulta:

$$M_{Rd} = 4793 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 4523 \text{ kNm/m}$$

Per la verifica a momento flettente lungo y dei muri di valle, si considera  $M_{Ed} = 2448 \text{ kNm/m}$ . I muri di valle risultano armati con due livelli di armatura pari a  $7+7\Phi 26/100$ ; pertanto risulta:

$$M_{Rd} = 2494 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 2448.48 \text{ kNm/m}$$

Per la verifica a taglio si considera  $V_{Ed} = 4568.66 \text{ kN/m}$ . I muri di valle risultano armati a taglio con ganci  $\Phi 16/33/33$ , pertanto risulta:

$$V_{Rds} = 2816 \text{ kN} > V_{Ed}$$

$$V_{rd,max} = 4924 \text{ kN} > V_{Ed}$$

$$V_{Ed,lim} = 8301 > V_{Ed}$$

##### Muri di monte

Per la verifica a momento flettente lungo x dei muri di monte, si considera  $M_{Ed} = 4710 \text{ kNm/m}$ . I muri di monte risultano armati con quattro livelli di armatura pari a  $10\Phi 26/100$ ,  $5+5\Phi 22/100$ ,  $5\Phi 26/100$ , pertanto risulta:

$$M_{Rd} = 4793 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 4710 \text{ kNm/m}$$

Per la verifica a momento flettente lungo y dei muri di monte, si considera  $M_{Ed} = 2462 \text{ kNm/m}$ . I muri di monte risultano armati con due livelli di armatura pari a  $7+7\Phi 26/100$ ; pertanto risulta:

$$M_{Rd} = 2494 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 2462 \text{ kNm/m}$$

Per la verifica a taglio si considera  $V_{Ed} = 2768 \text{ kN/m}$ . I muri di monte risultano armati a taglio con ganci  $\Phi 16/33/33$ , pertanto risulta:

$$V_{rds} = 2816 \text{ kN} > V_{Ed}$$

$$V_{rd,max} = 4924 \text{ kN} > V_{Ed}$$

$$V_{Ed,lim} = 8301 > V_{Ed}$$

#### Muri correnti

Per la verifica a momento flettente lungo x dei muri correnti, si considera  $M_{Ed} = 6102 \text{ kNm/m}$ . I muri correnti risultano armati con due livelli di armatura pari a  $10+10\Phi 26/100$ , pertanto risulta:

$$M_{Rd} = 7285 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 6102 \text{ kNm/m}$$

Per la verifica a momento flettente lungo y dei muri correnti, si considera  $M_{Ed} = 20255 \text{ kNm/m}$  e un contributo a compressione  $N_{Ed} = 5760 \text{ kN/m}$ . I muri correnti risultano armati con quattro livelli di armatura pari a  $10\Phi 26/100$ ,  $7+7\Phi 26/100$ ,  $10\Phi 26/100$ , pertanto risulta:

$$M_{Rd} = 21497 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 20255.6 \text{ kNm/m}$$

Per la verifica a taglio si considera  $V_{Ed} = 4950 \text{ kN/m}$ . I muri di monte risultano armati a taglio con ganci  $\Phi 16/33/33$ , pertanto risulta:

$$V_{rds} = 2816 \text{ kN} > V_{Ed}$$

$$V_{rd,max} = 4924 \text{ kN} > V_{Ed}$$

$$V_{Ed,lim} = 8301 > V_{Ed}$$

Analogamente vengono verificati gli elementi del canale di scarico; per le verifiche complete agli SLU/SLV e SLD/SLE verifiche si rimanda all'allegato 3.

#### 9.6.4 Blocco 5

##### VERIFICHE A SLU

###### Platea

Per la verifica a momento flettente lungo x della platea, si considera  $M_{Ed} = 16000 \text{ kNm/m}$ . La platea risulta armata con quattro livelli di armatura pari a  $14\Phi 26/100$ ,  $10+10\Phi 24/100$ ,  $14\Phi 26/100$ , pertanto risulta:

$$M_{Rd} = 16143 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 16000 \text{ kNm/m}$$

Per la verifica a momento flettente lungo y della platea, si considera  $M_{Ed} = 4430 \text{ kNm/m}$ . La platea risulta armata con due livelli di armatura pari a  $7+7\Phi 26/100$ , pertanto risulta:

$$M_{Rd} = 5099 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 4430 \text{ kNm/m}$$

Per la verifica a taglio si considera  $V_{Ed} = 4766 \text{ kN/m}$ . La platea risulta armata a taglio con ganci  $\Phi 16/33/33$ , pertanto risulta:

$$V_{Rds} = 5712 \text{ kN} > V_{Ed}$$

$$V_{Rd,max} = 6243 \text{ kN} > V_{Ed}$$

$$V_{Ed,lim} = 11104 > V_{Ed}$$

Analoghe verifiche vengono svolte per tenere conto dei tratti di platea con spessore inferiore; per tali verifiche si rimanda all'Allegato 4.

###### Muri correnti

Per la verifica a momento flettente lungo x dei muri correnti, si considera  $M_{Ed} = 3018 \text{ kNm/m}$ . I muri correnti risultano armati con due livelli di armatura pari a  $5+5\Phi 26/100$ , pertanto risulta:

$$M_{Rd} = 3693 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 3018 \text{ kNm/m}$$

Per la verifica a momento flettente lungo y dei muri correnti, si considera  $M_{Ed} = 11603 \text{ kNm/m}$  e un contributo a compressione  $N_{Ed} = 1605 \text{ kN/m}$ . I muri correnti risultano armati con quattro livelli di armatura pari a  $10\Phi 26$ ,  $5+5\Phi 26/100$ ,  $10\Phi 26$ , pertanto risulta:

$$M_{Rd} = 13700 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 11603 \text{ kNm/m}$$

Per la verifica a taglio si considera  $V_{Ed} = 4648 \text{ kN/m}$ . I muri di monte risultano armati a taglio con ganci  $\Phi 16/33/33$ , pertanto risulta:

$$V_{Rds} = 5777 \text{ kN} > V_{Ed}$$

$$V_{Rd,max} = 10101 \text{ kN} > V_{Ed}$$

$$V_{Ed,lim} = 17029 > V_{Ed}$$

Analogamente vengono verificati gli elementi del canale di scarico; per le verifiche complete agli SLU/SLV e SLD/SLE verifiche si rimanda all'allegato 4.

### 9.6.5 BLOCCO 6

#### VERIFICHE A SLU

##### Platea

Per la verifica a momento flettente lungo x della platea, si considera  $M_{Ed} = 789 \text{ kNm/m}$ . La platea risulta armata con maglia sup.+inf.  $\Phi 18/20$ , pertanto risulta:

$$M_{Rd} = 912.8 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 789 \text{ kNm/m}$$

Per la verifica a momento flettente lungo y della platea, si considera  $M_{Ed} = 431 \text{ kNm/m}$ . La platea risulta armata con doppia maglia  $\Phi 18/20$ , pertanto risulta:

$$M_{Rd} = 912.8 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 431 \text{ kNm/m}$$

Per la verifica a taglio si considera  $V_{Ed} = 589 \text{ kN/m}$ . La platea risulta armata a taglio con ganci  $\Phi 12/33/33$ , pertanto risulta:

$$V_{rds} = 1674 \text{ kN} > V_{Ed}$$

$$V_{rd,max} = 5205 \text{ kN} > V_{Ed}$$

$$V_{Ed,lim} = 8775 > V_{Ed}$$

##### Muri correnti

Per la verifica a momento flettente lungo x dei muri correnti, si considera  $M_{Ed} = 1435 \text{ kNm/m}$ . I muri correnti risultano armati con due livelli di armatura pari a  $5+5\Phi 26/100$ , pertanto risulta:

$$M_{Rd} = 1579 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 1435 \text{ kNm/m}$$

Per la verifica a momento flettente lungo y dei muri correnti, si considera  $M_{Ed} = 2297 \text{ kNm/m}$  e un contributo a compressione  $N_{Ed} = 400 \text{ kN/m}$ . I muri correnti risultano armati con quattro livelli di armatura pari a  $5\Phi 26$ ,  $5+5\Phi 18/100$ ,  $5\Phi 26$ , pertanto risulta:

$$M_{Rd} = 2613 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 2297 \text{ kNm/m}$$

Per la verifica a taglio si considera  $V_{Ed} = 809 \text{ kN/m}$ . I muri di monte risultano armati a taglio con ganci  $\Phi 12/33/33$ , pertanto risulta:

$$V_{rds} = 1403 \text{ kN} > V_{Ed}$$

$$V_{rd,max} = 4361 \text{ kN} > V_{Ed}$$

$$V_{Ed,lim} = 7352 > V_{Ed}$$

##### Taglione

Per la verifica a momento flettente lungo x del taglione, si considera  $M_{Ed} = 196 \text{ kNm/m}$ . Il taglione risulta armato con doppia maglia sup+inf.  $\Phi 18/20$ , pertanto risulta:



$$M_{Rd} = 912.8 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 196 \text{ kNm/m}$$

Per la verifica a momento flettente lungo y del taglione, si considera  $M_{Ed} = 513 \text{ kNm/m}$ . Il taglione risulta armato con doppia maglia sup+inf.  $\Phi 18/20$ , pertanto risulta:

$$M_{Rd} = 912.8 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 513 \text{ kNm/m}$$

Per la verifica a taglio si considera  $V_{Ed} = 136 \text{ kN/m}$ . Il taglione risulta armato a taglio con ganci  $\Phi 12/33/33$ , pertanto risulta:

$$V_{rds} = 1674 \text{ kN} > V_{Ed}$$

$$V_{rd,max} = 5205 \text{ kN} > V_{Ed}$$

$$V_{Ed,lim} = 8775 > V_{Ed}$$

Analogamente vengono verificati gli elementi del canale di scarico; per le verifiche complete agli SLU/SLV e SLD/SLE verifiche si rimanda all'allegato 5.

## 10 IMPALCATO STRADALE DEL BLOCCO 4

### 10.1 MODELLAZIONE STRUTTURALE

Per quanto riguarda le analisi e le verifiche dell'impalcato in travi prefabbricate precomprese presente all'interno del blocco n°4, si sono creati n°3 modelli di calcolo, rispettivamente per:

- 1 – Modello completo – valutazione interazione impalcato su manufatto complessivo;
- 2 – Modello travi c.a.p. – analisi e verifiche strutturali trave prefabbricata precompressa prefabbricata
- 3 – Modello solo impalcato – valutazione reazioni su appoggi in gomma armata

Nello specifico per i modelli n°1 e 3 si è adottato il software agli elementi 3D Mastersap già descritto, mentre per quanto riguarda il modello n°2 si è adottato il software agli elementi finiti CAPS 14 della Aztec Software, il cui funzionamento è descritto nel seguito.

#### Generalità dell'analisi

La trave oggetto dell'analisi prevede l'utilizzo di precompressione a cavi aderenti.

Viene analizzato lo stato di sollecitazione agente sulla trave nelle sue diverse fasi di vita: al taglio dei cavi, in fase di trasporto, in fase di sollevamento, ed in opera, compresa l'eventuale fase di getto della soletta collaborante. In ognuna delle diverse fasi viene specificato lo stato di vincolo della trave e vengono valutate le perdite di tensione sui cavi.

Nell'ultima fase in opera vengono poi analizzate le diverse combinazioni di calcolo tenendo conto dei carichi permanenti e variabili, eventualmente mobili, presenti sulla trave.

#### Cadute di tensione

A causa di diversi fenomeni lenti e istantanei non è possibile fare interamente affidamento sullo sforzo di pretensione a cui vengono assoggettate le armature. Le perdite di tensione si suddividono in perdite elastiche (al momento del taglio dei cavi la trave si deforma provocando accorciamento sui cavi), perdite dovute al ritiro del conglomerato, perdite dovute allo scorrimento viscoso del conglomerato e perdite dovute al rilassamento dei cavi quando restano in tensione per lungo periodo.

##### Perdite elastiche

Tramite la deformazione assiale e la curvatura della sezione si può risalire alla deformazione in corrispondenza del cavo, valutando il suo stato di accorciamento al momento del taglio dei cavi. Utilizzando un metodo iterativo per l'analisi sulla sezione in realtà la perdita elastica viene automaticamente valutata dalla condizione di rispetto dell'equilibrio.

##### Perdite per viscosità

E' direttamente proporzionale alla perdita elastica in rapporto pari al coefficiente di viscosità. Il coefficiente di viscosità a tempo infinito dipende dall'umidità relativa dell'ambiente, dalla superficie di trave esposta e dal tempo di messa in carico. L'Eurocodice 2 fornisce una stima dell'andamento della viscosità con il tempo.

Può essere valutata come direttamente proporzionale alla perdita elastica istantanea in rapporto pari al coefficiente di viscosità. Tale coefficiente è assunto in genere pari a 2.3, per travi presollecitate prima di 14 giorni dal getto, e 2.0 altrimenti.

#### Caduta per rilassamento

La diminuzione della tensione per fenomeni lenti di rilassamento nell'acciaio è tanto maggiore quanto più è elevata la tensione applicata sul cavo. Tramite Eurocodici e le Norme Tecniche italiane può essere stimato l'andamento del rilassamento nel corso del tempo.

#### Caduta per ritiro

La deformazione totale da ritiro è costituita da due aliquote: quella per essiccamento e quella per ritiro autogeno. Il ritiro per essiccamento dipende dalla superficie di trave esposta, dall'umidità dell'ambiente e dalle caratteristiche del calcestruzzo. Il ritiro autogeno può essere stimato in funzione delle caratteristiche del calcestruzzo. Gli Eurocodici e le Norme Tecniche italiane consentono di stimare l'andamento del fenomeno nel corso del tempo.

Durante la fase di maturazione del conglomerato è normale che si verifichi il fenomeno del ritiro. A seconda del coefficiente di ritiro considerato per il calcestruzzo, si avrà un determinato accorciamento della trave e di conseguenza una corrispondente caduta di tensione nell'armatura da precompressione. Salvo più precise valutazioni, si possono assumere i seguenti valori del coefficiente, in funzione del tempo di stagionatura:

0.0003 per strutture precomprese prima di 14 giorni di stagionatura;

0.00025 per strutture precomprese dopo un mese di stagionatura.

## VALIDAZIONE SOFTWARE - CADUTE DI TENSIONE

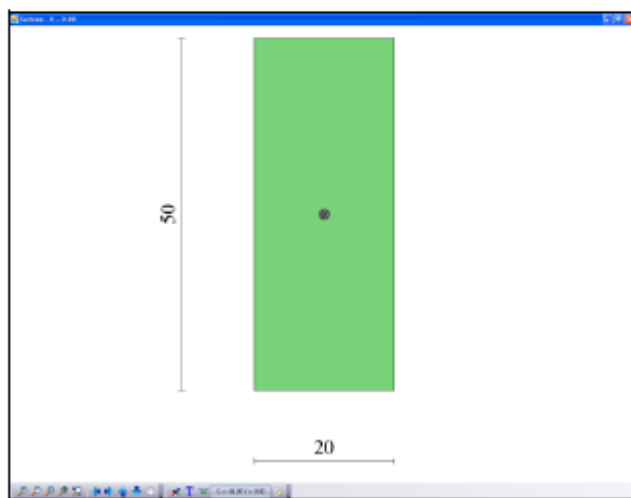
Si riporta per completezza un esempio di validazione del software utilizzato

### 21.1 Esempio n°1 – Cadute di tensione

Per operare un controllo manuale sulle perdite di tensione si considera la semplice sezione rettangolare di dimensioni 20x50 cm, con un singolo trefolo da 0,6 (area nominale 1,39 cm<sup>2</sup>) posto nel baricentro.

Tensione di rottura  $f_{ptk} = 19.000 \text{ Kg/cm}^2$ .

Tensione al tiro 13.300 Kg/cm<sup>2</sup>.



#### Caduta elastica

Si trascurano le perdite dovute ad altri fenomeni e si considera la sola caduta elastica. Al momento del taglio dei cavi la trave subisce un accorciamento elastico accompagnato da una curvatura nel caso in cui il cavo equivalente sia eccentrico. Con riferimento al caso precedente, lo sforzo di precompressione agente sulla trave è pari a

$$N_0 = 1,39 \times 13.300 = 18.487 \text{ Kg}$$

Considerando la sezione ideale equivalente di area

$$A_{id} = (50 \times 20) + 6 \times 1,39 = 1006,95 \text{ cm}^2$$

in ogni punto avremo una tensione nel calcestruzzo pari a

$$\sigma_c = N_0 / A_{id} = 18,36 \text{ kg/cm}^2$$

ed una conseguente caduta di tensione nel cavo pari a

$$\Delta\sigma_{elastica} = 6 \times \sigma_c = 110,2 \text{ kg/cm}^2$$

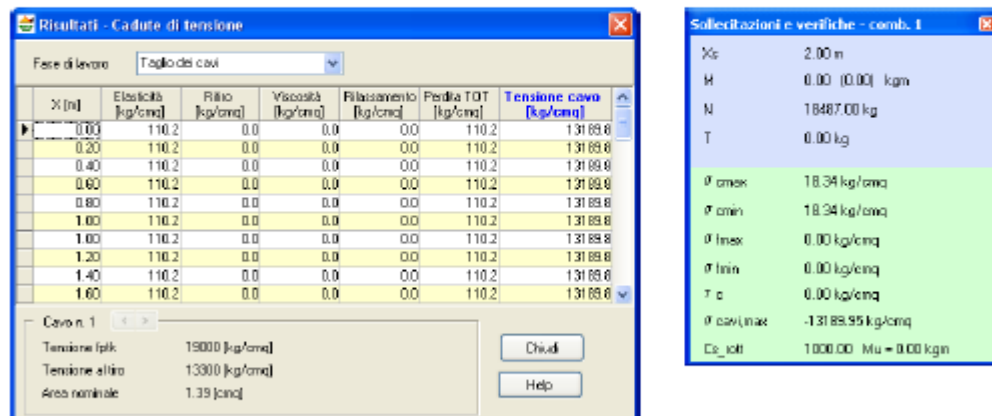
Con una tensione finale pari a

$$\sigma_{cavo} = 13.300 - 110,2 = 13.189,8 \text{ kg/cm}^2$$

CAPS riporta in formato tabellare tutte le cadute di tensione attese in ogni fase di carico, in ogni sezione ed in ogni cavo, in base alla sua posizione sulla sezione. E' da notare che la perdita elastica

viene poi valutata in modo automatico al momento delle iterazioni di equilibrio sulla sezione. Nei diagrammi delle sollecitazioni da precompressione i valori presenti tengono quindi conto delle perdite per ritiro, viscosità e rilassamento, ma non delle perdite elastiche, inserite a valle nel calcolo sulla sezione.

Ad esempio nel caso in oggetto abbiamo un diagramma da precompressione con  $N_0 = 18.487 \text{ Kg}$  e leggendo le tensioni sulla sezione troviamo sul cavo una tensione finale pari a circa  $13.190 \text{ Kg/cm}^2$ .



#### Perdita per viscosità del conglomerato

Considerando gli effetti a lungo termine ad ogni deformazione elastica permanente corrisponde in realtà un ulteriore contributo deformativo dovuto a scorrimento viscoso del conglomerato. Il contributo viscoso è proporzionale alla perdita elastica, tramite il coefficiente di viscosità. Ad esempio con coefficiente 2,3 si ha

$$\Delta\sigma_{viscosità} = 2,3 \times 110,2 = 253,4 \text{ Kg/cm}^2.$$

#### Perdita per ritiro del conglomerato

Anche il ritiro del conglomerato è causa di ulteriore perdita di tensione nei cavi. La perdita complessiva in termini di tensione è data dal coefficiente di ritiro per il modulo elastico dell'acciaio da precompressione.

$$\Delta\sigma_{ritiro} = 0,0003 \times 2.000.000 = 600 \text{ Kg/cm}^2.$$

In CAPS le perdite totali dovute a ritiro, viscosità e rilassamento possono essere distribuite dall'utente nelle varie fasi di vita della trave.

#### Caduta per rilassamento dei trefoli

La perdita a tempo infinito per puro rilassamento dei trefoli è definita tramite il coefficiente di rilassamento, moltiplicato per la tensione iniziale al tiro.

La perdita a tempo infinito  $\Delta\sigma_{\infty}$  può essere valutata tramite prove sperimentali, o tramite i coefficienti di norma per una tensione di tiro pari a 0,75 fptk, in funzione del tipo di cavo da precompressione. Per tensione al tiro diversa da 0,75 fptk si può valutare la perdita tramite la correlazione

Aztec Informatica s.r.l.

Corso Umberto, 43 - 87050 Casali del Manco - Loc. Casole Bruzio (CS) - tel/fax (0984) 432617 r.a.

94

$$\Delta\sigma_{rit} = 16 \left( \frac{\sigma_{nro}}{f_{ptk}} - 0.5 \right)^2 \Delta\sigma_{rit0}$$

In realtà è più corretto tenere conto delle perdite contemporanee di viscosità e ritiro, per cui si può valutare la perdita da rilassamento tramite la seguente espressione.

$$\Delta\sigma'_{rit} = \left( 1 - 2.5 \frac{(\Delta\sigma_{rit} + \Delta\sigma_{vis})}{\sigma_{nro}} \right) \cdot \Delta\sigma_{rit}$$

Le norme prevedono in ogni caso che si tenga conto di una perdita da rilassamento almeno pari al 4% della tensione iniziale.

Considerando il trefolo precedente si ha

coefficiente di rilassamento pari a 0,18

tensione di rottura  $f_{ptk} = 19.000 \text{ Kg/cm}^2$

tensione al tiro pari a 0,7  $f_{ptk} = 13.300 \text{ Kg/cm}^2$

$$\Delta\sigma_{rit} = 2.394 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\Delta\sigma_{rit} = 1.532 \text{ Kg/cm}^2$$

Tenendo conto delle precedenti perdite per ritiro e viscosità otteniamo  $\Delta\sigma'_{rit} = 1.286 \text{ Kg/cm}^2$ .

In confronti con CAPS mostrano in questo semplice caso la correttezza dei risultati.

**Risultati - Cadute di tensione**

Fase di lavoro: **Taglio dei cavi**

| X [m] | Elasticità [kg/cm²] | Ritiro [kg/cm²] | Viscosità [kg/cm²] | Rilassamento [kg/cm²] | Perdite TOT [kg/cm²] | Tensione cavo [kg/cm²] |
|-------|---------------------|-----------------|--------------------|-----------------------|----------------------|------------------------|
| 0.00  | 110.2               | 600.0           | 253.4              | 1286.4                | 2249.9               | 11050.1                |
| 0.20  | 110.2               | 600.0           | 253.4              | 1286.4                | 2249.9               | 11050.1                |
| 0.40  | 110.2               | 600.0           | 253.4              | 1286.4                | 2249.9               | 11050.1                |
| 0.60  | 110.2               | 600.0           | 253.4              | 1286.4                | 2249.9               | 11050.1                |
| 0.80  | 110.2               | 600.0           | 253.4              | 1286.4                | 2249.9               | 11050.1                |
| 1.00  | 110.2               | 600.0           | 253.4              | 1286.4                | 2249.9               | 11050.1                |
| 1.00  | 110.2               | 600.0           | 253.4              | 1286.4                | 2249.9               | 11050.1                |
| 1.20  | 110.2               | 600.0           | 253.4              | 1286.4                | 2249.9               | 11050.1                |
| 1.40  | 110.2               | 600.0           | 253.4              | 1286.4                | 2249.9               | 11050.1                |
| 1.60  | 110.2               | 600.0           | 253.4              | 1286.4                | 2249.9               | 11050.1                |

Cavo n. 1

Tensione  $f_{ptk}$ : 19000 [kg/cm²]  
 Tensione al tiro: 13300 [kg/cm²]  
 Area nominale: 1.39 [cm²]

Chiusi  
Help

Nei casi più articolati CAPS consente tuttavia di valutare in modo differenziato, cavo per cavo ed in ogni ascissa, la tensione del cavo depurata dalle perdite.

### Modello di calcolo

Per il calcolo delle sollecitazioni e delle reazioni vincolari si esegue un'analisi lineare ipotizzando che la trave sia piana, vincolata isostaticamente su due appoggi e caricata nel piano sull'asse baricentrico. Nota la posizione dei cavi ed il tiro applicato è possibile ricavare i diagrammi delle sollecitazioni da precompressione sulla trave. Allo stesso modo, a partire dalle diverse combinazioni di carico definite, vengono valutate le corrispondenti sollecitazioni. Nel caso in cui sia presente una condizione di carico viaggiante si calcola l'involuppo da essa generato, facendo variare la sua posizione lungo la trave, e successivamente si sovrappone l'involuppo ai diagrammi.

### Analisi della sezione

Per il calcolo delle tensioni sulla sezione viene utilizzato un metodo iterativo. A seconda che si operi in precompressione totale o parziale la sezione viene considerata tutta reagente o parzializzata come nel calcolo standard delle sezioni in c.a. Nel calcolo del momento ultimo si mantiene l'ipotesi di conservazione delle sezioni piane e si fissano i limiti deformativi sui materiali aderente).

## 10.2 DESCRIZIONE DEI CARICHI

I carichi applicati alla struttura sono costituiti da carichi permanenti (peso proprio, peso soletta, peso pavimentazione, ecc.) e da carichi variabili. Tali carichi sono stati applicati in maniera cautelativa, in corrispondenza del trave di impalcato prefabbricato, andando a massimizzare le azioni di progetto. Si sottolinea inoltre che il carico tandem viene applicato come carico "viaggiante" con passo di 50 cm lungo la trave, massimizzando quindi le azioni lungo tutto lo sviluppo della stessa.

Non si sono tenuti conto carichi derivanti da schema di carico 5, in quanto si tratta di una passerella a servizio di un rilevato arginale non aperto al pubblico e quindi non praticabile da pedoni, sotto forma di folla compatta.

#### Carichi stradali

Tenendo conto che la struttura è percorsa solo dai mezzi per la manutenzione dell'opera, i carichi variabili stradali inseriti all'interno delle analisi e delle verifiche sono quelli relativi ad un ponte di seconda categoria, come descritto all'interno delle NTC 2008, ovvero:

- Carichi tandem  $Q_{1k} = 240 \text{ kN}$
- Carico  $q_{1k} = 7.2 \text{ kN/m}^2$

#### Frenatura

Viene applicato il seguente carico orizzontale:

$q_3 = 0.6 \times (2 \times 240) + 0.10 \times 7.20 \times 3.0 \times 33.14 = 359.58 \text{ kN}$  applicato sui 4 punti di applicazione dei carichi tandem  
risulta  $\Rightarrow q_3/4 = 89.89 \text{ kN}$

#### Vento

Si riportano nel seguito i parametri per il calcolo del carico dovuto all'azione del vento.



**CALCOLO DELL'AZIONE DEL VENTO**
**2) Emilia Romagna**

| Zona  | $V_{b,0}$ [m/s] | $a_0$ [m] | $k_s$ [1/s] |
|---|-----------------|-----------|-------------|
| 2   | 25              | 750       | 0.015       |
| $a_s$ (altitudine sul livello del mare [m])   |                 |           | 145.5       |
| $T_R$ (Tempo di ritorno)  |                 |           | 50          |
| $V_b = V_{b,0}$ per $a_s \leq a_0$<br>$V_b = V_{b,0} + k_s (a_s - a_0)$ per $a_0 < a_s \leq 1500$ m |                 |           |             |
| $V_b$ ( $T_R = 50$ [m/s])   |                 |           | 25.000      |
| $\alpha_{R_i}$ ( $T_R$ )  |                 |           | 1.00073     |
| $V_0$ ( $T_R$ ) = $V_b \times \alpha_{R_i}$ [m/s]   |                 |           | 25.018      |

|  |
|--|
| $p$ (pressione del vento [N/mq]) = $q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$ |
| $q_b$ (pressione cinetica di riferimento [N/mq])                       |
| $c_e$ (coefficiente di esposizione)                                    |
| $c_p$ (coefficiente di forma)  |
| $c_d$ (coefficiente dinamico)  |


**Pressione cinetica di riferimento**

$$q_b = 1/2 \cdot \rho \cdot V_0^2 \quad (\rho = 1,25 \text{ kg/mc})$$

|              |        |
|--------------|--------|
| $q_b$ [N/mq] | 391.20 |
|--------------|--------|

**Coefficiente di forma**

E' il coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento. Il suo valore può essere ricavato da dati suffragati da opportuna documentazione o da prove sperimentali in galleria del vento.

**Coefficiente dinamico**

Esso può essere assunto autelativamente pari ad 1 nelle costruzioni di tipologia ricorrente, quali gli edifici di forma regolare non eccedenti 80 m di altezza ed i capannoni industriali, oppure può essere determinato mediante analisi specifiche o facendo riferimento a dati di comprovata affidabilità.

**Coefficiente di esposizione**
**Classe di rugosità del terreno**

D) Aree prive di ostacoli (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mare, laghi,...)


**Categoria di esposizione**

| ZONE 1,2,3,4,5  |    |     |     |     |     |    |
|---|----|-----|-----|-----|-----|----|
| <p>The diagram shows a cross-section of the coastline. The sea is on the left, followed by a beach area labeled 'costa'. Distances from the sea are marked: 2 km, 10 km, 30 km, 500m, and 750m. The terrain rises from the sea towards the right.</p> |    |     |     |     |     |    |
| A   | -- | IV  | IV  | V   | V   | V  |
| B   | -- | III | III | IV  | IV  | IV |
| C   | -- | *   | III | III | IV  | IV |
| D   | I  | II  | II  | II  | III | ** |
| * Categoria II in zona 1,2,3,4<br>Categoria III in zona 5   |    |     |     |     |     |    |
| ** Categoria III in zona 2,3,4,5<br>Categoria IV in zona 1  |    |     |     |     |     |    |

| ZONA 6  |    |     |     |     |     |
|---|----|-----|-----|-----|-----|
| <p>The diagram illustrates the exposure categories for ZONA 6. It features a horizontal axis with markers at 2 km, 10 km, 30 km, 500m, and 750m. A wavy line represents the coastline, with 'mare' (sea) to the left and 'costa' (coast) to the right. The exposure categories are defined by the distance from the coast: Category A is from 0 to 2 km; Category B is from 2 km to 10 km; Category C is from 10 km to 30 km; Category D is from 30 km to 500m; and Category E is from 500m to 750m. The diagram shows that the exposure category changes as the distance from the coast increases.</p> |    |     |     |     |     |
| A   | -- | III | IV  | V   | V   |
| B   | -- | II  | III | IV  | IV  |
| C   | -- | II  | III | III | IV  |
| D   | I  | I   | II  | II  | III |

The diagram shows a cross-section of the coastline. A horizontal line represents the ground surface. Below it, a wavy line represents the sea level. A vertical line marks the coast. To the left of the coast, there are two horizontal segments: one labeled '1,5 km' and another labeled '0,5 km'. Above the '1,5 km' segment, the word 'mare' is written. Above the '0,5 km' segment, the word 'costa' is written. A curved line starts from the coast and goes upwards and to the right, representing a slope or dune. Below the ground surface line, there are four rows labeled A, B, C, and D. Row A has two dashes '--' under the '1,5 km' segment and 'IV' under the '0,5 km' segment. Row B has two dashes '--' under the '1,5 km' segment and 'IV' under the '0,5 km' segment. Row C has two dashes '--' under the '1,5 km' segment and 'III' under the '0,5 km' segment. Row D has 'I' under the '1,5 km' segment and '\*' under the '0,5 km' segment.

\* Categoria II in zona 8  
Categoria III in zona 7

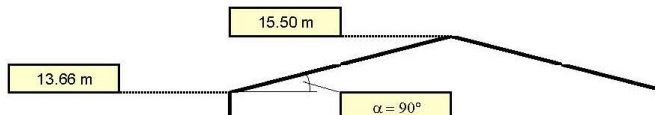
| ZONA 9 |   |   |
|--------|---|---|
|        |  |   |
| A      | --  | I |
| B      | --  | I |
| C      | --  | I |
| D      | I   | I |

| Zona | Classe di rugosità | $a_s$ [m] |
|------|--------------------|-----------|
| 2    | D                  | 145.5     |

|   |
|---|
| $c_e(z) = k_r \cdot c_{e1} \cdot n(z/z_0) [7 + c_{e1} \cdot n(z/z_0)]$ per $z \geq z_{min}$ |
| $c_e(z) = c_e(z_{min})$ per $z < z_{min}$   |

| Cat. Esposiz. | $k_r$ | $z_0$ [m] | $z_{min}$ [m] | $c_t$ |
|---------------|-------|-----------|---------------|-------|
| III           | 0.2   | 0.1       | 5             | 1     |

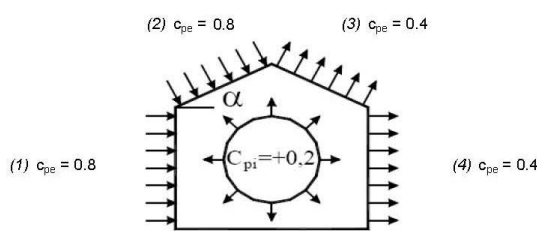
| $z$ [m]     | $c_e$ |
|-------------|-------|
| $z \leq 5$  | 1.708 |
| $z = 13.66$ | 2.344 |
| $z = 15.5$  | 2.430 |



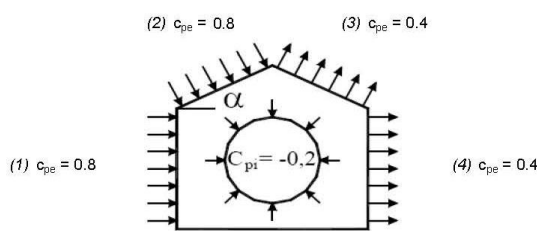
**Coefficiente di forma** (Edificio aventi una parete con aperture di superficie < 33% di quella totale)

Strutture non stagne

|     |       |             |
|-----|-------|-------------|
| (1) | $c_p$ | $p$ [kN/mq] |
|     | 0.60  | 0.550       |
| (2) | $c_p$ | $p$ [kN/mq] |
|     | 0.60  | 0.570       |
| (3) | $c_p$ | $p$ [kN/mq] |
|     | 0.60  | 0.570       |
| (4) | $c_p$ | $p$ [kN/mq] |
|     | 0.60  | 0.550       |

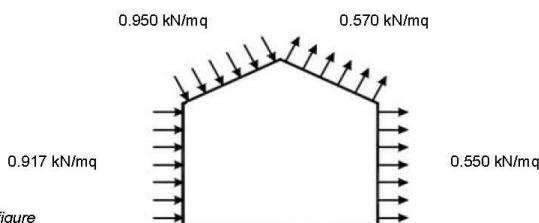


|     |       |             |
|-----|-------|-------------|
| (1) | $c_p$ | $p$ [kN/mq] |
|     | 1.00  | 0.917       |
| (2) | $c_p$ | $p$ [kN/mq] |
|     | 1.00  | 0.950       |
| (3) | $c_p$ | $p$ [kN/mq] |
|     | 0.20  | 0.190       |
| (4) | $c_p$ | $p$ [kN/mq] |
|     | 0.20  | 0.183       |



Combinazione più sfavorevole:

|     |             |
|-----|-------------|
|     | $p$ [kN/mq] |
| (1) | 0.917       |
| (2) | 0.950       |
| (3) | 0.570       |
| (4) | 0.550       |



**N.B.** Se  $p$  (o  $c_{pe}$ ) è > 0 il verso è concorde con le frecce delle figure

L'azione del vento è applicata sui bordi dell'impalcato ad un'altezza pari a 1.75 m

Data la tipologia di opera (impalcato in c.a. semplicemente appoggiato, a campata unica, con limitata altezza dal piano campagna) si ritiene adeguata l'azione considerata, tenendo conto che l'azione del vento risulta secondaria al dimensionamento di tale opera.

### Carichi termici

Gli effetti della temperatura in tale tipologia di impalcato benchè trascurabili, a causa dello schema statico (trave semplicemente appoggiata), del materiale costituente l'impalcato (c.a. e c.a.p) meno sensibile rispetto ad un ponte in carpenteria metallica e della limitata dimensione dell'opera, sono stati inseriti all'interno del calcolo e la verifica dell'impalcato e degli apparecchi di appoggio (par. 14.1 e 14.4).

Si osserva inoltre che l'eventuale presa in conto di un effetto termico a "farfalla" lungo l'asse verticale dell'impalcato, produrrebbe effetti favorevoli rispetto ai più gravosi carichi gravitazionali e di esercizio di progetto, pertanto non si è ritenuto di inserire all'interno del modello tali tipologie di carichi.

## 10.3 COMBINAZIONI DI CARICO

In condizioni di trasporto e sollevamento, il peso proprio della trave viene incrementato con coefficiente pari a 1.2.

Nella tabella seguente vengono riportati i coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni a SLU; si precisa che nelle verifiche a breve termine i carichi variabili da traffico non vengono considerati.

| Carichi                                     | Effetto     | Combinazioni statiche | Combinazioni sismiche |
|---|-------------|-----------------------|-----------------------|
|   |             | A1                    | A1                    |
| Permanenti strutturali                      | Sfavorevoli | 1.35                  | 1.00                  |
| Permanenti non strutturali                  | Sfavorevoli | 1.50                  | 1.00                  |
| Variabili da traffico                       | Sfavorevoli | 1.35                  | 0.00                  |
| Variabili                                   | Sfavorevoli | 1.50                  | 0.00                  |
| Distorsioni e presollecitazioni di progetto | Sfavorevoli | 1.50                  | 0.00                  |
| Ritiro e viscosità, variazioni termiche     | Sfavorevoli | 1.20                  | 0.00                  |

Nella tabella seguente vengono riportati i coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni a SLE; anche in questo caso, nelle verifiche a breve termine i carichi variabili da traffico non vengono considerati.

|                            |             | STATICA |           |                  | SISMICA |           |                  |
|----------------------------|-------------|---------|-----------|------------------|---------|-----------|------------------|
|                            |             | Rara    | Frequente | Quasi permanente | Rara    | Frequente | Quasi permanente |
| Permanenti strutturali     | Sfavorevoli | 1.00    | 1.00      | 1.00             | 1.00    | 1.00      | 1.00             |
| Permanenti non strutturali | Sfavorevoli | 1.00    | 1.00      | 1.00             | 1.00    | 1.00      | 1.00             |
| Variabili da traffico      | Sfavorevoli | 1.00    | 0.00      | 0.00             | 1.00    | 0.00      | 0.00             |

#### 10.4 SOLLECITAZIONI

Si riepilogano nel seguito le sollecitazioni sulla trave.

##### Simbologia adottata

|    |   |
|----|---|
| X  | Ascissa della sezione espressa in [m]                       |
| Np | Sforzo normale dovuto alla precompressione espresso in [kN] |
| Mp | Momento dovuto alla precompressione espresso in [kNm]       |
| Tp | Taglio dovuto alla precompressione espresso in [kN]         |
| Nc | Sforzo normale dovuto ai soli carichi espresso in [kN]      |
| Mc | Momento dovuto ai soli carichi espresso in [kNm]            |
| Tc | Taglio dovuto ai soli carichi espresso in [kN]              |
| N  | Sforzo normale totale espresso in [kN]                      |
| M  | Momento totale espresso in [kNm]                            |
| T  | Taglio totale espresso in [kN]                              |

##### Involuppo sollecitazioni precompressione

| X     | Np <sup>-</sup> | Np <sup>+</sup> | Mp <sup>-</sup> | Mp <sup>+</sup> | Tp <sup>-</sup> | Tp <sup>+</sup> |
|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 0.00  | 0.00            | 0.00            | 0.00            | 0.00            | 0.00            | 0.00            |
| 1.00  | 0.00            | 5831.24         | -2363.06        | 0.00            | 0.00            | 0.00            |
| 2.00  | 0.00            | 6204.44         | -2514.29        | 0.00            | 0.00            | 0.00            |
| 3.00  | 0.00            | 6204.44         | -2489.45        | 0.00            | 0.00            | 0.00            |
| 4.63  | 0.00            | 6204.44         | -2489.45        | 0.00            | 0.00            | 0.00            |
| 6.27  | 0.00            | 6204.44         | -2489.45        | 0.00            | 0.00            | 0.00            |
| 7.90  | 0.00            | 6204.44         | -2489.45        | 0.00            | 0.00            | 0.00            |
| 9.54  | 0.00            | 6204.44         | -2489.45        | 0.00            | 0.00            | 0.00            |
| 11.17 | 0.00            | 6204.44         | -2489.45        | 0.00            | 0.00            | 0.00            |
| 12.80 | 0.00            | 6204.44         | -2489.45        | 0.00            | 0.00            | 0.00            |
| 14.44 | 0.00            | 6204.44         | -2489.45        | 0.00            | 0.00            | 0.00            |
| 16.07 | 0.00            | 6204.44         | -2489.45        | 0.00            | 0.00            | 0.00            |

##### Involuppo sollecitazioni soli carichi

| X    | Nc <sup>-</sup> | Nc <sup>+</sup> | Mc <sup>-</sup> | Mc <sup>+</sup> | Tc <sup>-</sup> | Tc <sup>+</sup> |
|------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 0.00 | 0.00            | 0.00            | 0.00            | 0.00            | -162.00         | 232.28          |
| 1.00 | 0.00            | 0.00            | -17.12          | 287.14          | 0.00            | 728.46          |

|       |      |      |      |         |      |        |
|-------|------|------|------|---------|------|--------|
| 2.00  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 980.02  | 0.00 | 675.77 |
| 3.00  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1612.79 | 0.00 | 631.55 |
| 4.63  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2548.78 | 0.00 | 574.54 |
| 6.27  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3366.47 | 0.00 | 517.53 |
| 7.90  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 4049.27 | 0.00 | 455.39 |
| 9.54  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 4608.63 | 0.00 | 398.38 |
| 11.17 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 5055.56 | 0.00 | 341.36 |
| 12.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 5391.67 | 0.00 | 284.35 |
| 14.44 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 5586.97 | 0.00 | 222.21 |
| 16.07 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 5664.75 | 0.00 | 165.20 |

#### Inviluppo sollecitazioni totali

| X     | N-   | N+      | M-       | M+      | T-      | T+     |
|-------|------|---------|----------|---------|---------|--------|
| 0.00  | 0.00 | 0.00    | 0.00     | 0.00    | -162.00 | 232.28 |
| 1.00  | 0.00 | 5831.24 | -2262.60 | 0.00    | 0.00    | 728.46 |
| 2.00  | 0.00 | 6204.44 | -2231.51 | 0.00    | 0.00    | 675.77 |
| 3.00  | 0.00 | 6204.44 | -2066.32 | 436.08  | 0.00    | 631.55 |
| 4.63  | 0.00 | 6204.44 | -1889.98 | 1335.04 | 0.00    | 574.54 |
| 6.27  | 0.00 | 6204.44 | -1736.54 | 2120.50 | 0.00    | 517.53 |
| 7.90  | 0.00 | 6204.44 | -1606.00 | 2775.88 | 0.00    | 455.39 |
| 9.54  | 0.00 | 6204.44 | -1498.37 | 3312.63 | 0.00    | 398.38 |
| 11.17 | 0.00 | 6204.44 | -1413.63 | 3741.76 | 0.00    | 341.36 |
| 12.80 | 0.00 | 6204.44 | -1351.80 | 4064.88 | 0.00    | 284.35 |
| 14.44 | 0.00 | 6204.44 | -1312.87 | 4252.00 | 0.00    | 222.21 |
| 16.07 | 0.00 | 6204.44 | -1296.84 | 4326.41 | 0.00    | 165.20 |

## 10.5 CRITERI DI VERIFICA E RISULTATI

### Verifiche SLU

#### Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione | 1.50 |
| Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a trazione     | 1.50 |
| Coefficiente di sicurezza acciaio                     | 1.15 |
| Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica   | 0.83 |
| Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo     | 0.85 |
| Coefficiente di sicurezza per la sezione              | 1.50 |

### Verifiche SLE

Condizioni ambientali ORDINARIE

Armatura ad aderenza migliorata

#### Verifica fessurazione

|  |              |
|--|--------------|
| Sensibilità delle armature                 | Sensibile    |
| Valori limite delle aperture delle fessure | $w_1 = 0.20$ |
|  | $w_2 = 0.30$ |
|  | $w_3 = 0.40$ |

#### Verifica delle tensioni

**Combinazione di carico**

|                  | $\sigma_c$      | $\sigma_{ct}$    | $\sigma_f$      |
|------------------|-----------------|------------------|-----------------|
| Rara             | $< 0.60 f_{ck}$ | $< 1.00 f_{ck}$  | $< 0.80 f_{yk}$ |
| Quasi permanente | $< 0.45 f_{ck}$ | $< 1.00 f_{ck}$  | $< 1.00 f_{yk}$ |
| Frequente        | $< 1.00 f_{ck}$ | $< 1.00 f_{ck}$  | $< 1.00 f_{yk}$ |
| Taglio dei cavi  | $< 0.60 f_{ck}$ | $< 1.00 f_{ckj}$ |                 |

Si riepilogano nel seguito le principali verifiche della trave; i risultati delle verifiche svolte per i diversi elementi sono riportati in dettaglio nell'allegato 3.

**Verifiche flessionali trave**
**Simbologia adottata nelle verifiche a rottura**

|    |   |
|----|---|
| X  | Ascissa della sezione espressa in [m]                                 |
| M  | Momento dovuto ai soli carichi agente sulla sezione espresso in [kNm] |
| Mu | Momento ultimo della sezione espresso in [kNm]                        |
| FS | Fattore di sicurezza  |

Coefficiente di sicurezza a rottura richiesto FS = 1.50

**Simbologia adottata nelle verifiche tensionali**

|                  |  |
|------------------|--|
| X                | Ascissa della sezione espressa in [m]                  |
| $\sigma_{c,max}$ | Tensione massima nel calcestruzzo espressa in [kPa]    |
| $\sigma_{c,min}$ | Tensione minima nel calcestruzzo espressa in [kPa]     |
| $\sigma_{f,max}$ | Tensione massima nell'armatura lenta espressa in [kPa] |
| $\sigma_{f,min}$ | Tensione minima nell'armatura lenta espressa in [kPa]  |
| $\sigma_{cavi}$  | Tensione nei cavi espressa in [kPa]                    |

**Inviluppo**

| X     | M <sup>-</sup> | M <sup>+</sup> | Mu      | FS       |
|-------|----------------|----------------|---------|----------|
| 0.00  | 0.00           | 0.00           | 0.00    | 1000.000 |
| 1.00  | -17.12         | 287.14         | 6445.06 | 29.564   |
| 2.00  | 0.00           | 980.02         | 9512.67 | 9.707    |
| 3.00  | 0.00           | 1612.79        | 3058.82 | 5.355    |
| 4.63  | 0.00           | 2548.78        | 3009.15 | 3.718    |
| 6.27  | 0.00           | 3366.47        | 9515.00 | 2.826    |
| 7.90  | 0.00           | 4049.27        | 9515.00 | 2.350    |
| 9.54  | 0.00           | 4608.63        | 9515.00 | 2.065    |
| 11.17 | 0.00           | 5055.56        | 9515.00 | 1.882    |
| 12.80 | 0.00           | 5391.67        | 9515.00 | 1.765    |
| 14.44 | 0.00           | 5586.97        | 9515.00 | 1.703    |
| 16.07 | 0.00           | 5664.75        | 9515.00 | 1.680    |

| X     | $\sigma_{c,max}$ | $\sigma_{c,min}$ | $\sigma_{f,max}$ | $\sigma_{f,min}$ | $\sigma_{cavi}$ |
|-------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|
| 0.00  | 0                | 0                | 0                | 0                | 0               |
| 1.00  | 14642            | -4169            | 211967           | -54873           | -1119506        |
| 2.00  | 14647            | -2921            | 212860           | -36681           | -1188331        |
| 3.00  | 23106            | 3495             | 338885           | 59062            | -1146391        |
| 4.63  | 22177            | 4333             | 325775           | 73231            | -1143625        |
| 6.27  | 21369            | 1882             | 314367           | 28969            | -1141219        |
| 7.90  | 20682            | -165             | 304662           | -8140            | -1139172        |
| 9.54  | 20116            | -1842            | 296660           | -38583           | -1137484        |
| 11.17 | 19669            | -3182            | 290361           | -62829           | -1136156        |

|       |       |       |        |        |          |
|-------|-------|-------|--------|--------|----------|
| 12.80 | 19344 | -4189 | 285763 | -80947 | -1135186 |
| 14.44 | 19139 | -4775 | 282869 | -91659 | -1134575 |
| 16.07 | 19054 | -5009 | 281677 | -95959 | -1134324 |

### Verifiche a taglio

#### Simbologia adottata nelle verifiche a rottura

|           |  |
|-----------|--|
| X         | Ascissa della sezione espressa in [m]  |
| T         | Taglio agente nella sezione espresso in [kN]   |
| $V_{Rd}$  | Resistenza a taglio della sezione senza armatura trasversale espressa in [kN]              |
| $V_{Rsd}$ | Resistenza a taglio a trazione della sezione con armatura trasversale espressa in [kN]     |
| $V_{Rcd}$ | Resistenza a taglio a compressione della sezione con armatura trasversale espressa in [kN] |

Inclinazione puntoni  $\cot \theta = 2.50$

#### Inviluppo

| X     | T <sup>-</sup> | T <sup>+</sup> | $V_{Rd}$ | $V_{Rsd}$ | $V_{Rcd}$ |
|-------|----------------|----------------|----------|-----------|-----------|
| 0.00  | -162.00        | 232.28         | 2534.37  | 2534.37   | 3349.91   |
| 1.00  | 0.00           | 728.46         | 2534.37  | 2534.37   | 4026.59   |
| 2.00  | 0.00           | 675.77         | 2534.37  | 2534.37   | 4066.98   |
| 3.00  | 0.00           | 631.55         | 996.21   | 2584.07   | 996.21    |
| 4.63  | 0.00           | 574.54         | 996.21   | 2584.07   | 996.21    |
| 6.27  | 0.00           | 517.53         | 996.21   | 2584.07   | 996.21    |
| 7.90  | 0.00           | 455.39         | 996.21   | 2584.07   | 996.21    |
| 9.54  | 0.00           | 398.38         | 996.21   | 2584.07   | 996.21    |
| 11.17 | 0.00           | 341.36         | 996.21   | 2584.07   | 996.21    |
| 12.80 | 0.00           | 284.35         | 996.21   | 2584.07   | 996.21    |
| 14.44 | 0.00           | 222.21         | 996.21   | 2584.07   | 996.21    |
| 16.07 | 0.00           | 165.20         | 996.21   | 2584.07   | 996.21    |

### Perdite di tensione

Si riportano di seguito i risultati relativi alle perdite di tensione relative ad ogni fase di vita del manufatto. La metodologia di calcolo delle stesse è riportata all'interno del cap. 10.1 - Modellazione strutturale

#### Simbologia adottata

|        |   |
|--------|---|
| P(Rit) | Cadute di tensione per fenomeni di ritiro espressa in [%]       |
| P(Vis) | Cadute di tensione per fenomeni di viscosità espressa in [%]    |
| P(Ril) | Cadute di tensione per fenomeni di rilassamento espressa in [%] |

| Fase         | P(Rit) | P(Vis) | P(Ril) |
|--------------|--------|--------|--------|
| Taglio cavi  | 0.00   | 0.00   | 36.40  |
| Trasporto    | 9.82   | 29.97  | 39.87  |
| Sollevamento | 24.12  | 41.25  | 44.73  |
| In opera     | 100.00 | 100.00 | 100.00 |

|   |           |
|---|-----------|
| $\epsilon_{cs}$ Deformazione totale da ritiro             | 0.00043   |
| f Coefficiente di viscosità                               | 2.06      |
| y Coefficiente di rilassamento                            | 0.206     |
| $h_0$ dimensione convenzionale $2 \cdot A/u$              | 131.75 mm |
| $f_{ck}$ resistenza caratteristica a compressione del cls | 41.47 MPa |

### Verifiche soletta in c.a.

Si riportano le verifiche della soletta in c.a. di impalcato, soggetta ad un carico concentrato da 200 kN su di un'impronta di dimensioni 0.35 x 0.60 m (schema n°2 da NTC), considerando una fascia di larghezza unitaria di soletta, calcolata



con schema di trave continua su di una luce di 1.11 m (luce netta anima trave-anima trave), riportando il carico in asse alla soletta in c.a. (ripartizione verticale di 45°):

#### Carichi permanenti:

Peso proprio soletta = 5.0 kN/m

Peso pavimentazione = 3.0 kN/m

$g_{Ed} = 1.35 \times (5.0 + 3.0) = 10.8 \text{ kN/m}$

#### Carichi variabili

$Q = 200 \text{ kN}$

$Q_{Ed} = 1.35 \times 200 = 270 \text{ kN}$

$q_{Ed} = 270 / (1.1 \times 0.85) = 288.77 \text{ kN/m}$

$L = \text{luce di calcolo} = 1.11 \text{ m}$

$M_{Ed} = 1 / 12 \times (10.8 + 288.77) \times 1.1^2 = 30.21 \text{ kNm}$

Si ottiene  $M_{rd} = 73.67 \text{ kN} \cdot \text{m} > 30.21 \text{ kN} \cdot \text{m} = M_{sd}$

### Apparecchi di appoggio

Per il calcolo degli apparecchi di appoggio, la struttura viene caricata con i seguenti carichi:

- Peso proprio trave e soletta in c.a.
- Peso permanente portato pavimentazione
- Carico variabile da traffico (tandem, q1k)
- Vento
- Frenatura
- Variazione termica ( $\pm 30^\circ$ )
- Sisma

### COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

| Num. | Descrizione              | Parametri                     | Tipo azione/categoria          | Condizione              | Moltiplicatore |
|------|--------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------|----------------|
| 1    | Dinamica - SLV           | Azione sismica: Presente      | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                          |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.000          |
|      |                          |                               | Variabile                      | Condizione 2            | 0.000          |
| 2    | Statica - mezzi mezzeria | Azione sismica: Sisma assente | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.350          |
|      |                          |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.350          |
|      |                          |                               | Variabile                      | Condizione 2            | 1.350          |
| 3    | Statica +DT              | Azione sismica: Sisma assente | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.350          |
|      |                          |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.350          |
|      |                          |                               | Variabile                      | Condizione 2            | 1.350          |
|      |                          |                               | Eccezionale                    | Condizione 5            | 1.200          |
| 6    | Statica -DT              | Azione sismica: Sisma assente | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.350          |
|      |                          |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.350          |
|      |                          |                               | Variabile                      | Condizione 2            | 1.350          |
|      |                          |                               | Eccezionale                    | Condizione 6            | 1.200          |
| 7    | Statica - Mezzi appoggio | Azione sismica: Sisma assente | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.350          |
|      |                          |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.350          |
|      |                          |                               | Variabile                      | Condizione 2            | 1.350          |
| 8    | Statica scarica + vento  | Azione sismica: Sisma assente | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.350          |
|      |                          |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.350          |
|      |                          |                               | Variabile: Vento               | Condizione 3            | 1.500          |

### COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE D'ESERCIZIO

| Num. | Descrizione       | Parametri       | Tipo azione/categoria    | Condizione              | Moltiplicatore |
|------|-------------------|-----------------|--------------------------|-------------------------|----------------|
| 4    | Frequente - Mezzi | Tipologia: Rara | Permanente: Peso Proprio | Condizione peso proprio | 1.000          |

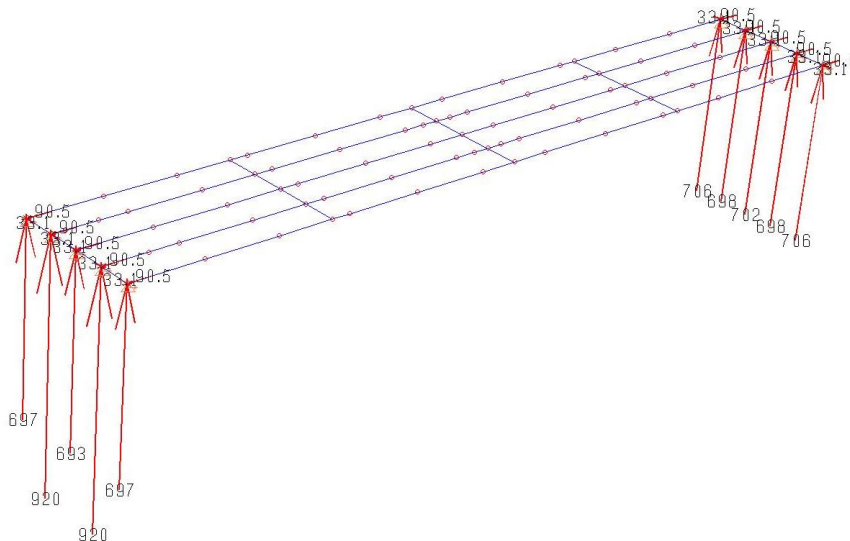


| Num. | Descrizione                                   | Parametri       | Tipo azione/categoria          | Condizione              | Moltiplicatore |
|------|---|-----------------|--------------------------------|-------------------------|----------------|
| 5    | appoggio<br><br>Frequente - mezzi<br>mezzeria | Tipologia: Rara | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.000          |
|      |   |                 | Variabile                      | Condizione 2            | 0.750          |
|      |   |                 |                                |                         |                |
|      |   |                 | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |   |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.000          |
| 11   | Rara - Mezzi appoggio                         | Tipologia: Rara | Variabile                      | Condizione 2            | 0.750          |
|      |   |                 |                                |                         |                |
|      |   |                 | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |   |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.000          |
| 12   | Rara - mezzi mezzeria                         | Tipologia: Rara | Variabile                      | Condizione 2            | 1.000          |
|      |   |                 |                                |                         |                |
|      |   |                 | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |   |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.000          |
| 14   | QP - Mezzi appoggio                           | Tipologia: Rara | Variabile                      | Condizione 2            | 1.000          |
|      |   |                 |                                |                         |                |
|      |   |                 | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |   |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.000          |
| 15   | QP - mezzi mezzeria                           | Tipologia: Rara | Variabile                      | Condizione 2            | 0.000          |
|      |   |                 |                                |                         |                |
|      |   |                 | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |   |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.000          |
|      |   |                 | Variabile                      | Condizione 2            | 0.000          |

## COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI DANNO

| Núm. | Descrizione | Parametri                | Tipo azione/categoria          | Condizione              | Moltiplicatore |
|------|-------------|--------------------------|--------------------------------|-------------------------|----------------|
| 17   | SLD         | Azione sismica: Presente | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |             |                          | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.000          |
|      |             |                          | Variabile                      | Condizione 2            | 0.000          |

## INVILUPPO DELLE REAZIONI VINCOLARI



$R_v = 920 \text{ kN}$  Massima reazione verticale

$$R_0 = \sqrt{(90.5^2 + 33.1^2)} = 96.36 \text{ kN}$$

Massima reazione orizzontale

Adottando appoggi in gomma armata, di dimensione in pianta 200x300 mm e spessore 47 mm, con interposti n°2 lamierini, ammettendo uno spostamento orizzontale di 30 mm, le sollecitazioni resistenti di tali appoggi, dedotte da schede tecniche di appoggi commerciali, sono superiori alle azioni sollecitanti.

## 10.6 VERIFICHE A STABILITÀ GLOBALE - SOLLEVAMENTO

Si riportano di seguito l'analisi e la verifica a sollevamento dei diversi blocchi, soggetti ad una sottopressione idraulica dovuta alla falda posta a quota 130.80 msln.

In condizioni statiche le azioni sollecitanti (sottospinta idraulica) e resistenti (peso proprio manufatto) verranno moltiplicate per i corrispondenti coefficienti di sicurezza pari a 0.9 (azioni favorevoli) e a 1.1 (azioni sfavorevoli).

In condizioni sismiche, si verifica il manufatto sottoposto anche all'azione inerziale verticale verso l'alto, in condizioni SLC; i coefficienti moltiplicativi delle azioni vengono posti pari a 1.0, in quanto trattasi di condizioni eccezionali.

### Blocco 1 – Condizioni statiche

|  |            |
|--|------------|
| H = altezza falda  | 2.53 m     |
| L = Larghezza di calcolo   | 1.0 m      |
| B = base manufatto soggetto a sottospinta =  | 43.86 m    |
| S = sottospinta idraulica complessiva = $2.53 \times 10.0 \times 43.86 \times 1.1 =$ | 1220.62 kN |
| A = sezione trasversale sezione manufatto =  | 254.10 mq  |
| G = peso sezione manufatto = $254.10 \times 23.5 \times 0.9 =$                       | 5374.21 kN |

Il coefficiente di sicurezza a sollevamento vale:

$$FS = G / S = 5374.21 / 1220.62 = 4.40 > 1$$

### Blocco 1 – Condizioni sismiche

|  |            |
|--|------------|
| H = altezza falda  | 2.53 m     |
| L = Larghezza di calcolo   | 1.0 m      |
| B = base manufatto soggetto a sottospinta =  | 43.86 m    |
| S = sottospinta idraulica complessiva = $2.53 \times 10.0 \times 43.86 \times 1.0 =$ | 1109.65 kN |
| A = sezione trasversale sezione manufatto =  | 254.10 mq  |
| G = peso sezione manufatto = $254.10 \times 23.5 \times 1.0 =$                       | 5971.34 kN |
| Ev = azione inerziale verticale = $0.240 \times 5971.34 =$                           | 1433.12 kN |

Il coefficiente di sicurezza a sollevamento vale:

$$FS = G / (S + Ev) = 5971.34 / 2542.77 = 2.35 > 1$$

### Blocchi 2-3 – Condizioni statiche

|  |            |
|--|------------|
| H = altezza falda  | 5.85 m     |
| L = Larghezza di calcolo   | 1.0 m      |
| B = base manufatto soggetto a sottospinta =  | 45.60 m    |
| S = sottospinta idraulica complessiva = $5.85 \times 10.0 \times 45.60 \times 1.1 =$ | 2934.36 kN |
| A = sezione trasversale sezione manufatto =  | 305.78 mq  |
| G = peso sezione manufatto = $305.78 \times 23.5 \times 0.9 =$                       | 6467.25 kN |

Il coefficiente di sicurezza a sollevamento vale:

$$FS = G / S = 6467.25 / 2934.36 = 2.20 > 1$$

### Blocchi 2-3 – Condizioni sismiche

|  |            |
|--|------------|
| H = altezza falda  | 5.85 m     |
| L = Larghezza di calcolo   | 1.0 m      |
| B = base manufatto soggetto a sottospinta =  | 45.60 m    |
| S = sottospinta idraulica complessiva = $5.85 \times 10.0 \times 45.60 \times 1.0 =$ | 2667.60 kN |
| A = sezione trasversale sezione manufatto =  | 305.78 mq  |
| G = peso sezione manufatto = $305.78 \times 23.5 \times 1.0 =$                       | 7185.83 kN |
| Ev = azione inerziale verticale = $0.24 \times 7185.83 =$                            | 1724.60 kN |
| Il coefficiente di sicurezza a sollevamento vale:                                    |            |

$$FS = G / (S+Ev) = 7185.83 / 4392.20 = 1.64 > 1$$

#### Blocco 4 – Condizioni statiche

|  |            |
|--|------------|
| H = altezza falda  | 7.10 m     |
| L = Larghezza di calcolo   | 1.0 m      |
| B = base manufatto soggetto a sottospinta =  | 34.44 m    |
| S = sottospinta idraulica complessiva = $7.10 \times 10.0 \times 34.44 \times 1.1 =$ | 2448.68 kN |
| A = sezione trasversale sezione manufatto =  | 320 mq     |
| G = peso sezione manufatto = $320 \times 25.0 \times 0.9 =$                          | 7200 kN    |
| Il coefficiente di sicurezza a sollevamento vale:                                    |            |

$$FS = G / S = 7200 / 2693.55 = 2.67 > 1$$

#### Blocco 4 – Condizioni sismiche

|  |            |
|--|------------|
| H = altezza falda  | 7.10 m     |
| L = Larghezza di calcolo   | 1.0 m      |
| B = base manufatto soggetto a sottospinta =  | 34.44 m    |
| S = sottospinta idraulica complessiva = $7.10 \times 10.0 \times 34.44 \times 1.0 =$ | 2226.07 kN |
| A = sezione trasversale sezione manufatto =  | 320 mq     |
| G = peso sezione manufatto = $320 \times 25.0 \times 1.0 =$                          | 8000 kN    |
| Ev = azione inerziale verticale = $0.24 \times 8000 =$                               | 1920.00 kN |
| Il coefficiente di sicurezza a sollevamento vale:                                    |            |

$$FS = G / (S+Ev) = 8000 / 4146.07 = 1.93 > 1$$

#### Blocco 5 – Condizioni statiche

|  |           |
|--|-----------|
| H = altezza falda  | 7.20 m    |
| B = area di base manufatto soggetto a sottospinta =                                | 1347 mq   |
| S = sottospinta idraulica complessiva = $7.2 \times 10.0 \times 1347 \times 1.1 =$ | 106682 kN |
| V = volume manufatto =   | 5800 mc   |
| G = peso sezione manufatto = $5800 \times 25.0 \times 0.9 =$                       | 130500 kN |
| Il coefficiente di sicurezza a sollevamento vale:                                  |           |

$$FS = G / S = 130500 / 106682 = 1.22 > 1$$

#### Blocco 5 – Condizioni sismiche

H = altezza falda 7.20 m  
 B = area di base manufatto soggetto a sottospinta = 1347 mq  
 S = sottospinta idraulica complessiva =  $7.2 \times 10.0 \times 1347 =$  96984 kN  
 V = volume manufatto = 5800 mc  
 G = peso sezione manufatto =  $5800 \times 25.0 =$  145000 kN  
 Ev = azione inerziale verticale =  $0.240 \times 145000 =$  34800 kN  
 Il coefficiente di sicurezza a sollevamento vale:

$$FS = G / (S + Ev) = 145000 / 131784 = 1.10 > 1$$

#### Blocco 6 – Condizioni statiche

H = altezza falda 4.18 m  
 B = area di base manufatto soggetto a sottospinta = 1372 mq  
 S = sottospinta idraulica complessiva =  $4.18 \times 10.0 \times 1372 \times 1.1 =$  63084 kN  
 V = volume manufatto = 3990 mc  
 G = peso sezione manufatto =  $3990 \times 25.0 \times 0.9 =$  89775 kN  
 Il coefficiente di sicurezza a sollevamento vale:

$$FS = G / S = 89775 / 63084 = 1.42 > 1$$

#### Blocco 6 – Condizioni sismiche

H = altezza falda 4.18 m  
 B = area di base manufatto soggetto a sottospinta = 1372 mq  
 S = sottospinta idraulica complessiva =  $4.18 \times 10.0 \times 1372 =$  57350 kN  
 V = volume manufatto = 3990 mc  
 G = peso sezione manufatto =  $3990 \times 25.0 =$  99750 kN  
 Ev = azione inerziale verticale =  $0.240 \times 99750 =$  23940 kN  
 Il coefficiente di sicurezza a sollevamento vale:

$$FS = G / (S + Ev) = 99750 / 81290 = 1.22 > 1$$

## 11 ALLEGATO 1

### BLOCCO 1 – SFIORATORE

#### 11.1 VERIFICHE STRUTTURALI

Si riportano nel seguito le analisi e le verifiche strutturali della platea di fondazione in c.a. relativa al blocco n°1 del manufatto di sfioro – Manufatto C, soggetto alle spinte idrostatiche e idrodinamiche nelle due diverse condizioni di carico: livelli di piena TR200 e TR1000.

Le verifiche strutturali del paramento in cls verranno riportate all'interno dell'allegato n°2 per una sezione tipologica maggiormente sollecitata rispetto a quella relativa a tale blocco in analisi (Sezione n°3)

##### 11.1.1 MODELLO DI CALCOLO FEM – SLU – SLV

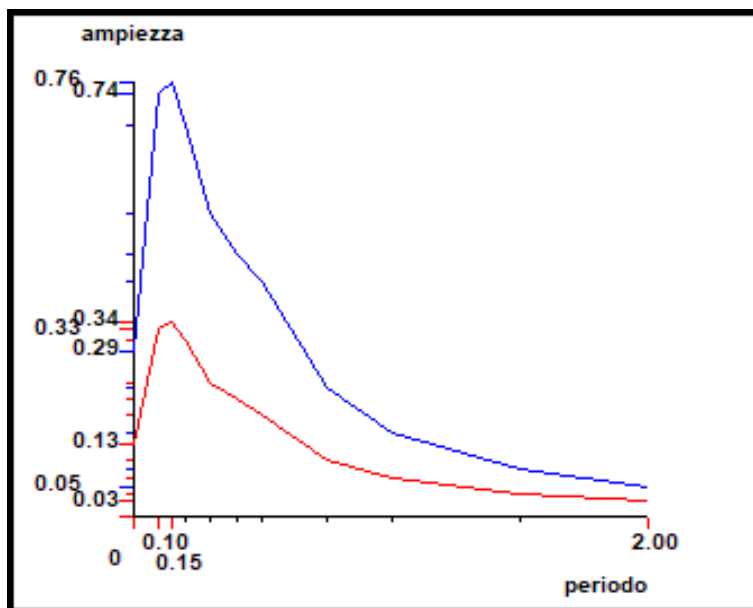
###### 11.1.1.1 TABULATI DI ANALISI

### STAMPA DEI DATI DI PROGETTO

#### INTESTAZIONE E DATI CARATTERISTICI DELLA STRUTTURA

|                                  |                         |
|----------------------------------|-------------------------|
| Nome dell'archivio di lavoro     | <b>Modello blocco 1</b> |
| Intestazione del lavoro          | <b>Blocco 1 SLV</b>     |
| Tipo di struttura                | Nello Spazio            |
| Tipo di analisi                  | Statica e Dinamica      |
| Tipo di soluzione                | Lineare                 |
| Unita' di misura delle forze     | kN                      |
| Unita' di misura delle lunghezze | m                       |
| Normativa                        | NTC-2008                |
| Spettro sismico locale           |                         |

**Grafico spettri Norme Tecniche delle Costruzioni 2008**



Fattore di importanza  $\gamma_i$  1 applicato

*Spettri orizzontali:*

| Num. | Periodo | A.slu X |
|------|---------|---------|
| 1    | 0.000   | 0.2880  |
| 2    | 0.100   | 0.7380  |
| 3    | 0.150   | 0.7580  |
| 4    | 0.200   | 0.6840  |
| 5    | 0.300   | 0.5280  |
| 6    | 0.400   | 0.4580  |
| 7    | 0.500   | 0.4100  |
| 8    | 0.750   | 0.2260  |
| 9    | 1.000   | 0.1480  |
| 10   | 1.500   | 0.0839  |
| 11   | 2.000   | 0.0532  |

*Spettro verticale:*

| Num. | Periodo | A.slu Z |
|------|---------|---------|
| 1    | 0.000   | 0.1267  |
| 2    | 0.100   | 0.3267  |
| 3    | 0.150   | 0.3400  |
| 4    | 0.200   | 0.3067  |
| 5    | 0.300   | 0.2333  |
| 6    | 0.400   | 0.2067  |
| 7    | 0.500   | 0.1800  |
| 8    | 0.750   | 0.1000  |
| 9    | 1.000   | 0.0667  |

|    |       |        |
|----|-------|--------|
| 10 | 1.500 | 0.0400 |
| 11 | 2.000 | 0.0267 |

Comportamento strutturale

NON Dissipativo

**STATO LIMITE ULTIMO**

|  |       |
|--|-------|
| Coefficiente di smorzamento                  | 5%    |
| Eccentricita' accidentale                    | 0%    |
| Numero di frequenze                          | 50    |
| Fattore q di struttura per sisma orizzontale | qor=1 |
| Periodo proprio T1 in direzione X            | 0.500 |
| Periodo proprio T1 in direzione Y            | 0.500 |

**TABELLA MASSE ECCITATE**
**PROSPETTO RIASSUNTIVO MODI PRINCIPALI**

| Periodo principale | T1        | Massa     | Massa % | Modo | Note |
|--------------------|-----------|-----------|---------|------|------|
| Direzione X        | +6.06e-04 | +1.19e+03 | 14      | 29   | --   |
| Direzione Y        | +1.45e-04 | +1.32e+03 | 15      | 42   | --   |
| Direzione Z        | +1.20e-01 | +1.64e+03 | 19      | 1    | --   |

**PROSPETTO RIASSUNTIVO MASSE ECCITATE  
PER QUOTA MAGGIORE DI: 0.00**

| Analisi | Direz.X   | %  | Direz.Y   | %  | Direz. Z  | %  |
|---------|-----------|----|-----------|----|-----------|----|
| --      | +7.16e+03 | 85 | +7.16e+03 | 85 | +4.70e+03 | 56 |

**FREQUENZE PROPRIE DI OSCILLAZIONE**

| Numero | Pulsazione | Frequenza  | Periodo    | Precisione |
|--------|------------|------------|------------|------------|
| 1      | 5.233e+001 | 8.329e+000 | 1.201e-001 | 0.000e+000 |
| 2      | 5.759e+001 | 9.167e+000 | 1.091e-001 | 0.000e+000 |
| 3      | 8.126e+001 | 1.293e+001 | 7.733e-002 | 0.000e+000 |
| 4      | 1.918e+002 | 3.053e+001 | 3.275e-002 | 0.000e+000 |
| 5      | 3.381e+002 | 5.381e+001 | 1.858e-002 | 0.000e+000 |
| 6      | 4.219e+002 | 6.714e+001 | 1.489e-002 | 0.000e+000 |
| 7      | 6.262e+002 | 9.967e+001 | 1.003e-002 | 0.000e+000 |
| 8      | 6.564e+002 | 1.045e+002 | 9.572e-003 | 0.000e+000 |
| 9      | 8.886e+002 | 1.414e+002 | 7.071e-003 | 0.000e+000 |
| 10     | 1.014e+003 | 1.614e+002 | 6.197e-003 | 0.000e+000 |
| 11     | 1.081e+003 | 1.720e+002 | 5.813e-003 | 0.000e+000 |
| 12     | 1.235e+003 | 1.966e+002 | 5.087e-003 | 0.000e+000 |
| 13     | 1.446e+003 | 2.302e+002 | 4.344e-003 | 0.000e+000 |
| 14     | 1.516e+003 | 2.412e+002 | 4.145e-003 | 0.000e+000 |
| 15     | 1.556e+003 | 2.476e+002 | 4.038e-003 | 0.000e+000 |
| 16     | 1.834e+003 | 2.919e+002 | 3.426e-003 | 0.000e+000 |
| 17     | 1.975e+003 | 3.143e+002 | 3.182e-003 | 0.000e+000 |
| 18     | 2.104e+003 | 3.349e+002 | 2.986e-003 | 0.000e+000 |
| 19     | 2.215e+003 | 3.526e+002 | 2.836e-003 | 0.000e+000 |
| 20     | 2.375e+003 | 3.779e+002 | 2.646e-003 | 0.000e+000 |
| 21     | 2.584e+003 | 4.113e+002 | 2.431e-003 | 0.000e+000 |
| 22     | 2.686e+003 | 4.275e+002 | 2.339e-003 | 0.000e+000 |
| 23     | 3.193e+003 | 5.082e+002 | 1.968e-003 | 0.000e+000 |
| 24     | 3.595e+003 | 5.722e+002 | 1.748e-003 | 0.000e+000 |
| 25     | 4.197e+003 | 6.680e+002 | 1.497e-003 | 0.000e+000 |
| 26     | 4.362e+003 | 6.942e+002 | 1.441e-003 | 0.000e+000 |

| Numero | Pulsazione | Frequenza  | Periodo    | Precisione |
|--------|------------|------------|------------|------------|
| 27     | 4.750e+003 | 7.560e+002 | 1.323e-003 | 0.000e+000 |
| 28     | 6.838e+003 | 1.088e+003 | 9.188e-004 | 0.000e+000 |
| 29     | 1.038e+004 | 1.651e+003 | 6.056e-004 | 8.761e-106 |
| 30     | 1.317e+004 | 2.096e+003 | 4.772e-004 | 1.372e-092 |
| 31     | 1.649e+004 | 2.624e+003 | 3.811e-004 | 1.615e-081 |
| 32     | 1.928e+004 | 3.068e+003 | 3.259e-004 | 2.565e-073 |
| 33     | 2.313e+004 | 3.682e+003 | 2.716e-004 | 2.891e-063 |
| 34     | 2.517e+004 | 4.006e+003 | 2.496e-004 | 3.986e-059 |
| 35     | 2.946e+004 | 4.689e+003 | 2.133e-004 | 2.719e-049 |
| 36     | 3.109e+004 | 4.948e+003 | 2.021e-004 | 4.123e-047 |
| 37     | 3.532e+004 | 5.622e+003 | 1.779e-004 | 6.081e-039 |
| 38     | 3.590e+004 | 5.714e+003 | 1.750e-004 | 3.703e-037 |
| 39     | 3.940e+004 | 6.271e+003 | 1.595e-004 | 1.918e-031 |
| 40     | 3.956e+004 | 6.296e+003 | 1.588e-004 | 9.340e-031 |
| 41     | 4.160e+004 | 6.622e+003 | 1.510e-004 | 8.892e-029 |
| 42     | 4.335e+004 | 6.899e+003 | 1.449e-004 | 6.259e-026 |
| 43     | 4.361e+004 | 6.941e+003 | 1.441e-004 | 2.935e-025 |
| 44     | 4.499e+004 | 7.161e+003 | 1.396e-004 | 2.233e-023 |
| 45     | 4.745e+004 | 7.552e+003 | 1.324e-004 | 2.554e-021 |
| 46     | 4.881e+004 | 7.768e+003 | 1.287e-004 | 1.131e-018 |
| 47     | 4.974e+004 | 7.917e+003 | 1.263e-004 | 9.529e-017 |
| 48     | 5.009e+004 | 7.972e+003 | 1.254e-004 | 2.822e-016 |
| 49     | 5.103e+004 | 8.122e+003 | 1.231e-004 | 3.908e-016 |
| 50     | 5.145e+004 | 8.188e+003 | 1.221e-004 | 5.829e-016 |

### COEFFICIENTI DI PARTECIPAZIONE MODALE

| Modo | Direz.X    | Direz.Y    | Direz.Z    |
|------|------------|------------|------------|
| 1    | -2.290e-02 | 2.614e+01  | -9.400e+01 |
| 2    | 1.634e+01  | 2.400e-02  | -2.206e-01 |
| 3    | 1.109e-02  | 1.954e+01  | 1.299e+02  |
| 4    | -3.546e-03 | 6.078e+00  | -1.286e+01 |
| 5    | -1.237e+00 | 4.390e-02  | 8.299e-03  |
| 6    | -5.414e-03 | -2.112e-01 | 1.036e+00  |
| 7    | 5.629e-02  | 4.167e+00  | -5.362e-01 |
| 8    | 5.468e-01  | -2.840e-01 | 3.308e-02  |
| 9    | 1.051e-01  | 5.529e-01  | 4.580e-02  |
| 10   | -1.105e+00 | -4.242e-02 | 1.455e-02  |
| 11   | -7.010e-02 | 9.753e-02  | -8.285e-02 |
| 12   | -9.620e-02 | 3.222e-01  | -1.859e-02 |
| 13   | 1.519e-01  | 2.604e+00  | -6.831e-02 |
| 14   | -2.978e-02 | 4.077e-01  | 8.568e-03  |
| 15   | -5.313e-01 | 2.070e-01  | -6.727e-03 |
| 16   | 7.027e-01  | 9.189e-03  | 1.297e-02  |
| 17   | 5.423e-01  | -1.830e-01 | -1.842e-02 |
| 18   | 1.065e-01  | -8.103e-01 | 6.745e-04  |
| 19   | -5.177e-01 | -5.578e-01 | -1.266e-03 |
| 20   | -3.916e-01 | 5.128e-01  | -6.576e-03 |
| 21   | 4.665e-01  | -2.345e-01 | 1.443e-03  |
| 22   | 4.817e-01  | 6.048e-01  | -7.476e-03 |
| 23   | 1.315e-01  | 3.021e-01  | 3.893e-03  |
| 24   | 1.490e+00  | -3.479e-01 | 3.040e-03  |
| 25   | -7.507e-02 | -1.538e-01 | 1.119e-04  |
| 26   | 3.189e+00  | 2.929e-02  | -1.442e-03 |
| 27   | 2.497e+01  | 9.465e-02  | 1.080e-04  |



| Modo | Direz.X    | Direz.Y    | Direz.Z    |
|------|------------|------------|------------|
| 28   | 1.212e-01  | 2.745e+01  | 8.423e-03  |
| 29   | 3.455e+01  | 7.594e-02  | 2.688e-05  |
| 30   | -1.560e-01 | 1.534e+01  | 1.385e-03  |
| 31   | 3.979e-02  | -2.591e+01 | -1.000e-04 |
| 32   | 1.576e+01  | 2.025e-01  | -2.546e-06 |
| 33   | 2.535e+00  | 3.491e-03  | -2.985e-06 |
| 34   | -2.551e-01 | 1.279e+01  | -9.960e-05 |
| 35   | 1.186e-01  | 2.903e+00  | 1.727e-06  |
| 36   | 1.217e+01  | -9.468e-01 | -5.691e-07 |
| 37   | 1.469e+01  | -9.422e+00 | 1.453e-05  |
| 38   | 6.800e+00  | 2.168e+01  | -2.869e-05 |
| 39   | 2.926e+01  | -1.153e+01 | -5.322e-06 |
| 40   | -3.034e+01 | -1.331e+01 | -5.139e-06 |
| 41   | 2.318e+01  | -7.001e+00 | 7.498e-06  |
| 42   | 1.545e+00  | 3.638e+01  | -5.129e-06 |
| 43   | 1.215e+01  | 1.639e+00  | -1.041e-05 |
| 44   | -8.508e+00 | -1.167e+00 | -1.079e-05 |
| 45   | 4.235e+00  | 6.348e+00  | -2.336e-05 |
| 46   | -1.078e+00 | 1.239e+01  | -1.496e-05 |
| 47   | -3.643e+00 | 1.286e+00  | -7.220e-06 |
| 48   | -4.929e+00 | 1.020e+01  | -1.413e-05 |
| 49   | 8.537e+00  | -2.015e-01 | 5.744e-07  |
| 50   | -4.419e+00 | -2.253e+01 | 1.374e-04  |

## MASSA ECCITATA PER QUOTA Z MAGGIORE DI :0.00

| Modo        | Direz.X   | % | Direz.Y   | %  | Direz.Z   | %  |
|-------------|-----------|---|-----------|----|-----------|----|
| Modo: 1     | +5.25e-04 | 0 | +6.83e+02 | 8  | +1.64e+03 | 19 |
| Progressiva | +5.25e-04 | 0 | +6.83e+02 | 8  | +1.64e+03 | 19 |
| Modo: 2     | +2.67e+02 | 3 | +5.76e-04 | 0  | +1.35e-01 | 0  |
| Progressiva | +2.67e+02 | 3 | +6.83e+02 | 8  | +1.64e+03 | 19 |
| Modo: 3     | +1.23e-04 | 0 | +3.82e+02 | 5  | +1.32e+03 | 16 |
| Progressiva | +2.67e+02 | 3 | +1.07e+03 | 13 | +2.96e+03 | 35 |
| Modo: 4     | +1.26e-05 | 0 | +3.69e+01 | 0  | +3.87e+01 | 0  |
| Progressiva | +2.67e+02 | 3 | +1.10e+03 | 13 | +3.00e+03 | 36 |
| Modo: 5     | +1.53e+00 | 0 | +1.93e-03 | 0  | +4.68e-05 | 0  |
| Progressiva | +2.69e+02 | 3 | +1.10e+03 | 13 | +3.00e+03 | 36 |
| Modo: 6     | +2.93e-05 | 0 | +4.46e-02 | 0  | +2.07e+01 | 0  |
| Progressiva | +2.69e+02 | 3 | +1.10e+03 | 13 | +3.02e+03 | 36 |
| Modo: 7     | +3.17e-03 | 0 | +1.74e+01 | 0  | +2.59e+01 | 0  |
| Progressiva | +2.69e+02 | 3 | +1.12e+03 | 13 | +3.04e+03 | 36 |
| Modo: 8     | +2.99e-01 | 0 | +8.07e-02 | 0  | +1.26e-01 | 0  |
| Progressiva | +2.69e+02 | 3 | +1.12e+03 | 13 | +3.04e+03 | 36 |
| Modo: 9     | +1.10e-02 | 0 | +3.06e-01 | 0  | +1.07e+00 | 0  |
| Progressiva | +2.69e+02 | 3 | +1.12e+03 | 13 | +3.05e+03 | 36 |
| Modo: 10    | +1.22e+00 | 0 | +1.80e-03 | 0  | +1.51e-01 | 0  |
| Progressiva | +2.70e+02 | 3 | +1.12e+03 | 13 | +3.05e+03 | 36 |
| Modo: 11    | +4.91e-03 | 0 | +9.51e-03 | 0  | +6.87e+00 | 0  |
| Progressiva | +2.70e+02 | 3 | +1.12e+03 | 13 | +3.05e+03 | 36 |
| Modo: 12    | +9.25e-03 | 0 | +1.04e-01 | 0  | +5.54e-01 | 0  |
| Progressiva | +2.70e+02 | 3 | +1.12e+03 | 13 | +3.05e+03 | 36 |
| Modo: 13    | +2.31e-02 | 0 | +6.78e+00 | 0  | +1.35e+01 | 0  |

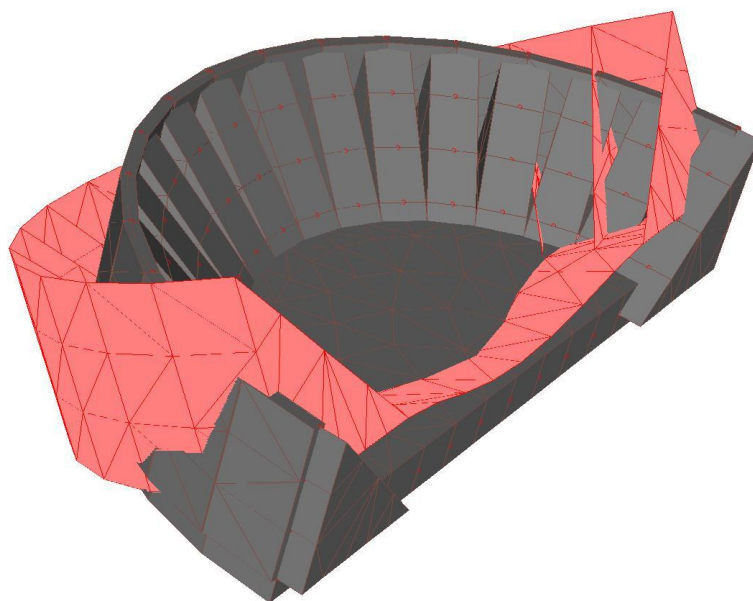
| Modo        | Direz.X   | %  | Direz.Y   | %  | Direz.Z   | %  |
|-------------|-----------|----|-----------|----|-----------|----|
| Progressiva | +2.70e+02 | 3  | +1.13e+03 | 13 | +3.07e+03 | 36 |
| Modo: 14    | +8.87e-04 | 0  | +1.66e-01 | 0  | +3.36e-01 | 0  |
| Progressiva | +2.70e+02 | 3  | +1.13e+03 | 13 | +3.07e+03 | 36 |
| Modo: 15    | +2.82e-01 | 0  | +4.28e-02 | 0  | +1.88e-01 | 0  |
| Progressiva | +2.70e+02 | 3  | +1.13e+03 | 13 | +3.07e+03 | 36 |
| Modo: 16    | +4.94e-01 | 0  | +8.44e-05 | 0  | +1.47e+00 | 0  |
| Progressiva | +2.71e+02 | 3  | +1.13e+03 | 13 | +3.07e+03 | 36 |
| Modo: 17    | +2.94e-01 | 0  | +3.35e-02 | 0  | +4.06e+00 | 0  |
| Progressiva | +2.71e+02 | 3  | +1.13e+03 | 13 | +3.07e+03 | 36 |
| Modo: 18    | +1.13e-02 | 0  | +6.57e-01 | 0  | +2.12e-04 | 0  |
| Progressiva | +2.71e+02 | 3  | +1.13e+03 | 13 | +3.07e+03 | 36 |
| Modo: 19    | +2.68e-01 | 0  | +3.11e-01 | 0  | +4.86e-02 | 0  |
| Progressiva | +2.71e+02 | 3  | +1.13e+03 | 13 | +3.07e+03 | 36 |
| Modo: 20    | +1.53e-01 | 0  | +2.63e-01 | 0  | +9.98e-01 | 0  |
| Progressiva | +2.72e+02 | 3  | +1.13e+03 | 13 | +3.07e+03 | 36 |
| Modo: 21    | +2.18e-01 | 0  | +5.50e-02 | 0  | +6.54e-02 | 0  |
| Progressiva | +2.72e+02 | 3  | +1.13e+03 | 13 | +3.07e+03 | 36 |
| Modo: 22    | +2.32e-01 | 0  | +3.66e-01 | 0  | +2.22e+00 | 0  |
| Progressiva | +2.72e+02 | 3  | +1.13e+03 | 13 | +3.08e+03 | 36 |
| Modo: 23    | +1.73e-02 | 0  | +9.13e-02 | 0  | +1.37e+00 | 0  |
| Progressiva | +2.72e+02 | 3  | +1.13e+03 | 13 | +3.08e+03 | 36 |
| Modo: 24    | +2.22e+00 | 0  | +1.21e-01 | 0  | +1.29e+00 | 0  |
| Progressiva | +2.74e+02 | 3  | +1.13e+03 | 13 | +3.08e+03 | 36 |
| Modo: 25    | +5.64e-03 | 0  | +2.37e-02 | 0  | +3.55e-03 | 0  |
| Progressiva | +2.74e+02 | 3  | +1.13e+03 | 13 | +3.08e+03 | 36 |
| Modo: 26    | +1.02e+01 | 0  | +8.58e-04 | 0  | +8.13e-01 | 0  |
| Progressiva | +2.84e+02 | 3  | +1.13e+03 | 13 | +3.08e+03 | 37 |
| Modo: 27    | +6.23e+02 | 7  | +8.96e-03 | 0  | +6.41e-02 | 0  |
| Progressiva | +9.08e+02 | 11 | +1.13e+03 | 13 | +3.08e+03 | 37 |
| Modo: 28    | +1.47e-02 | 0  | +7.54e+02 | 9  | +4.46e+02 | 5  |
| Progressiva | +9.08e+02 | 11 | +1.88e+03 | 22 | +3.52e+03 | 42 |
| Modo: 29    | +1.19e+03 | 14 | +5.77e-03 | 0  | +2.02e-02 | 0  |
| Progressiva | +2.10e+03 | 25 | +1.88e+03 | 22 | +3.52e+03 | 42 |
| Modo: 30    | +2.43e-02 | 0  | +2.35e+02 | 3  | +1.57e+02 | 2  |
| Progressiva | +2.10e+03 | 25 | +2.12e+03 | 25 | +3.68e+03 | 44 |
| Modo: 31    | +1.58e-03 | 0  | +6.71e+02 | 8  | +2.62e+00 | 0  |
| Progressiva | +2.10e+03 | 25 | +2.79e+03 | 33 | +3.68e+03 | 44 |
| Modo: 32    | +2.48e+02 | 3  | +4.10e-02 | 0  | +2.02e+00 | 0  |
| Progressiva | +2.35e+03 | 28 | +2.79e+03 | 33 | +3.69e+03 | 44 |
| Modo: 33    | +6.43e+00 | 0  | +1.22e-05 | 0  | +3.57e-01 | 0  |
| Progressiva | +2.36e+03 | 28 | +2.79e+03 | 33 | +3.69e+03 | 44 |
| Modo: 34    | +6.51e-02 | 0  | +1.64e+02 | 2  | +5.53e+00 | 0  |
| Progressiva | +2.36e+03 | 28 | +2.95e+03 | 35 | +3.69e+03 | 44 |
| Modo: 35    | +1.41e-02 | 0  | +8.43e+00 | 0  | +5.27e-01 | 0  |
| Progressiva | +2.36e+03 | 28 | +2.96e+03 | 35 | +3.69e+03 | 44 |
| Modo: 36    | +1.48e+02 | 2  | +8.96e-01 | 0  | +4.86e-01 | 0  |
| Progressiva | +2.50e+03 | 30 | +2.96e+03 | 35 | +3.69e+03 | 44 |
| Modo: 37    | +2.16e+02 | 3  | +8.88e+01 | 1  | +1.20e+00 | 0  |
| Progressiva | +2.72e+03 | 32 | +3.05e+03 | 36 | +3.69e+03 | 44 |
| Modo: 38    | +4.62e+01 | 1  | +4.70e+02 | 6  | +3.81e+00 | 0  |
| Progressiva | +2.77e+03 | 33 | +3.52e+03 | 42 | +3.70e+03 | 44 |
| Modo: 39    | +8.56e+02 | 10 | +1.33e+02 | 2  | +9.52e-01 | 0  |
| Progressiva | +3.62e+03 | 43 | +3.65e+03 | 43 | +3.70e+03 | 44 |
| Modo: 40    | +9.21e+02 | 11 | +1.77e+02 | 2  | +3.48e-01 | 0  |

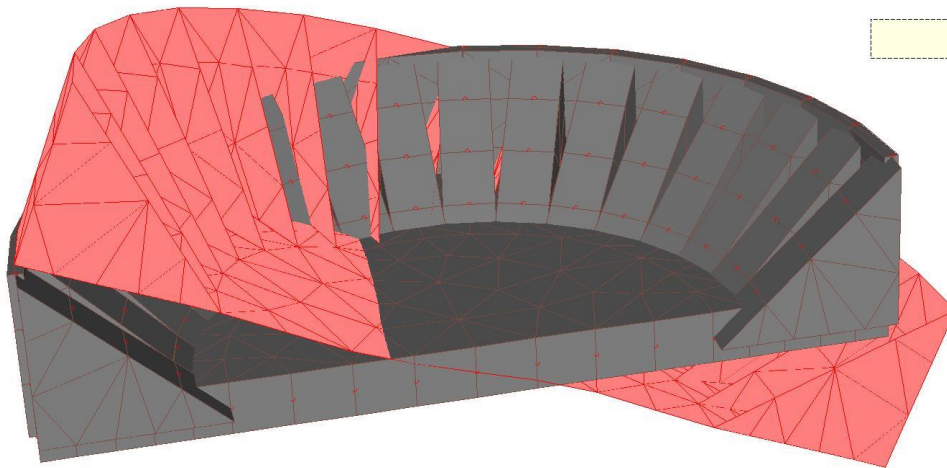
| Modo        | Direz.X   | %  | Direz.Y   | %  | Direz.Z   | %  |
|-------------|-----------|----|-----------|----|-----------|----|
| Progressiva | +4.54e+03 | 54 | +3.83e+03 | 45 | +3.70e+03 | 44 |
| Modo: 41    | +5.37e+02 | 6  | +9.27e+02 | 11 | +6.33e-03 | 0  |
| Progressiva | +5.08e+03 | 60 | +4.72e+03 | 56 | +3.70e+03 | 44 |
| Modo: 42    | +2.39e+00 | 0  | +1.32e+03 | 16 | +1.09e-01 | 0  |
| Progressiva | +5.08e+03 | 60 | +6.07e+03 | 72 | +3.70e+03 | 44 |
| Modo: 43    | +1.01e+03 | 12 | +2.69e+00 | 0  | +8.81e-01 | 0  |
| Progressiva | +6.06e+03 | 72 | +6.07e+03 | 72 | +3.70e+03 | 44 |
| Modo: 44    | +7.24e+01 | 1  | +3.37e+02 | 4  | +7.73e-02 | 0  |
| Progressiva | +6.15e+03 | 73 | +6.40e+03 | 76 | +3.70e+03 | 44 |
| Modo: 45    | +1.79e+01 | 0  | +4.03e+01 | 0  | +1.41e+01 | 0  |
| Progressiva | +6.15e+03 | 73 | +6.40e+03 | 76 | +3.71e+03 | 44 |
| Modo: 46    | +1.16e+00 | 0  | +1.54e+02 | 2  | +1.28e+01 | 0  |
| Progressiva | +6.15e+03 | 73 | +6.57e+03 | 78 | +3.73e+03 | 44 |
| Modo: 47    | +1.33e+01 | 10 | +1.65e+00 | 0  | +4.24e+00 | 0  |
| Progressiva | +6.99e+03 | 83 | +6.57e+03 | 78 | +3.73e+03 | 44 |
| Modo: 48    | +2.43e+01 | 0  | +1.04e+02 | 1  | +1.28e+01 | 0  |
| Progressiva | +7.08e+03 | 84 | +6.66e+03 | 79 | +3.74e+03 | 44 |
| Modo: 49    | +7.29e+01 | 1  | +4.06e-02 | 0  | +5.51e-02 | 0  |
| Progressiva | +7.08e+03 | 84 | +6.66e+03 | 79 | +3.74e+03 | 44 |
| Modo: 50    | +1.95e+01 | 0  | +5.08e+02 | 6  | +9.52e+02 | 11 |
| Progressiva | +7.16e+03 | 85 | +7.16e+03 | 85 | +4.70e+03 | 56 |

#### MASSA TOTALE ECCITABILE

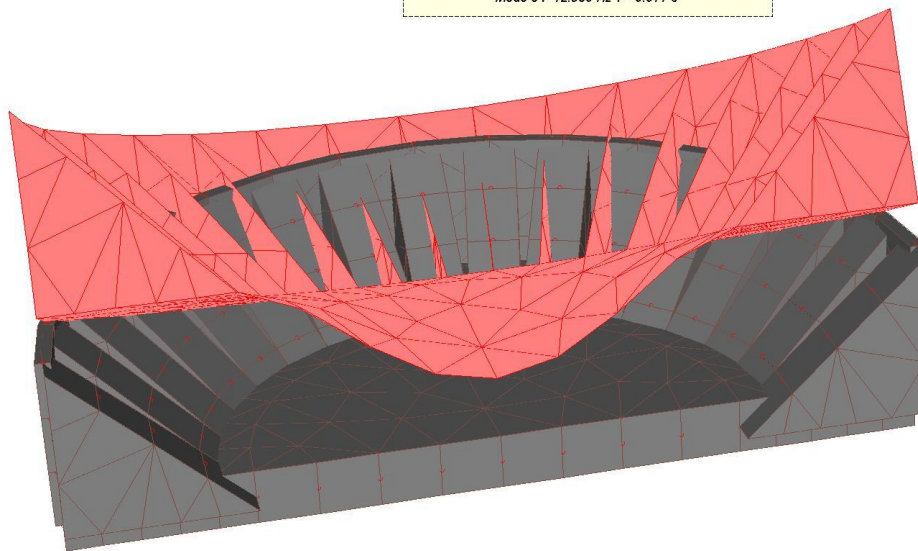
| Direzione X | Direzione Y | Direzione Z |
|-------------|-------------|-------------|
| +8.43e+03   | +8.43e+03   | +8.43e+03   |

Modo 1 f= 8.329 Hz T= 0.120 s





Modo 2  $f=9.167 \text{ Hz}$   $T=0.109 \text{ s}$



Modo 3  $f=12.930 \text{ Hz}$   $T=0.077 \text{ s}$

## CARICHI PER ELEMENTI BIDIMENSIONALI

### Carico di superficie nella direzione locale z, agente sulla superficie reale

| Descrizione                  | Codice | Cond. carico | Tipo Azione/categoria          | Valore   | Aliq.inerziale | Aliq.inerz.SLD |
|------------------------------|--------|--------------|--------------------------------|----------|----------------|----------------|
| Pressione idrostatica TR1000 | 1      | Condizione 2 | Permanente: Permanente portato | 1.000000 | 1.2000         | 1.2000         |
| Pressione idrostatica TR200  | 5      | Condizione 6 | Permanente: Permanente portato | 1.000000 | 1.2000         | 1.2000         |

Le pressioni idrostatiche applicate alle pareti del manufatto sfioratore sono le seguenti:

TR200:  $e_{min} = 0.0 \text{ kPa}$   
 $e_{max} = 127.20 \text{ kPa}$

TR1000:  $e_{min} = 17.0 \text{ kPa}$   
 $e_{max} = 144.20 \text{ kPa}$

### Carico di superficie nella direzione globale Z, agente sulla superficie reale

| Descrizione                               | Codice | Cond. carico | Tipo Azione/categoria          | Valore    | Aliq.inerziale | Aliq.inerz.SLD |
|---|--------|--------------|--------------------------------|-----------|----------------|----------------|
| Sottospinta idraulica - quota 130.80 mslm | 8      | Condizione 4 | Permanente: Permanente portato | 25.299999 | 1.0000         | 1.0000         |

### Carico di superficie nella direzione globale V, agente sulla superficie reale

| Descrizione               | Codice | Cond. carico            | Tipo Azione/categoria          | Valore   | Aliq.inerziale | Aliq.inerz.SLD |
|---------------------------|--------|-------------------------|--------------------------------|----------|----------------|----------------|
| Peso sfioratore           | 4      | Condizione peso proprio | Permanente: Peso Proprio       | 1.000000 | 1.0000         | 1.0000         |
| Peso acqua interno TR1000 | 9      | Condizione 3            | Permanente: Permanente portato | 1.000000 | 1.0000         | 1.0000         |

N.B. Gli elementi strutturali costituenti il paramento di sfioro sono stati modellati con un materiale avente peso specifico nullo, ma modulo elastico coerente con il materiale adottato, in maniera tale da applicare in maniera corretta il peso dello stesso sulla fondazione di base.

Nello specifico si è suddiviso il profilo dello sfioratore in n°5 porzioni, aventi altezza media variabile da un minimo di 0.16 m sino ad un massimo di 9.31 m, il cui peso è stato riportato sulla platea di fondazione.

Le porzioni hanno le seguenti altezze medie e peso medio applicato in platea:

|   |                             |               |                          |
|---|-----------------------------|---------------|--------------------------|
| - | Porzione 1 – h.med 0.16 m = | 0.16 x 23.5 = | 3.76 kN/m <sup>2</sup>   |
| - | Porzione 2 – h.med 1.42 m = | 1.42 x 23.5 = | 33.37 kN/m <sup>2</sup>  |
| - | Porzione 3 – h.med 4.86 m = | 4.86 x 23.5 = | 114.21 kN/m <sup>2</sup> |
| - | Porzione 4 – h.med 7.68 m = | 7.68 x 23.5 = | 180.48 kN/m <sup>2</sup> |
| - | Porzione 5 – h.med 9.31 m = | 9.31 x 23.5 = | 218.78 kN/m <sup>2</sup> |

## COMBINAZIONI DI CARICO

### NORMATIVA: NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI 2008

#### COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

| Num. | Descrizione            | Parametri                     | Tipo azione/categoria          | Condizione              | Moltiplicatore |
|------|------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------|----------------|
| 1    | Dinamica - SLV - TR200 | Azione sismica: Presente      | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                        |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.000          |
|      |                        |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 6            | 1.000          |
| 2    | Statica TR200          | Azione sismica: Sisma assente | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.300          |
|      |                        |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.300          |
|      |                        |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 6            | 1.300          |
| 5    | Statica TR1000         | Azione sismica: Sisma assente | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.300          |
|      |                        |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 2            | 1.300          |



| Num. | Descrizione           | Parametri                     | Tipo azione/categoria          | Condizione              | Moltiplicatore |
|------|-----------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------|----------------|
| 8    | Dinamica SLV - TR1000 | Azione sismica: Presente      | Permanente: Permanente portato | Condizione 3            | 1.300          |
|      |                       |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.300          |
|      |                       |                               | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                       |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 2            | 1.000          |
|      |                       |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 3            | 1.000          |
|      |                       |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.000          |
| 9    | Statica TR1000        | Azione sismica: Sisma assente | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.300          |
|      |                       |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 2            | 1.300          |
|      |                       |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 3            | 1.300          |
|      |                       |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.300          |
|      |                       |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.300          |

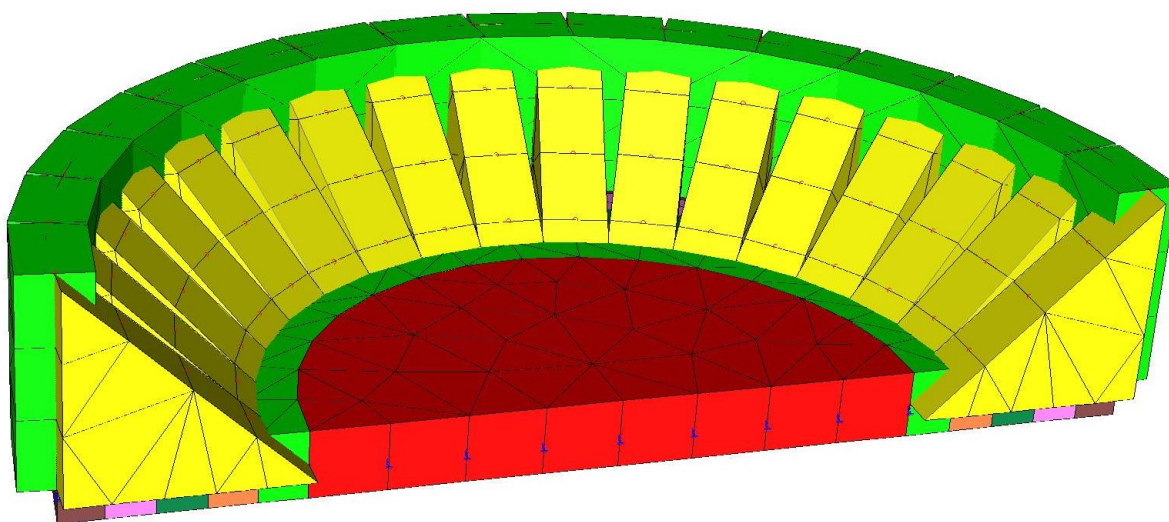


Figura 11-1 – Modello FEM 3d





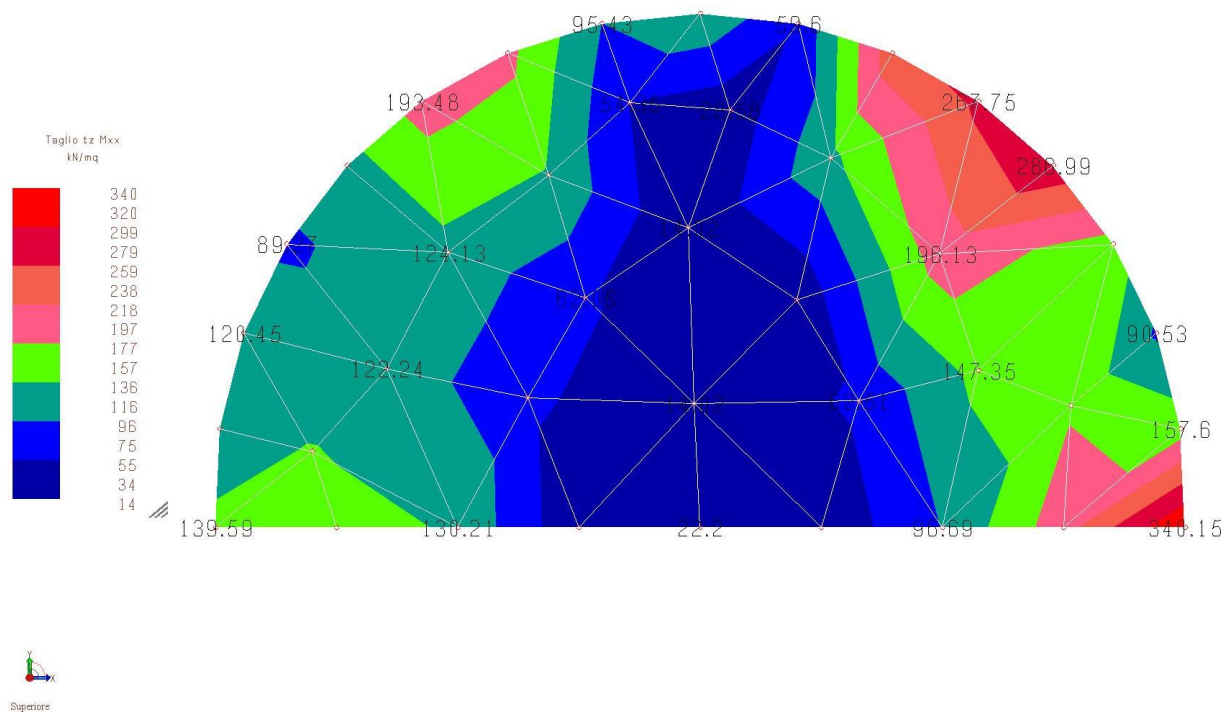


Figura 11-4 – Sollecitazioni di taglio tz Mxx platea [kN/m²]

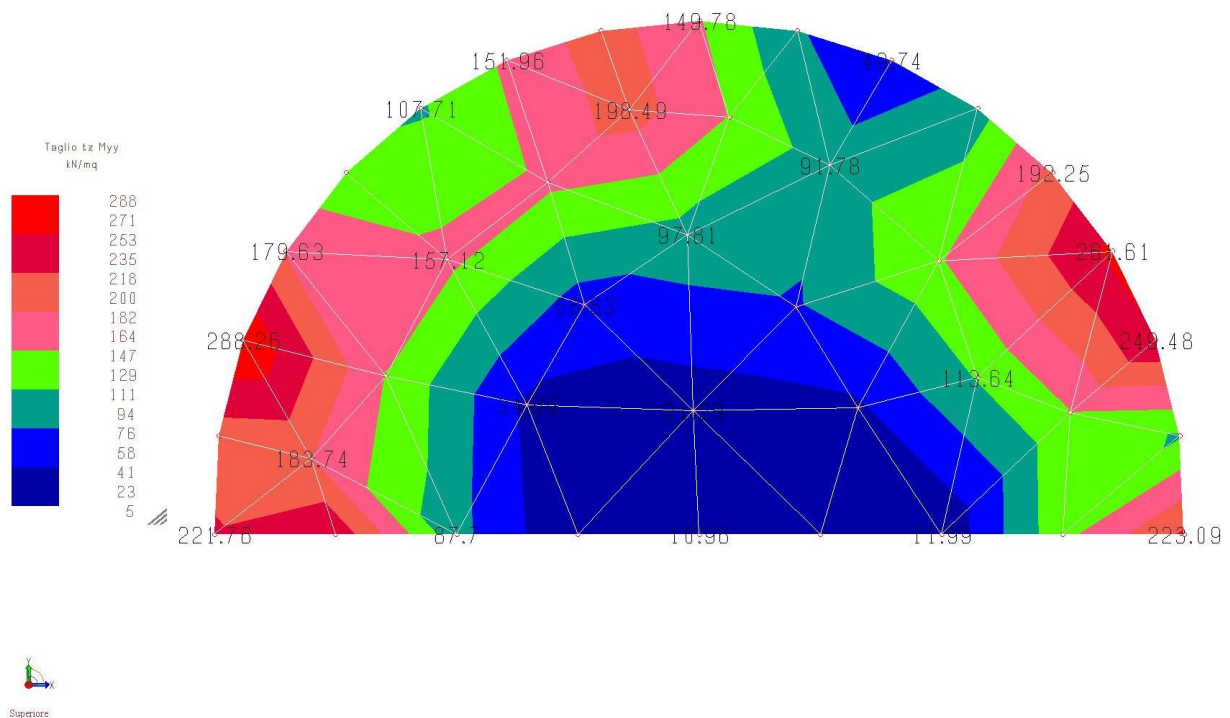


Figura 11-5 – Sollecitazioni di taglio tz Myy platea [kN/m²]

- Verifica a pressoflessione lungo x platea sp. medio 3.00 m

$M_{Ed} =$

4685 kNm/m

La platea, risulta armata con maglia 8+8  $\Phi 26/100$ , pertanto risulta:

**Titolo:** Platea lungo x

N° strati barre: 2 Zoom

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 300    |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 42.47    | 5      |
| 2  | 42.47    | 295    |

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 kN  
 M<sub>xEd</sub> 0 kNm  
 M<sub>yEd</sub> 0 kNm

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Tipo rottura**  
 Lato acciaio - Acciaio snervato

**Materiali**  
 B450C C20/25  
 $\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200'000 N/mm²  $f_{cd}$  11.33 N/mm²  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8 ?  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  8.5 N/mm²  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{co}$  0.5333  
 $\tau_{c1}$  1.686

M<sub>xRd</sub> 4'829 kN m  
 $\sigma_c$  -11.33 N/mm²  
 $\sigma_s$  391.3 N/mm²  
 $\epsilon_c$  2.239 ‰  
 $\epsilon_s$  67.5 ‰  
 d 295 cm  
 x 9.472 x/d 0.03211  
 $\delta$  0.7

**Metodo di calcolo**  
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☐ Metodo n

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett. 100  
 Calcola MRd Dominio M-N  
 L<sub>o</sub> 0 cm Col. modello  
☐ Precompresso

$$M_{Rd} = 4829 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 4685 \text{ kNm/m}$$

- Verifica a pressoflessione lungo y platea sp. medio 3.00 m

$M_{Ed} =$

3673 kNm/m

La platea, risulta armata con maglia 8+8  $\Phi 26/100$ , pertanto risulta:

**Titolo :** Platea lungo y

N° strati barre  Zoom

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 300    |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 42.47    | 5      |
| 2  | 42.47    | 295    |

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. ☒ Metodo n ☐

N<sub>Ed</sub>  kN  
 M<sub>xEd</sub>  kNm  
 M<sub>yEd</sub>

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN  yN

**Tipo rottura**  
 Lato acciaio - Acciaio snervato

**Materiali**  
 B450C C20/25  
 $\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200'000 N/mm²  $f_{cd}$  11.33 N/mm²  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  8.5 N/mm²  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{co}$  0.5333  
 $\tau_{c1}$  1.686

M<sub>xRd</sub>  kN m  
 $\sigma_c$  -11.33 N/mm²  
 $\sigma_s$  391.3 N/mm²  
 $\epsilon_c$  2.239 ‰  
 $\epsilon_s$  67.5 ‰  
 d 295 cm  
 x 9.472 x/d 0.03211  
 $\delta$  0.7

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Metodo di calcolo**  
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☐ Metodo n

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett.   
 Calcola MRd Dominio M-N  
 L<sub>0</sub>  cm Col. modello

☐ Precompresso

$$M_{Rd} = 4829 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 3673 \text{ kNm/m}$$

### - Verifica a taglio platea sp. medio 3.00 m

Per la verifica a taglio si considera la direzione x, maggiormente sollecitata:

$$V_{Ed} = 340 \times 3.00 = 1020 \text{ kN/m}$$

La platea risulta armata a taglio con ganci  $\Phi 12/33/33$ , pertanto risulta:

|   |   |                    |  |
|---|---|--------------------|--|
| Classe di duttilità scelta:   | CD B: bassa                                 | B: bassa           |  |
| $f_{ck} =$  | 20  | MPa                |  |
| $f_{yd} =$  | 391.3                                       | Mpa                |  |
| $f_{cd} =$  | 11.3  | MPa                |  |
| $f'_{cd} = 0,5f_{cd} =$   | 5.7   | MPa                |  |
| $H =$   | 3000  | mm                 |  |
| $b_w =$   | 1000  | mm                 |  |
| $d =$   | 2950  | mm                 |  |
| $N_{Ed} =$  | 0.E+00                                      | N (compr)          |  |
| $V_{Ed} =$  | 1'020'000                                   | N                  |  |
| $\cotg\theta =$   | $\in [1; 2,5]$ (per $V_{Rds}$ e $V_{Rcd}$ ) | 2.50               | (accettabile)                                |
| $(\cotg\theta)^2 =$   | 6.25  |                    |  |
| staffe $\phi =$   | 12  | mm                 |  |
| numero bracci resistenti sezione  | 3   |                    |  |
| passo "s" =   | 33  | cm                 |  |
| $A_s/s =$   | 10.28                                       | cm <sup>2</sup> /m |  |
| $\alpha =$  | 90 °  | =                  | 1.5708 rad                                   |
| $A_C = b_w H =$   | 3'000'000                                   | mmq                |  |
| $\sigma_{cp} = N_{Sd}/A_c =$  | 0.000                                       | Mpa                |  |
| $\alpha_C =$  | 1.00  |                    |  |
| $V_{Rsd} =$ (eq. 6.13 - E.C.2)  | 3.E+06                                      | N =                | 2670.39 kN                                   |
| $V_{Rd,max} =$ (eq. 6.14 - E.C.2)                                       | 5.E+06                                      | N =                | 5187.93 kN                                   |
| $V_{Ed\ lim} = 0,5 b_w d 0,6(1 - f_{ck}/250)f_{cd} =$ (eq. 6.5 - E.C.2) | 9.E+06                                      | N =                | 9227.60 kN                                   |
| $V_{Ed} =$  | 1020.00                                     | kN                 | < $V_{Rds} = 2670.39$ kN (soddisfacente)     |
| $V_{Ed} =$  | 1020.00                                     | kN                 | < $V_{Rd,max} = 5187.93$ kN (soddisfacente)  |
| $V_{Ed} =$  | 1020.00                                     | kN                 | < $V_{Ed\ lim} = 9227.60$ kN (soddisfacente) |

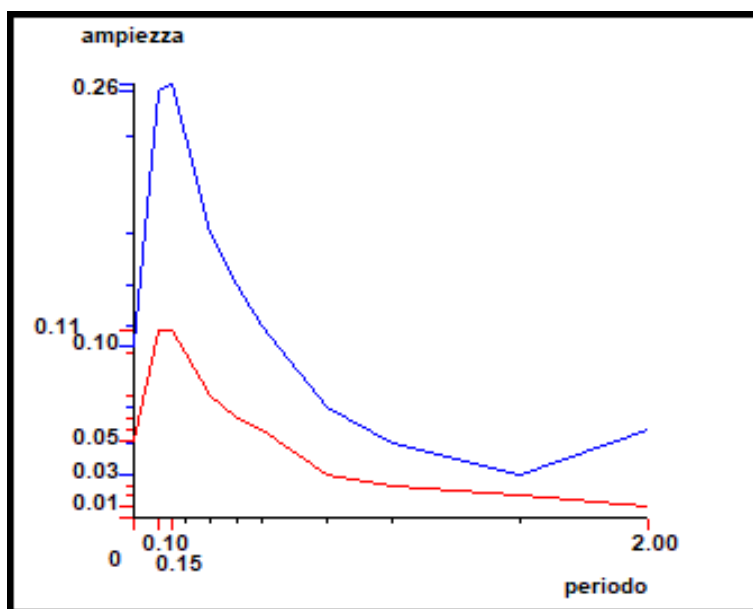
## 11.1.2 MODELLO DI CALCOLO FEM – SLE - SLD

### 11.1.2.1 TABULATI DI ANALISI

#### INTESTAZIONE E DATI CARATTERISTICI DELLA STRUTTURA

|                                  |                         |
|----------------------------------|-------------------------|
| Nome dell'archivio di lavoro     | Modello blocco 1        |
| Intestazione del lavoro          | Blocco 1 SLE-SLD<br>SLD |
| Tipo di struttura                | Nello Spazio            |
| Tipo di analisi                  | Statica e Dinamica      |
| Tipo di soluzione                | Lineare                 |
| Unita' di misura delle forze     | kN                      |
| Unita' di misura delle lunghezze | m                       |
| Normativa                        | NTC-2008                |
| Spettro sismico locale           |                         |
| Comportamento strutturale        | NON Dissipativo         |

#### Grafico spettri Norme Tecniche delle Costruzioni 2008



Fattore di importanza  $\gamma_i$  1 applicato

*Spettri orizzontali:*

| Num. | Periodo | A.sle X |
|------|---------|---------|
| 1    | 0.000   | 0.1030  |
| 2    | 0.100   | 0.2570  |
| 3    | 0.150   | 0.2610  |
| 4    | 0.200   | 0.2300  |
| 5    | 0.300   | 0.1720  |
| 6    | 0.400   | 0.1400  |
| 7    | 0.500   | 0.1160  |

|    |       |        |
|----|-------|--------|
| 8  | 0.750 | 0.0669 |
| 9  | 1.000 | 0.0455 |
| 10 | 1.500 | 0.0259 |
| 11 | 2.000 | 0.0532 |

#### Spettro verticale:

| Num. | Periodo | A.sle Z |
|------|---------|---------|
| 1    | 0.000   | 0.0467  |
| 2    | 0.100   | 0.1133  |
| 3    | 0.150   | 0.1133  |
| 4    | 0.200   | 0.1000  |
| 5    | 0.300   | 0.0733  |
| 6    | 0.400   | 0.0600  |
| 7    | 0.500   | 0.0533  |
| 8    | 0.750   | 0.0267  |
| 9    | 1.000   | 0.0200  |
| 10   | 1.500   | 0.0133  |
| 11   | 2.000   | 0.0067  |

## COMBINAZIONI DI CARICO

### NORMATIVA: NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI 2008 ITALIA

#### COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE D'ESERCIZIO

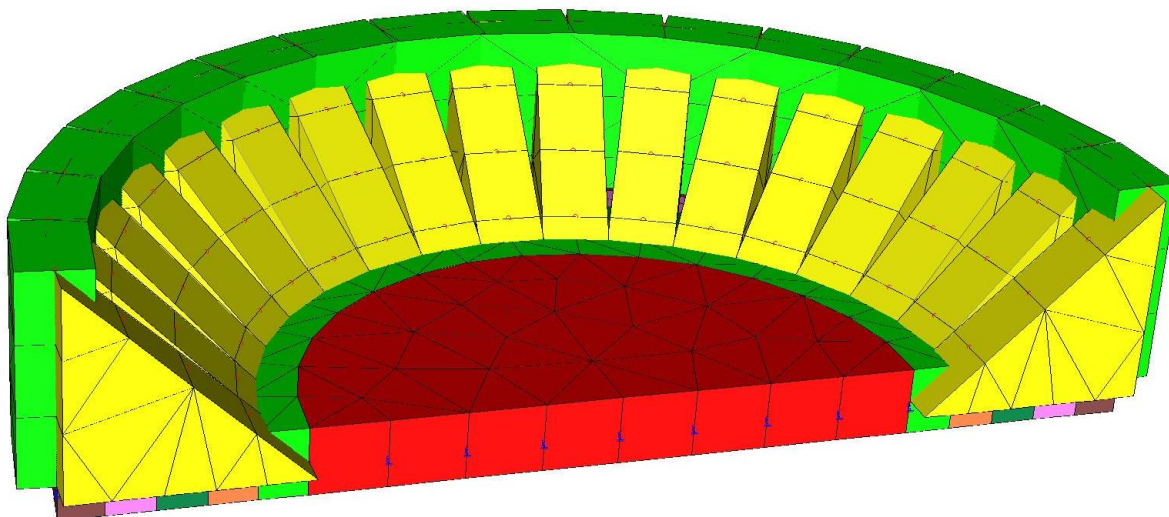
| Num. | Descrizione                | Parametri       | Tipo azione/categoria          | Condizione              | Moltiplicatore |
|------|----------------------------|-----------------|--------------------------------|-------------------------|----------------|
| 3    | Frequente - Statica TR1000 | Tipologia: Rara | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 2            | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 3            | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.000          |
| 4    | Frequente - Statica TR200  | Tipologia: Rara | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 6            | 1.000          |
| 10   | Rara - Statica TR1000      | Tipologia: Rara | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 2            | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 3            | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.000          |
| 11   | Rara - Statica TR200       | Tipologia: Rara | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 6            | 1.000          |
| 13   | QP - Statica TR1000        | Tipologia: Rara | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 2            | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 3            | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.000          |
| 14   | QP - Statica TR200         | Tipologia: Rara | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 6            | 1.000          |

#### COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI DANNO

| Num. | Descrizione  | Parametri                | Tipo azione/categoria    | Condizione              | Moltiplicatore |
|------|--------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|----------------|
| 16   | SLD - TR1000 | Azione sismica: Presente | Permanente: Peso Proprio | Condizione peso proprio | 1.000          |



| Num. | Descrizione | Parametri                | Tipo azione/categoria          | Condizione              | Moltiplicatore |
|------|-------------|--------------------------|--------------------------------|-------------------------|----------------|
| 17   | SLD - TR200 | Azione sismica: Presente | Permanente: Permanente portato | Condizione 2            | 1.000          |
|      |             |                          | Permanente: Permanente portato | Condizione 3            | 1.000          |
|      |             |                          | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.000          |
|      |             |                          | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |             |                          | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.000          |
|      |             |                          | Permanente: Permanente portato | Condizione 6            | 1.000          |
|      |             |                          |                                |                         |                |



Prospettiva

Figura 11-6 – Modello FEM 3d





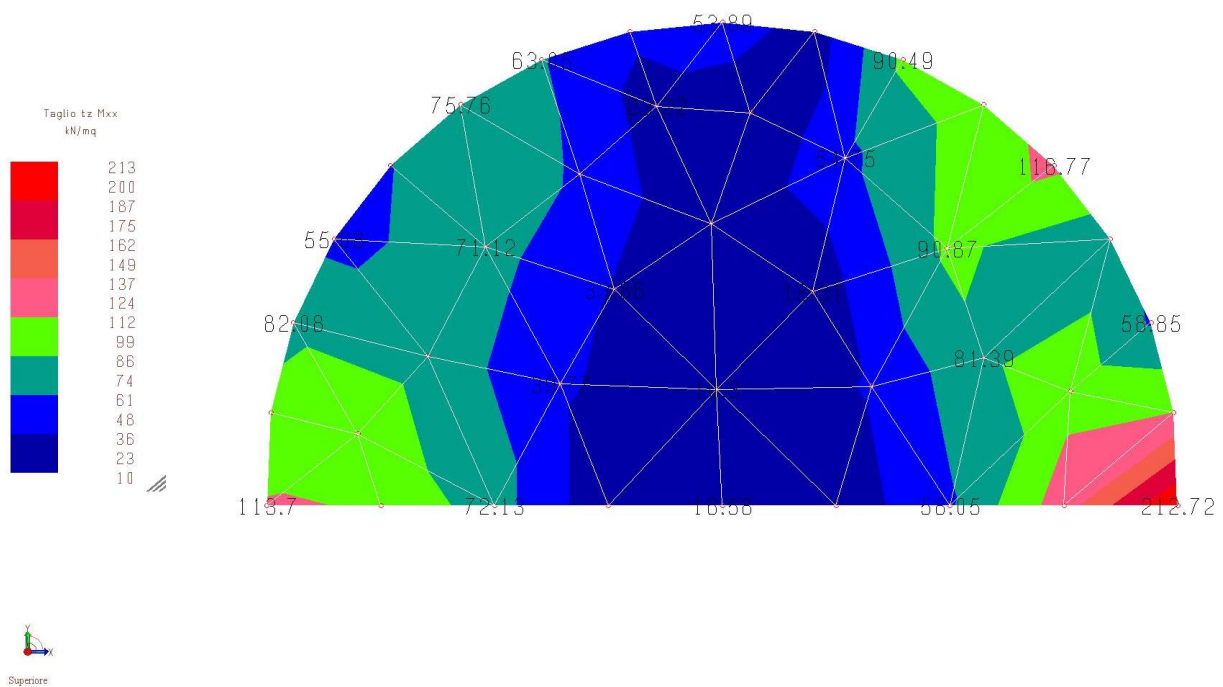


Figura 11-9 – Sollecitazioni di taglio tz Mxx platea [kN/m²]

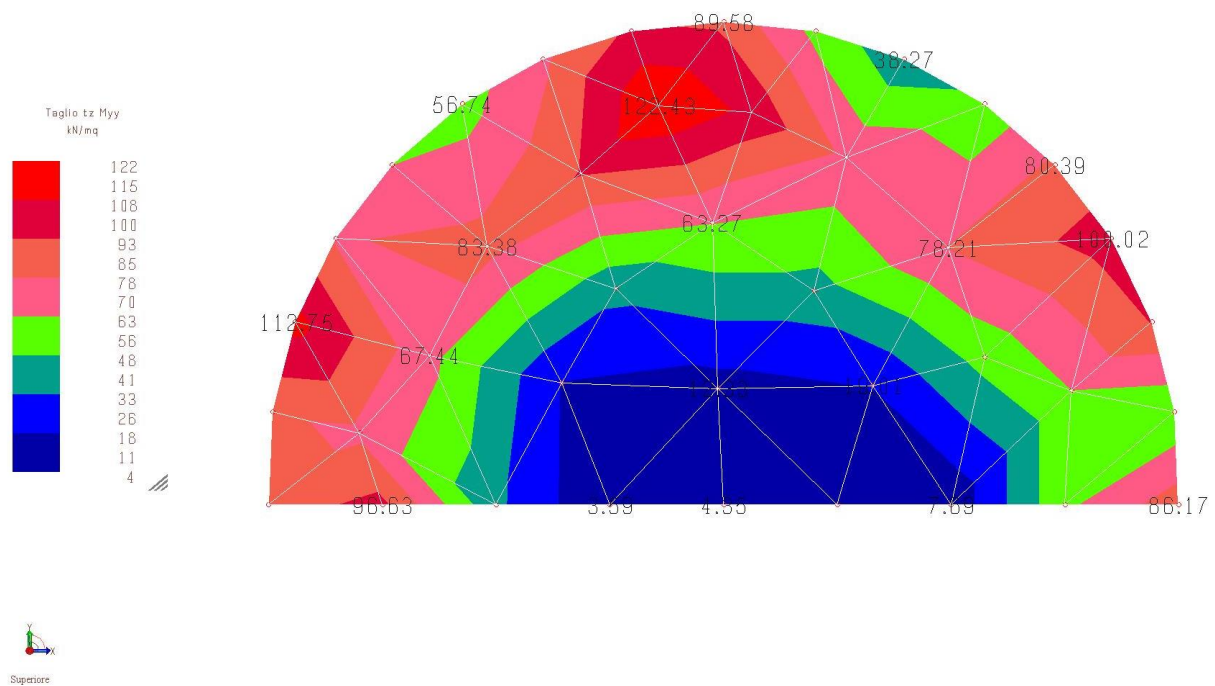


Figura 11-10 – Sollecitazioni di taglio tz Myy platea [kN/m²]

- Verifica a pressoflessione lungo x platea sp. medio 3.00 m

$M_{Ed} = 2581 \text{ kNm/m}$

La platea, risulta armata con maglia 8+8  $\Phi 26/100$ , pertanto risulta:

**Titolo :** Platea lungo x

N° strati barre  Zoom

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 300    |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 42.47    | 5      |
| 2  | 42.47    | 295    |

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. ☒ Metodo n

N<sub>Ed</sub>   kN  
 M<sub>xEd</sub>   kNm  
 M<sub>yEd</sub>

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN  yN

**Metodo di calcolo**  
☐ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☒ Metodo n

**Materiali**

| B450C            |               | C20/25           |        |
|------------------|---------------|------------------|--------|
| $\epsilon_{su}$  | 67.5 ‰        | $\epsilon_{c2}$  | 2 ‰    |
| $f_{yd}$         | 391.3 N/mm²   | $\epsilon_{cu}$  | 3.5 ‰  |
| $E_s$            | 200'000 N/mm² | $f_{cd}$         | 11.33  |
| $E_s/E_c$        | 15            | $f_{cc}/f_{cd}$  | 0.8    |
| $\epsilon_{syd}$ | 1.957 ‰       | $\sigma_{c,adm}$ | 8.5    |
| $\sigma_{s,adm}$ | 255 N/mm²     | $\tau_{co}$      | 0.5333 |
|                  |               | $\tau_{c1}$      | 1.686  |

$\sigma_c$   N/mm²  
 $\sigma_s$   N/mm²  
 $\epsilon_s$   ‰  
 d  cm  
 x  x/d   
 $\delta$

**Verifica**  
 N° iterazioni:

☐ Precompresso

Eseguendo verifiche allo SLE di tipo tensionale, si ha che:

$$\sigma_{c,max} = 0.45 f_{ck} = 0.45 \times 20.8 = 9.36 \text{ N/mm}^2 > \sigma_c = 2.97 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{s,max} = 0.8 f_{yk} = 0.8 \times 450 = 360 \text{ N/mm}^2 > \sigma_s = 216.7 \text{ N/mm}^2$$

- Verifica a pressoflessione lungo y platea sp. medio 3.00 m

$M_{Ed} =$

1565 kNm/m

La platea, risulta armata con maglia 8+8  $\Phi 26/100$ , pertanto risulta:

**Titolo :** Platea lungo y

N° strati barre  Zoom

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 300    |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 42.47    | 5      |
| 2  | 42.47    | 295    |

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. ☒ Metodo n

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN  yN

**Metodo di calcolo**  
☐ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☒ Metodo n

**Materiali**

| B450C            |               | C20/25           |        |
|------------------|---------------|------------------|--------|
| $\epsilon_{su}$  | 67.5 ‰        | $\epsilon_{c2}$  | 2 ‰    |
| $f_{yd}$         | 391.3 N/mm²   | $\epsilon_{cu}$  | 3.5 ‰  |
| $E_s$            | 200'000 N/mm² | $f_{cd}$         | 11.33  |
| $E_s/E_c$        | 15            | $f_{cc}/f_{cd}$  | 0.8    |
| $\epsilon_{syd}$ | 1.957 ‰       | $\sigma_{c,adm}$ | 8.5    |
| $\sigma_{s,adm}$ | 255 N/mm²     | $\tau_{co}$      | 0.5333 |
|                  |               | $\tau_{c1}$      | 1.686  |

$\sigma_c$  -1.805 N/mm²  
 $\sigma_s$  131.4 N/mm²  
 $\epsilon_s$  0.6571 ‰  
 d 295 cm  
 x 50.38 x/d 0.1708  
 $\delta$  0.7

**Verifica**  
 N° iterazioni:

☐ Precompresso

Eseguendo verifiche allo SLE di tipo tensionale, si ha che:

$$\sigma_{c,max} = 0.45 f_{ck} = 0.45 \times 20.8 = 9.36 \text{ N/mm}^2$$

$$> \sigma_c = 1.805 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{s,max} = 0.8 f_{yk} = 0.8 \times 450 = 360 \text{ N/mm}^2$$

$$> \sigma_s = 131.4 \text{ N/mm}^2$$



AMV S.r.l.  
Via San Lorenzo, 106  
34077 Ronchi dei Legionari  
(Gorizia) ItalyPh. +39 0481.779.903 r.a.  
Fax +39 0481.777.125  
E-mail: info@amv.it  
www.amv.itCap. Soc. € 10.920.00 i.v.  
P.Iva: IT00382470318  
C.F. e Iscriz. nel Reg. delle Imp. di GO  
00382470318 - R.E.A. GO n° 048216**Attestato dell'affidabilità del codice di calcolo e delle procedure implementate nei prodotti software AMV  
In base al paragrafo 10.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14.01.2008 e successivi aggiornamenti).**

In base a quanto richiesto al par. 10.2 del D.M. 14/01/2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni) il produttore e distributore AMV s.r.l. espone la seguente relazione riguardante il solutore numerico e, più in generale, la procedura di analisi e dimensionamento MasterSap. Si fa presente che sul proprio sito ([www.amv.it](http://www.amv.it)) è disponibile sia il manuale teorico del solutore sia il documento comprendente i numerosi esempi di validazione. Essendo tali documenti (formati da centinaia di pagine) di pubblico dominio, si ritiene sufficiente proporre una sintesi, sia pure adeguatamente esauriente, dell'argomento.

Il motore di calcolo adottato da MasterSap, denominato LIFE-Pack, è un programma ad elementi finiti che permette l'analisi statica e dinamica in ambito lineare e non lineare, con estensioni per il calcolo degli effetti del secondo ordine.

Il solutore lineare usato in analisi statica ed in analisi modale è basato su un classico algoritmo di fattorizzazione multifrontale per matrici sparse che utilizza la tecnica di condensazione supernodale ai fini di velocizzare le operazioni. Prima della fattorizzazione viene eseguito un riordino simmetrico delle righe e delle colonne del sistema lineare al fine di calcolare un percorso di eliminazione ottimale che massimizza la sparsità del fattore. Il solutore modale è basato sulla formulazione inversa dell'algoritmo di Lanczos noto come *Thick Restarted Lanczos* ed è particolarmente adatto alla soluzione di problemi di grande e grandissima dimensione ovvero con molti gradi di libertà. L'algoritmo di Lanczos oltre ad essere supportato da una rigorosa teoria matematica, è estremamente efficiente e competitivo e non ha limiti superiori nella dimensione dei problemi, se non quelli delle risorse hardware della macchina utilizzata per il calcolo.

Per la soluzione modale di piccoli progetti, caratterizzati da un numero di gradi di libertà inferiore a 500, l'algoritmo di Lanczos non è ottimale e pertanto viene utilizzato il classico solutore modale per matrici dense simmetriche contenuto nella ben nota libreria LAPACK.

L'analisi con i contributi del secondo ordine viene realizzata aggiornando la matrice di rigidezza elastica del sistema con i contributi della matrice di rigidezza geometrica.

Un'estensione non lineare, che introduce elementi a comportamento multilinerare, si avvale di un solutore incrementale che utilizza nella fase iterativa della soluzione il metodo del gradiente coniugato preconditionato.

Grande attenzione è stata riservata agli esempi di validazione del solutore. Gli esempi sono stati tratti dalla letteratura tecnica consolidata e i confronti sono stati realizzati con i risultati teorici e, in molti casi, con quelli prodotti, sugli esempi stessi, da prodotti internazionali di comparabile e riconosciuta validità. Il manuale di validazione è disponibile sul sito [www.amv.it](http://www.amv.it).

E' importante segnalare, forse ancora con maggior rilievo, che l'affidabilità del programma trova riscontro anche nei risultati delle prove di collaudo eseguite su sistemi progettati con MasterSap. I verbali di collaudo (per alcuni progetti di particolare importanza i risultati sono disponibili anche nella letteratura tecnica) documentano che i risultati delle prove, sia in campo statico che dinamico, sono corrispondenti con quelli dedotti dalle analisi numeriche, anche per merito della possibilità di dar luogo, con MasterSap, a raffinate modellazioni delle strutture. In MasterSap sono presenti moltissime procedure di controllo e filtri di autodia-gnostica. In fase di input, su ogni dato, viene eseguito un controllo di compatibilità. Un'ulteriore procedura di controllo può essere lanciata dall'utente in modo da individuare tutti gli errori gravi o gli eventuali difetti della modellazione. Analoghi controlli vengono eseguiti da MasterSap in fase di calcolo prima della preparazione dei dati per il solutore. I dati trasferiti al solutore sono facilmente consultabili attraverso la lettura del file di input in formato XML, leggibili in modo immediato dall'utente. Apposite procedure di controllo sono predisposte per i programmi di dimensionamento per l'acciaio, legno, alluminio, muratura etc. Tali controlli riguardano l'esito della verifica: vengono segnalati, per via numerica e grafica (vedi esempio a fianco), i casi in contrasto con le comuni tecniche costruttive e gli errori di dimensionamento (che bloccano lo sviluppo delle fasi successive della progettazione, ad esempio il disegno esecutivo). Nei casi previsti dalla norma, ad esempio qualora contemplato dalle disposizioni sismiche in applicazione, vengono eseguiti i controlli sulla geometria strutturale, che vengono segnalati con la stessa modalità dei difetti di progettazione.

Ulteriori funzioni, a disposizione dell'utente, agevolano il controllo dei dati e dei risultati. E' possibile eseguire una funzione di ricerca su tutte le proprietà (geometriche, fisiche, di carico etc) del modello individuando gli elementi interessati.

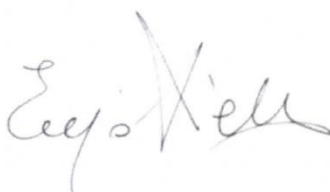
Si possono rappresentare e interrogare graficamente, in ogni sezione desiderata, tutti i risultati dell'analisi e del dimensionamento strutturale. Nel caso sismico viene evidenziata la posizione del centro di massa e di rigidezza del sistema.

Per gli edifici è possibile, per ogni piano, a partire dalle fondazioni, conoscere la risultante delle azioni verticali orizzontali. Analoghi risultati sono disponibili per i vincoli esterni.

Le altre procedure di calcolo, oltre a MasterSap, seguono la medesima impostazione teorica e lo stesso procedimento di validazione.

Nei relativi manuali viene fornita una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, dei metodi e criteri usati per il dimensionamento strutturale e delle sezioni; vengono forniti esempi significativi che possono essere facilmente replicati, segnalando che si tratta spesso di procedure di calcolo e di verifica, che per loro natura, non denotano particolari complessità teoriche e concettuali.

Il rilascio di ogni nuova versione dei programmi è sottoposta a rigorosi check automatici che mettono a confronto i risultati della release in esame con quelli già validati e realizzati da versioni precedenti. Inoltre, sessioni specifiche di lavoro sono condotte da personale esperto per controllare il corretto funzionamento delle varie procedure software, con particolare riferimento a quelle che sono state oggetto di interventi manutentivi o di aggiornamento.

AMV s.r.l.  
Il legale rappresentante  
Ing. Eugenio Aiello

## 11.2 VERIFICHE PLATEA CENTRALE SP. MEDIO 3.00 M - VERIFICA A FESSURAZIONE

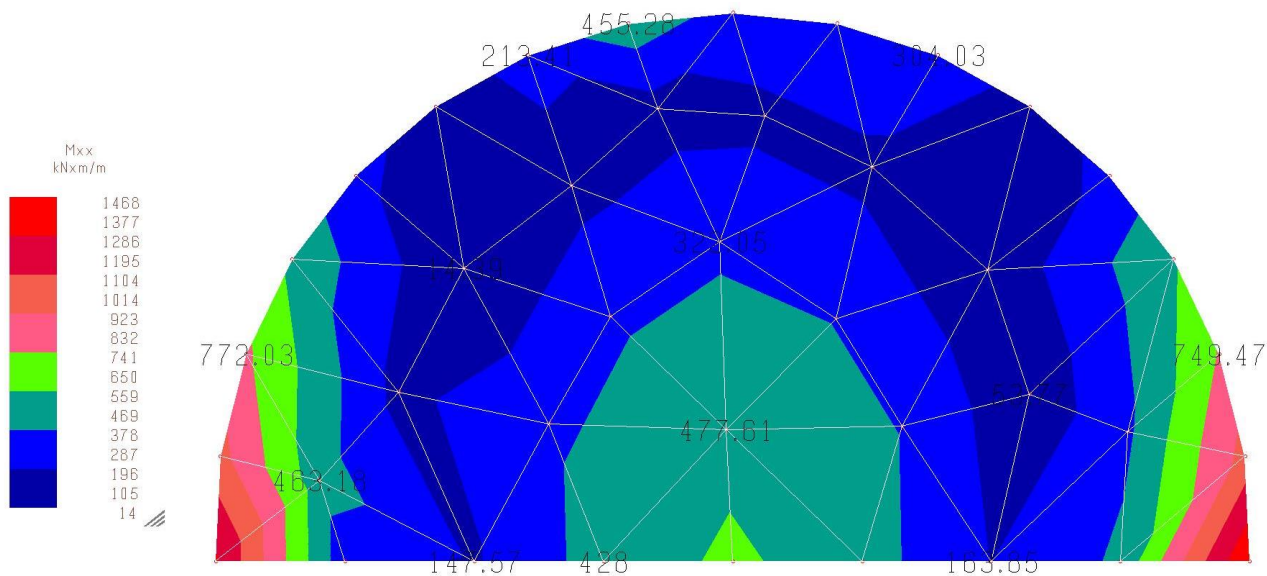


Figura 11-11 – Sollecitazioni di momento Mxx platea [kNm/m]

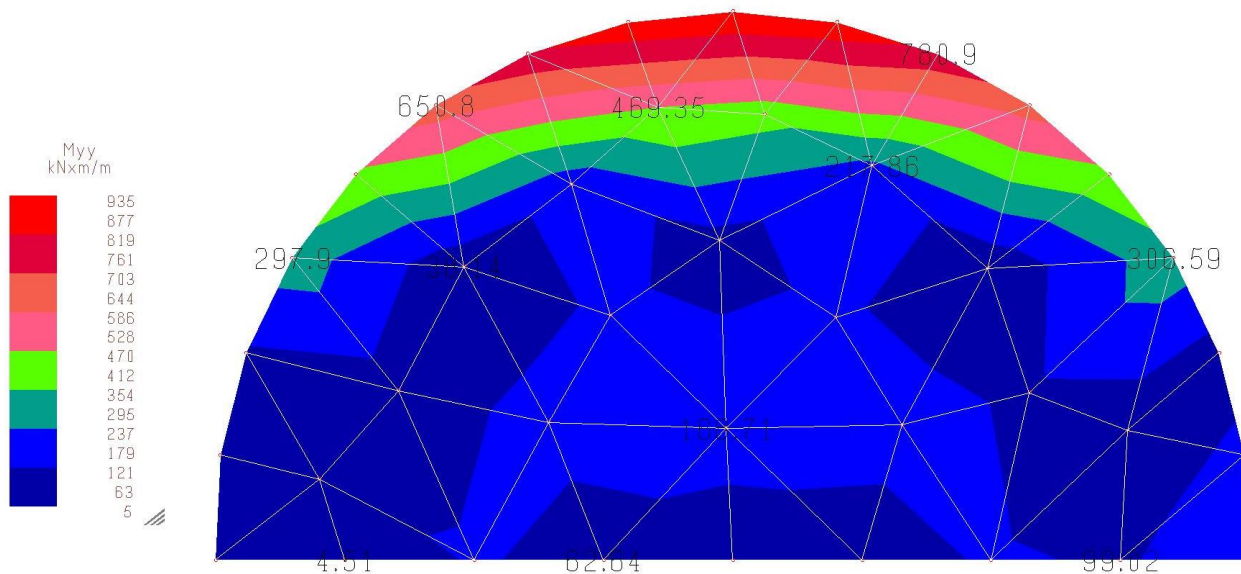


Figura 11-12 – Sollecitazioni di momento Myy platea [kNm/m]

- Verifica a fessurazione in direzione maggiormente sollecitata

| Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente   |                                 |                              |
|---|---------------------------------|------------------------------|
| <b>Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente</b>      | <b><math>M_{Ed,q.p.}</math></b> | <b>1468 [kNm]</b>            |
| Durata del carico   |                                 | lunga [-]                    |
| Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore                        | $x$                             | 503,85 [mm]                  |
| Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata | $\sigma_s$                      | 123,26 [MPa]                 |
| Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo    | $f_{ct,eff}$                    | 3,0 [MPa]                    |
| Fattore dipendente dalla durata del carico                            | $k_t$                           | 0,4 [-]                      |
| Altezza efficace  | $h_{c,eff}$                     | 125 [mm]                     |
| Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura              | $A_{c,eff}$                     | 125000 [mm <sup>2</sup> ]    |
| Rapporto geometrico sull'area efficace                                | $\rho_{p,eff}$                  | 0,03398 [-]                  |
| Rapporto tra $E_s/E_{cm}$   | $\alpha_e$                      | 6,00 [-]                     |
| Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo | $\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$ | 0,000402 [-]<br>0,000402 [-] |
| Determinazione del diametro equivalente delle barre tese              | $\phi_{eq}$                     | 26,00 [mm]                   |
| Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre     | $k_1$                           | 0,8 [-]                      |
| Coefficiente che tiene conto della flessione pura                     | $k_2$                           | 0,5 [-]                      |
|   | $k_3$                           | 3,4 [-]                      |
|   | $k_4$                           | 0,425 [-]                    |
| Distanza massima tra le fessure                                       | $s_{r,max}$                     | 300,08 [mm]<br>300,08 [mm]   |
| <b>Ampiezza delle fessure</b>   | <b><math>w_k</math></b>         | <b>0,1207 [mm]</b>           |
| <b>Ampiezza massima delle fessure</b>                                 | <b><math>w_{max}</math></b>     | <b>0,2 [mm]</b>              |



### 11.3 VERIFICA A STABILITÀ GLOBALE – SOLLEVAMENTO

Si riportano di seguito l'analisi e la verifica a sollevamento di una sezione trasversale tipologica del blocco n°1 (Sezione 1) di larghezza unitaria, soggetto ad una sottopressione idraulica dovuta alla falda posta a quota 130.80 mslm, di 2.53 m. Tale verifica risulta cautelativa, in quanto tale blocco avente forma a ferro di cavallo, risulta nel complesso molto più massiccia di quanto non sia in sezione 1.

In condizioni statiche le azioni sollecitanti (sottospinta idraulica) e resistenti (peso proprio manufatto) verranno moltiplicate per i corrispondenti coefficienti di sicurezza pari a 0.9 (azioni favorevoli) e a 1.1 (azioni sfavorevoli)

|  |            |
|--|------------|
| B = base manufatto soggetto a sottospinta =  | 43.86 m    |
| S = sottospinta idraulica complessiva = $2.53 \times 10.0 \times 43.86 \times 1.1 =$ | 1220.62 kN |
| A = sezione trasversale sezione manufatto =  | 254.10 mq  |
| G = peso sezione manufatto = $254.10 \times 23.5 \times 0.9 =$                       | 5374.21 kN |

Il coefficiente di sicurezza a sollevamento vale:

$$FS = G / S = 5374.21 / 1220.62 = 4.40 > 1$$

In condizioni sismiche, si verifica il manufatto sottoposto anche all'azione inerziale verticale verso l'alto, in condizioni SLC; i coefficienti moltiplicativi delle azioni vengono posti pari a 1.0, in quanto trattasi di condizioni eccezionali.

|  |            |
|--|------------|
| B = base manufatto soggetto a sottospinta =  | 43.86 m    |
| S = sottospinta idraulica complessiva = $2.53 \times 10.0 \times 43.86 \times 1.0 =$ | 1109.65 kN |
| A = sezione trasversale sezione manufatto =  | 254.10 mq  |
| G = peso sezione manufatto = $254.10 \times 23.5 \times 1.0 =$                       | 5971.34 kN |
| Ev = azione inerziale verticale = $0.240 \times 5971.34 =$                           | 1433.12 kN |

Il coefficiente di sicurezza a sollevamento vale:

$$FS = G / (S+Ev) = 5971.34 / 2542.77 = 2.35 > 1$$

## 12 ALLEGATO 2

### BLOCCHI 2-3 – SFIORATORE

#### 12.1 VERIFICHE STRUTTURALI PLATEA

Si riportano nel seguito le analisi e le verifiche strutturali della platea di fondazione in c.a. e del paramento in cls relative al blocco n°3 del manufatto di sfioro – Manufatto C, soggetto alle spinte idrostatiche e idrodinamiche nelle due diverse condizioni di carico: livelli di piena TR200 e TR1000, in quanto maggiormente sollecitata rispetto al blocco n°2.

Le verifiche strutturali del paramento in cls verranno riportate all'interno dell'allegato n°2 per una sezione tipologica maggiormente sollecitata rispetto a quella relativa a tale blocco in analisi (Sezione n°3)

##### 12.1.1 MODELLO DI CALCOLO FEM – SLU – SLV - PLATEA

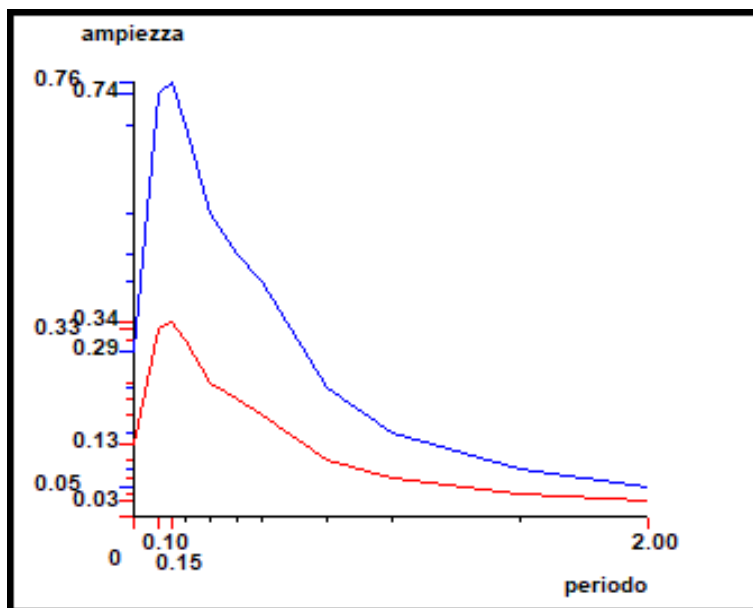
###### 12.1.1.1 TABULATI DI ANALISI

### STAMPA DEI DATI DI PROGETTO

#### INTESTAZIONE E DATI CARATTERISTICI DELLA STRUTTURA

|                                  |                         |
|----------------------------------|-------------------------|
| Nome dell'archivio di lavoro     | <b>Modello blocco 3</b> |
| Intestazione del lavoro          | <b>Blocco 3 SLV</b>     |
| Tipo di struttura                | Nello Spazio            |
| Tipo di analisi                  | Statica e Dinamica      |
| Tipo di soluzione                | Lineare                 |
| Unita' di misura delle forze     | kN                      |
| Unita' di misura delle lunghezze | m                       |
| Normativa                        | NTC-2008                |
| Spettro sismico locale           |                         |

**Grafico spettri Norme Tecniche delle Costruzioni 2008**



Fattore di importanza  $\gamma_i$  1 applicato

*Spettri orizzontali:*

| Num. | Periodo | A.slu X |
|------|---------|---------|
| 1    | 0.000   | 0.2880  |
| 2    | 0.100   | 0.7380  |
| 3    | 0.150   | 0.7580  |
| 4    | 0.200   | 0.6840  |
| 5    | 0.300   | 0.5280  |
| 6    | 0.400   | 0.4580  |
| 7    | 0.500   | 0.4100  |
| 8    | 0.750   | 0.2260  |
| 9    | 1.000   | 0.1480  |
| 10   | 1.500   | 0.0839  |
| 11   | 2.000   | 0.0532  |

*Spettro verticale:*

| Num. | Periodo | A.slu Z |
|------|---------|---------|
| 1    | 0.000   | 0.1267  |
| 2    | 0.100   | 0.3267  |
| 3    | 0.150   | 0.3400  |
| 4    | 0.200   | 0.3067  |
| 5    | 0.300   | 0.2333  |
| 6    | 0.400   | 0.2067  |
| 7    | 0.500   | 0.1800  |
| 8    | 0.750   | 0.1000  |
| 9    | 1.000   | 0.0667  |

|    |       |        |
|----|-------|--------|
| 10 | 1.500 | 0.0400 |
| 11 | 2.000 | 0.0267 |

Comportamento strutturale

NON Dissipativo

**STATO LIMITE ULTIMO**

|  |       |
|--|-------|
| Coefficiente di smorzamento                  | 5%    |
| Eccentricita' accidentale                    | 0%    |
| Numero di frequenze                          | 50    |
| Fattore q di struttura per sisma orizzontale | qor=1 |
| Periodo proprio T1 in direzione X            | 0.500 |
| Periodo proprio T1 in direzione Y            | 0.500 |

**TABELLA MASSE ECCITATE**
**PROSPETTO RIASSUNTIVO MODI PRINCIPALI**

| Periodo principale | T1        | Massa     | Massa % | Modo | Note |
|--------------------|-----------|-----------|---------|------|------|
| Direzione X        | +2.30e-02 | +2.45e+03 | 23      | 18   | --   |
| Direzione Y        | +2.99e-02 | +7.94e+02 | 7       | 12   | --   |
| Direzione Z        | +9.16e-02 | +2.17e+04 | 75      | 2    | --   |

**PROSPETTO RIASSUNTIVO MASSE ECCITATE  
PER QUOTA MAGGIORE DI: 0.00**

| Analisi | Direz.X   | %  | Direz.Y   | %  | Direz. Z  | %  |
|---------|-----------|----|-----------|----|-----------|----|
| --      | +8.96e+03 | 87 | +8.86e+03 | 86 | +2.78e+04 | 97 |

**FREQUENZE PROPRIE DI OSCILLAZIONE**

| Numero | Pulsazione | Frequenza  | Periodo    | Precisione |
|--------|------------|------------|------------|------------|
| 1      | 6.805e+001 | 1.083e+001 | 9.233e-002 | 0.000e+000 |
| 2      | 6.862e+001 | 1.092e+001 | 9.157e-002 | 0.000e+000 |
| 3      | 1.001e+002 | 1.593e+001 | 6.279e-002 | 0.000e+000 |
| 4      | 1.007e+002 | 1.603e+001 | 6.238e-002 | 0.000e+000 |
| 5      | 1.028e+002 | 1.636e+001 | 6.113e-002 | 0.000e+000 |
| 6      | 1.035e+002 | 1.647e+001 | 6.073e-002 | 0.000e+000 |
| 7      | 1.462e+002 | 2.327e+001 | 4.296e-002 | 0.000e+000 |
| 8      | 1.526e+002 | 2.429e+001 | 4.117e-002 | 0.000e+000 |
| 9      | 1.529e+002 | 2.433e+001 | 4.111e-002 | 0.000e+000 |
| 10     | 1.620e+002 | 2.579e+001 | 3.877e-002 | 0.000e+000 |
| 11     | 2.087e+002 | 3.322e+001 | 3.011e-002 | 0.000e+000 |
| 12     | 2.104e+002 | 3.349e+001 | 2.986e-002 | 0.000e+000 |
| 13     | 2.381e+002 | 3.790e+001 | 2.638e-002 | 0.000e+000 |
| 14     | 2.587e+002 | 4.118e+001 | 2.428e-002 | 0.000e+000 |
| 15     | 2.633e+002 | 4.191e+001 | 2.386e-002 | 0.000e+000 |
| 16     | 2.655e+002 | 4.226e+001 | 2.366e-002 | 0.000e+000 |
| 17     | 2.682e+002 | 4.269e+001 | 2.342e-002 | 0.000e+000 |
| 18     | 2.728e+002 | 4.342e+001 | 2.303e-002 | 0.000e+000 |
| 19     | 2.731e+002 | 4.346e+001 | 2.301e-002 | 0.000e+000 |
| 20     | 2.797e+002 | 4.451e+001 | 2.246e-002 | 0.000e+000 |
| 21     | 2.890e+002 | 4.600e+001 | 2.174e-002 | 0.000e+000 |
| 22     | 2.912e+002 | 4.634e+001 | 2.158e-002 | 0.000e+000 |
| 23     | 3.082e+002 | 4.905e+001 | 2.039e-002 | 0.000e+000 |
| 24     | 3.136e+002 | 4.992e+001 | 2.003e-002 | 0.000e+000 |

| Numero | Pulsazione | Frequenza  | Periodo    | Precisione |
|--------|------------|------------|------------|------------|
| 25     | 3.149e+002 | 5.011e+001 | 1.996e-002 | 0.000e+000 |
| 26     | 3.375e+002 | 5.371e+001 | 1.862e-002 | 0.000e+000 |
| 27     | 3.441e+002 | 5.477e+001 | 1.826e-002 | 0.000e+000 |
| 28     | 3.456e+002 | 5.501e+001 | 1.818e-002 | 0.000e+000 |
| 29     | 3.513e+002 | 5.591e+001 | 1.789e-002 | 0.000e+000 |
| 30     | 3.775e+002 | 6.007e+001 | 1.665e-002 | 0.000e+000 |
| 31     | 3.823e+002 | 6.085e+001 | 1.643e-002 | 0.000e+000 |
| 32     | 3.941e+002 | 6.272e+001 | 1.594e-002 | 0.000e+000 |
| 33     | 3.948e+002 | 6.283e+001 | 1.592e-002 | 0.000e+000 |
| 34     | 4.091e+002 | 6.512e+001 | 1.536e-002 | 5.043e-030 |
| 35     | 4.107e+002 | 6.536e+001 | 1.530e-002 | 3.580e-028 |
| 36     | 4.140e+002 | 6.589e+001 | 1.518e-002 | 6.812e-028 |
| 37     | 4.148e+002 | 6.602e+001 | 1.515e-002 | 1.477e-027 |
| 38     | 4.219e+002 | 6.714e+001 | 1.489e-002 | 4.716e-027 |
| 39     | 4.226e+002 | 6.726e+001 | 1.487e-002 | 1.232e-026 |
| 40     | 4.360e+002 | 6.938e+001 | 1.441e-002 | 3.704e-022 |
| 41     | 4.364e+002 | 6.946e+001 | 1.440e-002 | 1.881e-024 |
| 42     | 4.475e+002 | 7.122e+001 | 1.404e-002 | 4.263e-023 |
| 43     | 4.508e+002 | 7.175e+001 | 1.394e-002 | 2.243e-021 |
| 44     | 4.526e+002 | 7.203e+001 | 1.388e-002 | 9.900e-022 |
| 45     | 4.689e+002 | 7.462e+001 | 1.340e-002 | 1.412e-019 |
| 46     | 4.696e+002 | 7.473e+001 | 1.338e-002 | 3.608e-019 |
| 47     | 4.767e+002 | 7.588e+001 | 1.318e-002 | 1.148e-018 |
| 48     | 4.886e+002 | 7.776e+001 | 1.286e-002 | 9.236e-017 |
| 49     | 4.902e+002 | 7.802e+001 | 1.282e-002 | 5.346e-016 |
| 50     | 4.966e+002 | 7.903e+001 | 1.265e-002 | 5.711e-016 |

## COEFFICIENTI DI PARTECIPAZIONE MODALE

| Modo | Direz.X    | Direz.Y    | Direz.Z    |
|------|------------|------------|------------|
| 1    | 1.265e+00  | 3.151e-01  | 8.255e+00  |
| 2    | 6.079e-02  | -1.870e-01 | -1.514e+02 |
| 3    | -7.802e-01 | -1.034e+01 | 3.007e+01  |
| 4    | 3.675e-02  | 1.171e+01  | 1.071e+00  |
| 5    | -1.557e+00 | -1.594e+00 | -6.673e+01 |
| 6    | -2.554e+00 | 5.015e+00  | 3.219e+01  |
| 7    | -1.819e-02 | -6.125e-03 | -2.190e+01 |
| 8    | -6.885e-01 | -1.104e+00 | 2.619e-02  |
| 9    | 3.558e-01  | -6.712e-01 | 9.450e-03  |
| 10   | 2.630e-03  | 1.153e-02  | -1.895e+00 |
| 11   | -8.664e-01 | -2.801e+01 | -1.530e-02 |
| 12   | -3.109e-01 | 2.818e+01  | 3.226e-02  |
| 13   | -1.153e-01 | -4.774e-03 | 1.290e-01  |
| 14   | 1.470e+01  | 1.619e+01  | 1.485e-01  |
| 15   | 9.329e+00  | -2.076e+01 | -1.939e-02 |
| 16   | 3.086e+00  | -1.651e+01 | 9.906e-02  |
| 17   | 1.133e+01  | 1.573e+01  | -1.229e-01 |
| 18   | -4.955e+01 | 2.540e-02  | 1.144e-01  |
| 19   | 3.042e+01  | -1.056e+01 | 1.601e-01  |
| 20   | 7.754e+00  | -5.702e-01 | -2.062e-02 |
| 21   | -3.820e+00 | 1.698e+01  | -7.304e-03 |
| 22   | -1.095e+01 | -1.751e+01 | -2.038e-02 |
| 23   | -4.517e-01 | -1.211e-02 | 1.341e-02  |
| 24   | -1.406e+00 | -2.400e+00 | 4.789e-02  |
| 25   | 2.446e-01  | -7.971e-01 | 7.609e-03  |

| Modo | Direz.X    | Direz.Y    | Direz.Z    |
|------|------------|------------|------------|
| 26   | -1.930e+00 | -9.872e+00 | -3.742e-04 |
| 27   | 3.388e-01  | -3.570e+00 | -4.951e-02 |
| 28   | -9.391e-01 | 5.747e-01  | 1.034e-02  |
| 29   | -6.386e-01 | 6.768e+00  | -1.940e-02 |
| 30   | -7.341e-01 | 3.910e+00  | 3.087e-02  |
| 31   | 2.403e-01  | 4.897e+00  | 2.994e-02  |
| 32   | 3.648e-01  | -9.307e-02 | -4.914e-03 |
| 33   | -1.006e-02 | -1.893e-03 | -5.846e-02 |
| 34   | -9.780e-03 | 7.093e-04  | -1.640e-02 |
| 35   | -5.645e-01 | -2.927e-01 | -1.961e-02 |
| 36   | 1.717e-01  | -2.157e+00 | 3.750e-01  |
| 37   | 4.715e-01  | 1.832e+00  | -1.492e-01 |
| 38   | -3.334e-02 | -1.654e+00 | -5.645e-01 |
| 39   | 4.937e-02  | 2.816e-01  | 6.669e-01  |
| 40   | -6.964e-02 | 5.684e-01  | -1.221e-01 |
| 41   | -3.679e-01 | 1.566e+00  | 2.765e-01  |
| 42   | 3.743e-02  | 8.076e-01  | 1.160e-01  |
| 43   | 1.789e-01  | 3.675e-01  | 2.376e-01  |
| 44   | 3.226e-02  | 3.102e+00  | -5.184e-02 |
| 45   | -3.609e-01 | 8.838e-01  | 4.494e-03  |
| 46   | -1.897e-01 | 9.716e-01  | -1.125e-01 |
| 47   | 1.606e-01  | -2.372e+00 | 4.138e-03  |
| 48   | -1.511e-01 | -1.946e+00 | -3.988e-02 |
| 49   | 4.000e-01  | 1.301e+00  | 6.074e-02  |
| 50   | 2.288e-01  | 1.091e-01  | -4.254e-02 |

### MASSA ECCITATA PER QUOTA Z MAGGIORE DI :0.00

| Modo        | Direz.X   | % | Direz.Y   | %  | Direz.Z   | %  |
|-------------|-----------|---|-----------|----|-----------|----|
| Modo: 1     | +1.60e+00 | 0 | +9.93e-02 | 0  | +6.42e+01 | 0  |
| Progressiva | +1.60e+00 | 0 | +9.93e-02 | 0  | +6.42e+01 | 0  |
| Modo: 2     | +3.70e-03 | 0 | +3.50e-02 | 0  | +2.17e+04 | 76 |
| Progressiva | +1.60e+00 | 0 | +1.34e-01 | 0  | +2.18e+04 | 76 |
| Modo: 3     | +6.09e-01 | 0 | +1.07e+02 | 1  | +7.67e+02 | 3  |
| Progressiva | +2.21e+00 | 0 | +1.07e+02 | 1  | +2.25e+04 | 79 |
| Modo: 4     | +1.35e-03 | 0 | +1.37e+02 | 1  | +1.05e+00 | 0  |
| Progressiva | +2.21e+00 | 0 | +2.44e+02 | 2  | +2.25e+04 | 79 |
| Modo: 5     | +2.42e+00 | 0 | +2.54e+00 | 0  | +3.73e+03 | 13 |
| Progressiva | +4.64e+00 | 0 | +2.47e+02 | 2  | +2.63e+04 | 92 |
| Modo: 6     | +6.52e+00 | 0 | +2.51e+01 | 0  | +8.62e+02 | 3  |
| Progressiva | +1.12e+01 | 0 | +2.72e+02 | 3  | +2.71e+04 | 95 |
| Modo: 7     | +3.31e-04 | 0 | +3.75e-05 | 0  | +2.86e+02 | 1  |
| Progressiva | +1.12e+01 | 0 | +2.72e+02 | 3  | +2.74e+04 | 96 |
| Modo: 8     | +4.74e-01 | 0 | +1.22e+00 | 0  | +2.15e-03 | 0  |
| Progressiva | +1.16e+01 | 0 | +2.73e+02 | 3  | +2.74e+04 | 96 |
| Modo: 9     | +1.27e-01 | 0 | +4.50e-01 | 0  | +3.01e-03 | 0  |
| Progressiva | +1.18e+01 | 0 | +2.74e+02 | 3  | +2.74e+04 | 96 |
| Modo: 10    | +6.92e-06 | 0 | +1.33e-04 | 0  | +1.36e+02 | 0  |
| Progressiva | +1.18e+01 | 0 | +2.74e+02 | 3  | +2.75e+04 | 96 |
| Modo: 11    | +7.51e-01 | 0 | +7.85e+02 | 8  | +7.27e-05 | 0  |
| Progressiva | +1.25e+01 | 0 | +1.06e+03 | 10 | +2.75e+04 | 96 |
| Modo: 12    | +9.67e-02 | 0 | +7.94e+02 | 8  | +7.44e-04 | 0  |

| Modo        | Direz.X    | %  | Direz.Y   | %  | Direz.Z   | %  |
|-------------|------------|----|-----------|----|-----------|----|
| Progressiva | +1.26e+01  | 0  | +1.85e+03 | 18 | +2.75e+04 | 96 |
| Modo: 13    | +1.33e-02  | 0  | +2.28e-05 | 0  | +1.33e+02 | 0  |
| Progressiva | +1.26e+01  | 0  | +1.85e+03 | 18 | +2.77e+04 | 97 |
| Modo: 14    | +2.16e+02  | 2  | +2.62e+02 | 3  | +8.22e-03 | 0  |
| Progressiva | +2.29e+02  | 2  | +2.11e+03 | 21 | +2.77e+04 | 97 |
| Modo: 15    | +8.70e+01  | 1  | +4.31e+02 | 4  | +6.27e-05 | 0  |
| Progressiva | +3.16e+02  | 3  | +2.55e+03 | 25 | +2.77e+04 | 97 |
| Modo: 16    | +9.52e+00  | 0  | +2.72e+02 | 3  | +7.15e-03 | 0  |
| Progressiva | +3.25e+02  | 3  | +2.82e+03 | 27 | +2.77e+04 | 97 |
| Modo: 17    | +1.28e+02  | 1  | +2.48e+02 | 2  | +7.07e-03 | 0  |
| Progressiva | +4.54e+02  | 4  | +3.07e+03 | 30 | +2.77e+04 | 97 |
| Modo: 18    | +2.45e+03  | 24 | +6.45e-04 | 0  | +3.95e-03 | 0  |
| Progressiva | +2.91e+03  | 28 | +3.07e+03 | 30 | +2.77e+04 | 97 |
| Modo: 19    | +9.25e+02  | 9  | +1.11e+02 | 1  | +3.00e-05 | 0  |
| Progressiva | +3.83e+03  | 37 | +3.18e+03 | 31 | +2.77e+04 | 97 |
| Modo: 20    | +6.01e+01  | 1  | +3.25e-01 | 0  | +3.26e-01 | 0  |
| Progressiva | +3.89e+03  | 38 | +3.18e+03 | 31 | +2.77e+04 | 97 |
| Modo: 21    | +1.46e+01  | 0  | +2.88e+02 | 3  | +5.03e-04 | 0  |
| Progressiva | +3.91e+03  | 38 | +3.47e+03 | 34 | +2.77e+04 | 97 |
| Modo: 22    | +1.20e+02  | 1  | +3.07e+02 | 3  | +6.62e-05 | 0  |
| Progressiva | +4.03e+03  | 39 | +3.77e+03 | 37 | +2.77e+04 | 97 |
| Modo: 23    | +2.04e-01  | 0  | +1.47e-04 | 0  | +1.60e+00 | 0  |
| Progressiva | +4.03e+03  | 39 | +3.77e+03 | 37 | +2.77e+04 | 97 |
| Modo: 24    | +1.98e+00  | 0  | +5.76e+00 | 0  | +2.93e-03 | 0  |
| Progressiva | +4.03e+03  | 39 | +3.78e+03 | 37 | +2.77e+04 | 97 |
| Modo: 25    | +5.98e-02  | 0  | +6.35e-01 | 0  | +5.21e-05 | 0  |
| Progressiva | +4.03e+03  | 39 | +3.78e+03 | 37 | +2.77e+04 | 97 |
| Modo: 26    | +3.73e+00  | 0  | +9.75e+01 | 1  | +2.71e-06 | 0  |
| Progressiva | +4.03e+03  | 39 | +3.88e+03 | 38 | +2.77e+04 | 97 |
| Modo: 27    | +1.15e-01  | 0  | +1.27e+01 | 0  | +1.77e-03 | 0  |
| Progressiva | +4.03e+03  | 39 | +3.89e+03 | 38 | +2.77e+04 | 97 |
| Modo: 28    | +8.82e-01  | 0  | +3.30e-01 | 0  | +4.12e-05 | 0  |
| Progressiva | +4.04e+03  | 39 | +3.89e+03 | 38 | +2.77e+04 | 97 |
| Modo: 29    | +1.038e+02 | 10 | +4.58e+01 | 0  | +4.02e-04 | 0  |
| Progressiva | +5.04e+03  | 49 | +3.94e+03 | 38 | +2.77e+04 | 97 |
| Modo: 30    | +5.39e-01  | 0  | +1.53e+01 | 0  | +1.03e-03 | 0  |
| Progressiva | +5.04e+03  | 49 | +3.95e+03 | 38 | +2.77e+04 | 97 |
| Modo: 31    | +5.77e-02  | 0  | +2.40e+01 | 0  | +9.89e-04 | 0  |
| Progressiva | +5.04e+03  | 49 | +3.97e+03 | 39 | +2.77e+04 | 97 |
| Modo: 32    | +1.33e-01  | 0  | +4.22e+03 | 41 | +6.09e-05 | 0  |
| Progressiva | +5.04e+03  | 49 | +8.24e+03 | 80 | +2.77e+04 | 97 |
| Modo: 33    | +1.01e-04  | 0  | +3.58e-06 | 0  | +1.04e+02 | 0  |
| Progressiva | +5.04e+03  | 49 | +8.24e+03 | 80 | +2.78e+04 | 97 |
| Modo: 34    | +6.18e+02  | 6  | +5.03e-07 | 0  | +1.36e+00 | 0  |
| Progressiva | +5.66e+03  | 55 | +8.24e+03 | 80 | +2.78e+04 | 97 |
| Modo: 35    | +3.19e-01  | 0  | +8.57e-02 | 0  | +4.29e-04 | 0  |
| Progressiva | +5.66e+03  | 55 | +8.24e+03 | 80 | +2.78e+04 | 97 |
| Modo: 36    | +2.95e-02  | 0  | +4.65e+00 | 0  | +1.45e-01 | 0  |
| Progressiva | +5.66e+03  | 55 | +8.24e+03 | 80 | +2.78e+04 | 97 |
| Modo: 37    | +2.22e-01  | 0  | +6.18e+02 | 6  | +2.33e-02 | 0  |
| Progressiva | +5.66e+03  | 55 | +8.86e+03 | 86 | +2.78e+04 | 97 |
| Modo: 38    | +2.36e+03  | 23 | +2.74e+00 | 0  | +3.37e-01 | 0  |
| Progressiva | +8.03e+03  | 78 | +8.86e+03 | 86 | +2.78e+04 | 97 |
| Modo: 39    | +2.44e-03  | 0  | +7.93e-02 | 0  | +4.55e-01 | 0  |

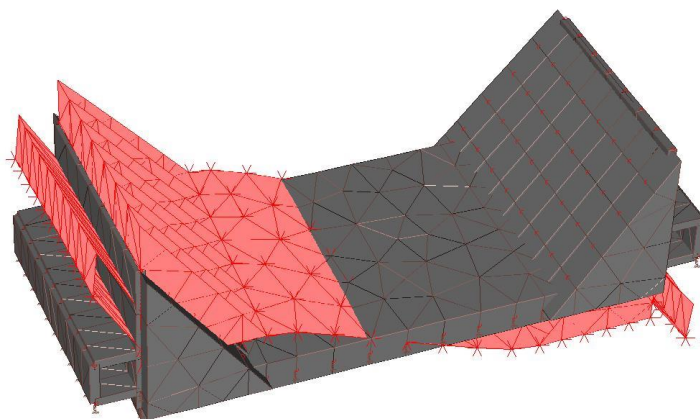


| Modo        | Direz.X   | %  | Direz.Y   | %  | Direz.Z   | %  |
|-------------|-----------|----|-----------|----|-----------|----|
| Progressiva | +8.03e+03 | 78 | +8.86e+03 | 86 | +2.78e+04 | 97 |
| Modo: 40    | +4.85e-03 | 0  | +3.23e-01 | 0  | +1.58e-02 | 0  |
| Progressiva | +8.03e+03 | 78 | +8.86e+03 | 86 | +2.78e+04 | 97 |
| Modo: 41    | +1.35e-01 | 0  | +2.45e+00 | 0  | +8.42e-02 | 0  |
| Progressiva | +8.03e+03 | 78 | +8.86e+03 | 86 | +2.78e+04 | 97 |
| Modo: 42    | +9.27e+02 | 9  | +6.52e-01 | 0  | +1.51e-02 | 0  |
| Progressiva | +8.96e+03 | 87 | +8.86e+03 | 86 | +2.78e+04 | 97 |
| Modo: 43    | +3.20e-02 | 0  | +1.35e-01 | 0  | +5.73e-02 | 0  |
| Progressiva | +8.96e+03 | 87 | +8.86e+03 | 86 | +2.78e+04 | 97 |
| Modo: 44    | +1.04e-03 | 0  | +9.62e+00 | 0  | +3.35e-03 | 0  |
| Progressiva | +8.96e+03 | 87 | +8.86e+03 | 86 | +2.78e+04 | 97 |
| Modo: 45    | +1.30e-01 | 0  | +7.81e-01 | 0  | +3.60e-05 | 0  |
| Progressiva | +8.96e+03 | 87 | +8.86e+03 | 86 | +2.78e+04 | 97 |
| Modo: 46    | +3.60e-02 | 0  | +9.44e-01 | 0  | +1.24e-02 | 0  |
| Progressiva | +8.96e+03 | 87 | +8.86e+03 | 86 | +2.78e+04 | 97 |
| Modo: 47    | +2.58e-02 | 0  | +5.63e+00 | 0  | +6.31e-05 | 0  |
| Progressiva | +8.96e+03 | 87 | +8.86e+03 | 86 | +2.78e+04 | 97 |
| Modo: 48    | +2.28e-02 | 0  | +3.79e+00 | 0  | +1.72e-03 | 0  |
| Progressiva | +8.96e+03 | 87 | +8.86e+03 | 86 | +2.78e+04 | 97 |
| Modo: 49    | +1.60e-01 | 0  | +1.69e+00 | 0  | +4.92e-03 | 0  |
| Progressiva | +8.96e+03 | 87 | +8.86e+03 | 86 | +2.78e+04 | 97 |
| Modo: 50    | +5.23e-02 | 0  | +1.19e-02 | 0  | +1.10e-03 | 0  |
| Progressiva | +8.96e+03 | 87 | +8.86e+03 | 86 | +2.78e+04 | 97 |

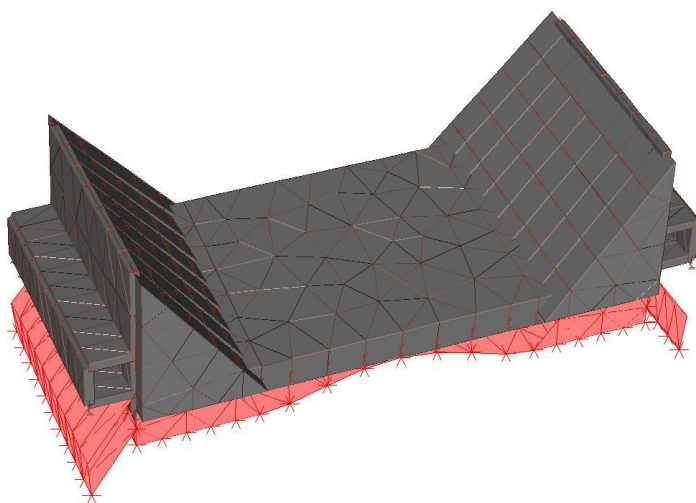
#### MASSA TOTALE ECCITABILE

| Direzione X | Direzione Y | Direzione Z |
|-------------|-------------|-------------|
| +1.03e+04   | +1.03e+04   | +2.86e+04   |

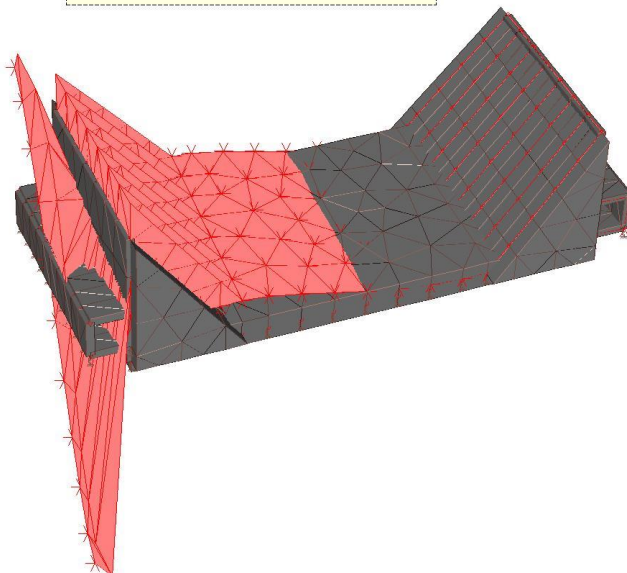
Modo 1 f=10.830 Hz T= 0.092 s



Modo 2  $f=10.920$  Hz  $T=0.092$  s



Modo 3  $f=15.930$  Hz  $T=0.063$  s



## CARICHI PER ELEMENTI BIDIMENSIONALI

### Carico di superficie nella direzione locale z, agente sulla superficie reale

| Descrizione                     | Codice | Cond. carico | Tipo Azione/categoria          | Valore   | Aliq.inerziale | Aliq.inerz.SLD |
|---------------------------------|--------|--------------|--------------------------------|----------|----------------|----------------|
| Pressione idrostatica<br>TR1000 | 1      | Condizione 2 | Permanente: Permanente portato | 1.000000 | 1.2000         | 1.2000         |

| Descrizione                 | Codice | Cond. carico | Tipo Azione/categoria          | Valore   | Aliq.inerziale | Aliq.inerz.SLD |
|-----------------------------|--------|--------------|--------------------------------|----------|----------------|----------------|
| Pressione idrostatica TR200 | 5      | Condizione 6 | Permanente: Permanente portato | 1.000000 | 1.2000         | 1.2000         |

Le pressioni idrostatiche applicate alle pareti del manufatto sfioratore sono le seguenti:

TR200:  $e_{min} = 0.0 \text{ kPa}$   
 $e_{max} = 135.30 \text{ kPa}$

TR1000:  $e_{min} = 17.0 \text{ kPa}$   
 $e_{max} = 152.30 \text{ kPa}$

#### Carico di superficie nella direzione globale Z, agente sulla superficie reale

| Descrizione                               | Codice | Cond. carico | Tipo Azione/categoria          | Valore | Aliq.inerziale | Aliq.inerz.SLD |
|---|--------|--------------|--------------------------------|--------|----------------|----------------|
| Sottospinta idraulica - quota 130.80 mslm | 8      | Condizione 4 | Permanente: Permanente portato | 58.50  | 1.0000         | 1.0000         |

#### Carico di superficie nella direzione globale V, agente sulla superficie reale

| Descrizione               | Codice | Cond. carico            | Tipo Azione/categoria          | Valore   | Aliq.inerziale | Aliq.inerz.SLD |
|---------------------------|--------|-------------------------|--------------------------------|----------|----------------|----------------|
| Peso sfioratore           | 4      | Condizione peso proprio | Permanente: Peso Proprio       | 1.000000 | 1.0000         | 1.0000         |
| Peso acqua interno TR1000 | 9      | Condizione 3            | Permanente: Permanente portato | 1.000000 | 1.0000         | 1.0000         |

N.B. Gli elementi strutturali costituenti il paramento di sfioro sono stati modellati con un materiale avente peso specifico nullo, ma modulo elastico coerente con il materiale adottato, in maniera tale da applicare in maniera corretta il peso dello stesso sulla fondazione di base.

Nello specifico si è suddiviso il profilo dello sfioratore in n°5 porzioni, aventi altezza media variabile da un minimo di 0.10 m sino ad un massimo di 13.15 m, il cui peso è stato riportato sulla platea di fondazione.

Le porzioni hanno le seguenti altezze medie e peso medio applicato in platea:

- Porzione 1 – h.med 0.10 m =  $0.10 \times 23.5 = 2.35 \text{ kN/m}^2$
- Porzione 2 – h.med 1.44 m =  $1.44 \times 23.5 = 33.84 \text{ kN/m}^2$
- Porzione 3 – h.med 6.67 m =  $6.67 \times 23.5 = 156.74 \text{ kN/m}^2$
- Porzione 4 – h.med 10.72 m =  $10.72 \times 23.5 = 251.92 \text{ kN/m}^2$
- Porzione 5 – h.med 13.15 m =  $13.15 \times 23.5 = 309.02 \text{ kN/m}^2$

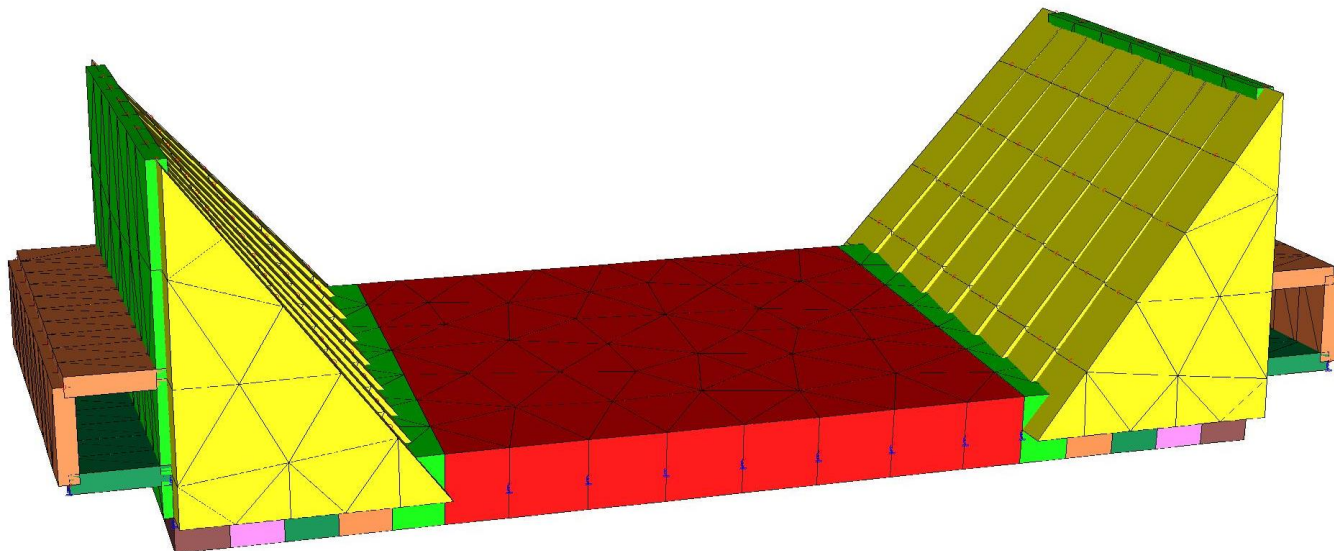
## COMBINAZIONI DI CARICO

### NORMATIVA: NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI 2008 ITALIA

#### COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

| Num. | Descrizione            | Parametri                     | Tipo azione/categoria          | Condizione              | Moltiplicatore |
|------|------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------|----------------|
| 1    | Dinamica - SLV - TR200 | Azione sismica: Presente      | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                        |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.000          |
|      |                        |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 6            | 1.000          |
| 2    | Statica TR200          | Azione sismica: Sisma assente | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.300          |
|      |                        |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.300          |
|      |                        |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 6            | 1.300          |
| 5    | Statica TR1000         | Azione sismica: Sisma assente | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.300          |
|      |                        |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 2            | 1.300          |
|      |                        |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 3            | 1.300          |
|      |                        |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.300          |
| 8    | Dinamica SLV - TR1000  | Azione sismica: Presente      | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                        |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 2            | 1.000          |
|      |                        |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 3            | 1.000          |
|      |                        |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.000          |

| Num. | Descrizione    | Parametri                     | Tipo azione/categoria          | Condizione              | Moltiplicatore |
|------|----------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------|----------------|
| 9    | Statica TR1000 | Azione sismica: Sisma assente | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.300          |
|      |                |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 2            | 1.300          |
|      |                |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 3            | 1.300          |
|      |                |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.300          |



Prospettiva

Figura 12-1 – Modello FEM 3d



### 12.1.1.2 VERIFICHE PLATEA CENTRALE SP. MEDIO 3.00 M

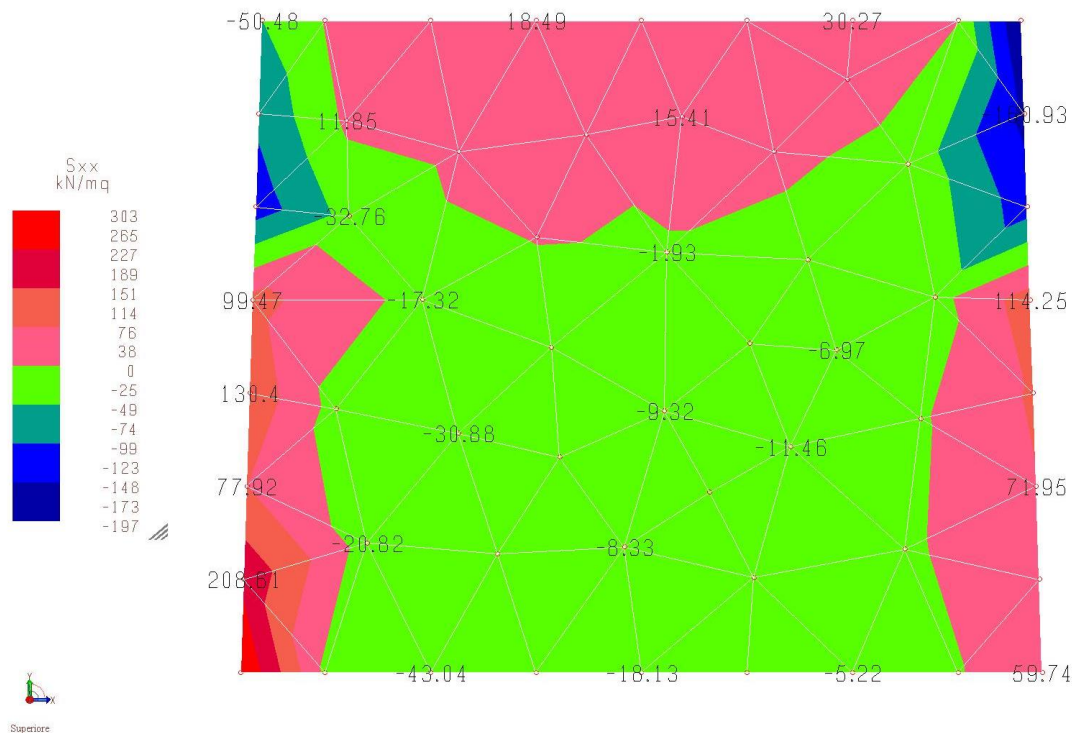


Figura 12-2 – Sforzo normale  $S_{xx}$  platea [kN/m²]

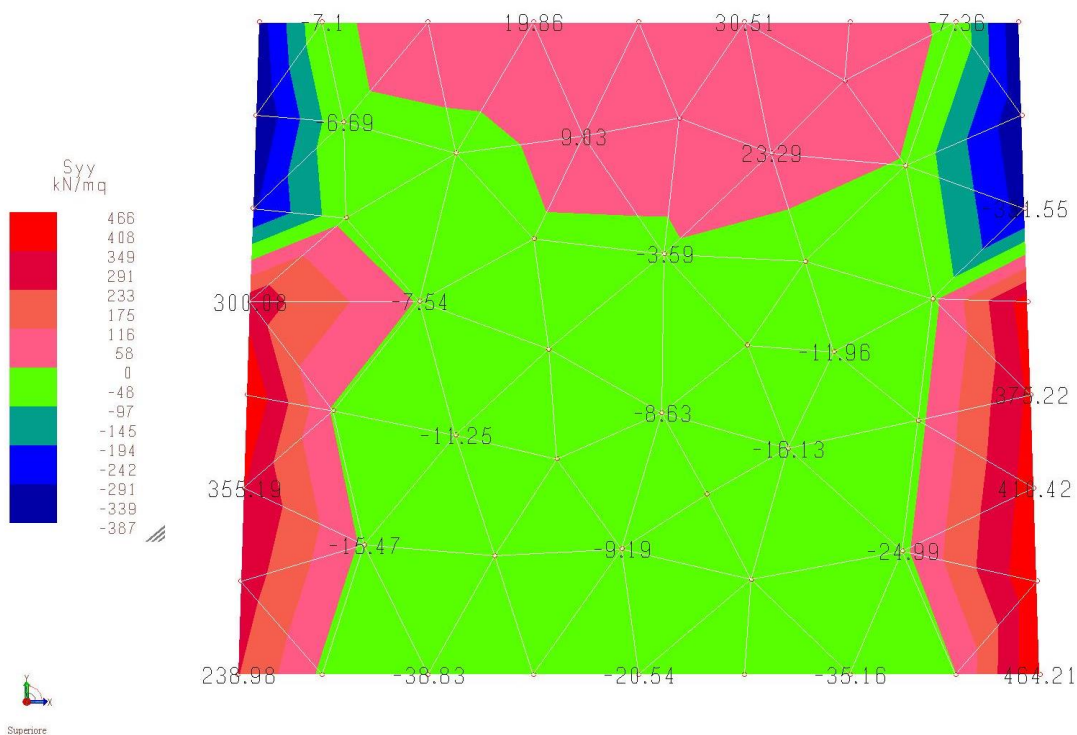


Figura 12-3 – Sforzo normale  $S_{yy}$  platea [kN/m²]

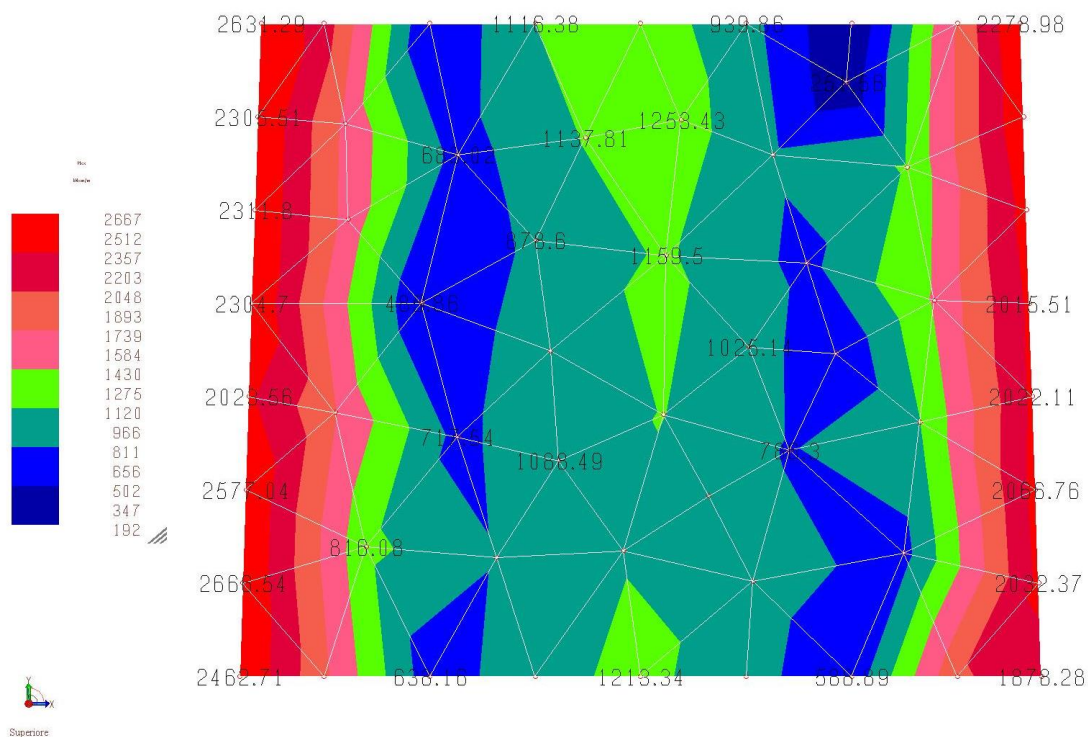


Figura 12-4 – Sollecitazioni di momento  $M_{xx}$  platea [kNm/m]

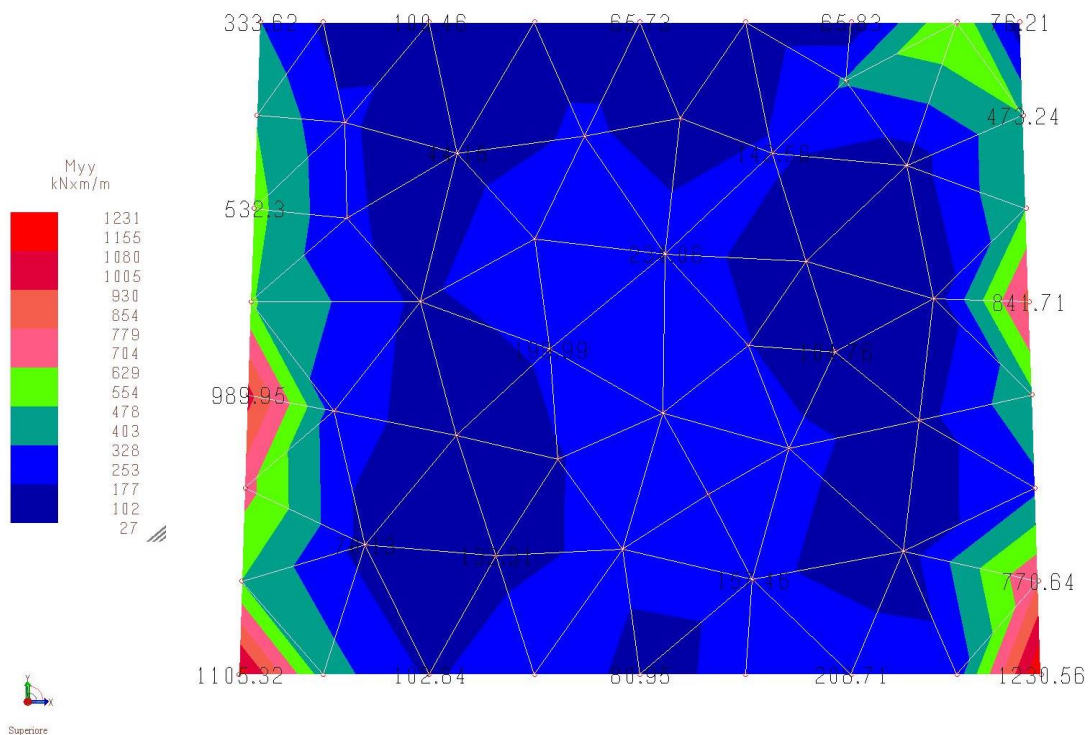


Figura 12-5 – Sollecitazioni di momento  $M_{yy}$  platea [kNm/m]



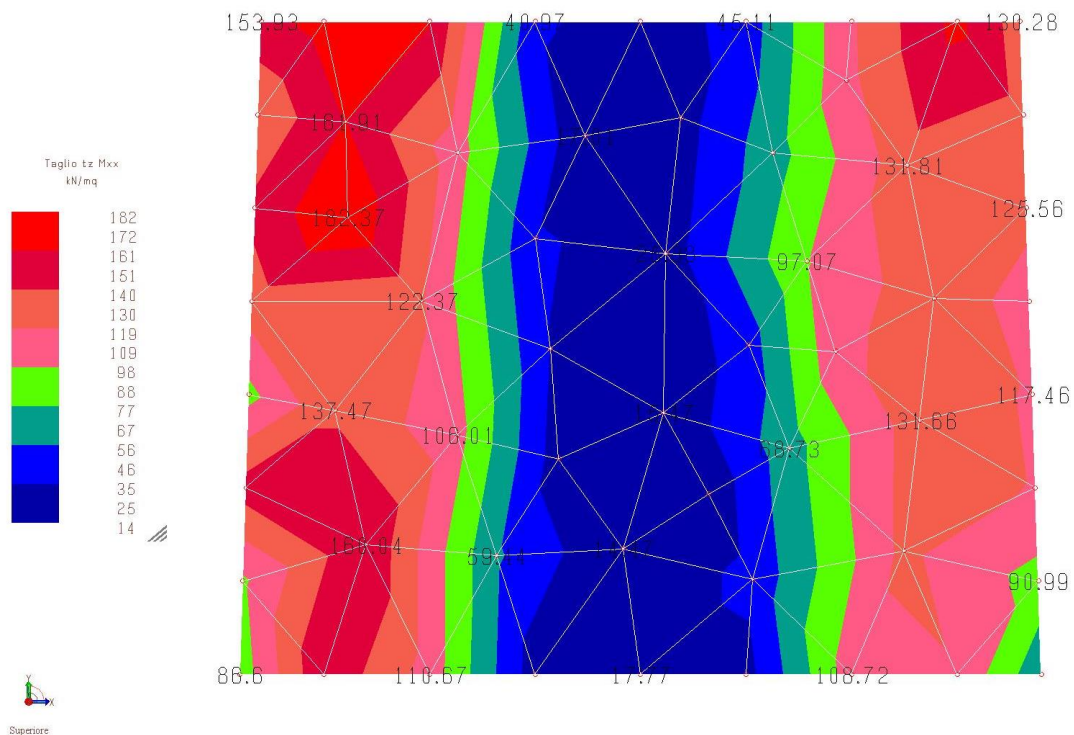


Figura 12-6 – Sollecitazioni di taglio tz Mxx platea [kN/m²]

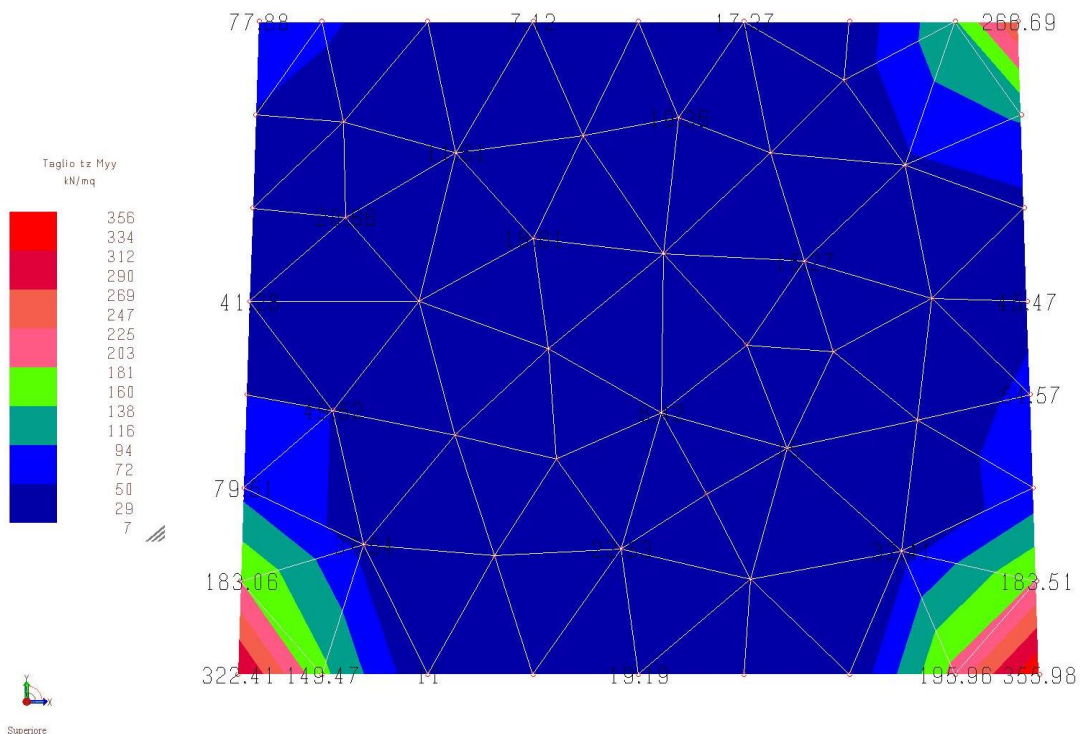


Figura 12-7 – Sollecitazioni di taglio tz Myy platea [kN/m²]

- Verifica a pressoflessione lungo x platea sp. 3.00 m

$M_{Ed} =$

2667 kNm/m

La platea, risulta armata con maglia 6+6  $\Phi 26/100$ , pertanto risulta:

**Titolo :** Platea lungo x

**N° strati barre** 2 **Zoom**

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 300    |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 31.86    | 5      |
| 2  | 31.86    | 295    |

**Sollecitazioni**  
 S.L.U.  $\leftrightarrow$  Metodo n

**N**  $M_{Ed}$  0 0 kN  
**M**  $M_{xEd}$  0 0 kNm  
**M**  $M_{yEd}$  0 0

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Tipo rottura**  
 Lato acciaio - Acciaio snervato

**Materiali**  
 B450C C20/25  
 $\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200'000 N/mm²  $f_{cd}$  11.33  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8 ?  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  8.5  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{co}$  0.5333  
 $\tau_{c1}$  1.686

**M**  $M_{xRd}$  3'626 kN m  
 $\sigma_c$  -11.33 N/mm²  
 $\sigma_s$  391.3 N/mm²  
 $\epsilon_c$  2.065 ‰  
 $\epsilon_s$  67.5 ‰  
 d 295 cm  
 x 8.759 x/d 0.02969  
 $\delta$  0.7

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Metodo di calcolo**  
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☐ Metodo n

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

**N° rett.** 100  
**Calcola MRd** **Dominio M-N**  
 $L_0$  0 cm **Col. modello**

☐ Precompresso

$$M_{Rd} = 3626 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 2667 \text{ kNm/m}$$

- Verifica a pressoflessione lungo y platea sp. 3.00 m

$M_{Ed} =$

1231 kNm/m

La platea, risulta armata con maglia 5+5  $\Phi 20/100$ , pertanto risulta:

**Titolo :** Platea lungo y

N° strati barre  Zoom

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 300    |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 15.71    | 5      |
| 2  | 15.71    | 295    |

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub>  kN  
 M<sub>xEd</sub>  kNm  
 M<sub>yEd</sub>  kNm

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN  yN

**Tipo rottura**  
 Lato acciaio - Acciaio snervato

**Materiali**

| B450C            |               | C20/25           |        |
|------------------|---------------|------------------|--------|
| $\epsilon_{su}$  | 67.5 ‰        | $\epsilon_{c2}$  | 2 ‰    |
| $f_{yd}$         | 391.3 N/mm²   | $\epsilon_{cu}$  | 3.5 ‰  |
| $E_s$            | 200'000 N/mm² | $f_{cd}$         | 11.33  |
| $E_s/E_c$        | 15            | $f_{cc}/f_{cd}$  | 0.8    |
| $\epsilon_{syd}$ | 1.957 ‰       | $\sigma_{c,adm}$ | 8.5    |
| $\sigma_{s,adm}$ | 255 N/mm²     | $\tau_{co}$      | 0.5333 |
|                  |               | $\tau_{c1}$      | 1.686  |

M<sub>xRd</sub>  kN m

$\sigma_c$   N/mm²  
 $\sigma_s$   N/mm²  
 $\epsilon_c$   ‰  
 $\epsilon_s$   ‰  
 d  cm  
 x  x/d   
 $\delta$

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Metodo di calcolo**  
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☒ Metodo n

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett.

Calcola MRd Dominio M-N  
 L<sub>0</sub>  cm Col. modello

☐ Precompresso

$$M_{Rd} = 1794 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 1231 \text{ kNm/m}$$

### - Verifica a taglio platea sp. medio 3.00 m

Per la verifica a taglio si considera la direzione y, maggiormente sollecitata:

$$V_{Ed} = 356 \times 3.00 = 1068 \text{ kN/m}$$

La platea risulta armata a taglio con ganci  $\Phi 12/33/33$ , pertanto risulta:

|   |   |                    |  |
|---|---|--------------------|--|
| Classe di duttilità scelta:   | CD B: bassa                                 | B: bassa           |  |
| $f_{ck} =$  | 20  | MPa                |  |
| $f_{yd} =$  | 391.3                                       | Mpa                |  |
| $f_{cd} =$  | 11.3  | MPa                |  |
| $f'_{cd} = 0,5f_{cd} =$   | 5.7   | MPa                |  |
| $H =$   | 3000  | mm                 |  |
| $b_w =$   | 1000  | mm                 |  |
| $d =$   | 2950  | mm                 |  |
| $N_{Ed} =$  | 0.E+00                                      | N (compr)          |  |
| $V_{Ed} =$  | 1'068'000                                   | N                  |  |
| $\cotg\theta =$   | $\in [1; 2,5]$ (per $V_{Rds}$ e $V_{Rcd}$ ) | 2.50               | (accettabile)                                |
| $(\cotg\theta)^2 =$   | 6.25  |                    |  |
| staffe $\phi =$   | 12  | mm                 |  |
| numero bracci resistenti sezione  | 3   |                    |  |
| passo "s" =   | 33  | cm                 |  |
| $A_s/s =$   | 10.28                                       | cm <sup>2</sup> /m |  |
| $\alpha =$  | 90 °  | =                  | 1.5708 rad                                   |
| $A_C = b_w H =$   | 3'000'000                                   | mmq                |  |
| $\sigma_{cp} = N_{Sd}/A_c =$  | 0.000                                       | Mpa                |  |
| $\alpha_C =$  | 1.00  |                    |  |
| $V_{Rsd} =$ (eq. 6.13 - E.C.2)  | 3.E+06                                      | N =                | 2670.39 kN                                   |
| $V_{Rd,max} =$ (eq. 6.14 - E.C.2)                                       | 5.E+06                                      | N =                | 5187.93 kN                                   |
| $V_{Ed\ lim} = 0,5 b_w d 0,6(1 - f_{ck}/250)f_{cd} =$ (eq. 6.5 - E.C.2) | 9.E+06                                      | N =                | 9227.60 kN                                   |
| $V_{Ed} =$  | 1068.00                                     | kN                 | < $V_{Rds} = 2670.39$ kN (soddisfacente)     |
| $V_{Ed} =$  | 1068.00                                     | kN                 | < $V_{Rd,max} = 5187.93$ kN (soddisfacente)  |
| $V_{Ed} =$  | 1068.00                                     | kN                 | < $V_{Ed\ lim} = 9227.60$ kN (soddisfacente) |

### 12.1.1.3 VERIFICHE PLATEA CANALE



Figura 12-8 – Sollecitazioni di momento  $M_{xx}$  platea canale [kNm/m]



Figura 12-9 – Sollecitazioni di momento  $M_{yy}$  platea canale [kNm/m]



Figura 12-10 – Sollecitazioni di taglio tz Mxx platea canale [kN/m²]



Figura 12-11 – Sollecitazioni di taglio tz Myy platea canale [kN/m²]



- Verifica a pressoflessione lungo x platea canale

$M_{Ed} =$

484 kNm/m

La platea del canale, risulta armata con maglia 5+5  $\Phi 22/100$ , pertanto risulta:

**Titolo:** Platea canale lungo x

N° strati barre: 2 Zoom

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 80     |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 19.01    | 5      |
| 2  | 19.01    | 75     |

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 kN  
 M<sub>xEd</sub> 0 kNm  
 M<sub>yEd</sub> 0 kNm

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Tipo rottura**  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Metodo di calcolo**  
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☒ Metodo n

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L<sub>o</sub> 0 cm Col. modello

☐ Precompresso

**Materiali**

| B450C                      | C32/4                        |
|----------------------------|------------------------------|
| $\epsilon_{su}$ 67.5 ‰     | $\epsilon_{c2}$ 2 ‰          |
| $f_{yd}$ 391.3 N/mm²       | $\epsilon_{cu}$ 3.5 ‰        |
| $E_s$ 200'000 N/mm²        | $f_{cd}$ 18.13 N/mm²         |
| $E_s/E_c$ 15               | $f_{cc}/f_{cd}$ 0.8          |
| $\epsilon_{syd}$ 1.957 ‰   | $\sigma_{c,adm}$ 12.25 N/mm² |
| $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² | $\tau_{co}$ 0.7333           |
|                            | $\tau_{c1}$ 2.114            |

M<sub>xRd</sub> 542.1 kN m

$\sigma_c$  -18.13 N/mm²  
 $\sigma_s$  391.3 N/mm²  
 $\epsilon_c$  3.5 ‰  
 $\epsilon_s$  48.82 ‰  
 d 75 cm  
 x 5.017 x/d 0.0669  
 $\delta$  0.7

$$M_{Rd} = 542.1 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 484 \text{ kNm/m}$$

### - Verifica a pressoflessione lungo y platea canale

Per la verifica a momento flettente lungo y della platea del canale, si considera, ragionevolmente, un valore medio individuato in una zona significativa, preso pari a:

$$M_{Ed} = 200.92 \text{ kNm/m}$$

La platea del canale, risulta armata con maglia 5+5  $\Phi 18/100$ , pertanto risulta:

**Titolo :** Platea canale lungo y

N° strati barre  Zoom

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 80     |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 12.72    | 5      |
| 2  | 12.72    | 75     |

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. ☒ Metodo n ☐

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN  yN

**Tipo rottura**  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Metodo di calcolo**  
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☐ Metodo n

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

**Materiali**  
**B450C** **C32/4**  
 $\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200'000 N/mm²  $f_{cd}$  18.13 N/mm²  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  12.25 N/mm²  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{co}$  0.7333  
 $\tau_{c1}$  2.114

**Calcoli**  
 $M_{xRd}$  368.7 kNm  
 $\sigma_c$  -18.13 N/mm²  
 $\sigma_s$  391.3 N/mm²  
 $\epsilon_c$  3.5 ‰  
 $\epsilon_s$  57.26 ‰  
 $d$  75 cm  
 $x$  4.32  $x/d$  0.0576  
 $\delta$  0.7

**Parametri**  
 N° rett. 100  
 Calcola MRd  Dominio M-N   
 $L_0$  0 cm Col. modello

☐ Precompresso

$$M_{Rd} = 368.7 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 200.92 \text{ kNm/m}$$

### - Verifica a taglio platea canale

Per la verifica a taglio si considera la direzione y, maggiormente sollecitata:

$$V_{Ed} = 685 \times 0.80 = 548 \text{ kN/m}$$

La platea del canale risulta armata a taglio con ganci  $\Phi 12/33/33$ , pertanto risulta:

|   |   |                    |  |
|---|---|--------------------|--|
| Classe di duttilità scelta:   | CD B: bassa                                 | B: bassa           |  |
| $f_{ck} =$  | 32  | MPa                |  |
| $f_{yd} =$  | 391.3                                       | Mpa                |  |
| $f_{cd} =$  | 18.1  | MPa                |  |
| $f'_{cd} = 0.5f_{cd} =$   | 9.1   | MPa                |  |
| $H =$   | 800   | mm                 |  |
| $b_w =$   | 1000  | mm                 |  |
| $d =$   | 750   | mm                 |  |
| $N_{Ed} =$  | 0.E+00                                      | N (compr)          |  |
| $V_{Ed} =$  | 548'000                                     | N                  |  |
| $\cotg\theta =$   | $\in [1; 2.5]$ (per $V_{Rds}$ e $V_{Rcd}$ ) | 2.50               | (accettabile)                                |
| $(\cotg\theta)^2 =$   | 6.25  |                    |  |
| staffe $\phi =$   | 12  | mm                 |  |
| numero bracci resistenti sezione  | 3   |                    |  |
| passo "s" =   | 33  | cm                 |  |
| $A_s/s =$   | 10.28                                       | cm <sup>2</sup> /m |  |
| $\alpha =$  | 90 °  | =                  | 1.5708 rad                                   |
| $A_C = b_w H =$   | 800'000                                     | mmq                |  |
| $\sigma_{cp} = N_{Sd}/A_c =$  | 0.000                                       | Mpa                |  |
| $\alpha_C =$  | 1.00  |                    |  |
| $V_{Rsd} =$ (eq. 6.13 - E.C.2)  | 7.E+05                                      | N =                | 678.91 kN                                    |
| $V_{Rd,max} =$ (eq. 6.14 - E.C.2)                                       | 2.E+06                                      | N =                | 2110.34 kN                                   |
| $V_{Ed\ lim} = 0.5 b_w d 0.6(1 - f_{ck}/250)f_{cd} =$ (eq. 6.5 - E.C.2) | 4.E+06                                      | N =                | 3557.76 kN                                   |
| $V_{Ed} =$  | 548.00                                      | kN                 | < $V_{Rds} = 678.91$ kN (soddisfacente)      |
| $V_{Ed} =$  | 548.00                                      | kN                 | < $V_{Rd,max} = 2110.34$ kN (soddisfacente)  |
| $V_{Ed} =$  | 548.00                                      | kN                 | < $V_{Ed\ lim} = 3557.76$ kN (soddisfacente) |

#### 12.1.1.4 VERIFICHE PARETI CANALE

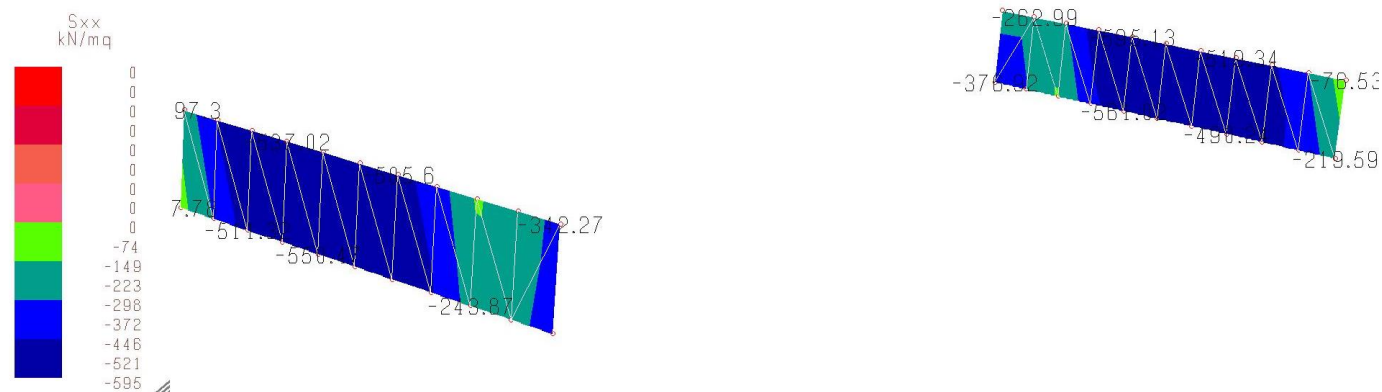


Figura 12-12 – Sforzo normale Sxx pareti canale [kN/m²]

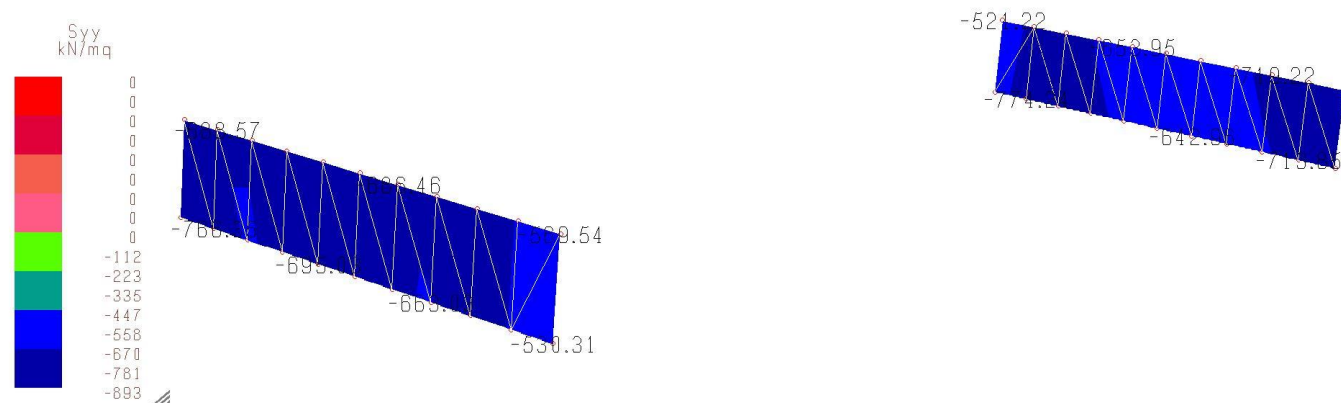


Figura 12-13 – Sforzo normale Syy pareti canale [kN/m²]

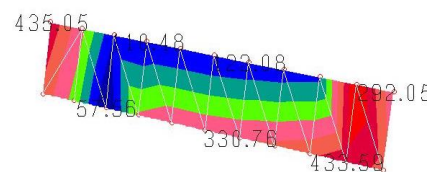
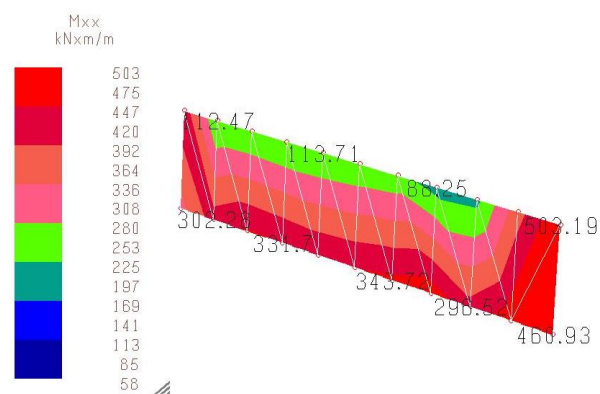


Figura 12-14 – Sollecitazioni di momento Mxx pareti canale [kNm/m]

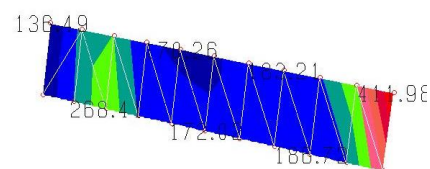
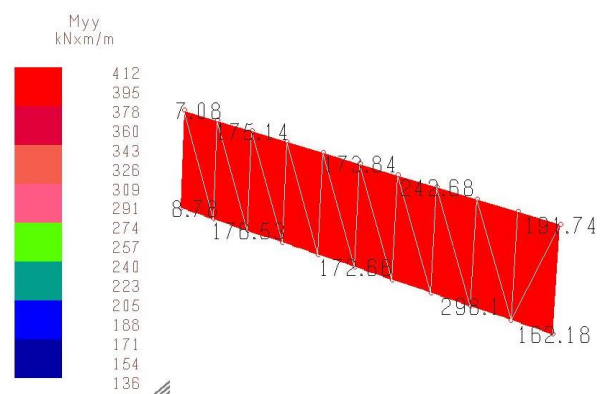


Figura 12-15 – Sollecitazioni di momento Myy pareti canale [kNm/m]

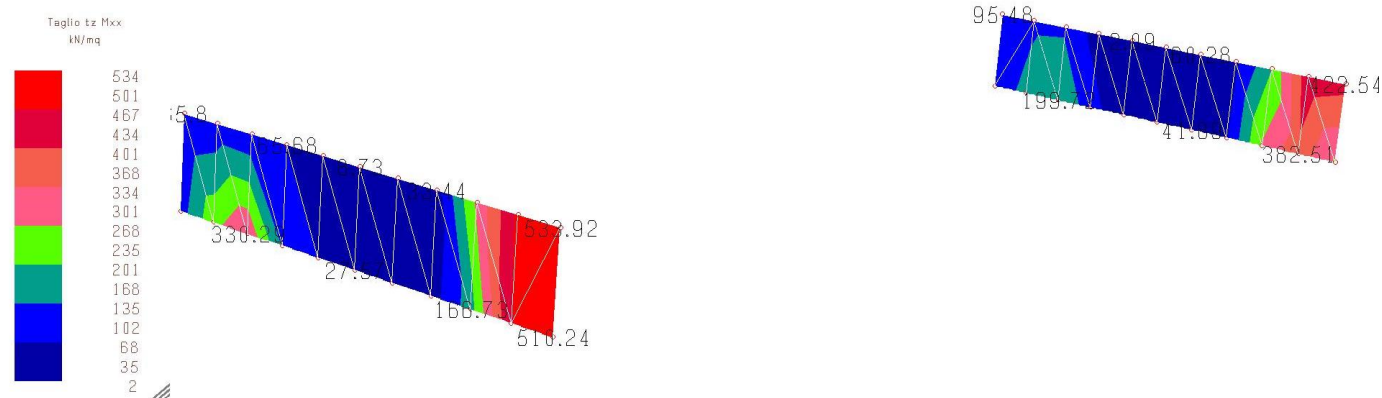


Figura 12-16 – Sollecitazioni di taglio tz Mxx pareti canale [kN/m²]

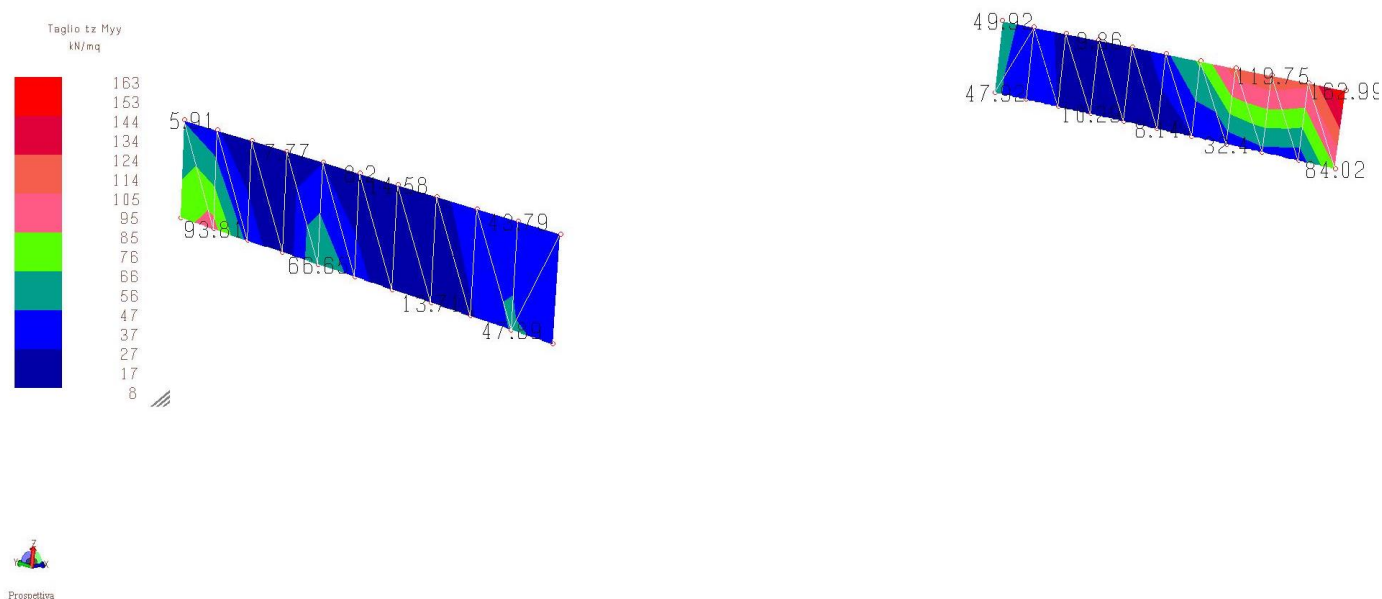


Figura 12-17 – Sollecitazioni di taglio tz Myy pareti canale [kN/m²]



- Verifica a pressoflessione lungo x pareti canale

$M_{Ed} =$

503 kNm/m

Le pareti del canale, risultano armata con maglia 5+5  $\Phi 22/100$ , pertanto risulta:

**Titolo :** Pareti canale lungo x

N° strati barre  Zoom

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 80     |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 19.01    | 5      |
| 2  | 19.01    | 75     |

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. ☒ Metodo n

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN  yN

**Tipo rottura**  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Metodo di calcolo**  
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☒ Metodo n

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

**Materiali**

| B450C            |               | C32/40           |        |
|------------------|---------------|------------------|--------|
| $\epsilon_{su}$  | 67.5 ‰        | $\epsilon_{c2}$  | 2 ‰    |
| $f_{yd}$         | 391.3 N/mm²   | $\epsilon_{cu}$  | 3.5 ‰  |
| $E_s$            | 200'000 N/mm² | $f_{cd}$         | 18.13  |
| $E_s/E_c$        | 15            | $f_{cc}/f_{cd}$  | 0.8    |
| $\epsilon_{syd}$ | 1.957 ‰       | $\sigma_{c,adm}$ | 12.25  |
| $\sigma_{s,adm}$ | 255 N/mm²     | $\tau_{co}$      | 0.7333 |
|                  |               | $\tau_{c1}$      | 2.114  |

**M<sub>xRd</sub>**  kN m

$\sigma_c$   N/mm²  
 $\sigma_s$   N/mm²  
 $\epsilon_c$   ‰  
 $\epsilon_s$   ‰  
 d  cm  
 x  x/d   
 $\delta$

**Calcola MRd** **Dominio M-N**  
 L<sub>0</sub>  cm Col. modello  
☐ Precompresso

N° rett.

$$M_{Rd} = 542.10 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 503 \text{ kNm/m}$$

- Verifica a pressoflessione lungo y pareti canale

$M_{Ed} =$  412 kNm/m

Si considera, inoltre, un contributo di compressione medio pari a:

$N_{Ed} = 600 \times 0.80 =$  480 kN/m

Le pareti del canale, risultano armata con maglia 5+5  $\Phi 18/100$ , pertanto risulta:

**Titolo:** Pareti canale lungo y

**N° strati barre:** 2 **Zoom**

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 80     |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 12.72    | 5      |
| 2  | 12.72    | 75     |

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. **Metodo n**  
 $N_{Ed}$  480 0 kN  
 $M_{xEd}$  0 0 kNm  
 $M_{yEd}$  0 0

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Tipo rottura**  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Materiali**  
**B450C** **C32/40**  
 $\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200'000 N/mm²  $f_{cd}$  18.13  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  12.25  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{co}$  0.7333  
 $\tau_{c1}$  2.114

$M_{xRd}$  538.4 kN m  
 $\sigma_c$  -18.13 N/mm²  
 $\sigma_s$  391.3 N/mm²  
 $\epsilon_c$  3.5 ‰  
 $\epsilon_s$  41.74 ‰  
 d 75 cm  
 x 5.803 x/d 0.07737  
 $\delta$  0.7

**Metodo di calcolo**  
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☐ Metodo n

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

**N° rett.** 100  
**Calcola MRd** **Dominio M-N**  
 $L_0$  0 cm **Col. modello**  
☐ Precompresso

$M_{Rd} = 538.4 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 412 \text{ kNm/m}$

### - Verifica a taglio pareti canale

Per la verifica a taglio si considera la direzione y, maggiormente sollecitata:

$$V_{Ed} = 534 \times 0.80 = 427.2 \text{ kN/m}$$

Le pareti laterali del canale risultano armate a taglio con ganci  $\Phi 12/33/33$ , pertanto risulta:

|   |   |                    |  |
|---|---|--------------------|--|
| Classe di duttilità scelta:   | CD B: bassa                                 | B: bassa           |  |
| $f_{ck} =$  | 32  | MPa                |  |
| $f_{yd} =$  | 391.3                                       | Mpa                |  |
| $f_{cd} =$  | 18.1  | MPa                |  |
| $f'_{cd} = 0.5f_{cd} =$   | 9.1   | MPa                |  |
| $H =$   | 800   | mm                 |  |
| $b_w =$   | 1000  | mm                 |  |
| $d =$   | 750   | mm                 |  |
| $N_{Ed} =$  | 0.E+00                                      | N (compr)          |  |
| $V_{Ed} =$  | 427'200                                     | N                  |  |
| $\cotg\theta =$   | $\in [1; 2.5]$ (per $V_{Rds}$ e $V_{Rcd}$ ) | 2.50               | (accettabile)                                      |
| $(\cotg\theta)^2 =$   | 6.25  |                    |  |
| staffe $\phi =$   | 12  | mm                 |  |
| numero bracci resistenti sezione  | 3   |                    |  |
| passo "s" =   | 33  | cm                 |  |
| $A_s/s =$   | 10.28                                       | cm <sup>2</sup> /m |  |
| $\alpha =$  | 90 °  | =                  | 1.5708 rad   |
| $A_C = b_w H =$   | 800'000                                     | mmq                |  |
| $\sigma_{cp} = N_{Sd}/A_c =$  | 0.000                                       | Mpa                |  |
| $\alpha_C =$  | 1.00  |                    |  |
| $V_{Rsd} =$ (eq. 6.13 - E.C.2)  | 7.E+05                                      | N =                | 678.91 kN  |
| $V_{Rd,max} =$ (eq. 6.14 - E.C.2)                                       | 2.E+06                                      | N =                | 2110.34 kN   |
| $V_{Ed\ lim} = 0.5 b_w d 0.6(1 - f_{ck}/250)f_{cd} =$ (eq. 6.5 - E.C.2) | 4.E+06                                      | N =                | 3557.76 kN   |
| $V_{Ed} =$  | 427.20 kN                                   | <                  | $V_{Rds} = 678.91 \text{ kN}$ (soddisfacente)      |
| $V_{Ed} =$  | 427.20 kN                                   | <                  | $V_{Rd,max} = 2110.34 \text{ kN}$ (soddisfacente)  |
| $V_{Ed} =$  | 427.20 kN                                   | <                  | $V_{Ed\ lim} = 3557.76 \text{ kN}$ (soddisfacente) |

### 12.1.1.5 VERIFICHE SOLETTA COPERTURA CANALE



Figura 12-18 – Sforzo normale  $S_{xx}$  soletta copertura canale [kN/m²]



Figura 12-19 – Sforzo normale  $S_{yy}$  soletta copertura canale [kN/m²]



Figura 12-20 – Sollecitazioni di momento Mxx soletta copertura canale [kNm/m]



Figura 12-21 – Sollecitazioni di momento Myy soletta copertura canale [kNm/m]

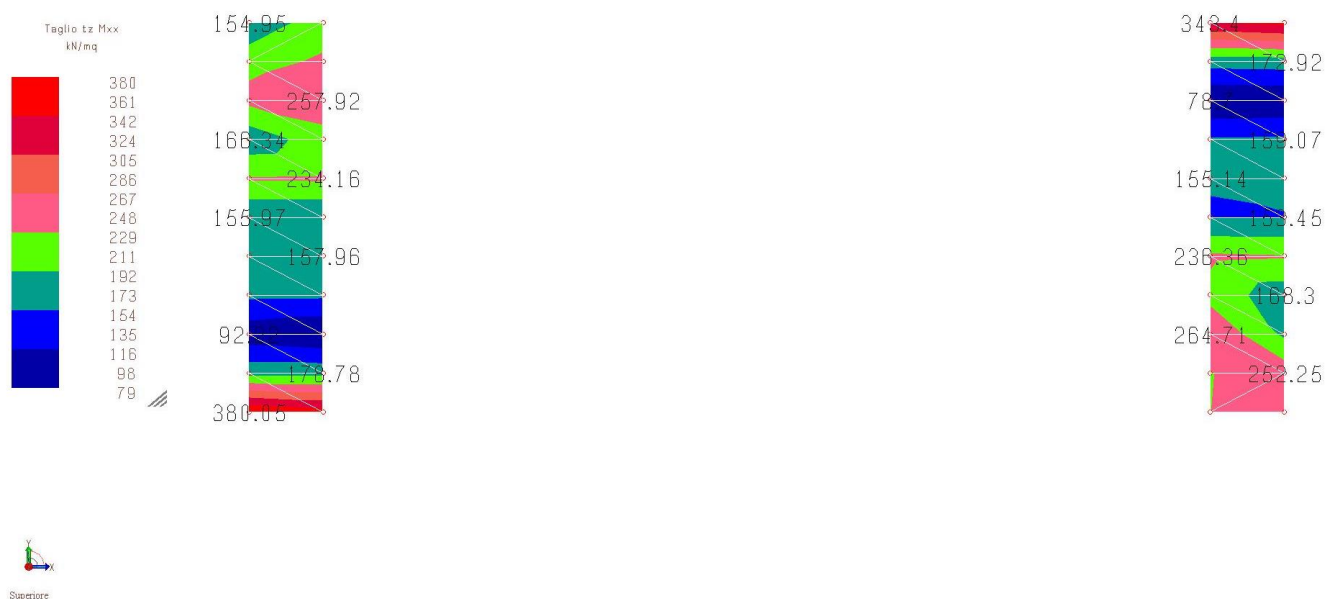


Figura 12-22 – Sollecitazioni di taglio tz Mxx soletta copertura canale [kN/m²]

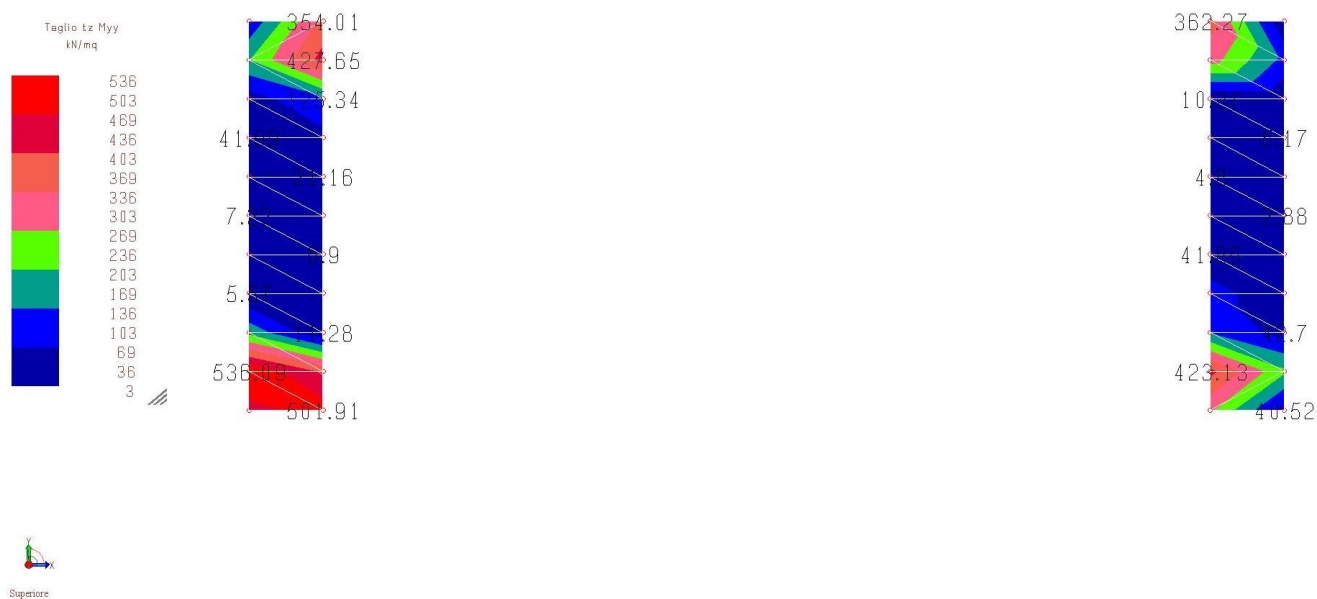


Figura 12-23 – Sollecitazioni di taglio tz Myy soletta copertura canale [kN/m²]



- Verifica a pressoflessione lungo x soletta copertura canale

$M_{Ed} =$  441 kNm/m

La soletta di copertura del canale, risulta armata con maglia 5+5  $\Phi 22/100$ , pertanto risulta:

**Titolo:** Soletta copertura canale lungo x

N° strati barre: 2 Zoom

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 80     |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 19.01    | 5      |
| 2  | 19.01    | 75     |

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 kN  
 M<sub>xEd</sub> 0 kNm  
 M<sub>yEd</sub> 0 kNm

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Tipo rottura**  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Metodo di calcolo**  
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☐ Metodo n

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

**Materiali**  
**B450C** **C32/40**  
 $\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200'000 N/mm²  $f_{cd}$  18.13 N/mm²  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8 ?  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  12.25 N/mm²  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{co}$  0.7333  
 $\tau_{c1}$  2.114

**M<sub>xRd</sub>** 542.1 kN m  
 $\sigma_c$  -18.13 N/mm²  
 $\sigma_s$  391.3 N/mm²  
 $\epsilon_c$  3.5 ‰  
 $\epsilon_s$  48.82 ‰  
 d 75 cm  
 x 5.017 x/d 0.0669  
 $\delta$  0.7

**N° rett.** 100  
 Calcola MRd Dominio M-N  
 L<sub>0</sub> 0 cm Col. modello  
☐ Precompresso

$$M_{Rd} = 542.1 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 441 \text{ kNm/m}$$

- Verifica a pressoflessione lungo y soletta copertura canale

$M_{Ed} =$  483 kNm/m

Si considera, inoltre, un contributo di compressione medio pari a:

$N_{Ed} = 600 \times 0.80 =$  480 kN/m

Le pareti del canale, risultano armata con maglia 5+5  $\Phi 18/100$ , pertanto risulta:

**Titolo :** Soletta copertura canale lungo y

N° strati barre 2 Zoom

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 80     |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 12.72    | 5      |
| 2  | 12.72    | 75     |

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 480 0 kN  
 M<sub>xEd</sub> 0 0 kNm  
 M<sub>yEd</sub> 0 0

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Tipo rottura**  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Metodo di calcolo**  
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☐ Metodo n

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

**Materiali**  
 B450C C32/40  
 $\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200'000 N/mm²  $f_{cd}$  18.13  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  12.25  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{co}$  0.7333  
 $\tau_{c1}$  2.114

M<sub>xRd</sub> 538.4 kN m  
 $\sigma_c$  -18.13 N/mm²  
 $\sigma_s$  391.3 N/mm²  
 $\epsilon_c$  3.5 ‰  
 $\epsilon_s$  41.74 ‰  
 d 75 cm  
 x 5.803 x/d 0.07737  
 $\delta$  0.7

N° rett. 100  
 Calcola MRd Dominio M-N  
 L<sub>0</sub> 0 cm Col. modello

☐ Precompresso

$M_{Rd} = 538.4 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 483 \text{ kNm/m}$

### - Verifica a taglio soletta copertura canale

Per la verifica a taglio si considera la direzione y, maggiormente sollecitata:

$$V_{Ed} = 536 \times 0.80 = 428.8 \text{ kN/m}$$

La soletta di copertura del canale risulta armata a taglio con ganci  $\Phi 12/33/33$ , pertanto risulta:

|  |   |                    |  |
|--|---|--------------------|--|
| Classe di duttilità scelta:  | CD B: bassa                                 | B: bassa           |  |
| $f_{ck} =$   | 32  | MPa                |  |
| $f_{yd} =$   | 391.3                                       | Mpa                |  |
| $f_{cd} =$   | 18.1  | MPa                |  |
| $f'_{cd} = 0.5f_{cd} =$  | 9.1   | MPa                |  |
| $H =$  | 800   | mm                 |  |
| $b_w =$  | 1000  | mm                 |  |
| $d =$  | 750   | mm                 |  |
| $N_{Ed} =$   | 0.E+00                                      | N (compr)          |  |
| $V_{Ed} =$   | 428'800                                     | N                  |  |
| $\cotg\theta =$  | $\in [1; 2.5]$ (per $V_{Rds}$ e $V_{Rcd}$ ) | 2.50               | (accettabile)                                |
| $(\cotg\theta)^2 =$  | 6.25  |                    |  |
| staffe $\phi =$  | 12  | mm                 |  |
| numero bracci resistenti sezione   | 3   |                    |  |
| passo "s" =  | 33  | cm                 |  |
| $A_s/s =$  | 10.28                                       | cm <sup>2</sup> /m |  |
| $\alpha =$   | 90 °  | =                  | 1.5708 rad                                   |
| $A_C = b_w H =$  | 800'000                                     | mmq                |  |
| $\sigma_{cp} = N_{Sd}/A_c =$   | 0.000                                       | Mpa                |  |
| $\alpha_C =$   | 1.00  |                    |  |
| $V_{Rsd} =$ (eq. 6.13 - E.C.2)   | 7.E+05                                      | N =                | 678.91 kN                                    |
| $V_{Rd,max} =$ (eq. 6.14 - E.C.2)  | 2.E+06                                      | N =                | 2110.34 kN                                   |
| $V_{Ed\ lim} = 0.5 b_w d 0.6(1 - f_{ck}/250)f_{cd} =$<br>(eq. 6.5 - E.C.2) | 4.E+06                                      | N =                | 3557.76 kN                                   |
| $V_{Ed} =$   | 428.80                                      | kN                 | < $V_{Rds} = 678.91$ kN (soddisfacente)      |
| $V_{Ed} =$   | 428.80                                      | kN                 | < $V_{Rd,max} = 2110.34$ kN (soddisfacente)  |
| $V_{Ed} =$   | 428.80                                      | kN                 | < $V_{Ed\ lim} = 3557.76$ kN (soddisfacente) |

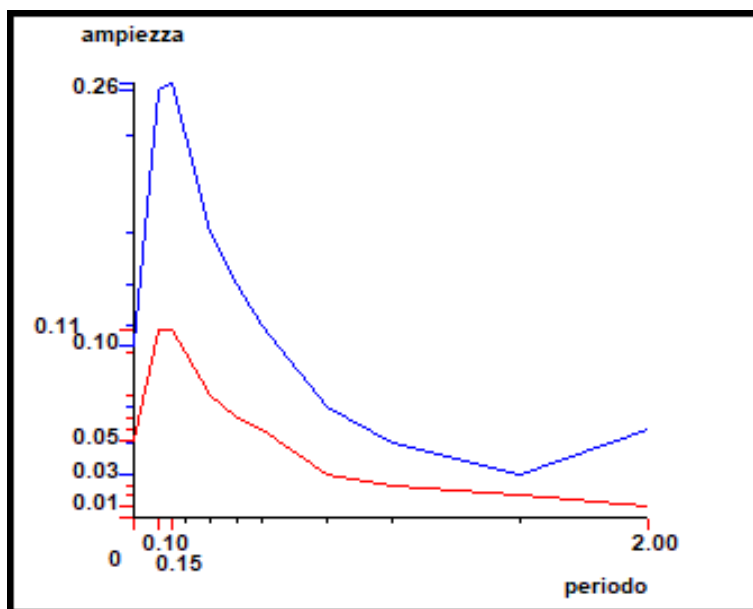
## 12.1.2 MODELLO DI CALCOLO FEM – SLE – SLD – PLATEA

### 12.1.2.1 TABULATI DI ANALISI

#### INTESTAZIONE E DATI CARATTERISTICI DELLA STRUTTURA

|                                  |                         |
|----------------------------------|-------------------------|
| Nome dell'archivio di lavoro     | <b>Modello blocco 3</b> |
| Intestazione del lavoro          | <b>Blocco 3 SLE-SLD</b> |
| Tipo di struttura                | Nello Spazio            |
| Tipo di analisi                  | Statica e Dinamica      |
| Tipo di soluzione                | Lineare                 |
| Unita' di misura delle forze     | kN                      |
| Unita' di misura delle lunghezze | m                       |
| Normativa                        | NTC-2008                |
| Spettro sismico locale           |                         |
| Comportamento strutturale        | NON Dissipativo         |

#### Grafico spettri Norme Tecniche delle Costruzioni 2008



Fattore di importanza  $\gamma_i$  1 applicato

**Spettri orizzontali:**

| Num. | Periodo | A.sle X |
|------|---------|---------|
| 1    | 0.000   | 0.1030  |
| 2    | 0.100   | 0.2570  |
| 3    | 0.150   | 0.2610  |
| 4    | 0.200   | 0.2300  |
| 5    | 0.300   | 0.1720  |
| 6    | 0.400   | 0.1400  |
| 7    | 0.500   | 0.1160  |
| 8    | 0.750   | 0.0669  |

|    |       |        |
|----|-------|--------|
| 9  | 1.000 | 0.0455 |
| 10 | 1.500 | 0.0259 |
| 11 | 2.000 | 0.0532 |

#### Spettro verticale:

| Num. | Periodo | A.sle Z |
|------|---------|---------|
| 1    | 0.000   | 0.0467  |
| 2    | 0.100   | 0.1133  |
| 3    | 0.150   | 0.1133  |
| 4    | 0.200   | 0.1000  |
| 5    | 0.300   | 0.0733  |
| 6    | 0.400   | 0.0600  |
| 7    | 0.500   | 0.0533  |
| 8    | 0.750   | 0.0267  |
| 9    | 1.000   | 0.0200  |
| 10   | 1.500   | 0.0133  |
| 11   | 2.000   | 0.0067  |

## COMBINAZIONI DI CARICO

### NORMATIVA: NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI 2008 ITALIA

#### COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE D'ESERCIZIO

| Num. | Descrizione                | Parametri       | Tipo azione/categoria          | Condizione              | Moltiplicatore |
|------|----------------------------|-----------------|--------------------------------|-------------------------|----------------|
| 3    | Frequente - Statica TR1000 | Tipologia: Rara | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 2            | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 3            | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.000          |
| 4    | Frequente - Statica TR200  | Tipologia: Rara | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 6            | 1.000          |
| 10   | Rara - Statica TR1000      | Tipologia: Rara | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 2            | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 3            | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.000          |
| 11   | Rara - Statica TR200       | Tipologia: Rara | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 6            | 1.000          |
| 13   | QP - Statica TR1000        | Tipologia: Rara | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 2            | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 3            | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.000          |
| 14   | QP - Statica TR200         | Tipologia: Rara | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 6            | 1.000          |

#### COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI DANNO

| Num. | Descrizione  | Parametri                | Tipo azione/categoria          | Condizione              | Moltiplicatore |
|------|--------------|--------------------------|--------------------------------|-------------------------|----------------|
| 16   | SLD - TR1000 | Azione sismica: Presente | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |              |                          | Permanente: Permanente portato | Condizione 2            | 1.000          |

| Num. | Descrizione | Parametri                | Tipo azione/categoria          | Condizione              | Moltiplicatore |
|------|-------------|--------------------------|--------------------------------|-------------------------|----------------|
| 17   | SLD - TR200 | Azione sismica: Presente | Permanente: Permanente portato | Condizione 3            | 1.000          |
|      |             |                          | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.000          |
|      |             |                          | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |             |                          | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.000          |
|      |             |                          | Permanente: Permanente portato | Condizione 6            | 1.000          |
|      |             |                          |                                |                         |                |

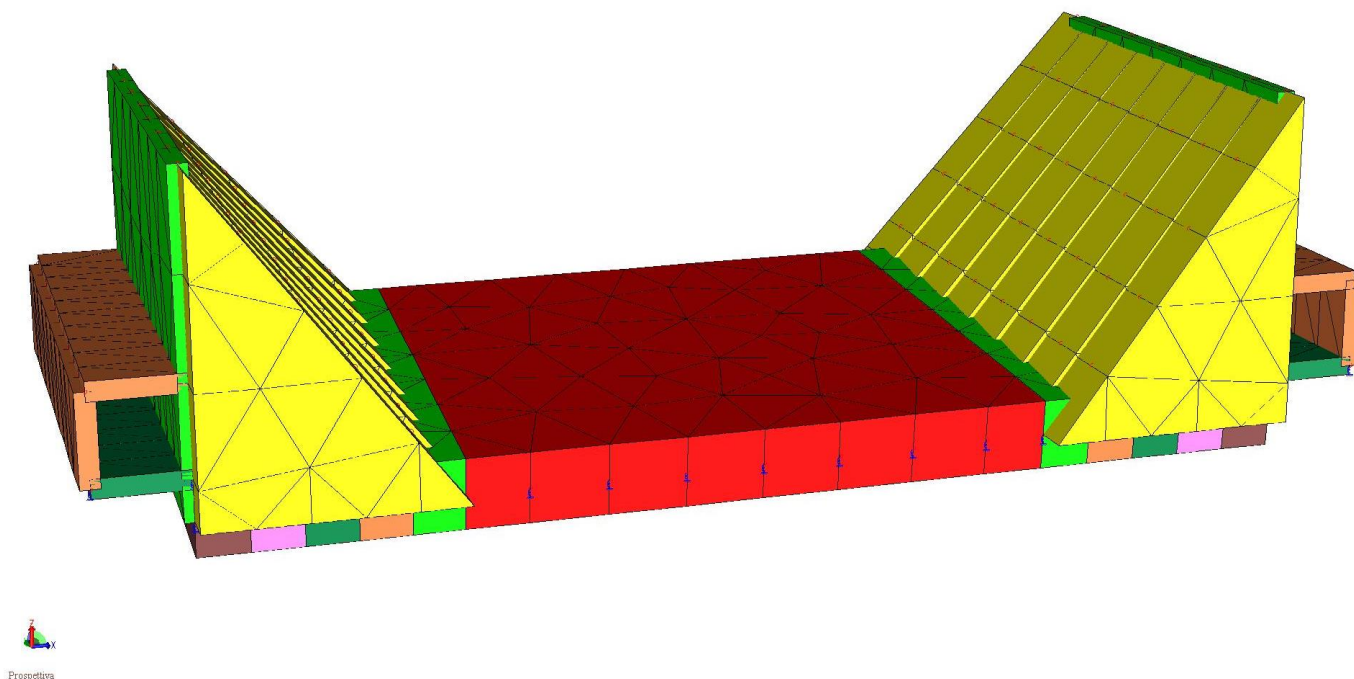


Figura 12-24 – Modello FEM 3d



### 12.1.2.3 VERIFICHE PLATEA SP. 3.00 M - LIMITAZIONE DELLE TENSIONI

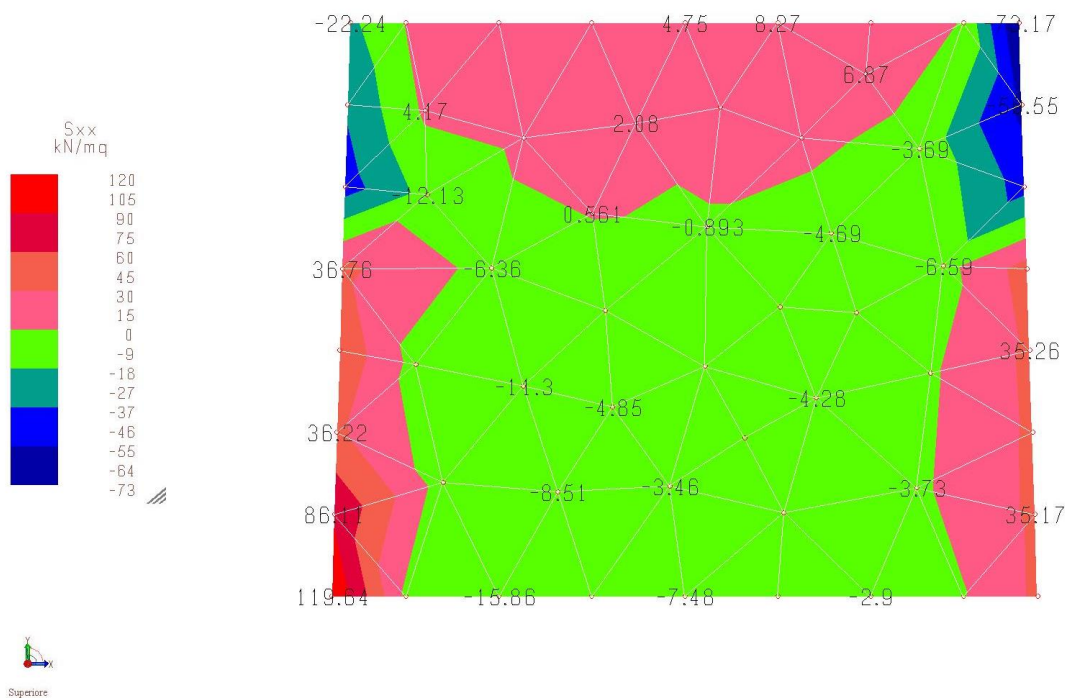


Figura 12-25 – Sforzo normale Sxx platea [kN/m²]

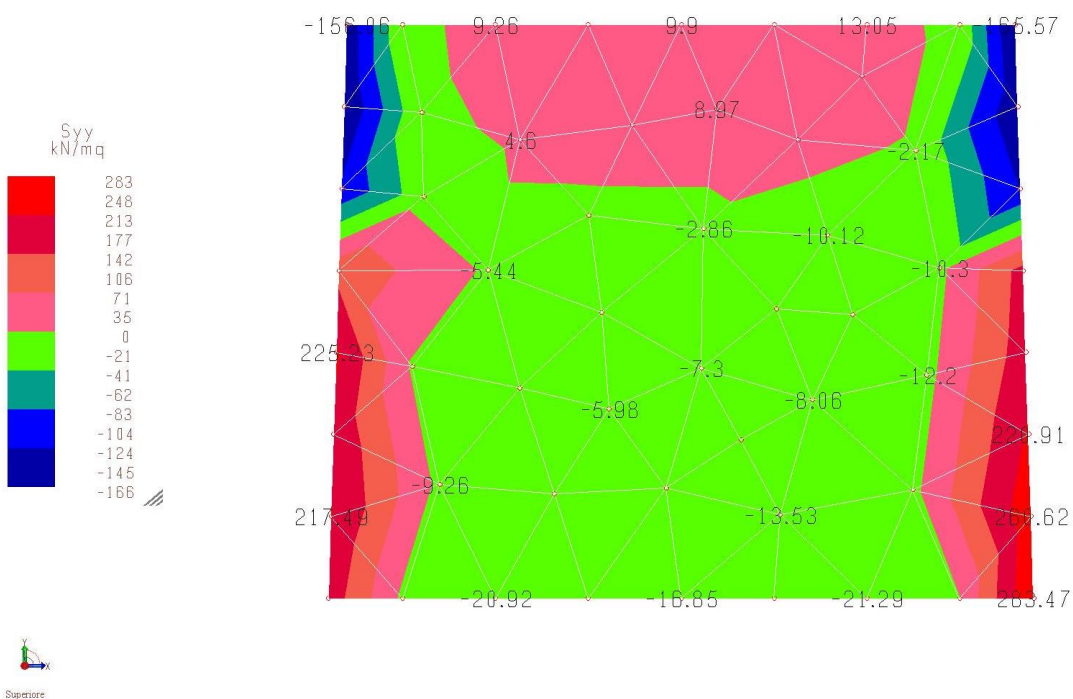


Figura 12-26 – Sforzo normale Syy platea [kN/m²]

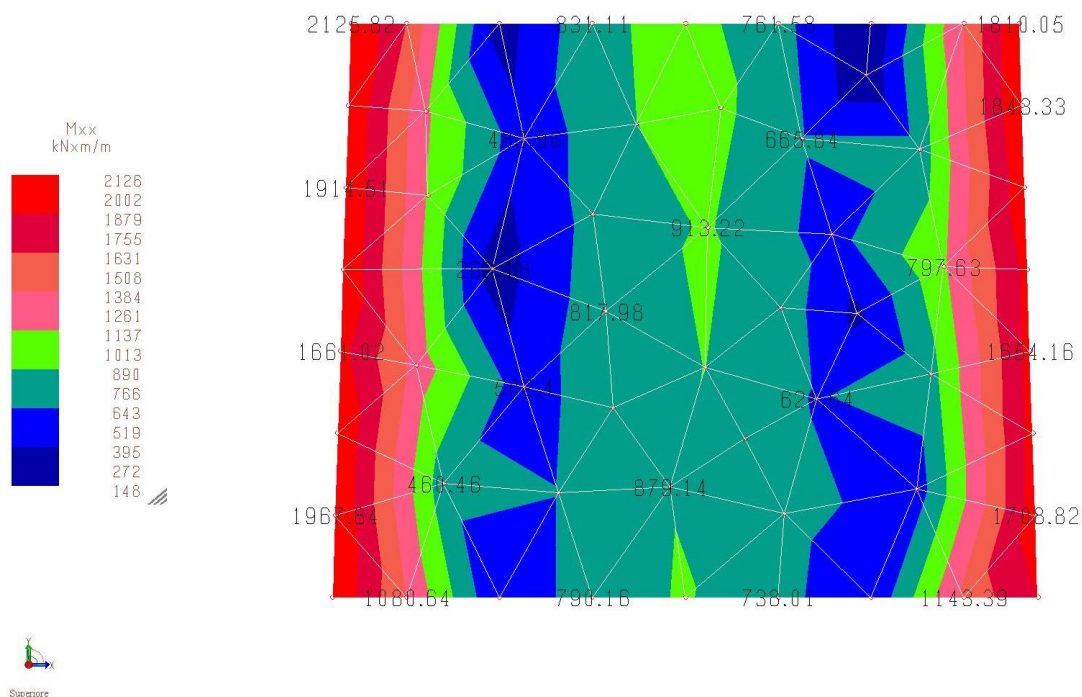


Figura 12-27 – Sollecitazioni di momento Mxx platea [kNm/m]

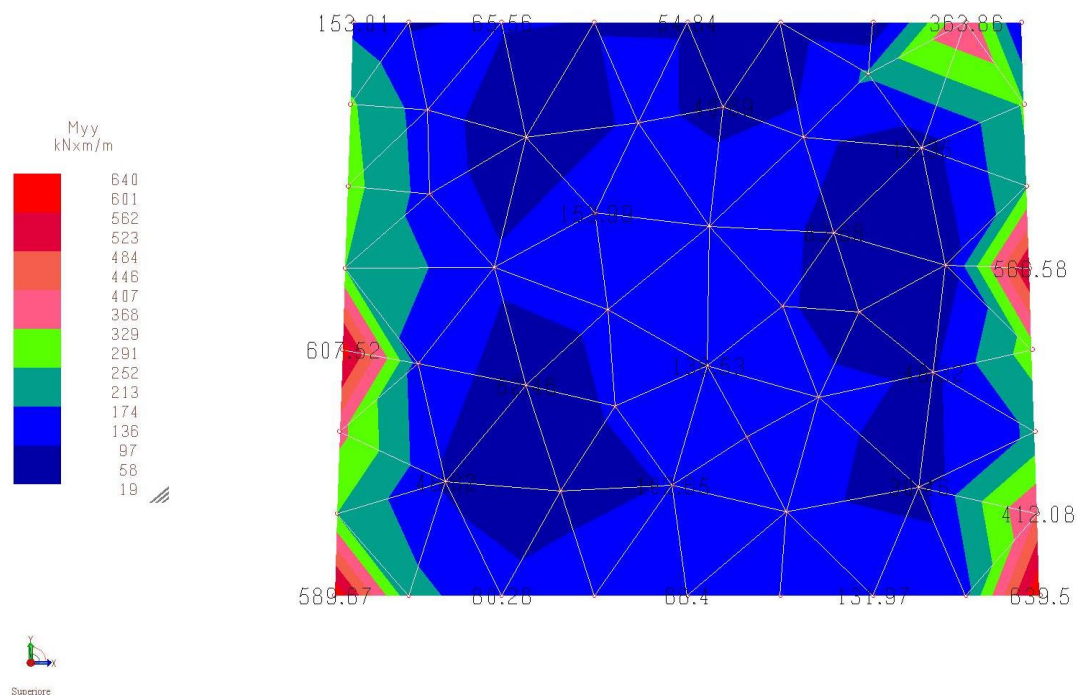


Figura 12-28 – Sollecitazioni di momento Myy platea [kNm/m]

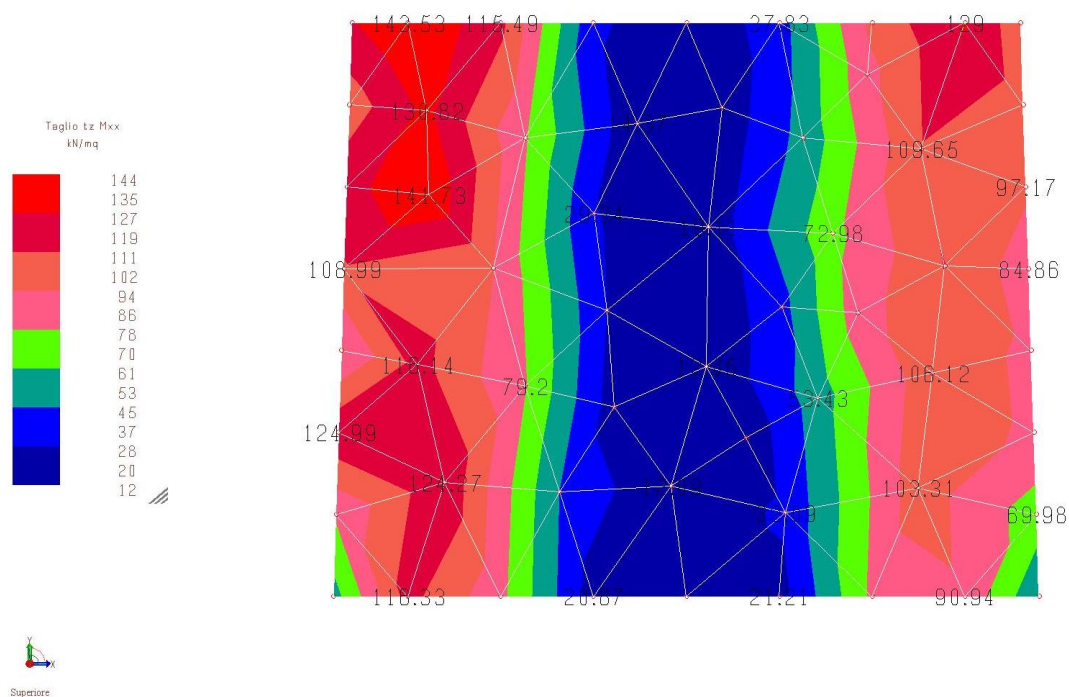


Figura 12-29 – Sollecitazioni di taglio tz Mxx platea [kN/m²]

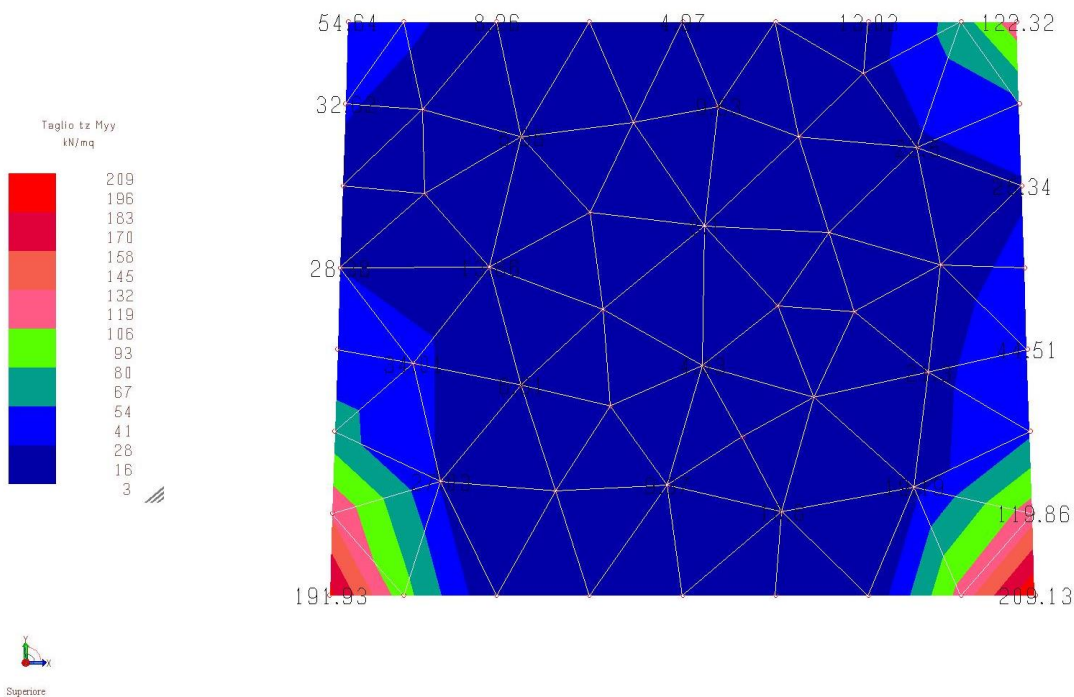


Figura 12-30 – Sollecitazioni di taglio tz Myy platea [kN/m²]

- Verifica a pressoflessione lungo x platea sp. 3.00 m

$M_{Ed} =$

2126 kNm/m

La platea, risulta armata con maglia 6+6  $\Phi 26/100$ , pertanto risulta:

**Titolo :** Platea lungo x

N° strati barre  Zoom

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 300    |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 31.86    | 5      |
| 2  | 31.86    | 295    |

**Sollecitazioni**

S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub>  kN  
 M<sub>xEd</sub>  2126 kNm  
 M<sub>yEd</sub>  0

**P.to applicazione N**

☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN  yN

**Tipo Sezione**

☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Metodo di calcolo**

☐ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☒ Metodo n

**Materiali**

B450C C20/25

$\epsilon_{su}$   ‰  $\epsilon_{c2}$   ‰  
 $f_{yd}$   N/mm²  $\epsilon_{cu}$   ‰  
 $E_s$   N/mm²  $f_{cd}$   ‰  
 $E_s/E_c$    $f_{cc}/f_{cd}$   ?  
 $\epsilon_{syd}$   ‰  $\sigma_{c,adm}$   ‰  
 $\sigma_{s,adm}$   N/mm²  $\tau_{co}$   ‰  
 $\tau_{c1}$   ‰

$\sigma_c$   N/mm²  
 $\sigma_s$   N/mm²

$\epsilon_s$   ‰  
 d  cm  
 x  x/d   
 $\delta$

**Verifica**

N° iterazioni:

☐ Precompresso

Eseguendo verifiche allo SLE di tipo tensionale, si ha che:

$$\begin{aligned} \sigma_{c,max} &= 0.45 f_{ck} = 0.45 \times 20.8 = 9.36 \text{ N/mm}^2 > \sigma_c = 2.83 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{s,max} &= 0.8 f_{yk} = 0.8 \times 450 = 360 \text{ N/mm}^2 > \sigma_s = 236.9 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$



- Verifica a pressoflessione lungo y platea sp. 3.00 m

$M_{Ed} =$

640 kNm/m

La platea, risulta armata con maglia 5+5  $\Phi 20/100$ , pertanto risulta:

**Titolo :** Platea lungo y

N° strati barre  Zoom

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 300    |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 15.71    | 5      |
| 2  | 15.71    | 295    |

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. ☒ Metodo n

N  kN  
 M  kNm  
 M  kNm

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN  yN

**Metodo di calcolo**  
☐ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☒ Metodo n

**Materiali**  
 B450C C20/25  
 $\epsilon_{su}$   ‰  $\epsilon_{c2}$   ‰  
 $f_{yd}$   N/mm²  $\epsilon_{cu}$   ‰  
 $E_s$   N/mm²  $f_{cd}$   N/mm²  
 $E_s/E_c$    $f_{cc}/f_{cd}$   ?  
 $\epsilon_{syd}$   ‰  $\sigma_{c,adm}$   N/mm²  
 $\sigma_{s,adm}$   N/mm²  $\tau_{co}$   N/mm²  
 $\tau_{c1}$   N/mm²

$\sigma_c$   N/mm²  
 $\sigma_s$   N/mm²  
 $\epsilon_s$   ‰  
 d  cm  
 x  cm x/d   
 $\delta$

**Verifica**  
 N° iterazioni:

☐ Precompresso

Eseguendo verifiche allo SLE di tipo tensionale, si ha che:

$$\sigma_{c,max} = 0.45 f_{ck} = 0.45 \times 20.8 = 9.36 \text{ N/mm}^2$$

$$> \sigma_c = 1.21 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{s,max} = 0.8 f_{yk} = 0.8 \times 450 = 360 \text{ N/mm}^2$$

$$> \sigma_s = 143.1 \text{ N/mm}^2$$

#### 12.1.2.4 VERIFICHE PLATEA SP. 3.00 M - VERIFICA A FESSURAZIONE

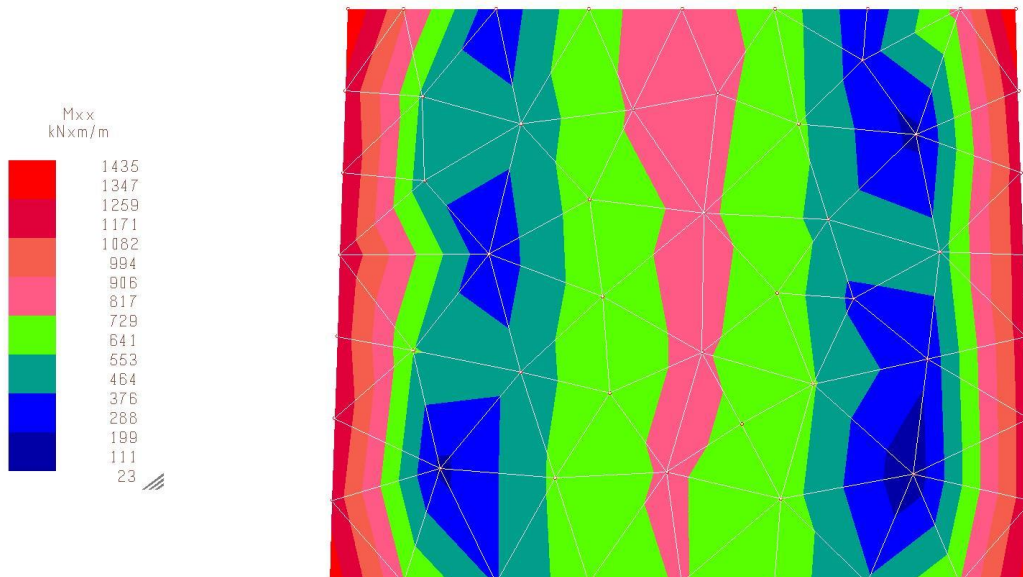


Figura 12-31 – Sollecitazioni di momento Mxx platea [kNm/m]

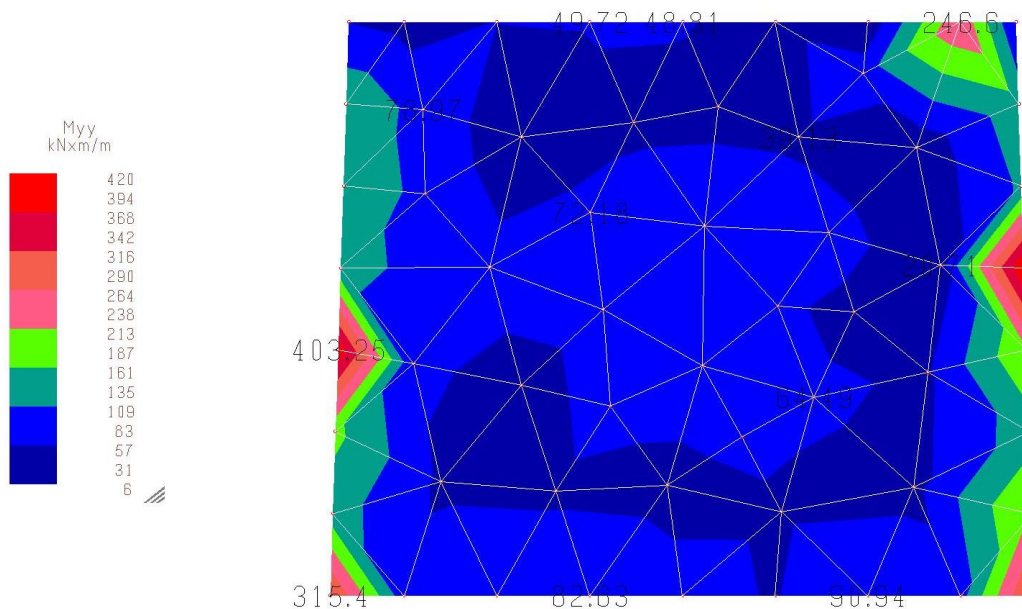


Figura 12-32 – Sollecitazioni di momento Myy platea [kNm/m]



- Verifica a fessurazione lungo x platea sp. 3.00 m

| Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente   |                                 |                           |
|---|---------------------------------|---------------------------|
| <b>Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente</b>      | <b><math>M_{Ed,q.p.}</math></b> | <b>1435 [kNm]</b>         |
| Durata del carico   |                                 | lunga [-]                 |
| Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore                        | $x$                             | 448,34 [mm]               |
| Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata | $\sigma_s$                      | 159,95 [MPa]              |
| Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo    | $f_{ct,eff}$                    | 2,2 [MPa]                 |
| Fattore dipendente dalla durata del carico                            | $k_t$                           | 0,4 [-]                   |
| Altezza efficace  | $h_{c,eff}$                     | 125 [mm]                  |
| Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura              | $A_{c,eff}$                     | 125000 [mm <sup>2</sup> ] |
| Rapporto geometrico sull'area efficace                                | $\rho_{p,eff}$                  | 0,02548 [-]               |
| Rapporto tra $E_s/E_{cm}$   | $\alpha_e$                      | 6,68 [-]                  |
| Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo | $\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$ | 0,000597 [-]              |
|   |                                 | 0,000597 [-]              |
| Determinazione del diametro equivalente delle barre tese              | $\phi_{eq}$                     | 26,00 [mm]                |
| Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre     | $k_1$                           | 0,8 [-]                   |
| Coefficiente che tiene conto della flessione pura                     | $k_2$                           | 0,5 [-]                   |
|   | $k_3$                           | 3,4 [-]                   |
|   | $k_4$                           | 0,425 [-]                 |
| Distanza massima tra le fessure                                       | $s_{r,max}$                     | 309,44 [mm]               |
|   |                                 | 309,44 [mm]               |
| <b>Ampiezza delle fessure</b>   | <b><math>w_k</math></b>         | <b>0,1847 [mm]</b>        |
| <b>Ampiezza massima delle fessure</b>                                 | <b><math>w_{max}</math></b>     | <b>0,2 [mm]</b>           |

- Verifica a fessurazione lungo y platea sp. 3.00 m

| Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente   |                                 |               |                    |
|---|---------------------------------|---------------|--------------------|
| <b>Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente</b>      | <b><math>M_{Ed,q.p.}</math></b> | <b>420</b>    | <b>[kNm]</b>       |
| Durata del carico   |                                 | lunga         | [-]                |
| Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore                        | $x$                             | 331,81        | [mm]               |
| Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata | $\sigma_s$                      | 93,95         | [MPa]              |
| Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo    | $f_{ct,eff}$                    | 3,0           | [MPa]              |
| Fattore dipendente dalla durata del carico                            | $k_t$                           | 0,4           | [-]                |
| Altezza efficace  | $h_{c,eff}$                     | 125           | [mm]               |
| Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura              | $A_{c,eff}$                     | 125000        | [mm <sup>2</sup> ] |
| Rapporto geometrico sull'area efficace                                | $\rho_{p,eff}$                  | 0,01257       | [-]                |
| Rapporto tra $E_s/E_{cm}$   | $\alpha_e$                      | 6,00          | [-]                |
| Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo | $\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$ | -0,000048     | [-]                |
|   |                                 | 0,000282      | [-]                |
| Determinazione del diametro equivalente delle barre tese              | $\phi_{eq}$                     | 20,00         | [mm]               |
| Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre     | $k_1$                           | 0,8           | [-]                |
| Coefficiente che tiene conto della flessione pura                     | $k_2$                           | 0,5           | [-]                |
|   | $k_3$                           | 3,4           | [-]                |
|   | $k_4$                           | 0,425         | [-]                |
| Distanza massima tra le fessure                                       | $s_{r,max}$                     | 440,56        | [mm]               |
|   |                                 | 440,56        | [mm]               |
| <b>Ampiezza delle fessure</b>   | <b><math>w_k</math></b>         | <b>0,1242</b> | <b>[mm]</b>        |
| <b>Ampiezza massima delle fessure</b>                                 | <b><math>w_{max}</math></b>     | <b>0,2</b>    | <b>[mm]</b>        |

### 12.1.2.5 VERIFICHE PLATEA CANALE - LIMITAZIONE DELLE TENSIONI



Figura 12-33 – Sollecitazioni di momento  $M_{xx}$  platea canale [ $\text{kNm/m}$ ]



Figura 12-34 – Sollecitazioni di momento  $M_{yy}$  platea canale [ $\text{kNm/m}$ ]

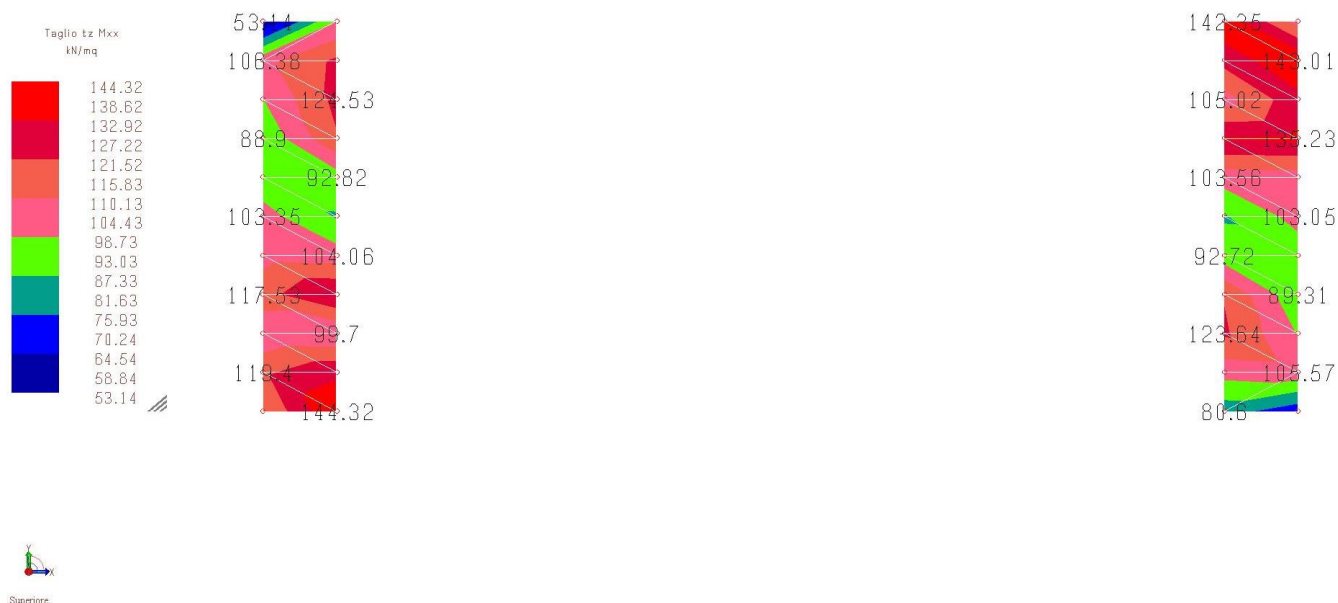


Figura 12-35 – Sollecitazioni di taglio tz Mxx platea canale [kN/m²]

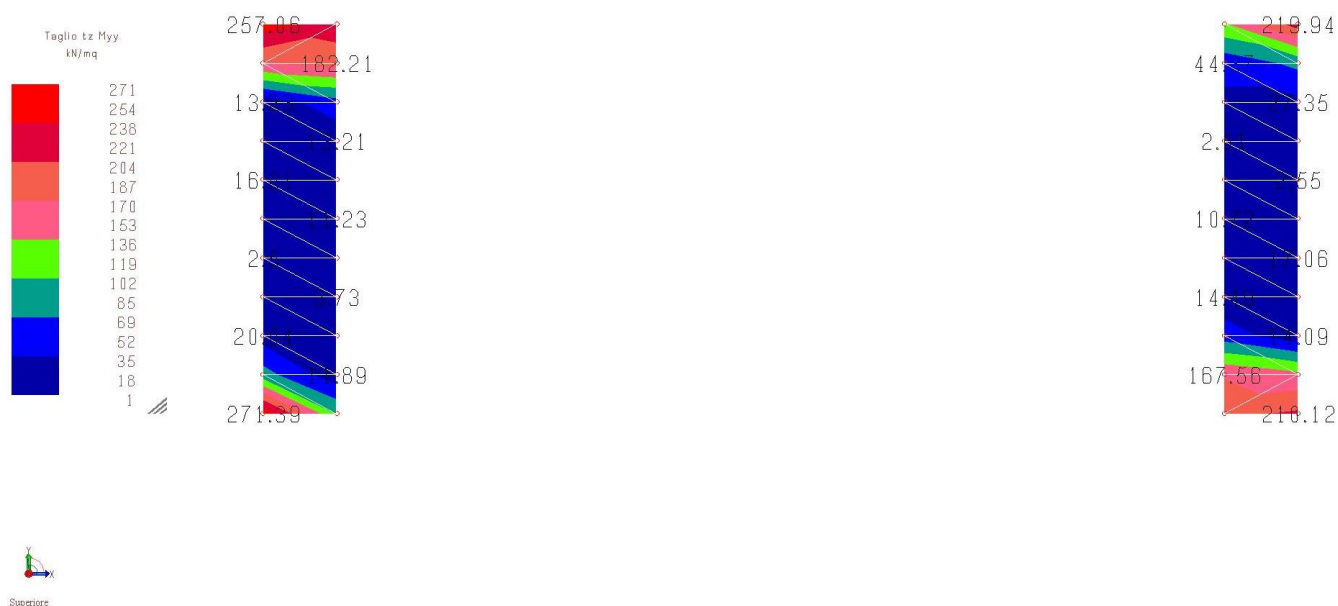


Figura 12-36 – Sollecitazioni di taglio tz Myy platea canale [kN/m²]

- Verifica a pressoflessione lungo x platea canale

$M_{Ed} =$

239 kNm/m

La platea del canale, risulta armata con maglia 5+5  $\Phi 22/100$ , pertanto risulta:

**Titolo :** Platea canale lungo x

**N° strati barre** 2 **Zoom**

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 80     |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 19.01    | 5      |
| 2  | 19.01    | 75     |

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. **Metodo n**

**N**  $M_{Ed}$  0 0 kN  
**M**  $M_{xEd}$  0 239 kNm  
**M**  $M_{yEd}$  0 0

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Metodo di calcolo**  
☐ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☒ Metodo n

**Materiali**  
**B450C** **C32/40**  
 $\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200'000 N/mm²  $f_{cd}$  18.13 N/mm²  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  12.25 N/mm²  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{co}$  0.7333  
 $\tau_{c1}$  2.114

$\sigma_c$  -3.37 N/mm²  
 $\sigma_s$  180.6 N/mm²  
 $\epsilon_s$  0.9029 ‰  
 d 75 cm  
 x 16.41 x/d 0.2187  
 $\delta$  0.7134

**Verifica**  
 N° iterazioni: 5  
☐ Precompresso

Eseguendo verifiche allo SLE di tipo tensionale, si ha che:

$$\begin{aligned} \sigma_{c,max} &= 0.45 f_{ck} = 0.45 \times 20.8 = 9.36 \text{ N/mm}^2 > \sigma_c = 3.37 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{s,max} &= 0.8 f_{yk} = 0.8 \times 450 = 360 \text{ N/mm}^2 > \sigma_s = 180.6 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

- Verifica a pressoflessione lungo y platea canale

$M_{Ed} =$

209 kNm/m

La platea del canale, risulta armata con maglia 5+5  $\Phi 18/100$ , pertanto risulta:

**Titolo:** Platea canale lungo y

**N° strati barre:** 2 **Zoom**

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 80     |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 12.72    | 5      |
| 2  | 12.72    | 75     |

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. **Metodo n**

**N**  
 $N_{Ed}$  0 kN

**M**  
 $M_{xEd}$  0 kNm  
 $M_{yEd}$  0 kNm

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Metodo di calcolo**  
☐ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☒ Metodo n

**Materiali**

**B450C** **C32/40**

$\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200'000 N/mm²  $f_{cd}$  18.13 N/mm²  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8 ?  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  12.25 N/mm²  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{co}$  0.7333  
 $\tau_{c1}$  2.114

$\sigma_c$  -3.599 N/mm²  
 $\sigma_s$  233.8 N/mm²  
 $\epsilon_s$  1.169 ‰  
 d 75 cm  
 x 14.07 x/d 0.1876  
 $\delta$  0.7

**Verifica**  
 N° iterazioni: 5

☐ Precompresso

Eseguendo verifiche allo SLE di tipo tensionale, si ha che:

$$\sigma_{c,max} = 0.45 f_{ck} = 0.45 \times 20.8 = 9.36 \text{ N/mm}^2$$

$$> \sigma_c = 3.59 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{s,max} = 0.8 f_{yk} = 0.8 \times 450 = 360 \text{ N/mm}^2$$

$$> \sigma_s = 233.8 \text{ N/mm}^2$$



#### 12.1.2.6 VERIFICHE PLATEA CANALE - VERIFICA A FESSURAZIONE



Figura 12-37 – Sollecitazioni di momento Mxx platea canale [kNm/m]



Figura 12-38 – Sollecitazioni di momento Myy platea canale [kNm/m]

- Verifica a fessurazione lungo x platea canale

| Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente   |                                 |               |                    |
|---|---------------------------------|---------------|--------------------|
| <b>Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente</b>      | <b>M<sub>Ed, q.p.</sub></b>     | <b>113,7</b>  | <b>[kNm]</b>       |
| Durata del carico   |                                 | lunga         | [-]                |
| Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore                        | x                               | 287,14        | [mm]               |
| Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata | $\sigma_s$                      | 24,90         | [MPa]              |
| Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo    | $f_{ct,eff}$                    | 3,0           | [MPa]              |
| Fattore dipendente dalla durata del carico                            | $k_f$                           | 0,4           | [-]                |
| Altezza efficace  | $h_{c,eff}$                     | 125           | [mm]               |
| Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura              | $A_{c,eff}$                     | 125000        | [mm <sup>2</sup> ] |
| Rapporto geometrico sull'area efficace                                | $\rho_{p,eff}$                  | 0,05529       | [-]                |
| Rapporto tra $E_s/E_{cm}$   | $\alpha_e$                      | 6,00          | [-]                |
| Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo | $\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$ | -0,000021     | [-]                |
|   |                                 | 0,000075      | [-]                |
| Determinazione del diametro equivalente delle barre tese              | $\phi_{eq}$                     | 20,00         | [mm]               |
| Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre     | $k_1$                           | 0,8           | [-]                |
| Coefficiente che tiene conto della flessione pura                     | $k_2$                           | 0,5           | [-]                |
|   | $k_3$                           | 3,4           | [-]                |
|   | $k_4$                           | 0,425         | [-]                |
| Distanza massima tra le fessure                                       | $s_{r,max}$                     | 231,49        | [mm]               |
|   |                                 | 231,49        | [mm]               |
| <b>Ampiezza delle fessure</b>   | <b>w<sub>k</sub></b>            | <b>0,0173</b> | <b>[mm]</b>        |
| <b>Ampiezza massima delle fessure</b>                                 | <b>w<sub>max</sub></b>          | <b>0,2</b>    | <b>[mm]</b>        |

- Verifica a fessurazione lungo y platea canale

| Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente   |                                 |                               |
|---|---------------------------------|-------------------------------|
| <b>Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente</b>      | <b><math>M_{Ed,q.p.}</math></b> | <b>50,9 [kNm]</b>             |
| Durata del carico   |                                 | lunga [-]                     |
| Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore                        | x                               | 140,70 [mm]                   |
| Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata | $\sigma_s$                      | 56,94 [MPa]                   |
| Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo    | $f_{ct,eff}$                    | 3,0 [MPa]                     |
| Fattore dipendente dalla durata del carico                            | $k_t$                           | 0,4 [-]                       |
| Altezza efficace  | $h_{c,eff}$                     | 125 [mm]                      |
| Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura              | $A_{c,eff}$                     | 125000 [mm <sup>2</sup> ]     |
| Rapporto geometrico sull'area efficace                                | $\rho_{p,eff}$                  | 0,01018 [-]                   |
| Rapporto tra $E_s/E_{cm}$   | $\alpha_e$                      | 6,00 [-]                      |
| Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo | $\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$ | -0,000346 [-]<br>0,000171 [-] |
| Determinazione del diametro equivalente delle barre tese              | $\phi_{eq}$                     | 18,00 [mm]                    |
| Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre     | $k_1$                           | 0,8 [-]                       |
| Coefficiente che tiene conto della flessione pura                     | $k_2$                           | 0,5 [-]                       |
|   | $k_3$                           | 3,4 [-]                       |
|   | $k_4$                           | 0,425 [-]                     |
| Distanza massima tra le fessure                                       | $s_{r,max}$                     | 470,63 [mm]<br>470,63 [mm]    |
| <b>Ampiezza delle fessure</b>   | <b><math>w_k</math></b>         | <b>0,0804 [mm]</b>            |
| <b>Ampiezza massima delle fessure</b>                                 | <b><math>w_{max}</math></b>     | <b>0,2 [mm]</b>               |

### 12.1.2.7 VERIFICHE PARETI CANALE - LIMITAZIONE DELLE TENSIONI

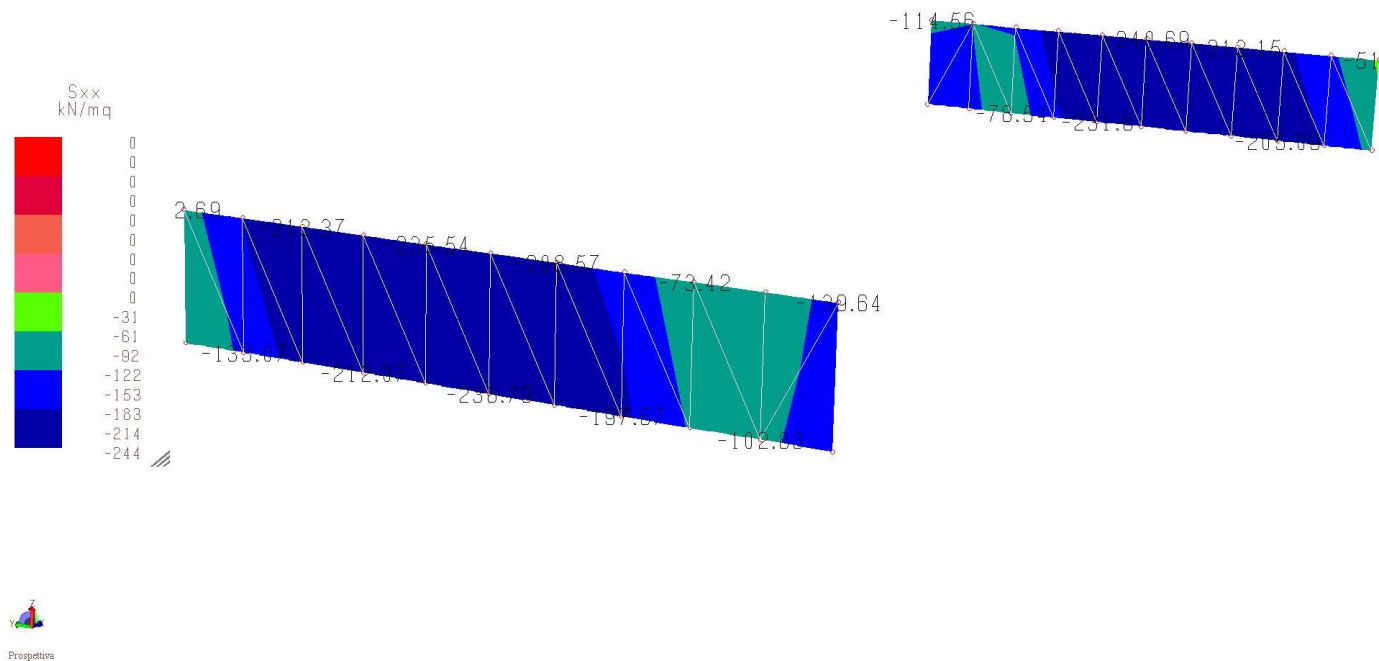


Figura 12-39 – Sforzo normale  $S_{xx}$  pareti canale [kN/m²]

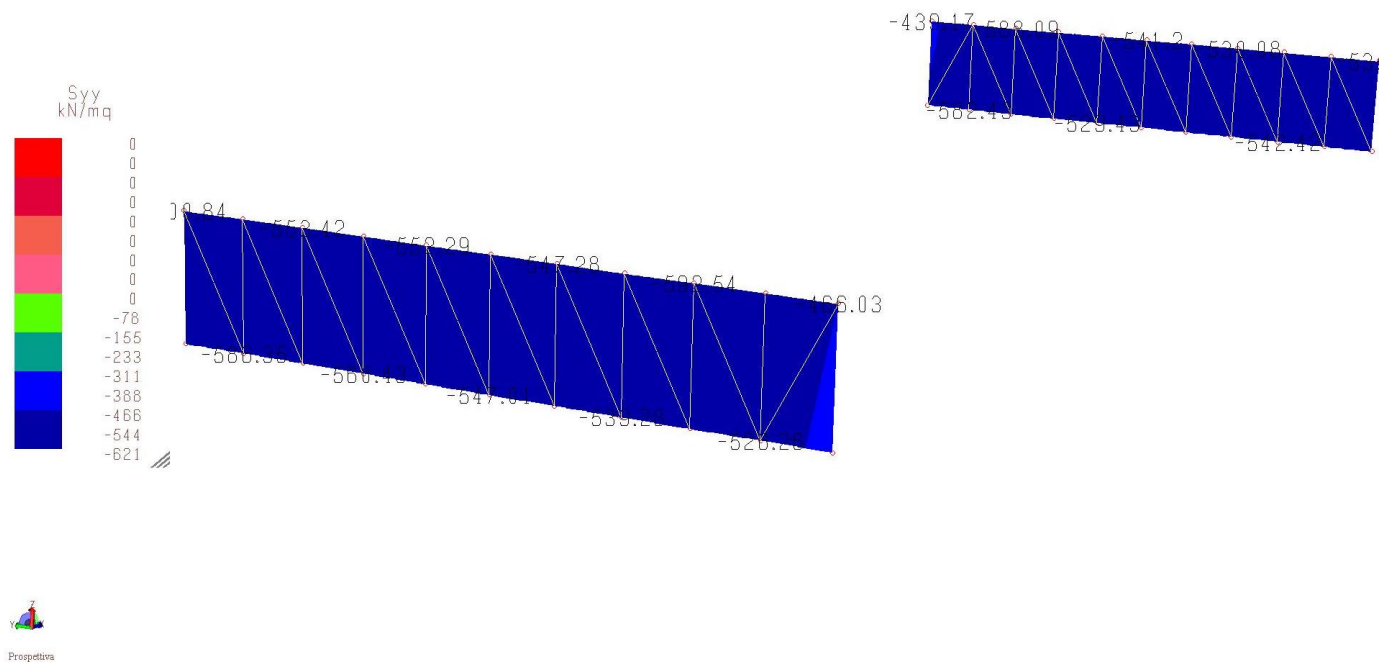


Figura 12-40 – Sforzo normale  $S_{yy}$  pareti canale [kN/m²]

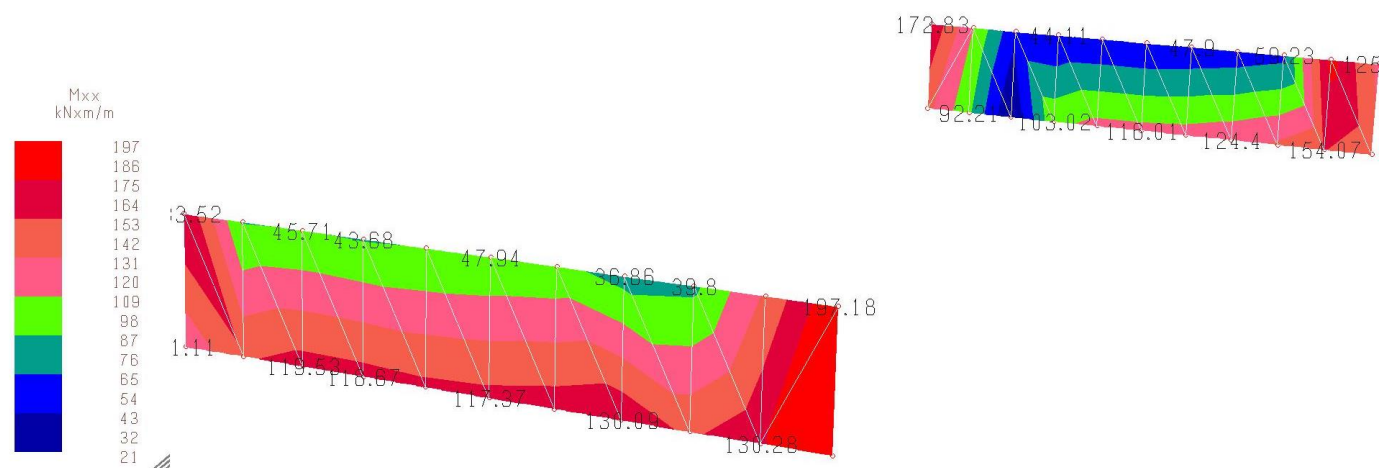


Figura 12-41 – Sollecitazioni di momento Mxx pareti canale [kNm/m]

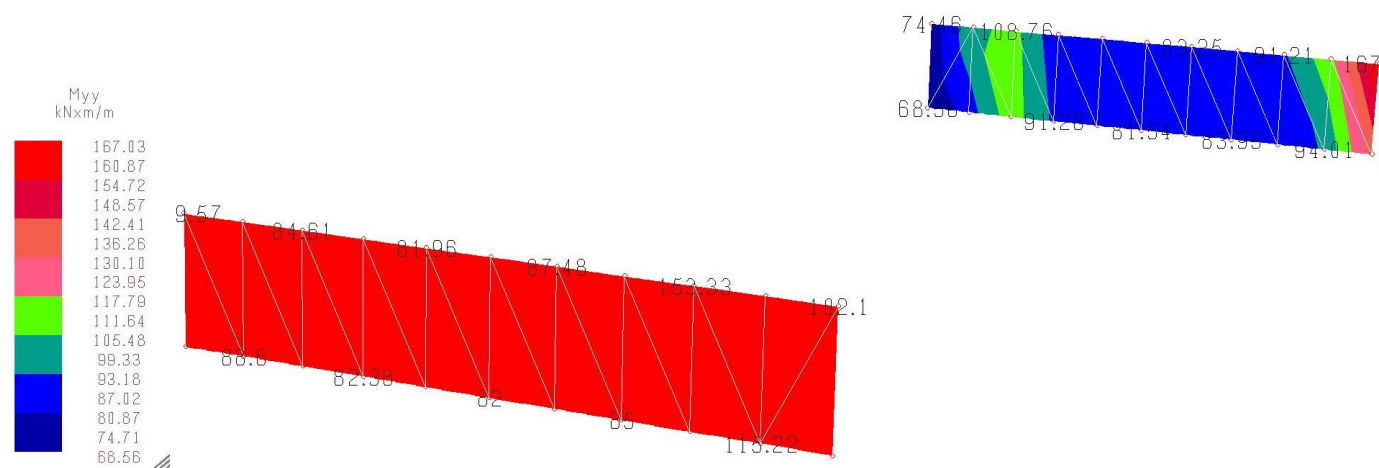


Figura 12-42 – Sollecitazioni di momento Myy pareti canale [kNm/m]

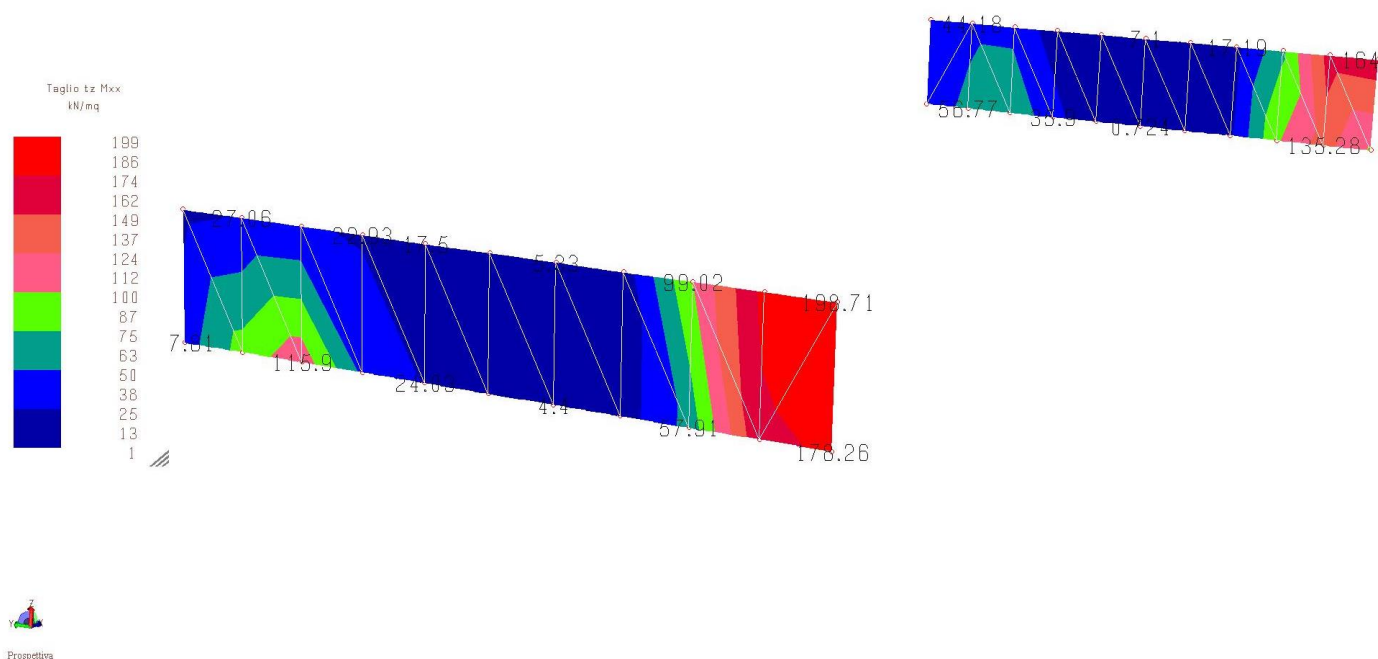


Figura 12-43 – Sollecitazioni di taglio tz Mxx pareti canale [kN/m²]

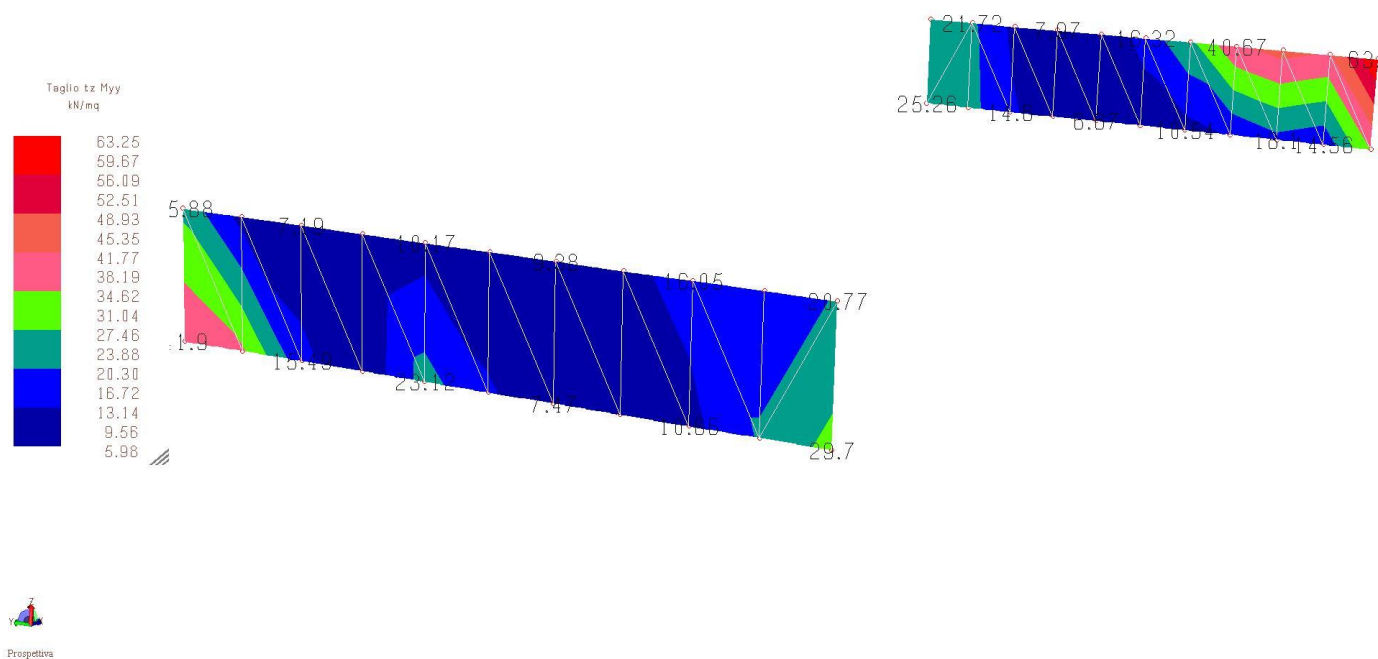


Figura 12-44 – Sollecitazioni di taglio tz Myy pareti canale [kN/m²]



- Verifica a pressoflessione lungo x pareti canale

$M_{Ed} =$

197 kNm/m

Le pareti del canale, risultano armata con maglia 5+5  $\Phi 22/100$ , pertanto risulta:

**Titolo :** Pareti canale lungo x

**N° strati barre** 2 **Zoom**

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 80     |

| N° | $A_s$ [cm²] | d [cm] |
|----|-------------|--------|
| 1  | 19.01       | 5      |
| 2  | 19.01       | 75     |

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. **Metodo n**

**N**  $E_d$  0 0 kN  
**M**  $x_{Ed}$  0 197 kNm  
**M**  $y_{Ed}$  0 0

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Metodo di calcolo**  
☐ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☒ Metodo n

**Materiali**  
**B450C** **C32/40**  
 $\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200'000 N/mm²  $f_{cd}$  18.13  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  12.25  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{co}$  0.7333  
 $\tau_{c1}$  2.114

$\sigma_c$  -2.778 N/mm²  
 $\sigma_s$  148.8 N/mm²  
 $\epsilon_s$  0.7442 ‰  
 d 75 cm  
 x 16.41 x/d 0.2187  
 $\delta$  0.7134

**Verifica**  
 N° iterazioni: 5  
☐ Precompresso

Eseguendo verifiche allo SLE di tipo tensionale, si ha che:

$$\sigma_{c,max} = 0.45 f_{ck} = 0.45 \times 20.8 = 9.36 \text{ N/mm}^2$$

>

$$\sigma_c = 2.78 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{s,max} = 0.8 f_{yk} = 0.8 \times 450 = 360 \text{ N/mm}^2$$

>

$$\sigma_s = 148.8 \text{ N/mm}^2$$

- Verifica a pressoflessione lungo y pareti canale

$M_{Ed} =$

167.03 kNm/m

Le pareti del canale, risultano armata con maglia 5+5  $\Phi 18/100$ , pertanto risulta:

**Titolo:** Pareti canale lungo y

N° strati barre: 2 Zoom

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 80     |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 12.72    | 5      |
| 2  | 12.72    | 75     |

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 kN  
 M<sub>xEd</sub> 0 kNm  
 M<sub>yEd</sub> 0 kNm

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Metodo di calcolo**  
☐ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☒ Metodo n

**Materiali**

| B450C                      | C32/40                 |
|----------------------------|------------------------|
| $\epsilon_{su}$ 67.5 ‰     | $\epsilon_{c2}$ 2 ‰    |
| $f_{yd}$ 391.3 N/mm²       | $\epsilon_{cu}$ 3.5 ‰  |
| $E_s$ 200'000 N/mm²        | $f_{cd}$ 18.13         |
| $E_s/E_c$ 15               | $f_{cc}/f_{cd}$ 0.8    |
| $\epsilon_{syd}$ 1.957 ‰   | $\sigma_{c,adm}$ 12.25 |
| $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² | $\tau_{co}$ 0.7333     |
|                            | $\tau_{c1}$ 2.114      |

$\sigma_c$  -2.877 N/mm²  
 $\sigma_s$  186.9 N/mm²

$\epsilon_s$  0.9344 ‰  
 d 75 cm  
 x 14.07 x/d 0.1876  
 $\delta$  0.7

**Verifica**  
 N° iterazioni: 5

☐ Precompresso

Eseguendo verifiche allo SLE di tipo tensionale, si ha che:

$$\sigma_{c,max} = 0.45 f_{ck} = 0.45 \times 20.8 = 9.36 \text{ N/mm}^2$$

$$> \sigma_c = 2.88 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{s,max} = 0.8 f_{yk} = 0.8 \times 450 = 360 \text{ N/mm}^2$$

$$> \sigma_s = 186.9 \text{ N/mm}^2$$

### 12.1.2.8 VERIFICHE PARETI CANALE - VERIFICA A FESSURAZIONE

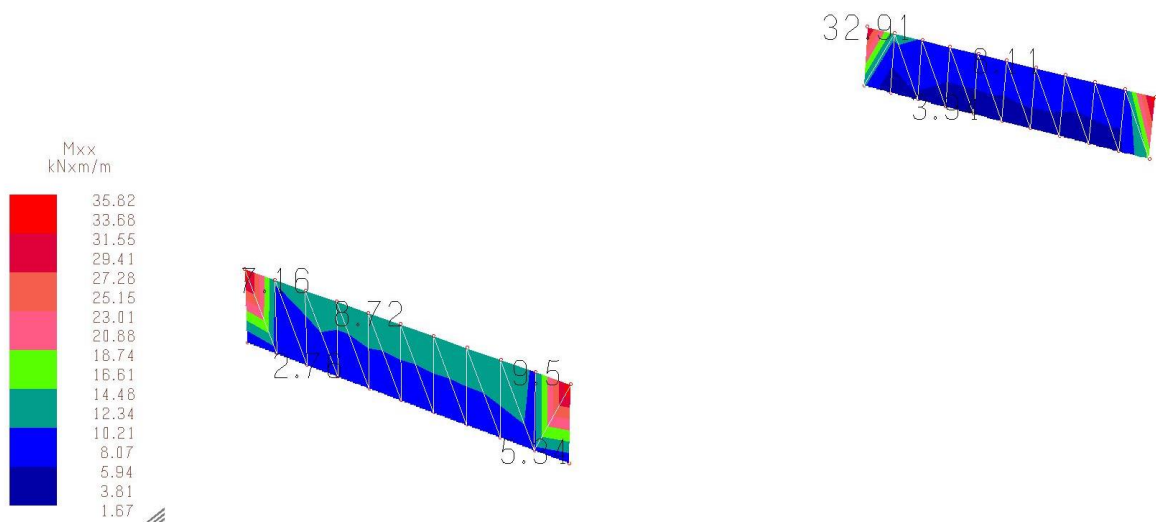


Figura 12-45 – Sollecitazioni di momento Mxx pareti canale [kNm/m]

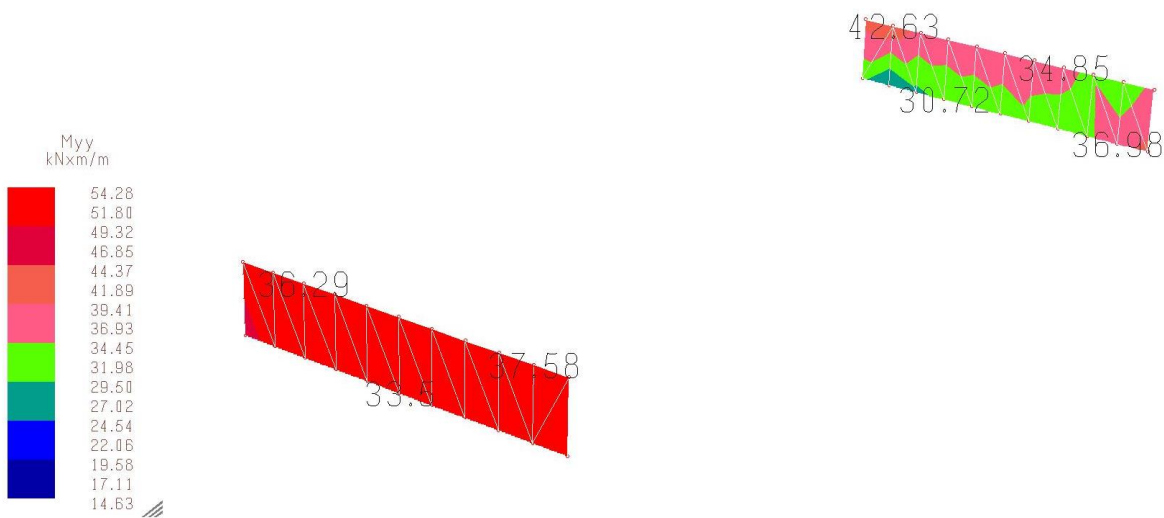


Figura 12-46 – Sollecitazioni di momento Myy pareti canale [kNm/m]

- Verifica a fessurazione lungo x pareti canale

| Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente   |                                 |               |                    |
|---|---------------------------------|---------------|--------------------|
| <b>Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente</b>      | <b><math>M_{Ed,q.p.}</math></b> | <b>35,8</b>   | <b>[kNm]</b>       |
| Durata del carico   |                                 | lunga         | [-]                |
| Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore                        | x                               | 164,04        | [mm]               |
| Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata | $\sigma_s$                      | 27,05         | [MPa]              |
| Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo    | $f_{ct,eff}$                    | 3,0           | [MPa]              |
| Fattore dipendente dalla durata del carico                            | $k_t$                           | 0,4           | [-]                |
| Altezza efficace  | $h_{c,eff}$                     | 125           | [mm]               |
| Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura              | $A_{c,eff}$                     | 125000        | [mm <sup>2</sup> ] |
| Rapporto geometrico sull'area efficace                                | $\rho_{p,eff}$                  | 0,01521       | [-]                |
| Rapporto tra $E_s/E_{cm}$   | $\alpha_e$                      | 6,00          | [-]                |
| Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo | $\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$ | -0,000299     | [-]                |
|   |                                 | 0,000081      | [-]                |
| Determinazione del diametro equivalente delle barre tese              | $\phi_{eq}$                     | 22,00         | [mm]               |
| Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre     | $k_1$                           | 0,8           | [-]                |
| Coefficiente che tiene conto della flessione pura                     | $k_2$                           | 0,5           | [-]                |
|   | $k_3$                           | 3,4           | [-]                |
|   | $k_4$                           | 0,425         | [-]                |
| Distanza massima tra le fessure                                       | $s_{r,max}$                     | 415,97        | [mm]               |
|   |                                 | 415,97        | [mm]               |
| <b>Ampiezza delle fessure</b>   | <b><math>w_k</math></b>         | <b>0,0338</b> | <b>[mm]</b>        |
| <b>Ampiezza massima delle fessure</b>                                 | <b><math>w_{max}</math></b>     | <b>0,2</b>    | <b>[mm]</b>        |

- Verifica a fessurazione lungo y pareti canale

| Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente   |                                 |                               |
|---|---------------------------------|-------------------------------|
| <b>Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente</b>      | <b><math>M_{Ed,q.p.}</math></b> | <b>54,3 [kNm]</b>             |
| Durata del carico   |                                 | lunga [-]                     |
| Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore                        | x                               | 140,70 [mm]                   |
| Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata | $\sigma_s$                      | 60,74 [MPa]                   |
| Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo    | $f_{ct,eff}$                    | 3,0 [MPa]                     |
| Fattore dipendente dalla durata del carico                            | $k_t$                           | 0,4 [-]                       |
| Altezza efficace  | $h_{c,eff}$                     | 125 [mm]                      |
| Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura              | $A_{c,eff}$                     | 125000 [mm <sup>2</sup> ]     |
| Rapporto geometrico sull'area efficace                                | $\rho_{p,eff}$                  | 0,01018 [-]                   |
| Rapporto tra $E_s/E_{cm}$   | $\alpha_e$                      | 6,00 [-]                      |
| Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo | $\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$ | -0,000327 [-]<br>0,000182 [-] |
| Determinazione del diametro equivalente delle barre tese              | $\phi_{eq}$                     | 18,00 [mm]                    |
| Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre     | $k_1$                           | 0,8 [-]                       |
| Coefficiente che tiene conto della flessione pura                     | $k_2$                           | 0,5 [-]                       |
|   | $k_3$                           | 3,4 [-]                       |
|   | $k_4$                           | 0,425 [-]                     |
| Distanza massima tra le fessure                                       | $s_{r,max}$                     | 470,63 [mm]<br>470,63 [mm]    |
| <b>Ampiezza delle fessure</b>   | <b><math>w_k</math></b>         | <b>0,0858 [mm]</b>            |
| <b>Ampiezza massima delle fessure</b>                                 | <b><math>w_{max}</math></b>     | <b>0,2 [mm]</b>               |

### 12.1.2.9 VERIFICHE SOLETTA COPERTURA CANALE - LIMITAZIONE DELLE TENSIONI



Figura 12-47 – Sforzo normale  $S_{xx}$  soletta copertura canale [ $\text{kN/m}^2$ ]



Figura 12-48 – Sforzo normale  $S_{yy}$  soletta copertura canale [ $\text{kN/m}^2$ ]



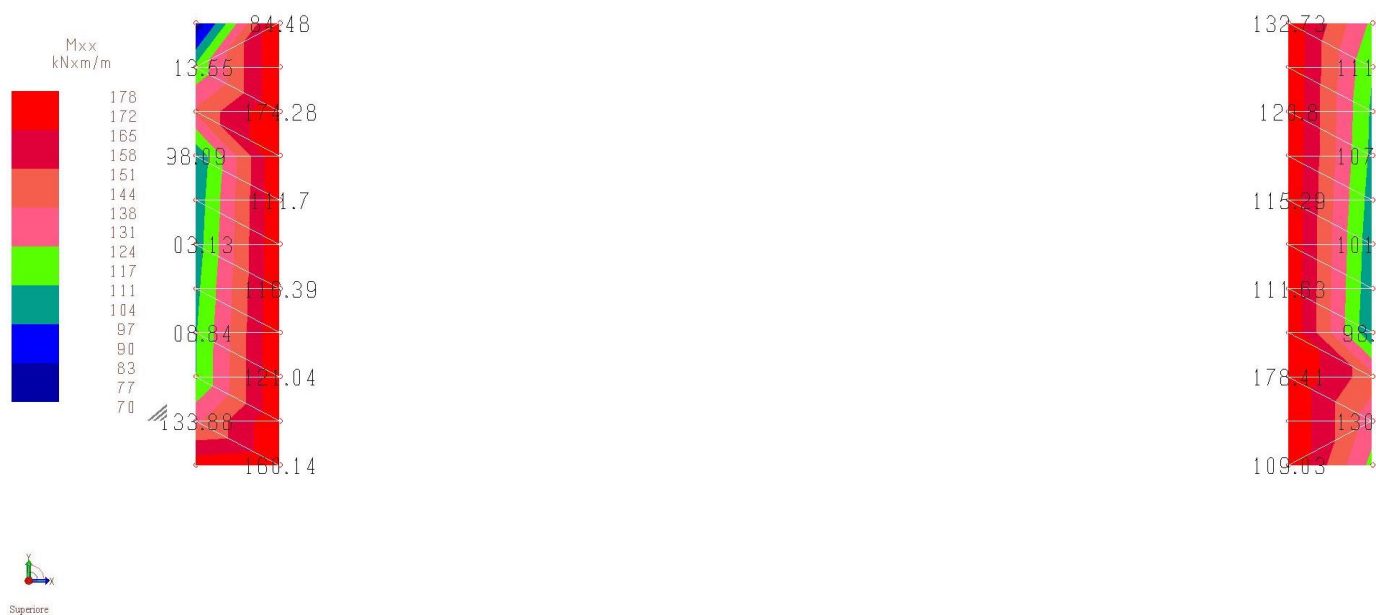


Figura 12-49 – Sollecitazioni di momento  $M_{xx}$  soletta copertura canale [kNm/m]



Figura 12-50 – Sollecitazioni di momento  $M_{yy}$  soletta copertura canale [kNm/m]



Figura 12-51 – Sollecitazioni di taglio tz Mxx soletta copertura canale [ $\text{kN/m}^2$ ]



Figura 12-52 – Sollecitazioni di taglio tz Myy soletta copertura canale [ $\text{kN/m}^2$ ]

- Verifica a pressoflessione lungo x soletta copertura canale

$M_{Ed} =$  178 kNm/m

La soletta di copertura del canale, risulta armata con maglia 5+5  $\Phi 22/100$ , pertanto risulta:

**Titolo :** Soletta copertura canale lungo x

N° strati barre 2 Zoom

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 80     |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 19.01    | 5      |
| 2  | 19.01    | 75     |

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 kN  
 M<sub>xEd</sub> 0 kNm  
 M<sub>yEd</sub> 0 kNm

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Materiali**  
 B450C C32/40  
 $\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200'000 N/mm²  $f_{cd}$  18.13 N/mm²  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8 ?  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  12.25 N/mm²  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{co}$  0.7333 N/mm²  
 $\tau_{c1}$  2.114 N/mm²

$\sigma_c$  -2.51 N/mm²  
 $\sigma_s$  134.5 N/mm²  
 $\epsilon_s$  0.6724 ‰  
 d 75 cm  
 x 16.41 x/d 0.2187  
 $\delta$  0.7134

**Metodo di calcolo**  
☐ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☒ Metodo n

**Verifica**  
 N° iterazioni: 5  
☐ Precompresso

Eseguendo verifiche allo SLE di tipo tensionale, si ha che:

$$\begin{aligned} \sigma_{c,max} &= 0.45 f_{ck} = 0.45 \times 20.8 = 9.36 \text{ N/mm}^2 > \sigma_c = 2.51 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{s,max} &= 0.8 f_{yk} = 0.8 \times 450 = 360 \text{ N/mm}^2 > \sigma_s = 134.5 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

- Verifica a pressoflessione lungo y soletta copertura canale

$M_{Ed} =$  190 kNm/m

Le pareti del canale, risultano armata con maglia 5+5  $\Phi 18/100$ , pertanto risulta:

**Titolo :** Soletta copertura canale lungo y

N° strati barre 2 Zoom

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 80     |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 12.72    | 5      |
| 2  | 12.72    | 75     |

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 kN  
 M<sub>xEd</sub> 0 kNm  
 M<sub>yEd</sub> 0 kNm

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Metodo di calcolo**  
☐ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☒ Metodo n

**Materiali**

| B450C                      | C32/40                 |
|----------------------------|------------------------|
| $\epsilon_{su}$ 67.5 ‰     | $\epsilon_{c2}$ 2 ‰    |
| $f_{yd}$ 391.3 N/mm²       | $\epsilon_{cu}$ 3.5 ‰  |
| $E_s$ 200*000 N/mm²        | $f_{cd}$ 18.13         |
| $E_s/E_c$ 15               | $f_{cc}/f_{cd}$ 0.8    |
| $\epsilon_{syd}$ 1.957 ‰   | $\sigma_{c,adm}$ 12.25 |
| $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² | $\tau_{co}$ 0.7333     |
|                            | $\tau_{c1}$ 2.114      |

$\sigma_c$  -3.272 N/mm²  
 $\sigma_s$  212.6 N/mm²

$\epsilon_s$  1.063 ‰  
 d 75 cm  
 x 14.07 x/d 0.1876  
 $\delta$  0.7

**Verifica**  
 N° iterazioni: 5  
☐ Precompresso

Eseguendo verifiche allo SLE di tipo tensionale, si ha che:

$$\begin{aligned} \sigma_{c,max} &= 0.45 f_{ck} = 0.45 \times 20.8 = 9.36 \text{ N/mm}^2 > \sigma_c = 3.27 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{s,max} &= 0.8 f_{yk} = 0.8 \times 450 = 360 \text{ N/mm}^2 > \sigma_s = 212.6 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

**AMV S.r.l.**  
Via San Lorenzo, 106  
34077 Ronchi dei Legionari  
(Gorizia) ItalyPh. +39 0481.779.903 r.a.  
Fax +39 0481.777.125  
E-mail: info@amv.it  
www.amv.itCap. Soc. € 10.920,00 i.v.  
P.Iva: IT00382470318  
C.F. e Iscriz. nel Reg. delle Imp. di GO  
00382470318 - R.E.A. GO n° 048216**Attestato dell'affidabilità del codice di calcolo e delle procedure implementate nei prodotti software AMV  
In base al paragrafo 10.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14.01.2008 e successivi aggiornamenti).**

In base a quanto richiesto al par. 10.2 del D.M. 14/01/2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni) il produttore e distributore AMV s.r.l. espone la seguente relazione riguardante il solutore numerico e, più in generale, la procedura di analisi e dimensionamento MasterSap. Si fa presente che sul proprio sito ([www.amv.it](http://www.amv.it)) è disponibile sia il manuale teorico del solutore sia il documento comprendente i numerosi esempi di validazione. Essendo tali documenti (formati da centinaia di pagine) di pubblico dominio, si ritiene sufficiente proporre una sintesi, sia pure adeguatamente esauriente, dell'argomento.

Il motore di calcolo adottato da MasterSap, denominato LiFe-Pack, è un programma ad elementi finiti che permette l'analisi statica e dinamica in ambito lineare e non lineare, con estensioni per il calcolo degli effetti del secondo ordine.

Il solutore lineare usato in analisi statica ed in analisi modale è basato su un classico algoritmo di fattorizzazione multifrontale per matrici sparse che utilizza la tecnica di condensazione supermodale ai fini di velocizzare le operazioni. Prima della fattorizzazione viene eseguito un riordino simmetrico delle righe e delle colonne del sistema lineare al fine di calcolare un percorso di eliminazione ottimale che massimizza la sparsità del fattore. Il solutore modale è basato sulla formulazione inversa dell'algoritmo di Lanczos noto come *Thick Restarted Lanczos* ed è particolarmente adatto alla soluzione di problemi di grande e grandissima dimensione ovvero con molti gradi di libertà. L'algoritmo di Lanczos oltre ad essere supportato da una rigorosa teoria matematica, è estremamente efficiente e competitivo e non ha limiti superiori nella dimensione dei problemi, se non quelli delle risorse hardware della macchina utilizzata per il calcolo.

Per la soluzione modale di piccoli progetti, caratterizzati da un numero di gradi di libertà inferiore a 500, l'algoritmo di Lanczos non è ottimale e pertanto viene utilizzato il classico solutore modale per matrici dense simmetriche contenuto nella ben nota libreria LAPACK.

L'analisi con i contributi del secondo ordine viene realizzata aggiornando la matrice di rigidezza elastica del sistema con i contributi della matrice di rigidezza geometrica.

Un'estensione non lineare, che introduce elementi a comportamento multilineare, si avvale di un solutore incrementale che utilizza nella fase iterativa della soluzione il metodo del gradiente coniugato preconditionato.

Grande attenzione è stata riservata agli esempi di validazione del solutore. Gli esempi sono stati tratti dalla letteratura tecnica consolidata e i confronti sono stati realizzati con i risultati teorici e, in molti casi, con quelli prodotti, sugli esempi stessi, da prodotti internazionali di comparabile e riconosciuta validità. Il manuale di validazione è disponibile sul sito [www.amv.it](http://www.amv.it).

E' importante segnalare, forse ancora con maggior rilievo, che l'affidabilità del programma trova riscontro anche nei risultati delle prove di collaudo eseguite su sistemi progettati con MasterSap. I verbali di collaudo (per alcuni progetti di particolare importanza i risultati sono disponibili anche nella letteratura tecnica) documentano che i risultati delle prove, sia in campo statico che dinamico, sono corrispondenti con quelli dedotti dalle analisi numeriche, anche per merito della possibilità di dar luogo, con MasterSap, a raffinate modellazioni delle strutture. In MasterSap sono presenti moltissime procedure di controllo e filtri di autodiagnostica. In fase di input, su ogni dato, viene eseguito un controllo di compatibilità. Un'ulteriore procedura di controllo può essere lanciata dall'utente in modo da individuare tutti gli errori gravi o gli eventuali difetti della modellazione. Analoghi controlli vengono eseguiti da MasterSap in fase di calcolo prima della preparazione dei dati per il solutore. I dati trasferiti al solutore sono facilmente consultabili attraverso la lettura del file di input in formato XML, leggibili in modo immediato dall'utente. Apposite procedure di controllo sono predisposte per i programmi di dimensionamento per l'acciaio, legno, alluminio, muratura etc. Tali controlli riguardano l'esito della verifica: vengono segnalati, per via numerica e grafica (vedi esempio a fianco), i casi in contrasto con le comuni tecniche costruttive e gli errori di dimensionamento (che bloccano lo sviluppo delle fasi successive della progettazione, ad esempio il disegno esecutivo). Nei casi previsti dalla norma, ad esempio qualora contemplato dalle disposizioni sismiche in applicazione, vengono eseguiti i controlli sulla geometria strutturale, che vengono segnalati con la stessa modalità dei difetti di progettazione.

Ulteriori funzioni, a disposizione dell'utente, agevolano il controllo dei dati e dei risultati. E' possibile eseguire una funzione di ricerca su tutte le proprietà (geometriche, fisiche, di carico etc) del modello individuando gli elementi interessati.

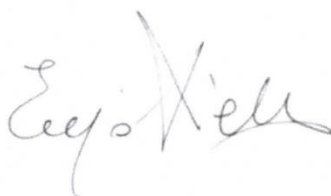
Si possono rappresentare e interrogare graficamente, in ogni sezione desiderata, tutti i risultati dell'analisi e del dimensionamento strutturale. Nel caso sismico viene evidenziata la posizione del centro di massa e di rigidezza del sistema.

Per gli edifici è possibile, per ogni piano, a partire dalle fondazioni, conoscere la risultante delle azioni verticali orizzontali. Analoghi risultati sono disponibili per i vincoli esterni.

Le altre procedure di calcolo, oltre a MasterSap, seguono la medesima impostazione teorica e lo stesso procedimento di validazione.

Nei relativi manuali viene fornita una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, dei metodi e criteri usati per il dimensionamento strutturale e delle sezioni; vengono forniti esempi significativi che possono essere facilmente replicati, segnalando che si tratta spesso di procedure di calcolo e di verifica, che per loro natura, non denotano particolari complessità teoriche e concettuali.

Il rilascio di ogni nuova versione dei programmi è sottoposta a rigorosi check automatici che mettono a confronto i risultati della release in esame con quelli già validati e realizzati da versioni precedenti. Inoltre, sessioni specifiche di lavoro sono condotte da personale esperto per controllare il corretto funzionamento delle varie procedure software, con particolare riferimento a quelle che sono state oggetto di interventi manutentivi o di aggiornamento.

AMV s.r.l.  
Il legale rappresentante  
Ing. Eugenio Aiello



### 12.1.2.10 VERIFICHE SOLETTA COPERTURA CANALE - VERIFICA A FESSURAZIONE



Figura 12-53 – Sollecitazioni di momento  $M_{xx}$  soletta copertura canale [kNm/m]



Figura 12-54 – Sollecitazioni di momento  $M_{yy}$  soletta copertura canale [kNm/m]



- Verifica a fessurazione lungo x soletta copertura canale

| Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente   |                                 |                           |
|---|---------------------------------|---------------------------|
| <b>Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente</b>      | <b><math>M_{Ed,q.p.}</math></b> | <b>59,3 [kNm]</b>         |
| Durata del carico   |                                 | lunga [-]                 |
| Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore                        | x                               | 164,04 [mm]               |
| Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata | $\sigma_s$                      | 44,81 [MPa]               |
| Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo    | $f_{ct,eff}$                    | 3,0 [MPa]                 |
| Fattore dipendente dalla durata del carico                            | $k_t$                           | 0,4 [-]                   |
| Altezza efficace  | $h_{c,eff}$                     | 125 [mm]                  |
| Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura              | $A_{c,eff}$                     | 125000 [mm <sup>2</sup> ] |
| Rapporto geometrico sull'area efficace                                | $\rho_{p,eff}$                  | 0,01521 [-]               |
| Rapporto tra $E_s/E_{cm}$   | $\alpha_e$                      | 6,00 [-]                  |
| Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo | $\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$ | -0,000210 [-]             |
|   |                                 | 0,000134 [-]              |
| Determinazione del diametro equivalente delle barre tese              | $\phi_{eq}$                     | 22,00 [mm]                |
| Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre     | $k_1$                           | 0,8 [-]                   |
| Coefficiente che tiene conto della flessione pura                     | $k_2$                           | 0,5 [-]                   |
|   | $k_3$                           | 3,4 [-]                   |
|   | $k_4$                           | 0,425 [-]                 |
| Distanza massima tra le fessure                                       | $s_{r,max}$                     | 415,97 [mm]               |
|   |                                 | 415,97 [mm]               |
| <b>Ampiezza delle fessure</b>   | <b><math>w_k</math></b>         | <b>0,0559 [mm]</b>        |
| <b>Ampiezza massima delle fessure</b>                                 | <b><math>w_{max}</math></b>     | <b>0,2 [mm]</b>           |

- Verifica a fessurazione lungo y soletta copertura canale

| Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente   |                                 |                               |
|---|---------------------------------|-------------------------------|
| <b>Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente</b>      | <b>M<sub>Ed,q.p.</sub></b>      | <b>33,7 [kNm]</b>             |
| Durata del carico   |                                 | lunga [-]                     |
| Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore                        | x                               | 140,70 [mm]                   |
| Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata | $\sigma_s$                      | 37,70 [MPa]                   |
| Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo    | $f_{ct,eff}$                    | 3,0 [MPa]                     |
| Fattore dipendente dalla durata del carico                            | $k_t$                           | 0,4 [-]                       |
| Altezza efficace  | $h_{c,eff}$                     | 125 [mm]                      |
| Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura              | $A_{c,eff}$                     | 125000 [mm <sup>2</sup> ]     |
| Rapporto geometrico sull'area efficace                                | $\rho_{p,eff}$                  | 0,01018 [-]                   |
| Rapporto tra $E_s/E_{cm}$   | $\alpha_e$                      | 6,00 [-]                      |
| Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo | $\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$ | -0,000442 [-]<br>0,000113 [-] |
| Determinazione del diametro equivalente delle barre tese              | $\phi_{eq}$                     | 18,00 [mm]                    |
| Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre     | $k_1$                           | 0,8 [-]                       |
| Coefficiente che tiene conto della flessione pura                     | $k_2$                           | 0,5 [-]                       |
|   | $k_3$                           | 3,4 [-]                       |
|   | $k_4$                           | 0,425 [-]                     |
| Distanza massima tra le fessure                                       | $s_{r,max}$                     | 470,63 [mm]<br>470,63 [mm]    |
| <b>Ampiezza delle fessure</b>   | <b>w<sub>k</sub></b>            | <b>0,0532 [mm]</b>            |
| <b>Ampiezza massima delle fessure</b>                                 | <b>w<sub>max</sub></b>          | <b>0,2 [mm]</b>               |

## 12.2 VERIFICHE STRUTTURALI PARAMENTO – PROFILO CREAGER

Si riportano nel seguito le verifiche agli stati limite ultimo e di esercizio di una sezione tipologica schematica di altezza 13.14 m, soggetto alla spinta idrostatica e idrodinamica nelle due diverse condizioni di carico TR200 e TR1000

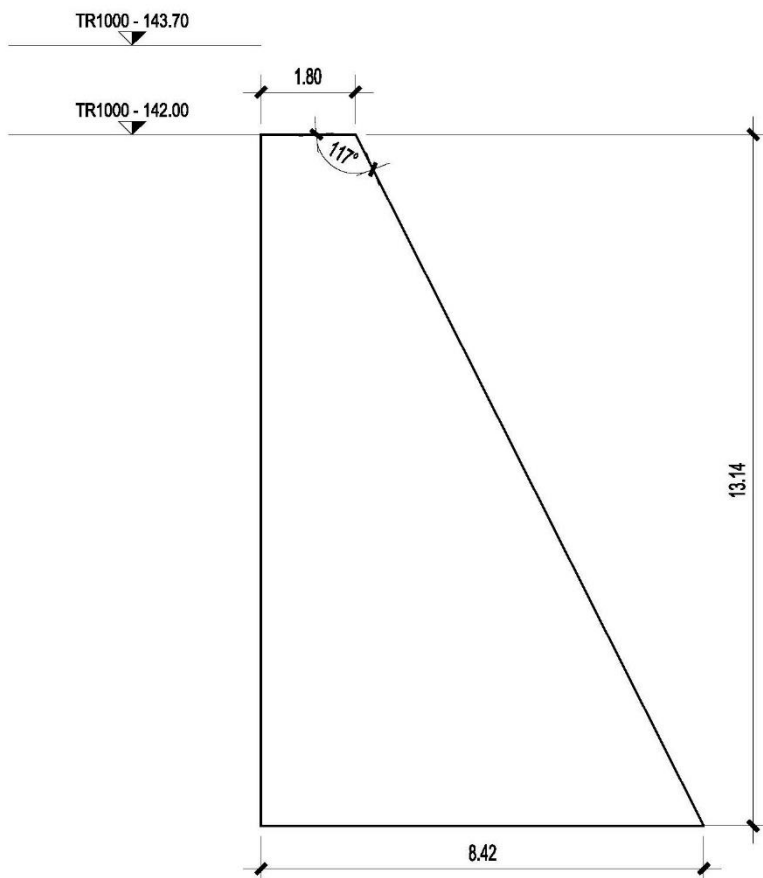


Figura 12-55 – Schema sezione tipologica paramento manufatto di sfioro.

### Dati

### Materiali

#### Simbologia adottata

|       |                           |
|-------|---------------------------|
| n°    | Indice materiale          |
| Descr | Descrizione del materiale |

#### Calcestruzzo armato

|          |   |
|----------|---|
| C        | Classe di resistenza del cls                                |
| A        | Classe di resistenza dell'acciaio                           |
| $\gamma$ | Peso specifico, espresso in [kN/mc]                         |
| $R_{ck}$ | Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa] |
| E        | Modulo elastico, espresso in [kPa]                          |
| $\nu$    | Coeff. di Poisson   |
| n        | Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls                       |
| ntc      | Coeff. di omogenizzazione cls teso/compresso                |

#### Calcestruzzo non armato

|   |                      |
|---|----------------------|
| C | Classe di resistenza |
|---|----------------------|

|          |   |
|----------|---|
| $\gamma$ | Peso specifico, espresso in [kN/mc]                         |
| $R_{ck}$ | Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa] |
| E        | Modulo elastico, espresso in [kPa]                          |
| ntc      | Coeff. di omogenizzazione cls teso/compresso                |

### Calcestruzzo non armato

| n° | Descr                   | C      | $\gamma$ | $R_{ck}$ | E        | ntc  |
|----|-------------------------|--------|----------|----------|----------|------|
|    |                         |        | [kN/mc]  | [kPa]    | [kPa]    |      |
| 3  | Calcestruzzo non armato | C20/25 | 24.5170  | 25000    | 30200389 | 0.50 |

### geometria profilo terreno a monte del muro

#### Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

|    |   |
|----|---|
| n° | numero ordine del punto                 |
| X  | ascissa del punto espressa in [m]       |
| Y  | ordinata del punto espressa in [m]      |
| A  | inclinazione del tratto espressa in [°] |

| n° | X     | Y      | A     |
|----|-------|--------|-------|
|    | [m]   | [m]    | [°]   |
| 1  | 0.00  | -13.00 | 0.000 |
| 2  | 50.00 | -13.00 | 0.000 |

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.000 [°]

### Geometria muro

#### Geometria paramento e fondazione

##### Paramento

|  |                         |     |
|--|-------------------------|-----|
| Materiale                              | Calcestruzzo non armato |     |
| Altezza paramento                      | 13.14                   | [m] |
| Altezza paramento libero               | 13.14                   | [m] |
| Spessore in sommità                    | 1.80                    | [m] |
| Spessore all'attacco con la fondazione | 8.42                    | [m] |
| Inclinazione paramento esterno         | 26.75                   | [°] |
| Inclinazione paramento interno         | 0.00                    | [°] |

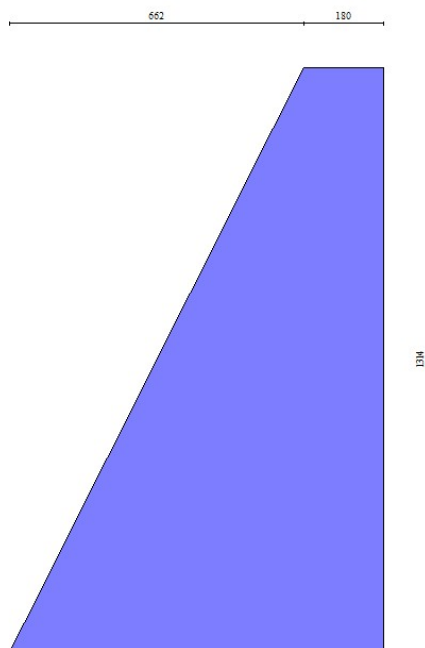


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

## Condizioni di carico

### Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

|                |  |
|----------------|--|
| X              | Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m] |
| F <sub>x</sub> | Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]           |
| F <sub>y</sub> | Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]             |
| M              | Momento espresso in [kNm]  |
| X <sub>i</sub> | Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]          |
| X <sub>f</sub> | Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]            |
| Q <sub>i</sub> | Intensità del carico per x=X <sub>i</sub> espressa in [kN]               |
| Q <sub>f</sub> | Intensità del carico per x=X <sub>f</sub> espressa in [kN]               |

### Condizione n° 1 (Pressione idrostatica TR200) - PERMANENTE

#### Carichi sul muro

| n° | Tipo        | Dest      | X; Y | F <sub>x</sub> | F <sub>y</sub> | M     | X <sub>i</sub> | X <sub>f</sub> | Q <sub>i</sub> | Q <sub>f</sub> |
|----|-------------|-----------|------|----------------|----------------|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|    |             |           | [m]  | [kN]           | [kN]           | [kNm] | [m]            | [m]            | [kN]           | [kN]           |
| 1  | Distribuito | Paramento |      |                |                |       | -13.14         | 0.00           | 131.4000       | 0.0000         |

### Condizione n° 2 (Pressione idrostatica TR1000) - PERMANENTE

Carichi sul muro

| n° | Tipo        | Dest      | X; Y | Fx   | Fy   | M     | Xi     | Xf   | Qi       | Qf      |
|----|-------------|-----------|------|------|------|-------|--------|------|----------|---------|
|    |             |           | [m]  | [kN] | [kN] | [kNm] | [m]    | [m]  | [kN]     | [kN]    |
| 1  | Distribuito | Paramento |      |      |      |       | -13.14 | 0.00 | 148.4000 | 17.0000 |

Condizione n° 3 (Pressione idrodinamica TR200) - ECCEZIONALE
Carichi sul muro

| n° | Tipo        | Dest      | X; Y | Fx   | Fy   | M     | Xi     | Xf   | Qi      | Qf     |
|----|-------------|-----------|------|------|------|-------|--------|------|---------|--------|
|    |             |           | [m]  | [kN] | [kN] | [kNm] | [m]    | [m]  | [kN]    | [kN]   |
| 1  | Distribuito | Paramento |      |      |      |       | -13.14 | 0.00 | 17.9900 | 0.0000 |

Condizione n° 4 (Pressione idrodinamica TR1000) - ECCEZIONALE
Carichi sul muro

| n° | Tipo        | Dest      | X; Y | Fx   | Fy   | M     | Xi     | Xf   | Qi      | Qf     |
|----|-------------|-----------|------|------|------|-------|--------|------|---------|--------|
|    |             |           | [m]  | [kN] | [kN] | [kNm] | [m]    | [m]  | [kN]    | [kN]   |
| 1  | Distribuito | Paramento |      |      |      |       | -13.14 | 0.00 | 20.3200 | 3.7900 |

Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2008 (D.M. 14.01.2008) - Approccio 2 + Circolare C.S.LL.PP. 02/02/2009 n.617**

Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

| Carichi                    | Effetto     |                    | Combinazioni statiche |      |      |      |      | Combinazioni sismiche |      |      |
|----------------------------|-------------|--------------------|-----------------------|------|------|------|------|-----------------------|------|------|
|                            |             |                    | HYD                   | UPL  | EQU  | A1   | A2   | EQU                   | A1   | A2   |
| Permanenti strutturali     | Favorevoli  | $\gamma_{G1,fav}$  | 0.90                  | 0.90 | 0.90 | 1.00 | 1.00 | 1.00                  | 1.00 | 1.00 |
| Permanenti strutturali     | Sfavorevoli | $\gamma_{G1,sfav}$ | 1.30                  | 1.10 | 1.10 | 1.30 | 1.00 | 1.00                  | 1.00 | 1.00 |
| Permanenti non strutturali | Favorevoli  | $\gamma_{G2,fav}$  | 0.00                  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00                  | 0.00 | 0.00 |
| Permanenti non strutturali | Sfavorevoli | $\gamma_{G2,sfav}$ | 1.50                  | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.30 | 1.00                  | 1.00 | 1.00 |
| Variabili                  | Favorevoli  | $\gamma_{Q,fav}$   | 0.00                  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00                  | 0.00 | 0.00 |
| Variabili                  | Sfavorevoli | $\gamma_{Q,sfav}$  | 1.50                  | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.30 | 1.00                  | 1.00 | 1.00 |
| Variabili da traffico      | Favorevoli  | $\gamma_{QT,fav}$  | 0.00                  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00                  | 0.00 | 0.00 |
| Variabili da traffico      | Sfavorevoli | $\gamma_{QT,sfav}$ | 1.50                  | 1.50 | 1.35 | 1.35 | 1.15 | 1.00                  | 1.00 | 1.00 |

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

| Parametro                       |                       | Combinazioni statiche |      | Combinazioni sismiche |      |
|---------------------------------|-----------------------|-----------------------|------|-----------------------|------|
|                                 |                       | M1                    | M2   | M1                    | M2   |
| Tangente dell'angolo di attrito | $\gamma_{\tan(\phi)}$ | 1.00                  | 1.25 | 1.00                  | 1.25 |
| Coesione efficace               | $\gamma_c$            | 1.00                  | 1.25 | 1.00                  | 1.25 |
| Resistenza non drenata          | $\gamma_{cu}$         | 1.00                  | 1.40 | 1.00                  | 1.40 |
| Peso nell'unità di volume       | $\gamma_\gamma$       | 1.00                  | 1.00 | 1.00                  | 1.00 |

Coeff. parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO



| Verifica                   | Combinazioni statiche |      |      | Combinazioni sismiche |      |      |
|----------------------------|-----------------------|------|------|-----------------------|------|------|
|                            | R1                    | R2   | R3   | R1                    | R2   | R3   |
| Capacità portante          | --                    | --   | 1.40 | --                    | --   | 1.20 |
| Scorrimento                | --                    | --   | 1.10 | --                    | --   | 1.00 |
| Resistenza terreno a valle | --                    | --   | 1.40 | --                    | --   | 1.20 |
| Ribaltamento               | --                    | --   | 1.00 | --                    | --   | 1.00 |
| Stabilità fronte di scavo  | --                    | 1.10 | --   | --                    | 1.20 | --   |

### Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

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

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + \dots$$

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

$$G_1 + G_2 + Q_{k1} + \Psi_{0,2} Q_{k2} + \Psi_{0,3} Q_{k3} + \dots$$

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

$$G_1 + G_2 + \Psi_{1,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione quasi permanente, impiegata per gli effetti di lungo periodo:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff.  $\Psi_{0,j}$ ,  $\Psi_{1,j}$ ,  $\Psi_{2,j}$  sono definiti nelle singole condizioni variabili. per I valori dei coeff.  $\gamma_G$  e  $\gamma_Q$ , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

### Simbologia adottata

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione

$\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

### Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

| Condizione      | $\gamma$ | $\Psi$ | Effetto    |
|-----------------|----------|--------|------------|
| Peso muro       | 1.00     | --     | Favorevole |
| Peso terrapieno | 1.00     | --     | Favorevole |

| Condizione                  | $\gamma$ | $\Psi$ | Effetto     |
|-----------------------------|----------|--------|-------------|
| Spinta terreno              | 1.30     | --     | Sfavorevole |
| Pressione idrostatica TR200 | 1.30     | --     | Sfavorevole |

#### Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

| Condizione                   | $\gamma$ | $\Psi$ | Effetto     |
|------------------------------|----------|--------|-------------|
| Peso muro                    | 1.00     | --     | Favorevole  |
| Peso terrapieno              | 1.00     | --     | Favorevole  |
| Spinta terreno               | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Pressione idrostatica TR200  | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Pressione idrodinamica TR200 | 1.00     | 1.00   | Sfavorevole |

#### Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3)

| Condizione                   | $\gamma$ | $\Psi$ | Effetto     |
|------------------------------|----------|--------|-------------|
| Peso muro                    | 1.00     | --     | Favorevole  |
| Peso terrapieno              | 1.00     | --     | Favorevole  |
| Spinta terreno               | 1.30     | --     | Sfavorevole |
| Pressione idrostatica TR1000 | 1.30     | --     | Sfavorevole |

#### Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3) H + V

| Condizione                    | $\gamma$ | $\Psi$ | Effetto     |
|-------------------------------|----------|--------|-------------|
| Peso muro                     | 1.00     | --     | Favorevole  |
| Peso terrapieno               | 1.00     | --     | Favorevole  |
| Spinta terreno                | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Pressione idrostatica TR1000  | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Pressione idrodinamica TR1000 | 1.00     | 1.00   | Sfavorevole |

#### Combinazione n° 5 - STR (A1-M1-R3) H - V

| Condizione                   | $\gamma$ | $\Psi$ | Effetto     |
|------------------------------|----------|--------|-------------|
| Peso muro                    | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Peso terrapieno              | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Spinta terreno               | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Pressione idrostatica TR200  | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Pressione idrodinamica TR200 | 1.00     | 1.00   | Sfavorevole |

#### Combinazione n° 6 - STR (A1-M1-R3) H - V

| Condizione                    | $\gamma$ | $\Psi$ | Effetto     |
|-------------------------------|----------|--------|-------------|
| Peso muro                     | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Peso terrapieno               | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Spinta terreno                | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Pressione idrostatica TR1000  | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Pressione idrodinamica TR1000 | 1.00     | 1.00   | Sfavorevole |

#### Combinazione n° 7 - GEO (A2-M2-R2)

| Condizione                  | $\gamma$ | $\Psi$ | Effetto     |
|-----------------------------|----------|--------|-------------|
| Peso muro                   | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Peso terrapieno             | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Spinta terreno              | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Pressione idrostatica TR200 | 1.00     | --     | Sfavorevole |

Combinazione n° 8 - GEO (A2-M2-R2) H + V

| Condizione                   | $\gamma$ | $\Psi$ | Effetto     |
|------------------------------|----------|--------|-------------|
| Peso muro                    | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Peso terrapieno              | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Spinta terreno               | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Pressione idrostatica TR200  | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Pressione idrodinamica TR200 | 1.00     | 1.00   | Sfavorevole |

Combinazione n° 9 - GEO (A2-M2-R2)

| Condizione                   | $\gamma$ | $\Psi$ | Effetto     |
|------------------------------|----------|--------|-------------|
| Peso muro                    | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Peso terrapieno              | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Spinta terreno               | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Pressione idrostatica TR1000 | 1.00     | --     | Sfavorevole |

Combinazione n° 10 - GEO (A2-M2-R2) H + V

| Condizione                    | $\gamma$ | $\Psi$ | Effetto     |
|-------------------------------|----------|--------|-------------|
| Peso muro                     | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Peso terrapieno               | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Spinta terreno                | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Pressione idrostatica TR1000  | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Pressione idrodinamica TR1000 | 1.00     | 1.00   | Sfavorevole |

Combinazione n° 11 - GEO (A2-M2-R2) H - V

| Condizione                   | $\gamma$ | $\Psi$ | Effetto     |
|------------------------------|----------|--------|-------------|
| Peso muro                    | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Peso terrapieno              | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Spinta terreno               | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Pressione idrostatica TR200  | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Pressione idrodinamica TR200 | 1.00     | 1.00   | Sfavorevole |

Combinazione n° 12 - GEO (A2-M2-R2) H - V

| Condizione                    | $\gamma$ | $\Psi$ | Effetto     |
|-------------------------------|----------|--------|-------------|
| Peso muro                     | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Peso terrapieno               | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Spinta terreno                | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Pressione idrostatica TR1000  | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Pressione idrodinamica TR1000 | 1.00     | 1.00   | Sfavorevole |

Combinazione n° 13 - EQU

| Condizione                  | $\gamma$ | $\Psi$ | Effetto     |
|-----------------------------|----------|--------|-------------|
| Peso muro                   | 0.90     | --     | Favorevole  |
| Peso terrapieno             | 0.90     | --     | Favorevole  |
| Spinta terreno              | 1.10     | --     | Sfavorevole |
| Pressione idrostatica TR200 | 1.10     | --     | Sfavorevole |

Combinazione n° 14 - EQU H + V

| Condizione      | $\gamma$ | $\Psi$ | Effetto    |
|-----------------|----------|--------|------------|
| Peso muro       | 1.00     | --     | Favorevole |
| Peso terrapieno | 1.00     | --     | Favorevole |

| Condizione                   | $\gamma$ | $\Psi$ | Effetto     |
|------------------------------|----------|--------|-------------|
| Spinta terreno               | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Pressione idrostatica TR200  | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Pressione idrodinamica TR200 | 1.00     | 1.00   | Sfavorevole |

#### Combinazione n° 15 - EQU

| Condizione                   | $\gamma$ | $\Psi$ | Effetto     |
|------------------------------|----------|--------|-------------|
| Peso muro                    | 0.90     | --     | Favorevole  |
| Peso terrapieno              | 0.90     | --     | Favorevole  |
| Spinta terreno               | 1.10     | --     | Sfavorevole |
| Pressione idrostatica TR1000 | 1.10     | --     | Sfavorevole |

#### Combinazione n° 16 - EQU H + V

| Condizione                    | $\gamma$ | $\Psi$ | Effetto     |
|-------------------------------|----------|--------|-------------|
| Peso muro                     | 1.00     | --     | Favorevole  |
| Peso terrapieno               | 1.00     | --     | Favorevole  |
| Spinta terreno                | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Pressione idrostatica TR1000  | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Pressione idrodinamica TR1000 | 1.00     | 1.00   | Sfavorevole |

#### Combinazione n° 17 - EQU H - V

| Condizione                   | $\gamma$ | $\Psi$ | Effetto     |
|------------------------------|----------|--------|-------------|
| Peso muro                    | 1.00     | --     | Favorevole  |
| Peso terrapieno              | 1.00     | --     | Favorevole  |
| Spinta terreno               | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Pressione idrostatica TR200  | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Pressione idrodinamica TR200 | 1.00     | 1.00   | Sfavorevole |

#### Combinazione n° 18 - EQU H - V

| Condizione                    | $\gamma$ | $\Psi$ | Effetto     |
|-------------------------------|----------|--------|-------------|
| Peso muro                     | 1.00     | --     | Favorevole  |
| Peso terrapieno               | 1.00     | --     | Favorevole  |
| Spinta terreno                | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Pressione idrostatica TR1000  | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Pressione idrodinamica TR1000 | 1.00     | 1.00   | Sfavorevole |

#### Combinazione n° 19 - SLER

| Condizione                  | $\gamma$ | $\Psi$ | Effetto     |
|-----------------------------|----------|--------|-------------|
| Peso muro                   | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Peso terrapieno             | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Spinta terreno              | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Pressione idrostatica TR200 | 1.00     | --     | Sfavorevole |

#### Combinazione n° 20 - SLEF

| Condizione                  | $\gamma$ | $\Psi$ | Effetto     |
|-----------------------------|----------|--------|-------------|
| Peso muro                   | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Peso terrapieno             | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Spinta terreno              | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Pressione idrostatica TR200 | 1.00     | --     | Sfavorevole |

Combinazione n° 21 - SLEQ

| Condizione                  | $\gamma$ | $\Psi$ | Effetto     |
|-----------------------------|----------|--------|-------------|
| Peso muro                   | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Peso terrapieno             | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Spinta terreno              | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Pressione idrostatica TR200 | 1.00     | --     | Sfavorevole |

Combinazione n° 22 - SLER

| Condizione                   | $\gamma$ | $\Psi$ | Effetto     |
|------------------------------|----------|--------|-------------|
| Peso muro                    | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Peso terrapieno              | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Spinta terreno               | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Pressione idrostatica TR1000 | 1.00     | --     | Sfavorevole |

Combinazione n° 23 - SLEF

| Condizione                   | $\gamma$ | $\Psi$ | Effetto     |
|------------------------------|----------|--------|-------------|
| Peso muro                    | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Peso terrapieno              | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Spinta terreno               | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Pressione idrostatica TR1000 | 1.00     | --     | Sfavorevole |

Combinazione n° 24 - SLEQ

| Condizione                   | $\gamma$ | $\Psi$ | Effetto     |
|------------------------------|----------|--------|-------------|
| Peso muro                    | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Peso terrapieno              | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Spinta terreno               | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Pressione idrostatica TR1000 | 1.00     | --     | Sfavorevole |

Combinazione n° 25 - SLEQ H + V

| Condizione                   | $\gamma$ | $\Psi$ | Effetto     |
|------------------------------|----------|--------|-------------|
| Peso muro                    | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Peso terrapieno              | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Spinta terreno               | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Pressione idrostatica TR200  | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Pressione idrodinamica TR200 | 1.00     | 1.00   | Sfavorevole |

Combinazione n° 26 - SLEQ H - V

| Condizione                   | $\gamma$ | $\Psi$ | Effetto     |
|------------------------------|----------|--------|-------------|
| Peso muro                    | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Peso terrapieno              | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Spinta terreno               | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Pressione idrostatica TR200  | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Pressione idrodinamica TR200 | 1.00     | 1.00   | Sfavorevole |

Combinazione n° 27 - SLEQ H + V

| Condizione                   | $\gamma$ | $\Psi$ | Effetto     |
|------------------------------|----------|--------|-------------|
| Peso muro                    | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Peso terrapieno              | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Spinta terreno               | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Pressione idrostatica TR1000 | 1.00     | --     | Sfavorevole |

| Condizione                    | $\gamma$ | $\Psi$ | Effetto     |
|-------------------------------|----------|--------|-------------|
| Pressione idrodinamica TR1000 | 1.00     | 1.00   | Sfavorevole |

#### Combinazione n° 28 - SLEQ\_H - V

| Condizione                    | $\gamma$ | $\Psi$ | Effetto     |
|-------------------------------|----------|--------|-------------|
| Peso muro                     | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Peso terrapieno               | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Spinta terreno                | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Pressione idrostatica TR1000  | 1.00     | --     | Sfavorevole |
| Pressione idrodinamica TR1000 | 1.00     | 1.00   | Sfavorevole |

#### Dati sismici

|                                |                               |
|--------------------------------|-------------------------------|
| Comune                         | Sala Baganza                  |
| Provincia                      | Parma                         |
| Regione                        | Emilia Romagna                |
| Latitudine                     | 44.717412                     |
| Longitudine                    | 10.232066                     |
| Indice punti di interpolazione | 15605 - 15604 - 15826 - 15827 |
| Vita nominale                  | 100 anni                      |
| Classe d'uso                   | III                           |
| Tipo costruzione               | Opere strategiche             |
| Vita di riferimento            | 150 anni                      |

|   | Simbolo | U.M.                |    | SLU   | SLE   |
|---|---------|---------------------|----|-------|-------|
| Accelerazione al suolo  | $a_g$   | [m/s <sup>2</sup> ] |    | 2.830 | 1.010 |
| Accelerazione al suolo  | $a_g/g$ | [%]                 |    | 0.288 | 0.103 |
| Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale              | $F_0$   |                     |    | 2.630 | 2.530 |
| Periodo inizio tratto spettro a velocità costante               | $T_c^*$ |                     |    | 0.100 | 0.100 |
| Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico                 | $S_s$   |                     | A  | 1.000 | 1.000 |
| Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica | $S_t$   |                     | T1 | 1.000 |       |

| Stato limite ... | Coeff. di riduzione $\beta_m$ | kh     | kv     |
|------------------|-------------------------------|--------|--------|
| Ultimo           | 1.000                         | 28.848 | 19.328 |
| Esercizio        | 1.000                         | 10.296 | 6.898  |

Forma diagramma incremento sismico **Stessa forma del diagramma statico**



## Risultati per combinazione

### Spinta e forze

#### Simbologia adottata

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| Ic                              | Indice della combinazione  |
| A                               | Tipo azione  |
| I                               | Inclinazione della spinta, espressa in [°]                               |
| V                               | Valore dell'azione, espressa in [kN]                                     |
| C <sub>x</sub> , C <sub>y</sub> | Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]             |
| P <sub>x</sub> , P <sub>y</sub> | Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m] |

| Ic | A                            | V<br>[kN] | I<br>[°] | C <sub>x</sub><br>[kN] | C <sub>y</sub><br>[kN] | P <sub>x</sub><br>[m] | P <sub>y</sub><br>[m] |
|----|------------------------------|-----------|----------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1  | Spinta statica               | 38.44     | 24.00    | 35.12                  | 15.63                  | 0.00                  | -15.43                |
|    | Peso/Inerzia muro            |           |          | 0.00                   | 3570.82/0.00           | -7.38                 | -11.71                |
|    | Risultante forze sul muro    |           |          | 1122.29                | 0.00                   | --                    | --                    |
| 2  | Spinta statica               | 29.57     | 24.00    | 27.01                  | 12.03                  | 0.00                  | -15.43                |
|    | Incremento di spinta sismica |           | 31.99    | 29.23                  | 13.01                  | 0.00                  | -15.43                |
|    | Peso/Inerzia muro            |           |          | 1030.11                | 3570.82/690.18         | -7.38                 | -11.71                |
|    | Risultante forze sul muro    |           |          | 981.49                 | 0.00                   | --                    | --                    |
| 3  | Spinta statica               | 38.44     | 24.00    | 35.12                  | 15.63                  | 0.00                  | -15.43                |
|    | Peso/Inerzia muro            |           |          | 0.00                   | 3570.82/0.00           | -7.38                 | -11.71                |
|    | Risultante forze sul muro    |           |          | 1412.68                | 0.00                   | --                    | --                    |
| 4  | Spinta statica               | 29.57     | 24.00    | 27.01                  | 12.03                  | 0.00                  | -15.43                |
|    | Incremento di spinta sismica |           | 31.99    | 29.23                  | 13.01                  | 0.00                  | -15.43                |
|    | Peso/Inerzia muro            |           |          | 1030.11                | 3570.82/690.18         | -7.38                 | -11.71                |
|    | Risultante forze sul muro    |           |          | 1245.08                | 0.00                   | --                    | --                    |
| 5  | Spinta statica               | 29.57     | 24.00    | 27.01                  | 12.03                  | 0.00                  | -15.43                |
|    | Incremento di spinta sismica |           | 25.44    | 23.24                  | 10.35                  | 0.00                  | -15.43                |
|    | Peso/Inerzia muro            |           |          | 1030.11                | 3570.82/-690.18        | -7.38                 | -11.71                |
|    | Risultante forze sul muro    |           |          | 981.49                 | 0.00                   | --                    | --                    |
| 6  | Spinta statica               | 29.57     | 24.00    | 27.01                  | 12.03                  | 0.00                  | -15.43                |
|    | Incremento di spinta sismica |           | 25.44    | 23.24                  | 10.35                  | 0.00                  | -15.43                |
|    | Peso/Inerzia muro            |           |          | 1030.11                | 3570.82/-690.18        | -7.38                 | -11.71                |
|    | Risultante forze sul muro    |           |          | 1245.08                | 0.00                   | --                    | --                    |
| 19 | Spinta statica               | 29.57     | 24.00    | 27.01                  | 12.03                  | 0.00                  | -15.43                |
|    | Peso/Inerzia muro            |           |          | 0.00                   | 3570.82/0.00           | -7.38                 | -11.71                |
|    | Risultante forze sul muro    |           |          | 863.30                 | 0.00                   | --                    | --                    |
| 20 | Spinta statica               | 29.57     | 24.00    | 27.01                  | 12.03                  | 0.00                  | -15.43                |
|    | Peso/Inerzia muro            |           |          | 0.00                   | 3570.82/0.00           | -7.38                 | -11.71                |
|    | Risultante forze sul muro    |           |          | 863.30                 | 0.00                   | --                    | --                    |
| 21 | Spinta statica               | 29.57     | 24.00    | 27.01                  | 12.03                  | 0.00                  | -15.43                |
|    | Peso/Inerzia muro            |           |          | 0.00                   | 3570.82/0.00           | -7.38                 | -11.71                |
|    | Risultante forze sul muro    |           |          | 863.30                 | 0.00                   | --                    | --                    |
| 22 | Spinta statica               | 29.57     | 24.00    | 27.01                  | 12.03                  | 0.00                  | -15.43                |
|    | Peso/Inerzia muro            |           |          | 0.00                   | 3570.82/0.00           | -7.38                 | -11.71                |
|    | Risultante forze sul muro    |           |          | 1086.68                | 0.00                   | --                    | --                    |
| 23 | Spinta statica               | 29.57     | 24.00    | 27.01                  | 12.03                  | 0.00                  | -15.43                |
|    | Peso/Inerzia muro            |           |          | 0.00                   | 3570.82/0.00           | -7.38                 | -11.71                |
|    | Risultante forze sul muro    |           |          | 1086.68                | 0.00                   | --                    | --                    |
| 24 | Spinta statica               | 29.57     | 24.00    | 27.01                  | 12.03                  | 0.00                  | -15.43                |
|    | Peso/Inerzia muro            |           |          | 0.00                   | 3570.82/0.00           | -7.38                 | -11.71                |
|    | Risultante forze sul muro    |           |          | 1086.68                | 0.00                   | --                    | --                    |

| Ic | A                            | V<br>[kN] | I<br>[°] | Cx<br>[kN] | Cy<br>[kN]      | Px<br>[m] | Py<br>[m] |
|----|------------------------------|-----------|----------|------------|-----------------|-----------|-----------|
| 25 | Spinta statica               | 29.57     | 24.00    | 27.01      | 12.03           | 0.00      | -15.43    |
|    | Incremento di spinta sismica |           | 9.84     | 8.99       | 4.00            | 0.00      | -15.43    |
|    | Peso/Inerzia muro            |           |          | 367.64     | 3570.82/246.32  | -7.38     | -11.71    |
|    | Risultante forze sul muro    |           |          | 981.49     | 0.00            | --        | --        |
| 26 | Spinta statica               | 29.57     | 24.00    | 27.01      | 12.03           | 0.00      | -15.43    |
|    | Incremento di spinta sismica |           | 5.89     | 5.38       | 2.40            | 0.00      | -15.43    |
|    | Peso/Inerzia muro            |           |          | 367.64     | 3570.82/-246.32 | -7.38     | -11.71    |
|    | Risultante forze sul muro    |           |          | 981.49     | 0.00            | --        | --        |
| 27 | Spinta statica               | 29.57     | 24.00    | 27.01      | 12.03           | 0.00      | -15.43    |
|    | Incremento di spinta sismica |           | 9.84     | 8.99       | 4.00            | 0.00      | -15.43    |
|    | Peso/Inerzia muro            |           |          | 367.64     | 3570.82/246.32  | -7.38     | -11.71    |
|    | Risultante forze sul muro    |           |          | 1245.08    | 0.00            | --        | --        |
| 28 | Spinta statica               | 29.57     | 24.00    | 27.01      | 12.03           | 0.00      | -15.43    |
|    | Incremento di spinta sismica |           | 5.89     | 5.38       | 2.40            | 0.00      | -15.43    |
|    | Peso/Inerzia muro            |           |          | 367.64     | 3570.82/-246.32 | -7.38     | -11.71    |
|    | Risultante forze sul muro    |           |          | 1245.08    | 0.00            | --        | --        |

## Sollecitazioni

### Elementi calcolati a trave

#### Simbologia adottata

- N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
- T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
- M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

## Paramento

### Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

| n° | X<br>[m] | N<br>[kN] | T<br>[kN] | M<br>[kNm] |
|----|----------|-----------|-----------|------------|
| 1  | 0.00     | 0.00      | 0.00      | 0.00       |
| 2  | -0.10    | 4.45      | 0.06      | -0.05      |
| 3  | -0.20    | 9.03      | 0.26      | -0.21      |
| 4  | -0.30    | 13.73     | 0.58      | -0.45      |
| 5  | -0.40    | 18.55     | 1.03      | -0.78      |
| 6  | -0.50    | 23.50     | 1.61      | -1.17      |
| 7  | -0.60    | 28.56     | 2.32      | -1.63      |
| 8  | -0.70    | 33.75     | 3.16      | -2.14      |
| 9  | -0.80    | 39.06     | 4.12      | -2.69      |
| 10 | -0.90    | 44.50     | 5.22      | -3.28      |
| 11 | -1.00    | 50.05     | 6.44      | -3.89      |
| 12 | -1.10    | 55.73     | 7.79      | -4.50      |
| 13 | -1.19    | 61.53     | 9.28      | -5.13      |
| 14 | -1.29    | 67.46     | 10.89     | -5.74      |
| 15 | -1.39    | 73.50     | 12.62     | -6.34      |
| 16 | -1.49    | 79.67     | 14.49     | -6.91      |
| 17 | -1.59    | 85.96     | 16.49     | -7.45      |
| 18 | -1.69    | 92.38     | 18.61     | -7.94      |
| 19 | -1.79    | 98.91     | 20.87     | -8.38      |
| 20 | -1.89    | 105.57    | 23.25     | -8.75      |
| 21 | -1.99    | 112.35    | 25.76     | -9.04      |
| 22 | -2.09    | 119.25    | 28.41     | -9.25      |
| 23 | -2.19    | 126.28    | 31.17     | -9.37      |
| 24 | -2.29    | 133.43    | 34.07     | -9.38      |
| 25 | -2.39    | 140.70    | 37.10     | -9.27      |
| 26 | -2.49    | 148.09    | 40.26     | -9.05      |
| 27 | -2.59    | 155.61    | 43.54     | -8.69      |
| 28 | -2.69    | 163.25    | 46.96     | -8.18      |
| 29 | -2.79    | 171.01    | 50.50     | -7.52      |
| 30 | -2.89    | 178.89    | 54.17     | -6.71      |

| n°  | X     | N       | T      | M       |
|-----|-------|---------|--------|---------|
|     | [m]   | [kN]    | [kN]   | [kNm]   |
| 31  | -2.99 | 186.89  | 57.97  | -5.71   |
| 32  | -3.09 | 195.02  | 61.90  | -4.54   |
| 33  | -3.19 | 203.27  | 65.96  | -3.17   |
| 34  | -3.29 | 211.65  | 70.14  | -1.60   |
| 35  | -3.38 | 220.14  | 74.46  | 0.18    |
| 36  | -3.48 | 228.76  | 78.90  | 2.18    |
| 37  | -3.58 | 237.50  | 83.48  | 4.41    |
| 38  | -3.68 | 246.36  | 88.18  | 6.88    |
| 39  | -3.78 | 255.35  | 93.01  | 9.61    |
| 40  | -3.88 | 264.45  | 97.97  | 12.59   |
| 41  | -3.98 | 273.68  | 103.06 | 15.85   |
| 42  | -4.08 | 283.04  | 108.27 | 19.38   |
| 43  | -4.18 | 292.51  | 113.62 | 23.21   |
| 44  | -4.28 | 302.11  | 119.09 | 27.33   |
| 45  | -4.38 | 311.83  | 124.70 | 31.76   |
| 46  | -4.48 | 321.67  | 130.43 | 36.51   |
| 47  | -4.58 | 331.64  | 136.29 | 41.59   |
| 48  | -4.68 | 341.72  | 142.28 | 47.01   |
| 49  | -4.78 | 351.93  | 148.40 | 52.78   |
| 50  | -4.88 | 362.26  | 154.65 | 58.90   |
| 51  | -4.98 | 372.72  | 161.03 | 65.39   |
| 52  | -5.08 | 383.30  | 167.53 | 72.26   |
| 53  | -5.18 | 394.00  | 174.17 | 79.52   |
| 54  | -5.28 | 404.82  | 180.93 | 87.17   |
| 55  | -5.38 | 415.76  | 187.82 | 95.23   |
| 56  | -5.48 | 426.83  | 194.84 | 103.71  |
| 57  | -5.57 | 438.02  | 201.99 | 112.61  |
| 58  | -5.67 | 449.33  | 209.27 | 121.95  |
| 59  | -5.77 | 460.76  | 216.68 | 131.73  |
| 60  | -5.87 | 472.32  | 224.21 | 141.97  |
| 61  | -5.97 | 484.00  | 231.88 | 152.67  |
| 62  | -6.07 | 495.80  | 239.67 | 163.85  |
| 63  | -6.17 | 507.72  | 247.59 | 175.52  |
| 64  | -6.27 | 519.77  | 255.65 | 187.68  |
| 65  | -6.37 | 531.94  | 263.83 | 200.34  |
| 66  | -6.47 | 544.23  | 272.13 | 213.51  |
| 67  | -6.57 | 556.65  | 280.57 | 227.21  |
| 68  | -6.67 | 569.18  | 289.14 | 241.45  |
| 69  | -6.77 | 581.84  | 297.83 | 256.22  |
| 70  | -6.87 | 594.62  | 306.66 | 271.55  |
| 71  | -6.97 | 607.53  | 315.61 | 287.44  |
| 72  | -7.07 | 620.55  | 324.69 | 303.91  |
| 73  | -7.17 | 633.70  | 333.90 | 320.95  |
| 74  | -7.27 | 646.97  | 343.24 | 338.59  |
| 75  | -7.37 | 660.36  | 352.71 | 356.83  |
| 76  | -7.47 | 673.88  | 362.31 | 375.68  |
| 77  | -7.57 | 687.52  | 372.03 | 395.16  |
| 78  | -7.67 | 701.28  | 381.89 | 415.26  |
| 79  | -7.76 | 715.16  | 391.87 | 436.00  |
| 80  | -7.86 | 729.17  | 401.99 | 457.40  |
| 81  | -7.96 | 743.30  | 412.23 | 479.45  |
| 82  | -8.06 | 757.55  | 422.60 | 502.18  |
| 83  | -8.16 | 771.92  | 433.10 | 525.58  |
| 84  | -8.26 | 786.42  | 443.72 | 549.67  |
| 85  | -8.36 | 801.03  | 454.48 | 574.47  |
| 86  | -8.46 | 815.77  | 465.37 | 599.97  |
| 87  | -8.56 | 830.64  | 476.38 | 626.19  |
| 88  | -8.66 | 845.62  | 487.52 | 653.14  |
| 89  | -8.76 | 860.73  | 498.79 | 680.82  |
| 90  | -8.86 | 875.96  | 510.20 | 709.26  |
| 91  | -8.96 | 891.31  | 521.72 | 738.45  |
| 92  | -9.06 | 906.79  | 533.38 | 768.41  |
| 93  | -9.16 | 922.39  | 545.17 | 799.15  |
| 94  | -9.26 | 938.11  | 557.09 | 830.67  |
| 95  | -9.36 | 953.95  | 569.13 | 862.99  |
| 96  | -9.46 | 969.91  | 581.30 | 896.12  |
| 97  | -9.56 | 986.00  | 593.61 | 930.06  |
| 98  | -9.66 | 1002.21 | 606.04 | 964.83  |
| 99  | -9.76 | 1018.54 | 618.60 | 1000.44 |
| 100 | -9.86 | 1035.00 | 631.29 | 1036.89 |

| n°  | X      | N       | T       | M       |
|-----|--------|---------|---------|---------|
|     | [m]    | [kN]    | [kN]    | [kNm]   |
| 101 | -9.95  | 1051.58 | 644.10  | 1074.19 |
| 102 | -10.05 | 1068.28 | 657.05  | 1112.36 |
| 103 | -10.15 | 1085.10 | 670.13  | 1151.41 |
| 104 | -10.25 | 1102.04 | 683.33  | 1191.34 |
| 105 | -10.35 | 1119.11 | 696.66  | 1232.16 |
| 106 | -10.45 | 1136.30 | 710.13  | 1273.89 |
| 107 | -10.55 | 1153.61 | 723.72  | 1316.53 |
| 108 | -10.65 | 1171.05 | 737.44  | 1360.09 |
| 109 | -10.75 | 1188.60 | 751.28  | 1404.59 |
| 110 | -10.85 | 1206.28 | 765.26  | 1450.03 |
| 111 | -10.95 | 1224.08 | 779.37  | 1496.43 |
| 112 | -11.05 | 1242.01 | 793.60  | 1543.78 |
| 113 | -11.15 | 1260.05 | 807.96  | 1592.11 |
| 114 | -11.25 | 1278.22 | 822.46  | 1641.42 |
| 115 | -11.35 | 1296.52 | 837.08  | 1691.72 |
| 116 | -11.45 | 1314.93 | 851.83  | 1743.03 |
| 117 | -11.55 | 1333.47 | 866.71  | 1795.34 |
| 118 | -11.65 | 1352.13 | 881.71  | 1848.68 |
| 119 | -11.75 | 1370.91 | 896.85  | 1903.04 |
| 120 | -11.85 | 1389.81 | 912.12  | 1958.45 |
| 121 | -11.95 | 1408.84 | 927.51  | 2014.91 |
| 122 | -12.04 | 1427.99 | 943.03  | 2072.42 |
| 123 | -12.14 | 1447.26 | 958.68  | 2131.01 |
| 124 | -12.24 | 1466.65 | 974.47  | 2190.67 |
| 125 | -12.34 | 1486.17 | 990.37  | 2251.43 |
| 126 | -12.44 | 1505.81 | 1006.41 | 2313.28 |
| 127 | -12.54 | 1525.57 | 1022.58 | 2376.25 |
| 128 | -12.64 | 1545.45 | 1038.88 | 2440.33 |
| 129 | -12.74 | 1565.46 | 1055.30 | 2505.54 |
| 130 | -12.84 | 1585.58 | 1071.85 | 2571.89 |
| 131 | -12.94 | 1605.84 | 1088.54 | 2639.38 |
| 132 | -13.04 | 1626.21 | 1105.35 | 2708.03 |
| 133 | -13.14 | 1646.70 | 1122.34 | 2777.86 |

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

| n° | X     | N      | T      | M     |
|----|-------|--------|--------|-------|
|    | [m]   | [kN]   | [kN]   | [kNm] |
| 1  | 0.00  | 0.00   | 0.00   | 0.00  |
| 2  | -0.10 | 4.45   | 1.34   | 0.01  |
| 3  | -0.20 | 9.03   | 2.83   | 0.05  |
| 4  | -0.30 | 13.73  | 4.47   | 0.12  |
| 5  | -0.40 | 18.55  | 6.25   | 0.25  |
| 6  | -0.50 | 23.50  | 8.19   | 0.44  |
| 7  | -0.60 | 28.56  | 10.27  | 0.71  |
| 8  | -0.70 | 33.75  | 12.50  | 1.06  |
| 9  | -0.80 | 39.06  | 14.87  | 1.51  |
| 10 | -0.90 | 44.50  | 17.40  | 2.06  |
| 11 | -1.00 | 50.05  | 20.07  | 2.74  |
| 12 | -1.10 | 55.73  | 22.89  | 3.55  |
| 13 | -1.19 | 61.53  | 25.86  | 4.51  |
| 14 | -1.29 | 67.46  | 28.98  | 5.62  |
| 15 | -1.39 | 73.50  | 32.24  | 6.89  |
| 16 | -1.49 | 79.67  | 35.66  | 8.35  |
| 17 | -1.59 | 85.96  | 39.22  | 10.00 |
| 18 | -1.69 | 92.38  | 42.93  | 11.85 |
| 19 | -1.79 | 98.91  | 46.79  | 13.92 |
| 20 | -1.89 | 105.57 | 50.79  | 16.21 |
| 21 | -1.99 | 112.35 | 54.94  | 18.73 |
| 22 | -2.09 | 119.25 | 59.24  | 21.51 |
| 23 | -2.19 | 126.28 | 63.69  | 24.55 |
| 24 | -2.29 | 133.43 | 68.29  | 27.86 |
| 25 | -2.39 | 140.70 | 73.04  | 31.45 |
| 26 | -2.49 | 148.09 | 77.93  | 35.35 |
| 27 | -2.59 | 155.61 | 82.97  | 39.54 |
| 28 | -2.69 | 163.25 | 88.16  | 44.06 |
| 29 | -2.79 | 171.01 | 93.49  | 48.91 |
| 30 | -2.89 | 178.89 | 98.98  | 54.10 |
| 31 | -2.99 | 186.89 | 104.61 | 59.64 |
| 32 | -3.09 | 195.02 | 110.39 | 65.55 |

| n°  | X      | N       | T      | M       |
|-----|--------|---------|--------|---------|
|     | [m]    | [kN]    | [kN]   | [kNm]   |
| 33  | -3.19  | 203.27  | 116.32 | 71.84   |
| 34  | -3.29  | 211.65  | 122.40 | 78.51   |
| 35  | -3.38  | 220.14  | 128.62 | 85.59   |
| 36  | -3.48  | 228.76  | 135.00 | 93.08   |
| 37  | -3.58  | 237.50  | 141.52 | 100.99  |
| 38  | -3.68  | 246.36  | 148.19 | 109.34  |
| 39  | -3.78  | 255.35  | 155.00 | 118.14  |
| 40  | -3.88  | 264.45  | 161.97 | 127.39  |
| 41  | -3.98  | 273.68  | 169.08 | 137.12  |
| 42  | -4.08  | 283.04  | 176.34 | 147.33  |
| 43  | -4.18  | 292.51  | 183.75 | 158.03  |
| 44  | -4.28  | 302.11  | 191.31 | 169.24  |
| 45  | -4.38  | 311.83  | 199.01 | 180.96  |
| 46  | -4.48  | 321.67  | 206.86 | 193.22  |
| 47  | -4.58  | 331.64  | 214.86 | 206.01  |
| 48  | -4.68  | 341.72  | 223.01 | 219.36  |
| 49  | -4.78  | 351.93  | 231.31 | 233.27  |
| 50  | -4.88  | 362.26  | 239.75 | 247.76  |
| 51  | -4.98  | 372.72  | 248.35 | 262.83  |
| 52  | -5.08  | 383.30  | 257.09 | 278.50  |
| 53  | -5.18  | 394.00  | 265.98 | 294.79  |
| 54  | -5.28  | 404.82  | 275.01 | 311.69  |
| 55  | -5.38  | 415.76  | 284.20 | 329.23  |
| 56  | -5.48  | 426.83  | 293.53 | 347.42  |
| 57  | -5.57  | 438.02  | 303.01 | 366.26  |
| 58  | -5.67  | 449.33  | 312.64 | 385.77  |
| 59  | -5.77  | 460.76  | 322.42 | 405.96  |
| 60  | -5.87  | 472.32  | 332.34 | 426.84  |
| 61  | -5.97  | 484.00  | 342.41 | 448.43  |
| 62  | -6.07  | 495.80  | 352.63 | 470.73  |
| 63  | -6.17  | 507.72  | 363.00 | 493.76  |
| 64  | -6.27  | 519.77  | 373.52 | 517.53  |
| 65  | -6.37  | 531.94  | 384.18 | 542.05  |
| 66  | -6.47  | 544.23  | 394.99 | 567.33  |
| 67  | -6.57  | 556.65  | 405.95 | 593.39  |
| 68  | -6.67  | 569.18  | 417.06 | 620.23  |
| 69  | -6.77  | 581.84  | 428.32 | 647.87  |
| 70  | -6.87  | 594.62  | 439.72 | 676.32  |
| 71  | -6.97  | 607.53  | 451.28 | 705.58  |
| 72  | -7.07  | 620.55  | 462.98 | 735.68  |
| 73  | -7.17  | 633.70  | 474.82 | 766.62  |
| 74  | -7.27  | 646.97  | 486.82 | 798.42  |
| 75  | -7.37  | 660.36  | 498.97 | 831.09  |
| 76  | -7.47  | 673.88  | 511.26 | 864.63  |
| 77  | -7.57  | 687.52  | 523.70 | 899.07  |
| 78  | -7.67  | 701.28  | 536.29 | 934.40  |
| 79  | -7.76  | 715.16  | 549.02 | 970.65  |
| 80  | -7.86  | 729.17  | 561.91 | 1007.83 |
| 81  | -7.96  | 743.30  | 574.94 | 1045.94 |
| 82  | -8.06  | 757.55  | 588.12 | 1085.00 |
| 83  | -8.16  | 771.92  | 601.45 | 1125.02 |
| 84  | -8.26  | 786.42  | 614.92 | 1166.02 |
| 85  | -8.36  | 801.03  | 628.55 | 1208.00 |
| 86  | -8.46  | 815.77  | 642.32 | 1250.97 |
| 87  | -8.56  | 830.64  | 656.24 | 1294.95 |
| 88  | -8.66  | 845.62  | 670.31 | 1339.95 |
| 89  | -8.76  | 860.73  | 684.52 | 1385.97 |
| 90  | -8.86  | 875.96  | 698.89 | 1433.05 |
| 91  | -8.96  | 891.31  | 713.40 | 1481.17 |
| 92  | -9.06  | 906.79  | 728.06 | 1530.36 |
| 93  | -9.16  | 922.39  | 742.87 | 1580.63 |
| 94  | -9.26  | 938.11  | 757.82 | 1631.98 |
| 95  | -9.36  | 953.95  | 772.93 | 1684.44 |
| 96  | -9.46  | 969.91  | 788.18 | 1738.00 |
| 97  | -9.56  | 986.00  | 803.58 | 1792.69 |
| 98  | -9.66  | 1002.21 | 819.13 | 1848.52 |
| 99  | -9.76  | 1018.54 | 834.82 | 1905.49 |
| 100 | -9.86  | 1035.00 | 850.67 | 1963.62 |
| 101 | -9.95  | 1051.58 | 866.66 | 2022.92 |
| 102 | -10.05 | 1068.28 | 882.80 | 2083.41 |

| n°  | X      | N       | T       | M       |
|-----|--------|---------|---------|---------|
|     | [m]    | [kN]    | [kN]    | [kNm]   |
| 103 | -10.15 | 1085.10 | 899.09  | 2145.08 |
| 104 | -10.25 | 1102.04 | 915.52  | 2207.97 |
| 105 | -10.35 | 1119.11 | 932.11  | 2272.07 |
| 106 | -10.45 | 1136.30 | 948.84  | 2337.39 |
| 107 | -10.55 | 1153.61 | 965.72  | 2403.96 |
| 108 | -10.65 | 1171.05 | 982.75  | 2471.78 |
| 109 | -10.75 | 1188.60 | 999.92  | 2540.86 |
| 110 | -10.85 | 1206.28 | 1017.25 | 2611.22 |
| 111 | -10.95 | 1224.08 | 1034.72 | 2682.87 |
| 112 | -11.05 | 1242.01 | 1052.34 | 2755.81 |
| 113 | -11.15 | 1260.05 | 1070.10 | 2830.06 |
| 114 | -11.25 | 1278.22 | 1088.02 | 2905.64 |
| 115 | -11.35 | 1296.52 | 1106.08 | 2982.55 |
| 116 | -11.45 | 1314.93 | 1124.30 | 3060.80 |
| 117 | -11.55 | 1333.47 | 1142.66 | 3140.41 |
| 118 | -11.65 | 1352.13 | 1161.16 | 3221.39 |
| 119 | -11.75 | 1370.91 | 1179.82 | 3303.75 |
| 120 | -11.85 | 1389.81 | 1198.62 | 3387.50 |
| 121 | -11.95 | 1408.84 | 1217.57 | 3472.65 |
| 122 | -12.04 | 1427.99 | 1236.67 | 3559.22 |
| 123 | -12.14 | 1447.26 | 1255.92 | 3647.22 |
| 124 | -12.24 | 1466.65 | 1275.32 | 3736.65 |
| 125 | -12.34 | 1486.17 | 1294.86 | 3827.54 |
| 126 | -12.44 | 1505.81 | 1314.55 | 3919.88 |
| 127 | -12.54 | 1525.57 | 1334.39 | 4013.70 |
| 128 | -12.64 | 1545.45 | 1354.38 | 4109.01 |
| 129 | -12.74 | 1565.46 | 1374.51 | 4205.81 |
| 130 | -12.84 | 1585.58 | 1394.80 | 4304.12 |
| 131 | -12.94 | 1605.84 | 1415.23 | 4403.95 |
| 132 | -13.04 | 1626.21 | 1435.82 | 4505.31 |
| 133 | -13.14 | 1646.70 | 1456.62 | 4608.22 |

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3)

| n° | X     | N      | T      | M      |
|----|-------|--------|--------|--------|
|    | [m]   | [kN]   | [kN]   | [kNm]  |
| 1  | 0.00  | 0.00   | 0.00   | 0.00   |
| 2  | -0.10 | 4.45   | 2.26   | 0.06   |
| 3  | -0.20 | 9.03   | 4.66   | 0.23   |
| 4  | -0.30 | 13.73  | 7.18   | 0.53   |
| 5  | -0.40 | 18.55  | 9.83   | 0.97   |
| 6  | -0.50 | 23.50  | 12.61  | 1.56   |
| 7  | -0.60 | 28.56  | 15.52  | 2.31   |
| 8  | -0.70 | 33.75  | 18.56  | 3.22   |
| 9  | -0.80 | 39.06  | 21.72  | 4.31   |
| 10 | -0.90 | 44.50  | 25.02  | 5.59   |
| 11 | -1.00 | 50.05  | 28.44  | 7.06   |
| 12 | -1.10 | 55.73  | 31.99  | 8.74   |
| 13 | -1.19 | 61.53  | 35.67  | 10.64  |
| 14 | -1.29 | 67.46  | 39.48  | 12.76  |
| 15 | -1.39 | 73.50  | 43.42  | 15.12  |
| 16 | -1.49 | 79.67  | 47.49  | 17.72  |
| 17 | -1.59 | 85.96  | 51.69  | 20.58  |
| 18 | -1.69 | 92.38  | 56.01  | 23.70  |
| 19 | -1.79 | 98.91  | 60.47  | 27.10  |
| 20 | -1.89 | 105.57 | 65.05  | 30.78  |
| 21 | -1.99 | 112.35 | 69.76  | 34.76  |
| 22 | -2.09 | 119.25 | 74.60  | 39.04  |
| 23 | -2.19 | 126.28 | 79.57  | 43.63  |
| 24 | -2.29 | 133.43 | 84.67  | 48.55  |
| 25 | -2.39 | 140.70 | 89.90  | 53.80  |
| 26 | -2.49 | 148.09 | 95.26  | 59.39  |
| 27 | -2.59 | 155.61 | 100.74 | 65.33  |
| 28 | -2.69 | 163.25 | 106.35 | 71.64  |
| 29 | -2.79 | 171.01 | 112.10 | 78.32  |
| 30 | -2.89 | 178.89 | 117.97 | 85.38  |
| 31 | -2.99 | 186.89 | 123.97 | 92.84  |
| 32 | -3.09 | 195.02 | 130.10 | 100.69 |



| n°  | X      | N       | T      | M       |
|-----|--------|---------|--------|---------|
|     | [m]    | [kN]    | [kN]   | [kNm]   |
| 33  | -3.19  | 203.27  | 136.35 | 108.95  |
| 34  | -3.29  | 211.65  | 142.74 | 117.64  |
| 35  | -3.38  | 220.14  | 149.26 | 126.76  |
| 36  | -3.48  | 228.76  | 155.90 | 136.31  |
| 37  | -3.58  | 237.50  | 162.67 | 146.32  |
| 38  | -3.68  | 246.36  | 169.58 | 156.79  |
| 39  | -3.78  | 255.35  | 176.61 | 167.72  |
| 40  | -3.88  | 264.45  | 183.77 | 179.14  |
| 41  | -3.98  | 273.68  | 191.05 | 191.04  |
| 42  | -4.08  | 283.04  | 198.47 | 203.45  |
| 43  | -4.18  | 292.51  | 206.02 | 216.36  |
| 44  | -4.28  | 302.11  | 213.69 | 229.79  |
| 45  | -4.38  | 311.83  | 221.50 | 243.75  |
| 46  | -4.48  | 321.67  | 229.43 | 258.25  |
| 47  | -4.58  | 331.64  | 237.49 | 273.29  |
| 48  | -4.68  | 341.72  | 245.68 | 288.89  |
| 49  | -4.78  | 351.93  | 254.00 | 305.06  |
| 50  | -4.88  | 362.26  | 262.45 | 321.81  |
| 51  | -4.98  | 372.72  | 271.02 | 339.14  |
| 52  | -5.08  | 383.30  | 279.73 | 357.07  |
| 53  | -5.18  | 394.00  | 288.56 | 375.60  |
| 54  | -5.28  | 404.82  | 297.53 | 394.75  |
| 55  | -5.38  | 415.76  | 306.62 | 414.53  |
| 56  | -5.48  | 426.83  | 315.84 | 434.94  |
| 57  | -5.57  | 438.02  | 325.19 | 455.99  |
| 58  | -5.67  | 449.33  | 334.67 | 477.71  |
| 59  | -5.77  | 460.76  | 344.27 | 500.08  |
| 60  | -5.87  | 472.32  | 354.01 | 523.13  |
| 61  | -5.97  | 484.00  | 363.87 | 546.87  |
| 62  | -6.07  | 495.80  | 373.87 | 571.29  |
| 63  | -6.17  | 507.72  | 383.99 | 596.43  |
| 64  | -6.27  | 519.77  | 394.24 | 622.27  |
| 65  | -6.37  | 531.94  | 404.62 | 648.84  |
| 66  | -6.47  | 544.23  | 415.13 | 676.14  |
| 67  | -6.57  | 556.65  | 425.77 | 704.19  |
| 68  | -6.67  | 569.18  | 436.54 | 732.98  |
| 69  | -6.77  | 581.84  | 447.43 | 762.54  |
| 70  | -6.87  | 594.62  | 458.45 | 792.87  |
| 71  | -6.97  | 607.53  | 469.61 | 823.98  |
| 72  | -7.07  | 620.55  | 480.89 | 855.89  |
| 73  | -7.17  | 633.70  | 492.30 | 888.59  |
| 74  | -7.27  | 646.97  | 503.84 | 922.11  |
| 75  | -7.37  | 660.36  | 515.51 | 956.44  |
| 76  | -7.47  | 673.88  | 527.31 | 991.61  |
| 77  | -7.57  | 687.52  | 539.23 | 1027.61 |
| 78  | -7.67  | 701.28  | 551.29 | 1064.47 |
| 79  | -7.76  | 715.16  | 563.47 | 1102.19 |
| 80  | -7.86  | 729.17  | 575.78 | 1140.77 |
| 81  | -7.96  | 743.30  | 588.22 | 1180.24 |
| 82  | -8.06  | 757.55  | 600.79 | 1220.59 |
| 83  | -8.16  | 771.92  | 613.49 | 1261.84 |
| 84  | -8.26  | 786.42  | 626.32 | 1304.00 |
| 85  | -8.36  | 801.03  | 639.28 | 1347.08 |
| 86  | -8.46  | 815.77  | 652.36 | 1391.09 |
| 87  | -8.56  | 830.64  | 665.58 | 1436.03 |
| 88  | -8.66  | 845.62  | 678.92 | 1481.93 |
| 89  | -8.76  | 860.73  | 692.39 | 1528.77 |
| 90  | -8.86  | 875.96  | 705.99 | 1576.59 |
| 91  | -8.96  | 891.31  | 719.72 | 1625.38 |
| 92  | -9.06  | 906.79  | 733.58 | 1675.16 |
| 93  | -9.16  | 922.39  | 747.57 | 1725.94 |
| 94  | -9.26  | 938.11  | 761.68 | 1777.72 |
| 95  | -9.36  | 953.95  | 775.93 | 1830.51 |
| 96  | -9.46  | 969.91  | 790.30 | 1884.34 |
| 97  | -9.56  | 986.00  | 804.80 | 1939.19 |
| 98  | -9.66  | 1002.21 | 819.43 | 1995.10 |
| 99  | -9.76  | 1018.54 | 834.19 | 2052.05 |
| 100 | -9.86  | 1035.00 | 849.08 | 2110.07 |
| 101 | -9.95  | 1051.58 | 864.10 | 2169.17 |
| 102 | -10.05 | 1068.28 | 879.25 | 2229.35 |

| n°  | X      | N       | T       | M       |
|-----|--------|---------|---------|---------|
|     | [m]    | [kN]    | [kN]    | [kNm]   |
| 103 | -10.15 | 1085.10 | 894.52  | 2290.62 |
| 104 | -10.25 | 1102.04 | 909.93  | 2353.00 |
| 105 | -10.35 | 1119.11 | 925.46  | 2416.49 |
| 106 | -10.45 | 1136.30 | 941.12  | 2481.10 |
| 107 | -10.55 | 1153.61 | 956.91  | 2546.85 |
| 108 | -10.65 | 1171.05 | 972.83  | 2613.73 |
| 109 | -10.75 | 1188.60 | 988.88  | 2681.77 |
| 110 | -10.85 | 1206.28 | 1005.06 | 2750.98 |
| 111 | -10.95 | 1224.08 | 1021.36 | 2821.35 |
| 112 | -11.05 | 1242.01 | 1037.80 | 2892.90 |
| 113 | -11.15 | 1260.05 | 1054.36 | 2965.65 |
| 114 | -11.25 | 1278.22 | 1071.05 | 3039.60 |
| 115 | -11.35 | 1296.52 | 1087.87 | 3114.75 |
| 116 | -11.45 | 1314.93 | 1104.82 | 3191.13 |
| 117 | -11.55 | 1333.47 | 1121.90 | 3268.74 |
| 118 | -11.65 | 1352.13 | 1139.11 | 3347.59 |
| 119 | -11.75 | 1370.91 | 1156.45 | 3427.69 |
| 120 | -11.85 | 1389.81 | 1173.91 | 3509.05 |
| 121 | -11.95 | 1408.84 | 1191.50 | 3591.67 |
| 122 | -12.04 | 1427.99 | 1209.23 | 3675.58 |
| 123 | -12.14 | 1447.26 | 1227.08 | 3760.77 |
| 124 | -12.24 | 1466.65 | 1245.06 | 3847.27 |
| 125 | -12.34 | 1486.17 | 1263.17 | 3935.07 |
| 126 | -12.44 | 1505.81 | 1281.41 | 4024.19 |
| 127 | -12.54 | 1525.57 | 1299.77 | 4114.63 |
| 128 | -12.64 | 1545.45 | 1318.27 | 4206.42 |
| 129 | -12.74 | 1565.46 | 1336.89 | 4299.55 |
| 130 | -12.84 | 1585.58 | 1355.65 | 4394.04 |
| 131 | -12.94 | 1605.84 | 1374.53 | 4489.89 |
| 132 | -13.04 | 1626.21 | 1393.55 | 4587.12 |
| 133 | -13.14 | 1646.70 | 1412.73 | 4685.74 |

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3) H + V

| n° | X     | N      | T      | M      |
|----|-------|--------|--------|--------|
|    | [m]   | [kN]   | [kN]   | [kNm]  |
| 1  | 0.00  | 0.00   | 0.00   | 0.00   |
| 2  | -0.10 | 4.45   | 3.41   | 0.11   |
| 3  | -0.20 | 9.03   | 6.97   | 0.46   |
| 4  | -0.30 | 13.73  | 10.67  | 1.05   |
| 5  | -0.40 | 18.55  | 14.52  | 1.90   |
| 6  | -0.50 | 23.50  | 18.52  | 3.02   |
| 7  | -0.60 | 28.56  | 22.67  | 4.41   |
| 8  | -0.70 | 33.75  | 26.96  | 6.10   |
| 9  | -0.80 | 39.06  | 31.40  | 8.09   |
| 10 | -0.90 | 44.50  | 35.98  | 10.39  |
| 11 | -1.00 | 50.05  | 40.71  | 13.02  |
| 12 | -1.10 | 55.73  | 45.59  | 15.99  |
| 13 | -1.19 | 61.53  | 50.62  | 19.31  |
| 14 | -1.29 | 67.46  | 55.79  | 22.98  |
| 15 | -1.39 | 73.50  | 61.11  | 27.03  |
| 16 | -1.49 | 79.67  | 66.58  | 31.47  |
| 17 | -1.59 | 85.96  | 72.19  | 36.30  |
| 18 | -1.69 | 92.38  | 77.95  | 41.53  |
| 19 | -1.79 | 98.91  | 83.86  | 47.18  |
| 20 | -1.89 | 105.57 | 89.91  | 53.27  |
| 21 | -1.99 | 112.35 | 96.11  | 59.79  |
| 22 | -2.09 | 119.25 | 102.46 | 66.77  |
| 23 | -2.19 | 126.28 | 108.96 | 74.21  |
| 24 | -2.29 | 133.43 | 115.60 | 82.13  |
| 25 | -2.39 | 140.70 | 122.39 | 90.53  |
| 26 | -2.49 | 148.09 | 129.32 | 99.44  |
| 27 | -2.59 | 155.61 | 136.41 | 108.85 |

| n° | X     | N      | T      | M       |
|----|-------|--------|--------|---------|
|    | [m]   | [kN]   | [kN]   | [kNm]   |
| 28 | -2.69 | 163.25 | 143.63 | 118.79  |
| 29 | -2.79 | 171.01 | 151.01 | 129.26  |
| 30 | -2.89 | 178.89 | 158.53 | 140.28  |
| 31 | -2.99 | 186.89 | 166.20 | 151.85  |
| 32 | -3.09 | 195.02 | 174.02 | 164.00  |
| 33 | -3.19 | 203.27 | 181.98 | 176.72  |
| 34 | -3.29 | 211.65 | 190.09 | 190.03  |
| 35 | -3.38 | 220.14 | 198.35 | 203.95  |
| 36 | -3.48 | 228.76 | 206.76 | 218.48  |
| 37 | -3.58 | 237.50 | 215.31 | 233.64  |
| 38 | -3.68 | 246.36 | 224.01 | 249.43  |
| 39 | -3.78 | 255.35 | 232.85 | 265.88  |
| 40 | -3.88 | 264.45 | 241.84 | 282.98  |
| 41 | -3.98 | 273.68 | 250.98 | 300.76  |
| 42 | -4.08 | 283.04 | 260.27 | 319.22  |
| 43 | -4.18 | 292.51 | 269.70 | 338.38  |
| 44 | -4.28 | 302.11 | 279.28 | 358.25  |
| 45 | -4.38 | 311.83 | 289.01 | 378.83  |
| 46 | -4.48 | 321.67 | 298.88 | 400.14  |
| 47 | -4.58 | 331.64 | 308.90 | 422.20  |
| 48 | -4.68 | 341.72 | 319.07 | 445.01  |
| 49 | -4.78 | 351.93 | 329.38 | 468.58  |
| 50 | -4.88 | 362.26 | 339.84 | 492.93  |
| 51 | -4.98 | 372.72 | 350.45 | 518.07  |
| 52 | -5.08 | 383.30 | 361.20 | 544.00  |
| 53 | -5.18 | 394.00 | 372.10 | 570.75  |
| 54 | -5.28 | 404.82 | 383.15 | 598.32  |
| 55 | -5.38 | 415.76 | 394.35 | 626.72  |
| 56 | -5.48 | 426.83 | 405.69 | 655.97  |
| 57 | -5.57 | 438.02 | 417.18 | 686.08  |
| 58 | -5.67 | 449.33 | 428.81 | 717.06  |
| 59 | -5.77 | 460.76 | 440.60 | 748.91  |
| 60 | -5.87 | 472.32 | 452.53 | 781.66  |
| 61 | -5.97 | 484.00 | 464.60 | 815.31  |
| 62 | -6.07 | 495.80 | 476.83 | 849.88  |
| 63 | -6.17 | 507.72 | 489.20 | 885.37  |
| 64 | -6.27 | 519.77 | 501.71 | 921.80  |
| 65 | -6.37 | 531.94 | 514.38 | 959.18  |
| 66 | -6.47 | 544.23 | 527.19 | 997.52  |
| 67 | -6.57 | 556.65 | 540.15 | 1036.84 |
| 68 | -6.67 | 569.18 | 553.25 | 1077.14 |
| 69 | -6.77 | 581.84 | 566.50 | 1118.43 |
| 70 | -6.87 | 594.62 | 579.90 | 1160.73 |
| 71 | -6.97 | 607.53 | 593.45 | 1204.05 |
| 72 | -7.07 | 620.55 | 607.14 | 1248.40 |
| 73 | -7.17 | 633.70 | 620.98 | 1293.80 |
| 74 | -7.27 | 646.97 | 634.96 | 1340.24 |
| 75 | -7.37 | 660.36 | 649.10 | 1387.75 |
| 76 | -7.47 | 673.88 | 663.38 | 1436.34 |
| 77 | -7.57 | 687.52 | 677.80 | 1486.02 |
| 78 | -7.67 | 701.28 | 692.38 | 1536.79 |
| 79 | -7.76 | 715.16 | 707.10 | 1588.68 |
| 80 | -7.86 | 729.17 | 721.96 | 1641.69 |
| 81 | -7.96 | 743.30 | 736.98 | 1695.83 |
| 82 | -8.06 | 757.55 | 752.14 | 1751.12 |
| 83 | -8.16 | 771.92 | 767.45 | 1807.57 |
| 84 | -8.26 | 786.42 | 782.90 | 1865.19 |
| 85 | -8.36 | 801.03 | 798.50 | 1923.99 |
| 86 | -8.46 | 815.77 | 814.25 | 1983.98 |
| 87 | -8.56 | 830.64 | 830.15 | 2045.17 |
| 88 | -8.66 | 845.62 | 846.19 | 2107.58 |
| 89 | -8.76 | 860.73 | 862.38 | 2171.21 |
| 90 | -8.86 | 875.96 | 878.72 | 2236.09 |
| 91 | -8.96 | 891.31 | 895.20 | 2302.21 |
| 92 | -9.06 | 906.79 | 911.83 | 2369.60 |
| 93 | -9.16 | 922.39 | 928.61 | 2438.25 |
| 94 | -9.26 | 938.11 | 945.53 | 2508.20 |
| 95 | -9.36 | 953.95 | 962.60 | 2579.43 |
| 96 | -9.46 | 969.91 | 979.82 | 2651.98 |
| 97 | -9.56 | 986.00 | 997.18 | 2725.85 |

| n°  | X      | N       | T       | M       |
|-----|--------|---------|---------|---------|
|     | [m]    | [kN]    | [kN]    | [kNm]   |
| 98  | -9.66  | 1002.21 | 1014.69 | 2801.04 |
| 99  | -9.76  | 1018.54 | 1032.35 | 2877.58 |
| 100 | -9.86  | 1035.00 | 1050.16 | 2955.47 |
| 101 | -9.95  | 1051.58 | 1068.11 | 3034.73 |
| 102 | -10.05 | 1068.28 | 1086.21 | 3115.36 |
| 103 | -10.15 | 1085.10 | 1104.45 | 3197.39 |
| 104 | -10.25 | 1102.04 | 1122.85 | 3280.81 |
| 105 | -10.35 | 1119.11 | 1141.39 | 3365.64 |
| 106 | -10.45 | 1136.30 | 1160.07 | 3451.90 |
| 107 | -10.55 | 1153.61 | 1178.90 | 3539.59 |
| 108 | -10.65 | 1171.05 | 1197.88 | 3628.73 |
| 109 | -10.75 | 1188.60 | 1217.01 | 3719.33 |
| 110 | -10.85 | 1206.28 | 1236.29 | 3811.39 |
| 111 | -10.95 | 1224.08 | 1255.71 | 3904.94 |
| 112 | -11.05 | 1242.01 | 1275.27 | 3999.98 |
| 113 | -11.15 | 1260.05 | 1294.99 | 4096.52 |
| 114 | -11.25 | 1278.22 | 1314.85 | 4194.58 |
| 115 | -11.35 | 1296.52 | 1334.86 | 4294.16 |
| 116 | -11.45 | 1314.93 | 1355.01 | 4395.29 |
| 117 | -11.55 | 1333.47 | 1375.32 | 4497.96 |
| 118 | -11.65 | 1352.13 | 1395.76 | 4602.20 |
| 119 | -11.75 | 1370.91 | 1416.36 | 4708.01 |
| 120 | -11.85 | 1389.81 | 1437.10 | 4815.40 |
| 121 | -11.95 | 1408.84 | 1457.99 | 4924.39 |
| 122 | -12.04 | 1427.99 | 1479.03 | 5034.99 |
| 123 | -12.14 | 1447.26 | 1500.21 | 5147.21 |
| 124 | -12.24 | 1466.65 | 1521.54 | 5261.06 |
| 125 | -12.34 | 1486.17 | 1543.02 | 5376.55 |
| 126 | -12.44 | 1505.81 | 1564.64 | 5493.69 |
| 127 | -12.54 | 1525.57 | 1586.41 | 5612.50 |
| 128 | -12.64 | 1545.45 | 1608.33 | 5732.99 |
| 129 | -12.74 | 1565.46 | 1630.40 | 5855.17 |
| 130 | -12.84 | 1585.58 | 1652.61 | 5979.05 |
| 131 | -12.94 | 1605.84 | 1674.97 | 6104.63 |
| 132 | -13.04 | 1626.21 | 1697.48 | 6231.95 |
| 133 | -13.14 | 1646.70 | 1720.21 | 6361.00 |

#### Combinazione n° 5 - STR (A1-M1-R3) H - V

| n° | X     | N      | T     | M     |
|----|-------|--------|-------|-------|
|    | [m]   | [kN]   | [kN]  | [kNm] |
| 1  | 0.00  | 0.00   | 0.00  | 0.00  |
| 2  | -0.10 | 4.45   | 1.34  | 0.01  |
| 3  | -0.20 | 9.03   | 2.83  | 0.05  |
| 4  | -0.30 | 13.73  | 4.47  | 0.12  |
| 5  | -0.40 | 18.55  | 6.25  | 0.25  |
| 6  | -0.50 | 23.50  | 8.19  | 0.44  |
| 7  | -0.60 | 28.56  | 10.27 | 0.71  |
| 8  | -0.70 | 33.75  | 12.50 | 1.06  |
| 9  | -0.80 | 39.06  | 14.87 | 1.51  |
| 10 | -0.90 | 44.50  | 17.40 | 2.06  |
| 11 | -1.00 | 50.05  | 20.07 | 2.74  |
| 12 | -1.10 | 55.73  | 22.89 | 3.55  |
| 13 | -1.19 | 61.53  | 25.86 | 4.51  |
| 14 | -1.29 | 67.46  | 28.98 | 5.62  |
| 15 | -1.39 | 73.50  | 32.24 | 6.89  |
| 16 | -1.49 | 79.67  | 35.66 | 8.35  |
| 17 | -1.59 | 85.96  | 39.22 | 10.00 |
| 18 | -1.69 | 92.38  | 42.93 | 11.85 |
| 19 | -1.79 | 98.91  | 46.79 | 13.92 |
| 20 | -1.89 | 105.57 | 50.79 | 16.21 |
| 21 | -1.99 | 112.35 | 54.94 | 18.73 |
| 22 | -2.09 | 119.25 | 59.24 | 21.51 |

| n° | X     | N      | T      | M       |
|----|-------|--------|--------|---------|
|    | [m]   | [kN]   | [kN]   | [kNm]   |
| 23 | -2.19 | 126.28 | 63.69  | 24.55   |
| 24 | -2.29 | 133.43 | 68.29  | 27.86   |
| 25 | -2.39 | 140.70 | 73.04  | 31.45   |
| 26 | -2.49 | 148.09 | 77.93  | 35.35   |
| 27 | -2.59 | 155.61 | 82.97  | 39.54   |
| 28 | -2.69 | 163.25 | 88.16  | 44.06   |
| 29 | -2.79 | 171.01 | 93.49  | 48.91   |
| 30 | -2.89 | 178.89 | 98.98  | 54.10   |
| 31 | -2.99 | 186.89 | 104.61 | 59.64   |
| 32 | -3.09 | 195.02 | 110.39 | 65.55   |
| 33 | -3.19 | 203.27 | 116.32 | 71.84   |
| 34 | -3.29 | 211.65 | 122.40 | 78.51   |
| 35 | -3.38 | 220.14 | 128.62 | 85.59   |
| 36 | -3.48 | 228.76 | 135.00 | 93.08   |
| 37 | -3.58 | 237.50 | 141.52 | 100.99  |
| 38 | -3.68 | 246.36 | 148.19 | 109.34  |
| 39 | -3.78 | 255.35 | 155.00 | 118.14  |
| 40 | -3.88 | 264.45 | 161.97 | 127.39  |
| 41 | -3.98 | 273.68 | 169.08 | 137.12  |
| 42 | -4.08 | 283.04 | 176.34 | 147.33  |
| 43 | -4.18 | 292.51 | 183.75 | 158.03  |
| 44 | -4.28 | 302.11 | 191.31 | 169.24  |
| 45 | -4.38 | 311.83 | 199.01 | 180.96  |
| 46 | -4.48 | 321.67 | 206.86 | 193.22  |
| 47 | -4.58 | 331.64 | 214.86 | 206.01  |
| 48 | -4.68 | 341.72 | 223.01 | 219.36  |
| 49 | -4.78 | 351.93 | 231.31 | 233.27  |
| 50 | -4.88 | 362.26 | 239.75 | 247.76  |
| 51 | -4.98 | 372.72 | 248.35 | 262.83  |
| 52 | -5.08 | 383.30 | 257.09 | 278.50  |
| 53 | -5.18 | 394.00 | 265.98 | 294.79  |
| 54 | -5.28 | 404.82 | 275.01 | 311.69  |
| 55 | -5.38 | 415.76 | 284.20 | 329.23  |
| 56 | -5.48 | 426.83 | 293.53 | 347.42  |
| 57 | -5.57 | 438.02 | 303.01 | 366.26  |
| 58 | -5.67 | 449.33 | 312.64 | 385.77  |
| 59 | -5.77 | 460.76 | 322.42 | 405.96  |
| 60 | -5.87 | 472.32 | 332.34 | 426.84  |
| 61 | -5.97 | 484.00 | 342.41 | 448.43  |
| 62 | -6.07 | 495.80 | 352.63 | 470.73  |
| 63 | -6.17 | 507.72 | 363.00 | 493.76  |
| 64 | -6.27 | 519.77 | 373.52 | 517.53  |
| 65 | -6.37 | 531.94 | 384.18 | 542.05  |
| 66 | -6.47 | 544.23 | 394.99 | 567.33  |
| 67 | -6.57 | 556.65 | 405.95 | 593.39  |
| 68 | -6.67 | 569.18 | 417.06 | 620.23  |
| 69 | -6.77 | 581.84 | 428.32 | 647.87  |
| 70 | -6.87 | 594.62 | 439.72 | 676.32  |
| 71 | -6.97 | 607.53 | 451.28 | 705.58  |
| 72 | -7.07 | 620.55 | 462.98 | 735.68  |
| 73 | -7.17 | 633.70 | 474.82 | 766.62  |
| 74 | -7.27 | 646.97 | 486.82 | 798.42  |
| 75 | -7.37 | 660.36 | 498.97 | 831.09  |
| 76 | -7.47 | 673.88 | 511.26 | 864.63  |
| 77 | -7.57 | 687.52 | 523.70 | 899.07  |
| 78 | -7.67 | 701.28 | 536.29 | 934.40  |
| 79 | -7.76 | 715.16 | 549.02 | 970.65  |
| 80 | -7.86 | 729.17 | 561.91 | 1007.83 |
| 81 | -7.96 | 743.30 | 574.94 | 1045.94 |
| 82 | -8.06 | 757.55 | 588.12 | 1085.00 |
| 83 | -8.16 | 771.92 | 601.45 | 1125.02 |
| 84 | -8.26 | 786.42 | 614.92 | 1166.02 |
| 85 | -8.36 | 801.03 | 628.55 | 1208.00 |
| 86 | -8.46 | 815.77 | 642.32 | 1250.97 |
| 87 | -8.56 | 830.64 | 656.24 | 1294.95 |
| 88 | -8.66 | 845.62 | 670.31 | 1339.95 |
| 89 | -8.76 | 860.73 | 684.52 | 1385.97 |
| 90 | -8.86 | 875.96 | 698.89 | 1433.05 |
| 91 | -8.96 | 891.31 | 713.40 | 1481.17 |
| 92 | -9.06 | 906.79 | 728.06 | 1530.36 |

| n°  | X      | N       | T       | M       |
|-----|--------|---------|---------|---------|
|     | [m]    | [kN]    | [kN]    | [kNm]   |
| 93  | -9.16  | 922.39  | 742.87  | 1580.63 |
| 94  | -9.26  | 938.11  | 757.82  | 1631.98 |
| 95  | -9.36  | 953.95  | 772.93  | 1684.44 |
| 96  | -9.46  | 969.91  | 788.18  | 1738.00 |
| 97  | -9.56  | 986.00  | 803.58  | 1792.69 |
| 98  | -9.66  | 1002.21 | 819.13  | 1848.52 |
| 99  | -9.76  | 1018.54 | 834.82  | 1905.49 |
| 100 | -9.86  | 1035.00 | 850.67  | 1963.62 |
| 101 | -9.95  | 1051.58 | 866.66  | 2022.92 |
| 102 | -10.05 | 1068.28 | 882.80  | 2083.41 |
| 103 | -10.15 | 1085.10 | 899.09  | 2145.08 |
| 104 | -10.25 | 1102.04 | 915.52  | 2207.97 |
| 105 | -10.35 | 1119.11 | 932.11  | 2272.07 |
| 106 | -10.45 | 1136.30 | 948.84  | 2337.39 |
| 107 | -10.55 | 1153.61 | 965.72  | 2403.96 |
| 108 | -10.65 | 1171.05 | 982.75  | 2471.78 |
| 109 | -10.75 | 1188.60 | 999.92  | 2540.86 |
| 110 | -10.85 | 1206.28 | 1017.25 | 2611.22 |
| 111 | -10.95 | 1224.08 | 1034.72 | 2682.87 |
| 112 | -11.05 | 1242.01 | 1052.34 | 2755.81 |
| 113 | -11.15 | 1260.05 | 1070.10 | 2830.06 |
| 114 | -11.25 | 1278.22 | 1088.02 | 2905.64 |
| 115 | -11.35 | 1296.52 | 1106.08 | 2982.55 |
| 116 | -11.45 | 1314.93 | 1124.30 | 3060.80 |
| 117 | -11.55 | 1333.47 | 1142.66 | 3140.41 |
| 118 | -11.65 | 1352.13 | 1161.16 | 3221.39 |
| 119 | -11.75 | 1370.91 | 1179.82 | 3303.75 |
| 120 | -11.85 | 1389.81 | 1198.62 | 3387.50 |
| 121 | -11.95 | 1408.84 | 1217.57 | 3472.65 |
| 122 | -12.04 | 1427.99 | 1236.67 | 3559.22 |
| 123 | -12.14 | 1447.26 | 1255.92 | 3647.22 |
| 124 | -12.24 | 1466.65 | 1275.32 | 3736.65 |
| 125 | -12.34 | 1486.17 | 1294.86 | 3827.54 |
| 126 | -12.44 | 1505.81 | 1314.55 | 3919.88 |
| 127 | -12.54 | 1525.57 | 1334.39 | 4013.70 |
| 128 | -12.64 | 1545.45 | 1354.38 | 4109.01 |
| 129 | -12.74 | 1565.46 | 1374.51 | 4205.81 |
| 130 | -12.84 | 1585.58 | 1394.80 | 4304.12 |
| 131 | -12.94 | 1605.84 | 1415.23 | 4403.95 |
| 132 | -13.04 | 1626.21 | 1435.81 | 4505.31 |
| 133 | -13.14 | 1646.70 | 1456.61 | 4608.21 |

#### Combinazione n° 6 - STR (A1-M1-R3) H - V

| n° | X     | N     | T     | M     |
|----|-------|-------|-------|-------|
|    | [m]   | [kN]  | [kN]  | [kNm] |
| 1  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  |
| 2  | -0.10 | 4.45  | 3.41  | 0.11  |
| 3  | -0.20 | 9.03  | 6.97  | 0.46  |
| 4  | -0.30 | 13.73 | 10.67 | 1.05  |
| 5  | -0.40 | 18.55 | 14.52 | 1.90  |
| 6  | -0.50 | 23.50 | 18.52 | 3.02  |
| 7  | -0.60 | 28.56 | 22.67 | 4.41  |
| 8  | -0.70 | 33.75 | 26.96 | 6.10  |
| 9  | -0.80 | 39.06 | 31.40 | 8.09  |
| 10 | -0.90 | 44.50 | 35.98 | 10.39 |
| 11 | -1.00 | 50.05 | 40.71 | 13.02 |
| 12 | -1.10 | 55.73 | 45.59 | 15.99 |
| 13 | -1.19 | 61.53 | 50.62 | 19.31 |
| 14 | -1.29 | 67.46 | 55.79 | 22.98 |
| 15 | -1.39 | 73.50 | 61.11 | 27.03 |
| 16 | -1.49 | 79.67 | 66.58 | 31.47 |
| 17 | -1.59 | 85.96 | 72.19 | 36.30 |



| n° | X     | N      | T      | M       |
|----|-------|--------|--------|---------|
|    | [m]   | [kN]   | [kN]   | [kNm]   |
| 18 | -1.69 | 92.38  | 77.95  | 41.53   |
| 19 | -1.79 | 98.91  | 83.86  | 47.18   |
| 20 | -1.89 | 105.57 | 89.91  | 53.27   |
| 21 | -1.99 | 112.35 | 96.11  | 59.79   |
| 22 | -2.09 | 119.25 | 102.46 | 66.77   |
| 23 | -2.19 | 126.28 | 108.96 | 74.21   |
| 24 | -2.29 | 133.43 | 115.60 | 82.13   |
| 25 | -2.39 | 140.70 | 122.39 | 90.53   |
| 26 | -2.49 | 148.09 | 129.32 | 99.44   |
| 27 | -2.59 | 155.61 | 136.41 | 108.85  |
| 28 | -2.69 | 163.25 | 143.63 | 118.79  |
| 29 | -2.79 | 171.01 | 151.01 | 129.26  |
| 30 | -2.89 | 178.89 | 158.53 | 140.28  |
| 31 | -2.99 | 186.89 | 166.20 | 151.85  |
| 32 | -3.09 | 195.02 | 174.02 | 164.00  |
| 33 | -3.19 | 203.27 | 181.98 | 176.72  |
| 34 | -3.29 | 211.65 | 190.09 | 190.03  |
| 35 | -3.38 | 220.14 | 198.35 | 203.95  |
| 36 | -3.48 | 228.76 | 206.76 | 218.48  |
| 37 | -3.58 | 237.50 | 215.31 | 233.64  |
| 38 | -3.68 | 246.36 | 224.01 | 249.43  |
| 39 | -3.78 | 255.35 | 232.85 | 265.88  |
| 40 | -3.88 | 264.45 | 241.84 | 282.98  |
| 41 | -3.98 | 273.68 | 250.98 | 300.76  |
| 42 | -4.08 | 283.04 | 260.27 | 319.22  |
| 43 | -4.18 | 292.51 | 269.70 | 338.38  |
| 44 | -4.28 | 302.11 | 279.28 | 358.25  |
| 45 | -4.38 | 311.83 | 289.01 | 378.83  |
| 46 | -4.48 | 321.67 | 298.88 | 400.14  |
| 47 | -4.58 | 331.64 | 308.90 | 422.20  |
| 48 | -4.68 | 341.72 | 319.07 | 445.01  |
| 49 | -4.78 | 351.93 | 329.38 | 468.58  |
| 50 | -4.88 | 362.26 | 339.84 | 492.93  |
| 51 | -4.98 | 372.72 | 350.45 | 518.07  |
| 52 | -5.08 | 383.30 | 361.20 | 544.00  |
| 53 | -5.18 | 394.00 | 372.10 | 570.75  |
| 54 | -5.28 | 404.82 | 383.15 | 598.32  |
| 55 | -5.38 | 415.76 | 394.35 | 626.72  |
| 56 | -5.48 | 426.83 | 405.69 | 655.97  |
| 57 | -5.57 | 438.02 | 417.18 | 686.08  |
| 58 | -5.67 | 449.33 | 428.81 | 717.06  |
| 59 | -5.77 | 460.76 | 440.60 | 748.91  |
| 60 | -5.87 | 472.32 | 452.53 | 781.66  |
| 61 | -5.97 | 484.00 | 464.60 | 815.31  |
| 62 | -6.07 | 495.80 | 476.83 | 849.88  |
| 63 | -6.17 | 507.72 | 489.20 | 885.37  |
| 64 | -6.27 | 519.77 | 501.71 | 921.80  |
| 65 | -6.37 | 531.94 | 514.38 | 959.18  |
| 66 | -6.47 | 544.23 | 527.19 | 997.52  |
| 67 | -6.57 | 556.65 | 540.15 | 1036.84 |
| 68 | -6.67 | 569.18 | 553.25 | 1077.14 |
| 69 | -6.77 | 581.84 | 566.50 | 1118.43 |
| 70 | -6.87 | 594.62 | 579.90 | 1160.73 |
| 71 | -6.97 | 607.53 | 593.45 | 1204.05 |
| 72 | -7.07 | 620.55 | 607.14 | 1248.40 |
| 73 | -7.17 | 633.70 | 620.98 | 1293.80 |
| 74 | -7.27 | 646.97 | 634.96 | 1340.24 |
| 75 | -7.37 | 660.36 | 649.10 | 1387.75 |
| 76 | -7.47 | 673.88 | 663.38 | 1436.34 |
| 77 | -7.57 | 687.52 | 677.80 | 1486.02 |
| 78 | -7.67 | 701.28 | 692.38 | 1536.79 |
| 79 | -7.76 | 715.16 | 707.10 | 1588.68 |
| 80 | -7.86 | 729.17 | 721.96 | 1641.69 |
| 81 | -7.96 | 743.30 | 736.98 | 1695.83 |
| 82 | -8.06 | 757.55 | 752.14 | 1751.12 |
| 83 | -8.16 | 771.92 | 767.45 | 1807.57 |
| 84 | -8.26 | 786.42 | 782.90 | 1865.19 |
| 85 | -8.36 | 801.03 | 798.50 | 1923.99 |
| 86 | -8.46 | 815.77 | 814.25 | 1983.98 |
| 87 | -8.56 | 830.64 | 830.15 | 2045.17 |

| n°  | X      | N       | T       | M       |
|-----|--------|---------|---------|---------|
|     | [m]    | [kN]    | [kN]    | [kNm]   |
| 88  | -8.66  | 845.62  | 846.19  | 2107.58 |
| 89  | -8.76  | 860.73  | 862.38  | 2171.21 |
| 90  | -8.86  | 875.96  | 878.72  | 2236.09 |
| 91  | -8.96  | 891.31  | 895.20  | 2302.21 |
| 92  | -9.06  | 906.79  | 911.83  | 2369.60 |
| 93  | -9.16  | 922.39  | 928.61  | 2438.25 |
| 94  | -9.26  | 938.11  | 945.53  | 2508.20 |
| 95  | -9.36  | 953.95  | 962.60  | 2579.43 |
| 96  | -9.46  | 969.91  | 979.82  | 2651.98 |
| 97  | -9.56  | 986.00  | 997.18  | 2725.85 |
| 98  | -9.66  | 1002.21 | 1014.69 | 2801.04 |
| 99  | -9.76  | 1018.54 | 1032.35 | 2877.58 |
| 100 | -9.86  | 1035.00 | 1050.16 | 2955.47 |
| 101 | -9.95  | 1051.58 | 1068.11 | 3034.73 |
| 102 | -10.05 | 1068.28 | 1086.21 | 3115.36 |
| 103 | -10.15 | 1085.10 | 1104.45 | 3197.39 |
| 104 | -10.25 | 1102.04 | 1122.85 | 3280.81 |
| 105 | -10.35 | 1119.11 | 1141.39 | 3365.64 |
| 106 | -10.45 | 1136.30 | 1160.07 | 3451.90 |
| 107 | -10.55 | 1153.61 | 1178.90 | 3539.59 |
| 108 | -10.65 | 1171.05 | 1197.88 | 3628.73 |
| 109 | -10.75 | 1188.60 | 1217.01 | 3719.33 |
| 110 | -10.85 | 1206.28 | 1236.29 | 3811.39 |
| 111 | -10.95 | 1224.08 | 1255.71 | 3904.94 |
| 112 | -11.05 | 1242.01 | 1275.27 | 3999.98 |
| 113 | -11.15 | 1260.05 | 1294.99 | 4096.52 |
| 114 | -11.25 | 1278.22 | 1314.85 | 4194.58 |
| 115 | -11.35 | 1296.52 | 1334.86 | 4294.16 |
| 116 | -11.45 | 1314.93 | 1355.01 | 4395.29 |
| 117 | -11.55 | 1333.47 | 1375.32 | 4497.96 |
| 118 | -11.65 | 1352.13 | 1395.76 | 4602.20 |
| 119 | -11.75 | 1370.91 | 1416.36 | 4708.01 |
| 120 | -11.85 | 1389.81 | 1437.10 | 4815.40 |
| 121 | -11.95 | 1408.84 | 1457.99 | 4924.39 |
| 122 | -12.04 | 1427.99 | 1479.03 | 5034.99 |
| 123 | -12.14 | 1447.26 | 1500.21 | 5147.21 |
| 124 | -12.24 | 1466.65 | 1521.54 | 5261.06 |
| 125 | -12.34 | 1486.17 | 1543.02 | 5376.55 |
| 126 | -12.44 | 1505.81 | 1564.64 | 5493.69 |
| 127 | -12.54 | 1525.57 | 1586.41 | 5612.50 |
| 128 | -12.64 | 1545.45 | 1608.33 | 5732.99 |
| 129 | -12.74 | 1565.46 | 1630.40 | 5855.17 |
| 130 | -12.84 | 1585.58 | 1652.61 | 5979.05 |
| 131 | -12.94 | 1605.84 | 1674.97 | 6104.63 |
| 132 | -13.04 | 1626.21 | 1697.48 | 6231.95 |
| 133 | -13.14 | 1646.70 | 1720.20 | 6361.00 |

#### Combinazione n° 19 - SLER

| n° | X     | N     | T    | M     |
|----|-------|-------|------|-------|
|    | [m]   | [kN]  | [kN] | [kNm] |
| 1  | 0.00  | 0.00  | 0.00 | 0.00  |
| 2  | -0.10 | 4.45  | 0.05 | -0.05 |
| 3  | -0.20 | 9.03  | 0.20 | -0.21 |
| 4  | -0.30 | 13.73 | 0.45 | -0.47 |
| 5  | -0.40 | 18.55 | 0.79 | -0.81 |
| 6  | -0.50 | 23.50 | 1.24 | -1.24 |
| 7  | -0.60 | 28.56 | 1.78 | -1.74 |
| 8  | -0.70 | 33.75 | 2.43 | -2.31 |
| 9  | -0.80 | 39.06 | 3.17 | -2.95 |
| 10 | -0.90 | 44.50 | 4.01 | -3.64 |
| 11 | -1.00 | 50.05 | 4.95 | -4.38 |
| 12 | -1.10 | 55.73 | 6.00 | -5.16 |

| n° | X     | N      | T      | M      |
|----|-------|--------|--------|--------|
|    | [m]   | [kN]   | [kN]   | [kNm]  |
| 13 | -1.19 | 61.53  | 7.13   | -5.98  |
| 14 | -1.29 | 67.46  | 8.37   | -6.83  |
| 15 | -1.39 | 73.50  | 9.71   | -7.69  |
| 16 | -1.49 | 79.67  | 11.15  | -8.58  |
| 17 | -1.59 | 85.96  | 12.68  | -9.47  |
| 18 | -1.69 | 92.38  | 14.32  | -10.36 |
| 19 | -1.79 | 98.91  | 16.05  | -11.25 |
| 20 | -1.89 | 105.57 | 17.89  | -12.13 |
| 21 | -1.99 | 112.35 | 19.82  | -12.99 |
| 22 | -2.09 | 119.25 | 21.85  | -13.82 |
| 23 | -2.19 | 126.28 | 23.98  | -14.62 |
| 24 | -2.29 | 133.43 | 26.21  | -15.38 |
| 25 | -2.39 | 140.70 | 28.54  | -16.09 |
| 26 | -2.49 | 148.09 | 30.97  | -16.75 |
| 27 | -2.59 | 155.61 | 33.49  | -17.35 |
| 28 | -2.69 | 163.25 | 36.12  | -17.89 |
| 29 | -2.79 | 171.01 | 38.84  | -18.35 |
| 30 | -2.89 | 178.89 | 41.67  | -18.73 |
| 31 | -2.99 | 186.89 | 44.59  | -19.03 |
| 32 | -3.09 | 195.02 | 47.61  | -19.23 |
| 33 | -3.19 | 203.27 | 50.74  | -19.33 |
| 34 | -3.29 | 211.65 | 53.96  | -19.33 |
| 35 | -3.38 | 220.14 | 57.28  | -19.21 |
| 36 | -3.48 | 228.76 | 60.69  | -18.97 |
| 37 | -3.58 | 237.50 | 64.21  | -18.60 |
| 38 | -3.68 | 246.36 | 67.83  | -18.10 |
| 39 | -3.78 | 255.35 | 71.55  | -17.45 |
| 40 | -3.88 | 264.45 | 75.36  | -16.66 |
| 41 | -3.98 | 273.68 | 79.27  | -15.72 |
| 42 | -4.08 | 283.04 | 83.29  | -14.61 |
| 43 | -4.18 | 292.51 | 87.40  | -13.34 |
| 44 | -4.28 | 302.11 | 91.61  | -11.88 |
| 45 | -4.38 | 311.83 | 95.92  | -10.25 |
| 46 | -4.48 | 321.67 | 100.33 | -8.43  |
| 47 | -4.58 | 331.64 | 104.84 | -6.41  |
| 48 | -4.68 | 341.72 | 109.45 | -4.20  |
| 49 | -4.78 | 351.93 | 114.16 | -1.77  |
| 50 | -4.88 | 362.26 | 118.96 | 0.88   |
| 51 | -4.98 | 372.72 | 123.87 | 3.74   |
| 52 | -5.08 | 383.30 | 128.87 | 6.84   |
| 53 | -5.18 | 394.00 | 133.97 | 10.17  |
| 54 | -5.28 | 404.82 | 139.18 | 13.74  |
| 55 | -5.38 | 415.76 | 144.48 | 17.57  |
| 56 | -5.48 | 426.83 | 149.88 | 21.65  |
| 57 | -5.57 | 438.02 | 155.38 | 25.99  |
| 58 | -5.67 | 449.33 | 160.98 | 30.61  |
| 59 | -5.77 | 460.76 | 166.67 | 35.50  |
| 60 | -5.87 | 472.32 | 172.47 | 40.67  |
| 61 | -5.97 | 484.00 | 178.37 | 46.14  |
| 62 | -6.07 | 495.80 | 184.36 | 51.90  |
| 63 | -6.17 | 507.72 | 190.46 | 57.97  |
| 64 | -6.27 | 519.77 | 196.65 | 64.35  |
| 65 | -6.37 | 531.94 | 202.94 | 71.04  |
| 66 | -6.47 | 544.23 | 209.33 | 78.07  |
| 67 | -6.57 | 556.65 | 215.82 | 85.42  |
| 68 | -6.67 | 569.18 | 222.41 | 93.11  |
| 69 | -6.77 | 581.84 | 229.10 | 101.14 |
| 70 | -6.87 | 594.62 | 235.89 | 109.53 |
| 71 | -6.97 | 607.53 | 242.78 | 118.27 |
| 72 | -7.07 | 620.55 | 249.76 | 127.38 |
| 73 | -7.17 | 633.70 | 256.85 | 136.86 |
| 74 | -7.27 | 646.97 | 264.03 | 146.72 |
| 75 | -7.37 | 660.36 | 271.32 | 156.97 |
| 76 | -7.47 | 673.88 | 278.70 | 167.61 |
| 77 | -7.57 | 687.52 | 286.18 | 178.65 |
| 78 | -7.67 | 701.28 | 293.76 | 190.09 |
| 79 | -7.76 | 715.16 | 301.44 | 201.95 |
| 80 | -7.86 | 729.17 | 309.22 | 214.22 |
| 81 | -7.96 | 743.30 | 317.10 | 226.93 |
| 82 | -8.06 | 757.55 | 325.07 | 240.06 |

| n°  | X      | N       | T      | M       |
|-----|--------|---------|--------|---------|
|     | [m]    | [kN]    | [kN]   | [kNm]   |
| 83  | -8.16  | 771.92  | 333.15 | 253.64  |
| 84  | -8.26  | 786.42  | 341.33 | 267.66  |
| 85  | -8.36  | 801.03  | 349.60 | 282.14  |
| 86  | -8.46  | 815.77  | 357.97 | 297.07  |
| 87  | -8.56  | 830.64  | 366.45 | 312.48  |
| 88  | -8.66  | 845.62  | 375.02 | 328.36  |
| 89  | -8.76  | 860.73  | 383.69 | 344.71  |
| 90  | -8.86  | 875.96  | 392.46 | 361.56  |
| 91  | -8.96  | 891.31  | 401.33 | 378.90  |
| 92  | -9.06  | 906.79  | 410.29 | 396.74  |
| 93  | -9.16  | 922.39  | 419.36 | 415.09  |
| 94  | -9.26  | 938.11  | 428.53 | 433.95  |
| 95  | -9.36  | 953.95  | 437.79 | 453.34  |
| 96  | -9.46  | 969.91  | 447.16 | 473.25  |
| 97  | -9.56  | 986.00  | 456.62 | 493.70  |
| 98  | -9.66  | 1002.21 | 466.18 | 514.69  |
| 99  | -9.76  | 1018.54 | 475.84 | 536.23  |
| 100 | -9.86  | 1035.00 | 485.61 | 558.32  |
| 101 | -9.95  | 1051.58 | 495.46 | 580.98  |
| 102 | -10.05 | 1068.28 | 505.42 | 604.20  |
| 103 | -10.15 | 1085.10 | 515.48 | 628.01  |
| 104 | -10.25 | 1102.04 | 525.64 | 652.39  |
| 105 | -10.35 | 1119.11 | 535.89 | 677.36  |
| 106 | -10.45 | 1136.30 | 546.25 | 702.93  |
| 107 | -10.55 | 1153.61 | 556.70 | 729.10  |
| 108 | -10.65 | 1171.05 | 567.26 | 755.89  |
| 109 | -10.75 | 1188.60 | 577.91 | 783.29  |
| 110 | -10.85 | 1206.28 | 588.66 | 811.31  |
| 111 | -10.95 | 1224.08 | 599.51 | 839.96  |
| 112 | -11.05 | 1242.01 | 610.46 | 869.25  |
| 113 | -11.15 | 1260.05 | 621.51 | 899.18  |
| 114 | -11.25 | 1278.22 | 632.66 | 929.77  |
| 115 | -11.35 | 1296.52 | 643.91 | 961.01  |
| 116 | -11.45 | 1314.93 | 655.25 | 992.91  |
| 117 | -11.55 | 1333.47 | 666.70 | 1025.49 |
| 118 | -11.65 | 1352.13 | 678.24 | 1058.74 |
| 119 | -11.75 | 1370.91 | 689.89 | 1092.68 |
| 120 | -11.85 | 1389.81 | 701.63 | 1127.31 |
| 121 | -11.95 | 1408.84 | 713.47 | 1162.63 |
| 122 | -12.04 | 1427.99 | 725.41 | 1198.67 |
| 123 | -12.14 | 1447.26 | 737.45 | 1235.41 |
| 124 | -12.24 | 1466.65 | 749.59 | 1272.87 |
| 125 | -12.34 | 1486.17 | 761.83 | 1311.06 |
| 126 | -12.44 | 1505.81 | 774.16 | 1349.98 |
| 127 | -12.54 | 1525.57 | 786.60 | 1389.64 |
| 128 | -12.64 | 1545.45 | 799.14 | 1430.04 |
| 129 | -12.74 | 1565.46 | 811.77 | 1471.20 |
| 130 | -12.84 | 1585.58 | 824.50 | 1513.11 |
| 131 | -12.94 | 1605.84 | 837.34 | 1555.79 |
| 132 | -13.04 | 1626.21 | 850.27 | 1599.25 |
| 133 | -13.14 | 1646.70 | 863.34 | 1643.48 |

#### Combinazione n° 20 - SLEF

| n° | X     | N     | T    | M     |
|----|-------|-------|------|-------|
|    | [m]   | [kN]  | [kN] | [kNm] |
| 1  | 0.00  | 0.00  | 0.00 | 0.00  |
| 2  | -0.10 | 4.45  | 0.05 | -0.05 |
| 3  | -0.20 | 9.03  | 0.20 | -0.21 |
| 4  | -0.30 | 13.73 | 0.45 | -0.47 |
| 5  | -0.40 | 18.55 | 0.79 | -0.81 |
| 6  | -0.50 | 23.50 | 1.24 | -1.24 |
| 7  | -0.60 | 28.56 | 1.78 | -1.74 |

| n° | X     | N      | T      | M      |
|----|-------|--------|--------|--------|
|    | [m]   | [kN]   | [kN]   | [kNm]  |
| 8  | -0.70 | 33.75  | 2.43   | -2.31  |
| 9  | -0.80 | 39.06  | 3.17   | -2.95  |
| 10 | -0.90 | 44.50  | 4.01   | -3.64  |
| 11 | -1.00 | 50.05  | 4.95   | -4.38  |
| 12 | -1.10 | 55.73  | 6.00   | -5.16  |
| 13 | -1.19 | 61.53  | 7.13   | -5.98  |
| 14 | -1.29 | 67.46  | 8.37   | -6.83  |
| 15 | -1.39 | 73.50  | 9.71   | -7.69  |
| 16 | -1.49 | 79.67  | 11.15  | -8.58  |
| 17 | -1.59 | 85.96  | 12.68  | -9.47  |
| 18 | -1.69 | 92.38  | 14.32  | -10.36 |
| 19 | -1.79 | 98.91  | 16.05  | -11.25 |
| 20 | -1.89 | 105.57 | 17.89  | -12.13 |
| 21 | -1.99 | 112.35 | 19.82  | -12.99 |
| 22 | -2.09 | 119.25 | 21.85  | -13.82 |
| 23 | -2.19 | 126.28 | 23.98  | -14.62 |
| 24 | -2.29 | 133.43 | 26.21  | -15.38 |
| 25 | -2.39 | 140.70 | 28.54  | -16.09 |
| 26 | -2.49 | 148.09 | 30.97  | -16.75 |
| 27 | -2.59 | 155.61 | 33.49  | -17.35 |
| 28 | -2.69 | 163.25 | 36.12  | -17.89 |
| 29 | -2.79 | 171.01 | 38.84  | -18.35 |
| 30 | -2.89 | 178.89 | 41.67  | -18.73 |
| 31 | -2.99 | 186.89 | 44.59  | -19.03 |
| 32 | -3.09 | 195.02 | 47.61  | -19.23 |
| 33 | -3.19 | 203.27 | 50.74  | -19.33 |
| 34 | -3.29 | 211.65 | 53.96  | -19.33 |
| 35 | -3.38 | 220.14 | 57.28  | -19.21 |
| 36 | -3.48 | 228.76 | 60.69  | -18.97 |
| 37 | -3.58 | 237.50 | 64.21  | -18.60 |
| 38 | -3.68 | 246.36 | 67.83  | -18.10 |
| 39 | -3.78 | 255.35 | 71.55  | -17.45 |
| 40 | -3.88 | 264.45 | 75.36  | -16.66 |
| 41 | -3.98 | 273.68 | 79.27  | -15.72 |
| 42 | -4.08 | 283.04 | 83.29  | -14.61 |
| 43 | -4.18 | 292.51 | 87.40  | -13.34 |
| 44 | -4.28 | 302.11 | 91.61  | -11.88 |
| 45 | -4.38 | 311.83 | 95.92  | -10.25 |
| 46 | -4.48 | 321.67 | 100.33 | -8.43  |
| 47 | -4.58 | 331.64 | 104.84 | -6.41  |
| 48 | -4.68 | 341.72 | 109.45 | -4.20  |
| 49 | -4.78 | 351.93 | 114.16 | -1.77  |
| 50 | -4.88 | 362.26 | 118.96 | 0.88   |
| 51 | -4.98 | 372.72 | 123.87 | 3.74   |
| 52 | -5.08 | 383.30 | 128.87 | 6.84   |
| 53 | -5.18 | 394.00 | 133.97 | 10.17  |
| 54 | -5.28 | 404.82 | 139.18 | 13.74  |
| 55 | -5.38 | 415.76 | 144.48 | 17.57  |
| 56 | -5.48 | 426.83 | 149.88 | 21.65  |
| 57 | -5.57 | 438.02 | 155.38 | 25.99  |
| 58 | -5.67 | 449.33 | 160.98 | 30.61  |
| 59 | -5.77 | 460.76 | 166.67 | 35.50  |
| 60 | -5.87 | 472.32 | 172.47 | 40.67  |
| 61 | -5.97 | 484.00 | 178.37 | 46.14  |
| 62 | -6.07 | 495.80 | 184.36 | 51.90  |
| 63 | -6.17 | 507.72 | 190.46 | 57.97  |
| 64 | -6.27 | 519.77 | 196.65 | 64.35  |
| 65 | -6.37 | 531.94 | 202.94 | 71.04  |
| 66 | -6.47 | 544.23 | 209.33 | 78.07  |
| 67 | -6.57 | 556.65 | 215.82 | 85.42  |
| 68 | -6.67 | 569.18 | 222.41 | 93.11  |
| 69 | -6.77 | 581.84 | 229.10 | 101.14 |
| 70 | -6.87 | 594.62 | 235.89 | 109.53 |
| 71 | -6.97 | 607.53 | 242.78 | 118.27 |
| 72 | -7.07 | 620.55 | 249.76 | 127.38 |
| 73 | -7.17 | 633.70 | 256.85 | 136.86 |
| 74 | -7.27 | 646.97 | 264.03 | 146.72 |
| 75 | -7.37 | 660.36 | 271.32 | 156.97 |
| 76 | -7.47 | 673.88 | 278.70 | 167.61 |
| 77 | -7.57 | 687.52 | 286.18 | 178.65 |

| n°  | X      | N       | T      | M       |
|-----|--------|---------|--------|---------|
|     | [m]    | [kN]    | [kN]   | [kNm]   |
| 78  | -7.67  | 701.28  | 293.76 | 190.09  |
| 79  | -7.76  | 715.16  | 301.44 | 201.95  |
| 80  | -7.86  | 729.17  | 309.22 | 214.22  |
| 81  | -7.96  | 743.30  | 317.10 | 226.93  |
| 82  | -8.06  | 757.55  | 325.07 | 240.06  |
| 83  | -8.16  | 771.92  | 333.15 | 253.64  |
| 84  | -8.26  | 786.42  | 341.33 | 267.66  |
| 85  | -8.36  | 801.03  | 349.60 | 282.14  |
| 86  | -8.46  | 815.77  | 357.97 | 297.07  |
| 87  | -8.56  | 830.64  | 366.45 | 312.48  |
| 88  | -8.66  | 845.62  | 375.02 | 328.36  |
| 89  | -8.76  | 860.73  | 383.69 | 344.71  |
| 90  | -8.86  | 875.96  | 392.46 | 361.56  |
| 91  | -8.96  | 891.31  | 401.33 | 378.90  |
| 92  | -9.06  | 906.79  | 410.29 | 396.74  |
| 93  | -9.16  | 922.39  | 419.36 | 415.09  |
| 94  | -9.26  | 938.11  | 428.53 | 433.95  |
| 95  | -9.36  | 953.95  | 437.79 | 453.34  |
| 96  | -9.46  | 969.91  | 447.16 | 473.25  |
| 97  | -9.56  | 986.00  | 456.62 | 493.70  |
| 98  | -9.66  | 1002.21 | 466.18 | 514.69  |
| 99  | -9.76  | 1018.54 | 475.84 | 536.23  |
| 100 | -9.86  | 1035.00 | 485.61 | 558.32  |
| 101 | -9.95  | 1051.58 | 495.46 | 580.98  |
| 102 | -10.05 | 1068.28 | 505.42 | 604.20  |
| 103 | -10.15 | 1085.10 | 515.48 | 628.01  |
| 104 | -10.25 | 1102.04 | 525.64 | 652.39  |
| 105 | -10.35 | 1119.11 | 535.89 | 677.36  |
| 106 | -10.45 | 1136.30 | 546.25 | 702.93  |
| 107 | -10.55 | 1153.61 | 556.70 | 729.10  |
| 108 | -10.65 | 1171.05 | 567.26 | 755.89  |
| 109 | -10.75 | 1188.60 | 577.91 | 783.29  |
| 110 | -10.85 | 1206.28 | 588.66 | 811.31  |
| 111 | -10.95 | 1224.08 | 599.51 | 839.96  |
| 112 | -11.05 | 1242.01 | 610.46 | 869.25  |
| 113 | -11.15 | 1260.05 | 621.51 | 899.18  |
| 114 | -11.25 | 1278.22 | 632.66 | 929.77  |
| 115 | -11.35 | 1296.52 | 643.91 | 961.01  |
| 116 | -11.45 | 1314.93 | 655.25 | 992.91  |
| 117 | -11.55 | 1333.47 | 666.70 | 1025.49 |
| 118 | -11.65 | 1352.13 | 678.24 | 1058.74 |
| 119 | -11.75 | 1370.91 | 689.89 | 1092.68 |
| 120 | -11.85 | 1389.81 | 701.63 | 1127.31 |
| 121 | -11.95 | 1408.84 | 713.47 | 1162.63 |
| 122 | -12.04 | 1427.99 | 725.41 | 1198.67 |
| 123 | -12.14 | 1447.26 | 737.45 | 1235.41 |
| 124 | -12.24 | 1466.65 | 749.59 | 1272.87 |
| 125 | -12.34 | 1486.17 | 761.83 | 1311.06 |
| 126 | -12.44 | 1505.81 | 774.16 | 1349.98 |
| 127 | -12.54 | 1525.57 | 786.60 | 1389.64 |
| 128 | -12.64 | 1545.45 | 799.14 | 1430.04 |
| 129 | -12.74 | 1565.46 | 811.77 | 1471.20 |
| 130 | -12.84 | 1585.58 | 824.50 | 1513.11 |
| 131 | -12.94 | 1605.84 | 837.34 | 1555.79 |
| 132 | -13.04 | 1626.21 | 850.27 | 1599.25 |
| 133 | -13.14 | 1646.70 | 863.34 | 1643.48 |

Combinazione n° 21 - SLEQ

| n° | X     | N    | T    | M     |
|----|-------|------|------|-------|
|    | [m]   | [kN] | [kN] | [kNm] |
| 1  | 0.00  | 0.00 | 0.00 | 0.00  |
| 2  | -0.10 | 4.45 | 0.05 | -0.05 |



| n° | X<br>[m] | N<br>[kN] | T<br>[kN] | M<br>[kNm] |
|----|----------|-----------|-----------|------------|
| 3  | -0.20    | 9.03      | 0.20      | -0.21      |
| 4  | -0.30    | 13.73     | 0.45      | -0.47      |
| 5  | -0.40    | 18.55     | 0.79      | -0.81      |
| 6  | -0.50    | 23.50     | 1.24      | -1.24      |
| 7  | -0.60    | 28.56     | 1.78      | -1.74      |
| 8  | -0.70    | 33.75     | 2.43      | -2.31      |
| 9  | -0.80    | 39.06     | 3.17      | -2.95      |
| 10 | -0.90    | 44.50     | 4.01      | -3.64      |
| 11 | -1.00    | 50.05     | 4.95      | -4.38      |
| 12 | -1.10    | 55.73     | 6.00      | -5.16      |
| 13 | -1.19    | 61.53     | 7.13      | -5.98      |
| 14 | -1.29    | 67.46     | 8.37      | -6.83      |
| 15 | -1.39    | 73.50     | 9.71      | -7.69      |
| 16 | -1.49    | 79.67     | 11.15     | -8.58      |
| 17 | -1.59    | 85.96     | 12.68     | -9.47      |
| 18 | -1.69    | 92.38     | 14.32     | -10.36     |
| 19 | -1.79    | 98.91     | 16.05     | -11.25     |
| 20 | -1.89    | 105.57    | 17.89     | -12.13     |
| 21 | -1.99    | 112.35    | 19.82     | -12.99     |
| 22 | -2.09    | 119.25    | 21.85     | -13.82     |
| 23 | -2.19    | 126.28    | 23.98     | -14.62     |
| 24 | -2.29    | 133.43    | 26.21     | -15.38     |
| 25 | -2.39    | 140.70    | 28.54     | -16.09     |
| 26 | -2.49    | 148.09    | 30.97     | -16.75     |
| 27 | -2.59    | 155.61    | 33.49     | -17.35     |
| 28 | -2.69    | 163.25    | 36.12     | -17.89     |
| 29 | -2.79    | 171.01    | 38.84     | -18.35     |
| 30 | -2.89    | 178.89    | 41.67     | -18.73     |
| 31 | -2.99    | 186.89    | 44.59     | -19.03     |
| 32 | -3.09    | 195.02    | 47.61     | -19.23     |
| 33 | -3.19    | 203.27    | 50.74     | -19.33     |
| 34 | -3.29    | 211.65    | 53.96     | -19.33     |
| 35 | -3.38    | 220.14    | 57.28     | -19.21     |
| 36 | -3.48    | 228.76    | 60.69     | -18.97     |
| 37 | -3.58    | 237.50    | 64.21     | -18.60     |
| 38 | -3.68    | 246.36    | 67.83     | -18.10     |
| 39 | -3.78    | 255.35    | 71.55     | -17.45     |
| 40 | -3.88    | 264.45    | 75.36     | -16.66     |
| 41 | -3.98    | 273.68    | 79.27     | -15.72     |
| 42 | -4.08    | 283.04    | 83.29     | -14.61     |
| 43 | -4.18    | 292.51    | 87.40     | -13.34     |
| 44 | -4.28    | 302.11    | 91.61     | -11.88     |
| 45 | -4.38    | 311.83    | 95.92     | -10.25     |
| 46 | -4.48    | 321.67    | 100.33    | -8.43      |
| 47 | -4.58    | 331.64    | 104.84    | -6.41      |
| 48 | -4.68    | 341.72    | 109.45    | -4.20      |
| 49 | -4.78    | 351.93    | 114.16    | -1.77      |
| 50 | -4.88    | 362.26    | 118.96    | 0.88       |
| 51 | -4.98    | 372.72    | 123.87    | 3.74       |
| 52 | -5.08    | 383.30    | 128.87    | 6.84       |
| 53 | -5.18    | 394.00    | 133.97    | 10.17      |
| 54 | -5.28    | 404.82    | 139.18    | 13.74      |
| 55 | -5.38    | 415.76    | 144.48    | 17.57      |
| 56 | -5.48    | 426.83    | 149.88    | 21.65      |
| 57 | -5.57    | 438.02    | 155.38    | 25.99      |
| 58 | -5.67    | 449.33    | 160.98    | 30.61      |
| 59 | -5.77    | 460.76    | 166.67    | 35.50      |
| 60 | -5.87    | 472.32    | 172.47    | 40.67      |
| 61 | -5.97    | 484.00    | 178.37    | 46.14      |
| 62 | -6.07    | 495.80    | 184.36    | 51.90      |
| 63 | -6.17    | 507.72    | 190.46    | 57.97      |
| 64 | -6.27    | 519.77    | 196.65    | 64.35      |
| 65 | -6.37    | 531.94    | 202.94    | 71.04      |
| 66 | -6.47    | 544.23    | 209.33    | 78.07      |
| 67 | -6.57    | 556.65    | 215.82    | 85.42      |
| 68 | -6.67    | 569.18    | 222.41    | 93.11      |
| 69 | -6.77    | 581.84    | 229.10    | 101.14     |
| 70 | -6.87    | 594.62    | 235.89    | 109.53     |
| 71 | -6.97    | 607.53    | 242.78    | 118.27     |
| 72 | -7.07    | 620.55    | 249.76    | 127.38     |

| n°  | X      | N       | T      | M       |
|-----|--------|---------|--------|---------|
|     | [m]    | [kN]    | [kN]   | [kNm]   |
| 73  | -7.17  | 633.70  | 256.85 | 136.86  |
| 74  | -7.27  | 646.97  | 264.03 | 146.72  |
| 75  | -7.37  | 660.36  | 271.32 | 156.97  |
| 76  | -7.47  | 673.88  | 278.70 | 167.61  |
| 77  | -7.57  | 687.52  | 286.18 | 178.65  |
| 78  | -7.67  | 701.28  | 293.76 | 190.09  |
| 79  | -7.76  | 715.16  | 301.44 | 201.95  |
| 80  | -7.86  | 729.17  | 309.22 | 214.22  |
| 81  | -7.96  | 743.30  | 317.10 | 226.93  |
| 82  | -8.06  | 757.55  | 325.07 | 240.06  |
| 83  | -8.16  | 771.92  | 333.15 | 253.64  |
| 84  | -8.26  | 786.42  | 341.33 | 267.66  |
| 85  | -8.36  | 801.03  | 349.60 | 282.14  |
| 86  | -8.46  | 815.77  | 357.97 | 297.07  |
| 87  | -8.56  | 830.64  | 366.45 | 312.48  |
| 88  | -8.66  | 845.62  | 375.02 | 328.36  |
| 89  | -8.76  | 860.73  | 383.69 | 344.71  |
| 90  | -8.86  | 875.96  | 392.46 | 361.56  |
| 91  | -8.96  | 891.31  | 401.33 | 378.90  |
| 92  | -9.06  | 906.79  | 410.29 | 396.74  |
| 93  | -9.16  | 922.39  | 419.36 | 415.09  |
| 94  | -9.26  | 938.11  | 428.53 | 433.95  |
| 95  | -9.36  | 953.95  | 437.79 | 453.34  |
| 96  | -9.46  | 969.91  | 447.16 | 473.25  |
| 97  | -9.56  | 986.00  | 456.62 | 493.70  |
| 98  | -9.66  | 1002.21 | 466.18 | 514.69  |
| 99  | -9.76  | 1018.54 | 475.84 | 536.23  |
| 100 | -9.86  | 1035.00 | 485.61 | 558.32  |
| 101 | -9.95  | 1051.58 | 495.46 | 580.98  |
| 102 | -10.05 | 1068.28 | 505.42 | 604.20  |
| 103 | -10.15 | 1085.10 | 515.48 | 628.01  |
| 104 | -10.25 | 1102.04 | 525.64 | 652.39  |
| 105 | -10.35 | 1119.11 | 535.89 | 677.36  |
| 106 | -10.45 | 1136.30 | 546.25 | 702.93  |
| 107 | -10.55 | 1153.61 | 556.70 | 729.10  |
| 108 | -10.65 | 1171.05 | 567.26 | 755.89  |
| 109 | -10.75 | 1188.60 | 577.91 | 783.29  |
| 110 | -10.85 | 1206.28 | 588.66 | 811.31  |
| 111 | -10.95 | 1224.08 | 599.51 | 839.96  |
| 112 | -11.05 | 1242.01 | 610.46 | 869.25  |
| 113 | -11.15 | 1260.05 | 621.51 | 899.18  |
| 114 | -11.25 | 1278.22 | 632.66 | 929.77  |
| 115 | -11.35 | 1296.52 | 643.91 | 961.01  |
| 116 | -11.45 | 1314.93 | 655.25 | 992.91  |
| 117 | -11.55 | 1333.47 | 666.70 | 1025.49 |
| 118 | -11.65 | 1352.13 | 678.24 | 1058.74 |
| 119 | -11.75 | 1370.91 | 689.89 | 1092.68 |
| 120 | -11.85 | 1389.81 | 701.63 | 1127.31 |
| 121 | -11.95 | 1408.84 | 713.47 | 1162.63 |
| 122 | -12.04 | 1427.99 | 725.41 | 1198.67 |
| 123 | -12.14 | 1447.26 | 737.45 | 1235.41 |
| 124 | -12.24 | 1466.65 | 749.59 | 1272.87 |
| 125 | -12.34 | 1486.17 | 761.83 | 1311.06 |
| 126 | -12.44 | 1505.81 | 774.16 | 1349.98 |
| 127 | -12.54 | 1525.57 | 786.60 | 1389.64 |
| 128 | -12.64 | 1545.45 | 799.14 | 1430.04 |
| 129 | -12.74 | 1565.46 | 811.77 | 1471.20 |
| 130 | -12.84 | 1585.58 | 824.50 | 1513.11 |
| 131 | -12.94 | 1605.84 | 837.34 | 1555.79 |
| 132 | -13.04 | 1626.21 | 850.27 | 1599.25 |
| 133 | -13.14 | 1646.70 | 863.34 | 1643.48 |

Combinazione n° 22 - SLER

| n° | X     | N      | T      | M      |
|----|-------|--------|--------|--------|
|    | [m]   | [kN]   | [kN]   | [kNm]  |
| 1  | 0.00  | 0.00   | 0.00   | 0.00   |
| 2  | -0.10 | 4.45   | 1.74   | 0.03   |
| 3  | -0.20 | 9.03   | 3.58   | 0.13   |
| 4  | -0.30 | 13.73  | 5.52   | 0.29   |
| 5  | -0.40 | 18.55  | 7.56   | 0.54   |
| 6  | -0.50 | 23.50  | 9.70   | 0.87   |
| 7  | -0.60 | 28.56  | 11.94  | 1.29   |
| 8  | -0.70 | 33.75  | 14.27  | 1.82   |
| 9  | -0.80 | 39.06  | 16.71  | 2.44   |
| 10 | -0.90 | 44.50  | 19.24  | 3.18   |
| 11 | -1.00 | 50.05  | 21.88  | 4.04   |
| 12 | -1.10 | 55.73  | 24.61  | 5.03   |
| 13 | -1.19 | 61.53  | 27.44  | 6.15   |
| 14 | -1.29 | 67.46  | 30.37  | 7.41   |
| 15 | -1.39 | 73.50  | 33.40  | 8.81   |
| 16 | -1.49 | 79.67  | 36.53  | 10.37  |
| 17 | -1.59 | 85.96  | 39.76  | 12.09  |
| 18 | -1.69 | 92.38  | 43.09  | 13.98  |
| 19 | -1.79 | 98.91  | 46.51  | 16.04  |
| 20 | -1.89 | 105.57 | 50.04  | 18.28  |
| 21 | -1.99 | 112.35 | 53.66  | 20.71  |
| 22 | -2.09 | 119.25 | 57.39  | 23.33  |
| 23 | -2.19 | 126.28 | 61.21  | 26.15  |
| 24 | -2.29 | 133.43 | 65.13  | 29.18  |
| 25 | -2.39 | 140.70 | 69.15  | 32.42  |
| 26 | -2.49 | 148.09 | 73.27  | 35.89  |
| 27 | -2.59 | 155.61 | 77.49  | 39.58  |
| 28 | -2.69 | 163.25 | 81.81  | 43.51  |
| 29 | -2.79 | 171.01 | 86.23  | 47.68  |
| 30 | -2.89 | 178.89 | 90.74  | 52.10  |
| 31 | -2.99 | 186.89 | 95.36  | 56.78  |
| 32 | -3.09 | 195.02 | 100.07 | 61.71  |
| 33 | -3.19 | 203.27 | 104.89 | 66.92  |
| 34 | -3.29 | 211.65 | 109.80 | 72.40  |
| 35 | -3.38 | 220.14 | 114.81 | 78.16  |
| 36 | -3.48 | 228.76 | 119.92 | 84.21  |
| 37 | -3.58 | 237.50 | 125.13 | 90.56  |
| 38 | -3.68 | 246.36 | 130.44 | 97.21  |
| 39 | -3.78 | 255.35 | 135.85 | 104.17 |
| 40 | -3.88 | 264.45 | 141.36 | 111.45 |
| 41 | -3.98 | 273.68 | 146.97 | 119.05 |
| 42 | -4.08 | 283.04 | 152.67 | 126.98 |
| 43 | -4.18 | 292.51 | 158.48 | 135.24 |
| 44 | -4.28 | 302.11 | 164.38 | 143.85 |
| 45 | -4.38 | 311.83 | 170.38 | 152.82 |
| 46 | -4.48 | 321.67 | 176.48 | 162.13 |
| 47 | -4.58 | 331.64 | 182.68 | 171.81 |
| 48 | -4.68 | 341.72 | 188.99 | 181.87 |
| 49 | -4.78 | 351.93 | 195.38 | 192.30 |
| 50 | -4.88 | 362.26 | 201.88 | 203.11 |
| 51 | -4.98 | 372.72 | 208.48 | 214.31 |
| 52 | -5.08 | 383.30 | 215.18 | 225.92 |
| 53 | -5.18 | 394.00 | 221.97 | 237.92 |
| 54 | -5.28 | 404.82 | 228.87 | 250.34 |
| 55 | -5.38 | 415.76 | 235.86 | 263.18 |
| 56 | -5.48 | 426.83 | 242.95 | 276.44 |
| 57 | -5.57 | 438.02 | 250.15 | 290.14 |
| 58 | -5.67 | 449.33 | 257.44 | 304.27 |
| 59 | -5.77 | 460.76 | 264.83 | 318.85 |
| 60 | -5.87 | 472.32 | 272.32 | 333.88 |
| 61 | -5.97 | 484.00 | 279.90 | 349.37 |
| 62 | -6.07 | 495.80 | 287.59 | 365.32 |
| 63 | -6.17 | 507.72 | 295.38 | 381.75 |
| 64 | -6.27 | 519.77 | 303.26 | 398.65 |
| 65 | -6.37 | 531.94 | 311.25 | 416.05 |
| 66 | -6.47 | 544.23 | 319.33 | 433.93 |
| 67 | -6.57 | 556.65 | 327.51 | 452.32 |
| 68 | -6.67 | 569.18 | 335.80 | 471.21 |
| 69 | -6.77 | 581.84 | 344.18 | 490.62 |

| n°  | X      | N       | T       | M       |
|-----|--------|---------|---------|---------|
|     | [m]    | [kN]    | [kN]    | [kNm]   |
| 70  | -6.87  | 594.62  | 352.66  | 510.54  |
| 71  | -6.97  | 607.53  | 361.24  | 530.99  |
| 72  | -7.07  | 620.55  | 369.92  | 551.98  |
| 73  | -7.17  | 633.70  | 378.69  | 573.51  |
| 74  | -7.27  | 646.97  | 387.57  | 595.58  |
| 75  | -7.37  | 660.36  | 396.54  | 618.21  |
| 76  | -7.47  | 673.88  | 405.62  | 641.40  |
| 77  | -7.57  | 687.52  | 414.79  | 665.15  |
| 78  | -7.67  | 701.28  | 424.07  | 689.49  |
| 79  | -7.76  | 715.16  | 433.44  | 714.40  |
| 80  | -7.86  | 729.17  | 442.91  | 739.90  |
| 81  | -7.96  | 743.30  | 452.48  | 765.99  |
| 82  | -8.06  | 757.55  | 462.15  | 792.69  |
| 83  | -8.16  | 771.92  | 471.92  | 819.99  |
| 84  | -8.26  | 786.42  | 481.78  | 847.92  |
| 85  | -8.36  | 801.03  | 491.75  | 876.46  |
| 86  | -8.46  | 815.77  | 501.82  | 905.63  |
| 87  | -8.56  | 830.64  | 511.98  | 935.44  |
| 88  | -8.66  | 845.62  | 522.25  | 965.88  |
| 89  | -8.76  | 860.73  | 532.61  | 996.98  |
| 90  | -8.86  | 875.96  | 543.07  | 1028.74 |
| 91  | -8.96  | 891.31  | 553.63  | 1061.15 |
| 92  | -9.06  | 906.79  | 564.29  | 1094.24 |
| 93  | -9.16  | 922.39  | 575.05  | 1128.00 |
| 94  | -9.26  | 938.11  | 585.91  | 1162.45 |
| 95  | -9.36  | 953.95  | 596.87  | 1197.59 |
| 96  | -9.46  | 969.91  | 607.92  | 1233.42 |
| 97  | -9.56  | 986.00  | 619.08  | 1269.95 |
| 98  | -9.66  | 1002.21 | 630.33  | 1307.20 |
| 99  | -9.76  | 1018.54 | 641.69  | 1345.16 |
| 100 | -9.86  | 1035.00 | 653.14  | 1383.85 |
| 101 | -9.95  | 1051.58 | 664.69  | 1423.27 |
| 102 | -10.05 | 1068.28 | 676.34  | 1463.42 |
| 103 | -10.15 | 1085.10 | 688.09  | 1504.32 |
| 104 | -10.25 | 1102.04 | 699.94  | 1545.98 |
| 105 | -10.35 | 1119.11 | 711.89  | 1588.38 |
| 106 | -10.45 | 1136.30 | 723.94  | 1631.56 |
| 107 | -10.55 | 1153.61 | 736.09  | 1675.50 |
| 108 | -10.65 | 1171.05 | 748.33  | 1720.23 |
| 109 | -10.75 | 1188.60 | 760.68  | 1765.73 |
| 110 | -10.85 | 1206.28 | 773.12  | 1812.03 |
| 111 | -10.95 | 1224.08 | 785.66  | 1859.13 |
| 112 | -11.05 | 1242.01 | 798.30  | 1907.03 |
| 113 | -11.15 | 1260.05 | 811.05  | 1955.75 |
| 114 | -11.25 | 1278.22 | 823.89  | 2005.29 |
| 115 | -11.35 | 1296.52 | 836.83  | 2055.65 |
| 116 | -11.45 | 1314.93 | 849.86  | 2106.84 |
| 117 | -11.55 | 1333.47 | 863.00  | 2158.87 |
| 118 | -11.65 | 1352.13 | 876.24  | 2211.75 |
| 119 | -11.75 | 1370.91 | 889.57  | 2265.48 |
| 120 | -11.85 | 1389.81 | 903.01  | 2320.07 |
| 121 | -11.95 | 1408.84 | 916.54  | 2375.53 |
| 122 | -12.04 | 1427.99 | 930.18  | 2431.86 |
| 123 | -12.14 | 1447.26 | 943.91  | 2489.07 |
| 124 | -12.24 | 1466.65 | 957.74  | 2547.17 |
| 125 | -12.34 | 1486.17 | 971.67  | 2606.16 |
| 126 | -12.44 | 1505.81 | 985.70  | 2666.06 |
| 127 | -12.54 | 1525.57 | 999.83  | 2726.86 |
| 128 | -12.64 | 1545.45 | 1014.05 | 2788.57 |
| 129 | -12.74 | 1565.46 | 1028.38 | 2851.20 |
| 130 | -12.84 | 1585.58 | 1042.81 | 2914.77 |
| 131 | -12.94 | 1605.84 | 1057.33 | 2979.26 |
| 132 | -13.04 | 1626.21 | 1071.96 | 3044.70 |
| 133 | -13.14 | 1646.70 | 1086.72 | 3111.09 |

## Combinazione n° 23 - SLEF

| n° | X     | N      | T      | M      |
|----|-------|--------|--------|--------|
|    | [m]   | [kN]   | [kN]   | [kNm]  |
| 1  | 0.00  | 0.00   | 0.00   | 0.00   |
| 2  | -0.10 | 4.45   | 1.74   | 0.03   |
| 3  | -0.20 | 9.03   | 3.58   | 0.13   |
| 4  | -0.30 | 13.73  | 5.52   | 0.29   |
| 5  | -0.40 | 18.55  | 7.56   | 0.54   |
| 6  | -0.50 | 23.50  | 9.70   | 0.87   |
| 7  | -0.60 | 28.56  | 11.94  | 1.29   |
| 8  | -0.70 | 33.75  | 14.27  | 1.82   |
| 9  | -0.80 | 39.06  | 16.71  | 2.44   |
| 10 | -0.90 | 44.50  | 19.24  | 3.18   |
| 11 | -1.00 | 50.05  | 21.88  | 4.04   |
| 12 | -1.10 | 55.73  | 24.61  | 5.03   |
| 13 | -1.19 | 61.53  | 27.44  | 6.15   |
| 14 | -1.29 | 67.46  | 30.37  | 7.41   |
| 15 | -1.39 | 73.50  | 33.40  | 8.81   |
| 16 | -1.49 | 79.67  | 36.53  | 10.37  |
| 17 | -1.59 | 85.96  | 39.76  | 12.09  |
| 18 | -1.69 | 92.38  | 43.09  | 13.98  |
| 19 | -1.79 | 98.91  | 46.51  | 16.04  |
| 20 | -1.89 | 105.57 | 50.04  | 18.28  |
| 21 | -1.99 | 112.35 | 53.66  | 20.71  |
| 22 | -2.09 | 119.25 | 57.39  | 23.33  |
| 23 | -2.19 | 126.28 | 61.21  | 26.15  |
| 24 | -2.29 | 133.43 | 65.13  | 29.18  |
| 25 | -2.39 | 140.70 | 69.15  | 32.42  |
| 26 | -2.49 | 148.09 | 73.27  | 35.89  |
| 27 | -2.59 | 155.61 | 77.49  | 39.58  |
| 28 | -2.69 | 163.25 | 81.81  | 43.51  |
| 29 | -2.79 | 171.01 | 86.23  | 47.68  |
| 30 | -2.89 | 178.89 | 90.74  | 52.10  |
| 31 | -2.99 | 186.89 | 95.36  | 56.78  |
| 32 | -3.09 | 195.02 | 100.07 | 61.71  |
| 33 | -3.19 | 203.27 | 104.89 | 66.92  |
| 34 | -3.29 | 211.65 | 109.80 | 72.40  |
| 35 | -3.38 | 220.14 | 114.81 | 78.16  |
| 36 | -3.48 | 228.76 | 119.92 | 84.21  |
| 37 | -3.58 | 237.50 | 125.13 | 90.56  |
| 38 | -3.68 | 246.36 | 130.44 | 97.21  |
| 39 | -3.78 | 255.35 | 135.85 | 104.17 |
| 40 | -3.88 | 264.45 | 141.36 | 111.45 |
| 41 | -3.98 | 273.68 | 146.97 | 119.05 |
| 42 | -4.08 | 283.04 | 152.67 | 126.98 |
| 43 | -4.18 | 292.51 | 158.48 | 135.24 |
| 44 | -4.28 | 302.11 | 164.38 | 143.85 |
| 45 | -4.38 | 311.83 | 170.38 | 152.82 |
| 46 | -4.48 | 321.67 | 176.48 | 162.13 |
| 47 | -4.58 | 331.64 | 182.68 | 171.81 |
| 48 | -4.68 | 341.72 | 188.99 | 181.87 |
| 49 | -4.78 | 351.93 | 195.38 | 192.30 |
| 50 | -4.88 | 362.26 | 201.88 | 203.11 |
| 51 | -4.98 | 372.72 | 208.48 | 214.31 |
| 52 | -5.08 | 383.30 | 215.18 | 225.92 |
| 53 | -5.18 | 394.00 | 221.97 | 237.92 |
| 54 | -5.28 | 404.82 | 228.87 | 250.34 |
| 55 | -5.38 | 415.76 | 235.86 | 263.18 |
| 56 | -5.48 | 426.83 | 242.95 | 276.44 |
| 57 | -5.57 | 438.02 | 250.15 | 290.14 |
| 58 | -5.67 | 449.33 | 257.44 | 304.27 |
| 59 | -5.77 | 460.76 | 264.83 | 318.85 |
| 60 | -5.87 | 472.32 | 272.32 | 333.88 |
| 61 | -5.97 | 484.00 | 279.90 | 349.37 |
| 62 | -6.07 | 495.80 | 287.59 | 365.32 |
| 63 | -6.17 | 507.72 | 295.38 | 381.75 |
| 64 | -6.27 | 519.77 | 303.26 | 398.65 |
| 65 | -6.37 | 531.94 | 311.25 | 416.05 |
| 66 | -6.47 | 544.23 | 319.33 | 433.93 |

| n°  | X      | N       | T       | M       |
|-----|--------|---------|---------|---------|
|     | [m]    | [kN]    | [kN]    | [kNm]   |
| 67  | -6.57  | 556.65  | 327.51  | 452.32  |
| 68  | -6.67  | 569.18  | 335.80  | 471.21  |
| 69  | -6.77  | 581.84  | 344.18  | 490.62  |
| 70  | -6.87  | 594.62  | 352.66  | 510.54  |
| 71  | -6.97  | 607.53  | 361.24  | 530.99  |
| 72  | -7.07  | 620.55  | 369.92  | 551.98  |
| 73  | -7.17  | 633.70  | 378.69  | 573.51  |
| 74  | -7.27  | 646.97  | 387.57  | 595.58  |
| 75  | -7.37  | 660.36  | 396.54  | 618.21  |
| 76  | -7.47  | 673.88  | 405.62  | 641.40  |
| 77  | -7.57  | 687.52  | 414.79  | 665.15  |
| 78  | -7.67  | 701.28  | 424.07  | 689.49  |
| 79  | -7.76  | 715.16  | 433.44  | 714.40  |
| 80  | -7.86  | 729.17  | 442.91  | 739.90  |
| 81  | -7.96  | 743.30  | 452.48  | 765.99  |
| 82  | -8.06  | 757.55  | 462.15  | 792.69  |
| 83  | -8.16  | 771.92  | 471.92  | 819.99  |
| 84  | -8.26  | 786.42  | 481.78  | 847.92  |
| 85  | -8.36  | 801.03  | 491.75  | 876.46  |
| 86  | -8.46  | 815.77  | 501.82  | 905.63  |
| 87  | -8.56  | 830.64  | 511.98  | 935.44  |
| 88  | -8.66  | 845.62  | 522.25  | 965.88  |
| 89  | -8.76  | 860.73  | 532.61  | 996.98  |
| 90  | -8.86  | 875.96  | 543.07  | 1028.74 |
| 91  | -8.96  | 891.31  | 553.63  | 1061.15 |
| 92  | -9.06  | 906.79  | 564.29  | 1094.24 |
| 93  | -9.16  | 922.39  | 575.05  | 1128.00 |
| 94  | -9.26  | 938.11  | 585.91  | 1162.45 |
| 95  | -9.36  | 953.95  | 596.87  | 1197.59 |
| 96  | -9.46  | 969.91  | 607.92  | 1233.42 |
| 97  | -9.56  | 986.00  | 619.08  | 1269.95 |
| 98  | -9.66  | 1002.21 | 630.33  | 1307.20 |
| 99  | -9.76  | 1018.54 | 641.69  | 1345.16 |
| 100 | -9.86  | 1035.00 | 653.14  | 1383.85 |
| 101 | -9.95  | 1051.58 | 664.69  | 1423.27 |
| 102 | -10.05 | 1068.28 | 676.34  | 1463.42 |
| 103 | -10.15 | 1085.10 | 688.09  | 1504.32 |
| 104 | -10.25 | 1102.04 | 699.94  | 1545.98 |
| 105 | -10.35 | 1119.11 | 711.89  | 1588.38 |
| 106 | -10.45 | 1136.30 | 723.94  | 1631.56 |
| 107 | -10.55 | 1153.61 | 736.09  | 1675.50 |
| 108 | -10.65 | 1171.05 | 748.33  | 1720.23 |
| 109 | -10.75 | 1188.60 | 760.68  | 1765.73 |
| 110 | -10.85 | 1206.28 | 773.12  | 1812.03 |
| 111 | -10.95 | 1224.08 | 785.66  | 1859.13 |
| 112 | -11.05 | 1242.01 | 798.30  | 1907.03 |
| 113 | -11.15 | 1260.05 | 811.05  | 1955.75 |
| 114 | -11.25 | 1278.22 | 823.89  | 2005.29 |
| 115 | -11.35 | 1296.52 | 836.83  | 2055.65 |
| 116 | -11.45 | 1314.93 | 849.86  | 2106.84 |
| 117 | -11.55 | 1333.47 | 863.00  | 2158.87 |
| 118 | -11.65 | 1352.13 | 876.24  | 2211.75 |
| 119 | -11.75 | 1370.91 | 889.57  | 2265.48 |
| 120 | -11.85 | 1389.81 | 903.01  | 2320.07 |
| 121 | -11.95 | 1408.84 | 916.54  | 2375.53 |
| 122 | -12.04 | 1427.99 | 930.18  | 2431.86 |
| 123 | -12.14 | 1447.26 | 943.91  | 2489.07 |
| 124 | -12.24 | 1466.65 | 957.74  | 2547.17 |
| 125 | -12.34 | 1486.17 | 971.67  | 2606.16 |
| 126 | -12.44 | 1505.81 | 985.70  | 2666.06 |
| 127 | -12.54 | 1525.57 | 999.83  | 2726.86 |
| 128 | -12.64 | 1545.45 | 1014.05 | 2788.57 |
| 129 | -12.74 | 1565.46 | 1028.38 | 2851.20 |
| 130 | -12.84 | 1585.58 | 1042.81 | 2914.77 |
| 131 | -12.94 | 1605.84 | 1057.33 | 2979.26 |
| 132 | -13.04 | 1626.21 | 1071.96 | 3044.70 |
| 133 | -13.14 | 1646.70 | 1086.72 | 3111.09 |



## Combinazione n° 24 - SLEQ

| n° | X     | N      | T      | M      |
|----|-------|--------|--------|--------|
|    | [m]   | [kN]   | [kN]   | [kNm]  |
| 1  | 0.00  | 0.00   | 0.00   | 0.00   |
| 2  | -0.10 | 4.45   | 1.74   | 0.03   |
| 3  | -0.20 | 9.03   | 3.58   | 0.13   |
| 4  | -0.30 | 13.73  | 5.52   | 0.29   |
| 5  | -0.40 | 18.55  | 7.56   | 0.54   |
| 6  | -0.50 | 23.50  | 9.70   | 0.87   |
| 7  | -0.60 | 28.56  | 11.94  | 1.29   |
| 8  | -0.70 | 33.75  | 14.27  | 1.82   |
| 9  | -0.80 | 39.06  | 16.71  | 2.44   |
| 10 | -0.90 | 44.50  | 19.24  | 3.18   |
| 11 | -1.00 | 50.05  | 21.88  | 4.04   |
| 12 | -1.10 | 55.73  | 24.61  | 5.03   |
| 13 | -1.19 | 61.53  | 27.44  | 6.15   |
| 14 | -1.29 | 67.46  | 30.37  | 7.41   |
| 15 | -1.39 | 73.50  | 33.40  | 8.81   |
| 16 | -1.49 | 79.67  | 36.53  | 10.37  |
| 17 | -1.59 | 85.96  | 39.76  | 12.09  |
| 18 | -1.69 | 92.38  | 43.09  | 13.98  |
| 19 | -1.79 | 98.91  | 46.51  | 16.04  |
| 20 | -1.89 | 105.57 | 50.04  | 18.28  |
| 21 | -1.99 | 112.35 | 53.66  | 20.71  |
| 22 | -2.09 | 119.25 | 57.39  | 23.33  |
| 23 | -2.19 | 126.28 | 61.21  | 26.15  |
| 24 | -2.29 | 133.43 | 65.13  | 29.18  |
| 25 | -2.39 | 140.70 | 69.15  | 32.42  |
| 26 | -2.49 | 148.09 | 73.27  | 35.89  |
| 27 | -2.59 | 155.61 | 77.49  | 39.58  |
| 28 | -2.69 | 163.25 | 81.81  | 43.51  |
| 29 | -2.79 | 171.01 | 86.23  | 47.68  |
| 30 | -2.89 | 178.89 | 90.74  | 52.10  |
| 31 | -2.99 | 186.89 | 95.36  | 56.78  |
| 32 | -3.09 | 195.02 | 100.07 | 61.71  |
| 33 | -3.19 | 203.27 | 104.89 | 66.92  |
| 34 | -3.29 | 211.65 | 109.80 | 72.40  |
| 35 | -3.38 | 220.14 | 114.81 | 78.16  |
| 36 | -3.48 | 228.76 | 119.92 | 84.21  |
| 37 | -3.58 | 237.50 | 125.13 | 90.56  |
| 38 | -3.68 | 246.36 | 130.44 | 97.21  |
| 39 | -3.78 | 255.35 | 135.85 | 104.17 |
| 40 | -3.88 | 264.45 | 141.36 | 111.45 |
| 41 | -3.98 | 273.68 | 146.97 | 119.05 |
| 42 | -4.08 | 283.04 | 152.67 | 126.98 |
| 43 | -4.18 | 292.51 | 158.48 | 135.24 |
| 44 | -4.28 | 302.11 | 164.38 | 143.85 |
| 45 | -4.38 | 311.83 | 170.38 | 152.82 |
| 46 | -4.48 | 321.67 | 176.48 | 162.13 |
| 47 | -4.58 | 331.64 | 182.68 | 171.81 |
| 48 | -4.68 | 341.72 | 188.99 | 181.87 |
| 49 | -4.78 | 351.93 | 195.38 | 192.30 |
| 50 | -4.88 | 362.26 | 201.88 | 203.11 |
| 51 | -4.98 | 372.72 | 208.48 | 214.31 |
| 52 | -5.08 | 383.30 | 215.18 | 225.92 |
| 53 | -5.18 | 394.00 | 221.97 | 237.92 |
| 54 | -5.28 | 404.82 | 228.87 | 250.34 |
| 55 | -5.38 | 415.76 | 235.86 | 263.18 |
| 56 | -5.48 | 426.83 | 242.95 | 276.44 |
| 57 | -5.57 | 438.02 | 250.15 | 290.14 |
| 58 | -5.67 | 449.33 | 257.44 | 304.27 |
| 59 | -5.77 | 460.76 | 264.83 | 318.85 |
| 60 | -5.87 | 472.32 | 272.32 | 333.88 |
| 61 | -5.97 | 484.00 | 279.90 | 349.37 |
| 62 | -6.07 | 495.80 | 287.59 | 365.32 |
| 63 | -6.17 | 507.72 | 295.38 | 381.75 |
| 64 | -6.27 | 519.77 | 303.26 | 398.65 |

| n°  | X      | N       | T       | M       |
|-----|--------|---------|---------|---------|
|     | [m]    | [kN]    | [kN]    | [kNm]   |
| 65  | -6.37  | 531.94  | 311.25  | 416.05  |
| 66  | -6.47  | 544.23  | 319.33  | 433.93  |
| 67  | -6.57  | 556.65  | 327.51  | 452.32  |
| 68  | -6.67  | 569.18  | 335.80  | 471.21  |
| 69  | -6.77  | 581.84  | 344.18  | 490.62  |
| 70  | -6.87  | 594.62  | 352.66  | 510.54  |
| 71  | -6.97  | 607.53  | 361.24  | 530.99  |
| 72  | -7.07  | 620.55  | 369.92  | 551.98  |
| 73  | -7.17  | 633.70  | 378.69  | 573.51  |
| 74  | -7.27  | 646.97  | 387.57  | 595.58  |
| 75  | -7.37  | 660.36  | 396.54  | 618.21  |
| 76  | -7.47  | 673.88  | 405.62  | 641.40  |
| 77  | -7.57  | 687.52  | 414.79  | 665.15  |
| 78  | -7.67  | 701.28  | 424.07  | 689.49  |
| 79  | -7.76  | 715.16  | 433.44  | 714.40  |
| 80  | -7.86  | 729.17  | 442.91  | 739.90  |
| 81  | -7.96  | 743.30  | 452.48  | 765.99  |
| 82  | -8.06  | 757.55  | 462.15  | 792.69  |
| 83  | -8.16  | 771.92  | 471.92  | 819.99  |
| 84  | -8.26  | 786.42  | 481.78  | 847.92  |
| 85  | -8.36  | 801.03  | 491.75  | 876.46  |
| 86  | -8.46  | 815.77  | 501.82  | 905.63  |
| 87  | -8.56  | 830.64  | 511.98  | 935.44  |
| 88  | -8.66  | 845.62  | 522.25  | 965.88  |
| 89  | -8.76  | 860.73  | 532.61  | 996.98  |
| 90  | -8.86  | 875.96  | 543.07  | 1028.74 |
| 91  | -8.96  | 891.31  | 553.63  | 1061.15 |
| 92  | -9.06  | 906.79  | 564.29  | 1094.24 |
| 93  | -9.16  | 922.39  | 575.05  | 1128.00 |
| 94  | -9.26  | 938.11  | 585.91  | 1162.45 |
| 95  | -9.36  | 953.95  | 596.87  | 1197.59 |
| 96  | -9.46  | 969.91  | 607.92  | 1233.42 |
| 97  | -9.56  | 986.00  | 619.08  | 1269.95 |
| 98  | -9.66  | 1002.21 | 630.33  | 1307.20 |
| 99  | -9.76  | 1018.54 | 641.69  | 1345.16 |
| 100 | -9.86  | 1035.00 | 653.14  | 1383.85 |
| 101 | -9.95  | 1051.58 | 664.69  | 1423.27 |
| 102 | -10.05 | 1068.28 | 676.34  | 1463.42 |
| 103 | -10.15 | 1085.10 | 688.09  | 1504.32 |
| 104 | -10.25 | 1102.04 | 699.94  | 1545.98 |
| 105 | -10.35 | 1119.11 | 711.89  | 1588.38 |
| 106 | -10.45 | 1136.30 | 723.94  | 1631.56 |
| 107 | -10.55 | 1153.61 | 736.09  | 1675.50 |
| 108 | -10.65 | 1171.05 | 748.33  | 1720.23 |
| 109 | -10.75 | 1188.60 | 760.68  | 1765.73 |
| 110 | -10.85 | 1206.28 | 773.12  | 1812.03 |
| 111 | -10.95 | 1224.08 | 785.66  | 1859.13 |
| 112 | -11.05 | 1242.01 | 798.30  | 1907.03 |
| 113 | -11.15 | 1260.05 | 811.05  | 1955.75 |
| 114 | -11.25 | 1278.22 | 823.89  | 2005.29 |
| 115 | -11.35 | 1296.52 | 836.83  | 2055.65 |
| 116 | -11.45 | 1314.93 | 849.86  | 2106.84 |
| 117 | -11.55 | 1333.47 | 863.00  | 2158.87 |
| 118 | -11.65 | 1352.13 | 876.24  | 2211.75 |
| 119 | -11.75 | 1370.91 | 889.57  | 2265.48 |
| 120 | -11.85 | 1389.81 | 903.01  | 2320.07 |
| 121 | -11.95 | 1408.84 | 916.54  | 2375.53 |
| 122 | -12.04 | 1427.99 | 930.18  | 2431.86 |
| 123 | -12.14 | 1447.26 | 943.91  | 2489.07 |
| 124 | -12.24 | 1466.65 | 957.74  | 2547.17 |
| 125 | -12.34 | 1486.17 | 971.67  | 2606.16 |
| 126 | -12.44 | 1505.81 | 985.70  | 2666.06 |
| 127 | -12.54 | 1525.57 | 999.83  | 2726.86 |
| 128 | -12.64 | 1545.45 | 1014.05 | 2788.57 |
| 129 | -12.74 | 1565.46 | 1028.38 | 2851.20 |
| 130 | -12.84 | 1585.58 | 1042.81 | 2914.77 |
| 131 | -12.94 | 1605.84 | 1057.33 | 2979.26 |
| 132 | -13.04 | 1626.21 | 1071.96 | 3044.70 |
| 133 | -13.14 | 1646.70 | 1086.72 | 3111.09 |

## Combinazione n° 25 - SLEQ H + V

| n° | X     | N      | T      | M      |
|----|-------|--------|--------|--------|
|    | [m]   | [kN]   | [kN]   | [kNm]  |
| 1  | 0.00  | 0.00   | 0.00   | 0.00   |
| 2  | -0.10 | 4.45   | 0.51   | -0.03  |
| 3  | -0.20 | 9.03   | 1.16   | -0.12  |
| 4  | -0.30 | 13.73  | 1.92   | -0.25  |
| 5  | -0.40 | 18.55  | 2.81   | -0.42  |
| 6  | -0.50 | 23.50  | 3.83   | -0.62  |
| 7  | -0.60 | 28.56  | 4.97   | -0.84  |
| 8  | -0.70 | 33.75  | 6.24   | -1.06  |
| 9  | -0.80 | 39.06  | 7.63   | -1.28  |
| 10 | -0.90 | 44.50  | 9.14   | -1.50  |
| 11 | -1.00 | 50.05  | 10.79  | -1.69  |
| 12 | -1.10 | 55.73  | 12.55  | -1.86  |
| 13 | -1.19 | 61.53  | 14.45  | -1.99  |
| 14 | -1.29 | 67.46  | 16.46  | -2.07  |
| 15 | -1.39 | 73.50  | 18.61  | -2.09  |
| 16 | -1.49 | 79.67  | 20.88  | -2.05  |
| 17 | -1.59 | 85.96  | 23.27  | -1.93  |
| 18 | -1.69 | 92.38  | 25.79  | -1.72  |
| 19 | -1.79 | 98.91  | 28.43  | -1.43  |
| 20 | -1.89 | 105.57 | 31.20  | -1.02  |
| 21 | -1.99 | 112.35 | 34.10  | -0.51  |
| 22 | -2.09 | 119.25 | 37.12  | 0.13   |
| 23 | -2.19 | 126.28 | 40.27  | 0.90   |
| 24 | -2.29 | 133.43 | 43.54  | 1.82   |
| 25 | -2.39 | 140.70 | 46.93  | 2.88   |
| 26 | -2.49 | 148.09 | 50.45  | 4.10   |
| 27 | -2.59 | 155.61 | 54.10  | 5.50   |
| 28 | -2.69 | 163.25 | 57.87  | 7.07   |
| 29 | -2.79 | 171.01 | 61.77  | 8.83   |
| 30 | -2.89 | 178.89 | 65.79  | 10.79  |
| 31 | -2.99 | 186.89 | 69.94  | 12.96  |
| 32 | -3.09 | 195.02 | 74.21  | 15.34  |
| 33 | -3.19 | 203.27 | 78.61  | 17.95  |
| 34 | -3.29 | 211.65 | 83.13  | 20.79  |
| 35 | -3.38 | 220.14 | 87.78  | 23.88  |
| 36 | -3.48 | 228.76 | 92.56  | 27.23  |
| 37 | -3.58 | 237.50 | 97.46  | 30.84  |
| 38 | -3.68 | 246.36 | 102.48 | 34.72  |
| 39 | -3.78 | 255.35 | 107.63 | 38.88  |
| 40 | -3.88 | 264.45 | 112.90 | 43.34  |
| 41 | -3.98 | 273.68 | 118.31 | 48.09  |
| 42 | -4.08 | 283.04 | 123.83 | 53.16  |
| 43 | -4.18 | 292.51 | 129.48 | 58.55  |
| 44 | -4.28 | 302.11 | 135.26 | 64.27  |
| 45 | -4.38 | 311.83 | 141.16 | 70.32  |
| 46 | -4.48 | 321.67 | 147.19 | 76.73  |
| 47 | -4.58 | 331.64 | 153.34 | 83.49  |
| 48 | -4.68 | 341.72 | 159.62 | 90.62  |
| 49 | -4.78 | 351.93 | 166.02 | 98.12  |
| 50 | -4.88 | 362.26 | 172.55 | 106.02 |
| 51 | -4.98 | 372.72 | 179.20 | 114.30 |
| 52 | -5.08 | 383.30 | 185.98 | 122.99 |
| 53 | -5.18 | 394.00 | 192.88 | 132.10 |
| 54 | -5.28 | 404.82 | 199.91 | 141.63 |
| 55 | -5.38 | 415.76 | 207.06 | 151.59 |
| 56 | -5.48 | 426.83 | 214.34 | 162.00 |
| 57 | -5.57 | 438.02 | 221.75 | 172.85 |
| 58 | -5.67 | 449.33 | 229.28 | 184.17 |
| 59 | -5.77 | 460.76 | 236.93 | 195.96 |
| 60 | -5.87 | 472.32 | 244.71 | 208.22 |
| 61 | -5.97 | 484.00 | 252.62 | 220.98 |
| 62 | -6.07 | 495.80 | 260.65 | 234.24 |

| n°  | X      | N       | T       | M       |
|-----|--------|---------|---------|---------|
|     | [m]    | [kN]    | [kN]    | [kNm]   |
| 63  | -6.17  | 507.72  | 268.81  | 248.00  |
| 64  | -6.27  | 519.77  | 277.09  | 262.28  |
| 65  | -6.37  | 531.94  | 285.49  | 277.09  |
| 66  | -6.47  | 544.23  | 294.03  | 292.43  |
| 67  | -6.57  | 556.65  | 302.68  | 308.32  |
| 68  | -6.67  | 569.18  | 311.47  | 324.77  |
| 69  | -6.77  | 581.84  | 320.37  | 341.78  |
| 70  | -6.87  | 594.62  | 329.41  | 359.36  |
| 71  | -6.97  | 607.53  | 338.57  | 377.53  |
| 72  | -7.07  | 620.55  | 347.85  | 396.29  |
| 73  | -7.17  | 633.70  | 357.26  | 415.65  |
| 74  | -7.27  | 646.97  | 366.79  | 435.62  |
| 75  | -7.37  | 660.36  | 376.45  | 456.21  |
| 76  | -7.47  | 673.88  | 386.24  | 477.44  |
| 77  | -7.57  | 687.52  | 396.15  | 499.30  |
| 78  | -7.67  | 701.28  | 406.18  | 521.81  |
| 79  | -7.76  | 715.16  | 416.34  | 544.99  |
| 80  | -7.86  | 729.17  | 426.63  | 568.82  |
| 81  | -7.96  | 743.30  | 437.04  | 593.34  |
| 82  | -8.06  | 757.55  | 447.57  | 618.54  |
| 83  | -8.16  | 771.92  | 458.24  | 644.44  |
| 84  | -8.26  | 786.42  | 469.02  | 671.05  |
| 85  | -8.36  | 801.03  | 479.94  | 698.36  |
| 86  | -8.46  | 815.77  | 490.97  | 726.41  |
| 87  | -8.56  | 830.64  | 502.14  | 755.18  |
| 88  | -8.66  | 845.62  | 513.42  | 784.70  |
| 89  | -8.76  | 860.73  | 524.84  | 814.98  |
| 90  | -8.86  | 875.96  | 536.37  | 846.01  |
| 91  | -8.96  | 891.31  | 548.04  | 877.82  |
| 92  | -9.06  | 906.79  | 559.83  | 910.40  |
| 93  | -9.16  | 922.39  | 571.74  | 943.78  |
| 94  | -9.26  | 938.11  | 583.78  | 977.95  |
| 95  | -9.36  | 953.95  | 595.95  | 1012.94 |
| 96  | -9.46  | 969.91  | 608.24  | 1048.74 |
| 97  | -9.56  | 986.00  | 620.65  | 1085.37 |
| 98  | -9.66  | 1002.21 | 633.19  | 1122.83 |
| 99  | -9.76  | 1018.54 | 645.86  | 1161.15 |
| 100 | -9.86  | 1035.00 | 658.65  | 1200.32 |
| 101 | -9.95  | 1051.58 | 671.57  | 1240.35 |
| 102 | -10.05 | 1068.28 | 684.61  | 1281.26 |
| 103 | -10.15 | 1085.10 | 697.77  | 1323.05 |
| 104 | -10.25 | 1102.04 | 711.07  | 1365.74 |
| 105 | -10.35 | 1119.11 | 724.48  | 1409.33 |
| 106 | -10.45 | 1136.30 | 738.03  | 1453.83 |
| 107 | -10.55 | 1153.61 | 751.69  | 1499.25 |
| 108 | -10.65 | 1171.05 | 765.49  | 1545.60 |
| 109 | -10.75 | 1188.60 | 779.41  | 1592.90 |
| 110 | -10.85 | 1206.28 | 793.45  | 1641.14 |
| 111 | -10.95 | 1224.08 | 807.62  | 1690.34 |
| 112 | -11.05 | 1242.01 | 821.91  | 1740.52 |
| 113 | -11.15 | 1260.05 | 836.33  | 1791.67 |
| 114 | -11.25 | 1278.22 | 850.88  | 1843.80 |
| 115 | -11.35 | 1296.52 | 865.55  | 1896.94 |
| 116 | -11.45 | 1314.93 | 880.34  | 1951.08 |
| 117 | -11.55 | 1333.47 | 895.26  | 2006.23 |
| 118 | -11.65 | 1352.13 | 910.31  | 2062.41 |
| 119 | -11.75 | 1370.91 | 925.48  | 2119.63 |
| 120 | -11.85 | 1389.81 | 940.78  | 2177.88 |
| 121 | -11.95 | 1408.84 | 956.20  | 2237.19 |
| 122 | -12.04 | 1427.99 | 971.75  | 2297.57 |
| 123 | -12.14 | 1447.26 | 987.42  | 2359.01 |
| 124 | -12.24 | 1466.65 | 1003.22 | 2421.54 |
| 125 | -12.34 | 1486.17 | 1019.14 | 2485.16 |
| 126 | -12.44 | 1505.81 | 1035.19 | 2549.88 |
| 127 | -12.54 | 1525.57 | 1051.36 | 2615.70 |
| 128 | -12.64 | 1545.45 | 1067.66 | 2682.65 |
| 129 | -12.74 | 1565.46 | 1084.08 | 2750.73 |
| 130 | -12.84 | 1585.58 | 1100.63 | 2819.94 |
| 131 | -12.94 | 1605.84 | 1117.31 | 2890.30 |
| 132 | -13.04 | 1626.21 | 1134.11 | 2961.81 |

| n°  | X      | N       | T       | M       |
|-----|--------|---------|---------|---------|
|     | [m]    | [kN]    | [kN]    | [kNm]   |
| 133 | -13.14 | 1646.70 | 1151.08 | 3034.50 |

Combinazione n° 26 - SLEQ\_H - V

| n° | X     | N      | T      | M      |
|----|-------|--------|--------|--------|
|    | [m]   | [kN]   | [kN]   | [kNm]  |
| 1  | 0.00  | 0.00   | 0.00   | 0.00   |
| 2  | -0.10 | 4.45   | 0.51   | -0.03  |
| 3  | -0.20 | 9.03   | 1.16   | -0.12  |
| 4  | -0.30 | 13.73  | 1.92   | -0.25  |
| 5  | -0.40 | 18.55  | 2.81   | -0.42  |
| 6  | -0.50 | 23.50  | 3.83   | -0.62  |
| 7  | -0.60 | 28.56  | 4.97   | -0.84  |
| 8  | -0.70 | 33.75  | 6.24   | -1.06  |
| 9  | -0.80 | 39.06  | 7.63   | -1.28  |
| 10 | -0.90 | 44.50  | 9.14   | -1.50  |
| 11 | -1.00 | 50.05  | 10.79  | -1.69  |
| 12 | -1.10 | 55.73  | 12.55  | -1.86  |
| 13 | -1.19 | 61.53  | 14.45  | -1.99  |
| 14 | -1.29 | 67.46  | 16.46  | -2.07  |
| 15 | -1.39 | 73.50  | 18.61  | -2.09  |
| 16 | -1.49 | 79.67  | 20.88  | -2.05  |
| 17 | -1.59 | 85.96  | 23.27  | -1.93  |
| 18 | -1.69 | 92.38  | 25.79  | -1.72  |
| 19 | -1.79 | 98.91  | 28.43  | -1.43  |
| 20 | -1.89 | 105.57 | 31.20  | -1.02  |
| 21 | -1.99 | 112.35 | 34.10  | -0.51  |
| 22 | -2.09 | 119.25 | 37.12  | 0.13   |
| 23 | -2.19 | 126.28 | 40.27  | 0.90   |
| 24 | -2.29 | 133.43 | 43.54  | 1.82   |
| 25 | -2.39 | 140.70 | 46.93  | 2.88   |
| 26 | -2.49 | 148.09 | 50.45  | 4.10   |
| 27 | -2.59 | 155.61 | 54.10  | 5.50   |
| 28 | -2.69 | 163.25 | 57.87  | 7.07   |
| 29 | -2.79 | 171.01 | 61.77  | 8.83   |
| 30 | -2.89 | 178.89 | 65.79  | 10.79  |
| 31 | -2.99 | 186.89 | 69.94  | 12.96  |
| 32 | -3.09 | 195.02 | 74.21  | 15.34  |
| 33 | -3.19 | 203.27 | 78.61  | 17.95  |
| 34 | -3.29 | 211.65 | 83.13  | 20.79  |
| 35 | -3.38 | 220.14 | 87.78  | 23.88  |
| 36 | -3.48 | 228.76 | 92.56  | 27.23  |
| 37 | -3.58 | 237.50 | 97.46  | 30.84  |
| 38 | -3.68 | 246.36 | 102.48 | 34.72  |
| 39 | -3.78 | 255.35 | 107.63 | 38.88  |
| 40 | -3.88 | 264.45 | 112.90 | 43.34  |
| 41 | -3.98 | 273.68 | 118.31 | 48.09  |
| 42 | -4.08 | 283.04 | 123.83 | 53.16  |
| 43 | -4.18 | 292.51 | 129.48 | 58.55  |
| 44 | -4.28 | 302.11 | 135.26 | 64.27  |
| 45 | -4.38 | 311.83 | 141.16 | 70.32  |
| 46 | -4.48 | 321.67 | 147.19 | 76.73  |
| 47 | -4.58 | 331.64 | 153.34 | 83.49  |
| 48 | -4.68 | 341.72 | 159.62 | 90.62  |
| 49 | -4.78 | 351.93 | 166.02 | 98.12  |
| 50 | -4.88 | 362.26 | 172.55 | 106.02 |
| 51 | -4.98 | 372.72 | 179.20 | 114.30 |
| 52 | -5.08 | 383.30 | 185.98 | 122.99 |
| 53 | -5.18 | 394.00 | 192.88 | 132.10 |
| 54 | -5.28 | 404.82 | 199.91 | 141.63 |
| 55 | -5.38 | 415.76 | 207.06 | 151.59 |
| 56 | -5.48 | 426.83 | 214.34 | 162.00 |
| 57 | -5.57 | 438.02 | 221.75 | 172.85 |

| n°  | X      | N       | T       | M       |
|-----|--------|---------|---------|---------|
|     | [m]    | [kN]    | [kN]    | [kNm]   |
| 58  | -5.67  | 449.33  | 229.28  | 184.17  |
| 59  | -5.77  | 460.76  | 236.93  | 195.96  |
| 60  | -5.87  | 472.32  | 244.71  | 208.22  |
| 61  | -5.97  | 484.00  | 252.62  | 220.98  |
| 62  | -6.07  | 495.80  | 260.65  | 234.24  |
| 63  | -6.17  | 507.72  | 268.81  | 248.00  |
| 64  | -6.27  | 519.77  | 277.09  | 262.28  |
| 65  | -6.37  | 531.94  | 285.49  | 277.09  |
| 66  | -6.47  | 544.23  | 294.03  | 292.43  |
| 67  | -6.57  | 556.65  | 302.68  | 308.32  |
| 68  | -6.67  | 569.18  | 311.47  | 324.77  |
| 69  | -6.77  | 581.84  | 320.37  | 341.78  |
| 70  | -6.87  | 594.62  | 329.41  | 359.36  |
| 71  | -6.97  | 607.53  | 338.57  | 377.53  |
| 72  | -7.07  | 620.55  | 347.85  | 396.29  |
| 73  | -7.17  | 633.70  | 357.26  | 415.65  |
| 74  | -7.27  | 646.97  | 366.79  | 435.62  |
| 75  | -7.37  | 660.36  | 376.45  | 456.21  |
| 76  | -7.47  | 673.88  | 386.24  | 477.44  |
| 77  | -7.57  | 687.52  | 396.15  | 499.30  |
| 78  | -7.67  | 701.28  | 406.18  | 521.81  |
| 79  | -7.76  | 715.16  | 416.34  | 544.99  |
| 80  | -7.86  | 729.17  | 426.63  | 568.82  |
| 81  | -7.96  | 743.30  | 437.04  | 593.34  |
| 82  | -8.06  | 757.55  | 447.57  | 618.54  |
| 83  | -8.16  | 771.92  | 458.24  | 644.44  |
| 84  | -8.26  | 786.42  | 469.02  | 671.05  |
| 85  | -8.36  | 801.03  | 479.94  | 698.36  |
| 86  | -8.46  | 815.77  | 490.97  | 726.41  |
| 87  | -8.56  | 830.64  | 502.14  | 755.18  |
| 88  | -8.66  | 845.62  | 513.42  | 784.70  |
| 89  | -8.76  | 860.73  | 524.84  | 814.98  |
| 90  | -8.86  | 875.96  | 536.37  | 846.01  |
| 91  | -8.96  | 891.31  | 548.04  | 877.82  |
| 92  | -9.06  | 906.79  | 559.83  | 910.40  |
| 93  | -9.16  | 922.39  | 571.74  | 943.78  |
| 94  | -9.26  | 938.11  | 583.78  | 977.95  |
| 95  | -9.36  | 953.95  | 595.95  | 1012.94 |
| 96  | -9.46  | 969.91  | 608.24  | 1048.74 |
| 97  | -9.56  | 986.00  | 620.65  | 1085.37 |
| 98  | -9.66  | 1002.21 | 633.19  | 1122.83 |
| 99  | -9.76  | 1018.54 | 645.86  | 1161.15 |
| 100 | -9.86  | 1035.00 | 658.65  | 1200.32 |
| 101 | -9.95  | 1051.58 | 671.57  | 1240.35 |
| 102 | -10.05 | 1068.28 | 684.61  | 1281.26 |
| 103 | -10.15 | 1085.10 | 697.77  | 1323.05 |
| 104 | -10.25 | 1102.04 | 711.07  | 1365.74 |
| 105 | -10.35 | 1119.11 | 724.48  | 1409.33 |
| 106 | -10.45 | 1136.30 | 738.03  | 1453.83 |
| 107 | -10.55 | 1153.61 | 751.69  | 1499.25 |
| 108 | -10.65 | 1171.05 | 765.49  | 1545.60 |
| 109 | -10.75 | 1188.60 | 779.41  | 1592.90 |
| 110 | -10.85 | 1206.28 | 793.45  | 1641.14 |
| 111 | -10.95 | 1224.08 | 807.62  | 1690.34 |
| 112 | -11.05 | 1242.01 | 821.91  | 1740.52 |
| 113 | -11.15 | 1260.05 | 836.33  | 1791.67 |
| 114 | -11.25 | 1278.22 | 850.88  | 1843.80 |
| 115 | -11.35 | 1296.52 | 865.55  | 1896.94 |
| 116 | -11.45 | 1314.93 | 880.34  | 1951.08 |
| 117 | -11.55 | 1333.47 | 895.26  | 2006.23 |
| 118 | -11.65 | 1352.13 | 910.31  | 2062.41 |
| 119 | -11.75 | 1370.91 | 925.48  | 2119.63 |
| 120 | -11.85 | 1389.81 | 940.78  | 2177.88 |
| 121 | -11.95 | 1408.84 | 956.20  | 2237.19 |
| 122 | -12.04 | 1427.99 | 971.75  | 2297.57 |
| 123 | -12.14 | 1447.26 | 987.42  | 2359.01 |
| 124 | -12.24 | 1466.65 | 1003.22 | 2421.54 |
| 125 | -12.34 | 1486.17 | 1019.14 | 2485.16 |
| 126 | -12.44 | 1505.81 | 1035.19 | 2549.88 |
| 127 | -12.54 | 1525.57 | 1051.36 | 2615.70 |



| n°  | X      | N       | T       | M       |
|-----|--------|---------|---------|---------|
|     | [m]    | [kN]    | [kN]    | [kNm]   |
| 128 | -12.64 | 1545.45 | 1067.66 | 2682.65 |
| 129 | -12.74 | 1565.46 | 1084.08 | 2750.73 |
| 130 | -12.84 | 1585.58 | 1100.63 | 2819.94 |
| 131 | -12.94 | 1605.84 | 1117.31 | 2890.30 |
| 132 | -13.04 | 1626.21 | 1134.11 | 2961.81 |
| 133 | -13.14 | 1646.70 | 1151.08 | 3034.50 |

Combinazione n° 27 - SLEQ\_H + V

| n° | X     | N      | T      | M      |
|----|-------|--------|--------|--------|
|    | [m]   | [kN]   | [kN]   | [kNm]  |
| 1  | 0.00  | 0.00   | 0.00   | 0.00   |
| 2  | -0.10 | 4.45   | 2.58   | 0.07   |
| 3  | -0.20 | 9.03   | 5.29   | 0.29   |
| 4  | -0.30 | 13.73  | 8.12   | 0.68   |
| 5  | -0.40 | 18.55  | 11.08  | 1.23   |
| 6  | -0.50 | 23.50  | 14.16  | 1.95   |
| 7  | -0.60 | 28.56  | 17.37  | 2.87   |
| 8  | -0.70 | 33.75  | 20.69  | 3.98   |
| 9  | -0.80 | 39.06  | 24.15  | 5.30   |
| 10 | -0.90 | 44.50  | 27.73  | 6.83   |
| 11 | -1.00 | 50.05  | 31.43  | 8.59   |
| 12 | -1.10 | 55.73  | 35.25  | 10.58  |
| 13 | -1.19 | 61.53  | 39.20  | 12.81  |
| 14 | -1.29 | 67.46  | 43.28  | 15.30  |
| 15 | -1.39 | 73.50  | 47.47  | 18.05  |
| 16 | -1.49 | 79.67  | 51.80  | 21.07  |
| 17 | -1.59 | 85.96  | 56.24  | 24.37  |
| 18 | -1.69 | 92.38  | 60.81  | 27.96  |
| 19 | -1.79 | 98.91  | 65.51  | 31.84  |
| 20 | -1.89 | 105.57 | 70.33  | 36.04  |
| 21 | -1.99 | 112.35 | 75.27  | 40.55  |
| 22 | -2.09 | 119.25 | 80.34  | 45.39  |
| 23 | -2.19 | 126.28 | 85.53  | 50.56  |
| 24 | -2.29 | 133.43 | 90.84  | 56.08  |
| 25 | -2.39 | 140.70 | 96.28  | 61.96  |
| 26 | -2.49 | 148.09 | 101.85 | 68.20  |
| 27 | -2.59 | 155.61 | 107.54 | 74.81  |
| 28 | -2.69 | 163.25 | 113.35 | 81.80  |
| 29 | -2.79 | 171.01 | 119.28 | 89.19  |
| 30 | -2.89 | 178.89 | 125.35 | 96.97  |
| 31 | -2.99 | 186.89 | 131.53 | 105.17 |
| 32 | -3.09 | 195.02 | 137.84 | 113.78 |
| 33 | -3.19 | 203.27 | 144.27 | 122.83 |
| 34 | -3.29 | 211.65 | 150.83 | 132.31 |
| 35 | -3.38 | 220.14 | 157.51 | 142.24 |
| 36 | -3.48 | 228.76 | 164.32 | 152.63 |
| 37 | -3.58 | 237.50 | 171.25 | 163.48 |
| 38 | -3.68 | 246.36 | 178.30 | 174.81 |
| 39 | -3.78 | 255.35 | 185.48 | 186.62 |
| 40 | -3.88 | 264.45 | 192.78 | 198.93 |
| 41 | -3.98 | 273.68 | 200.21 | 211.74 |
| 42 | -4.08 | 283.04 | 207.76 | 225.06 |
| 43 | -4.18 | 292.51 | 215.43 | 238.90 |
| 44 | -4.28 | 302.11 | 223.23 | 253.27 |
| 45 | -4.38 | 311.83 | 231.15 | 268.19 |
| 46 | -4.48 | 321.67 | 239.20 | 283.65 |
| 47 | -4.58 | 331.64 | 247.37 | 299.67 |
| 48 | -4.68 | 341.72 | 255.67 | 316.26 |
| 49 | -4.78 | 351.93 | 264.09 | 333.43 |
| 50 | -4.88 | 362.26 | 272.63 | 351.19 |
| 51 | -4.98 | 372.72 | 281.30 | 369.54 |
| 52 | -5.08 | 383.30 | 290.09 | 388.49 |

| n°  | X      | N       | T       | M       |
|-----|--------|---------|---------|---------|
|     | [m]    | [kN]    | [kN]    | [kNm]   |
| 53  | -5.18  | 394.00  | 299.01  | 408.06  |
| 54  | -5.28  | 404.82  | 308.05  | 428.26  |
| 55  | -5.38  | 415.76  | 317.21  | 449.08  |
| 56  | -5.48  | 426.83  | 326.50  | 470.55  |
| 57  | -5.57  | 438.02  | 335.92  | 492.67  |
| 58  | -5.67  | 449.33  | 345.45  | 515.46  |
| 59  | -5.77  | 460.76  | 355.11  | 538.91  |
| 60  | -5.87  | 472.32  | 364.90  | 563.04  |
| 61  | -5.97  | 484.00  | 374.81  | 587.86  |
| 62  | -6.07  | 495.80  | 384.84  | 613.38  |
| 63  | -6.17  | 507.72  | 395.00  | 639.61  |
| 64  | -6.27  | 519.77  | 405.28  | 666.55  |
| 65  | -6.37  | 531.94  | 415.69  | 694.22  |
| 66  | -6.47  | 544.23  | 426.22  | 722.62  |
| 67  | -6.57  | 556.65  | 436.88  | 751.77  |
| 68  | -6.67  | 569.18  | 447.65  | 781.67  |
| 69  | -6.77  | 581.84  | 458.56  | 812.34  |
| 70  | -6.87  | 594.62  | 469.58  | 843.78  |
| 71  | -6.97  | 607.53  | 480.74  | 876.00  |
| 72  | -7.07  | 620.55  | 492.01  | 909.01  |
| 73  | -7.17  | 633.70  | 503.41  | 942.82  |
| 74  | -7.27  | 646.97  | 514.94  | 977.44  |
| 75  | -7.37  | 660.36  | 526.58  | 1012.88 |
| 76  | -7.47  | 673.88  | 538.36  | 1049.15 |
| 77  | -7.57  | 687.52  | 550.25  | 1086.25 |
| 78  | -7.67  | 701.28  | 562.27  | 1124.20 |
| 79  | -7.76  | 715.16  | 574.42  | 1163.01 |
| 80  | -7.86  | 729.17  | 586.69  | 1202.69 |
| 81  | -7.96  | 743.30  | 599.08  | 1243.23 |
| 82  | -8.06  | 757.55  | 611.60  | 1284.66 |
| 83  | -8.16  | 771.92  | 624.24  | 1326.99 |
| 84  | -8.26  | 786.42  | 637.00  | 1370.22 |
| 85  | -8.36  | 801.03  | 649.89  | 1414.36 |
| 86  | -8.46  | 815.77  | 662.91  | 1459.42 |
| 87  | -8.56  | 830.64  | 676.04  | 1505.41 |
| 88  | -8.66  | 845.62  | 689.31  | 1552.34 |
| 89  | -8.76  | 860.73  | 702.69  | 1600.21 |
| 90  | -8.86  | 875.96  | 716.20  | 1649.05 |
| 91  | -8.96  | 891.31  | 729.84  | 1698.86 |
| 92  | -9.06  | 906.79  | 743.60  | 1749.64 |
| 93  | -9.16  | 922.39  | 757.48  | 1801.40 |
| 94  | -9.26  | 938.11  | 771.49  | 1854.17 |
| 95  | -9.36  | 953.95  | 785.62  | 1907.93 |
| 96  | -9.46  | 969.91  | 799.87  | 1962.72 |
| 97  | -9.56  | 986.00  | 814.25  | 2018.52 |
| 98  | -9.66  | 1002.21 | 828.76  | 2075.36 |
| 99  | -9.76  | 1018.54 | 843.39  | 2133.24 |
| 100 | -9.86  | 1035.00 | 858.14  | 2192.17 |
| 101 | -9.95  | 1051.58 | 873.02  | 2252.16 |
| 102 | -10.05 | 1068.28 | 888.02  | 2313.21 |
| 103 | -10.15 | 1085.10 | 903.14  | 2375.35 |
| 104 | -10.25 | 1102.04 | 918.39  | 2438.58 |
| 105 | -10.35 | 1119.11 | 933.76  | 2502.90 |
| 106 | -10.45 | 1136.30 | 949.26  | 2568.34 |
| 107 | -10.55 | 1153.61 | 964.88  | 2634.88 |
| 108 | -10.65 | 1171.05 | 980.63  | 2702.55 |
| 109 | -10.75 | 1188.60 | 996.50  | 2771.36 |
| 110 | -10.85 | 1206.28 | 1012.49 | 2841.31 |
| 111 | -10.95 | 1224.08 | 1028.61 | 2912.42 |
| 112 | -11.05 | 1242.01 | 1044.85 | 2984.68 |
| 113 | -11.15 | 1260.05 | 1061.22 | 3058.12 |
| 114 | -11.25 | 1278.22 | 1077.71 | 3132.74 |
| 115 | -11.35 | 1296.52 | 1094.32 | 3208.55 |
| 116 | -11.45 | 1314.93 | 1111.06 | 3285.56 |
| 117 | -11.55 | 1333.47 | 1127.92 | 3363.78 |
| 118 | -11.65 | 1352.13 | 1144.91 | 3443.22 |
| 119 | -11.75 | 1370.91 | 1162.02 | 3523.88 |
| 120 | -11.85 | 1389.81 | 1179.26 | 3605.78 |
| 121 | -11.95 | 1408.84 | 1196.62 | 3688.93 |
| 122 | -12.04 | 1427.99 | 1214.10 | 3773.33 |

| n°  | X      | N       | T       | M       |
|-----|--------|---------|---------|---------|
|     | [m]    | [kN]    | [kN]    | [kNm]   |
| 123 | -12.14 | 1447.26 | 1231.71 | 3859.00 |
| 124 | -12.24 | 1466.65 | 1249.44 | 3945.94 |
| 125 | -12.34 | 1486.17 | 1267.30 | 4034.17 |
| 126 | -12.44 | 1505.81 | 1285.28 | 4123.69 |
| 127 | -12.54 | 1525.57 | 1303.38 | 4214.51 |
| 128 | -12.64 | 1545.45 | 1321.61 | 4306.64 |
| 129 | -12.74 | 1565.46 | 1339.97 | 4400.09 |
| 130 | -12.84 | 1585.58 | 1358.44 | 4494.87 |
| 131 | -12.94 | 1605.84 | 1377.04 | 4590.99 |
| 132 | -13.04 | 1626.21 | 1395.77 | 4688.45 |
| 133 | -13.14 | 1646.70 | 1414.67 | 4787.28 |

Combinazione n° 28 - SLEQ\_H - V

| n° | X     | N      | T      | M      |
|----|-------|--------|--------|--------|
|    | [m]   | [kN]   | [kN]   | [kNm]  |
| 1  | 0.00  | 0.00   | 0.00   | 0.00   |
| 2  | -0.10 | 4.45   | 2.58   | 0.07   |
| 3  | -0.20 | 9.03   | 5.29   | 0.29   |
| 4  | -0.30 | 13.73  | 8.12   | 0.68   |
| 5  | -0.40 | 18.55  | 11.08  | 1.23   |
| 6  | -0.50 | 23.50  | 14.16  | 1.95   |
| 7  | -0.60 | 28.56  | 17.37  | 2.87   |
| 8  | -0.70 | 33.75  | 20.69  | 3.98   |
| 9  | -0.80 | 39.06  | 24.15  | 5.30   |
| 10 | -0.90 | 44.50  | 27.73  | 6.83   |
| 11 | -1.00 | 50.05  | 31.43  | 8.59   |
| 12 | -1.10 | 55.73  | 35.25  | 10.58  |
| 13 | -1.19 | 61.53  | 39.20  | 12.81  |
| 14 | -1.29 | 67.46  | 43.28  | 15.30  |
| 15 | -1.39 | 73.50  | 47.47  | 18.05  |
| 16 | -1.49 | 79.67  | 51.80  | 21.07  |
| 17 | -1.59 | 85.96  | 56.24  | 24.37  |
| 18 | -1.69 | 92.38  | 60.81  | 27.96  |
| 19 | -1.79 | 98.91  | 65.51  | 31.84  |
| 20 | -1.89 | 105.57 | 70.33  | 36.04  |
| 21 | -1.99 | 112.35 | 75.27  | 40.55  |
| 22 | -2.09 | 119.25 | 80.34  | 45.39  |
| 23 | -2.19 | 126.28 | 85.53  | 50.56  |
| 24 | -2.29 | 133.43 | 90.84  | 56.08  |
| 25 | -2.39 | 140.70 | 96.28  | 61.96  |
| 26 | -2.49 | 148.09 | 101.85 | 68.20  |
| 27 | -2.59 | 155.61 | 107.54 | 74.81  |
| 28 | -2.69 | 163.25 | 113.35 | 81.80  |
| 29 | -2.79 | 171.01 | 119.28 | 89.19  |
| 30 | -2.89 | 178.89 | 125.35 | 96.97  |
| 31 | -2.99 | 186.89 | 131.53 | 105.17 |
| 32 | -3.09 | 195.02 | 137.84 | 113.78 |
| 33 | -3.19 | 203.27 | 144.27 | 122.83 |
| 34 | -3.29 | 211.65 | 150.83 | 132.31 |
| 35 | -3.38 | 220.14 | 157.51 | 142.24 |
| 36 | -3.48 | 228.76 | 164.32 | 152.63 |
| 37 | -3.58 | 237.50 | 171.25 | 163.48 |
| 38 | -3.68 | 246.36 | 178.30 | 174.81 |
| 39 | -3.78 | 255.35 | 185.48 | 186.62 |
| 40 | -3.88 | 264.45 | 192.78 | 198.93 |
| 41 | -3.98 | 273.68 | 200.21 | 211.74 |
| 42 | -4.08 | 283.04 | 207.76 | 225.06 |
| 43 | -4.18 | 292.51 | 215.43 | 238.90 |
| 44 | -4.28 | 302.11 | 223.23 | 253.27 |
| 45 | -4.38 | 311.83 | 231.15 | 268.19 |
| 46 | -4.48 | 321.67 | 239.20 | 283.65 |
| 47 | -4.58 | 331.64 | 247.37 | 299.67 |

| n°  | X      | N       | T       | M       |
|-----|--------|---------|---------|---------|
|     | [m]    | [kN]    | [kN]    | [kNm]   |
| 48  | -4.68  | 341.72  | 255.67  | 316.26  |
| 49  | -4.78  | 351.93  | 264.09  | 333.43  |
| 50  | -4.88  | 362.26  | 272.63  | 351.19  |
| 51  | -4.98  | 372.72  | 281.30  | 369.54  |
| 52  | -5.08  | 383.30  | 290.09  | 388.49  |
| 53  | -5.18  | 394.00  | 299.01  | 408.06  |
| 54  | -5.28  | 404.82  | 308.05  | 428.26  |
| 55  | -5.38  | 415.76  | 317.21  | 449.08  |
| 56  | -5.48  | 426.83  | 326.50  | 470.55  |
| 57  | -5.57  | 438.02  | 335.92  | 492.67  |
| 58  | -5.67  | 449.33  | 345.45  | 515.46  |
| 59  | -5.77  | 460.76  | 355.11  | 538.91  |
| 60  | -5.87  | 472.32  | 364.90  | 563.04  |
| 61  | -5.97  | 484.00  | 374.81  | 587.86  |
| 62  | -6.07  | 495.80  | 384.84  | 613.38  |
| 63  | -6.17  | 507.72  | 395.00  | 639.61  |
| 64  | -6.27  | 519.77  | 405.28  | 666.55  |
| 65  | -6.37  | 531.94  | 415.69  | 694.22  |
| 66  | -6.47  | 544.23  | 426.22  | 722.62  |
| 67  | -6.57  | 556.65  | 436.88  | 751.77  |
| 68  | -6.67  | 569.18  | 447.65  | 781.67  |
| 69  | -6.77  | 581.84  | 458.56  | 812.34  |
| 70  | -6.87  | 594.62  | 469.58  | 843.78  |
| 71  | -6.97  | 607.53  | 480.74  | 876.00  |
| 72  | -7.07  | 620.55  | 492.01  | 909.01  |
| 73  | -7.17  | 633.70  | 503.41  | 942.82  |
| 74  | -7.27  | 646.97  | 514.94  | 977.44  |
| 75  | -7.37  | 660.36  | 526.58  | 1012.88 |
| 76  | -7.47  | 673.88  | 538.36  | 1049.15 |
| 77  | -7.57  | 687.52  | 550.25  | 1086.25 |
| 78  | -7.67  | 701.28  | 562.27  | 1124.20 |
| 79  | -7.76  | 715.16  | 574.42  | 1163.01 |
| 80  | -7.86  | 729.17  | 586.69  | 1202.69 |
| 81  | -7.96  | 743.30  | 599.08  | 1243.23 |
| 82  | -8.06  | 757.55  | 611.60  | 1284.66 |
| 83  | -8.16  | 771.92  | 624.24  | 1326.99 |
| 84  | -8.26  | 786.42  | 637.00  | 1370.22 |
| 85  | -8.36  | 801.03  | 649.89  | 1414.36 |
| 86  | -8.46  | 815.77  | 662.91  | 1459.42 |
| 87  | -8.56  | 830.64  | 676.04  | 1505.41 |
| 88  | -8.66  | 845.62  | 689.31  | 1552.34 |
| 89  | -8.76  | 860.73  | 702.69  | 1600.21 |
| 90  | -8.86  | 875.96  | 716.20  | 1649.05 |
| 91  | -8.96  | 891.31  | 729.84  | 1698.86 |
| 92  | -9.06  | 906.79  | 743.60  | 1749.64 |
| 93  | -9.16  | 922.39  | 757.48  | 1801.40 |
| 94  | -9.26  | 938.11  | 771.49  | 1854.17 |
| 95  | -9.36  | 953.95  | 785.62  | 1907.93 |
| 96  | -9.46  | 969.91  | 799.87  | 1962.72 |
| 97  | -9.56  | 986.00  | 814.25  | 2018.52 |
| 98  | -9.66  | 1002.21 | 828.76  | 2075.36 |
| 99  | -9.76  | 1018.54 | 843.39  | 2133.24 |
| 100 | -9.86  | 1035.00 | 858.14  | 2192.17 |
| 101 | -9.95  | 1051.58 | 873.02  | 2252.16 |
| 102 | -10.05 | 1068.28 | 888.02  | 2313.21 |
| 103 | -10.15 | 1085.10 | 903.14  | 2375.35 |
| 104 | -10.25 | 1102.04 | 918.39  | 2438.58 |
| 105 | -10.35 | 1119.11 | 933.76  | 2502.90 |
| 106 | -10.45 | 1136.30 | 949.26  | 2568.34 |
| 107 | -10.55 | 1153.61 | 964.88  | 2634.88 |
| 108 | -10.65 | 1171.05 | 980.63  | 2702.55 |
| 109 | -10.75 | 1188.60 | 996.50  | 2771.36 |
| 110 | -10.85 | 1206.28 | 1012.49 | 2841.31 |
| 111 | -10.95 | 1224.08 | 1028.61 | 2912.42 |
| 112 | -11.05 | 1242.01 | 1044.85 | 2984.68 |
| 113 | -11.15 | 1260.05 | 1061.22 | 3058.12 |
| 114 | -11.25 | 1278.22 | 1077.71 | 3132.74 |
| 115 | -11.35 | 1296.52 | 1094.32 | 3208.55 |
| 116 | -11.45 | 1314.93 | 1111.06 | 3285.56 |
| 117 | -11.55 | 1333.47 | 1127.92 | 3363.78 |

| n°  | X      | N       | T       | M       |
|-----|--------|---------|---------|---------|
|     | [m]    | [kN]    | [kN]    | [kNm]   |
| 118 | -11.65 | 1352.13 | 1144.91 | 3443.22 |
| 119 | -11.75 | 1370.91 | 1162.02 | 3523.88 |
| 120 | -11.85 | 1389.81 | 1179.26 | 3605.78 |
| 121 | -11.95 | 1408.84 | 1196.62 | 3688.93 |
| 122 | -12.04 | 1427.99 | 1214.10 | 3773.33 |
| 123 | -12.14 | 1447.26 | 1231.71 | 3859.00 |
| 124 | -12.24 | 1466.65 | 1249.44 | 3945.94 |
| 125 | -12.34 | 1486.17 | 1267.30 | 4034.17 |
| 126 | -12.44 | 1505.81 | 1285.28 | 4123.69 |
| 127 | -12.54 | 1525.57 | 1303.38 | 4214.51 |
| 128 | -12.64 | 1545.45 | 1321.61 | 4306.64 |
| 129 | -12.74 | 1565.46 | 1339.97 | 4400.09 |
| 130 | -12.84 | 1585.58 | 1358.44 | 4494.87 |
| 131 | -12.94 | 1605.84 | 1377.04 | 4590.99 |
| 132 | -13.04 | 1626.21 | 1395.77 | 4688.45 |
| 133 | -13.14 | 1646.70 | 1414.67 | 4787.28 |

## Risultati per inviluppo

### Sollecitazioni

#### Elementi calcolati a trave

#### Simbologia adottata

- N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.  
 T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle  
 M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

### Paramento

| n° | X     | Nmin   | Nmax   | Tmin  | Tmax   | Mmin   | Mmax  |
|----|-------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|
|    | [m]   | [kN]   | [kN]   | [kN]  | [kN]   | [kNm]  | [kNm] |
| 1  | 0.00  | 0.00   | 0.00   | 0.00  | 0.00   | 0.00   | 0.00  |
| 2  | -0.10 | 4.45   | 4.45   | 0.05  | 3.41   | -0.05  | 0.11  |
| 3  | -0.20 | 9.03   | 9.03   | 0.20  | 6.97   | -0.21  | 0.46  |
| 4  | -0.30 | 13.73  | 13.73  | 0.45  | 10.67  | -0.47  | 1.05  |
| 5  | -0.40 | 18.55  | 18.55  | 0.79  | 14.52  | -0.81  | 1.90  |
| 6  | -0.50 | 23.50  | 23.50  | 1.24  | 18.52  | -1.24  | 3.02  |
| 7  | -0.60 | 28.56  | 28.56  | 1.78  | 22.67  | -1.74  | 4.41  |
| 8  | -0.70 | 33.75  | 33.75  | 2.43  | 26.96  | -2.31  | 6.10  |
| 9  | -0.80 | 39.06  | 39.06  | 3.17  | 31.40  | -2.95  | 8.09  |
| 10 | -0.90 | 44.50  | 44.50  | 4.01  | 35.98  | -3.64  | 10.39 |
| 11 | -1.00 | 50.05  | 50.05  | 4.95  | 40.71  | -4.38  | 13.02 |
| 12 | -1.10 | 55.73  | 55.73  | 6.00  | 45.59  | -5.16  | 15.99 |
| 13 | -1.19 | 61.53  | 61.53  | 7.13  | 50.62  | -5.98  | 19.31 |
| 14 | -1.29 | 67.46  | 67.46  | 8.37  | 55.79  | -6.83  | 22.98 |
| 15 | -1.39 | 73.50  | 73.50  | 9.71  | 61.11  | -7.69  | 27.03 |
| 16 | -1.49 | 79.67  | 79.67  | 11.15 | 66.58  | -8.58  | 31.47 |
| 17 | -1.59 | 85.96  | 85.96  | 12.68 | 72.19  | -9.47  | 36.30 |
| 18 | -1.69 | 92.38  | 92.38  | 14.32 | 77.95  | -10.36 | 41.53 |
| 19 | -1.79 | 98.91  | 98.91  | 16.05 | 83.86  | -11.25 | 47.18 |
| 20 | -1.89 | 105.57 | 105.57 | 17.89 | 89.91  | -12.13 | 53.27 |
| 21 | -1.99 | 112.35 | 112.35 | 19.82 | 96.11  | -12.99 | 59.79 |
| 22 | -2.09 | 119.25 | 119.25 | 21.85 | 102.46 | -13.82 | 66.77 |
| 23 | -2.19 | 126.28 | 126.28 | 23.98 | 108.96 | -14.62 | 74.21 |
| 24 | -2.29 | 133.43 | 133.43 | 26.21 | 115.60 | -15.38 | 82.13 |
| 25 | -2.39 | 140.70 | 140.70 | 28.54 | 122.39 | -16.09 | 90.53 |
| 26 | -2.49 | 148.09 | 148.09 | 30.97 | 129.32 | -16.75 | 99.44 |

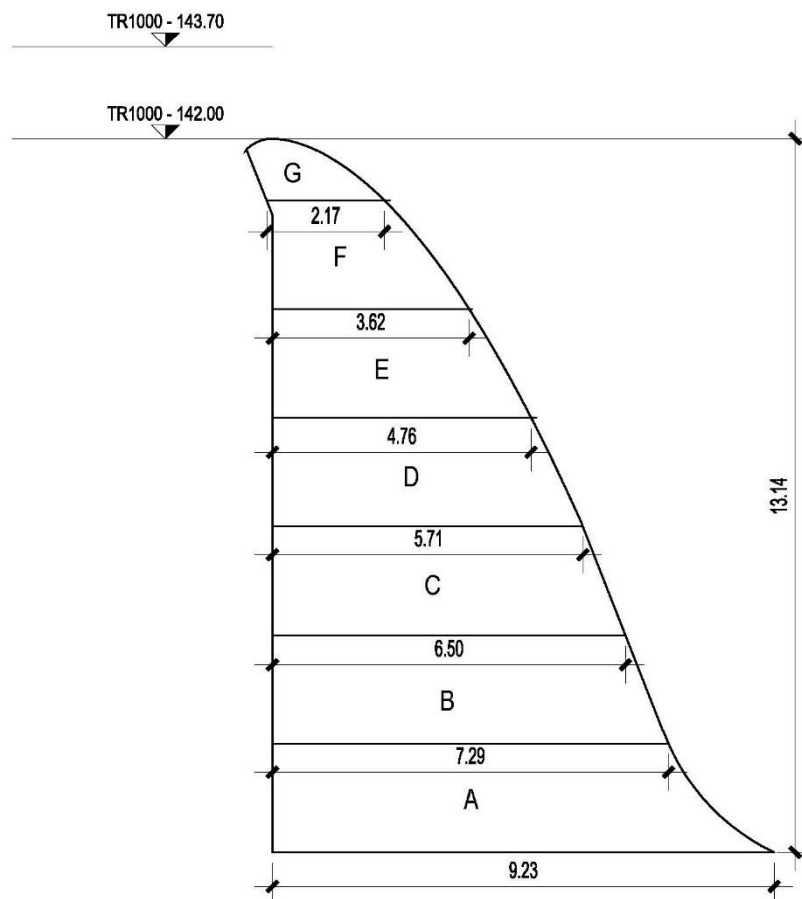
| n° | X<br>[m] | Nmin<br>[kN] | Nmax<br>[kN] | Tmin<br>[kN] | Tmax<br>[kN] | Mmin<br>[kNm] | Mmax<br>[kNm] |
|----|----------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|
| 27 | -2.59    | 155.61       | 155.61       | 33.49        | 136.41       | -17.35        | 108.85        |
| 28 | -2.69    | 163.25       | 163.25       | 36.12        | 143.63       | -17.89        | 118.79        |
| 29 | -2.79    | 171.01       | 171.01       | 38.84        | 151.01       | -18.35        | 129.26        |
| 30 | -2.89    | 178.89       | 178.89       | 41.67        | 158.53       | -18.73        | 140.28        |
| 31 | -2.99    | 186.89       | 186.89       | 44.59        | 166.20       | -19.03        | 151.85        |
| 32 | -3.09    | 195.02       | 195.02       | 47.61        | 174.02       | -19.23        | 164.00        |
| 33 | -3.19    | 203.27       | 203.27       | 50.74        | 181.98       | -19.33        | 176.72        |
| 34 | -3.29    | 211.65       | 211.65       | 53.96        | 190.09       | -19.33        | 190.03        |
| 35 | -3.38    | 220.14       | 220.14       | 57.28        | 198.35       | -19.21        | 203.95        |
| 36 | -3.48    | 228.76       | 228.76       | 60.69        | 206.76       | -18.97        | 218.48        |
| 37 | -3.58    | 237.50       | 237.50       | 64.21        | 215.31       | -18.60        | 233.64        |
| 38 | -3.68    | 246.36       | 246.36       | 67.83        | 224.01       | -18.10        | 249.43        |
| 39 | -3.78    | 255.35       | 255.35       | 71.55        | 232.85       | -17.45        | 265.88        |
| 40 | -3.88    | 264.45       | 264.45       | 75.36        | 241.84       | -16.66        | 282.98        |
| 41 | -3.98    | 273.68       | 273.68       | 79.27        | 250.98       | -15.72        | 300.76        |
| 42 | -4.08    | 283.04       | 283.04       | 83.29        | 260.27       | -14.61        | 319.22        |
| 43 | -4.18    | 292.51       | 292.51       | 87.40        | 269.70       | -13.34        | 338.38        |
| 44 | -4.28    | 302.11       | 302.11       | 91.61        | 279.28       | -11.88        | 358.25        |
| 45 | -4.38    | 311.83       | 311.83       | 95.92        | 289.01       | -10.25        | 378.83        |
| 46 | -4.48    | 321.67       | 321.67       | 100.33       | 298.88       | -8.43         | 400.14        |
| 47 | -4.58    | 331.64       | 331.64       | 104.84       | 308.90       | -6.41         | 422.20        |
| 48 | -4.68    | 341.72       | 341.72       | 109.45       | 319.07       | -4.20         | 445.01        |
| 49 | -4.78    | 351.93       | 351.93       | 114.16       | 329.38       | -1.77         | 468.58        |
| 50 | -4.88    | 362.26       | 362.26       | 118.96       | 339.84       | 0.88          | 492.93        |
| 51 | -4.98    | 372.72       | 372.72       | 123.87       | 350.45       | 3.74          | 518.07        |
| 52 | -5.08    | 383.30       | 383.30       | 128.87       | 361.20       | 6.84          | 544.00        |
| 53 | -5.18    | 394.00       | 394.00       | 133.97       | 372.10       | 10.17         | 570.75        |
| 54 | -5.28    | 404.82       | 404.82       | 139.18       | 383.15       | 13.74         | 598.32        |
| 55 | -5.38    | 415.76       | 415.76       | 144.48       | 394.35       | 17.57         | 626.72        |
| 56 | -5.48    | 426.83       | 426.83       | 149.88       | 405.69       | 21.65         | 655.97        |
| 57 | -5.57    | 438.02       | 438.02       | 155.38       | 417.18       | 25.99         | 686.08        |
| 58 | -5.67    | 449.33       | 449.33       | 160.98       | 428.81       | 30.61         | 717.06        |
| 59 | -5.77    | 460.76       | 460.76       | 166.67       | 440.60       | 35.50         | 748.91        |
| 60 | -5.87    | 472.32       | 472.32       | 172.47       | 452.53       | 40.67         | 781.66        |
| 61 | -5.97    | 484.00       | 484.00       | 178.37       | 464.60       | 46.14         | 815.31        |
| 62 | -6.07    | 495.80       | 495.80       | 184.36       | 476.83       | 51.90         | 849.88        |
| 63 | -6.17    | 507.72       | 507.72       | 190.46       | 489.20       | 57.97         | 885.37        |
| 64 | -6.27    | 519.77       | 519.77       | 196.65       | 501.71       | 64.35         | 921.80        |
| 65 | -6.37    | 531.94       | 531.94       | 202.94       | 514.38       | 71.04         | 959.18        |
| 66 | -6.47    | 544.23       | 544.23       | 209.33       | 527.19       | 78.07         | 997.52        |
| 67 | -6.57    | 556.65       | 556.65       | 215.82       | 540.15       | 85.42         | 1036.84       |
| 68 | -6.67    | 569.18       | 569.18       | 222.41       | 553.25       | 93.11         | 1077.14       |
| 69 | -6.77    | 581.84       | 581.84       | 229.10       | 566.50       | 101.14        | 1118.43       |
| 70 | -6.87    | 594.62       | 594.62       | 235.89       | 579.90       | 109.53        | 1160.73       |
| 71 | -6.97    | 607.53       | 607.53       | 242.78       | 593.45       | 118.27        | 1204.05       |
| 72 | -7.07    | 620.55       | 620.55       | 249.76       | 607.14       | 127.38        | 1248.40       |
| 73 | -7.17    | 633.70       | 633.70       | 256.85       | 620.98       | 136.86        | 1293.80       |
| 74 | -7.27    | 646.97       | 646.97       | 264.03       | 634.96       | 146.72        | 1340.24       |
| 75 | -7.37    | 660.36       | 660.36       | 271.32       | 649.10       | 156.97        | 1387.75       |
| 76 | -7.47    | 673.88       | 673.88       | 278.70       | 663.38       | 167.61        | 1436.34       |
| 77 | -7.57    | 687.52       | 687.52       | 286.18       | 677.80       | 178.65        | 1486.02       |
| 78 | -7.67    | 701.28       | 701.28       | 293.76       | 692.38       | 190.09        | 1536.79       |
| 79 | -7.76    | 715.16       | 715.16       | 301.44       | 707.10       | 201.95        | 1588.68       |
| 80 | -7.86    | 729.17       | 729.17       | 309.22       | 721.96       | 214.22        | 1641.69       |
| 81 | -7.96    | 743.30       | 743.30       | 317.10       | 736.98       | 226.93        | 1695.83       |
| 82 | -8.06    | 757.55       | 757.55       | 325.07       | 752.14       | 240.06        | 1751.12       |
| 83 | -8.16    | 771.92       | 771.92       | 333.15       | 767.45       | 253.64        | 1807.57       |
| 84 | -8.26    | 786.42       | 786.42       | 341.33       | 782.90       | 267.66        | 1865.19       |
| 85 | -8.36    | 801.03       | 801.03       | 349.60       | 798.50       | 282.14        | 1923.99       |
| 86 | -8.46    | 815.77       | 815.77       | 357.97       | 814.25       | 297.07        | 1983.98       |
| 87 | -8.56    | 830.64       | 830.64       | 366.45       | 830.15       | 312.48        | 2045.17       |
| 88 | -8.66    | 845.62       | 845.62       | 375.02       | 846.19       | 328.36        | 2107.58       |
| 89 | -8.76    | 860.73       | 860.73       | 383.69       | 862.38       | 344.71        | 2171.21       |
| 90 | -8.86    | 875.96       | 875.96       | 392.46       | 878.72       | 361.56        | 2236.09       |
| 91 | -8.96    | 891.31       | 891.31       | 401.33       | 895.20       | 378.90        | 2302.21       |
| 92 | -9.06    | 906.79       | 906.79       | 410.29       | 911.83       | 396.74        | 2369.60       |
| 93 | -9.16    | 922.39       | 922.39       | 419.36       | 928.61       | 415.09        | 2438.25       |
| 94 | -9.26    | 938.11       | 938.11       | 428.53       | 945.53       | 433.95        | 2508.20       |
| 95 | -9.36    | 953.95       | 953.95       | 437.79       | 962.60       | 453.34        | 2579.43       |
| 96 | -9.46    | 969.91       | 969.91       | 447.16       | 979.82       | 473.25        | 2651.98       |

| n°  | X      | N <sub>min</sub> | N <sub>max</sub> | T <sub>min</sub> | T <sub>max</sub> | M <sub>min</sub> | M <sub>max</sub> |
|-----|--------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|     | [m]    | [kN]             | [kN]             | [kN]             | [kN]             | [kNm]            | [kNm]            |
| 97  | -9.56  | 986.00           | 986.00           | 456.62           | 997.18           | 493.70           | 2725.85          |
| 98  | -9.66  | 1002.21          | 1002.21          | 466.18           | 1014.69          | 514.69           | 2801.04          |
| 99  | -9.76  | 1018.54          | 1018.54          | 475.84           | 1032.35          | 536.23           | 2877.58          |
| 100 | -9.86  | 1035.00          | 1035.00          | 485.61           | 1050.16          | 558.32           | 2955.47          |
| 101 | -9.95  | 1051.58          | 1051.58          | 495.46           | 1068.11          | 580.98           | 3034.73          |
| 102 | -10.05 | 1068.28          | 1068.28          | 505.42           | 1086.21          | 604.20           | 3115.36          |
| 103 | -10.15 | 1085.10          | 1085.10          | 515.48           | 1104.45          | 628.01           | 3197.39          |
| 104 | -10.25 | 1102.04          | 1102.04          | 525.64           | 1122.85          | 652.39           | 3280.81          |
| 105 | -10.35 | 1119.11          | 1119.11          | 535.89           | 1141.39          | 677.36           | 3365.64          |
| 106 | -10.45 | 1136.30          | 1136.30          | 546.25           | 1160.07          | 702.93           | 3451.90          |
| 107 | -10.55 | 1153.61          | 1153.61          | 556.70           | 1178.90          | 729.10           | 3539.59          |
| 108 | -10.65 | 1171.05          | 1171.05          | 567.26           | 1197.88          | 755.89           | 3628.73          |
| 109 | -10.75 | 1188.60          | 1188.60          | 577.91           | 1217.01          | 783.29           | 3719.33          |
| 110 | -10.85 | 1206.28          | 1206.28          | 588.66           | 1236.29          | 811.31           | 3811.39          |
| 111 | -10.95 | 1224.08          | 1224.08          | 599.51           | 1255.71          | 839.96           | 3904.94          |
| 112 | -11.05 | 1242.01          | 1242.01          | 610.46           | 1275.27          | 869.25           | 3999.98          |
| 113 | -11.15 | 1260.05          | 1260.05          | 621.51           | 1294.99          | 899.18           | 4096.52          |
| 114 | -11.25 | 1278.22          | 1278.22          | 632.66           | 1314.85          | 929.77           | 4194.58          |
| 115 | -11.35 | 1296.52          | 1296.52          | 643.91           | 1334.86          | 961.01           | 4294.16          |
| 116 | -11.45 | 1314.93          | 1314.93          | 655.25           | 1355.01          | 992.91           | 4395.29          |
| 117 | -11.55 | 1333.47          | 1333.47          | 666.70           | 1375.32          | 1025.49          | 4497.96          |
| 118 | -11.65 | 1352.13          | 1352.13          | 678.24           | 1395.76          | 1058.74          | 4602.20          |
| 119 | -11.75 | 1370.91          | 1370.91          | 689.89           | 1416.36          | 1092.68          | 4708.01          |
| 120 | -11.85 | 1389.81          | 1389.81          | 701.63           | 1437.10          | 1127.31          | 4815.40          |
| 121 | -11.95 | 1408.84          | 1408.84          | 713.47           | 1457.99          | 1162.63          | 4924.39          |
| 122 | -12.04 | 1427.99          | 1427.99          | 725.41           | 1479.03          | 1198.67          | 5034.99          |
| 123 | -12.14 | 1447.26          | 1447.26          | 737.45           | 1500.21          | 1235.41          | 5147.21          |
| 124 | -12.24 | 1466.65          | 1466.65          | 749.59           | 1521.54          | 1272.87          | 5261.06          |
| 125 | -12.34 | 1486.17          | 1486.17          | 761.83           | 1543.02          | 1311.06          | 5376.55          |
| 126 | -12.44 | 1505.81          | 1505.81          | 774.16           | 1564.64          | 1349.98          | 5493.69          |
| 127 | -12.54 | 1525.57          | 1525.57          | 786.60           | 1586.41          | 1389.64          | 5612.50          |
| 128 | -12.64 | 1545.45          | 1545.45          | 799.14           | 1608.33          | 1430.04          | 5732.99          |
| 129 | -12.74 | 1565.46          | 1565.46          | 811.77           | 1630.40          | 1471.20          | 5855.17          |
| 130 | -12.84 | 1585.58          | 1585.58          | 824.50           | 1652.61          | 1513.11          | 5979.05          |
| 131 | -12.94 | 1605.84          | 1605.84          | 837.34           | 1674.97          | 1555.79          | 6104.63          |
| 132 | -13.04 | 1626.21          | 1626.21          | 850.27           | 1697.48          | 1599.25          | 6231.95          |
| 133 | -13.14 | 1646.70          | 1646.70          | 863.34           | 1720.21          | 1643.48          | 6361.00          |



## VERIFICHE STRUTTURALI SLU-SLE PARAMENTO IN CLS:

Si riportano nel seguito le verifiche strutturali tensionali in condizioni SLU-SLV e SLD-SLE del paramento in cls del manufatto di sfioro tramite l'uso di fogli di calcolo di comprovata affidabilità, in corrispondenza di sezioni ogni metro di altezza di manufatto, sulla base della reale geometria del paramento al di sopra del livello fondazionale in c.a.. Si sottolinea inoltre che, a favore di sicurezza, non si è considerato il contributo delle armature di pelle e di ripresa al piede, ma solo il contributo fornito da un cls con classe di resistenza C20/25:



Posizione e geometria giunti di ripresa getto ipotizzati – sezione media

**VERIFICHE SLV-SLU – Sollecitazioni di inviluppo**

| n      | X [m]  | N [kN]  | T [kN]  | M [kNm] | Ab [m] | e [m] | $\sigma_{\max}$ [MPa] | $\sigma_c < f_{ck} / 1.5$ [MPa] | $\sigma_{\min}$ [MPa] | $\sigma_t < f_{ctk} / 1.2$ [MPa] | Tres    |
|--------|--------|---------|---------|---------|--------|-------|-----------------------|---------------------------------|-----------------------|----------------------------------|---------|
| 1.00   | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00   | 0.00  | 0.00                  | 11.79                           | 0.00                  | -1.53                            | 0.00    |
| 11.00  | -1.00  | 50.05   | 40.71   | 13.00   | 2.17   | 0.26  | 0.04                  | 11.79                           | 0.01                  | -1.53                            | 77.07   |
| 21.00  | -1.99  | 112.35  | 96.11   | 59.79   | 2.94   | 0.53  | 0.08                  | 11.79                           | 0.00                  | -1.53                            | 173.00  |
| 31.00  | -2.99  | 186.89  | 166.20  | 151.85  | 3.62   | 0.81  | 0.12                  | 11.79                           | -0.02                 | -1.53                            | 287.79  |
| 41.00  | -3.98  | 273.68  | 250.98  | 300.76  | 4.22   | 1.10  | 0.17                  | 11.79                           | -0.04                 | -1.53                            | 421.43  |
| 51.00  | -4.98  | 372.72  | 350.45  | 518.07  | 4.76   | 1.39  | 0.22                  | 11.79                           | -0.06                 | -1.53                            | 573.94  |
| 61.00  | -5.97  | 484.00  | 464.60  | 815.31  | 5.26   | 1.68  | 0.27                  | 11.79                           | -0.08                 | -1.53                            | 745.29  |
| 71.00  | -6.97  | 607.53  | 593.45  | 1204.05 | 5.71   | 1.98  | 0.33                  | 11.79                           | -0.12                 | -1.53                            | 935.51  |
| 81.00  | -7.96  | 743.30  | 736.98  | 1695.83 | 6.10   | 2.28  | 0.40                  | 11.79                           | -0.15                 | -1.53                            | 1144.58 |
| 91.00  | -8.96  | 891.31  | 895.20  | 2302.21 | 6.50   | 2.58  | 0.46                  | 11.79                           | -0.19                 | -1.53                            | 1372.50 |
| 101.00 | -9.95  | 1051.58 | 1068.11 | 3034.73 | 6.89   | 2.89  | 0.54                  | 11.79                           | -0.23                 | -1.53                            | 1619.29 |
| 111.00 | -10.95 | 1224.08 | 1255.71 | 3904.94 | 7.29   | 3.19  | 0.61                  | 11.79                           | -0.27                 | -1.53                            | 1884.92 |
| 121.00 | -11.95 | 1408.84 | 1457.99 | 4924.39 | 7.92   | 3.50  | 0.65                  | 11.79                           | -0.29                 | -1.53                            | 2169.42 |
| 131.00 | -12.94 | 1605.84 | 1674.97 | 6104.63 | 8.90   | 3.80  | 0.64                  | 11.79                           | -0.28                 | -1.53                            | 2472.78 |
| 133.00 | -13.14 | 1646.70 | 1720.21 | 6361.00 | 9.23   | 3.86  | 0.63                  | 11.79                           | -0.27                 | -1.53                            | 2535.70 |

**VERIFICHE SLE - Sollecitazioni di inviluppo**

| n      | X [m]  | N [kN]  | T [kN]  | M [kNm] | Ab [m] | e [m] | $\sigma_{\max}$ [MPa] | $\sigma_c < f_{ck} / 1.5$ [MPa] | $\sigma_{\min}$ [MPa] | $\sigma_t \geq 0.0$ [MPa] |
|--------|--------|---------|---------|---------|--------|-------|-----------------------|---------------------------------|-----------------------|---------------------------|
| 1.00   | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00   | 0.00  | 0.0                   | 5.0                             | 0.0                   | $\geq 0.0$                |
| 11.00  | -1.00  | 50.05   | 21.88   | 4.04    | 2.17   | 0.08  | 0.0                   | 5.0                             | 0.0                   | $\geq 0.0$                |
| 21.00  | -1.99  | 112.35  | 53.66   | 20.71   | 2.94   | 0.18  | 0.1                   | 5.0                             | 0.0                   | $\geq 0.0$                |
| 31.00  | -2.99  | 186.89  | 95.36   | 56.78   | 3.62   | 0.30  | 0.1                   | 5.0                             | 0.0                   | $\geq 0.0$                |
| 41.00  | -3.98  | 273.68  | 146.97  | 119.05  | 4.22   | 0.43  | 0.1                   | 5.0                             | 0.0                   | $\geq 0.0$                |
| 51.00  | -4.98  | 372.72  | 208.48  | 214.31  | 4.76   | 0.57  | 0.1                   | 5.0                             | 0.0                   | $\geq 0.0$                |
| 61.00  | -5.97  | 484.00  | 279.90  | 349.37  | 5.26   | 0.72  | 0.2                   | 5.0                             | 0.0                   | $\geq 0.0$                |
| 71.00  | -6.97  | 607.53  | 361.24  | 530.99  | 5.71   | 0.87  | 0.2                   | 5.0                             | 0.0                   | $\geq 0.0$                |
| 81.00  | -7.96  | 743.30  | 452.48  | 765.99  | 6.10   | 1.03  | 0.2                   | 5.0                             | 0.0                   | $\geq 0.0$                |
| 91.00  | -8.96  | 891.31  | 553.63  | 1061.15 | 6.50   | 1.19  | 0.3                   | 5.0                             | 0.0                   | $\geq 0.0$                |
| 101.00 | -9.95  | 1051.58 | 664.69  | 1423.27 | 6.89   | 1.35  | 0.3                   | 5.0                             | 0.0                   | $\geq 0.0$                |
| 111.00 | -10.95 | 1224.08 | 785.66  | 1859.13 | 7.29   | 1.52  | 0.4                   | 5.0                             | 0.0                   | $\geq 0.0$                |
| 121.00 | -11.95 | 1408.84 | 916.54  | 2375.53 | 7.92   | 1.69  | 0.4                   | 5.0                             | 0.0                   | $\geq 0.0$                |
| 131.00 | -12.94 | 1605.84 | 1057.33 | 2979.26 | 8.90   | 1.86  | 0.4                   | 5.0                             | 0.0                   | $\geq 0.0$                |
| 133.00 | -13.14 | 1646.70 | 1086.72 | 3111.09 | 9.23   | 1.89  | 0.4                   | 5.0                             | 0.0                   | $\geq 0.0$                |

**VERIFICHE SLD - Sollecitazioni di inviluppo**

| n      | X [m]  | N [kN]  | T [kN]  | M [kNm] | Ab [m] | e [m] | $\sigma_{\max}$ [MPa] | $\sigma_c < f_{ck} / 1.5$ [MPa] | $\sigma_{\min}$ [MPa] | $\sigma_t < f_{ctm} / 1.2$ [MPa] |
|--------|--------|---------|---------|---------|--------|-------|-----------------------|---------------------------------|-----------------------|----------------------------------|
| 1.00   | 0.00   | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00   | 0.00  | 0.0                   | 5.0                             | 0.0                   | -1.9                             |
| 11.00  | -1.00  | 50.05   | 31.43   | 8.59    | 2.17   | 0.17  | 0.0                   | 5.0                             | 0.0                   | -1.9                             |
| 21.00  | -1.99  | 112.35  | 75.27   | 40.55   | 2.94   | 0.36  | 0.1                   | 5.0                             | 0.0                   | -1.9                             |
| 31.00  | -2.99  | 186.89  | 131.53  | 105.17  | 3.62   | 0.56  | 0.1                   | 5.0                             | 0.0                   | -1.9                             |
| 41.00  | -3.98  | 273.68  | 200.21  | 211.74  | 4.22   | 0.77  | 0.1                   | 5.0                             | 0.0                   | -1.9                             |
| 51.00  | -4.98  | 372.72  | 281.30  | 369.54  | 4.76   | 0.99  | 0.2                   | 5.0                             | 0.0                   | -1.9                             |
| 61.00  | -5.97  | 484.00  | 374.81  | 587.86  | 5.26   | 1.21  | 0.2                   | 5.0                             | 0.0                   | -1.9                             |
| 71.00  | -6.97  | 607.53  | 480.74  | 876.00  | 5.71   | 1.44  | 0.3                   | 5.0                             | -0.1                  | -1.9                             |
| 81.00  | -7.96  | 743.30  | 599.08  | 1243.23 | 6.10   | 1.67  | 0.3                   | 5.0                             | -0.1                  | -1.9                             |
| 91.00  | -8.96  | 891.31  | 729.84  | 1698.86 | 6.50   | 1.91  | 0.4                   | 5.0                             | -0.1                  | -1.9                             |
| 101.00 | -9.95  | 1051.58 | 873.02  | 2252.16 | 6.89   | 2.14  | 0.4                   | 5.0                             | -0.1                  | -1.9                             |
| 111.00 | -10.95 | 1224.08 | 1028.61 | 2912.42 | 7.29   | 2.38  | 0.5                   | 5.0                             | -0.2                  | -1.9                             |
| 121.00 | -11.95 | 1408.84 | 1196.62 | 3688.93 | 7.92   | 2.62  | 0.5                   | 5.0                             | -0.2                  | -1.9                             |
| 131.00 | -12.94 | 1605.84 | 1377.04 | 4590.99 | 8.90   | 2.86  | 0.5                   | 5.0                             | -0.2                  | -1.9                             |
| 133.00 | -13.14 | 1646.70 | 1414.67 | 4787.28 | 9.23   | 2.91  | 0.5                   | 5.0                             | -0.2                  | -1.9                             |

**Dichiarazioni secondo N.T.C. 2008 (punto 10.2)**
**Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo**

Il sottoscritto, in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

**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 con i metodi della scienza delle costruzioni.

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
- Verifica della stabilità globale
- Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, 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 D.M. 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.

**Origine e caratteristiche dei codici di calcolo**

Titolo                    MAX - Analisi e Calcolo Muri di Sostegno  
 Versione                15.0  
 Produttore            Aztec Informatica srl, Casali del Manco - loc. Casole Bruzio (CS)

Licenza AIU4639W1

**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 Aztec Informatica srl 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.

**Modalità di presentazione dei risultati**

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

**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, io sottoscritto asserisco che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

**12.3 VERIFICA A STABILITA' GLOBALE – SOLLEVAMENTO**

Si riportano di seguito l'analisi e la verifica a sollevamento di una sezione trasversale tipologica del blocco n°3 (Sezione 3) di larghezza unitaria, soggetto ad una sottopressione idraulica dovuta alla falda posta a quota 130.80 mslm, di 5.85 m.

In condizioni statiche le azioni sollecitanti (sottospinta idraulica) e resistenti (peso proprio manufatto) verranno moltiplicate per i corrispondenti coefficienti di sicurezza pari a 0.9 (azioni favorevoli) e a 1.1 (azioni sfavorevoli)

|  |            |
|--|------------|
| B = base manufatto soggetto a sottospinta =  | 45.60 m    |
| S = sottospinta idraulica complessiva = $5.85 \times 10.0 \times 45.60 \times 1.1 =$ | 2934.36 kN |
| A = sezione trasversale sezione manufatto =  | 305.78 mq  |
| G = peso sezione manufatto = $305.78 \times 23.5 \times 0.9 =$                       | 6467.25 kN |

Il coefficiente di sicurezza a sollevamento vale:

$$FS = G / S = 6467.25 / 2934.36 = 2.20 > 1$$

In condizioni sismiche, si verifica il manufatto sottoposto anche all'azione inerziale verticale verso l'alto, in condizioni SLC; i coefficienti moltiplicativi delle azioni vengono posti pari a 1.0, in quanto trattasi di condizioni eccezionali.

B = base manufatto soggetto a sottospinta = 45.60 m  
 S = sottospinta idraulica complessiva =  $5.85 \times 10.0 \times 45.60 \times 1.0 = 2667.60$  kN  
 A = sezione trasversale sezione manufatto = 305.78 mq  
 G = peso sezione manufatto =  $305.78 \times 23.5 \times 1.0 = 7185.83$  kN  
 Ev = azione inerziale verticale =  $0.24 \times 7185.83 = 1724.60$  kN  
 Il coefficiente di sicurezza a sollevamento vale:

$$FS = G / (S + Ev) = 7185.83 / 4392.20 = 1.64 > 1$$

## 13 ALLEGATO 3

### BLOCCO 4

#### 13.1 VERIFICHE STRUTTURALI PARETI CANALE E PLATEA

Si riportano nel seguito le analisi e le verifiche strutturali della delle pareti del canale, delle pareti di risvolto di monte e di valle e della platea di fondazione in c.a. relative al blocco n°4 del manufatto di sfioro – Manufatto C, soggetto alle spinte del terreno del rilevato arginale, alle spinte idrostatiche e idrodinamiche nelle due diverse condizioni di carico: livelli di piena TR200 e TR1000 ed al sovraccarico variabile causato dal transito di veicoli per la manutenzione in sommità alla pista sul rilevato arginale. Si osserva inoltre che in sommità alle pareti di tale blocco è presente una passerella di servizio in c.a.p, soggetta a carichi di seconda categoria.

##### 13.1.1 MODELLO DI CALCOLO FEM – SLU – SLV

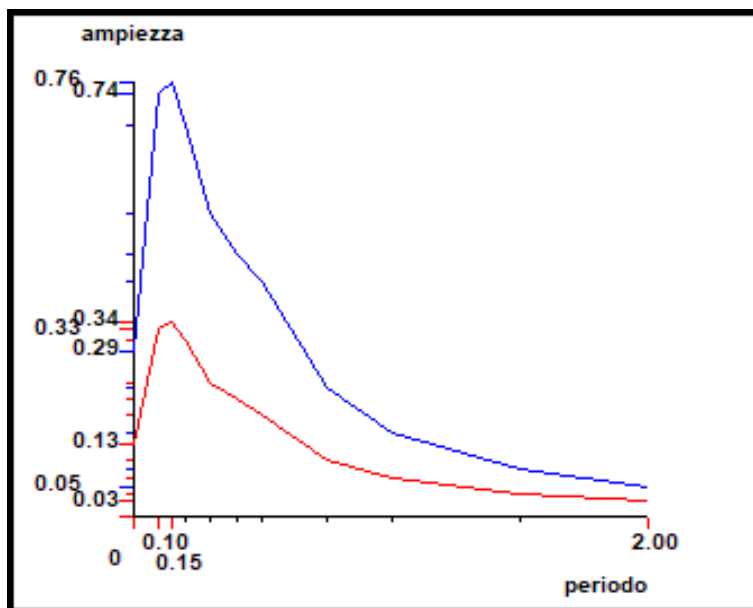
###### 13.1.1.1 TABULATI DI ANALISI

#### STAMPA DEI DATI DI PROGETTO

##### INTESTAZIONE E DATI CARATTERISTICI DELLA STRUTTURA

|                                  |                         |
|----------------------------------|-------------------------|
| Nome dell'archivio di lavoro     | <b>Modello blocco 4</b> |
| Intestazione del lavoro          | <b>Blocco 4 SLV</b>     |
| Tipo di struttura                | Nello Spazio            |
| Tipo di analisi                  | Statica e Dinamica      |
| Tipo di soluzione                | Lineare                 |
| Unità' di misura delle forze     | kN                      |
| Unità' di misura delle lunghezze | m                       |
| Normativa                        | NTC-2008                |
| Spettro sismico locale           |                         |

### Grafico spettri Norme Tecniche delle Costruzioni 2008



Fattore di importanza  $\gamma_i$  1 applicato

*Spettri orizzontali:*

| Num. | Periodo | A.slu X |
|------|---------|---------|
| 1    | 0.000   | 0.2880  |
| 2    | 0.100   | 0.7380  |
| 3    | 0.150   | 0.7580  |
| 4    | 0.200   | 0.6840  |
| 5    | 0.300   | 0.5280  |
| 6    | 0.400   | 0.4580  |
| 7    | 0.500   | 0.4100  |
| 8    | 0.750   | 0.2260  |
| 9    | 1.000   | 0.1480  |
| 10   | 1.500   | 0.0839  |
| 11   | 2.000   | 0.0532  |

*Spettro verticale:*

| Num. | Periodo | A.slu Z |
|------|---------|---------|
| 1    | 0.000   | 0.1267  |
| 2    | 0.100   | 0.3267  |
| 3    | 0.150   | 0.3400  |
| 4    | 0.200   | 0.3067  |
| 5    | 0.300   | 0.2333  |
| 6    | 0.400   | 0.2067  |
| 7    | 0.500   | 0.1800  |
| 8    | 0.750   | 0.1000  |
| 9    | 1.000   | 0.0667  |

|    |       |        |
|----|-------|--------|
| 10 | 1.500 | 0.0400 |
| 11 | 2.000 | 0.0267 |

Comportamento strutturale

NON Dissipativo

**STATO LIMITE ULTIMO**

|  |       |
|--|-------|
| Coefficiente di smorzamento                  | 5%    |
| Eccentricita' accidentale                    | 0%    |
| Numero di frequenze                          | 50    |
| Fattore q di struttura per sisma orizzontale | qor=1 |
| Periodo proprio T1 in direzione X            | 0.500 |
| Periodo proprio T1 in direzione Y            | 0.500 |

**TABELLA MASSE ECCITATE**
**PROSPETTO RIASSUNTIVO MODI PRINCIPALI**

| Periodo principale | T1        | Massa     | Massa % | Modo | Note |
|--------------------|-----------|-----------|---------|------|------|
| Direzione X        | +2.99e-01 | +2.08e+04 | 50      | 5    | --   |
| Direzione Y        | +2.48e-01 | +1.01e+04 | 24      | 6    | --   |
| Direzione Z        | +1.66e-01 | +4.88e+04 | 72      | 12   | --   |

**PROSPETTO RIASSUNTIVO MASSE ECCITATE  
 PER QUOTA MAGGIORE DI: 0.00**

| Analisi | Direz.X   | %  | Direz.Y   | %  | Direz. Z  | %  |
|---------|-----------|----|-----------|----|-----------|----|
| --      | +3.53e+04 | 86 | +3.57e+04 | 87 | +6.31e+04 | 94 |

**FREQUENZE PROPRIE DI OSCILLAZIONE**

| Numero | Pulsazione | Frequenza  | Periodo    | Precisione |
|--------|------------|------------|------------|------------|
| 1      | 7.748e+000 | 1.233e+000 | 8.110e-001 | 0.000e+000 |
| 2      | 7.762e+000 | 1.235e+000 | 8.094e-001 | 0.000e+000 |
| 3      | 1.696e+001 | 2.699e+000 | 3.705e-001 | 0.000e+000 |
| 4      | 1.945e+001 | 3.095e+000 | 3.231e-001 | 0.000e+000 |
| 5      | 2.098e+001 | 3.340e+000 | 2.994e-001 | 0.000e+000 |
| 6      | 2.532e+001 | 4.029e+000 | 2.482e-001 | 0.000e+000 |
| 7      | 2.542e+001 | 4.046e+000 | 2.472e-001 | 0.000e+000 |
| 8      | 2.905e+001 | 4.624e+000 | 2.163e-001 | 0.000e+000 |
| 9      | 3.158e+001 | 5.025e+000 | 1.990e-001 | 0.000e+000 |
| 10     | 3.242e+001 | 5.160e+000 | 1.938e-001 | 0.000e+000 |
| 11     | 3.683e+001 | 5.862e+000 | 1.706e-001 | 0.000e+000 |
| 12     | 3.777e+001 | 6.012e+000 | 1.663e-001 | 0.000e+000 |
| 13     | 5.867e+001 | 9.338e+000 | 1.071e-001 | 0.000e+000 |
| 14     | 6.033e+001 | 9.602e+000 | 1.041e-001 | 0.000e+000 |
| 15     | 8.116e+001 | 1.292e+001 | 7.742e-002 | 2.033e-080 |
| 16     | 8.253e+001 | 1.314e+001 | 7.613e-002 | 4.334e-079 |
| 17     | 8.781e+001 | 1.397e+001 | 7.156e-002 | 2.064e-071 |
| 18     | 8.818e+001 | 1.403e+001 | 7.125e-002 | 2.315e-070 |
| 19     | 8.916e+001 | 1.419e+001 | 7.047e-002 | 5.355e-070 |
| 20     | 9.555e+001 | 1.521e+001 | 6.576e-002 | 6.784e-065 |
| 21     | 9.794e+001 | 1.559e+001 | 6.416e-002 | 1.297e-061 |
| 22     | 9.902e+001 | 1.576e+001 | 6.345e-002 | 2.909e-061 |
| 23     | 1.038e+002 | 1.651e+001 | 6.056e-002 | 2.829e-057 |
| 24     | 1.054e+002 | 1.677e+001 | 5.962e-002 | 2.255e-054 |



| Numero | Pulsazione | Frequenza  | Periodo    | Precisione |
|--------|------------|------------|------------|------------|
| 25     | 1.073e+002 | 1.707e+001 | 5.857e-002 | 3.084e-054 |
| 26     | 1.082e+002 | 1.722e+001 | 5.808e-002 | 7.954e-054 |
| 27     | 1.138e+002 | 1.811e+001 | 5.521e-002 | 6.115e-050 |
| 28     | 1.247e+002 | 1.985e+001 | 5.038e-002 | 2.052e-043 |
| 29     | 1.269e+002 | 2.019e+001 | 4.952e-002 | 4.377e-041 |
| 30     | 1.352e+002 | 2.152e+001 | 4.648e-002 | 1.686e-034 |
| 31     | 1.357e+002 | 2.160e+001 | 4.631e-002 | 7.452e-033 |
| 32     | 1.376e+002 | 2.190e+001 | 4.566e-002 | 1.811e-032 |
| 33     | 1.381e+002 | 2.198e+001 | 4.550e-002 | 2.304e-032 |
| 34     | 1.434e+002 | 2.281e+001 | 4.383e-002 | 1.628e-030 |
| 35     | 1.491e+002 | 2.372e+001 | 4.215e-002 | 1.066e-026 |
| 36     | 1.531e+002 | 2.437e+001 | 4.104e-002 | 8.618e-023 |
| 37     | 1.542e+002 | 2.454e+001 | 4.075e-002 | 3.553e-021 |
| 38     | 1.544e+002 | 2.457e+001 | 4.069e-002 | 1.461e-021 |
| 39     | 1.561e+002 | 2.485e+001 | 4.025e-002 | 1.746e-020 |
| 40     | 1.567e+002 | 2.494e+001 | 4.009e-002 | 6.796e-021 |
| 41     | 1.654e+002 | 2.633e+001 | 3.798e-002 | 1.015e-017 |
| 42     | 1.669e+002 | 2.657e+001 | 3.764e-002 | 2.281e-016 |
| 43     | 1.685e+002 | 2.682e+001 | 3.728e-002 | 9.977e-016 |
| 44     | 1.706e+002 | 2.715e+001 | 3.683e-002 | 1.422e-013 |
| 45     | 1.708e+002 | 2.719e+001 | 3.678e-002 | 1.657e-012 |
| 46     | 1.714e+002 | 2.728e+001 | 3.665e-002 | 2.629e-013 |
| 47     | 1.727e+002 | 2.748e+001 | 3.639e-002 | 1.900e-013 |
| 48     | 1.765e+002 | 2.808e+001 | 3.561e-002 | 5.846e-015 |
| 49     | 1.809e+002 | 2.878e+001 | 3.474e-002 | 1.511e-013 |
| 50     | 1.833e+002 | 2.917e+001 | 3.428e-002 | 7.931e-014 |

## COEFFICIENTI DI PARTECIPAZIONE MODALE

| Modo | Direz.X    | Direz.Y    | Direz.Z    |
|------|------------|------------|------------|
| 1    | -1.230e-03 | -8.251e+00 | 2.154e-01  |
| 2    | -7.351e-04 | 1.971e-02  | 4.368e-02  |
| 3    | 1.288e-01  | 1.564e+00  | -1.072e+01 |
| 4    | -2.190e-02 | -6.998e-01 | 2.057e-01  |
| 5    | 1.444e+02  | 1.037e-01  | 1.337e-01  |
| 6    | 6.548e+00  | 1.006e+02  | -4.746e+01 |
| 7    | -1.231e+01 | 5.374e+01  | -2.606e+01 |
| 8    | 9.386e-01  | -2.069e+01 | -7.532e+01 |
| 9    | 3.339e+01  | 3.966e-01  | 1.286e+00  |
| 10   | 3.662e-01  | -4.707e+01 | -5.770e+01 |
| 11   | -2.171e+01 | 2.257e-01  | 6.184e+00  |
| 12   | -6.826e-01 | -8.527e+00 | -2.347e+02 |
| 13   | -2.354e+00 | 1.095e+00  | 1.957e-02  |
| 14   | 3.012e-01  | 5.021e+01  | 5.030e+00  |
| 15   | -2.923e-01 | 1.711e+00  | -6.535e+01 |
| 16   | -1.399e+01 | -1.342e+00 | 2.005e+00  |
| 17   | -4.489e+00 | -1.867e+00 | -7.614e-01 |
| 18   | 1.414e+00  | -2.759e+01 | -2.481e+01 |
| 19   | 1.264e+00  | -1.684e+01 | 3.238e+01  |
| 20   | 7.401e-01  | -1.077e+01 | -5.642e+00 |
| 21   | 5.463e+00  | 1.116e+00  | -1.218e-01 |
| 22   | -1.298e+00 | -2.293e+01 | 1.608e+01  |
| 23   | -3.279e+01 | 1.968e+01  | -1.164e+00 |
| 24   | 2.846e+00  | 8.827e-01  | 8.933e-02  |
| 25   | 6.079e+01  | 3.813e+01  | -1.011e+00 |

| Modo | Direz.X    | Direz.Y    | Direz.Z    |
|------|------------|------------|------------|
| 26   | 3.291e+01  | -5.096e+01 | 1.279e+00  |
| 27   | -3.334e+01 | -2.302e+00 | 8.395e-03  |
| 28   | -6.897e+00 | -3.977e+01 | 5.650e-01  |
| 29   | 4.623e+01  | -7.453e+00 | 1.154e-01  |
| 30   | -2.755e+00 | -2.097e+00 | -6.667e-01 |
| 31   | 9.468e-01  | -4.069e-01 | -1.313e-01 |
| 32   | -2.364e+00 | -5.187e+00 | -5.758e-01 |
| 33   | 1.064e+00  | -3.522e+01 | -4.083e+00 |
| 34   | -1.852e+01 | -6.709e-01 | 2.162e-02  |
| 35   | -5.165e-02 | -1.156e+01 | -1.636e+00 |
| 36   | -6.600e+00 | -2.661e+00 | 3.348e-01  |
| 37   | -1.970e+00 | 1.108e+01  | -9.855e-01 |
| 38   | -4.486e-01 | 1.972e+01  | -1.535e+00 |
| 39   | 4.347e+00  | 1.961e+00  | 1.010e+00  |
| 40   | 1.599e+01  | 2.382e-01  | -2.020e-01 |
| 41   | -9.451e-01 | 1.315e+01  | -3.864e-01 |
| 42   | -1.920e+01 | -1.070e+00 | 8.163e-02  |
| 43   | 1.119e-01  | 1.609e+01  | -2.137e+00 |
| 44   | -4.740e+00 | -4.984e+01 | 3.021e-01  |
| 45   | -3.323e+00 | -1.214e+01 | -2.004e-02 |
| 46   | -1.483e+01 | 1.215e+01  | 1.110e+00  |
| 47   | 1.573e+01  | -1.546e+01 | 1.035e+00  |
| 48   | -1.081e+01 | -1.314e+01 | -1.071e-01 |
| 49   | -1.262e-02 | -2.635e+00 | 2.361e+00  |
| 50   | 2.124e+00  | -8.784e-01 | 6.894e-02  |

### MASSA ECCITATA PER QUOTA Z MAGGIORE DI :0.00

| Modo        | Direz.X   | %  | Direz.Y   | %  | Direz.Z   | %  |
|-------------|-----------|----|-----------|----|-----------|----|
| Modo: 1     | +1.51e-06 | 0  | +6.81e+01 | 0  | +9.10e-03 | 0  |
| Progressiva | +1.51e-06 | 0  | +6.81e+01 | 0  | +9.10e-03 | 0  |
| Modo: 2     | +5.40e-07 | 0  | +3.88e-04 | 0  | +1.09e-03 | 0  |
| Progressiva | +2.05e-06 | 0  | +6.81e+01 | 0  | +1.02e-02 | 0  |
| Modo: 3     | +1.66e-02 | 0  | +2.45e+00 | 0  | +1.07e+02 | 0  |
| Progressiva | +1.66e-02 | 0  | +7.05e+01 | 0  | +1.07e+02 | 0  |
| Modo: 4     | +4.80e-04 | 0  | +4.90e-01 | 0  | +1.10e-02 | 0  |
| Progressiva | +1.71e-02 | 0  | +7.10e+01 | 0  | +1.07e+02 | 0  |
| Modo: 5     | +2.08e+04 | 51 | +1.07e-02 | 0  | +1.98e-02 | 0  |
| Progressiva | +2.08e+04 | 51 | +7.10e+01 | 0  | +1.07e+02 | 0  |
| Modo: 6     | +4.29e+01 | 0  | +1.01e+04 | 25 | +9.41e+02 | 1  |
| Progressiva | +2.09e+04 | 51 | +1.02e+04 | 25 | +1.05e+03 | 2  |
| Modo: 7     | +1.52e+02 | 0  | +2.89e+03 | 7  | +2.89e+02 | 0  |
| Progressiva | +2.10e+04 | 51 | +1.31e+04 | 32 | +1.34e+03 | 2  |
| Modo: 8     | +8.81e-01 | 0  | +4.28e+02 | 1  | +4.56e+03 | 7  |
| Progressiva | +2.10e+04 | 51 | +1.35e+04 | 33 | +5.89e+03 | 9  |
| Modo: 9     | +1.12e+03 | 3  | +1.57e-01 | 0  | +1.32e+00 | 0  |
| Progressiva | +2.22e+04 | 54 | +1.35e+04 | 33 | +5.90e+03 | 9  |
| Modo: 10    | +1.34e-01 | 0  | +2.22e+03 | 5  | +2.30e+03 | 3  |
| Progressiva | +2.22e+04 | 54 | +1.57e+04 | 38 | +8.20e+03 | 12 |
| Modo: 11    | +4.71e+02 | 1  | +5.09e-02 | 0  | +3.27e+01 | 0  |
| Progressiva | +2.26e+04 | 55 | +1.57e+04 | 38 | +8.23e+03 | 12 |
| Modo: 12    | +4.66e-01 | 0  | +7.27e+01 | 0  | +4.88e+04 | 73 |

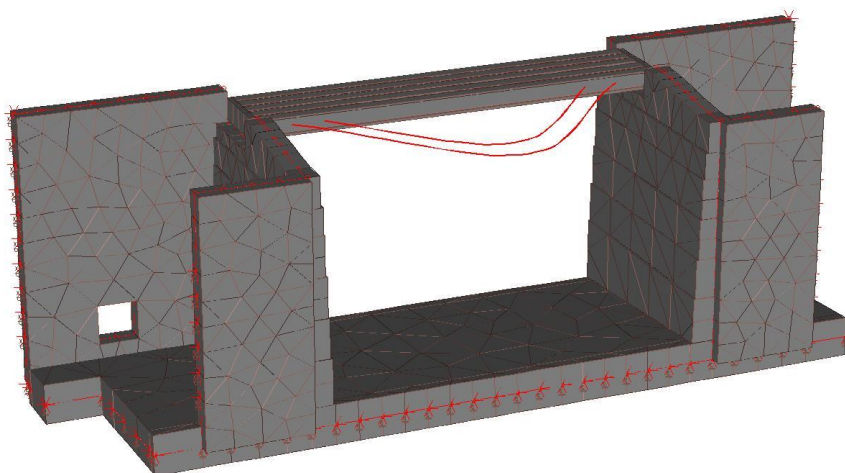
| Modo        | Direz.X   | %  | Direz.Y   | %  | Direz.Z   | %  |
|-------------|-----------|----|-----------|----|-----------|----|
| Progressiva | +2.26e+04 | 55 | +1.58e+04 | 38 | +5.70e+04 | 85 |
| Modo: 13    | +5.54e+00 | 0  | +1.20e+00 | 0  | +3.98e-03 | 0  |
| Progressiva | +2.26e+04 | 55 | +1.58e+04 | 38 | +5.70e+04 | 85 |
| Modo: 14    | +9.07e-02 | 0  | +2.52e+03 | 6  | +1.34e-02 | 0  |
| Progressiva | +2.26e+04 | 55 | +1.83e+04 | 45 | +5.70e+04 | 85 |
| Modo: 15    | +8.54e-02 | 0  | +2.93e+00 | 0  | +2.82e+03 | 4  |
| Progressiva | +2.26e+04 | 55 | +1.83e+04 | 45 | +5.98e+04 | 89 |
| Modo: 16    | +1.96e+02 | 0  | +1.80e+00 | 0  | +2.71e+00 | 0  |
| Progressiva | +2.28e+04 | 56 | +1.83e+04 | 45 | +5.98e+04 | 89 |
| Modo: 17    | +2.01e+01 | 0  | +3.49e+00 | 0  | +6.12e-01 | 0  |
| Progressiva | +2.28e+04 | 56 | +1.83e+04 | 45 | +5.98e+04 | 89 |
| Modo: 18    | +2.00e+00 | 0  | +7.61e+02 | 2  | +6.99e+02 | 1  |
| Progressiva | +2.28e+04 | 56 | +1.91e+04 | 46 | +6.05e+04 | 90 |
| Modo: 19    | +1.60e+00 | 0  | +2.83e+02 | 1  | +8.76e+02 | 1  |
| Progressiva | +2.29e+04 | 56 | +1.94e+04 | 47 | +6.14e+04 | 92 |
| Modo: 20    | +5.48e-01 | 0  | +1.16e+02 | 0  | +2.61e+02 | 0  |
| Progressiva | +2.29e+04 | 56 | +1.95e+04 | 47 | +6.17e+04 | 92 |
| Modo: 21    | +2.98e+01 | 0  | +1.24e+00 | 0  | +6.12e-05 | 0  |
| Progressiva | +2.29e+04 | 56 | +1.95e+04 | 47 | +6.17e+04 | 92 |
| Modo: 22    | +1.69e+00 | 0  | +5.26e+02 | 1  | +3.85e+02 | 1  |
| Progressiva | +2.29e+04 | 56 | +2.00e+04 | 49 | +6.20e+04 | 93 |
| Modo: 23    | +1.07e+03 | 3  | +3.87e+02 | 1  | +2.01e+01 | 0  |
| Progressiva | +2.40e+04 | 58 | +2.04e+04 | 50 | +6.21e+04 | 93 |
| Modo: 24    | +8.10e+00 | 0  | +7.79e-01 | 0  | +4.52e-03 | 0  |
| Progressiva | +2.40e+04 | 58 | +2.04e+04 | 50 | +6.21e+04 | 93 |
| Modo: 25    | +3.70e+03 | 9  | +1.45e+03 | 4  | +5.96e+01 | 0  |
| Progressiva | +2.77e+04 | 67 | +2.18e+04 | 53 | +6.21e+04 | 93 |
| Modo: 26    | +1.08e+03 | 3  | +2.60e+03 | 6  | +1.07e+02 | 0  |
| Progressiva | +2.87e+04 | 70 | +2.44e+04 | 59 | +6.22e+04 | 93 |
| Modo: 27    | +1.11e+03 | 3  | +5.30e+00 | 0  | +8.41e-03 | 0  |
| Progressiva | +2.99e+04 | 73 | +2.45e+04 | 59 | +6.22e+04 | 93 |
| Modo: 28    | +4.76e+01 | 0  | +1.58e+03 | 4  | +3.73e+01 | 0  |
| Progressiva | +2.99e+04 | 73 | +2.60e+04 | 63 | +6.23e+04 | 93 |
| Modo: 29    | +2.14e+03 | 5  | +5.55e+01 | 0  | +7.41e-01 | 0  |
| Progressiva | +3.20e+04 | 78 | +2.61e+04 | 63 | +6.23e+04 | 93 |
| Modo: 30    | +7.59e+00 | 0  | +4.40e+00 | 0  | +5.47e-01 | 0  |
| Progressiva | +3.20e+04 | 78 | +2.61e+04 | 63 | +6.23e+04 | 93 |
| Modo: 31    | +8.96e-01 | 0  | +1.66e-01 | 0  | +1.39e-02 | 0  |
| Progressiva | +3.20e+04 | 78 | +2.61e+04 | 63 | +6.23e+04 | 93 |
| Modo: 32    | +5.59e+00 | 0  | +2.69e+01 | 0  | +1.94e-01 | 0  |
| Progressiva | +3.21e+04 | 78 | +2.61e+04 | 64 | +6.23e+04 | 93 |
| Modo: 33    | +1.13e+00 | 0  | +1.24e+03 | 3  | +5.03e+00 | 0  |
| Progressiva | +3.21e+04 | 78 | +2.74e+04 | 67 | +6.23e+04 | 93 |
| Modo: 34    | +3.43e+02 | 1  | +4.50e-01 | 0  | +7.15e-03 | 0  |
| Progressiva | +3.24e+04 | 79 | +2.74e+04 | 67 | +6.23e+04 | 93 |
| Modo: 35    | +2.67e-03 | 0  | +1.34e+02 | 0  | +1.04e+02 | 0  |
| Progressiva | +3.24e+04 | 79 | +2.75e+04 | 67 | +6.24e+04 | 93 |
| Modo: 36    | +4.36e+01 | 0  | +7.08e+00 | 0  | +1.32e+00 | 0  |
| Progressiva | +3.24e+04 | 79 | +2.75e+04 | 67 | +6.24e+04 | 93 |
| Modo: 37    | +3.88e+00 | 0  | +1.23e+02 | 0  | +1.99e+01 | 0  |
| Progressiva | +3.24e+04 | 79 | +2.76e+04 | 67 | +6.24e+04 | 93 |
| Modo: 38    | +2.01e-01 | 0  | +3.89e+02 | 1  | +5.12e+01 | 0  |
| Progressiva | +3.24e+04 | 79 | +2.80e+04 | 68 | +6.24e+04 | 93 |
| Modo: 39    | +1.89e+01 | 0  | +3.84e+00 | 0  | +2.77e+01 | 0  |

| Modo        | Direz.X   | %  | Direz.Y   | %  | Direz.Z   | %  |
|-------------|-----------|----|-----------|----|-----------|----|
| Progressiva | +3.25e+04 | 79 | +2.80e+04 | 68 | +6.25e+04 | 93 |
| Modo: 40    | +2.56e+02 | 1  | +5.67e-02 | 0  | +8.23e-01 | 0  |
| Progressiva | +3.27e+04 | 80 | +2.80e+04 | 68 | +6.25e+04 | 93 |
| Modo: 41    | +8.93e-01 | 0  | +1.73e+02 | 0  | +2.30e+02 | 0  |
| Progressiva | +3.27e+04 | 80 | +2.82e+04 | 69 | +6.27e+04 | 94 |
| Modo: 42    | +3.69e+02 | 1  | +1.14e+00 | 0  | +9.74e-01 | 0  |
| Progressiva | +3.31e+04 | 80 | +2.82e+04 | 69 | +6.27e+04 | 94 |
| Modo: 43    | +1.25e-02 | 0  | +2.59e+02 | 1  | +1.21e+02 | 0  |
| Progressiva | +3.31e+04 | 80 | +2.84e+04 | 69 | +6.28e+04 | 94 |
| Modo: 44    | +2.25e+01 | 0  | +2.48e+03 | 6  | +2.56e+01 | 0  |
| Progressiva | +3.31e+04 | 81 | +3.09e+04 | 75 | +6.29e+04 | 94 |
| Modo: 45    | +1.10e+01 | 0  | +1.47e+02 | 0  | +1.65e+00 | 0  |
| Progressiva | +3.31e+04 | 81 | +3.11e+04 | 76 | +6.29e+04 | 94 |
| Modo: 46    | +2.20e+02 | 1  | +1.48e+02 | 0  | +1.94e+01 | 0  |
| Progressiva | +3.33e+04 | 81 | +3.12e+04 | 76 | +6.29e+04 | 94 |
| Modo: 47    | +2.47e+02 | 1  | +4.52e+03 | 11 | +2.82e+00 | 0  |
| Progressiva | +3.36e+04 | 82 | +3.57e+04 | 87 | +6.29e+04 | 94 |
| Modo: 48    | +1.17e+02 | 0  | +1.73e+02 | 0  | +1.18e+00 | 0  |
| Progressiva | +3.37e+04 | 82 | +3.57e+04 | 87 | +6.29e+04 | 94 |
| Modo: 49    | +1.59e-04 | 0  | +6.95e+00 | 0  | +2.24e+02 | 0  |
| Progressiva | +3.37e+04 | 82 | +3.57e+04 | 87 | +6.31e+04 | 94 |
| Modo: 50    | +2.56e+03 | 4  | +7.72e-01 | 0  | +2.40e+00 | 0  |
| Progressiva | +3.53e+04 | 86 | +3.57e+04 | 87 | +6.31e+04 | 94 |

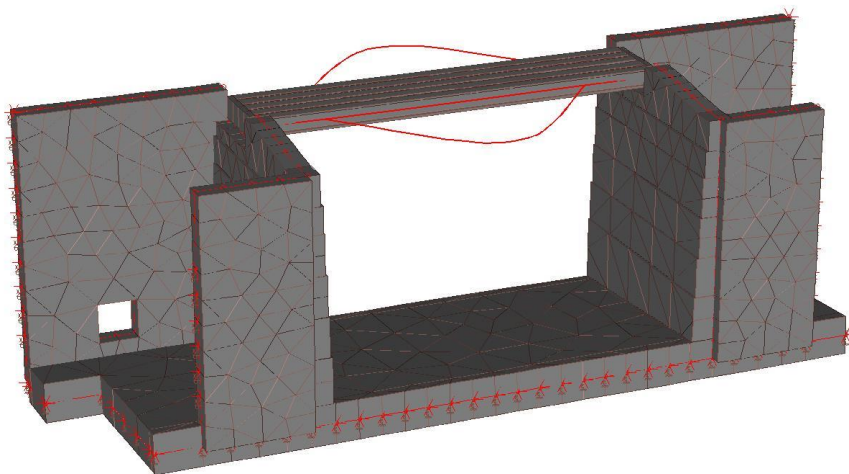
### MASSA TOTALE ECCITABILE

| Direzione X | Direzione Y | Direzione Z |
|-------------|-------------|-------------|
| +4.11e+04   | +4.11e+04   | +6.70e+04   |

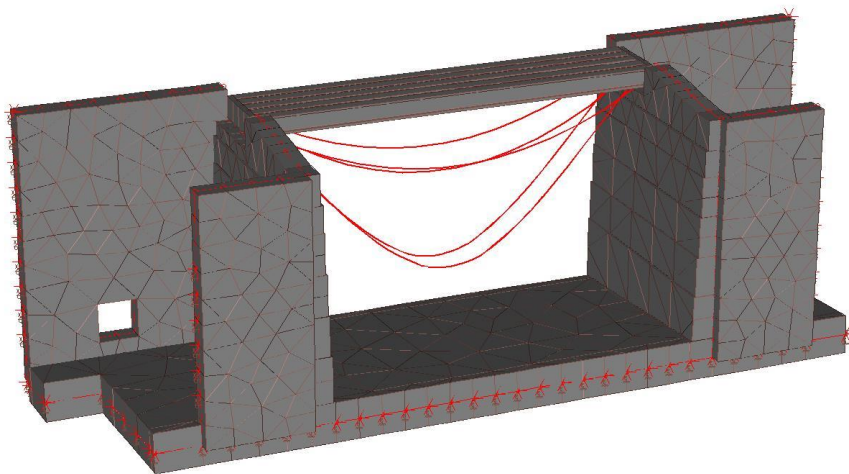
Modo 1 f= 1.233 Hz T= 0.811 s



Modo 2  $f=1.235$  Hz  $T=0.809$  s



Modo 3  $f=2.699$  Hz  $T=0.370$  s



## RIEPILOGO DELLE SEZIONI UTILIZZATE NEL MODELLO STRUTTURALE

### SEZIONE RETTANGOLARE

| Codice | Base  | H     |
|--------|-------|-------|
| 2      | 0.400 | 1.600 |

**SEZIONE GENERICA**

| Codice | Ax        | Ay        | Az        | Ix        | Iy        | Iz        | Descrizione     |
|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------------|
| 1      | +3.48e-01 | +0.00e+00 | +0.00e+00 | +1.01e-01 | +8.02e-03 | +9.29e-02 | Trave impalcato |

**CARICHI PER ELEMENTI TRAVE, TRAVE DI FONDAZIONE E RETICOLARE**
**Carico distribuito con riferimento globale X**

| Descrizione                           | Cod. | Cond. carico | Tipo Azione/categoria          | Val. iniz. | Dist. iniz. nodo I | Val. finale | Dist.fin. nodo I | Aliq.inerz. | Aliq.inerz. SLD |
|---------------------------------------|------|--------------|--------------------------------|------------|--------------------|-------------|------------------|-------------|-----------------|
| Taglio da paraghiaia - spinta terre   | 11   | Condizione 5 | Permanente: Permanente portato | 1.000000   | 0.000              | 1.000000    | 0.000            | 1.0000      | 1.0000          |
| Taglio da paraghiaia - spinta veicoli | 13   | Condizione 2 | Variabile                      | 1.000000   | 0.000              | 1.000000    | 0.000            | 1.0000      | 1.0000          |

**Carico distribuito riferimento globale V**

| Descrizione       | Cod. | Cond. carico            | Tipo Azione/categoria          | Val. iniz. | Dist. iniz. nodo I | Val. finale | Dist.fin. nodo I | Aliq.inerz. | Aliq.inerz. SLD |
|-------------------|------|-------------------------|--------------------------------|------------|--------------------|-------------|------------------|-------------|-----------------|
| Peso soletta c.a. | 1    | Condizione peso proprio | Permanente: Peso Proprio       | 5.000000   | 0.000              | 5.000000    | 0.000            | 1.0000      | 1.0000          |
| Pavimentazione    | 2    | Condizione 1            | Permanente: Permanente portato | 3.000000   | 0.000              | 3.000000    | 0.000            | 1.0000      | 1.0000          |
| q1k               | 3    | Condizione 2            | Variabile                      | 7.200000   | 0.000              | 7.200000    | 0.000            | 0.0000      | 0.0000          |

**Momento distribuito torcente mx**

| Descrizione                            | Cod. | Cond. carico | Tipo Azione/categoria          | Val. iniz. | Dist. nodo I | Val. finale | Dist.fin. nodo I |
|--|------|--------------|--------------------------------|------------|--------------|-------------|------------------|
| Momento da paraghiaia - spinta terre   | 10   | Condizione 5 | Permanente: Permanente portato | 1.000000   | 0.000        | 1.000000    | 0.000            |
| Momento da paraghiaia - spinta veicoli | 12   | Condizione 2 | Variabile                      | 1.000000   | 0.000        | 1.000000    | 0.000            |

**CARICHI PER ELEMENTI BIDIMENSIONALI**
**Carico di superficie nella direzione locale z, agente sulla superficie reale**

| Descrizione                                | Codice | Cond. carico | Tipo Azione/categoria          | Valore   | Aliq.inerziale | Aliq.inerz.SLD |
|--|--------|--------------|--------------------------------|----------|----------------|----------------|
| Pressione terreno rilevato arginale TR200  | 4      | Condizione 1 | Permanente: Permanente portato | 1.000000 | 1.0000         | 1.0000         |
| Sovrappressione transito mezzi             | 5      | Condizione 2 | Variabile                      | 1.000000 | 0.0000         | 0.0000         |
| Pressioni terreno rilevato arginale TR1000 | 6      | Condizione 3 | Permanente: Permanente portato | 1.000000 | 1.0000         | 1.0000         |

Massima pressione al piede muro – TR200 = 245.2 kPa

Massima pressione al piede muro – TR1000 = 261.10 kPa

Si sottolinea che, a favore di sicurezza, si è tenuto conto del contributo della spinta idrostatica all'interno del terreno arginale, anche se tale condizione risulta estremamente cautelativa, in quanto il rilevato arginale è stato progettato con nucleo impermeabile tale da non consentire le sovrappressioni causate dal riempimento di acqua a tergo del manufatto.

**Carico di superficie nella direzione globale Z, agente sulla superficie reale**

| Descrizione                               | Codice | Cond. carico | Tipo Azione/categoria          | Valore    | Aliq.inerziale | Aliq.inerz.SLD |
|---|--------|--------------|--------------------------------|-----------|----------------|----------------|
| Sottospinta idraulica - quota 130.80 mslm | 8      | Condizione 4 | Permanente: Permanente portato | 71.000000 | 1.0000         | 1.0000         |

**Carico di superficie nella direzione globale V, agente sulla superficie reale**



| Descrizione                  | Codice | Cond. carico | Tipo Azione/categoria          | Valore     | Aliq.inerziale | Aliq.inerz.SLD |
|------------------------------|--------|--------------|--------------------------------|------------|----------------|----------------|
| Peso rilevato arginale       | 7      | Condizione 1 | Permanente: Permanente portato | 351.500000 | 1.0000         | 1.0000         |
| Peso acqua interno<br>TR1000 | 9      | Condizione 3 | Permanente: Permanente portato | 110.000000 | 1.0000         | 1.0000         |

## CONDIZIONI DI CARICO AI NODI

| Num.cond.carico | Descrizione                              |      |           |    |           |    |    |    |
|-----------------|--|------|-----------|----|-----------|----|----|----|
| 1               | Tandem appoggio -<br>verticale+frenatura | Nodo | FX        | FY | FZ        | MX | MY | MZ |
|                 |  | 2904 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |  | 2906 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |  | 2907 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |  | 2909 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
| 2               | Tandem mezzeria -<br>verticale+frenatura | Nodo | FX        | FY | FZ        | MX | MY | MZ |
|                 |  | 2905 |           |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |  | 2908 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |  | 2913 |           |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |  | 2914 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |  | 2920 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |  | 2943 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |

## COMBINAZIONI DI CARICO

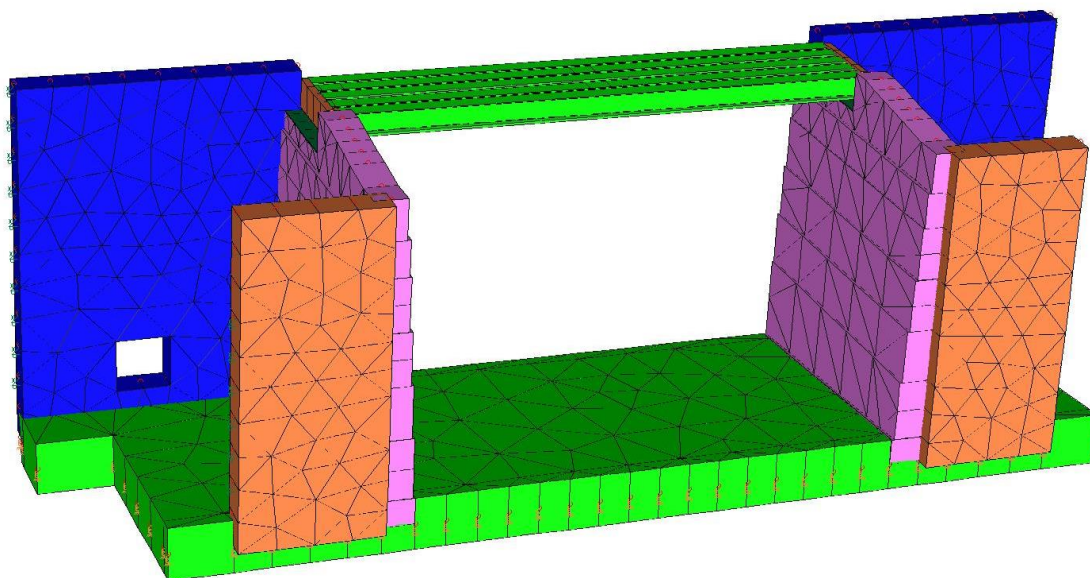
### NORMATIVA: NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI 2008 ITALIA

### COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

| Num. | Descrizione                       | Parametri                     | Tipo azione/categoria          | Condizione              | Moltiplicatore |
|------|-----------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------|----------------|
| 1    | Dinamica - SLV - TR200            | Azione sismica: Presente      | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                                   |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.000          |
|      |                                   |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.000          |
|      |                                   |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 5            | 1.000          |
|      |                                   |                               | Variabile: Autorimesse         | Condizione 2            | 0.600          |
| 2    | Statica TR200 - mezzi<br>mezzeria | Azione sismica: Sisma assente | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.300          |
|      |                                   |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.300          |
|      |                                   |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.300          |
|      |                                   |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 5            | 1.300          |
|      |                                   |                               | Variabile: Autorimesse         | Condizione 2            | 1.500          |
| 7    | Statica TR200 - Mezzi<br>appoggio | Azione sismica: Sisma assente | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.300          |
|      |                                   |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.300          |
|      |                                   |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.300          |
|      |                                   |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 5            | 1.300          |
|      |                                   |                               | Variabile: Autorimesse         | Condizione 2            | 1.500          |
| 8    | Dinamica SLV - TR1000             | Azione sismica: Presente      | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                                   |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 3            | 1.000          |
|      |                                   |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.000          |
|      |                                   |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 5            | 1.000          |
|      |                                   |                               | Variabile: Autorimesse         | Condizione 2            | 0.600          |
| 9    | Statica TR1000                    | Azione sismica: Sisma assente | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.300          |
|      |                                   |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 3            | 1.300          |



| Num. | Descrizione | Parametri | Tipo azione/categoria          | Condizione   | Moltiplicatore |
|------|-------------|-----------|--------------------------------|--------------|----------------|
|      |             |           | Permanente: Permanente portato | Condizione 4 | 1.300          |
|      |             |           | Permanente: Permanente portato | Condizione 5 | 1.300          |
|      |             |           | Variabile: Autorimesse         | Condizione 2 | 1.500          |



Prospettiva

Figura 13-1 – Modello FEM 3d

### 13.1.1.2 VERIFICHE PLATEA SP. MEDIO 2.90 M

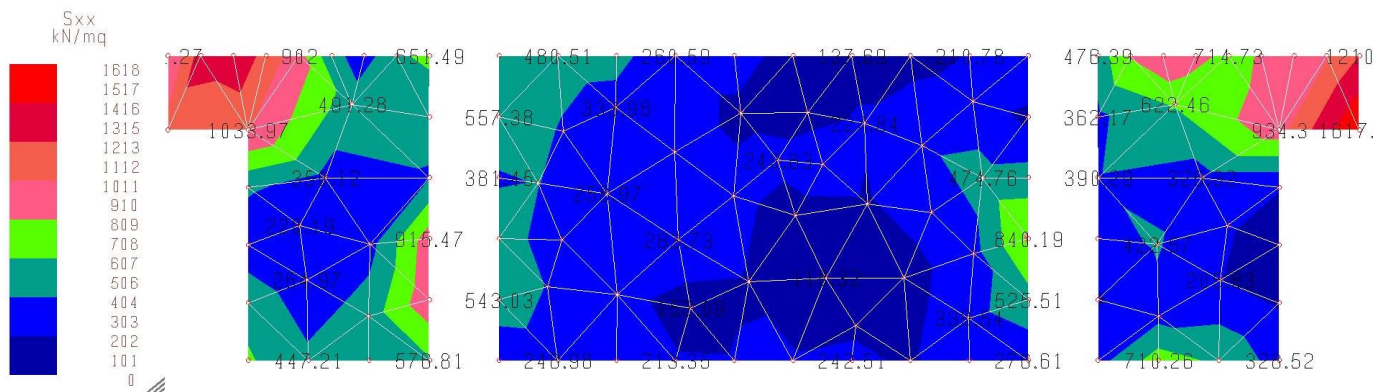


Figura 13-2 – Sforzo normale Sxx platea [kN/m²]

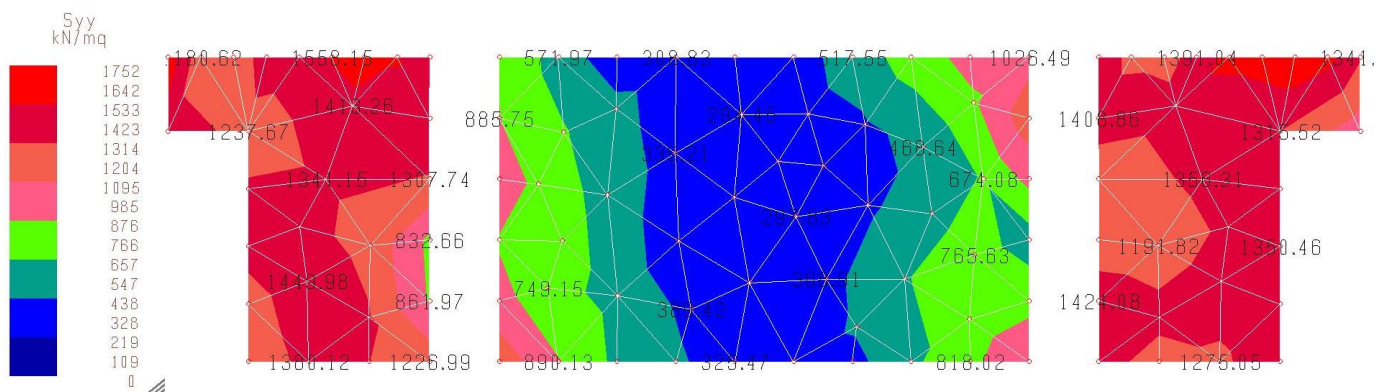


Figura 13-3 – Sforzo normale Syy platea [kN/m²]

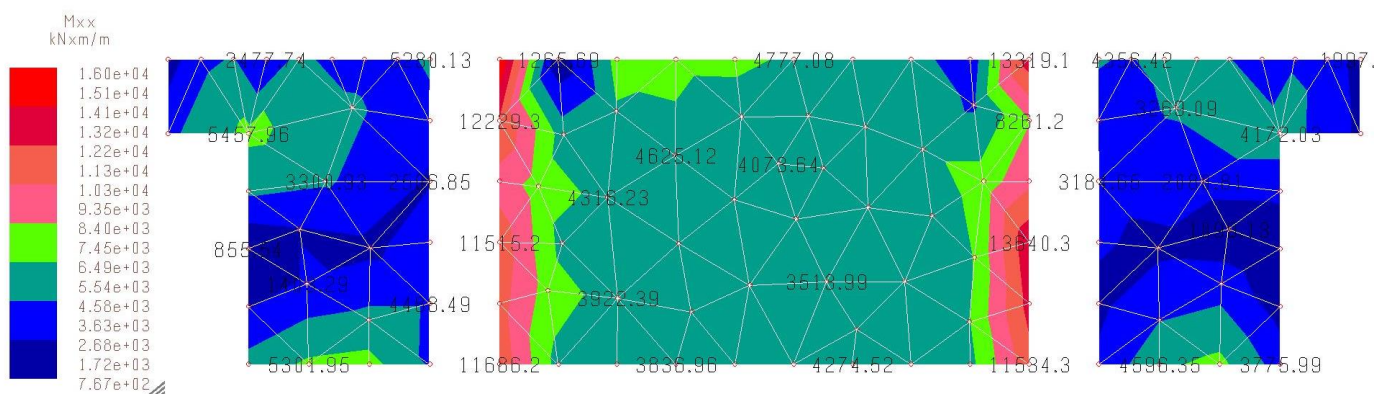


Figura 13-4 – Sollecitazioni di momento Mxx platea [kNm/m]

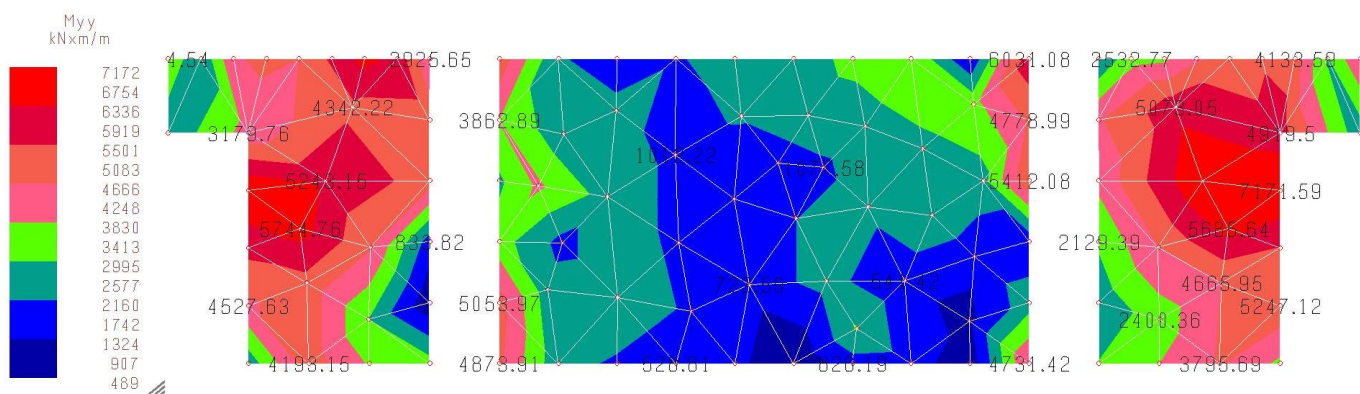


Figura 13-5 – Sollecitazioni di momento Myy platea [kNm/m]



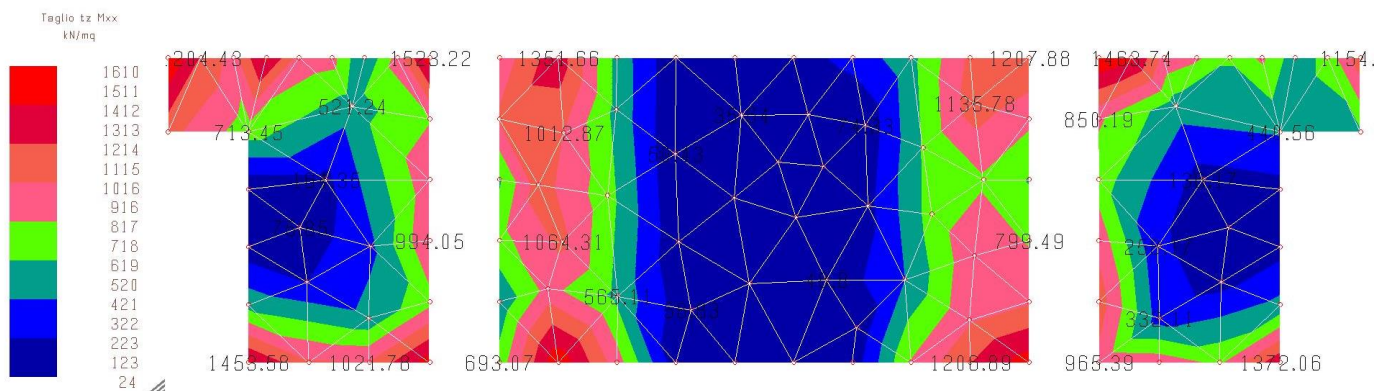


Figura 13-6 – Sollecitazioni di taglio tz Mxx platea [kN/m<sup>2</sup>]

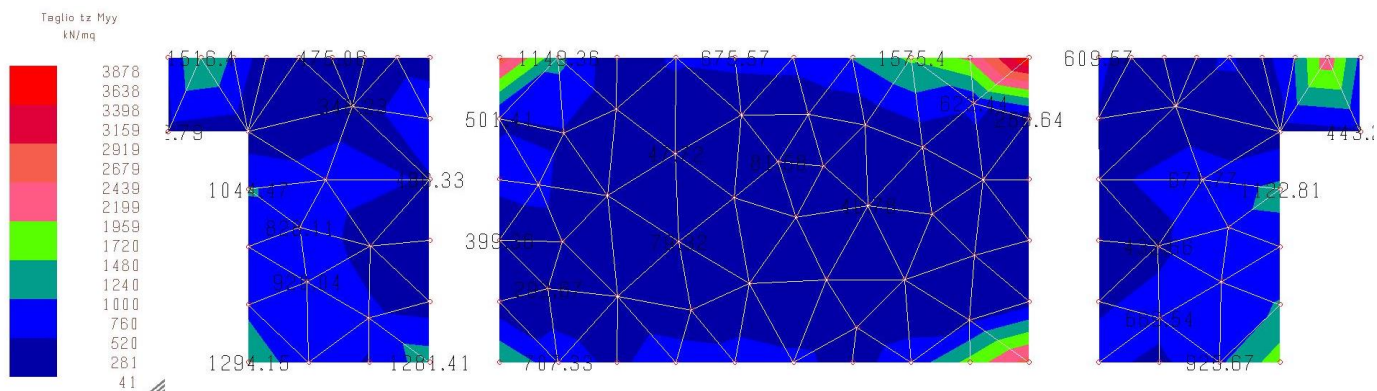


Figura 13-7 – Sollecitazioni di taglio tz Myy platea [kN/m<sup>2</sup>]

### - Verifica a pressoflessione lungo x platea

Per la verifica a momento flettente lungo x della platea, si considera, ragionevolmente, un valore medio individuato in una zona significativa, preso pari a:

$$M_{Ed} = 15000 \text{ kNm/m}$$

La platea risulta armata con quattro livelli di armatura pari a  $14\Phi 26/100$ , pertanto risulta:

**Titolo :** Platea lungo x

N° strati barre **4** Zoom

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 290    |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 74.33    | 5      |
| 2  | 74.33    | 15     |
| 3  | 74.33    | 275    |
| 4  | 74.33    | 285    |

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 kN  
 M<sub>xEd</sub> 0 kNm  
 M<sub>yEd</sub> 0 kNm

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Tipo rottura**  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Metodo di calcolo**  
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☒ Metodo n

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

**Materiali**  
**B450C** **C20/25**  
 $\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200'000 N/mm²  $f_{cd}$  11.33 N/mm²  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  8.5 N/mm²  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{co}$  0.5333  
 $\tau_{c1}$  1.686

M<sub>xRd</sub> 15'829 kN m  
 $\sigma_c$  -11.33 N/mm²  
 $\sigma_s$  391.3 N/mm²  
 $\epsilon_c$  3.5 ‰  
 $\epsilon_s$  48.43 ‰  
 d 285 cm  
 x 19.21 x/d 0.0674  
 $\delta$  0.7

N° rett. 100  
 Calcola MRd Dominio M-N  
 L<sub>0</sub> 0 cm Col. modello  
☐ Precompresso

$$M_{Rd} = 15829 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 15000 \text{ kNm/m}$$

### - Verifica a pressoflessione lungo y platea

Per la verifica a momento flettente lungo y della platea, si considera, ragionevolmente, un valore medio individuato in una zona significativa, preso pari a:

$$M_{Ed} = 7172 \text{ kNm/m}$$

La platea risulta armata con due livelli di armatura pari a 11+11Φ26/100, pertanto risulta:

**Titolo :** Platea lungo y

**N° strati barre** 2 **Zoom**

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 290    |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 58.40    | 5      |
| 2  | 58.40    | 285    |

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. **Metodo n**

**N** Ed 0 **0** kN  
**M** xEd 0 **0** kNm  
**M** yEd 0 **0** kNm

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Tipo rottura**  
 Lato acciaio - Acciaio snervato

**Materiali**  
**B450C** **C20/25**  
 $\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200'000 N/mm²  $f_{cd}$  11.33 N/mm²  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  8.5 N/mm²  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{co}$  0.5333  
 $\tau_{c1}$  1.686

**M** xRd 6'407 kN m  
 $\sigma_c$  -11.33 N/mm²  
 $\sigma_s$  391.3 N/mm²  
 $\epsilon_c$  2.466 ‰  
 $\epsilon_s$  67.5 ‰  
 d 285 cm  
 x 10.05 x/d 0.03525  
 $\delta$  0.7

**Metodo di calcolo**  
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☒ Metodo n

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

**N° rett.** 100  
**Calcola MRd** **Dominio M-N**  
 L<sub>o</sub> 0 cm **Col. modello**  
☐ Precompresso

$$M_{Rd} = 6407 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 7172 \text{ kNm/m}$$

### - Verifica a taglio platea

Per la verifica a taglio si considera la direzione y, maggiormente sollecitata, e si assume, ragionevolmente, un valore medio individuato in una zona significativa, preso pari a:

$$V_{Ed} = 1575.4 \times 2.90 = 4568.66 \text{ kN/m}$$

La platea risulta armata a taglio con ganci Φ16/33/33, pertanto risulta:

|   |   |                    |  |
|---|---|--------------------|--|
| Classe di duttilità scelta:   | CD B: bassa                                 | B: bassa           | ▼  |
| $f_{ck} =$  | 20  | MPa                |  |
| $f_{yd} =$  | 391.3                                       | Mpa                |  |
| $f_{cd} =$  | 11.3  | MPa                |  |
| $f'_{cd} = 0,5f_{cd} =$   | 5.7   | MPa                |  |
| $H =$   | 2900  | mm                 |  |
| $b_w =$   | 1000  | mm                 |  |
| $d =$   | 2850  | mm                 |  |
| $N_{Ed} =$  | 0.E+00                                      | N (compr)          |  |
| $V_{Ed} =$  | 4'568'660                                   | N                  |  |
| $\cot\theta =$  | $\in [1; 2,5]$ (per $V_{Rds}$ e $V_{Rcd}$ ) | 2.50               | (accettabile)                                |
| $(\cot\theta)^2 =$  | 6.25  |                    |  |
| staffe $\phi =$   | 16  | mm                 |  |
| numero bracci resistenti sezione  | 3   |                    |  |
| passo "s" =   | 33  | cm                 |  |
| $A_s/s =$   | 18.28                                       | cm <sup>2</sup> /m |  |
| $\alpha =$  | 90 °  | =                  | 1.5708 rad                                   |
| $A_C = b_w H =$   | 2'900'000                                   | mmq                |  |
| $\sigma_{cp} = N_{Sd}/A_c =$  | 0.000                                       | Mpa                |  |
| $\alpha_C =$  | 1.00  |                    |  |
| $V_{Rsd} =$ (eq. 6.13 - E.C.2)  | 5.E+06                                      | N =                | 4586.43 kN                                   |
| $V_{Rd,max} =$ (eq. 6.14 - E.C.2)                                       | 5.E+06                                      | N =                | 5012.07 kN                                   |
| $V_{Ed\ lim} = 0,5 b_w d 0,6(1 - f_{ck}/250)f_{cd} =$ (eq. 6.5 - E.C.2) | 9.E+06                                      | N =                | 8914.80 kN                                   |
| $V_{Ed} =$  | 4568.66                                     | kN                 | < $V_{Rds} =$ 4586.43 kN (soddisfacente)     |
| $V_{Ed} =$  | 4568.66                                     | kN                 | < $V_{Rd,max} =$ 5012.07 kN (soddisfacente)  |
| $V_{Ed} =$  | 4568.66                                     | kN                 | < $V_{Ed\ lim} =$ 8914.80 kN (soddisfacente) |



### 13.1.1.3 VERIFICHE MURI DI VALLE SP. 1.80 M

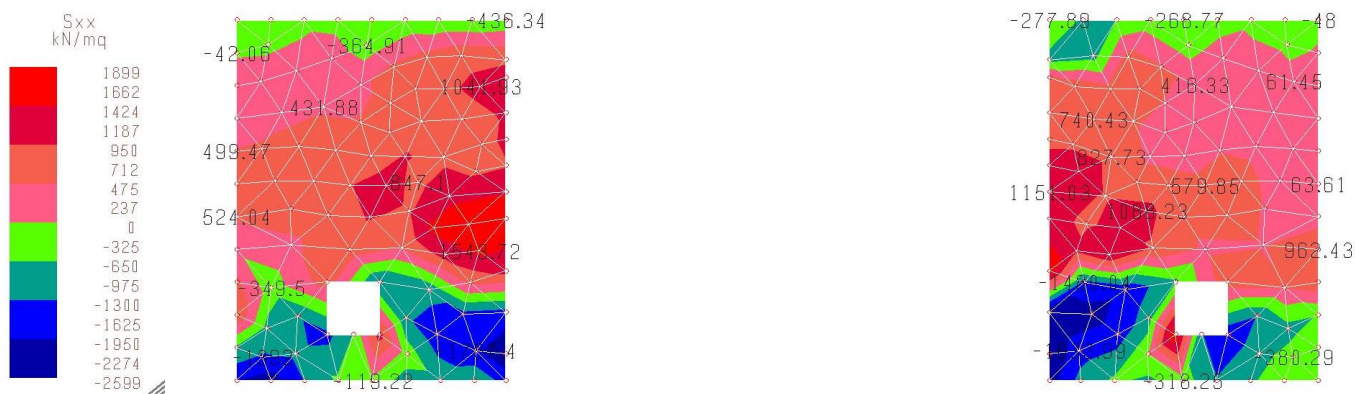


Figura 13-8 – Sforzo normale Sxx muri di valle [kN/m²]

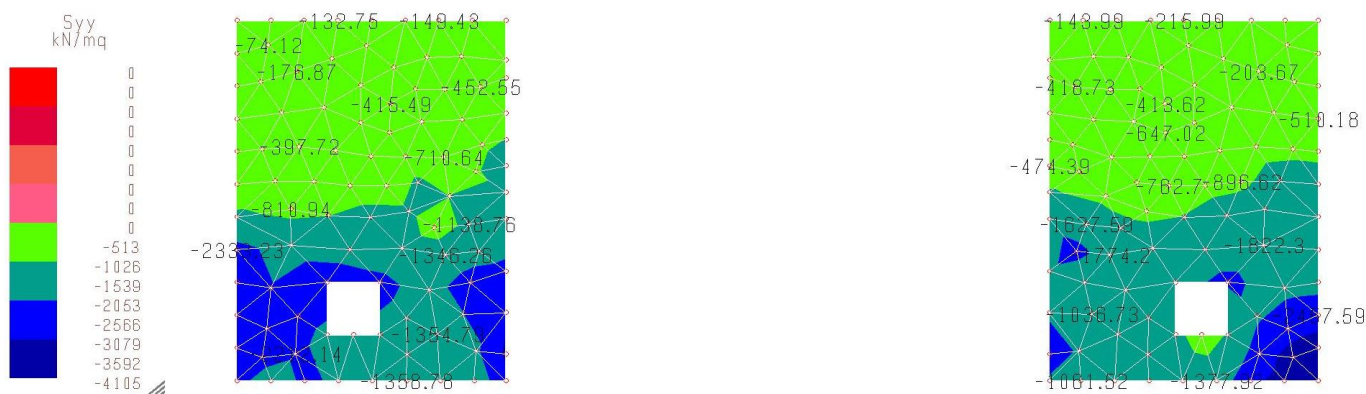


Figura 13-9 – Sforzo normale Syy muri di valle [kN/m²]

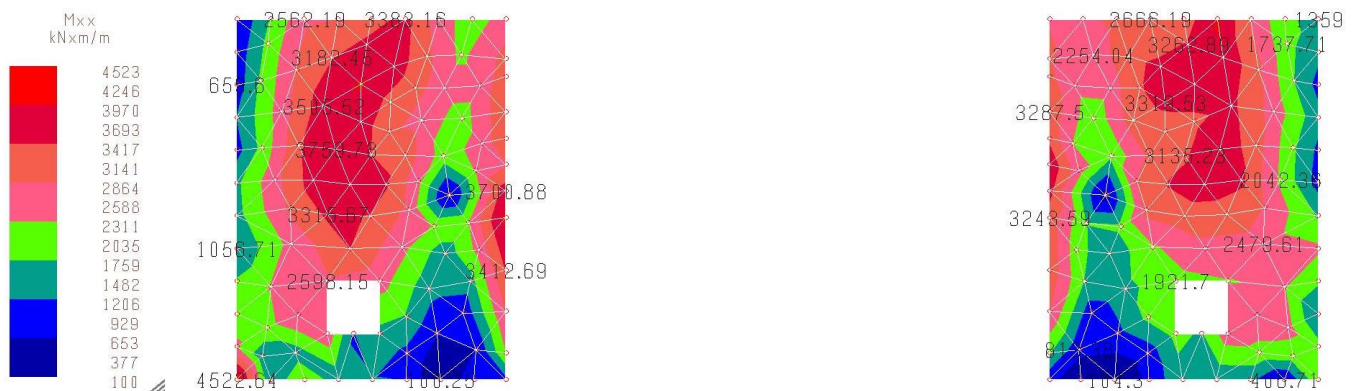


Figura 13-10 – Sollecitazioni di momento  $M_{xx}$  muri di valle [kNm/m]

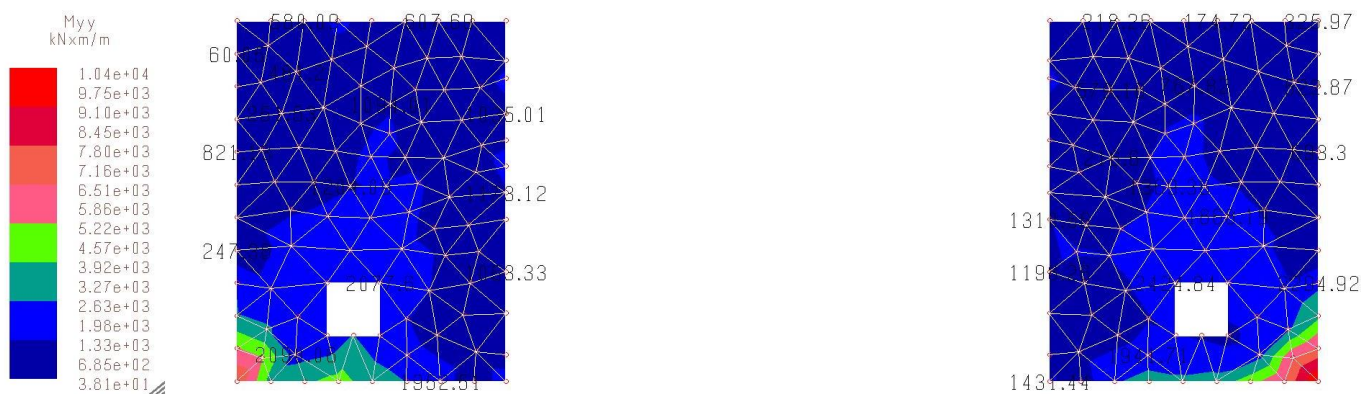
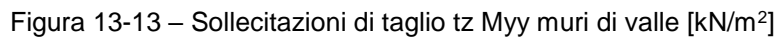
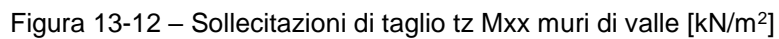


Figura 13-11 – Sollecitazioni di momento  $M_{yy}$  muri di valle [kNm/m]



### - Verifica a pressoflessione lungo x muri di valle

Per la verifica a momento flettente lungo x dei muri di valle, si considera, ragionevolmente, un valore medio individuato in una zona significativa, preso pari a:

$$M_{Ed} = 4523 \text{ kNm/m}$$

I muri di valle risultano armati con quattro livelli di armatura pari a 10Φ26/100, 5+5Φ22/100, 5Φ26/100, pertanto risulta:

**Titolo :** Muri di valle lungo x

N° strati barre  Zoom

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 180    |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 53.09    | 5      |
| 2  | 19.01    | 15     |
| 3  | 19.01    | 165    |
| 4  | 53.09    | 175    |

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub>  kN  
 M<sub>xEd</sub>  kNm  
 M<sub>yEd</sub>  kNm

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN  yN

**Tipo rottura**  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Metodo di calcolo**  
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☒ Metodo n

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

**Materiali**  
 B450C C32/40  
 ε<sub>su</sub>  ‰ ε<sub>c2</sub>  ‰  
 f<sub>yd</sub>  N/mm² ε<sub>cu</sub>  ‰  
 E<sub>s</sub>  N/mm² f<sub>cd</sub>  N/mm²  
 E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>  f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub>  ?  
 ε<sub>syd</sub>  ‰ σ<sub>c,adm</sub>  N/mm²  
 σ<sub>s,adm</sub>  N/mm² τ<sub>co</sub>  N/mm²  
 τ<sub>c1</sub>  N/mm²

M<sub>xRd</sub>  kN m  
 σ<sub>c</sub>  N/mm²  
 σ<sub>s</sub>  N/mm²  
 ε<sub>c</sub>  ‰  
 ε<sub>s</sub>  ‰  
 d  cm  
 x  cm x/d   
 δ

N° rett.   
 Calcola MRd Dominio M-N  
 L<sub>0</sub>  cm Col. modello  
☐ Precompresso

$$M_{Rd} = 4793 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 4523 \text{ kNm/m}$$



### - Verifica a pressoflessione lungo y muri di valle

Per la verifica a momento flettente lungo y dei muri di valle, si considera, ragionevolmente, un valore medio individuato in una zona significativa, preso pari a:

$$M_{Ed} = 2448.48 \text{ kNm/m}$$

I muri di valle risultano armati con due livelli di armatura pari a 7+7Φ26/100; pertanto risulta:

**Titolo:** Muri di valle lungo y

**N° strati barre:** 2 **Zoom**

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 180    |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 37.17    | 5      |
| 2  | 37.17    | 175    |

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. **Metodo n**

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Tipo rottura**  
 Lato acciaio - Acciaio snervato

**Materiali**  
**B450C** **C32/40**  
 $\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200'000 N/mm²  $f_{cd}$  18.13 N/mm²  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  12.25 N/mm²  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{co}$  0.7333  
 $\tau_{c1}$  2.114

**Metodo di calcolo**  
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☒ Metodo n

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

**N° rett.** 100

**Calcola MRd** **Dominio M-N**

**L<sub>0</sub>** 0 cm **Col. modello**

☐ Precompresso

**M<sub>xRd</sub>** 2'494 kN m

$\sigma_c$  -18.13 N/mm²  
 $\sigma_s$  391.3 N/mm²  
 $\epsilon_c$  2.709 ‰  
 $\epsilon_s$  67.5 ‰  
 d 175 cm  
 x 6.753 x/d 0.03859  
 $\delta$  0.7

$$M_{Rd} = 2494 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 2448.48 \text{ kNm/m}$$

### - Verifica a taglio muri di valle

Per la verifica a taglio si considera la direzione y, maggiormente sollecitata, e si assume, ragionevolmente, un valore medio individuato in una zona significativa, preso pari a:

$$V_{Ed} = 1400.48 \times 1.80 = 2520 \text{ kN/m}$$

I muri di valle risultano armati a taglio con ganci Φ16/33/33, pertanto risulta:

|   |             |                    |  |
|---|-------------|--------------------|--|
| Classe di duttilità scelta:   | CD B: bassa | B: bassa           | ▼  |
| $f_{ck} =$  | 32          | MPa                |  |
| $f_{yd} =$  | 391.3       | Mpa                |  |
| $f_{cd} =$  | 18.1        | MPa                |  |
| $f'_{cd} = 0,5f_{cd} =$   | 9.1         | MPa                |  |
| $H =$   | 1800        | mm                 |  |
| $b_w =$   | 1000        | mm                 |  |
| $d =$   | 1750        | mm                 |  |
| $N_{Ed} =$  | 0.E+00      | N (compr)          |  |
| $V_{Ed} =$  | 2'520'000   | N                  |  |
| $\cotg\theta = \in [1; 2,5] \text{ (per } V_{Rds} \text{ e } V_{Rcd})$          | 2.50        | (accettabile)      |  |
| $(\cotg\theta)^2 =$   | 6.25        |                    |  |
| staffe $\phi =$   | 16          | mm                 |  |
| numero bracci resistenti sezione  | 3           |                    |  |
| passo "s" =   | 33          | cm                 |  |
| $A_s/s =$   | 18.28       | cm <sup>2</sup> /m |  |
| $\alpha =$  | 90 °        | =                  | 1.5708 rad                                   |
| $A_C = b_w H =$   | 1'800'000   | mmq                |  |
| $\sigma_{cp} = N_{Sd}/A_c =$  | 0.000       | Mpa                |  |
| $\alpha_c =$  | 1.00        |                    |  |
| $V_{Rsd} = \text{ (eq. 6.13 - E.C.2)}$  | 3.E+06      | N =                | 2816.23 kN                                   |
| $V_{Rd,max} = \text{ (eq. 6.14 - E.C.2)}$                                       | 5.E+06      | N =                | 4924.14 kN                                   |
| $V_{Ed\ lim} = 0,5 b_w d 0,6(1 - f_{ck}/250)f_{cd} = \text{ (eq. 6.5 - E.C.2)}$ | 8.E+06      | N =                | 8301.44 kN                                   |
| $V_{Ed} =$  | 2520.00     | kN                 | < $V_{Rds} = 2816.23$ kN (soddisfacente)     |
| $V_{Ed} =$  | 2520.00     | kN                 | < $V_{Rd,max} = 4924.14$ kN (soddisfacente)  |
| $V_{Ed} =$  | 2520.00     | kN                 | < $V_{Ed\ lim} = 8301.44$ kN (soddisfacente) |

#### 13.1.1.4 VERIFICHE MURI DI MONTE SP. 1.80 M

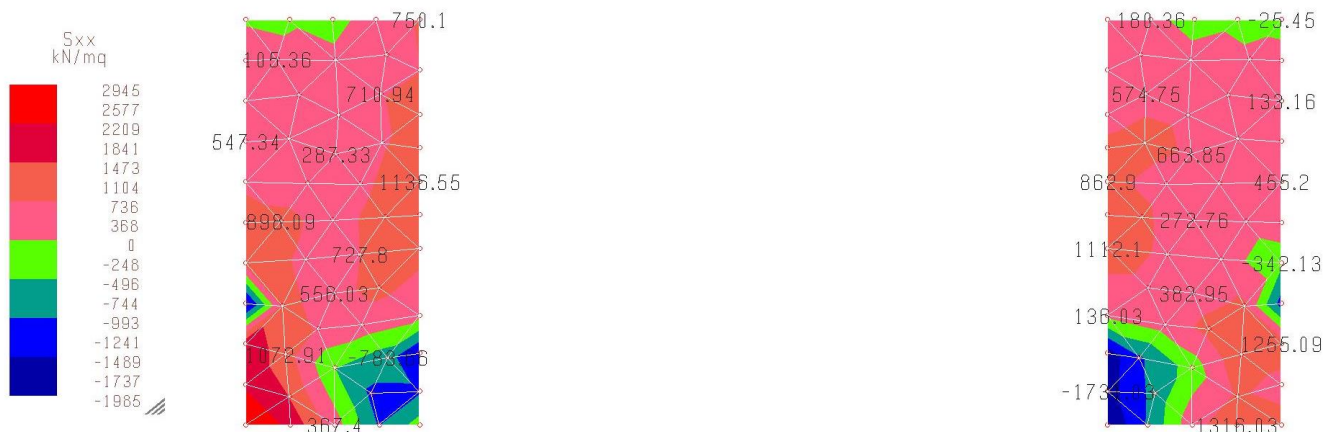


Figura 13-14 – Sforzo normale Sxx muri di monte [kN/m²]

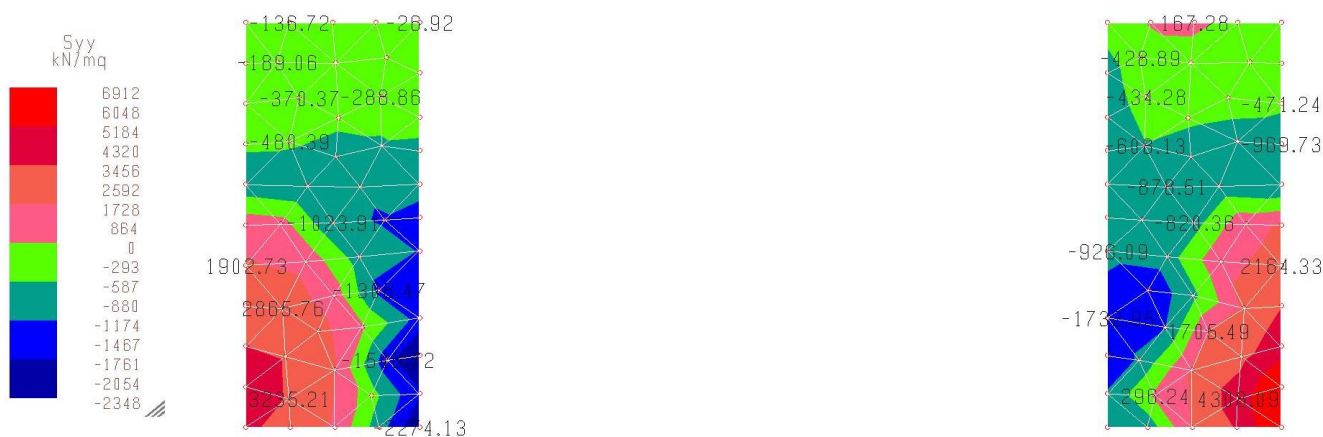


Figura 13-15 – Sforzo normale Syy muri di monte [kN/m²]



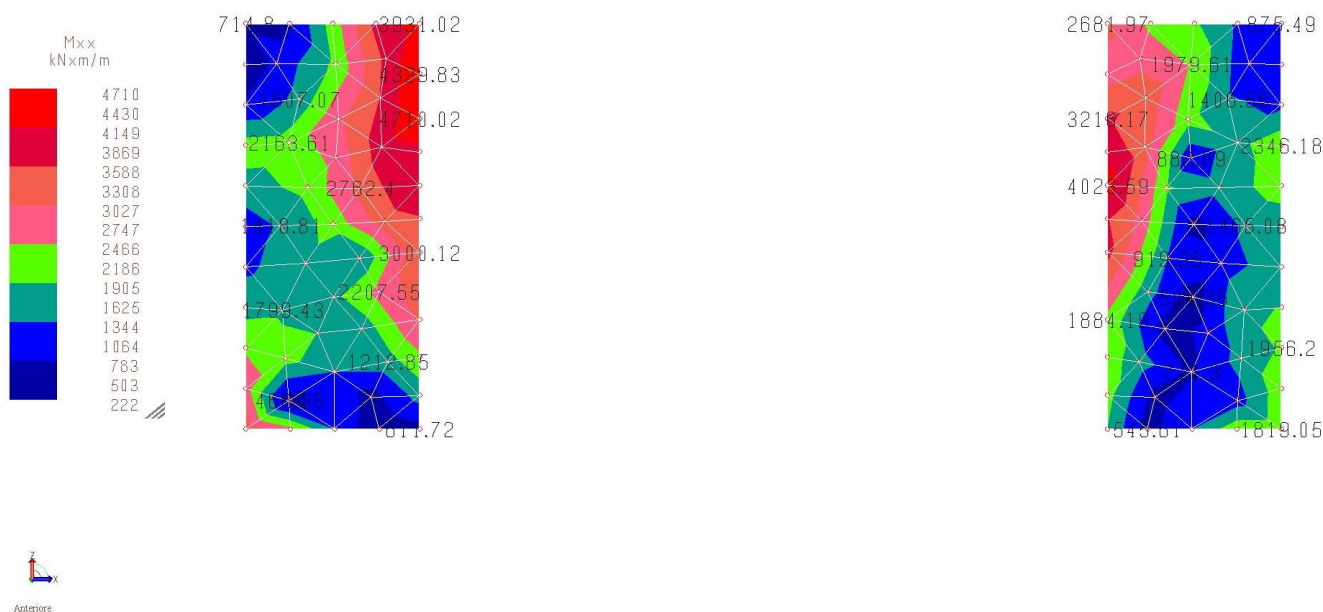


Figura 13-16 – Sollecitazioni di momento  $M_{xx}$  muri di monte [kNm/m]

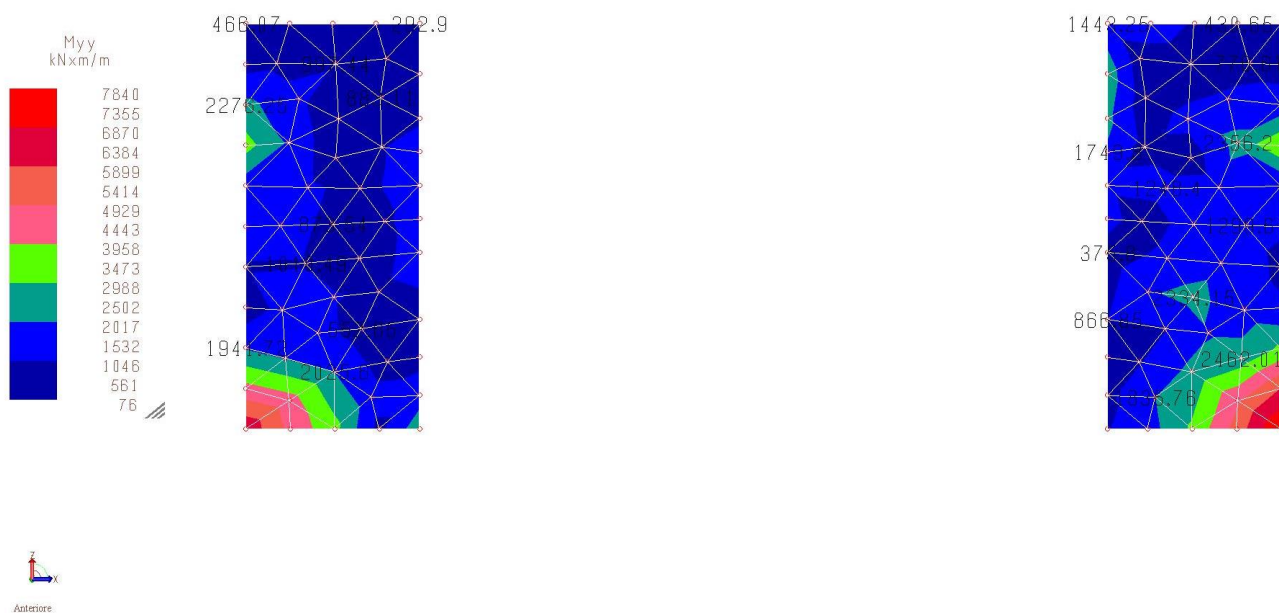


Figura 13-17 – Sollecitazioni di momento  $M_{yy}$  muri di monte [kNm/m]

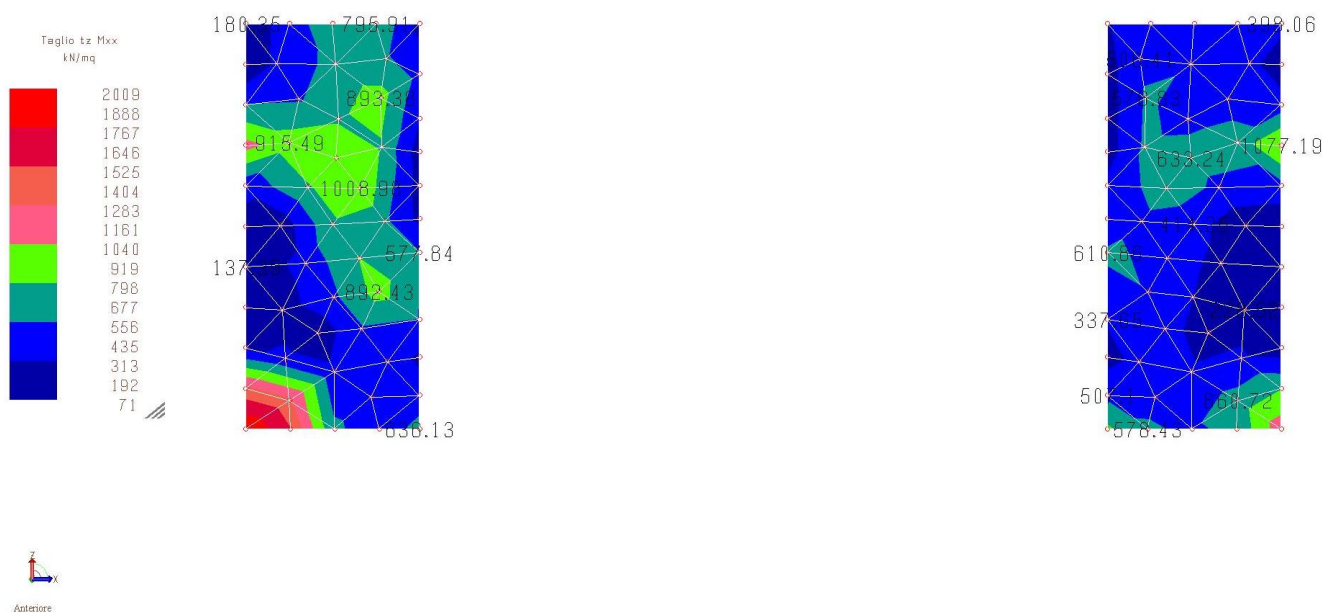


Figura 13-18 – Sollecitazioni di taglio tz Mxx muri di monte [kN/m²]

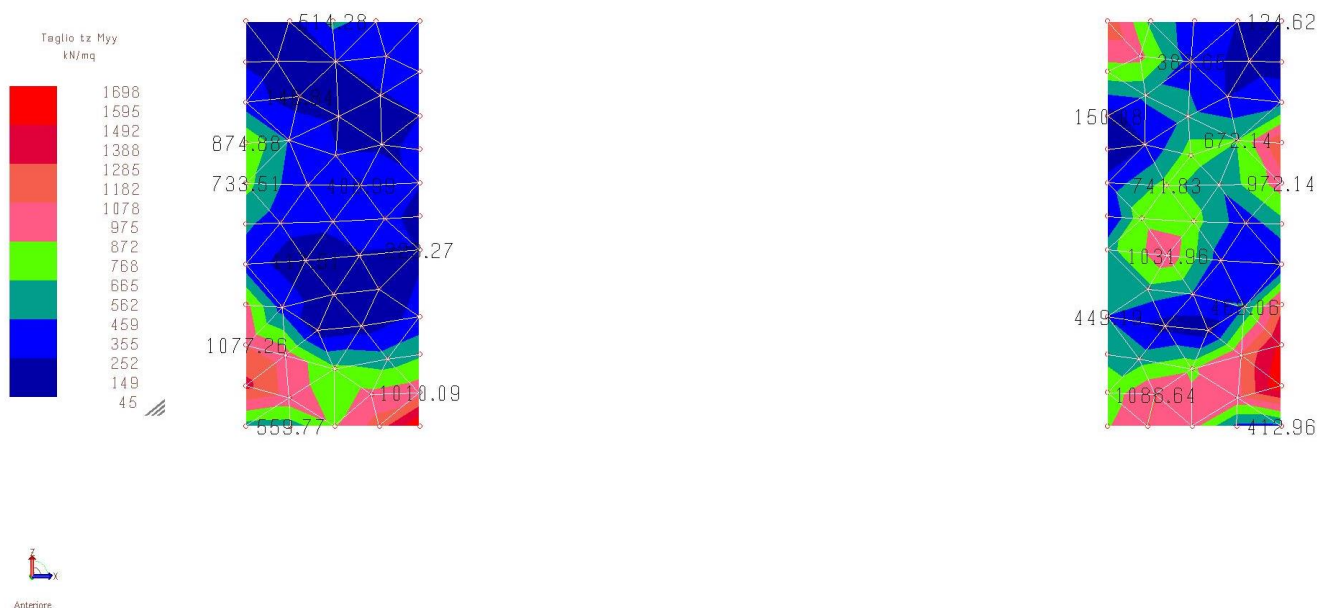


Figura 13-19 – Sollecitazioni di taglio tz Myy muri di monte [kN/m²]

### - Verifica a pressoflessione lungo x muri di monte

Per la verifica a momento flettente lungo x dei muri di monte, si considera, ragionevolmente, un valore medio individuato in una zona significativa, preso pari a:

$$M_{Ed} = 4710 \text{ kNm/m}$$

I muri di monte risultano armati con quattro livelli di armatura pari a 10Φ26/100, 5+5Φ22/100, 5Φ26/100, pertanto risulta:

**Titolo:** Muri di monte lungo x

**N° strati barre:** 4 **Zoom**

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 180    |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 53.09    | 5      |
| 2  | 19.01    | 15     |
| 3  | 19.01    | 165    |
| 4  | 53.09    | 175    |

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. **Metodo n**

**N<sub>Ed</sub>** 0 kN  
**M<sub>xEd</sub>** 0 kNm  
**M<sub>yEd</sub>** 0

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Tipo rottura**  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Materiali**  
**B450C** **C32/40**  
**ε<sub>su</sub>** 67.5 ‰ **ε<sub>c2</sub>** 2 ‰  
**f<sub>yd</sub>** 391.3 N/mm² **ε<sub>cu</sub>** 3.5 ‰  
**E<sub>s</sub>** 200'000 N/mm² **f<sub>cd</sub>** 18.13  
**E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>** 15 **f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub>** 0.8 ?  
**ε<sub>syd</sub>** 1.957 ‰ **σ<sub>c,adm</sub>** 12.25  
**σ<sub>s,adm</sub>** 255 N/mm² **τ<sub>co</sub>** 0.7333  
**τ<sub>c1</sub>** 2.114

**M<sub>xRd</sub>** 4'793 kN m  
**σ<sub>c</sub>** -18.13 N/mm²  
**σ<sub>s</sub>** 391.3 N/mm²  
**ε<sub>c</sub>** 3.5 ‰  
**ε<sub>s</sub>** 56 ‰  
**d** 175 cm  
**x** 10.29 **x/d** 0.05882  
**δ** 0.7

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Metodo di calcolo**  
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☒ Metodo n

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

**N° rett.** 100  
**Calcola MRd** **Dominio M-N**  
**L<sub>0</sub>** 0 cm **Col. modello**

☐ Precompresso

$$M_{Rd} = 4793 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 4710 \text{ kNm/m}$$

### - Verifica a pressoflessione lungo y muri di monte

Per la verifica a momento flettente lungo y dei muri di monte, si considera, ragionevolmente, un valore medio individuato in una zona significativa, preso pari a:

$$M_{Ed} = 2462 \text{ kNm/m}$$

I muri di monte risultano armati con due livelli di armatura pari a 7+7Φ26/100, pertanto risulta:

**Titolo :** Muri di monte lungo y

N° strati barre  Zoom

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 180    |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 37.17    | 5      |
| 2  | 37.17    | 175    |

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub>  kN  
 M<sub>xEd</sub>  kNm  
 M<sub>yEd</sub>  kNm

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN  yN

**Tipo rottura**  
 Lato acciaio - Acciaio snervato

**Materiali**  
☒ B450C ☐ C32/40  
 ε<sub>su</sub>  ‰ ε<sub>c2</sub>  ‰  
 f<sub>yd</sub>  N/mm² ε<sub>cu</sub>  ‰  
 E<sub>s</sub>  N/mm² f<sub>cd</sub>  N/mm²  
 E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>  f<sub>cc</sub> / f<sub>cd</sub>  ?  
 ε<sub>syd</sub>  ‰ σ<sub>c,adm</sub>  N/mm²  
 σ<sub>s,adm</sub>  N/mm² τ<sub>co</sub>    
 τ<sub>c1</sub>

M<sub>xRd</sub>  kN m  
 σ<sub>c</sub>  N/mm²  
 σ<sub>s</sub>  N/mm²  
 ε<sub>c</sub>  ‰  
 ε<sub>s</sub>  ‰  
 d  cm  
 x  x/d   
 δ

**Metodo di calcolo**  
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☒ Metodo n

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett.   
 Calcola MRd Dominio M-N  
 L<sub>0</sub>  cm Col. modello  
☐ Precompresso

$$M_{Rd} = 2494 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 2462 \text{ kNm/m}$$

### - Verifica a taglio muri di monte

Per la verifica a taglio si considera la direzione x, maggiormente sollecitata, e si assume, ragionevolmente, un valore medio individuato in una zona significativa, preso pari a:

$$V_{Ed} = 1538.21 \times 1.80 = 2768.77 \text{ kN/m}$$

I muri di monte risultano armati a taglio con ganci  $\Phi 16/33/33$ , pertanto risulta:

|   |   |                    |  |
|---|---|--------------------|--|
| Classe di duttilità scelta:   | CD B: bassa                                 | B: bassa           |  |
| $f_{ck} =$  | 32  | MPa                |  |
| $f_{yd} =$  | 391.3                                       | Mpa                |  |
| $f_{cd} =$  | 18.1  | MPa                |  |
| $f'_{cd} = 0,5f_{cd} =$   | 9.1   | MPa                |  |
| $H =$   | 1800  | mm                 |  |
| $b_w =$   | 1000  | mm                 |  |
| $d =$   | 1750  | mm                 |  |
| $N_{Ed} =$  | 0.E+00                                      | N (compr)          |  |
| $V_{Ed} =$  | 2'768'770                                   | N                  |  |
| $\cotg\theta =$   | $\in [1; 2,5]$ (per $V_{Rds}$ e $V_{Rcd}$ ) | 2.50               | (accettabile)                                |
| $(\cotg\theta)^2 =$   |   | 6.25               |  |
| staffe $\phi =$   | 16  | mm                 |  |
| numero bracci resistenti sezione  | 3   |                    |  |
| passo "s" =   | 33  | cm                 |  |
| $A_s/s =$   | 18.28                                       | cm <sup>2</sup> /m |  |
| $\alpha =$  | 90 °  | =                  | 1.5708 rad                                   |
| $A_C = b_w H =$   | 1'800'000                                   | mmq                |  |
| $\sigma_{cp} = N_{Sd}/A_c =$  | 0.000                                       | Mpa                |  |
| $\alpha_C =$  | 1.00  |                    |  |
| $V_{Rsd} =$ (eq. 6.13 - E.C.2)  | 3.E+06                                      | N =                | 2816.23 kN                                   |
| $V_{Rd,max} =$ (eq. 6.14 - E.C.2)                                       | 5.E+06                                      | N =                | 4924.14 kN                                   |
| $V_{Ed\ lim} = 0,5 b_w d 0,6(1 - f_{ck}/250)f_{cd} =$ (eq. 6.5 - E.C.2) | 8.E+06                                      | N =                | 8301.44 kN                                   |
| $V_{Ed} =$  | 2768.77                                     | kN                 | < $V_{Rds} = 2816.23$ kN (soddisfacente)     |
| $V_{Ed} =$  | 2768.77                                     | kN                 | < $V_{Rd,max} = 4924.14$ kN (soddisfacente)  |
| $V_{Ed} =$  | 2768.77                                     | kN                 | < $V_{Ed\ lim} = 8301.44$ kN (soddisfacente) |



### 13.1.1.5 VERIFICHE MURI CORRENTI SP. VARIABILE DA 3.64 M A 1.78 M

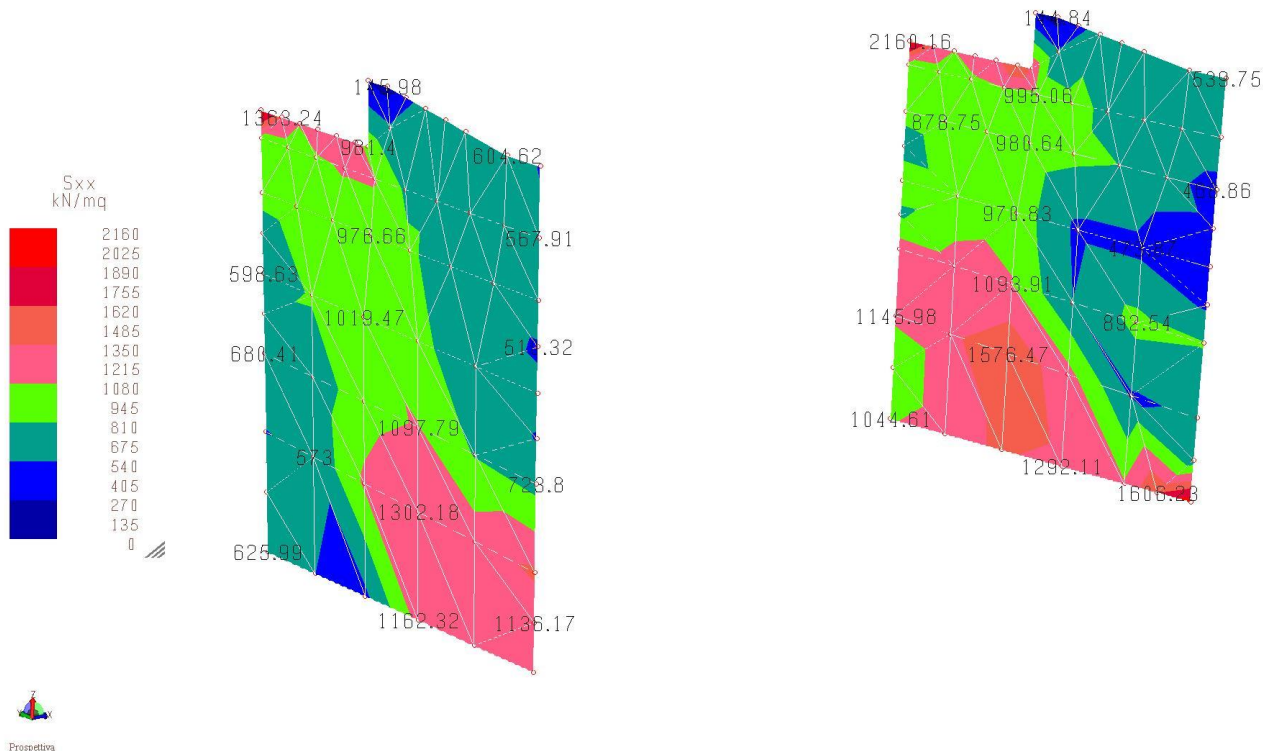


Figura 13-20 – Sforzo normale  $S_{xx}$  muri correnti [ $\text{kN/m}^2$ ]

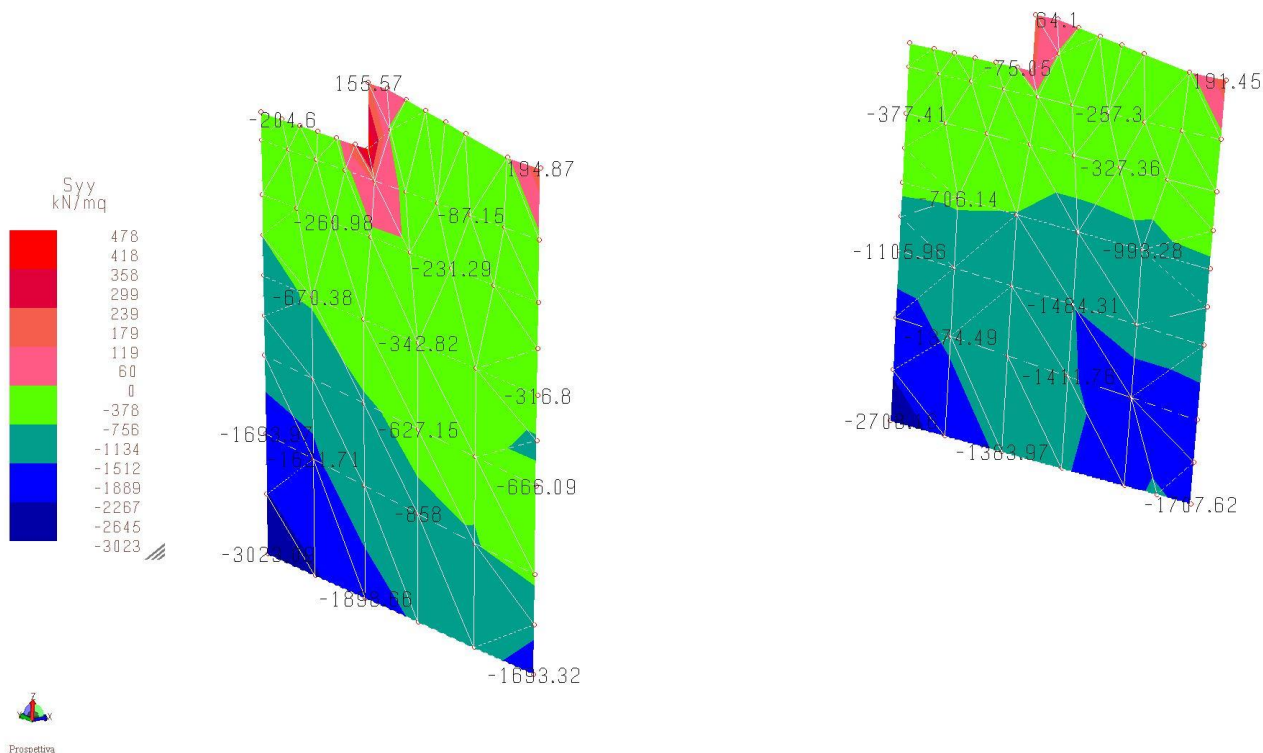


Figura 13-21 – Sforzo normale  $S_{yy}$  muri correnti [ $\text{kN/m}^2$ ]



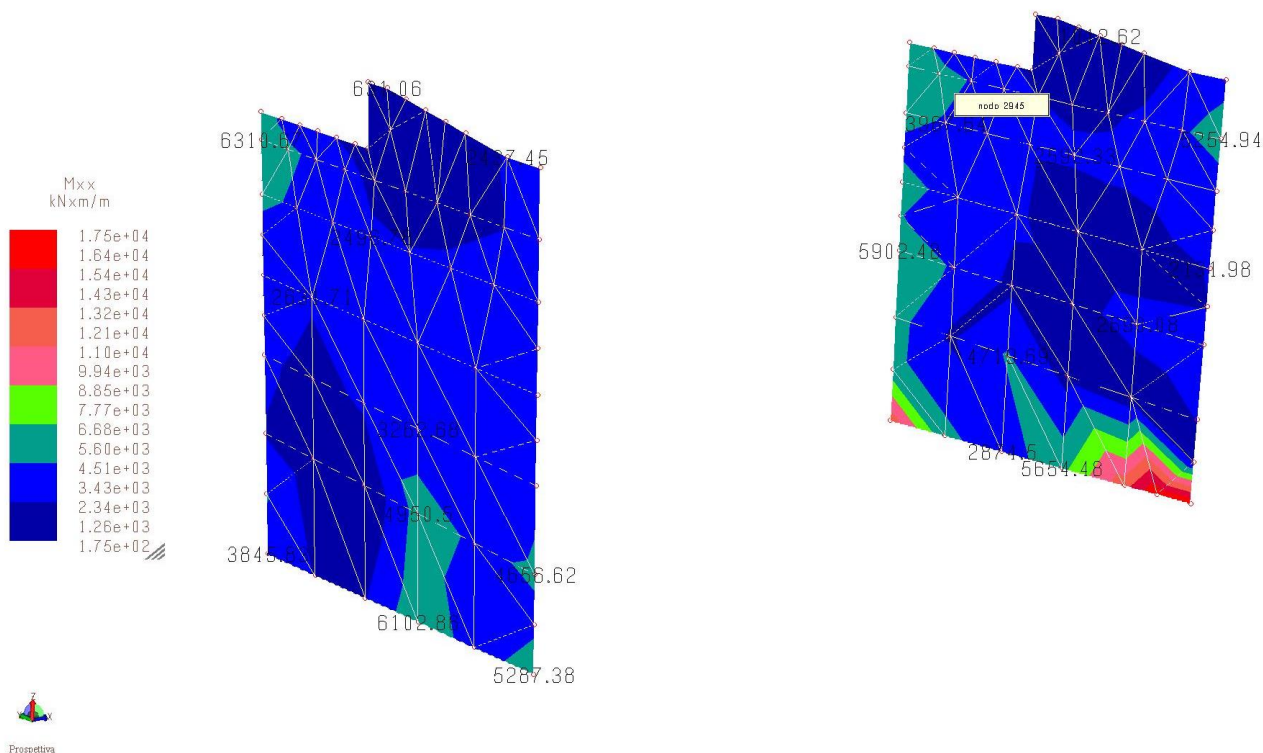


Figura 13-22 – Sollecitazioni di momento  $M_{xx}$  muri correnti [kNm/m]

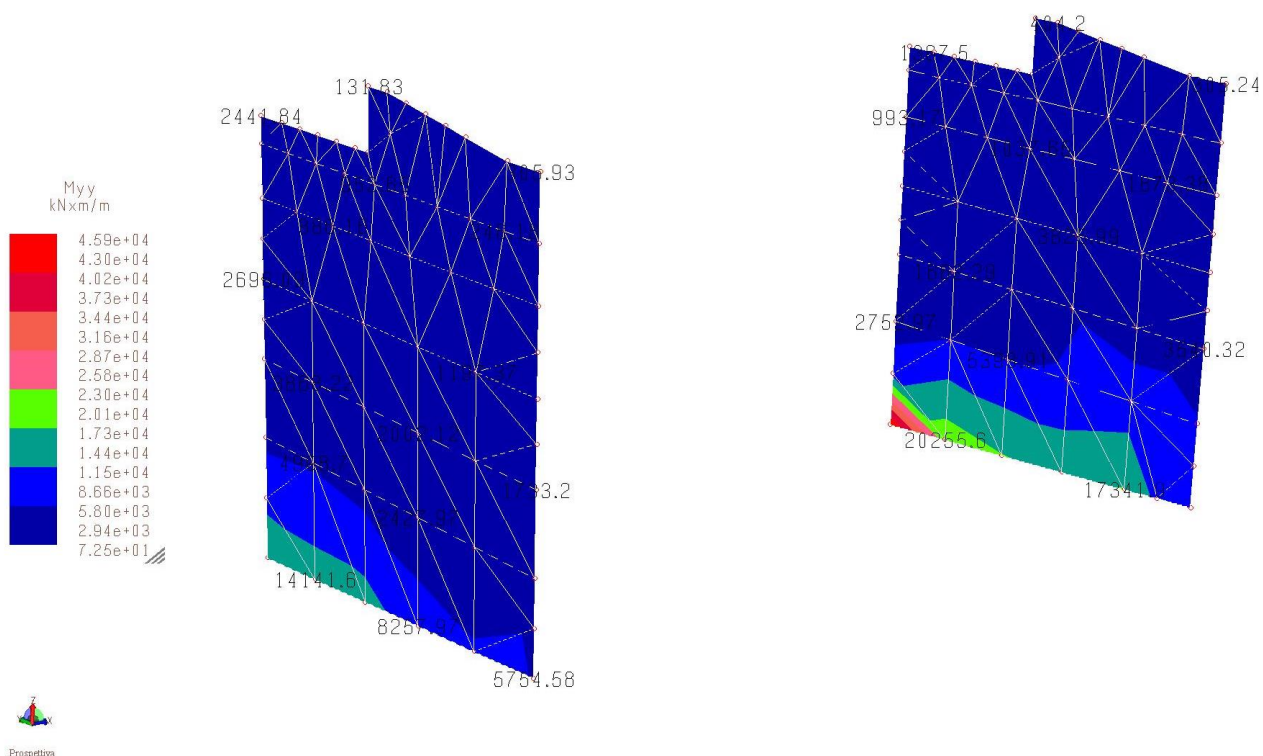


Figura 13-23 – Sollecitazioni di momento  $M_{yy}$  muri correnti [kNm/m]

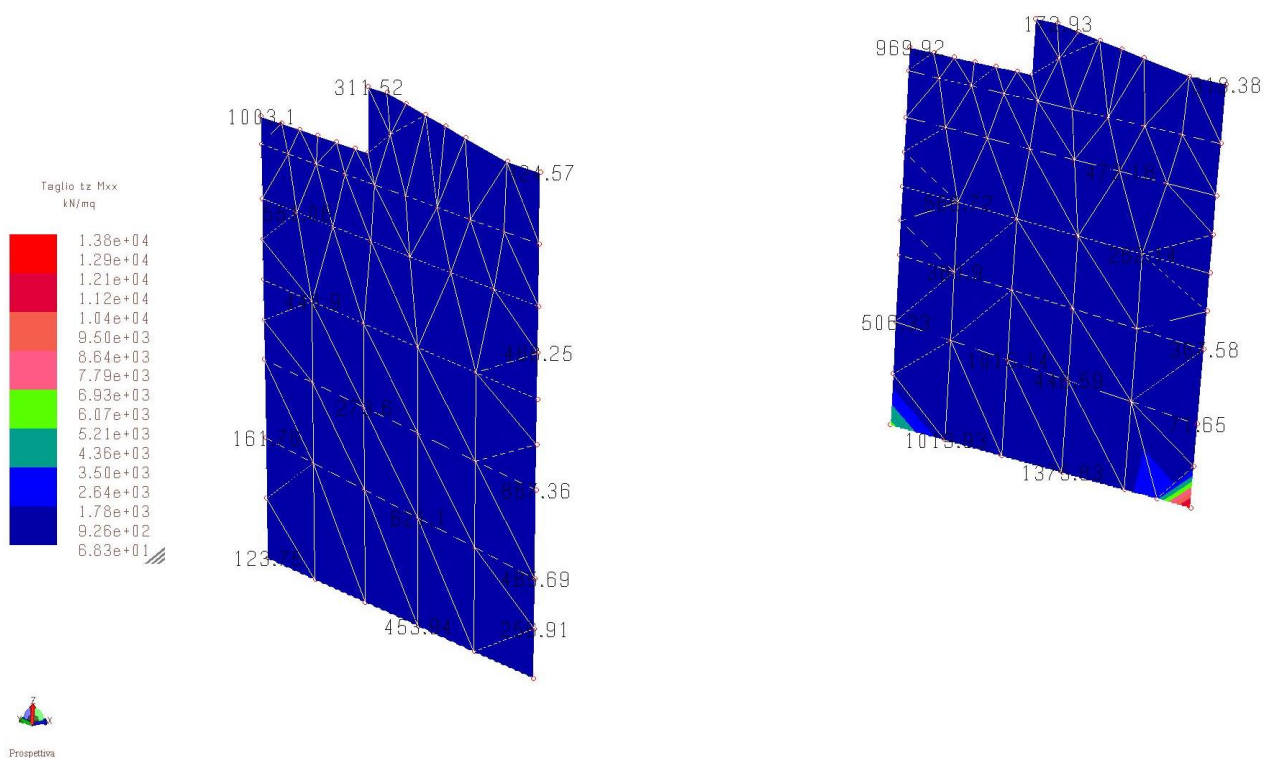


Figura 13-24 – Sollecitazioni di taglio tz Mxx muri correnti [kN/m²]

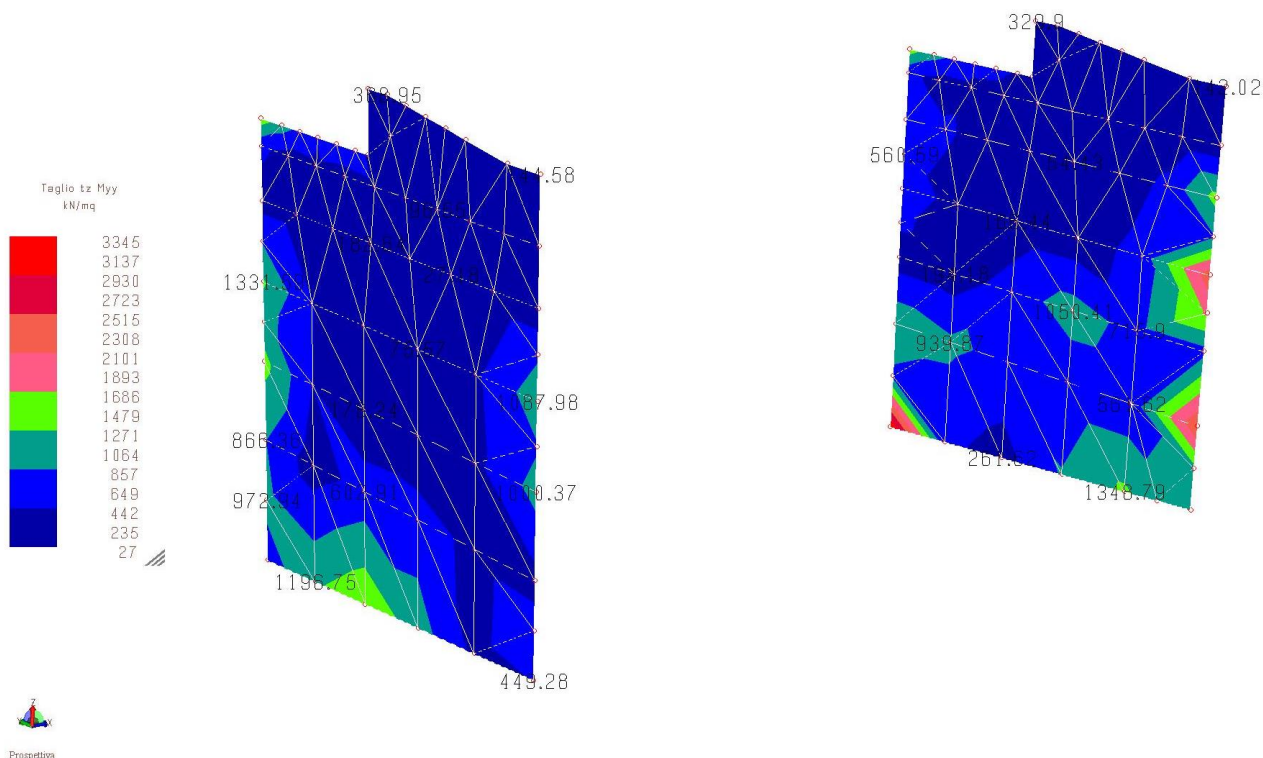


Figura 13-25 – Sollecitazioni di taglio tz Myy muri correnti [kN/m²]

### - Verifica a pressoflessione lungo x muri correnti

Per la verifica a momento flettente lungo x dei muri correnti, si considera, ragionevolmente, un valore medio individuato in una zona significativa, preso pari a:

$$M_{Ed} = 6102 \text{ kNm/m}$$

I muri correnti risultano armati con due livelli di armatura pari a 10+10Φ26/100, pertanto risulta:

**Titolo:** Muri correnti lungo x

N° strati barre: 2 Zoom

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 360    |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 53.09    | 5      |
| 2  | 53.09    | 355    |

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 kN  
 M<sub>xEd</sub> 0 kNm  
 M<sub>yEd</sub> 0 kNm

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Tipo rottura**  
 Lato acciaio - Acciaio snervato

**Materiali**  
 B450C C32/40  
 ε<sub>su</sub> 67.5 ‰ ε<sub>c2</sub> 2 ‰  
 f<sub>yd</sub> 391.3 N/mm² ε<sub>cu</sub> 3.5 ‰  
 E<sub>s</sub> 200'000 N/mm² f<sub>cd</sub> 18.13 N/mm²  
 E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0.8  
 ε<sub>syd</sub> 1.957 ‰ σ<sub>c,adm</sub> 12.25 N/mm²  
 σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0.7333  
 τ<sub>c1</sub> 2.114

M<sub>xRd</sub> 7'285 kN m  
 σ<sub>c</sub> -18.05 N/mm²  
 σ<sub>s</sub> 391.3 N/mm²  
 ε<sub>c</sub> 1.869 ‰  
 ε<sub>s</sub> 67.5 ‰  
 d 355 cm  
 x 9.563 x/d 0.02694  
 δ 0.7

**Metodo di calcolo**  
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☐ Metodo n

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett. 100  
 Calcola MRd Dominio M-N  
 L<sub>0</sub> 0 cm Col. modello

☐ Precompresso

$$M_{Rd} = 7285 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 6102 \text{ kNm/m}$$

### - Verifica a pressoflessione lungo y muri correnti

Per la verifica a momento flettente lungo y dei muri correnti, si considera, ragionevolmente, un valore medio individuato in una zona significativa, preso pari a:

$$M_{Ed} = 20255.6 \text{ kNm/m}$$

Inoltre si considera, un contributo medio di compressione, pari a:

$$N_{Ed} = 1600 \times 3.60 = 5760 \text{ kN/m}$$

I muri correnti risultano armati con quattro livelli di armatura pari a  $10\Phi 26/100$ ,  $7+7\Phi 26/100$ ,  $10\Phi 26/100$ , pertanto risulta:

**Titolo:** Muri correnti lungo y

N° strati barre: 4 Zoom

| N° | b [cm] | h [cm] | N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|--------|--------|----|----------|--------|
| 1  | 100    | 360    | 1  | 53.09    | 5      |
|    |        |        | 2  | 37.17    | 15     |
|    |        |        | 3  | 37.17    | 345    |
|    |        |        | 4  | 53.09    | 355    |

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. Metodo n  
 N<sub>Ed</sub> 5760 0 kN  
 M<sub>xEd</sub> 0 0 kNm  
 M<sub>yEd</sub> 0 0

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Tipo rottura**  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Materiali**  
 B450C C32/40  
 ε<sub>su</sub> 67.5 ‰ ε<sub>c2</sub> 2 ‰  
 f<sub>yd</sub> 391.3 N/mm² ε<sub>cu</sub> 3.5 ‰  
 E<sub>s</sub> 200000 N/mm² f<sub>cd</sub> 18.13  
 E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0.8 ?  
 ε<sub>syd</sub> 1.957 ‰ σ<sub>c,adm</sub> 12.25  
 σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0.7333  
 τ<sub>c1</sub> 2.114

M<sub>xRd</sub> 21497 kNm  
 σ<sub>c</sub> -18.13 N/mm²  
 σ<sub>s</sub> 391.3 N/mm²  
 ε<sub>c</sub> 3.5 ‰  
 ε<sub>s</sub> 28.2 ‰  
 d 355 cm  
 x 39.19 x/d 0.1104  
 δ 0.7

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Metodo di calcolo**  
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☐ Metodo n

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett. 100  
 Calcola MRd Dominio M-N  
 L<sub>0</sub> 0 cm Col. modello  
☐ Precompresso

$$M_{Rd} = 21497 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 20255.6 \text{ kNm/m}$$

### - Verifica a taglio muri correnti

Per la verifica a taglio si considera la direzione x, maggiormente sollecitata, e si assume, ragionevolmente, un valore medio individuato in una zona significativa, preso pari a:

$$V_{Ed} = 1375 \times 3.6 = 4950 \text{ kN/m}$$

I muri correnti risultano armati a taglio con ganci  $\Phi 16/33/33$ , pertanto risulta:

|   |   |                    |  |
|---|---|--------------------|--|
| Classe di duttilità scelta:   | CD B: bassa                                 | B: bassa           |  |
| $f_{ck} =$  | 32  | MPa                |  |
| $f_{yd} =$  | 391.3                                       | Mpa                |  |
| $f_{cd} =$  | 18.1  | MPa                |  |
| $f'_{cd} = 0,5f_{cd} =$   | 9.1   | MPa                |  |
| $H =$   | 1800  | mm                 |  |
| $b_w =$   | 1000  | mm                 |  |
| $d =$   | 1750  | mm                 |  |
| $N_{Ed} =$  | 0.E+00                                      | N (compr)          |  |
| $V_{Ed} =$  | 2'768'770                                   | N                  |  |
| $\cotg\theta =$   | $\in [1; 2,5]$ (per $V_{Rds}$ e $V_{Rcd}$ ) | 2.50               | (accettabile)                                |
| $(\cotg\theta)^2 =$   | 6.25  |                    |  |
| staffe $\phi =$   | 16  | mm                 |  |
| numero bracci resistenti sezione  | 3   |                    |  |
| passo "s" =   | 33  | cm                 |  |
| $A_s/s =$   | 18.28                                       | cm <sup>2</sup> /m |  |
| $\alpha =$  | 90 °  | =                  | 1.5708 rad                                   |
| $A_C = b_w H =$   | 1'800'000                                   | mmq                |  |
| $\sigma_{cp} = N_{Sd}/A_c =$  | 0.000                                       | Mpa                |  |
| $\alpha_C =$  | 1.00  |                    |  |
| $V_{Rsd} =$ (eq. 6.13 - E.C.2)  | 3.E+06                                      | N =                | 2816.23 kN                                   |
| $V_{Rd,max} =$ (eq. 6.14 - E.C.2)                                       | 5.E+06                                      | N =                | 4924.14 kN                                   |
| $V_{Ed\ lim} = 0,5 b_w d 0,6(1 - f_{ck}/250)f_{cd} =$ (eq. 6.5 - E.C.2) | 8.E+06                                      | N =                | 8301.44 kN                                   |
| $V_{Ed} =$  | 2768.77                                     | kN                 | < $V_{Rds} = 2816.23$ kN (soddisfacente)     |
| $V_{Ed} =$  | 2768.77                                     | kN                 | < $V_{Rd,max} = 4924.14$ kN (soddisfacente)  |
| $V_{Ed} =$  | 2768.77                                     | kN                 | < $V_{Ed\ lim} = 8301.44$ kN (soddisfacente) |



### 13.1.1.6 VERIFICHE MURI PARAGHIAIA SP. 0.65 M

Sui muri paraghiaia, di altezza 2.10 m, agiscono le spinte dovute a:

$$q = \text{spinta dovuta al transito dei carichi di I categoria} = 1.5 \times [9 + (600 / 3 \times 2.2)] = 149.86 \text{ kN/m}^2$$

$$g = \text{spinta dovuta al terreno} = 1.3 \times 2.10 \times 19 \times 0.375 = 19.45 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{dove: } k_a = \text{coefficiente di spinta attiva} = 0.375$$

$$\Phi = \text{angolo di attrito} = 27^\circ$$

$$c = \text{coesione} = 0$$

$$\gamma = \text{peso specifico terreno} = 19 \text{ kN/m}^3$$

Le sollecitazioni agenti sui muri paraghiaia che si ottengono sono pari a:

$$V_{Ed-g} = (19.45 \times 2.10) / 2 = 20.42 \text{ kN}$$

$$M_{Ed-g} = (19.45 \times 2.10) / 2 \times (2.10 / 3) = 14.29 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed-q} = 149.86 \times 2.10 = 314.71 \text{ kN}$$

$$M_{Ed-q} = (149.86 \times 2.10^2) / 2 = 330.44 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed-tot} = 335.13 \text{ kN}$$

$$M_{Ed-tot} = 344.73 \text{ kNm}$$



- Verifica a pressoflessione muri paraghiaia

I muri paraghiaia risultano armati verticalmente con 1+1Φ22/20 e con ferri ripartitori 1+1Φ16/20, pertanto risulta:

**Titolo :** Muri paraghiaia

N° strati barre  Zoom

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 65     |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 19.01    | 5      |
| 2  | 19.01    | 60     |

**Sollecitazioni**  
 S.L.U.  Metodo n

N<sub>Ed</sub>   kN  
 M<sub>xEd</sub>   kNm  
 M<sub>yEd</sub>

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN  yN

**Tipo rottura**  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Metodo di calcolo**  
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☒ Metodo n

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

**Materiali**  
☒ B450C ☐ C32/40  
 ε<sub>su</sub>  ‰ ε<sub>c2</sub>  ‰  
 f<sub>yd</sub>  N/mm² ε<sub>cu</sub>   
 E<sub>s</sub>  N/mm² f<sub>cd</sub>   
 E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>  f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub>  ?  
 ε<sub>syd</sub>  ‰ σ<sub>c,adm</sub>   
 σ<sub>s,adm</sub>  N/mm² τ<sub>co</sub>   
 τ<sub>c1</sub>

M<sub>xRd</sub>  kNm  
 σ<sub>c</sub>  N/mm²  
 σ<sub>s</sub>  N/mm²  
 ε<sub>c</sub>  ‰  
 ε<sub>s</sub>  ‰  
 d  cm  
 x  x/d   
 δ

N° rett.   
   
 L<sub>0</sub>  cm   
☐ Precompresso

$$M_{Rd} = 430.5 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 344.73 \text{ kNm/m}$$

### - Verifica a taglio muri paraghiaia

I muri correnti risultano armati a taglio con ganci  $\Phi 10/33/33$ , pertanto risulta:

|   |   |                    |  |
|---|---|--------------------|--|
| Classe di duttilità scelta:   | CD B: bassa                                 | B: bassa           | ▼  |
| $f_{ck} =$  | 32  | MPa                |  |
| $f_{yd} =$  | 391.3                                       | Mpa                |  |
| $f_{cd} =$  | 18.1  | MPa                |  |
| $f'_{cd} = 0,5f_{cd} =$   | 9.1   | MPa                |  |
| $H =$   | 650   | mm                 |  |
| $b_w =$   | 1000  | mm                 |  |
| $d =$   | 600   | mm                 |  |
| $N_{Ed} =$  | 0.E+00                                      | N (compr)          |  |
| $V_{Ed} =$  | 335'130                                     | N                  |  |
| $\cotg\theta =$   | $\in [1; 2,5]$ (per $V_{Rds}$ e $V_{Rcd}$ ) | 2.50               | (accettabile)                                |
| $(\cotg\theta)^2 =$   | 6.25  |                    |  |
| staffe $\phi =$   | 10  | mm                 |  |
| numero bracci resistenti sezione  | 3   |                    |  |
| passo "s" =   | 33  | cm                 |  |
| $A_s/s =$   | 7.14  | cm <sup>2</sup> /m |  |
| $\alpha =$  | 90 °  | =                  | 1.5708 rad                                   |
| $A_C = b_w H =$   | 650'000                                     | mmq                |  |
| $\sigma_{cp} = N_{Sd}/A_c =$  | 0.000                                       | Mpa                |  |
| $\alpha_C =$  | 1.00  |                    |  |
| $V_{Rsd} =$ (eq. 6.13 - E.C.2)  | 4.E+05                                      | N =                | 377.17 kN                                    |
| $V_{Rd,max} =$ (eq. 6.14 - E.C.2)                                       | 2.E+06                                      | N =                | 1688.28 kN                                   |
| $V_{Ed\ lim} = 0,5 b_w d 0,6(1 - f_{ck}/250)f_{cd} =$ (eq. 6.5 - E.C.2) | 3.E+06                                      | N =                | 2846.21 kN                                   |
| $V_{Ed} =$  | 335.13                                      | kN                 | < $V_{Rds} = 377.17$ kN (soddisfacente)      |
| $V_{Ed} =$  | 335.13                                      | kN                 | < $V_{Rd,max} = 1688.28$ kN (soddisfacente)  |
| $V_{Ed} =$  | 335.13                                      | kN                 | < $V_{Ed\ lim} = 2846.21$ kN (soddisfacente) |

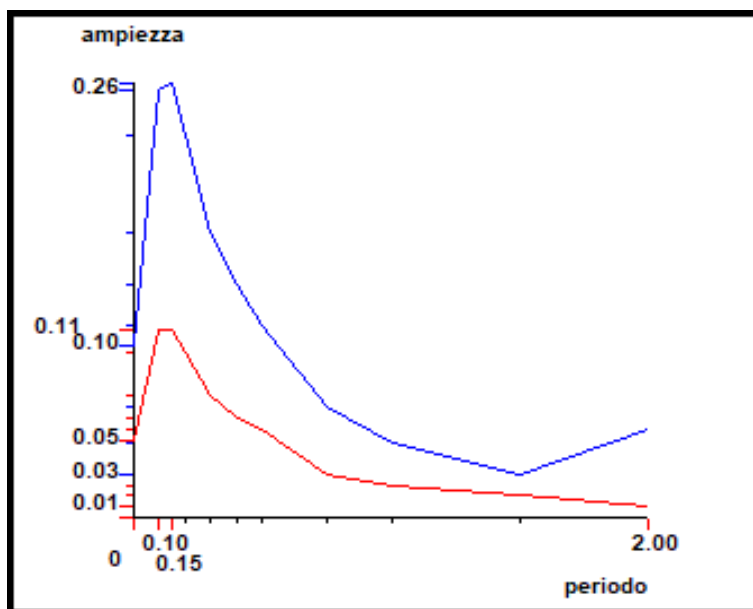
### 13.1.2 MODELLO DI CALCOLO FEM – SLE – SLD

#### 13.1.2.1 TABULATI DI ANALISI

##### INTESTAZIONE E DATI CARATTERISTICI DELLA STRUTTURA

|                                  |                         |
|----------------------------------|-------------------------|
| Nome dell'archivio di lavoro     | <b>Modello blocco 4</b> |
| Intestazione del lavoro          | <b>Blocco 4 SLE-SLD</b> |
| Tipo di struttura                | Nello Spazio            |
| Tipo di analisi                  | Statica e Dinamica      |
| Tipo di soluzione                | Lineare                 |
| Unita' di misura delle forze     | kN                      |
| Unita' di misura delle lunghezze | m                       |
| Normativa                        | NTC-2008                |
| Spettro sismico locale           |                         |
| Comportamento strutturale        | NON Dissipativo         |

#### Grafico spettri Norme Tecniche delle Costruzioni 2008



Fattore di importanza  $\gamma_i$  1 applicato

**Spettri orizzontali:**

| Num. | Periodo | A.sle X |
|------|---------|---------|
| 1    | 0.000   | 0.1030  |
| 2    | 0.100   | 0.2570  |
| 3    | 0.150   | 0.2610  |
| 4    | 0.200   | 0.2300  |
| 5    | 0.300   | 0.1720  |
| 6    | 0.400   | 0.1400  |
| 7    | 0.500   | 0.1160  |
| 8    | 0.750   | 0.0669  |

|    |       |        |
|----|-------|--------|
| 9  | 1.000 | 0.0455 |
| 10 | 1.500 | 0.0259 |
| 11 | 2.000 | 0.0532 |

#### Spettro verticale:

| Num. | Periodo | A.sle Z |
|------|---------|---------|
| 1    | 0.000   | 0.0467  |
| 2    | 0.100   | 0.1133  |
| 3    | 0.150   | 0.1133  |
| 4    | 0.200   | 0.1000  |
| 5    | 0.300   | 0.0733  |
| 6    | 0.400   | 0.0600  |
| 7    | 0.500   | 0.0533  |
| 8    | 0.750   | 0.0267  |
| 9    | 1.000   | 0.0200  |
| 10   | 1.500   | 0.0133  |
| 11   | 2.000   | 0.0067  |

## COMBINAZIONI DI CARICO

### NORMATIVA: NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI 2008 ITALIA

### COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE D'ESERCIZIO

| Num. | Descrizione            | Parametri                | Tipo azione/categoria          | Condizione              | Moltiplicatore |
|------|------------------------|--------------------------|--------------------------------|-------------------------|----------------|
| 1    | Dinamica - SLD - TR200 | Azione sismica: Presente | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                        |                          | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.000          |
|      |                        |                          | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.000          |
|      |                        |                          | Permanente: Permanente portato | Condizione 5            | 1.000          |
|      |                        |                          | Variabile: Autorimesse         | Condizione 2            | 0.600          |
| 8    | Dinamica SLD - TR1000  | Azione sismica: Presente | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                        |                          | Permanente: Permanente portato | Condizione 3            | 1.000          |
|      |                        |                          | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.000          |
|      |                        |                          | Permanente: Permanente portato | Condizione 5            | 1.000          |
|      |                        |                          | Variabile: Autorimesse         | Condizione 2            | 0.600          |

| Num. | Descrizione                                 | Parametri       | Tipo azione/categoria          | Condizione              | Moltiplicatore |
|------|---|-----------------|--------------------------------|-------------------------|----------------|
| 3    | Frequente - Statica TR1000                  | Tipologia: Rara | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |   |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 3            | 1.000          |
|      |   |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.000          |
|      |   |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 5            | 1.000          |
|      |   |                 | Variabile: Autorimesse         | Condizione 2            | 0.700          |
| 4    | Frequente - Statica TR200 - Mezzi appoggio  | Tipologia: Rara | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |   |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.000          |
|      |   |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.000          |
|      |   |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 5            | 1.000          |
|      |   |                 | Variabile: Autorimesse         | Condizione 2            | 0.700          |
| 5    | Frequente - Statica TR200 - mezzi mezzzeria | Tipologia: Rara | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |   |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.000          |
|      |   |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.000          |
|      |   |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 5            | 1.000          |
|      |   |                 | Variabile: Autorimesse         | Condizione 2            | 0.700          |

| Num. | Descrizione                           | Parametri       | Tipo azione/categoria          | Condizione              | Moltiplicatore |
|------|---------------------------------------|-----------------|--------------------------------|-------------------------|----------------|
| 10   | Rara - Statica TR1000                 | Tipologia: Rara | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                                       |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 3            | 1.000          |
|      |                                       |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.000          |
|      |                                       |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 5            | 1.000          |
|      |                                       |                 | Variabile: Autorimesse         | Condizione 2            | 1.000          |
| 11   | Rara - Statica TR200 - Mezzi appoggio | Tipologia: Rara | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                                       |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.000          |
|      |                                       |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.000          |
|      |                                       |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 5            | 1.000          |
|      |                                       |                 | Variabile: Autorimesse         | Condizione 2            | 1.000          |
| 12   | Rara - Statica TR200 - mezzi mezzera  | Tipologia: Rara | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                                       |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.000          |
|      |                                       |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.000          |
|      |                                       |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 5            | 1.000          |
|      |                                       |                 | Variabile: Autorimesse         | Condizione 2            | 1.000          |
| 13   | QP - Statica TR1000                   | Tipologia: Rara | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                                       |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 3            | 1.000          |
|      |                                       |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.000          |
|      |                                       |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 5            | 1.000          |
|      |                                       |                 | Variabile: Autorimesse         | Condizione 2            | 0.600          |
| 14   | QP - Statica TR200 - Mezzi appoggio   | Tipologia: Rara | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                                       |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.000          |
|      |                                       |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.000          |
|      |                                       |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 5            | 1.000          |
|      |                                       |                 | Variabile: Autorimesse         | Condizione 2            | 0.600          |
| 15   | QP - Statica TR200 - mezzi mezzera    | Tipologia: Rara | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                                       |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.000          |
|      |                                       |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.000          |
|      |                                       |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 5            | 1.000          |
|      |                                       |                 | Variabile: Autorimesse         | Condizione 2            | 0.600          |

## COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI DANNO

| Num. | Descrizione  | Parametri                | Tipo azione/categoria          | Condizione              | Moltiplicatore |
|------|--------------|--------------------------|--------------------------------|-------------------------|----------------|
| 16   | SLD - TR1000 | Azione sismica: Presente | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |              |                          | Permanente: Permanente portato | Condizione 3            | 1.000          |
|      |              |                          | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.000          |
|      |              |                          | Permanente: Permanente portato | Condizione 5            | 1.000          |
|      |              |                          | Variabile: Autorimesse         | Condizione 2            | 0.600          |
| 17   | SLD - TR200  | Azione sismica: Presente | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |              |                          | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.000          |
|      |              |                          | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.000          |
|      |              |                          | Permanente: Permanente portato | Condizione 5            | 1.000          |
|      |              |                          | Variabile: Autorimesse         | Condizione 2            | 0.600          |

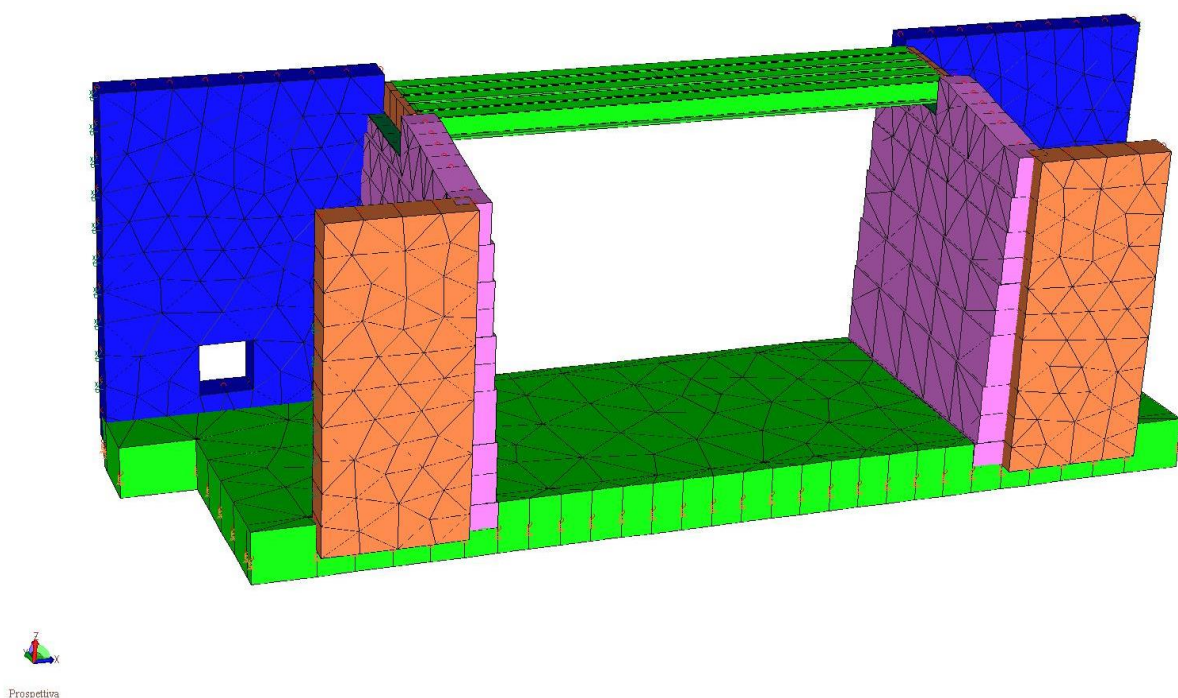


Figura 13-26 – Modello FEM 3d



### 13.1.2.2 VERIFICHE PLATEA SP. MEDIO 2.90 M - LIMITAZIONE DELLE TENSIONI

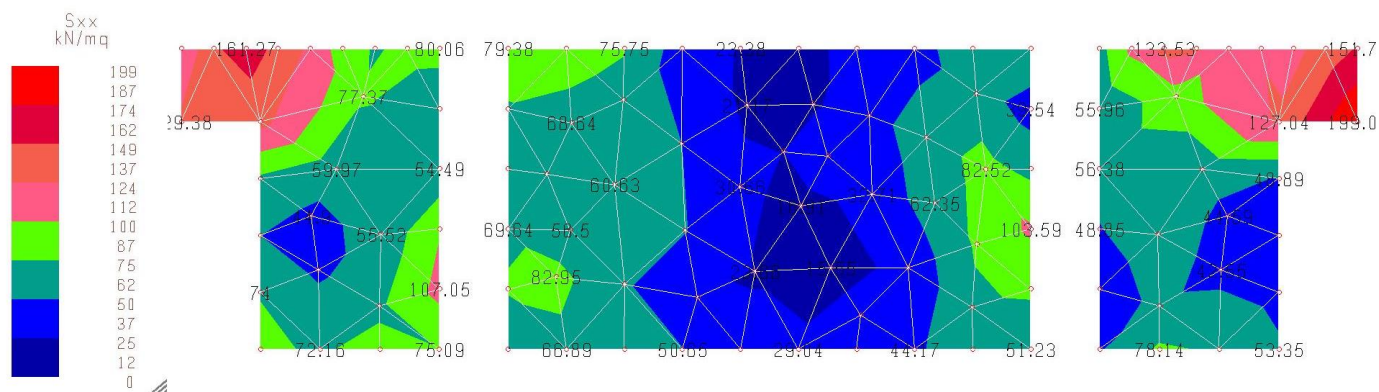


Figura 13-27 – Sforzo normale Sxx platea [kN/m<sup>2</sup>]

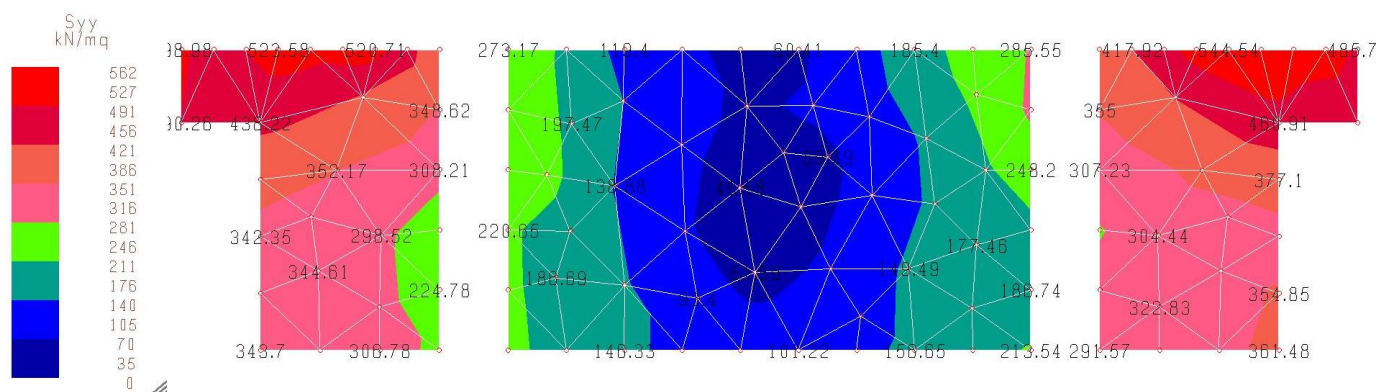


Figura 13-28 – Sforzo normale Syy platea [kN/m<sup>2</sup>]

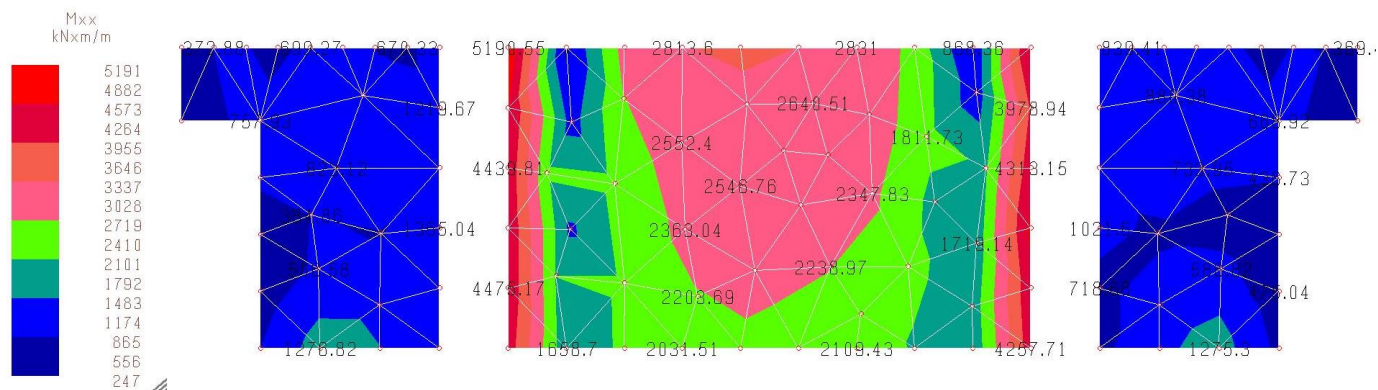


Figura 13-29 – Sollecitazioni di momento Mxx platea [kNm/m]

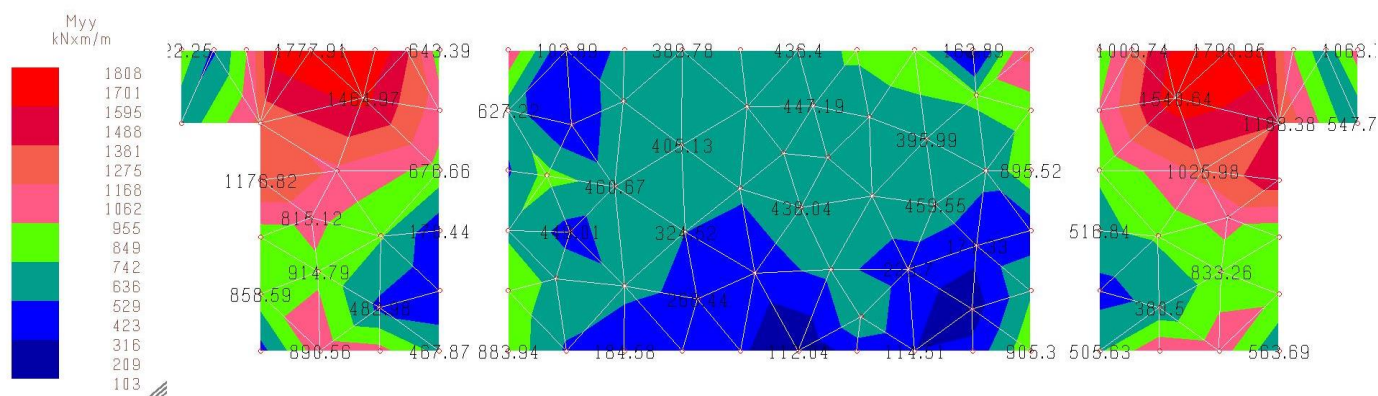


Figura 13-30 – Sollecitazioni di momento Myy platea [kNm/m]

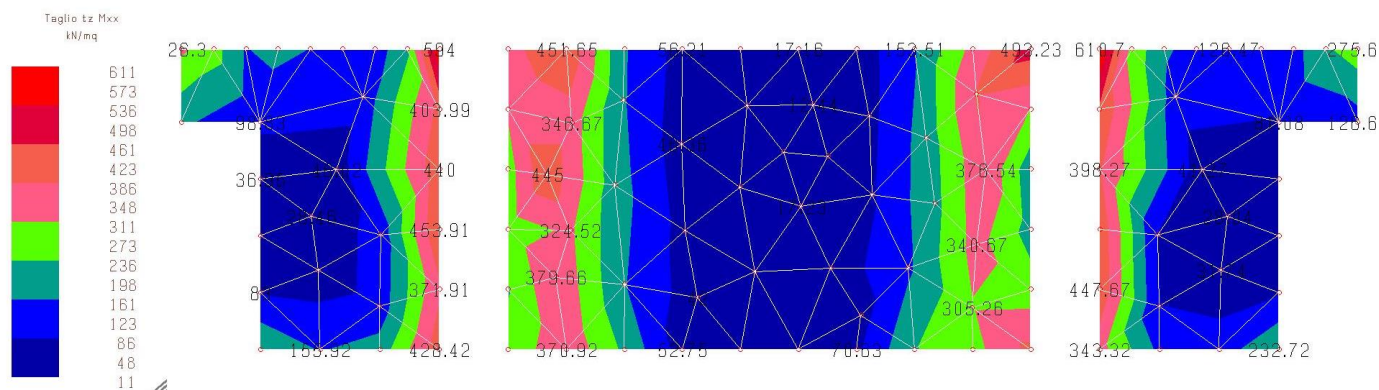


Figura 13-31 – Sollecitazioni di taglio tz Mxx platea [kN/m²]

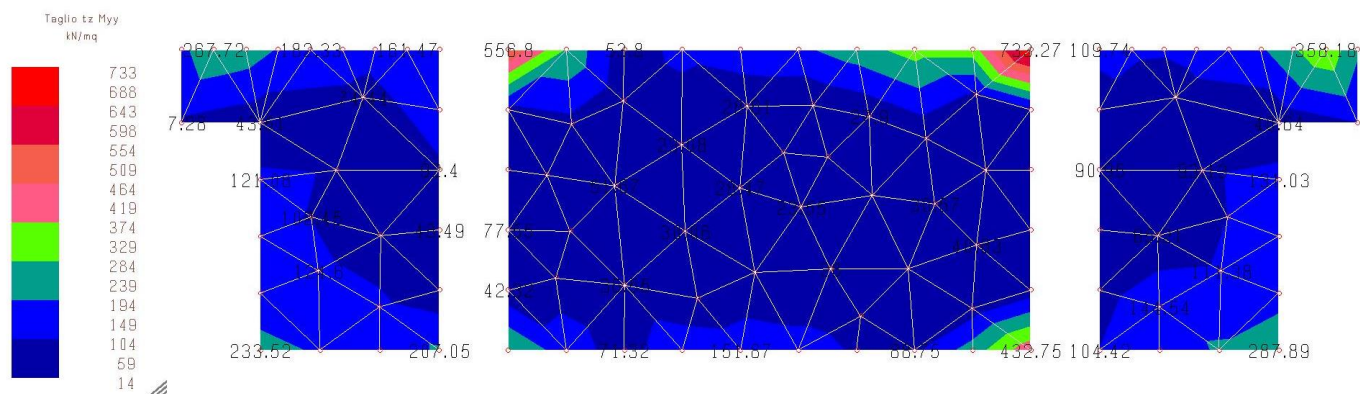


Figura 13-32 – Sollecitazioni di taglio tz Myy platea [kN/m²]

- Verifica a pressoflessione lungo x platea

$M_{Ed} =$

5191 kNm/m

La platea risulta armata con quattro livelli di armatura pari a  $14\Phi 26/100$ , pertanto risulta:

**Titolo:** Platea lungo x

N° strati barre: 4 Zoom

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 290    |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 74.33    | 5      |
| 2  | 74.33    | 15     |
| 3  | 74.33    | 275    |
| 4  | 74.33    | 285    |

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 kN  
 M<sub>xEd</sub> 0 5191 kNm  
 M<sub>yEd</sub> 0 0

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Metodo di calcolo**  
☐ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☒ Metodo n

**Materiali**

| B450C                      | C20/25                |
|----------------------------|-----------------------|
| $\epsilon_{su}$ 67.5 ‰     | $\epsilon_{c2}$ 2 ‰   |
| $f_{yd}$ 391.3 N/mm²       | $\epsilon_{cu}$ 3.5 ‰ |
| $E_s$ 200'000 N/mm²        | $f_{cd}$ 11.33        |
| $E_s/E_c$ 15               | $f_{cc}/f_{cd}$ 0.8 ? |
| $\epsilon_{syd}$ 1.957 ‰   | $\sigma_{c,adm}$ 8.5  |
| $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² | $\tau_{co}$ 0.5333    |
|                            | $\tau_{c1}$ 1.686     |

$\sigma_c$  -3.434 N/mm²  
 $\sigma_s$  137.8 N/mm²

$\epsilon_s$  0.6889 ‰  
 d 285 cm  
 x 77.56 x/d 0.2721  
 $\delta$  0.7802

**Verifica**  
 N° iterazioni: 4  
☐ Precompresso

Eseguendo verifiche allo SLE di tipo tensionale, si ha che:

$$\sigma_{c,max} = 0.45 f_{ck} = 0.45 \times 20.8 = 9.36 \text{ N/mm}^2$$

>

$$\sigma_c = 3.43 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{s,max} = 0.8 f_{yk} = 0.8 \times 450 = 360 \text{ N/mm}^2$$

>

$$\sigma_s = 137.8 \text{ N/mm}^2$$



- Verifica a pressoflessione lungo y platea

$M_{Ed} =$

1808 kNm/m

La platea risulta armata con due livelli di armatura pari a 11+11 $\Phi$ 26/100, pertanto risulta:

**Titolo :** Platea lungo y

N° strati barre  Zoom

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 290    |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 58.40    | 5      |
| 2  | 58.40    | 285    |

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub>  kN  
 M<sub>xEd</sub>  kNm  
 M<sub>yEd</sub>  kNm

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN  yN

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Metodo di calcolo**  
☐ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☒ Metodo n

**Materiali**

| B450C                      | C20/25                |
|----------------------------|-----------------------|
| $\epsilon_{su}$ 67.5 ‰     | $\epsilon_{c2}$ 2 ‰   |
| $f_{yd}$ 391.3 N/mm²       | $\epsilon_{cu}$ 3.5 ‰ |
| $E_s$ 200'000 N/mm²        | $f_{cd}$ 11.33        |
| $E_s/E_c$ 15               | $f_{cc}/f_{cd}$ 0.8   |
| $\epsilon_{syd}$ 1.957 ‰   | $\sigma_{c,adm}$ 8.5  |
| $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² | $\tau_{co}$ 0.5333    |
|                            | $\tau_{c1}$ 1.686     |

$\sigma_c$  -1.869 N/mm²  
 $\sigma_s$  114.9 N/mm²

$\epsilon_s$  0.5746 ‰  
 d 285 cm  
 x 55.88 x/d 0.1961  
 $\delta$  0.7

**Verifica**  
 N° iterazioni:

☐ Precompresso

Eseguendo verifiche allo SLE di tipo tensionale, si ha che:

$$\sigma_{c,max} = 0.45 f_{ck} = 0.45 \times 20.8 = 9.36 \text{ N/mm}^2$$

$$> \sigma_c = 1.87 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{s,max} = 0.8 f_{yk} = 0.8 \times 450 = 360 \text{ N/mm}^2$$

$$> \sigma_s = 114.9 \text{ N/mm}^2$$

### 13.1.2.3 VERIFICHE PLATEA SP. MEDIO 2.90 M – VERIFICA A FESSURAZIONE

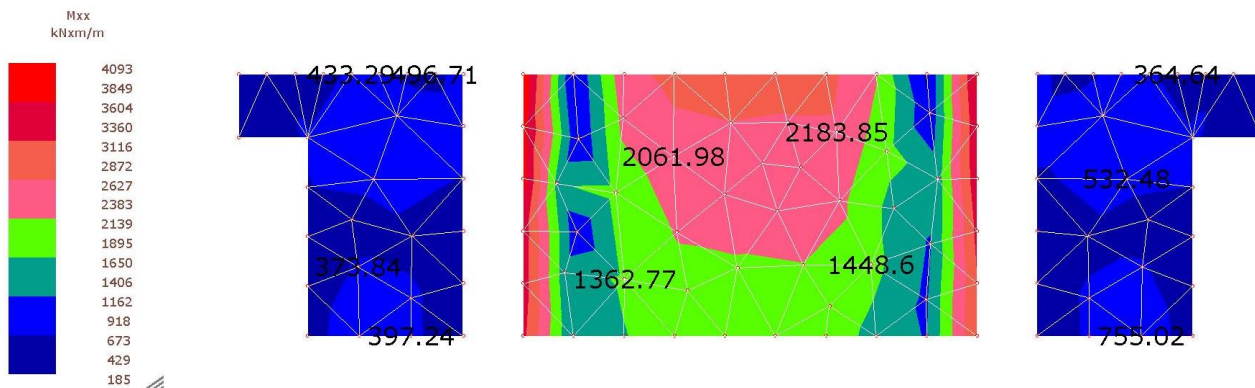


Figura 13-33 – Sollecitazioni di momento Mxx platea [kNm/m]

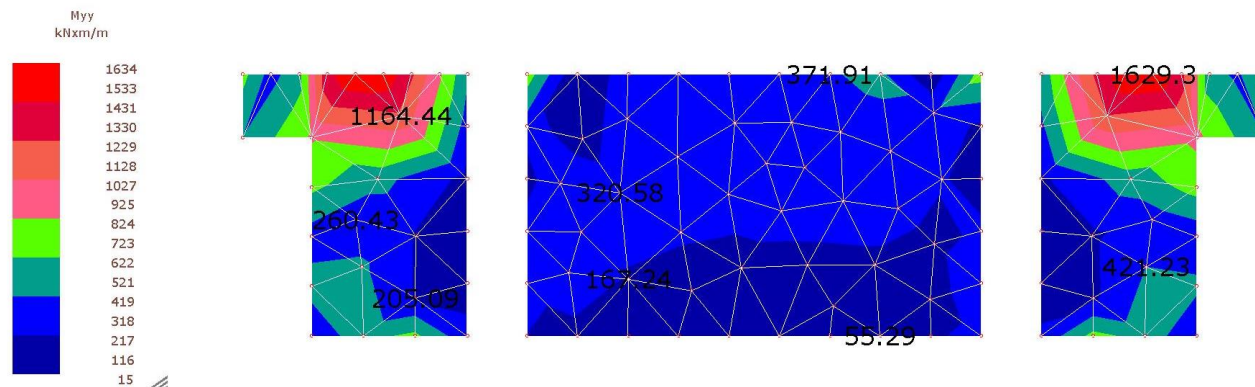


Figura 13-34 – Sollecitazioni di momento Myy platea [kNm/m]



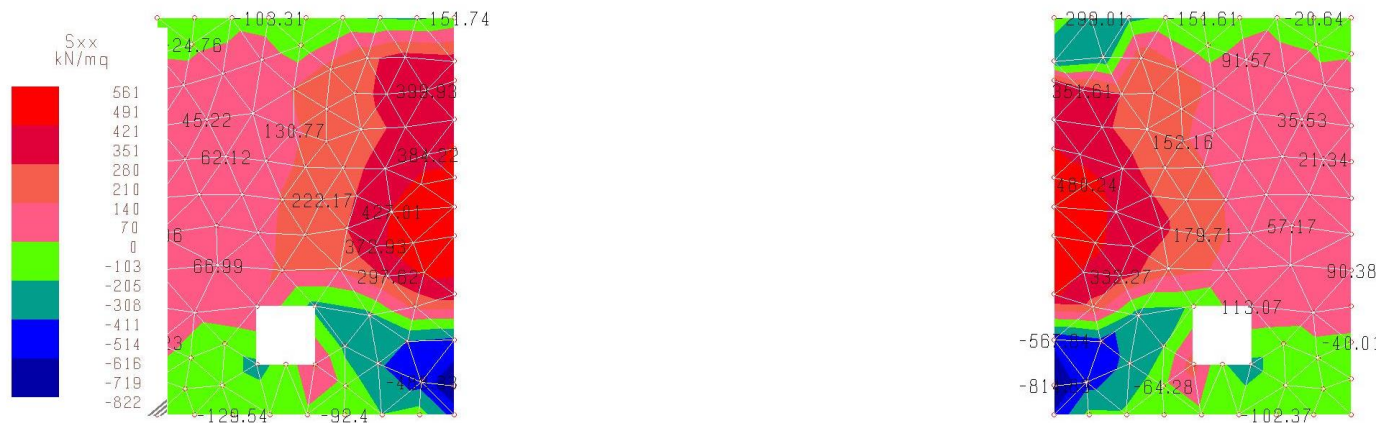
- Verifica a fessurazione lungo x platea

| Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente   |                                 |               |                    |
|---|---------------------------------|---------------|--------------------|
| <b>Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente</b>      | <b><math>M_{Ed,q.p.}</math></b> | <b>4093</b>   | <b>[kNm]</b>       |
| Durata del carico   |                                 | lunga         | [-]                |
| Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore                        | x                               | 611.51        | [mm]               |
| Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata | $\sigma_s$                      | 205.10        | [MPa]              |
| Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo    | $f_{ct,eff}$                    | 2.2           | [MPa]              |
| Fattore dipendente dalla durata del carico                            | $k_t$                           | 0.4           | [-]                |
| Altezza efficace  | $h_{c,eff}$                     | 125           | [mm]               |
| Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura              | $A_{c,eff}$                     | 125000        | [mm <sup>2</sup> ] |
| Rapporto geometrico sull'area efficace                                | $\rho_{p,eff}$                  | 0.05946       | [-]                |
| Rapporto tra $E_s/E_{cm}$   | $\alpha_e$                      | 6.68          | [-]                |
| Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo | $\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$ | 0.000922      | [-]                |
|   |                                 | 0.000922      | [-]                |
| Determinazione del diametro equivalente delle barre tese              | $\phi_{eq}$                     | 26.00         | [mm]               |
| Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre     | $k_1$                           | 0.8           | [-]                |
| Coefficiente che tiene conto della flessione pura                     | $k_2$                           | 0.5           | [-]                |
|   | $k_3$                           | 3.4           | [-]                |
|   | $k_4$                           | 0.425         | [-]                |
| Distanza massima tra le fessure                                       | $s_{r,max}$                     | 183.13        | [mm]               |
|   |                                 | 183.13        | [mm]               |
| <b>Ampiezza delle fessure</b>   | <b><math>w_k</math></b>         | <b>0.1688</b> | <b>[mm]</b>        |
| <b>Ampiezza massima delle fessure</b>                                 | <b><math>w_{max}</math></b>     | <b>0.2</b>    | <b>[mm]</b>        |

- Verifica a pressoflessione lungo y platea

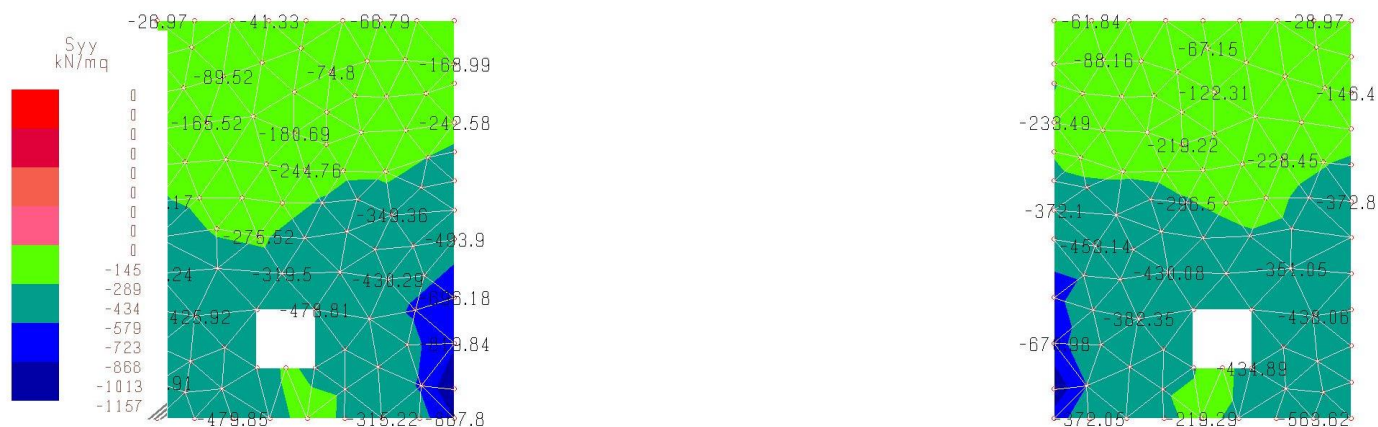
| Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente   |                                 |                           |
|---|---------------------------------|---------------------------|
| <b>Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente</b>      | <b><math>M_{Ed,q.p.}</math></b> | <b>1634 [kNm]</b>         |
| Durata del carico   |                                 | lunga [-]                 |
| Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore                        | x                               | 558.82 [mm]               |
| Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata | $\sigma_s$                      | 103.85 [MPa]              |
| Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo    | $f_{ct,eff}$                    | 2.2 [MPa]                 |
| Fattore dipendente dalla durata del carico                            | $k_t$                           | 0.4 [-]                   |
| Altezza efficace  | $h_{c,eff}$                     | 125 [mm]                  |
| Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura              | $A_{c,eff}$                     | 125000 [mm <sup>2</sup> ] |
| Rapporto geometrico sull'area efficace                                | $\rho_{p,eff}$                  | 0.04672 [-]               |
| Rapporto tra $E_s/E_{cm}$   | $\alpha_e$                      | 6.68 [-]                  |
| Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo | $\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$ | 0.000395 [-]              |
|   |                                 | 0.000395 [-]              |
| Determinazione del diametro equivalente delle barre tese              | $\phi_{eq}$                     | 26.00 [mm]                |
| Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre     | $k_1$                           | 0.8 [-]                   |
| Coefficiente che tiene conto della flessione pura                     | $k_2$                           | 0.5 [-]                   |
|   | $k_3$                           | 3.4 [-]                   |
|   | $k_4$                           | 0.425 [-]                 |
| Distanza massima tra le fessure                                       | $s_{r,max}$                     | 203.40 [mm]               |
|   |                                 | 203.40 [mm]               |
| <b>Ampiezza delle fessure</b>   | <b><math>w_k</math></b>         | <b>0.0804 [mm]</b>        |
| <b>Ampiezza massima delle fessure</b>                                 | <b><math>w_{max}</math></b>     | <b>0.2 [mm]</b>           |

### 13.1.2.4 VERIFICHE MURI DI VALLE SP. 1.80 M – LIMITAZIONE DELLE TENSIONI



Anteriore

Figura 13-35 – Sforzo normale  $S_{xx}$  muri di valle [ $\text{kN/m}^2$ ]



Anteriore

Figura 13-36 – Sforzo normale  $S_{yy}$  muri di valle [ $\text{kN/m}^2$ ]

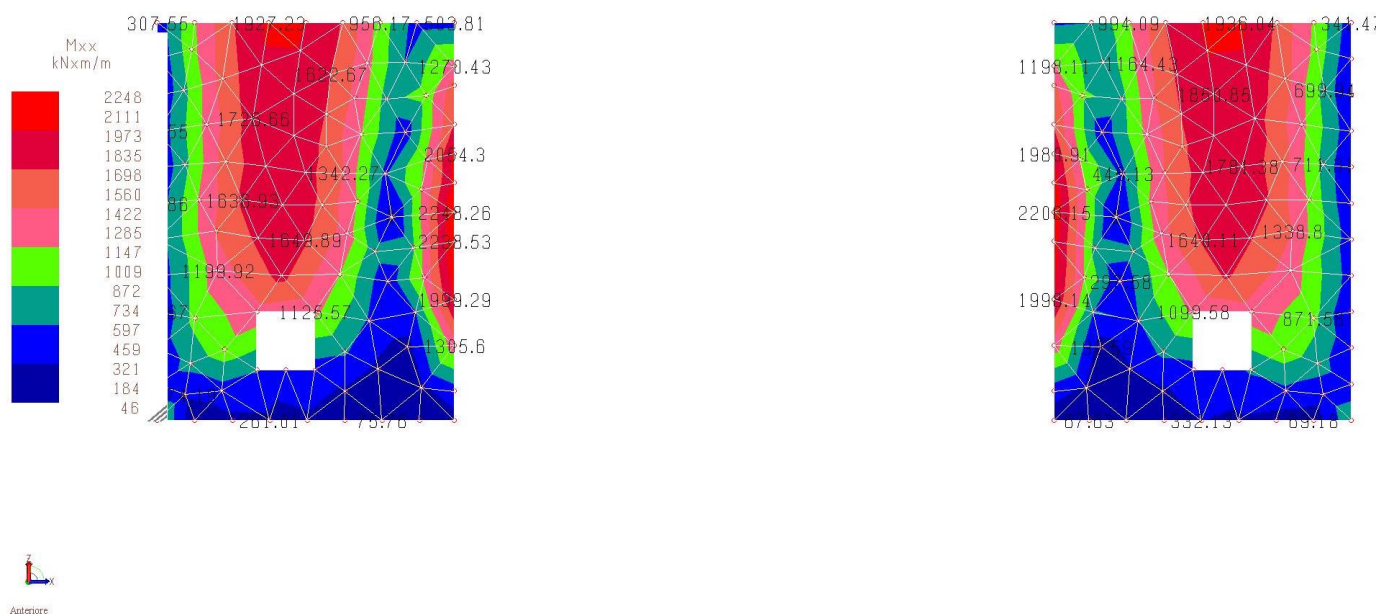


Figura 13-37 – Sollecitazioni di momento  $M_{xx}$  muri di valle [kNm/m]

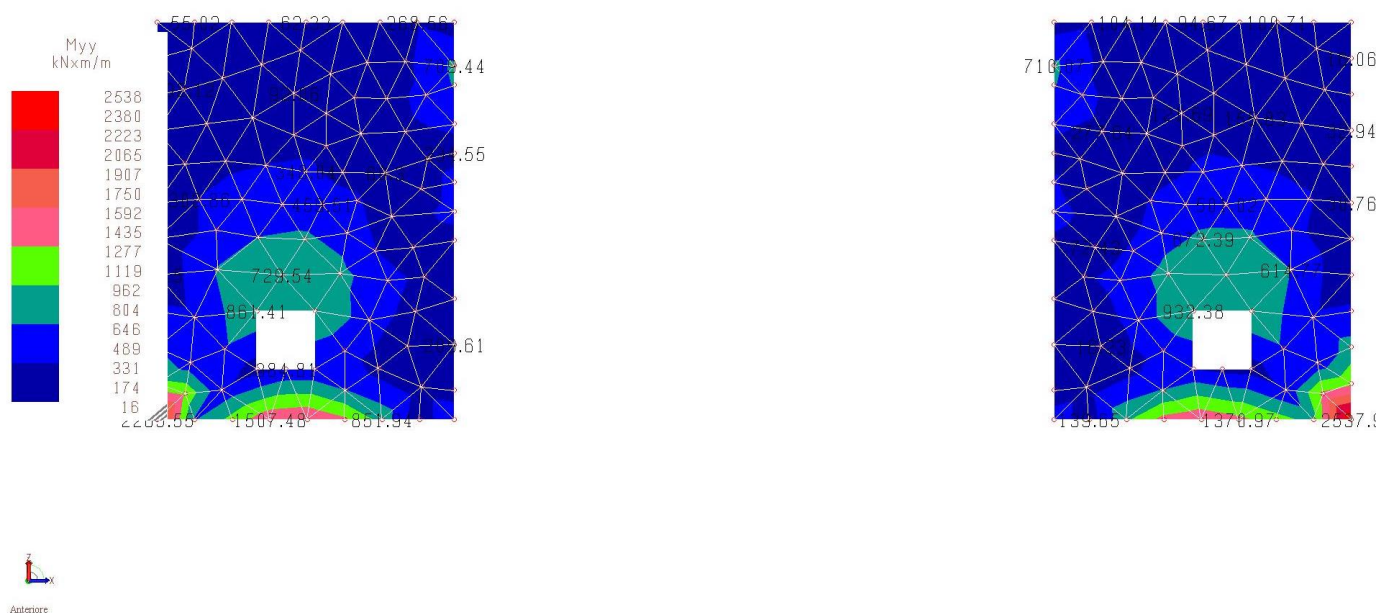


Figura 13-38 – Sollecitazioni di momento  $M_{yy}$  muri di valle [kNm/m]



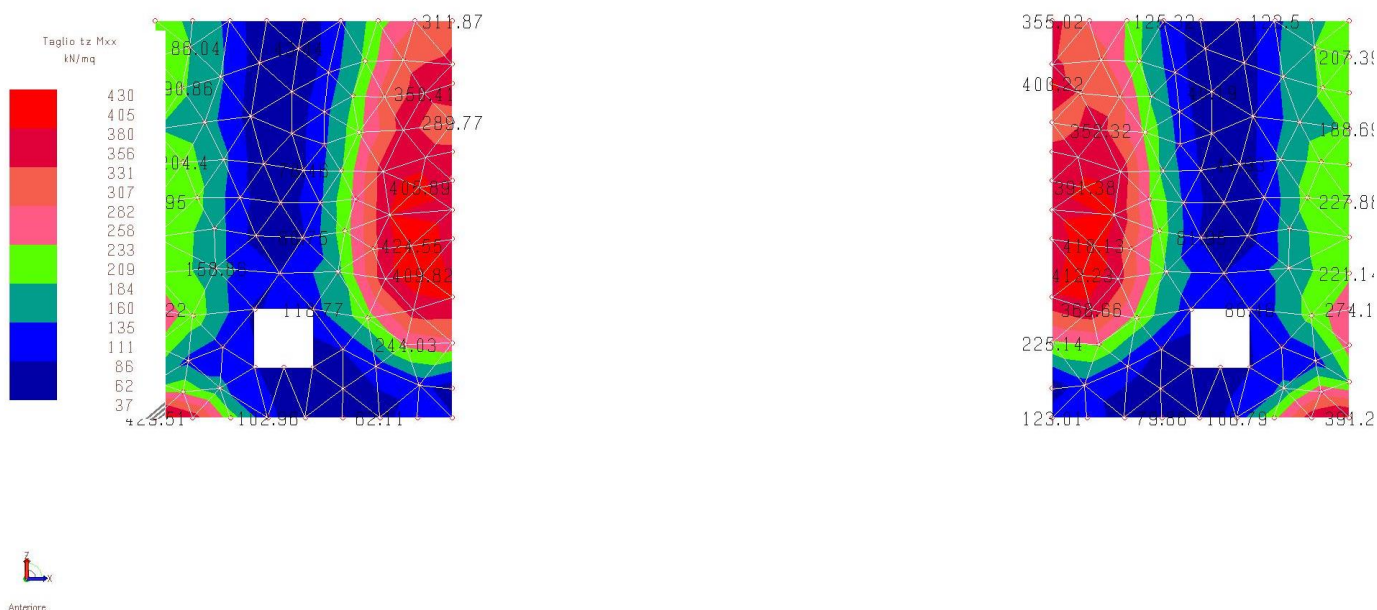


Figura 13-39 – Sollecitazioni di taglio tz Mxx muri di valle [kN/m²]

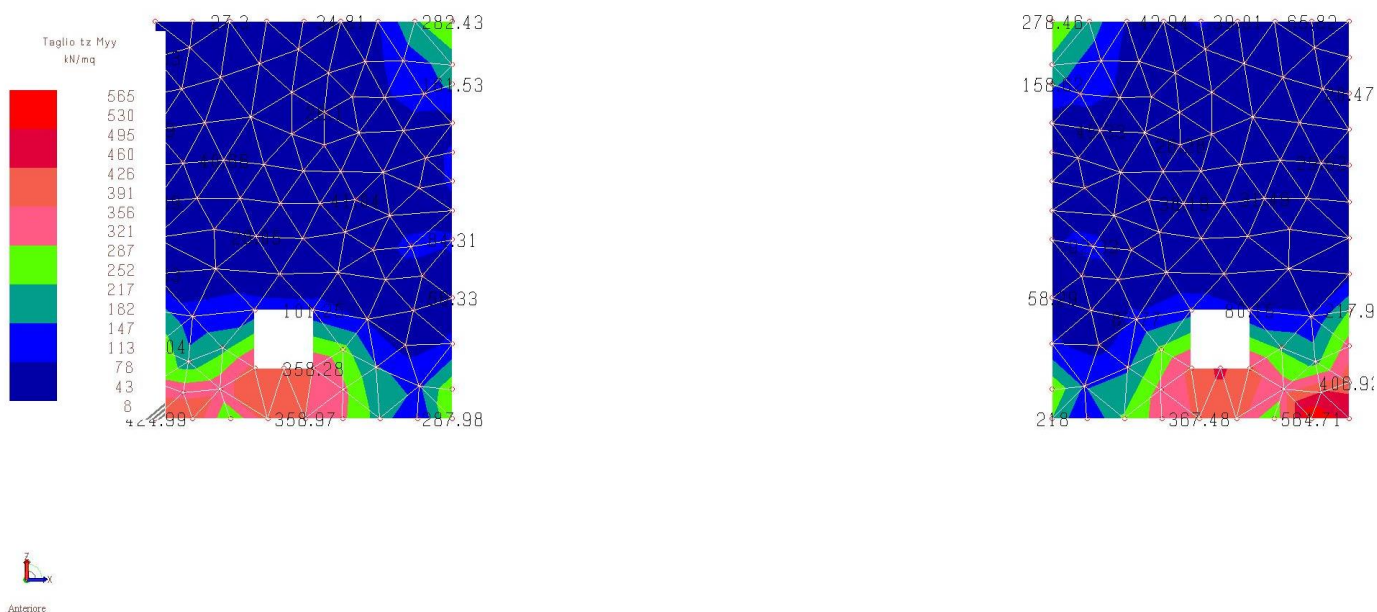


Figura 13-40 – Sollecitazioni di taglio tz Myy muri di valle [kN/m²]

- Verifica a pressoflessione lungo x muri di valle

$M_{Ed} =$

2248 kNm/m

I muri di valle risultano armati con quattro livelli di armatura pari a 10 $\Phi$ 26/100, 5+5 $\Phi$ 22/100, 10 $\Phi$ 26/100, pertanto risulta:

**Titolo :** Muri di valle lungo x

N° strati barre **4** Zoom

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 180    |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 53.09    | 5      |
| 2  | 19.01    | 15     |
| 3  | 19.01    | 165    |
| 4  | 26.55    | 175    |

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 kN  
 M<sub>xEd</sub> 0 kNm  
 M<sub>yEd</sub> 0 kNm

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Metodo di calcolo**  
☐ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☒ Metodo n

**Materiali**

| B450C                      | C32/40                 |
|----------------------------|------------------------|
| $\epsilon_{su}$ 67.5 ‰     | $\epsilon_{c2}$ 2 ‰    |
| $f_{yd}$ 391.3 N/mm²       | $\epsilon_{cu}$ 3.5 ‰  |
| $E_s$ 200'000 N/mm²        | $f_{cd}$ 18.13         |
| $E_s/E_c$ 15               | $f_{cc}/f_{cd}$ 0.8    |
| $\epsilon_{syd}$ 1.957 ‰   | $\sigma_{c,adm}$ 12.25 |
| $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² | $\tau_{co}$ 0.7333     |
|                            | $\tau_{c1}$ 2.114      |

$\sigma_c$  -5.343 N/mm²  
 $\sigma_s$  316.3 N/mm²  
 $\epsilon_s$  1.582 ‰  
 d 175 cm  
 x 35.37 x/d 0.2021  
 $\delta$  0.7

**Verifica**  
 N° iterazioni: 4  
☐ Precompresso

Eseguendo verifiche allo SLE di tipo tensionale, si ha che:

$$\sigma_{c,max} = 0.45 f_{ck} = 0.45 \times 20.8 = 9.36 \text{ N/mm}^2 > \sigma_c = 5.34 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{s,max} = 0.8 f_{yk} = 0.8 \times 450 = 360 \text{ N/mm}^2 > \sigma_s = 316.3 \text{ N/mm}^2$$



- **Verifica a pressoflessione lungo y muri di valle**

$M_{Ed} =$  1507 kNm/m

Inoltre si considera, un contributo medio di compressione, pari a:

$N_{Ed} = 500 \times 1.80 =$  900 kN/m

I muri di valle risultano armati con due livelli di armatura pari a 7+7 $\Phi$ 26/100; pertanto risulta:

**Titolo :** Muri di valle lungo y

N° strati barre  Zoom

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 180    |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 37.17    | 5      |
| 2  | 37.17    | 175    |

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. ☒ Metodo n

N<sub>Ed</sub>  900 kN  
 M<sub>xEd</sub>  1507 kNm  
 M<sub>yEd</sub>  0

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN  yN

**Metodo di calcolo**  
☐ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☒ Metodo n

**Materiali**  
 B450C C32/40  
 $\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200'000 N/mm²  $f_{cd}$  18.81 N/mm²  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  12.25 N/mm²  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{co}$  0.7333  
 $\tau_{c1}$  2.114

$\sigma_c$  -4.386 N/mm²  
 $\sigma_s$  143 N/mm²  
 $\epsilon_s$  0.7151 ‰  
 d 175 cm  
 x 55.14 x/d 0.3151  
 $\delta$  0.8338

**Verifica**  
 N° iterazioni:

☐ Precompresso

Eseguendo verifiche allo SLE di tipo tensionale, si ha che:

$$\sigma_{c,max} = 0.45 f_{ck} = 0.45 \times 20.8 = 9.36 \text{ N/mm}^2 > \sigma_c = 4.38 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{s,max} = 0.8 f_{yk} = 0.8 \times 450 = 360 \text{ N/mm}^2 > \sigma_s = 143 \text{ N/mm}^2$$

### 13.1.2.5 VERIFICA MURI DI VALLE SP. 1.80 M – VERIFICA A FESSURAZIONE

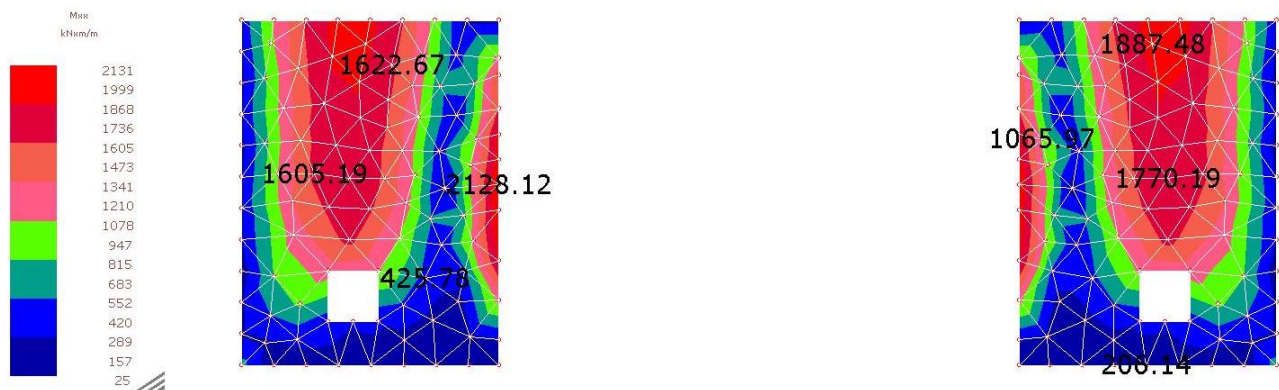


Figura 13-41 – Sollecitazioni di momento Mxx muri di valle [kNm/m]

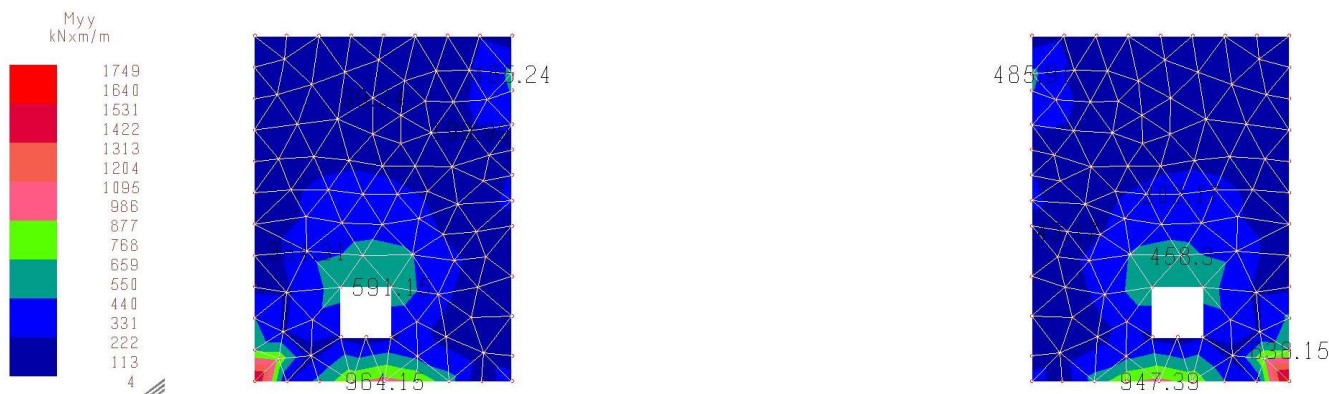


Figura 13-42 – Sollecitazioni di momento Myy muri di valle [kNm/m]

- Verifica a fessurazione lungo x muri di valle

| Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente   |                                 |               |                    |
|---|---------------------------------|---------------|--------------------|
| <b>Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente</b>      | <b><math>M_{Ed,q.p.}</math></b> | <b>2131</b>   | <b>[kNm]</b>       |
| Durata del carico   |                                 | lunga         | [-]                |
| Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore                        | x                               | 444.10        | [mm]               |
| Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata | $\sigma_s$                      | 181.15        | [MPa]              |
| Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo    | $f_{ct,eff}$                    | 3.0           | [MPa]              |
| Fattore dipendente dalla durata del carico                            | $k_t$                           | 0.4           | [-]                |
| Altezza efficace  | $h_{c,eff}$                     | 125           | [mm]               |
| Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura              | $A_{c,eff}$                     | 125000        | [mm <sup>2</sup> ] |
| Rapporto geometrico sull'area efficace                                | $\rho_{p,eff}$                  | 0.05768       | [-]                |
| Rapporto tra $E_s/E_{cm}$   | $\alpha_e$                      | 6.00          | [-]                |
| Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo | $\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$ | 0.000765      | [-]                |
|   |                                 | 0.000765      | [-]                |
| Determinazione del diametro equivalente delle barre tese              | $\phi_{eq}$                     | 24.81         | [mm]               |
| Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre     | $k_1$                           | 0.8           | [-]                |
| Coefficiente che tiene conto della flessione pura                     | $k_2$                           | 0.5           | [-]                |
|   | $k_3$                           | 3.4           | [-]                |
|   | $k_4$                           | 0.425         | [-]                |
| Distanza massima tra le fessure                                       | $s_{r,max}$                     | 181.93        | [mm]               |
|   |                                 | 181.93        | [mm]               |
| <b>Ampiezza delle fessure</b>   | <b><math>w_k</math></b>         | <b>0.1391</b> | <b>[mm]</b>        |
| <b>Ampiezza massima delle fessure</b>                                 | <b><math>w_{max}</math></b>     | <b>0.2</b>    | <b>[mm]</b>        |

- Verifica a fessurazione lungo y muri di valle

| Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente   |                                 |                              |
|---|---------------------------------|------------------------------|
| <b>Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente</b>      | <b><math>M_{Ed,q.p.}</math></b> | <b>964,15 [kNm]</b>          |
| Durata del carico   |                                 | lunga [-]                    |
| Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore                        | x                               | 350,16 [mm]                  |
| Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata | $\sigma_s$                      | 157,46 [MPa]                 |
| Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo    | $f_{ct,eff}$                    | 2,2 [MPa]                    |
| Fattore dipendente dalla durata del carico                            | $k_t$                           | 0,4 [-]                      |
| Altezza efficace  | $h_{c,eff}$                     | 125 [mm]                     |
| Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura              | $A_{c,eff}$                     | 125000 [mm <sup>2</sup> ]    |
| Rapporto geometrico sull'area efficace                                | $\rho_{p,eff}$                  | 0,02973 [-]                  |
| Rapporto tra $E_s/E_{cm}$   | $\alpha_e$                      | 6,68 [-]                     |
| Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo | $\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$ | 0,000609 [-]<br>0,000609 [-] |
| Determinazione del diametro equivalente delle barre tese              | $\phi_{eq}$                     | 26,00 [mm]                   |
| Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre     | $k_1$                           | 0,8 [-]                      |
| Coefficiente che tiene conto della flessione pura                     | $k_2$                           | 0,5 [-]                      |
|   | $k_3$                           | 3,4 [-]                      |
|   | $k_4$                           | 0,425 [-]                    |
| Distanza massima tra le fessure                                       | $s_{r,max}$                     | 318,66 [mm]<br>318,66 [mm]   |
| <b>Ampiezza delle fessure</b>   | <b><math>w_k</math></b>         | <b>0,1941 [mm]</b>           |
| <b>Ampiezza massima delle fessure</b>                                 | <b><math>w_{max}</math></b>     | <b>0,2 [mm]</b>              |

### 13.1.2.6 VERIFICHE MURI DI MONTE SP. 1.80 M - LIMITAZIONE DELLE TENSIONI



Figura 13-43 – Sforzo normale Sxx muri di monte [kN/m²]



Figura 13-44 – Sforzo normale Syy muri di monte [kN/m²]



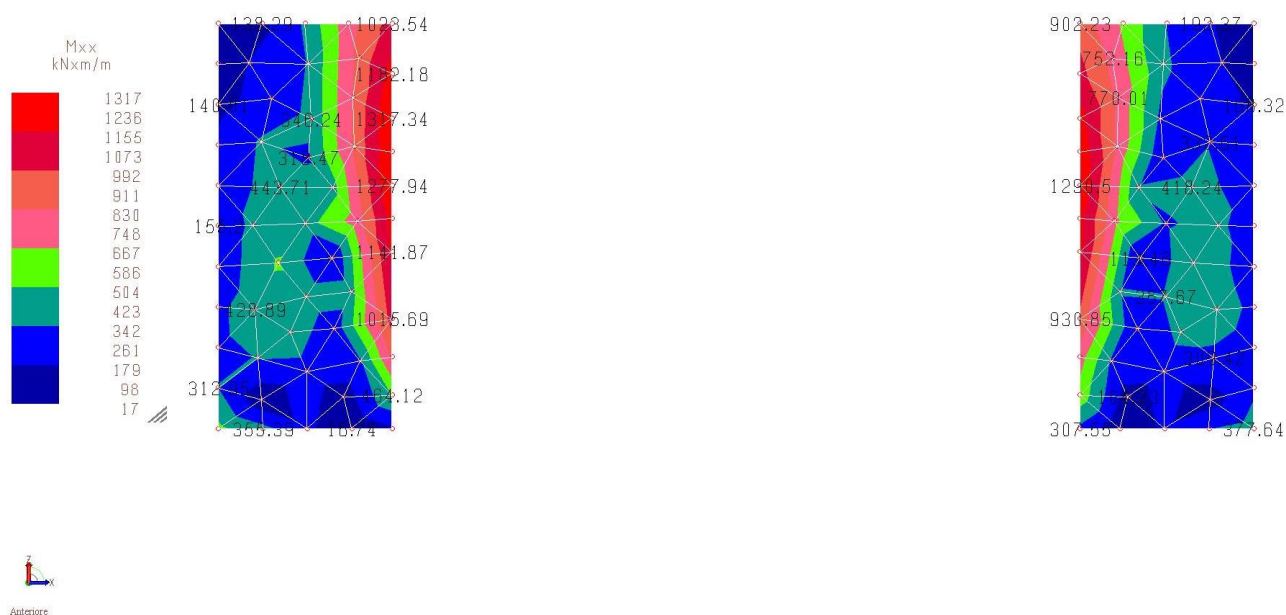


Figura 13-45 – Sollecitazioni di momento  $M_{xx}$  muri di monte [kNm/m]

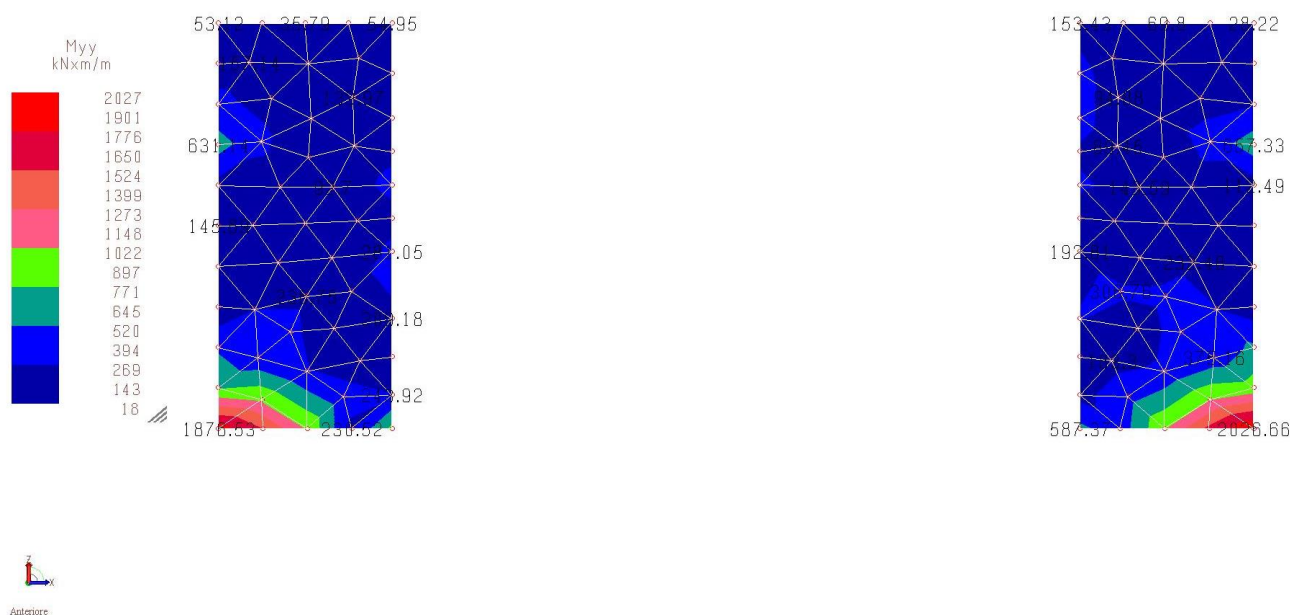


Figura 13-46 – Sollecitazioni di momento  $M_{yy}$  muri di monte [kNm/m]



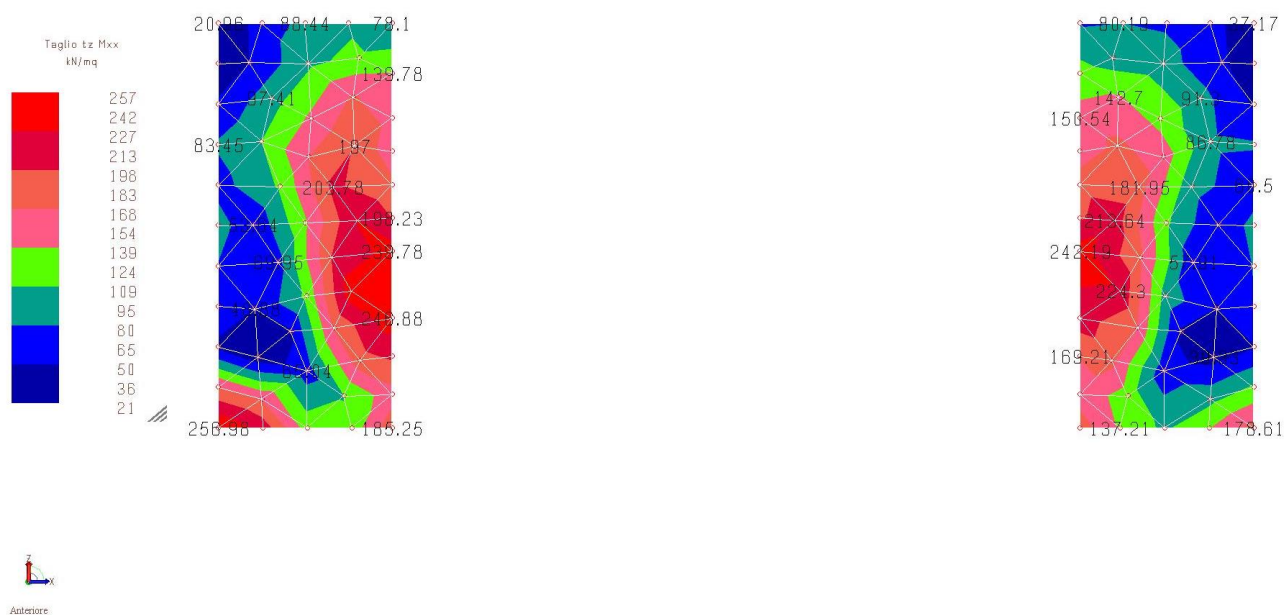


Figura 13-47 – Sollecitazioni di taglio tz Mxx muri di monte [kN/m²]

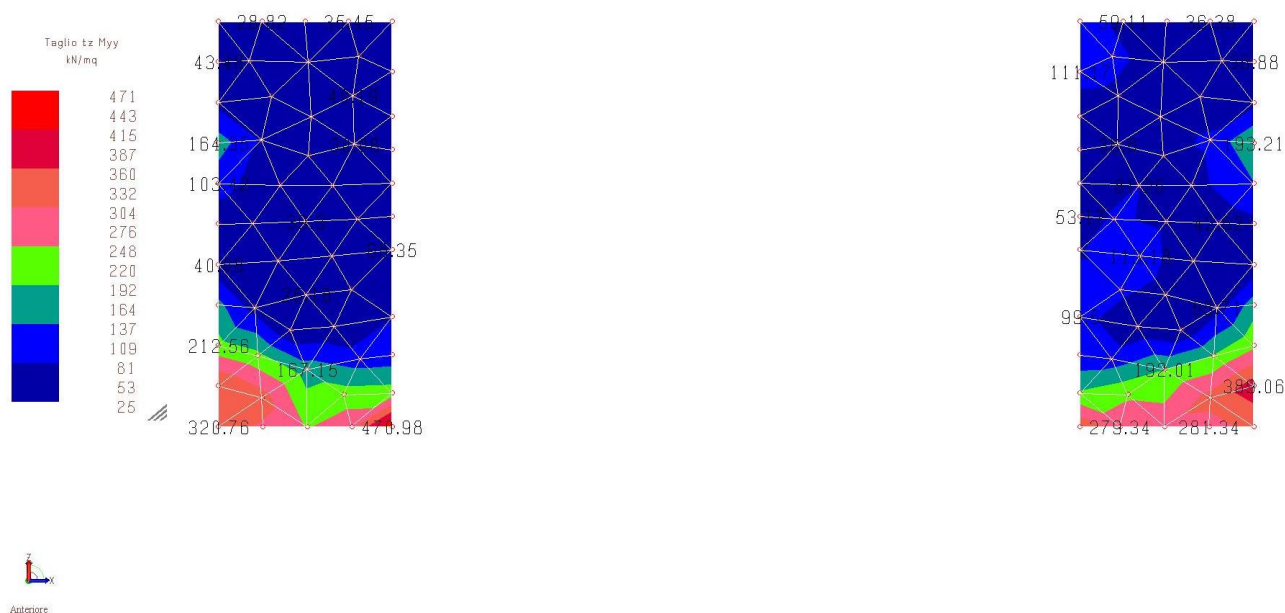


Figura 13-48 – Sollecitazioni di taglio tz Myy muri di monte [kN/m²]

- Verifica a pressoflessione lungo x muri di monte

$M_{Ed} =$

1317 kNm/m

I muri di monte risultano armati con quattro livelli di armatura pari a 10Φ26/100, 5+5Φ22/100, 10Φ26/100, pertanto risulta:

**Titolo :** Muri di monte lungo x

N° strati barre  Zoom

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 180    |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 53.09    | 5      |
| 2  | 19.01    | 15     |
| 3  | 19.01    | 165    |
| 4  | 53.09    | 175    |

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. ☒ Metodo n

N<sub>Ed</sub>  kN  
 M<sub>xEd</sub>  1317 kNm  
 M<sub>yEd</sub>  0

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN  yN

**Metodo di calcolo**  
☐ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☒ Metodo n

**Materiali**  
**B450C** **C32/40**  
 $\epsilon_{su}$   ‰  $\epsilon_{c2}$   ‰  
 $f_{yd}$   N/mm²  $\epsilon_{cu}$   ‰  
 $E_s$   N/mm²  $f_{cd}$   N/mm²  
 $E_s/E_c$    $f_{cc}/f_{cd}$   ?  
 $\epsilon_{syd}$   ‰  $\sigma_{c,adm}$   N/mm²  
 $\sigma_{s,adm}$   N/mm²  $\tau_{co}$   N/mm²  
 $\tau_{c1}$   N/mm²

$\sigma_c$   N/mm²  
 $\sigma_s$   N/mm²  
 $\epsilon_s$   ‰  
 d  cm  
 x  x/d   
 $\delta$

**Verifica**  
 N° iterazioni:

☐ Precompresso

Eseguendo verifiche allo SLE di tipo tensionale, si ha che:

$$\sigma_{c,max} = 0.45 f_{ck} = 0.45 \times 20.8 = 9.36 \text{ N/mm}^2$$

>

$$\sigma_c = 2.64 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{s,max} = 0.8 f_{yk} = 0.8 \times 450 = 360 \text{ N/mm}^2$$

>

$$\sigma_s = 116.6 \text{ N/mm}^2$$

- Verifica a pressoflessione lungo y muri di monte

$M_{Ed} =$

2027 kNm/m

I muri di monte risultano armati con due livelli di armatura pari a 7+7 $\Phi$ 26/100, pertanto risulta:

**Titolo :** Muri di monte lungo y

N° strati barre  Zoom

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 180    |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 37.17    | 5      |
| 2  | 37.17    | 175    |

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub>  kN  
 M<sub>xEd</sub>  kNm  
 M<sub>yEd</sub>  kNm

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN  yN

**Materiali**  
**B450C** **C32/40**  
 $\epsilon_{su}$   ‰  $\epsilon_{c2}$   ‰  
 $f_{yd}$   N/mm²  $\epsilon_{cu}$   ‰  
 $E_s$   N/mm²  $f_{cd}$   N/mm²  
 $E_s/E_c$    $f_{cc}/f_{cd}$   ?  
 $\epsilon_{syd}$   ‰  $\sigma_{c,adm}$   N/mm²  
 $\sigma_{s,adm}$   N/mm²  $\tau_{co}$   N/mm²  
 $\tau_{c1}$   N/mm²

$\sigma_c$   N/mm²  
 $\sigma_s$   N/mm²  
 $\epsilon_s$   ‰  
 d  cm  
 x  x/d   
 $\delta$

**Metodo di calcolo**  
☐ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☒ Metodo n

**Verifica**  
 N° iterazioni:

☐ Precompresso

Eseguendo verifiche allo SLE di tipo tensionale, si ha che:

$$\begin{aligned} \sigma_{c,max} &= 0.45 f_{ck} = 0.45 \times 20.8 = 9.36 \text{ N/mm}^2 > \sigma_c = 5.52 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{s,max} &= 0.8 f_{yk} = 0.8 \times 450 = 360 \text{ N/mm}^2 > \sigma_s = 331 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

|                                       |                        |                    |
|---------------------------------------|------------------------|--------------------|
| <b>Ampiezza delle fessure</b>         | <b>w<sub>k</sub></b>   | <b>0.2814 [mm]</b> |
| <b>Ampiezza massima delle fessure</b> | <b>w<sub>max</sub></b> | <b>0.3 [mm]</b>    |

### 13.1.2.7 VERIFICHE MURI DI MONTE SP. 1.80 M - VERIFICA A FESSURAZIONE

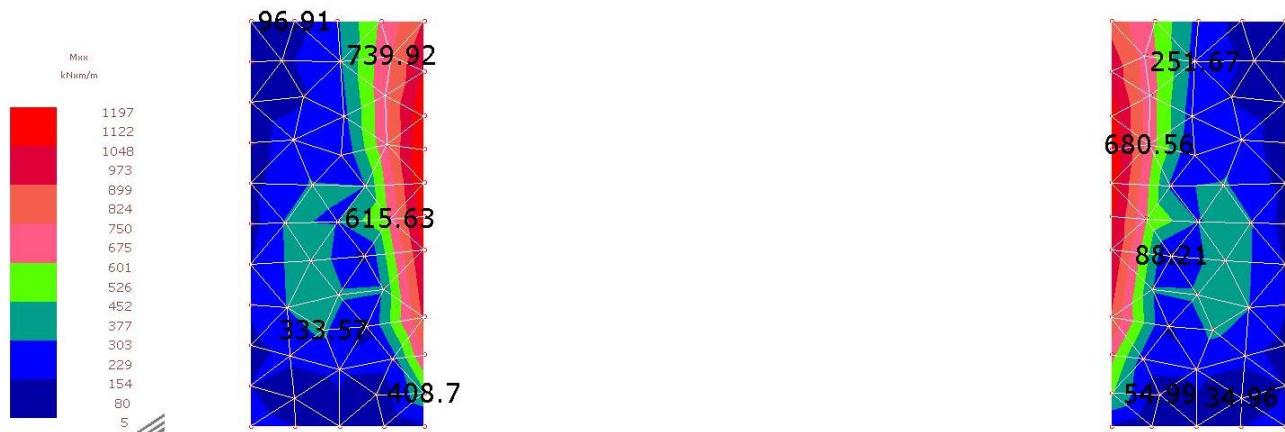


Figura 13-49 – Sollecitazioni di momento Mxx muri di monte [kNm/m]



Figura 13-50 – Sollecitazioni di momento Myy muri di monte [kNm/m]

- Verifica a fessurazione lungo x muri di monte

| Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente   |                                       |               |                    |
|---|---------------------------------------|---------------|--------------------|
| <b>Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente</b>      | <b><math>M_{Ed,q.p.}</math></b>       | <b>1197</b>   | <b>[kNm]</b>       |
| Durata del carico   |                                       | lunga         | [-]                |
| Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore                        | x                                     | 399.35        | [mm]               |
| Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata | $\sigma_s$                            | 137.61        | [MPa]              |
| Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo    | $f_{ct,eff}$                          | 3.0           | [MPa]              |
| Fattore dipendente dalla durata del carico                            | $k_f$                                 | 0.4           | [-]                |
| Altezza efficace  | $h_{c,eff}$                           | 125           | [mm]               |
| Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura              | $A_{c,eff}$                           | 125000        | [mm <sup>2</sup> ] |
| Rapporto geometrico sull'area efficace                                | $\rho_{p,eff}$                        | 0.04247       | [-]                |
| Rapporto tra $E_s/E_{cm}$   | $\alpha_e$                            | 6.00          | [-]                |
| Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo | $\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$ | 0.000509      | [-]                |
|   |                                       | 0.000509      | [-]                |
| Determinazione del diametro equivalente delle barre tese              | $\phi_{eq}$                           | 26.00         | [mm]               |
| Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre     | $k_1$                                 | 0.8           | [-]                |
| Coefficiente che tiene conto della flessione pura                     | $k_2$                                 | 0.5           | [-]                |
|   | $k_3$                                 | 3.4           | [-]                |
|   | $k_4$                                 | 0.425         | [-]                |
| Distanza massima tra le fessure                                       | $s_{r,max}$                           | 212.86        | [mm]               |
|   |                                       | 212.86        | [mm]               |
| <b>Ampiezza delle fessure</b>   | <b><math>w_k</math></b>               | <b>0.1084</b> | <b>[mm]</b>        |
| <b>Ampiezza massima delle fessure</b>                                 | <b><math>w_{max}</math></b>           | <b>0.2</b>    | <b>[mm]</b>        |

- Verifica a fessurazione lungo y muri di monte

| Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente   |                                 |                              |
|---|---------------------------------|------------------------------|
| <b>Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente</b>      | <b><math>M_{Ed,q.p.}</math></b> | <b>811,45 [kNm]</b>          |
| Durata del carico   |                                 | lunga [-]                    |
| Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore                        | x                               | 350,16 [mm]                  |
| Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata | $\sigma_s$                      | 132,52 [MPa]                 |
| Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo    | $f_{ct,eff}$                    | 2,2 [MPa]                    |
| Fattore dipendente dalla durata del carico                            | $k_t$                           | 0,4 [-]                      |
| Altezza efficace  | $h_{c,eff}$                     | 125 [mm]                     |
| Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura              | $A_{c,eff}$                     | 125000 [mm <sup>2</sup> ]    |
| Rapporto geometrico sull'area efficace                                | $\rho_{p,eff}$                  | 0,02973 [-]                  |
| Rapporto tra $E_s/E_{cm}$   | $\alpha_e$                      | 6,68 [-]                     |
| Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo | $\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$ | 0,000484 [-]<br>0,000484 [-] |
| Determinazione del diametro equivalente delle barre tese              | $\phi_{eq}$                     | 26,00 [mm]                   |
| Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre     | $k_1$                           | 0,8 [-]                      |
| Coefficiente che tiene conto della flessione pura                     | $k_2$                           | 0,5 [-]                      |
|   | $k_3$                           | 3,4 [-]                      |
|   | $k_4$                           | 0,425 [-]                    |
| Distanza massima tra le fessure                                       | $s_{r,max}$                     | 318,66 [mm]<br>318,66 [mm]   |
| <b>Ampiezza delle fessure</b>   | <b><math>w_k</math></b>         | <b>0,1544 [mm]</b>           |
| <b>Ampiezza massima delle fessure</b>                                 | <b><math>w_{max}</math></b>     | <b>0,2 [mm]</b>              |



### 13.1.2.8 VERIFICHE MURI CORRENTI SP. VARIABILE DA 3.64 M A 1.78 M - LIMITAZIONE DELLE TENSIONI

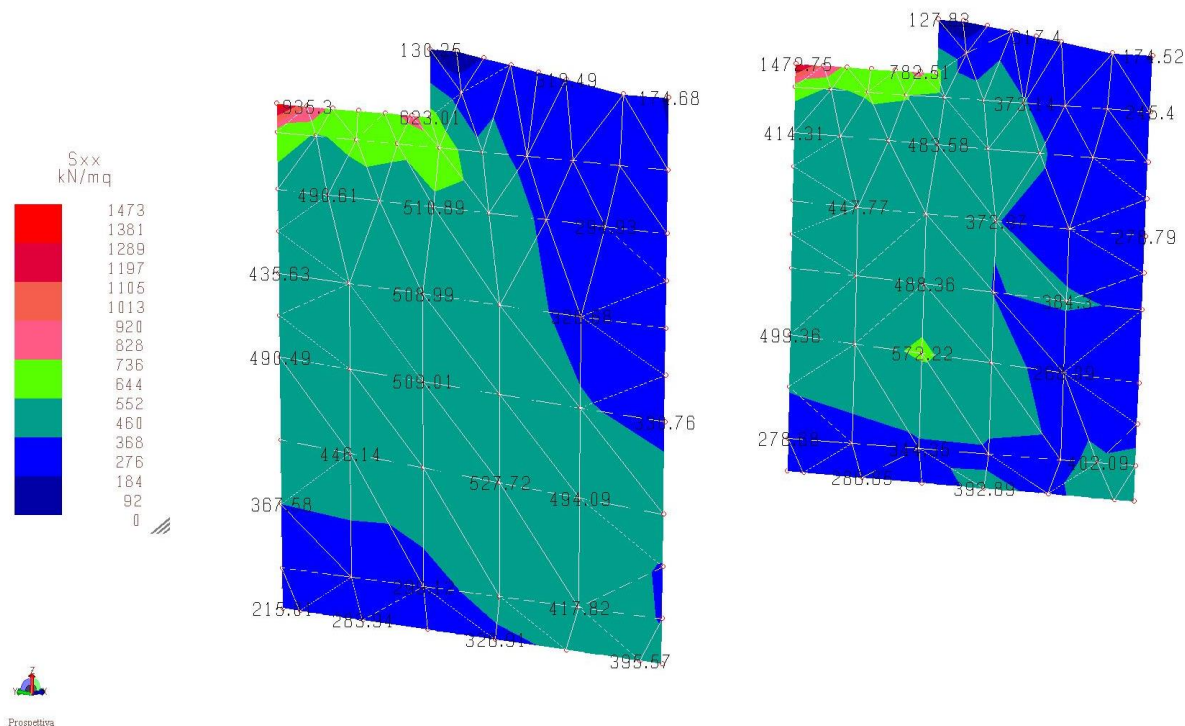


Figura 13-51 – Sforzo normale Sxx muri correnti [kN/m²]

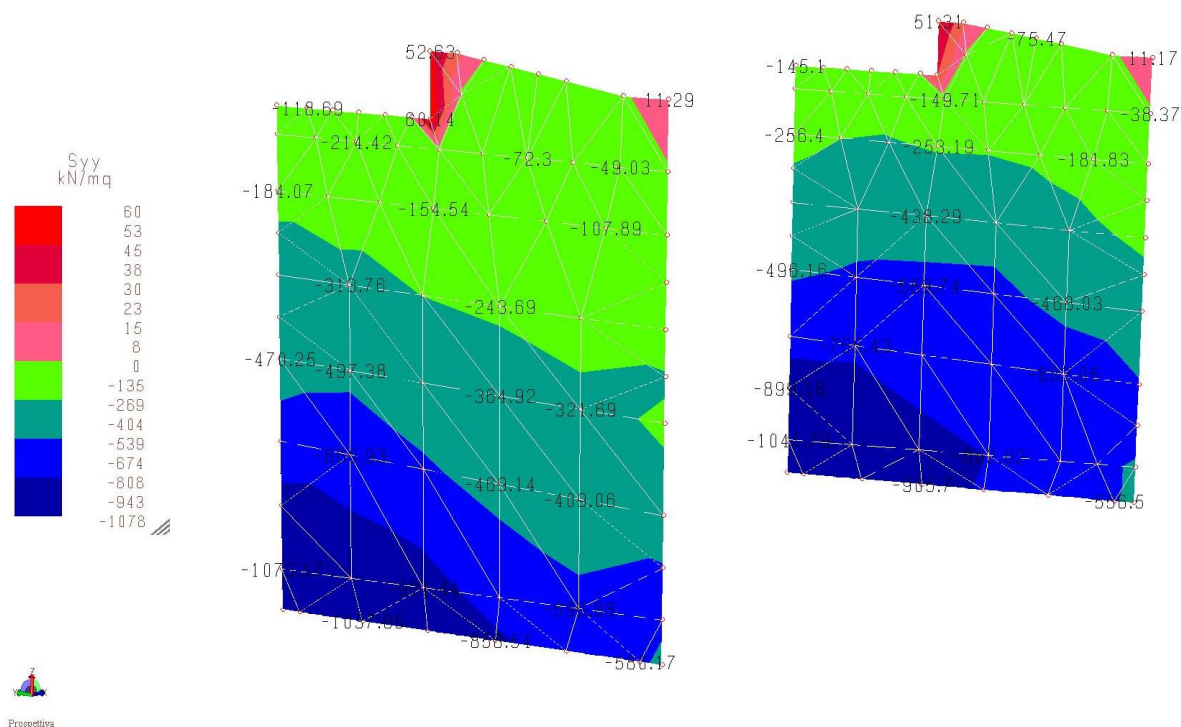


Figura 13-52 – Sforzo normale Syy muri correnti [kN/m²]

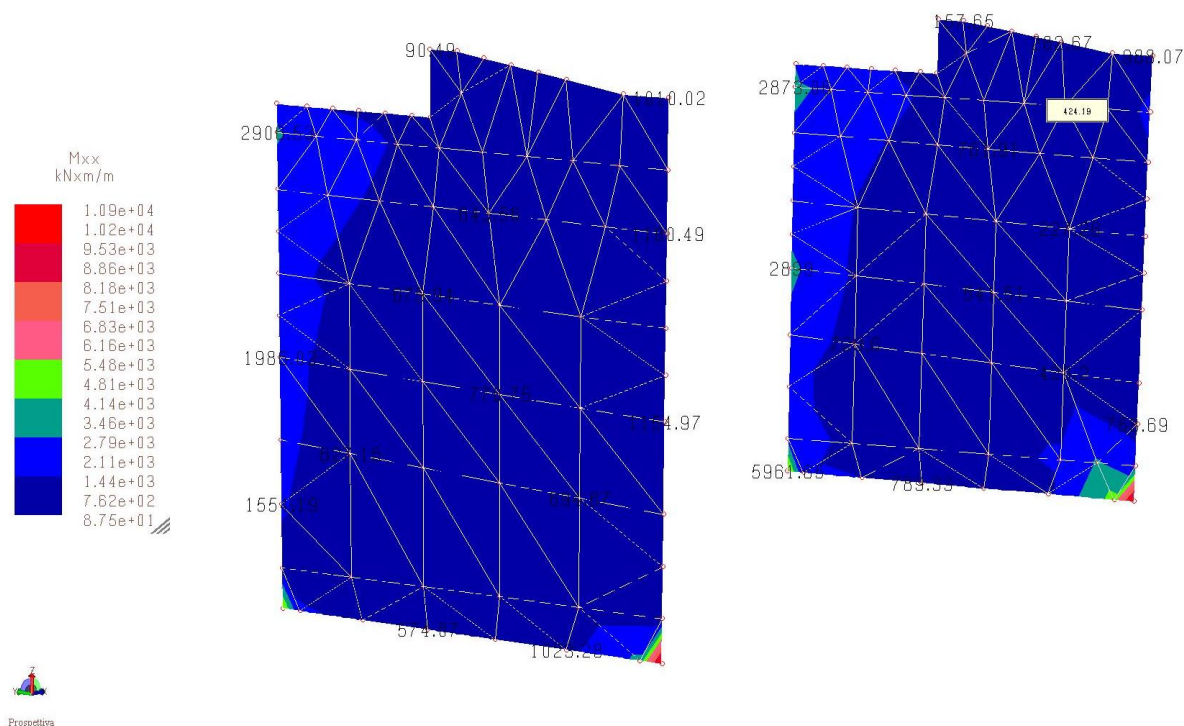


Figura 13-53 – Sollecitazioni di momento  $M_{xx}$  muri correnti [kNm/m]

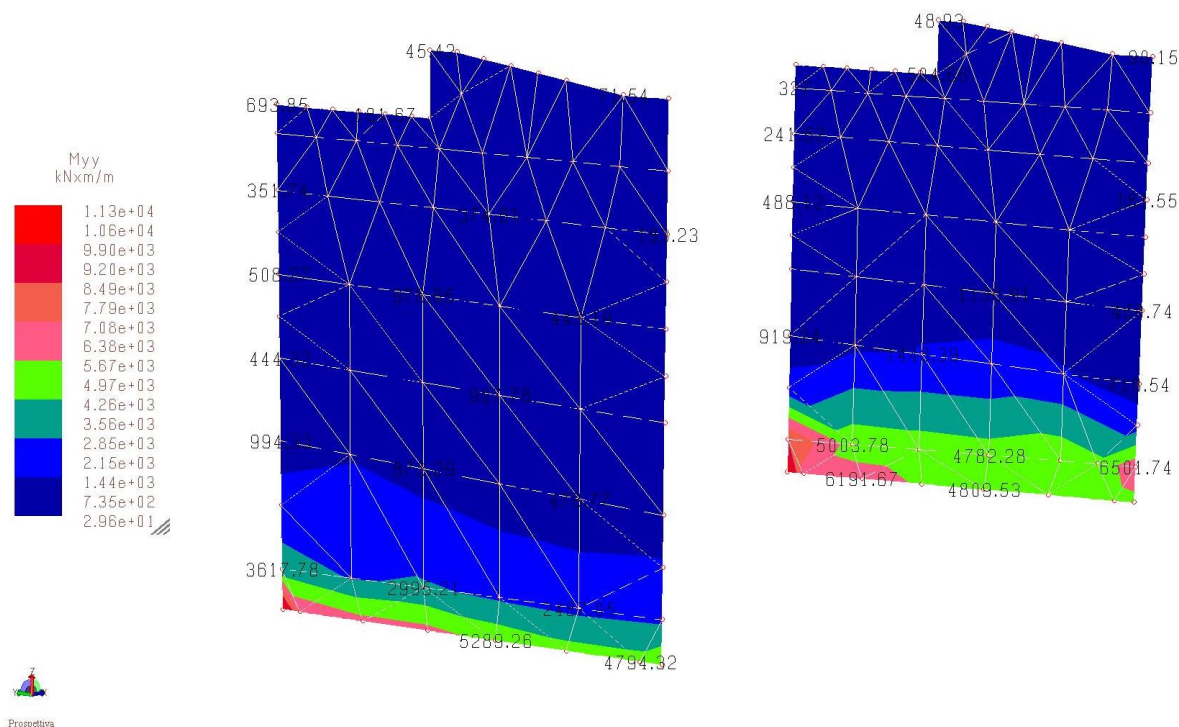


Figura 13-54 – Sollecitazioni di momento  $M_{yy}$  muri correnti [kNm/m]

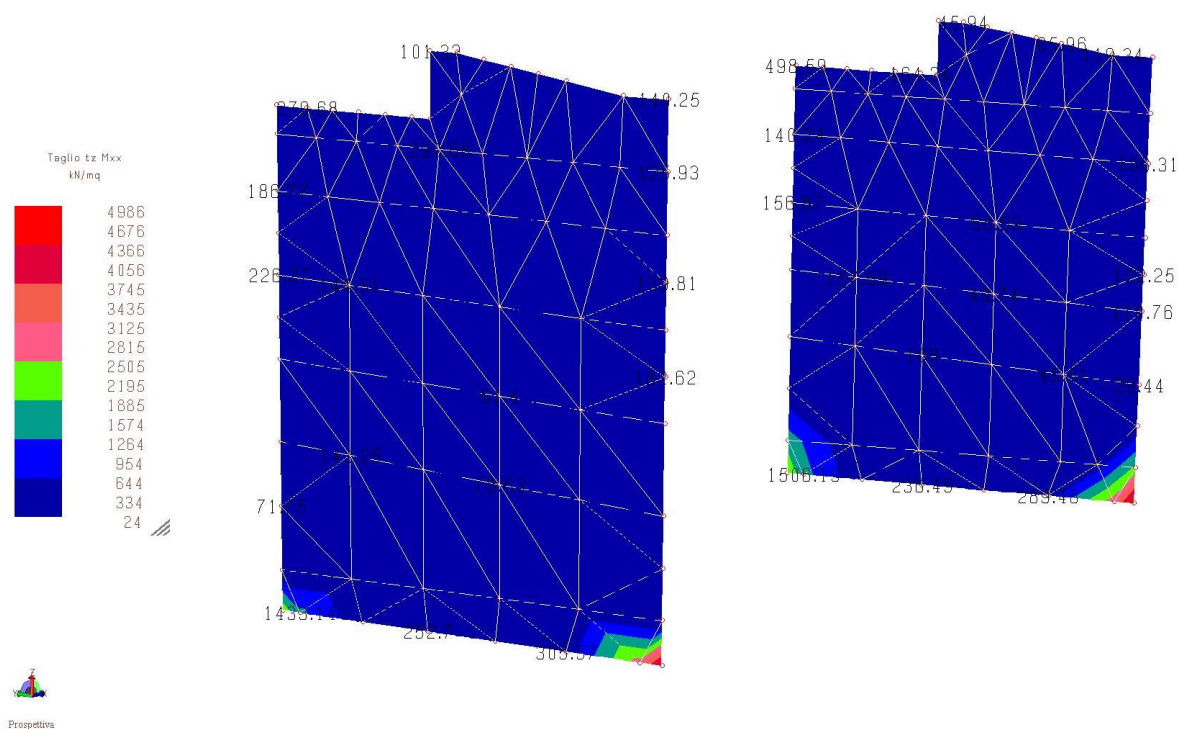


Figura 13-55 – Sollecitazioni di taglio tz Mxx muri correnti [kN/m²]

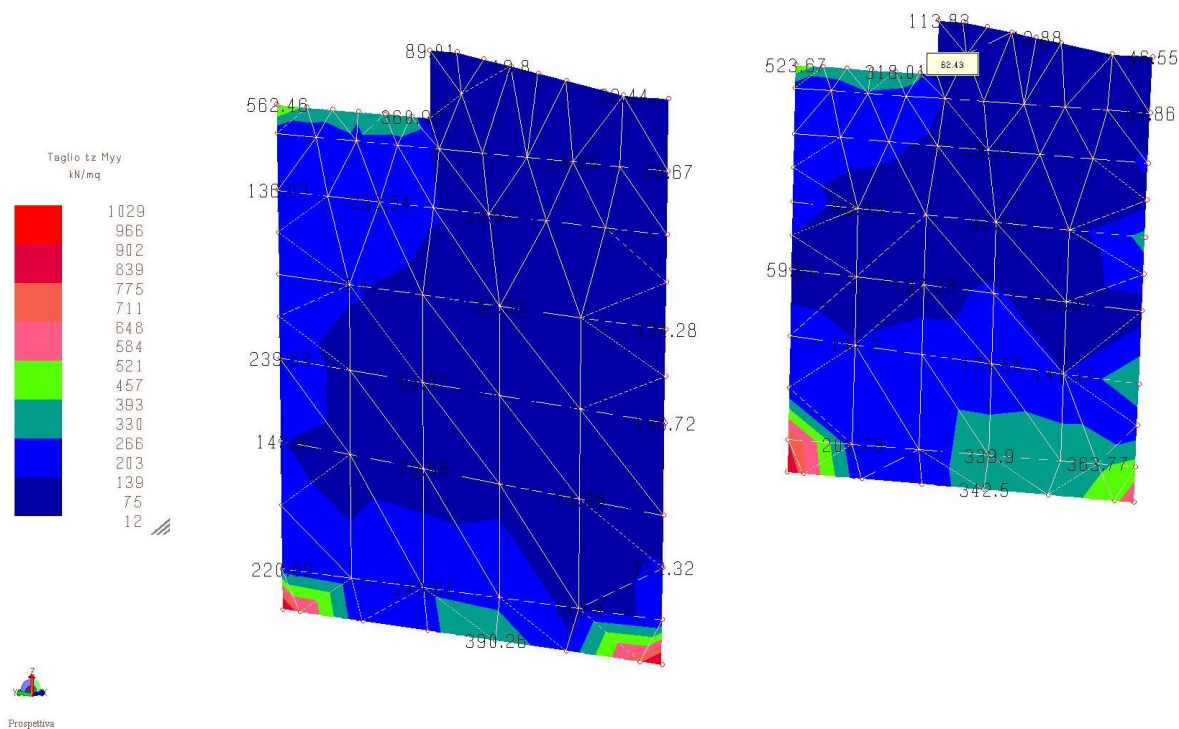


Figura 13-56 – Sollecitazioni di taglio tz Myy muri correnti [kN/m²]



### - Verifica a pressoflessione lungo x muri correnti

Per la verifica a momento flettente lungo x dei muri correnti, si considera, ragionevolmente, un valore medio individuato in una zona significativa, preso pari a:

$$M_{Ed} = 5961.65 \text{ kNm/m}$$

I muri correnti risultano armati con due livelli di armatura pari a 10+10Φ26/100, pertanto risulta:

**Titolo:** Muri correnti lungo x

**N° strati barre:** 2 **Zoom**

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 360    |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 53.09    | 5      |
| 2  | 53.09    | 355    |

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. **Metodo n**

**N<sub>Ed</sub>** 0 **0** kN  
**M<sub>xEd</sub>** 0 **5961.65** kNm  
**M<sub>yEd</sub>** 0 **0**

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Metodo di calcolo**  
☐ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☒ Metodo n

**Materiali**  
**B450C** **C32/40**  
 $\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$  3.5  
 $E_s$  200'000 N/mm²  $f_{cd}$  18.13  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8 ?  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  12.25  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{co}$  0.7333  
 $\tau_{c1}$  2.114

$\sigma_c$  -4.644 N/mm²  
 $\sigma_s$  332.7 N/mm²  
 $\epsilon_s$  1.664 ‰  
 d 355 cm  
 x 61.45 x/d 0.1731  
 $\delta$  0.7

**Verifica**  
 N° iterazioni: 5  
☐ Precompresso

Eseguendo verifiche allo SLE di tipo tensionale, si ha che:

$$\sigma_{c,max} = 0.45 f_{ck} = 0.45 \times 20.8 = 9.36 \text{ N/mm}^2 > \sigma_c = 4.64 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{s,max} = 0.8 f_{yk} = 0.8 \times 450 = 360 \text{ N/mm}^2 > \sigma_s = 332.7 \text{ N/mm}^2$$

|                                       |                        |                    |
|---------------------------------------|------------------------|--------------------|
| <b>Ampiezza delle fessure</b>         | <b>w<sub>k</sub></b>   | <b>0.2915 [mm]</b> |
| <b>Ampiezza massima delle fessure</b> | <b>w<sub>max</sub></b> | <b>0.3 [mm]</b>    |

### - Verifica a pressoflessione lungo y muri correnti

Per la verifica a momento flettente lungo y dei muri correnti, si considera, ragionevolmente, un valore medio individuato in una zona significativa, preso pari a:

$$M_{Ed} = 6501.74 \text{ kNm/m}$$

I muri correnti risultano armati con quattro livelli di armatura pari a 10 $\Phi$ 26/100, 7+7 $\Phi$ 26/100, 10 $\Phi$ 26/100, pertanto risulta:

**Titolo :** Muri correnti lungo y

**N° strati barre** 4 **Zoom**

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 360    |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 53.09    | 5      |
| 2  | 37.17    | 15     |
| 3  | 37.17    | 345    |
| 4  | 53.09    | 355    |

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. **Metodo n**

**N<sub>Ed</sub>** 0 **0** kN  
**M<sub>xEd</sub>** 0 **6501.71** kNm  
**M<sub>yEd</sub>** 0 **0**

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Metodo di calcolo**  
☐ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☒ Metodo n

**Materiali**  
**B450C** **C32/40**  
 $\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200'000 N/mm²  $f_{cd}$  18.13 N/mm²  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  12.25 N/mm²  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{co}$  0.7333 N/mm²  
 $\tau_{c1}$  2.114 N/mm²

$\sigma_c$  -3.979 N/mm²  
 $\sigma_s$  221.7 N/mm²  
 $\epsilon_s$  1.108 ‰  
 d 355 cm  
 x 75.3 x/d 0.2121  
 $\delta$  0.7051

**Verifica**  
**N° iterazioni:** 4  
☐ Precompresso

Eseguendo verifiche allo SLE di tipo tensionale, si ha che:

$$\sigma_{c,max} = 0.45 f_{ck} = 0.45 \times 20.8 = 9.36 \text{ N/mm}^2 > \sigma_c = 3.98 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{s,max} = 0.8 f_{yk} = 0.8 \times 450 = 360 \text{ N/mm}^2 > \sigma_s = 221.7 \text{ N/mm}^2$$

### 13.1.2.9 VERIFICHE MURI CORRENTI SP. VARIABILE DA 3.64 M A 1.78 M - VERIFICA A FESSURAZIONE

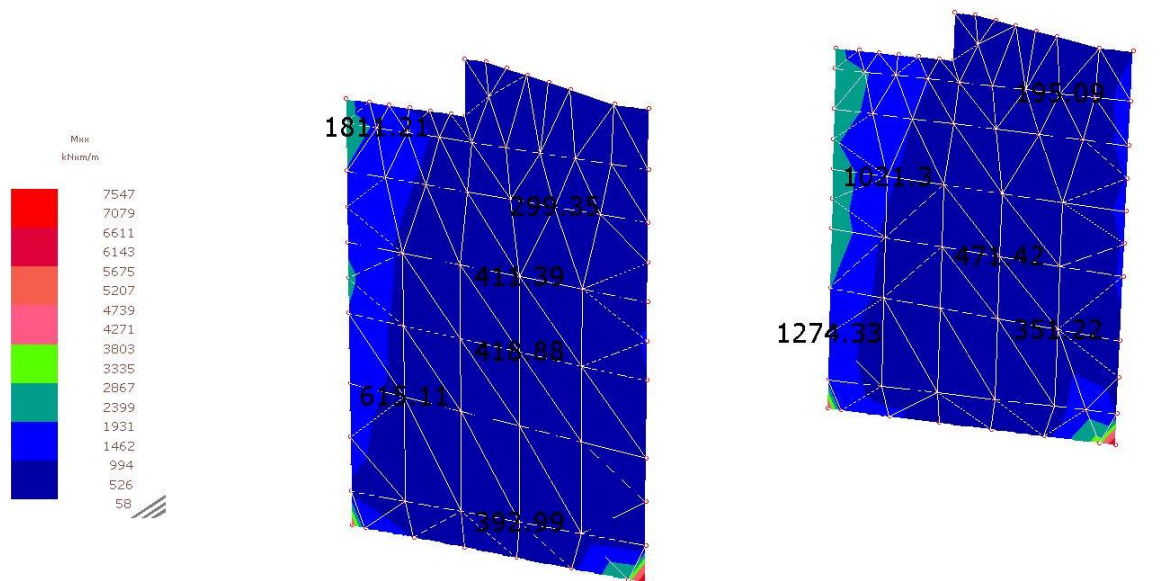


Figura 13-57 – Sollecitazioni di momento Mxx muri correnti [kNm/m]

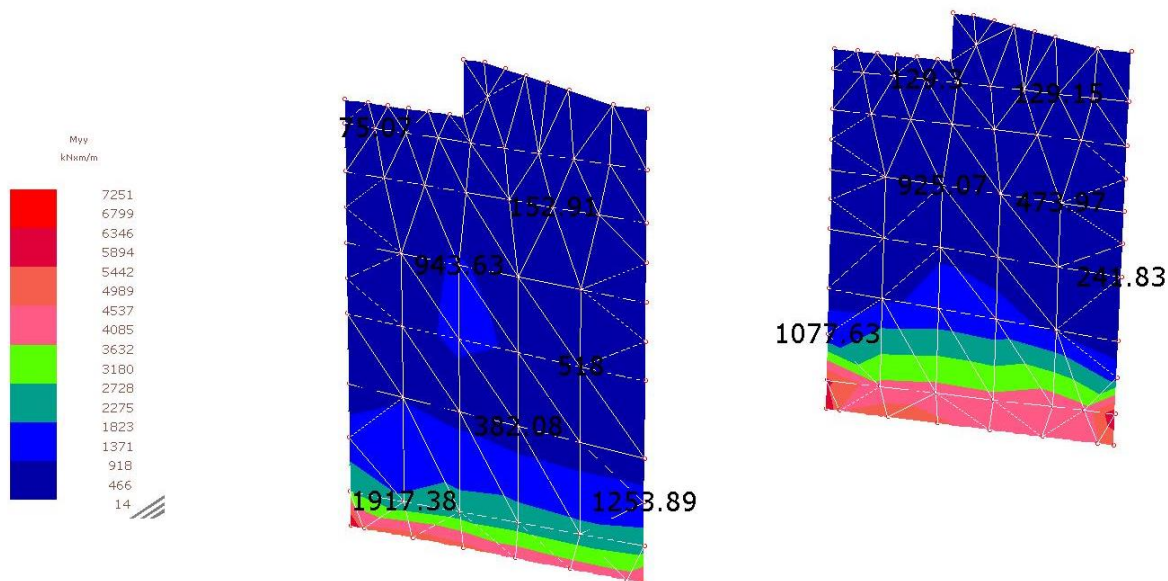


Figura 13-58 – Sollecitazioni di momento Myy muri correnti [kNm/m]



### - Verifica a fessurazione lungo x muri correnti

Per la verifica a fessurazione lungo x dei muri correnti, si considera, ragionevolmente, un valore medio individuato in una zona significativa, preso pari a:

$$M_{Ed} = 1811 \text{ kNm/m}$$

| Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente   |                                       |               |                    |
|---|---------------------------------------|---------------|--------------------|
| Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente             | $M_{Ed,q.p.}$                         | 1811          | [kNm]              |
| Durata del carico   |                                       | lunga         | [-]                |
| Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore                        | x                                     | 515.57        | [mm]               |
| Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata | $\sigma_s$                            | 136.18        | [MPa]              |
| Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo    | $f_{ct,eff}$                          | 3.0           | [MPa]              |
| Fattore dipendente dalla durata del carico                            | $k_t$                                 | 0.4           | [-]                |
| Altezza efficace  | $h_{c,eff}$                           | 125           | [mm]               |
| Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura              | $A_{c,eff}$                           | 125000        | [mm <sup>2</sup> ] |
| Rapporto geometrico sull'area efficace                                | $\rho_{p,eff}$                        | 0.04247       | [-]                |
| Rapporto tra $E_s/E_{cm}$   | $\alpha_e$                            | 6.00          | [-]                |
| Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo | $\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$ | 0.000502      | [-]                |
|   |                                       | 0.000502      | [-]                |
| Determinazione del diametro equivalente delle barre tese              | $\phi_{eq}$                           | 26.00         | [mm]               |
| Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre     | $k_1$                                 | 0.8           | [-]                |
| Coefficiente che tiene conto della flessione pura                     | $k_2$                                 | 0.5           | [-]                |
|   | $k_3$                                 | 3.4           | [-]                |
|   | $k_4$                                 | 0.425         | [-]                |
| Distanza massima tra le fessure                                       | $s_{r,max}$                           | 212.86        | [mm]               |
|   |                                       | 212.86        | [mm]               |
| <b>Ampiezza delle fessure</b>   | <b><math>w_k</math></b>               | <b>0.1069</b> | <b>[mm]</b>        |
| <b>Ampiezza massima delle fessure</b>                                 | <b><math>w_{max}</math></b>           | <b>0.2</b>    | <b>[mm]</b>        |

### - Verifica a fessurazione lungo y muri correnti

Per la verifica a fessurazione lungo y dei muri correnti, si considera, ragionevolmente, un valore medio individuato in una zona significativa, preso pari a:

$$M_{Ed} = 1917 \text{ kNm/m}$$

| Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente   |                                       |               |                    |
|---|---------------------------------------|---------------|--------------------|
| Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente             | $M_{Ed,q.p.}$                         | 1917          | [kNm]              |
| Durata del carico   |                                       | lunga         | [-]                |
| Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore                        | x                                     | 626.11        | [mm]               |
| Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata | $\sigma_s$                            | 85.42         | [MPa]              |
| Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo    | $f_{ct,eff}$                          | 3.0           | [MPa]              |
| Fattore dipendente dalla durata del carico                            | $k_t$                                 | 0.4           | [-]                |
| Altezza efficace  | $h_{c,eff}$                           | 125           | [mm]               |
| Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura              | $A_{c,eff}$                           | 125000        | [mm <sup>2</sup> ] |
| Rapporto geometrico sull'area efficace                                | $\rho_{p,eff}$                        | 0.07221       | [-]                |
| Rapporto tra $E_s/E_{cm}$   | $\alpha_e$                            | 6.00          | [-]                |
| Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo | $\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$ | 0.000307      | [-]                |
|   |                                       | 0.000307      | [-]                |
| Determinazione del diametro equivalente delle barre tese              | $\phi_{eq}$                           | 26.00         | [mm]               |
| Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre     | $k_1$                                 | 0.8           | [-]                |
| Coefficiente che tiene conto della flessione pura                     | $k_2$                                 | 0.5           | [-]                |
|   | $k_3$                                 | 3.4           | [-]                |
|   | $k_4$                                 | 0.425         | [-]                |
| Distanza massima tra le fessure                                       | $s_{r,max}$                           | 170.01        | [mm]               |
|   |                                       | 170.01        | [mm]               |
| <b>Ampiezza delle fessure</b>   | <b><math>w_k</math></b>               | <b>0.0522</b> | <b>[mm]</b>        |
| <b>Ampiezza massima delle fessure</b>                                 | <b><math>w_{max}</math></b>           | <b>0.2</b>    | <b>[mm]</b>        |

**AMV S.r.l.**  
 Via San Lorenzo, 106  
 34077 Ronchi dei Legionari  
 (Gorizia) Italy

Ph. +39 0481.779.903 r.a.  
 Fax +39 0481.777.125  
 E-mail: info@amv.it  
 www.amv.it

Cap. Soc. € 10.920,00 i.v.  
 P.Iva: IT00382470318  
 C.F. e Iscriz. nel Reg. delle Imp. di GO  
 00382470318 - R.E.A. GO n° 048216



**Attestato dell'affidabilità del codice di calcolo e delle procedure implementate nei prodotti software AMV  
 In base al paragrafo 10.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14.01.2008 e successivi aggiornamenti).**

In base a quanto richiesto al par. 10.2 del D.M. 14/01/2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni) il produttore e distributore AMV s.r.l. espone la seguente relazione riguardante il solutore numerico e, più in generale, la procedura di analisi e dimensionamento MasterSap. Si fa presente che sul proprio sito ([www.amv.it](http://www.amv.it)) è disponibile sia il manuale teorico del solutore sia il documento comprendente i numerosi esempi di validazione. Essendo tali documenti (formati da centinaia di pagine) di pubblico dominio, si ritiene sufficiente proporre una sintesi, sia pure adeguatamente esauriente, dell'argomento.

Il motore di calcolo adottato da MasterSap, denominato LiFe-Pack, è un programma ad elementi finiti che permette l'analisi statica e dinamica in ambito lineare e non lineare, con estensioni per il calcolo degli effetti del secondo ordine.

Il solutore lineare usato in analisi statica ed in analisi modale è basato su un classico algoritmo di fattorizzazione multifrontale per matrici sparse che utilizza la tecnica di condensazione supermodale ai fini di velocizzare le operazioni. Prima della fattorizzazione viene eseguito un riordino simmetrico delle righe e delle colonne del sistema lineare al fine di calcolare un percorso di eliminazione ottimale che massimizza la sparsità del fattore. Il solutore modale è basato sulla formulazione inversa dell'algoritmo di Lanczos noto come *Thick Restarted Lanczos* ed è particolarmente adatto alla soluzione di problemi di grande e grandissima dimensione ovvero con molti gradi di libertà. L'algoritmo di Lanczos oltre ad essere supportato da una rigorosa teoria matematica, è estremamente efficiente e competitivo e non ha limiti superiori nella dimensione dei problemi, se non quelli delle risorse hardware della macchina utilizzata per il calcolo.

Per la soluzione modale di piccoli progetti, caratterizzati da un numero di gradi di libertà inferiore a 500, l'algoritmo di Lanczos non è ottimale e pertanto viene utilizzato il classico solutore modale per matrici dense simmetriche contenuto nella ben nota libreria LAPACK.

L'analisi con i contributi del secondo ordine viene realizzata aggiornando la matrice di rigidezza elastica del sistema con i contributi della matrice di rigidezza geometrica.

Un'estensione non lineare, che introduce elementi a comportamento multilineare, si avvale di un solutore incrementale che utilizza nella fase iterativa della soluzione il metodo del gradiente coniugato preconditionato.

Grande attenzione è stata riservata agli esempi di validazione del solutore. Gli esempi sono stati tratti dalla letteratura tecnica consolidata e i confronti sono stati realizzati con i risultati teorici e, in molti casi, con quelli prodotti, sugli esempi stessi, da prodotti internazionali di comparabile e riconosciuta validità. Il manuale di validazione è disponibile sul sito [www.amv.it](http://www.amv.it).

E' importante segnalare, forse ancora con maggior rilievo, che l'affidabilità del programma trova riscontro anche nei risultati delle prove di collaudo eseguite su sistemi progettati con MasterSap. I verbali di collaudo (per alcuni progetti di particolare importanza i risultati sono disponibili anche nella letteratura tecnica) documentano che i risultati delle prove, sia in campo statico che dinamico, sono corrispondenti con quelli dedotti dalle analisi numeriche, anche per merito della possibilità di dar luogo, con MasterSap, a raffinate modellazioni delle strutture. In MasterSap sono presenti moltissime procedure di controllo e filtri di autodiagnostica. In fase di input, su ogni dato, viene eseguito un controllo di compatibilità. Un'ulteriore procedura di controllo può essere lanciata dall'utente in modo da individuare tutti gli errori gravi o gli eventuali difetti della modellazione. Analoghi controlli vengono eseguiti da MasterSap in fase di calcolo prima della preparazione dei dati per il solutore. I dati trasferiti al solutore sono facilmente consultabili attraverso la lettura del file di input in formato XML, leggibili in modo immediato dall'utente. Apposite procedure di controllo sono predisposte per i programmi di dimensionamento per l'acciaio, legno, alluminio, muratura etc. Tali controlli riguardano l'esito della verifica: vengono segnalati, per via numerica e grafica (vedi esempio a fianco), i casi in contrasto con le comuni tecniche costruttive e gli errori di dimensionamento (che bloccano lo sviluppo delle fasi successive della progettazione, ad esempio il disegno esecutivo). Nei casi previsti dalla norma, ad esempio qualora contemplato dalle disposizioni sismiche in applicazione, vengono eseguiti i controlli sulla geometria strutturale, che vengono segnalati con la stessa modalità dei difetti di progettazione.

Ulteriori funzioni, a disposizione dell'utente, agevolano il controllo dei dati e dei risultati. E' possibile eseguire una funzione di ricerca su tutte le proprietà (geometriche, fisiche, di carico etc) del modello individuando gli elementi interessati.

Si possono rappresentare e interrogare graficamente, in ogni sezione desiderata, tutti i risultati dell'analisi e del dimensionamento strutturale. Nel caso sismico viene evidenziata la posizione del centro di massa e di rigidezza del sistema.

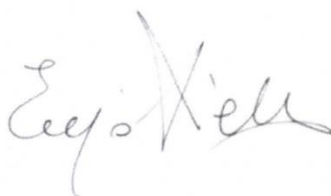
Per gli edifici è possibile, per ogni piano, a partire dalle fondazioni, conoscere la risultante delle azioni verticali orizzontali. Analoghi risultati sono disponibili per i vincoli esterni.

Le altre procedure di calcolo, oltre a MasterSap, seguono la medesima impostazione teorica e lo stesso procedimento di validazione.

Nei relativi manuali viene fornita una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, dei metodi e criteri usati per il dimensionamento strutturale e delle sezioni; vengono forniti esempi significativi che possono essere facilmente replicati, segnalando che si tratta spesso di procedure di calcolo e di verifica, che per loro natura, non denotano particolari complessità teoriche e concettuali.

Il rilascio di ogni nuova versione dei programmi è sottoposta a rigorosi check automatici che mettono a confronto i risultati della release in esame con quelli già validati e realizzati da versioni precedenti. Inoltre, sessioni specifiche di lavoro sono condotte da personale esperto per controllare il corretto funzionamento delle varie procedure software, con particolare riferimento a quelle che sono state oggetto di interventi manutentivi o di aggiornamento.

AMV s.r.l.  
 Il legale rappresentante  
 Ing. Eugenio Aiello



### 13.2 VERIFICA A STABILITÀ GLOBALE – SOLLEVAMENTO

Si riportano di seguito l'analisi e la verifica a sollevamento di una sezione trasversale tipologica del blocco n°4 (Sezione 5) di larghezza unitaria, soggetto ad una sottopressione idraulica dovuta alla falda posta a quota 130.80 mslm, di 7.10 m.

In condizioni statiche le azioni sollecitanti (sottospinta idraulica) e resistenti (peso proprio manufatto trascurando sovraccarico da peso terreno rilevato) verranno moltiplicate per i corrispondenti coefficienti di sicurezza pari a 0.9 (azioni favorevoli) e a 1.1 (azioni sfavorevoli)

|  |            |
|--|------------|
| B = base manufatto soggetto a sottospinta =  | 34.44 m    |
| S = sottospinta idraulica complessiva = $7.10 \times 10.0 \times 34.44 \times 1.1 =$ | 2448.68 kN |
| A = sezione trasversale sezione manufatto =  | 320 mq     |
| G = peso sezione manufatto = $320 \times 25.0 \times 0.9 =$                          | 7200 kN    |

Il coefficiente di sicurezza a sollevamento vale:

$$FS = G / S = 7200 / 2693.55 = 2.67 > 1$$

In condizioni sismiche, si verifica il manufatto sottoposto anche all'azione inerziale verticale verso l'alto, in condizioni SLC; i coefficienti moltiplicativi delle azioni vengono posti pari a 1.0, in quanto trattasi di condizioni eccezionali.

|  |            |
|--|------------|
| B = base manufatto soggetto a sottospinta =  | 34.44 m    |
| S = sottospinta idraulica complessiva = $7.10 \times 10.0 \times 34.44 \times 1.0 =$ | 2226.07 kN |
| A = sezione trasversale sezione manufatto =  | 320 mq     |
| G = peso sezione manufatto = $320 \times 25.0 \times 1.0 =$                          | 8000 kN    |
| Ev = azione inerziale verticale = $0.24 \times 8000 =$                               | 1920.00 kN |

Il coefficiente di sicurezza a sollevamento vale:

$$FS = G / (S+Ev) = 8000 / 4146.07 = 1.93 > 1$$

### 13.3 VERIFICHE PASSERELLA DI SERVIZIO IN C.A.P.

Si riportano nel seguito le verifiche strutturali in condizioni di SLU-SLV e SLE-SLD di una trave tipologica dell'impalcato della passerella di servizio in oggetto.

#### Generalità dell'analisi

La trave oggetto dell'analisi prevede l'utilizzo di precompressione a cavi aderenti.

Viene analizzato lo stato di sollecitazione agente sulla trave nelle sue diverse fasi di vita: al taglio dei cavi, in fase di trasporto, in fase di sollevamento, ed in opera, compresa l'eventuale fase di getto della soletta collaborante. In ognuna delle diverse fasi viene specificato lo stato di vincolo della trave e vengono valutate le perdite di tensione sui cavi.

Nell'ultima fase in opera vengono poi analizzate le diverse combinazioni di calcolo tenendo conto dei carichi permanenti e variabili, eventualmente mobili, presenti sulla trave.

#### Cadute di tensione

A causa di diversi fenomeni lenti e istantanei non è possibile fare interamente affidamento sullo sforzo di pretensione a cui vengono assoggettate le armature. Le perdite di tensione si suddividono in perdite elastiche (al momento del taglio dei cavi la trave si deforma provocando accorciamento sui cavi), perdite dovute al ritiro del conglomerato, perdite dovute allo scorrimento viscoso del conglomerato e perdite dovute al rilassamento dei cavi quando restano in tensione per lungo periodo.

##### Perdite elastiche

Tramite la deformazione assiale e la curvatura della sezione si può risalire alla deformazione in corrispondenza del cavo, valutando il suo stato di accorciamento al momento del taglio dei cavi. Utilizzando un metodo iterativo per l'analisi sulla sezione in realtà la perdita elastica viene automaticamente valutata dalla condizione di rispetto dell'equilibrio.

##### Perdite per viscosità

E' direttamente proporzionale alla perdita elastica in rapporto pari al coefficiente di viscosità. Il coefficiente di viscosità a tempo infinito dipende dall'umidità relativa dell'ambiente, dalla superficie di trave esposta e dal tempo di messa in carico. L'Eurocodice 2 fornisce una stima dell'andamento della viscosità con il tempo.

##### Caduta per rilassamento

La diminuzione della tensione per fenomeni lenti di rilassamento nell'acciaio è tanto maggiore quanto più è elevata la tensione applicata sul cavo. Tramite Eurocodici e le Norme Tecniche italiane può essere stimato l'andamento del rilassamento nel corso del tempo.

##### Caduta per ritiro

La deformazione totale da ritiro è costituita da due aliquote: quella per essiccamento e quella per ritiro autogeno. Il ritiro per essiccamento dipende dalla superficie di trave esposta, dall'umidità dell'ambiente e dalle caratteristiche del calcestruzzo. Il ritiro autogeno può essere stimato in funzione delle caratteristiche del calcestruzzo. Gli Eurocodici e le Norme Tecniche italiane consentono di stimare l'andamento del fenomeno nel corso del tempo.

#### Modello di calcolo

Per il calcolo delle sollecitazioni e delle reazioni vincolari si esegue un'analisi lineare ipotizzando che la trave sia piana, vincolata isostaticamente su due appoggi e caricata nel piano sull'asse baricentrico. Nota la posizione dei cavi ed il tiro applicato è possibile ricavare i diagrammi delle sollecitazioni da precompressione sulla trave. Allo stesso modo, a partire dalle diverse combinazioni di carico definite, vengono valutate le corrispondenti sollecitazioni. Nel caso in cui sia presente una condizione di carico viaggiante si calcola l'involuppo da essa generato, facendo variare la sua posizione lungo la trave, e successivamente si sovrappone l'involuppo ai diagrammi.

#### Analisi della sezione

Per il calcolo delle tensioni sulla sezione viene utilizzato un metodo iterativo. A seconda che si operi in precompressione totale o parziale la sezione viene considerata tutta reagente o parzializzata come nel calcolo standard delle sezioni in c.a. Nel calcolo del momento ultimo si mantiene l'ipotesi di conservazione delle sezioni piane e si fissano i limiti deformativi sui materiali aderente).



**Dati analisi sismica**

|  | <b>SLU</b> | <b>SLE</b> |
|--|------------|------------|
| Accelerazione al suolo [m/s <sup>2</sup> ]                         | 0.288      | 0.103      |
| Massimo fattore amplificazione spettro orizz. F <sub>0</sub>       | 2.630      | 2.530      |
| Periodo inizio tratto spettro a velocità costante T <sub>c</sub> * | 0.150      | 0.271      |
| Coefficiente di amplificazione topografica (St)                    | 1.000      | 1.000      |
| Coefficiente di amplificazione stratigrafica (Ss)                  | 1.000      | 1.000      |
| Categoria topografica  | T1         |            |
| Fattore di struttura   | 1.00       |            |

**Sezioni**
Sezione tipo - Sezione appoggio

|                |        |      |
|----------------|--------|------|
| Base anima     | 60.00  | [cm] |
| Base ala       | 90.00  | [cm] |
| Altezza totale | 140.00 | [cm] |
| Altezza ala    | 6.87   | [cm] |
| Smusso dx      | 15.00  | [cm] |
| Smusso dy      | 1.12   | [cm] |

Sezione tipo - Sezione campata

|                       |        |      |
|-----------------------|--------|------|
| Base inferiore        | 60.00  | [cm] |
| Base superiore        | 90.00  | [cm] |
| Altezza totale        | 140.00 | [cm] |
| Altezza ala inferiore | 14.00  | [cm] |
| Altezza ala superiore | 6.87   | [cm] |
| Spessore anima        | 14.00  | [cm] |
| Smusso dx inferiore   | 23.00  | [cm] |
| Smusso dy inferiore   | 4.60   | [cm] |
| Smusso dx superiore   | 38.00  | [cm] |
| Smusso dy superiore   | 7.00   | [cm] |

**Geometria trave**
Geometria trave

|                 |       |     |
|-----------------|-------|-----|
| Lunghezza trave | 32.80 | [m] |
|-----------------|-------|-----|

Sezioni della trave

Allineamento delle sezioni:

| <b>N°</b> | <b>Inferiore</b><br><b>Descrizione</b> | <b>Ascissa</b> |
|-----------|--|----------------|
| 1         | Sezione appoggio                       | 0.00           |
| 2         | Sezione appoggio                       | 2.00           |
| 3         | Sezione campata                        | 3.00           |
| 4         | Sezione campata                        | 29.80          |
| 5         | Sezione appoggio                       | 30.80          |
| 6         | Sezione appoggio                       | 32.80          |

Geometria soletta

|                 |      |     |
|-----------------|------|-----|
| Base soletta    | 1.25 | [m] |
| Altezza soletta | 0.20 | [m] |

**Vincoli e fasi**
Fase in opera

|                          |       |     |
|--------------------------|-------|-----|
| Ascissa vincolo sinistro | 0.60  | [m] |
| Ascissa vincolo destro   | 32.20 | [m] |



#### Fase taglio dei cavi

|                          |       |     |
|--------------------------|-------|-----|
| Ascissa vincolo sinistro | 0.00  | [m] |
| Ascissa vincolo destro   | 32.80 | [m] |

#### Fase di sollevamento

*Vincolo sinistro* [Appoggio semplice]

|         |      |     |
|---------|------|-----|
| Ascissa | 1.00 | [m] |
|---------|------|-----|

*Vincolo destro* [Appoggio semplice]

|         |       |     |
|---------|-------|-----|
| Ascissa | 31.80 | [m] |
|---------|-------|-----|

#### Fase di trasporto

*Vincolo sinistro* [Appoggio semplice]

|         |      |     |
|---------|------|-----|
| Ascissa | 1.00 | [m] |
|---------|------|-----|

*Vincolo destro* [Appoggio semplice]

|         |       |     |
|---------|-------|-----|
| Ascissa | 31.80 | [m] |
|---------|-------|-----|

#### Caratteristiche materiali utilizzati

|   |          |         |
|---|----------|---------|
| $R_{ck}$ calcestruzzo ( <i>Fase taglio dei cavi</i> ) | 35000    | [kPa]   |
| $R_{ck}$ calcestruzzo ( <i>Fase in opera</i> )        | 50000    | [kPa]   |
| Peso specifico calcestruzzo                           | 24.5170  | [kN/mc] |
| Modulo elastico del calcestruzzo                      | 35546963 | [kPa]   |
| Coefficiente di Poisson                               | 0.20     |         |

#### Materiale armatura lenta trave

|  |        |       |
|--|--------|-------|
| Tipo di acciaio utilizzato                 | B450C  |       |
| Tensione caratteristica di snervamento     | 449152 | [kPa] |
| Tensione caratteristica di rottura         | 539374 | [kPa] |
| Coeff. omogeneizzazione cls teso/compresso | 1.00   |       |
| Coeff. omogeneizzazione armatura lenta/cls | 15.00  |       |
| Coeff. omogeneizzazione cavi/cls           | 6.00   |       |
| Coeff. di dilatazione termica              | 0.00   |       |

#### Materiale calcestruzzo soletta

|                                  |          |         |
|----------------------------------|----------|---------|
| $R_{ck}$ calcestruzzo            | 40000    | [kPa]   |
| Peso specifico calcestruzzo      | 24.5170  | [kN/mc] |
| Modulo elastico del calcestruzzo | 33642648 | [kPa]   |
| Coefficiente di Poisson          | 0.20     |         |

#### Materiale armatura soletta

|  |        |       |
|--|--------|-------|
| Tipo di acciaio utilizzato             | B450C  |       |
| Tensione caratteristica di snervamento | 449152 | [kPa] |
| Tensione caratteristica di rottura     | 539374 | [kPa] |
| Coeff. omogeneizzazione acciaio/cls    | 15.00  |       |

#### Geometria cavi

##### Simbologia adottata

|       |  |
|-------|--|
| $X_i$ | Ascissa iniziale del cavo lungo l'asse longitudinale della trave espressa in [m] |
| $X_f$ | Ascissa finale del cavo lungo l'asse longitudinale della trave espressa in [m]   |
| $Y$   | Ascissa del cavo lungo la sezione trasversale della trave espressa in [cm]       |
| $Z$   | Ordinata del cavo lungo la sezione trasversale della trave espressa in [cm]      |

La posizione del cavo viene indicata per tutte le sezioni della trave. Quando un cavo (o una sua parte) si mantiene orizzontale, viene riportata solo ascissa iniziale e finale del tratto.

| n° | Descrizione | $X_i$ | $X_f$ | $Y$  | $Z$  |
|----|-------------|-------|-------|------|------|
| 1  | Trefolo 0,6 | 0.00  | 32.80 | 0.00 | 7.00 |
| 2  | Trefolo 0,6 | 0.00  | 32.80 | 5.00 | 7.00 |

|    |             |      |       |        |       |
|----|-------------|------|-------|--------|-------|
| 3  | Trefolo 0,6 | 0.00 | 32.80 | -5.00  | 7.00  |
| 4  | Trefolo 0,6 | 0.00 | 32.80 | 10.00  | 7.00  |
| 5  | Trefolo 0,6 | 0.00 | 32.80 | -10.00 | 7.00  |
| 6  | Trefolo 0,6 | 0.00 | 32.80 | 15.00  | 7.00  |
| 7  | Trefolo 0,6 | 0.00 | 32.80 | -15.00 | 7.00  |
| 8  | Trefolo 0,6 | 0.00 | 32.80 | 20.00  | 7.00  |
| 9  | Trefolo 0,6 | 0.00 | 32.80 | -20.00 | 7.00  |
| 10 | Trefolo 0,6 | 0.00 | 32.80 | 25.00  | 7.00  |
| 11 | Trefolo 0,6 | 0.00 | 32.80 | -25.00 | 7.00  |
| 12 | Trefolo 0,6 | 0.00 | 32.80 | 0.00   | 12.00 |
| 13 | Trefolo 0,6 | 0.00 | 32.80 | 5.00   | 12.00 |
| 14 | Trefolo 0,6 | 0.00 | 32.80 | -5.00  | 12.00 |
| 15 | Trefolo 0,6 | 0.00 | 32.80 | 10.00  | 12.00 |
| 16 | Trefolo 0,6 | 0.00 | 32.80 | -10.00 | 12.00 |
| 17 | Trefolo 0,6 | 0.00 | 32.80 | 15.00  | 12.00 |
| 18 | Trefolo 0,6 | 0.00 | 32.80 | -15.00 | 12.00 |
| 19 | Trefolo 0,6 | 0.00 | 32.80 | 20.00  | 12.00 |
| 20 | Trefolo 0,6 | 0.00 | 32.80 | -20.00 | 12.00 |
| 21 | Trefolo 0,6 | 0.00 | 32.80 | 0.00   | 17.00 |
| 22 | Trefolo 0,6 | 0.00 | 32.80 | 0.00   | 22.00 |
| 23 | Trefolo 0,6 | 0.00 | 32.80 | 0.00   | 27.00 |
| 24 | Trefolo 0,6 | 0.00 | 32.80 | 0.00   | 32.00 |
| 25 | Trefolo 0,6 | 0.00 | 32.80 | 0.00   | 37.00 |
| 26 | Trefolo 0,6 | 0.00 | 32.80 | 0.00   | 42.00 |
| 27 | Trefolo 0,6 | 0.00 | 32.80 | 0.00   | 47.00 |
| 28 | Trefolo 0,6 | 0.00 | 32.80 | 0.00   | 52.00 |
| 29 | Trefolo 0,6 | 0.00 | 32.80 | 0.00   | 57.00 |
| 30 | Trefolo 0,6 | 0.00 | 32.80 | 0.00   | 62.00 |
| 31 | Trefolo 0,6 | 0.00 | 32.80 | 0.00   | 67.00 |
| 32 | Trefolo 0,6 | 0.00 | 32.80 | 0.00   | 72.00 |
| 33 | Trefolo 0,6 | 0.00 | 32.80 | 0.00   | 77.00 |
| 34 | Trefolo 0,6 | 0.00 | 32.80 | 0.00   | 82.00 |
| 35 | Trefolo 0,6 | 0.00 | 32.80 | 0.00   | 87.00 |
| 36 | Trefolo 0,6 | 0.00 | 32.80 | 0.00   | 92.00 |
| 37 | Trefolo 0,6 | 0.00 | 32.80 | 0.00   | 97.00 |

### Cavi e tiro dei cavi

#### Simbologia adottata

|      |  |
|------|--|
| n°   | numero di trefoli dello stesso tipo                                    |
| D    | diametro del singolo trefolo espressa in [mm]                          |
| A    | area del singolo trefolo espressa in [cmq]                             |
| fptk | Tensione caratteristica di rottura espressa in [kPa]                   |
| fpyk | Tensione convenzionale caratteristica di snervamento espressa in [kPa] |
| Atot | Area totale del gruppo di trefoli dello stesso tipo espressa in [cmq]  |

| Descrizione   | n°        | D     | A    | fptk    | fpyk    | Atot         |
|---------------|-----------|-------|------|---------|---------|--------------|
| Trefolo 0,6   | 37        | 15.20 | 1.39 | 1863293 | 1667157 | 51.43        |
| <b>Totale</b> | <b>37</b> |       |      |         |         | <b>51.43</b> |

#### Simbologia adottata

|       |   |
|-------|---|
| Tt    | Tensione unitaria al tiro espressa in [kPa] |
| Lg(S) | Lunghezza guaina sinistra espressa in [m]   |
| Lg(D) | Lunghezza guaina destra espressa in [m]     |
| Lcavo | Lunghezza cavo espressa in [m]              |
| Tiro  | Tiro totale sul cavo espresso in [kN]       |

| n° | Descrizione | Tt      | Lg(S) | Lg(D) | Lcavo | Tiro     |
|----|-------------|---------|-------|-------|-------|----------|
| 1  | Trefolo 0,6 | 1304305 | 0.00  | 0.00  | 32.80 | 181.2984 |

|               |             |         |      |      |       |                  |
|---------------|-------------|---------|------|------|-------|------------------|
| 2             | Trefolo 0,6 | 1304305 | 0.00 | 0.00 | 32.80 | 181.2984         |
| 3             | Trefolo 0,6 | 1304305 | 0.00 | 0.00 | 32.80 | 181.2984         |
| 4             | Trefolo 0,6 | 1304305 | 0.00 | 0.00 | 32.80 | 181.2984         |
| 5             | Trefolo 0,6 | 1304305 | 0.00 | 0.00 | 32.80 | 181.2984         |
| 6             | Trefolo 0,6 | 1304305 | 0.00 | 0.00 | 32.80 | 181.2984         |
| 7             | Trefolo 0,6 | 1304305 | 0.00 | 0.00 | 32.80 | 181.2984         |
| 8             | Trefolo 0,6 | 1304305 | 0.00 | 0.00 | 32.80 | 181.2984         |
| 9             | Trefolo 0,6 | 1304305 | 0.00 | 0.00 | 32.80 | 181.2984         |
| 10            | Trefolo 0,6 | 1304305 | 0.00 | 0.00 | 32.80 | 181.2984         |
| 11            | Trefolo 0,6 | 1304305 | 0.00 | 0.00 | 32.80 | 181.2984         |
| 12            | Trefolo 0,6 | 1304305 | 0.00 | 0.00 | 32.80 | 181.2984         |
| 13            | Trefolo 0,6 | 1304305 | 0.00 | 0.00 | 32.80 | 181.2984         |
| 14            | Trefolo 0,6 | 1304305 | 0.00 | 0.00 | 32.80 | 181.2984         |
| 15            | Trefolo 0,6 | 1304305 | 0.00 | 0.00 | 32.80 | 181.2984         |
| 16            | Trefolo 0,6 | 1304305 | 0.00 | 0.00 | 32.80 | 181.2984         |
| 17            | Trefolo 0,6 | 1304305 | 0.00 | 0.00 | 32.80 | 181.2984         |
| 18            | Trefolo 0,6 | 1304305 | 0.00 | 0.00 | 32.80 | 181.2984         |
| 19            | Trefolo 0,6 | 1304305 | 0.00 | 0.00 | 32.80 | 181.2984         |
| 20            | Trefolo 0,6 | 1304305 | 0.00 | 0.00 | 32.80 | 181.2984         |
| 21            | Trefolo 0,6 | 1304305 | 0.00 | 0.00 | 32.80 | 181.2984         |
| 22            | Trefolo 0,6 | 1304305 | 0.00 | 0.00 | 32.80 | 181.2984         |
| 23            | Trefolo 0,6 | 1304305 | 0.00 | 0.00 | 32.80 | 181.2984         |
| 24            | Trefolo 0,6 | 1304305 | 0.00 | 0.00 | 32.80 | 181.2984         |
| 25            | Trefolo 0,6 | 1304305 | 0.00 | 0.00 | 32.80 | 181.2984         |
| 26            | Trefolo 0,6 | 1304305 | 0.00 | 0.00 | 32.80 | 181.2984         |
| 27            | Trefolo 0,6 | 1304305 | 0.00 | 0.00 | 32.80 | 181.2984         |
| 28            | Trefolo 0,6 | 1304305 | 0.00 | 0.00 | 32.80 | 181.2984         |
| 29            | Trefolo 0,6 | 1304305 | 0.00 | 0.00 | 32.80 | 181.2984         |
| 30            | Trefolo 0,6 | 1304305 | 0.00 | 0.00 | 32.80 | 181.2984         |
| 31            | Trefolo 0,6 | 1304305 | 0.00 | 0.00 | 32.80 | 181.2984         |
| 32            | Trefolo 0,6 | 1304305 | 0.00 | 0.00 | 32.80 | 181.2984         |
| 33            | Trefolo 0,6 | 1304305 | 0.00 | 0.00 | 32.80 | 181.2984         |
| 34            | Trefolo 0,6 | 1304305 | 0.00 | 0.00 | 32.80 | 181.2984         |
| 35            | Trefolo 0,6 | 1304305 | 0.00 | 0.00 | 32.80 | 181.2984         |
| 36            | Trefolo 0,6 | 1304305 | 0.00 | 0.00 | 32.80 | 181.2984         |
| 37            | Trefolo 0,6 | 1304305 | 0.00 | 0.00 | 32.80 | 181.2984         |
| <b>Totale</b> |             |         |      |      |       | <b>6708.0416</b> |

### Elenco ferri longitudinali

#### Simbologia adottata

|         |  |
|---------|--|
| IF      | Indice ferro   |
| Xi      | Ascissa iniziale ferro espressa in [m]   |
| Xf      | Ascissa finale ferro espressa in [m]   |
| d       | Diametro, espresso in [mm]   |
| X, Y, Z | Coordinate del ferro nel sistema di riferimento locale alla trave, espresso in [m] |

| IF | Xi   | Xf    | d     | X     | Y     | Z    |
|----|------|-------|-------|-------|-------|------|
| 1  | 0.03 | 11.21 | 16.00 | 0.03  | -0.26 | 0.85 |
|    |      |       |       | 0.03  | -0.26 | 0.04 |
|    |      |       |       | 11.21 | -0.26 | 0.04 |
| 2  | 0.03 | 11.21 | 16.00 | 0.03  | -0.13 | 0.85 |
|    |      |       |       | 0.03  | -0.13 | 0.04 |
|    |      |       |       | 11.21 | -0.13 | 0.04 |
| 3  | 0.03 | 11.21 | 16.00 | 0.03  | 0.41  | 1.33 |
|    |      |       |       | 0.03  | 0.41  | 1.36 |
|    |      |       |       | 11.21 | 0.41  | 1.36 |
| 4  | 0.03 | 11.21 | 16.00 | 0.03  | 0.21  | 0.55 |
|    |      |       |       | 0.03  | 0.21  | 1.36 |

|    |      |       |       |       |       |      |
|----|------|-------|-------|-------|-------|------|
|    |      |       |       | 11.21 | 0.21  | 1.36 |
| 5  | 0.03 | 11.21 | 16.00 | 0.03  | 0.00  | 0.85 |
|    |      |       |       | 0.03  | 0.00  | 0.04 |
|    |      |       |       | 11.21 | 0.00  | 0.04 |
| 6  | 0.03 | 11.21 | 16.00 | 0.03  | 0.00  | 0.55 |
|    |      |       |       | 0.03  | 0.00  | 1.36 |
|    |      |       |       | 11.21 | 0.00  | 1.36 |
| 7  | 0.03 | 11.21 | 16.00 | 0.03  | 0.13  | 0.85 |
|    |      |       |       | 0.03  | 0.13  | 0.04 |
|    |      |       |       | 11.21 | 0.13  | 0.04 |
| 8  | 0.03 | 11.21 | 16.00 | 0.03  | -0.21 | 0.55 |
|    |      |       |       | 0.03  | -0.21 | 1.36 |
|    |      |       |       | 11.21 | -0.21 | 1.36 |
| 9  | 0.03 | 11.21 | 16.00 | 0.03  | 0.26  | 0.85 |
|    |      |       |       | 0.03  | 0.26  | 0.04 |
|    |      |       |       | 11.21 | 0.26  | 0.04 |
| 10 | 0.03 | 11.21 | 16.00 | 0.03  | -0.41 | 1.33 |
|    |      |       |       | 0.03  | -0.41 | 1.36 |
|    |      |       |       | 11.21 | -0.41 | 1.36 |
| 11 | 0.03 | 11.21 | 16.00 | 0.03  | -0.20 | 0.85 |
|    |      |       |       | 0.03  | -0.20 | 0.04 |
|    |      |       |       | 11.21 | -0.20 | 0.04 |
| 12 | 0.03 | 11.21 | 16.00 | 0.03  | -0.15 | 0.85 |
|    |      |       |       | 0.03  | -0.15 | 0.04 |
|    |      |       |       | 11.21 | -0.15 | 0.04 |
| 13 | 0.03 | 11.21 | 16.00 | 0.03  | -0.09 | 0.85 |
|    |      |       |       | 0.03  | -0.09 | 0.04 |
|    |      |       |       | 11.21 | -0.09 | 0.04 |
| 14 | 0.03 | 11.21 | 16.00 | 0.03  | -0.03 | 0.85 |
|    |      |       |       | 0.03  | -0.03 | 0.04 |
|    |      |       |       | 11.21 | -0.03 | 0.04 |
| 15 | 0.03 | 11.21 | 16.00 | 0.03  | 0.03  | 0.85 |
|    |      |       |       | 0.03  | 0.03  | 0.04 |
|    |      |       |       | 11.21 | 0.03  | 0.04 |
| 16 | 0.03 | 11.21 | 16.00 | 0.03  | 0.09  | 0.85 |
|    |      |       |       | 0.03  | 0.09  | 0.04 |
|    |      |       |       | 11.21 | 0.09  | 0.04 |
| 17 | 0.03 | 11.21 | 16.00 | 0.03  | 0.15  | 0.85 |
|    |      |       |       | 0.03  | 0.15  | 0.04 |
|    |      |       |       | 11.21 | 0.15  | 0.04 |
| 18 | 0.03 | 11.21 | 16.00 | 0.03  | 0.20  | 0.85 |
|    |      |       |       | 0.03  | 0.20  | 0.04 |
|    |      |       |       | 11.21 | 0.20  | 0.04 |
| 19 | 9.59 | 20.80 | 16.00 | 9.59  | -0.26 | 0.04 |
|    |      |       |       | 20.80 | -0.26 | 0.04 |
| 20 | 9.59 | 20.80 | 16.00 | 9.59  | -0.13 | 0.04 |
|    |      |       |       | 20.80 | -0.13 | 0.04 |
| 21 | 9.59 | 20.80 | 16.00 | 9.59  | 0.41  | 1.36 |
|    |      |       |       | 20.80 | 0.41  | 1.36 |
| 22 | 9.59 | 20.80 | 16.00 | 9.59  | 0.21  | 1.36 |
|    |      |       |       | 20.80 | 0.21  | 1.36 |
| 23 | 9.59 | 20.80 | 16.00 | 9.59  | 0.00  | 0.04 |
|    |      |       |       | 20.80 | 0.00  | 0.04 |
| 24 | 9.59 | 20.80 | 16.00 | 9.59  | 0.00  | 1.36 |
|    |      |       |       | 20.80 | 0.00  | 1.36 |
| 25 | 9.59 | 20.80 | 16.00 | 9.59  | 0.13  | 0.04 |
|    |      |       |       | 20.80 | 0.13  | 0.04 |

|    |       |       |       |       |       |      |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| 26 | 9.59  | 20.80 | 16.00 | 9.59  | -0.21 | 1.36 |
|    |       |       |       | 20.80 | -0.21 | 1.36 |
| 27 | 9.59  | 20.80 | 16.00 | 9.59  | 0.26  | 0.04 |
|    |       |       |       | 20.80 | 0.26  | 0.04 |
| 28 | 9.59  | 20.80 | 16.00 | 9.59  | -0.41 | 1.36 |
|    |       |       |       | 20.80 | -0.41 | 1.36 |
| 29 | 9.59  | 20.80 | 16.00 | 9.59  | -0.20 | 0.04 |
|    |       |       |       | 20.80 | -0.20 | 0.04 |
| 30 | 9.59  | 20.80 | 16.00 | 9.59  | -0.15 | 0.04 |
|    |       |       |       | 20.80 | -0.15 | 0.04 |
| 31 | 9.59  | 20.80 | 16.00 | 9.59  | -0.09 | 0.04 |
|    |       |       |       | 20.80 | -0.09 | 0.04 |
| 32 | 9.59  | 20.80 | 16.00 | 9.59  | -0.03 | 0.04 |
|    |       |       |       | 20.80 | -0.03 | 0.04 |
| 33 | 9.59  | 20.80 | 16.00 | 9.59  | 0.03  | 0.04 |
|    |       |       |       | 20.80 | 0.03  | 0.04 |
| 34 | 9.59  | 20.80 | 16.00 | 9.59  | 0.09  | 0.04 |
|    |       |       |       | 20.80 | 0.09  | 0.04 |
| 35 | 9.59  | 20.80 | 16.00 | 9.59  | 0.15  | 0.04 |
|    |       |       |       | 20.80 | 0.15  | 0.04 |
| 36 | 9.59  | 20.80 | 16.00 | 9.59  | 0.20  | 0.04 |
|    |       |       |       | 20.80 | 0.20  | 0.04 |
| 37 | 19.99 | 31.20 | 16.00 | 19.99 | -0.26 | 0.04 |
|    |       |       |       | 31.20 | -0.26 | 0.04 |
| 38 | 19.99 | 31.20 | 16.00 | 19.99 | -0.13 | 0.04 |
|    |       |       |       | 31.20 | -0.13 | 0.04 |
| 39 | 19.99 | 31.20 | 16.00 | 19.99 | 0.41  | 1.36 |
|    |       |       |       | 31.20 | 0.41  | 1.36 |
| 40 | 19.99 | 31.20 | 16.00 | 19.99 | 0.21  | 1.36 |
|    |       |       |       | 31.20 | 0.21  | 1.36 |
| 41 | 19.99 | 31.20 | 16.00 | 19.99 | 0.00  | 0.04 |
|    |       |       |       | 31.20 | 0.00  | 0.04 |
| 42 | 19.99 | 31.20 | 16.00 | 19.99 | 0.00  | 1.36 |
|    |       |       |       | 31.20 | 0.00  | 1.36 |
| 43 | 19.99 | 31.20 | 16.00 | 19.99 | 0.13  | 0.04 |
|    |       |       |       | 31.20 | 0.13  | 0.04 |
| 44 | 19.99 | 31.20 | 16.00 | 19.99 | -0.21 | 1.36 |
|    |       |       |       | 31.20 | -0.21 | 1.36 |
| 45 | 19.99 | 31.20 | 16.00 | 19.99 | 0.26  | 0.04 |
|    |       |       |       | 31.20 | 0.26  | 0.04 |
| 46 | 19.99 | 31.20 | 16.00 | 19.99 | -0.41 | 1.36 |
|    |       |       |       | 31.20 | -0.41 | 1.36 |
| 47 | 19.99 | 31.20 | 16.00 | 19.99 | -0.20 | 0.04 |
|    |       |       |       | 31.20 | -0.20 | 0.04 |
| 48 | 19.99 | 31.20 | 16.00 | 19.99 | -0.15 | 0.04 |
|    |       |       |       | 31.20 | -0.15 | 0.04 |
| 49 | 19.99 | 31.20 | 16.00 | 19.99 | -0.09 | 0.04 |
|    |       |       |       | 31.20 | -0.09 | 0.04 |
| 50 | 19.99 | 31.20 | 16.00 | 19.99 | -0.03 | 0.04 |
|    |       |       |       | 31.20 | -0.03 | 0.04 |
| 51 | 19.99 | 31.20 | 16.00 | 19.99 | 0.03  | 0.04 |
|    |       |       |       | 31.20 | 0.03  | 0.04 |
| 52 | 19.99 | 31.20 | 16.00 | 19.99 | 0.09  | 0.04 |
|    |       |       |       | 31.20 | 0.09  | 0.04 |
| 53 | 19.99 | 31.20 | 16.00 | 19.99 | 0.15  | 0.04 |
|    |       |       |       | 31.20 | 0.15  | 0.04 |
| 54 | 19.99 | 31.20 | 16.00 | 19.99 | 0.20  | 0.04 |

|    |       |       |       |       |       |      |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|------|
|    |       |       |       | 31.20 | 0.20  | 0.04 |
| 55 | 30.39 | 32.77 | 16.00 | 30.39 | -0.26 | 0.04 |
|    |       |       |       | 32.77 | -0.26 | 0.04 |
|    |       |       |       | 32.77 | -0.26 | 0.85 |
| 56 | 30.39 | 32.77 | 16.00 | 30.39 | -0.13 | 0.04 |
|    |       |       |       | 32.77 | -0.13 | 0.04 |
|    |       |       |       | 32.77 | -0.13 | 0.85 |
| 57 | 30.39 | 32.77 | 16.00 | 30.39 | 0.41  | 1.36 |
|    |       |       |       | 32.77 | 0.41  | 1.36 |
|    |       |       |       | 32.77 | 0.41  | 1.33 |
| 58 | 30.39 | 32.77 | 16.00 | 30.39 | 0.21  | 1.36 |
|    |       |       |       | 32.77 | 0.21  | 1.36 |
|    |       |       |       | 32.77 | 0.21  | 0.55 |
| 59 | 30.39 | 32.77 | 16.00 | 30.39 | 0.00  | 0.04 |
|    |       |       |       | 32.77 | 0.00  | 0.04 |
|    |       |       |       | 32.77 | 0.00  | 0.85 |
| 60 | 30.39 | 32.77 | 16.00 | 30.39 | 0.00  | 1.36 |
|    |       |       |       | 32.77 | 0.00  | 1.36 |
|    |       |       |       | 32.77 | 0.00  | 0.55 |
| 61 | 30.39 | 32.77 | 16.00 | 30.39 | 0.13  | 0.04 |
|    |       |       |       | 32.77 | 0.13  | 0.04 |
|    |       |       |       | 32.77 | 0.13  | 0.85 |
| 62 | 30.39 | 32.77 | 16.00 | 30.39 | -0.21 | 1.36 |
|    |       |       |       | 32.77 | -0.21 | 1.36 |
|    |       |       |       | 32.77 | -0.21 | 0.55 |
| 63 | 30.39 | 32.77 | 16.00 | 30.39 | 0.26  | 0.04 |
|    |       |       |       | 32.77 | 0.26  | 0.04 |
|    |       |       |       | 32.77 | 0.26  | 0.85 |
| 64 | 30.39 | 32.77 | 16.00 | 30.39 | -0.41 | 1.36 |
|    |       |       |       | 32.77 | -0.41 | 1.36 |
|    |       |       |       | 32.77 | -0.41 | 1.33 |
| 65 | 30.39 | 32.77 | 16.00 | 30.39 | -0.20 | 0.04 |
|    |       |       |       | 32.77 | -0.20 | 0.04 |
|    |       |       |       | 32.77 | -0.20 | 0.85 |
| 66 | 30.39 | 32.77 | 16.00 | 30.39 | -0.15 | 0.04 |
|    |       |       |       | 32.77 | -0.15 | 0.04 |
|    |       |       |       | 32.77 | -0.15 | 0.85 |
| 67 | 30.39 | 32.77 | 16.00 | 30.39 | -0.09 | 0.04 |
|    |       |       |       | 32.77 | -0.09 | 0.04 |
|    |       |       |       | 32.77 | -0.09 | 0.85 |
| 68 | 30.39 | 32.77 | 16.00 | 30.39 | -0.03 | 0.04 |
|    |       |       |       | 32.77 | -0.03 | 0.04 |
|    |       |       |       | 32.77 | -0.03 | 0.85 |
| 69 | 30.39 | 32.77 | 16.00 | 30.39 | 0.03  | 0.04 |
|    |       |       |       | 32.77 | 0.03  | 0.04 |
|    |       |       |       | 32.77 | 0.03  | 0.85 |
| 70 | 30.39 | 32.77 | 16.00 | 30.39 | 0.09  | 0.04 |
|    |       |       |       | 32.77 | 0.09  | 0.04 |
|    |       |       |       | 32.77 | 0.09  | 0.85 |
| 71 | 30.39 | 32.77 | 16.00 | 30.39 | 0.15  | 0.04 |
|    |       |       |       | 32.77 | 0.15  | 0.04 |
|    |       |       |       | 32.77 | 0.15  | 0.85 |
| 72 | 30.39 | 32.77 | 16.00 | 30.39 | 0.20  | 0.04 |
|    |       |       |       | 32.77 | 0.20  | 0.04 |
|    |       |       |       | 32.77 | 0.20  | 0.85 |
| 73 | 19.18 | 22.42 | 16.00 | 19.18 | -0.26 | 0.04 |
|    |       |       |       | 22.42 | -0.26 | 0.04 |



|    |       |       |       |       |       |      |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| 74 | 19.18 | 22.42 | 16.00 | 19.18 | -0.13 | 0.04 |
|    |       |       |       | 22.42 | -0.13 | 0.04 |
| 75 | 19.18 | 22.42 | 16.00 | 19.18 | 0.41  | 1.36 |
|    |       |       |       | 22.42 | 0.41  | 1.36 |
| 76 | 19.18 | 22.42 | 16.00 | 19.18 | 0.21  | 1.36 |
|    |       |       |       | 22.42 | 0.21  | 1.36 |
| 77 | 19.18 | 22.42 | 16.00 | 19.18 | 0.00  | 0.04 |
|    |       |       |       | 22.42 | 0.00  | 0.04 |
| 78 | 19.18 | 22.42 | 16.00 | 19.18 | 0.00  | 1.36 |
|    |       |       |       | 22.42 | 0.00  | 1.36 |
| 79 | 19.18 | 22.42 | 16.00 | 19.18 | 0.13  | 0.04 |
|    |       |       |       | 22.42 | 0.13  | 0.04 |
| 80 | 19.18 | 22.42 | 16.00 | 19.18 | -0.21 | 1.36 |
|    |       |       |       | 22.42 | -0.21 | 1.36 |
| 81 | 19.18 | 22.42 | 16.00 | 19.18 | 0.26  | 0.04 |
|    |       |       |       | 22.42 | 0.26  | 0.04 |
| 82 | 19.18 | 22.42 | 16.00 | 19.18 | -0.41 | 1.36 |
|    |       |       |       | 22.42 | -0.41 | 1.36 |
| 83 | 19.18 | 22.42 | 16.00 | 19.18 | -0.20 | 0.04 |
|    |       |       |       | 22.42 | -0.20 | 0.04 |
| 84 | 19.18 | 22.42 | 16.00 | 19.18 | -0.15 | 0.04 |
|    |       |       |       | 22.42 | -0.15 | 0.04 |
| 85 | 19.18 | 22.42 | 16.00 | 19.18 | -0.09 | 0.04 |
|    |       |       |       | 22.42 | -0.09 | 0.04 |
| 86 | 19.18 | 22.42 | 16.00 | 19.18 | -0.03 | 0.04 |
|    |       |       |       | 22.42 | -0.03 | 0.04 |
| 87 | 19.18 | 22.42 | 16.00 | 19.18 | 0.03  | 0.04 |
|    |       |       |       | 22.42 | 0.03  | 0.04 |
| 88 | 19.18 | 22.42 | 16.00 | 19.18 | 0.09  | 0.04 |
|    |       |       |       | 22.42 | 0.09  | 0.04 |
| 89 | 19.18 | 22.42 | 16.00 | 19.18 | 0.15  | 0.04 |
|    |       |       |       | 22.42 | 0.15  | 0.04 |
| 90 | 19.18 | 22.42 | 16.00 | 19.18 | 0.20  | 0.04 |
|    |       |       |       | 22.42 | 0.20  | 0.04 |
| 91 | 29.58 | 32.01 | 16.00 | 29.58 | -0.26 | 0.04 |
|    |       |       |       | 32.01 | -0.26 | 0.04 |
|    |       |       |       | 32.01 | -0.26 | 0.85 |
| 92 | 29.58 | 32.01 | 16.00 | 29.58 | -0.13 | 0.04 |
|    |       |       |       | 32.01 | -0.13 | 0.04 |
|    |       |       |       | 32.01 | -0.13 | 0.85 |
| 93 | 29.58 | 32.01 | 16.00 | 29.58 | 0.41  | 1.36 |
|    |       |       |       | 32.01 | 0.41  | 1.36 |
|    |       |       |       | 32.01 | 0.41  | 1.33 |
| 94 | 29.58 | 32.01 | 16.00 | 29.58 | 0.21  | 1.36 |
|    |       |       |       | 32.01 | 0.21  | 1.36 |
|    |       |       |       | 32.01 | 0.21  | 0.55 |
| 95 | 29.58 | 32.01 | 16.00 | 29.58 | 0.00  | 0.04 |
|    |       |       |       | 32.01 | 0.00  | 0.04 |
|    |       |       |       | 32.01 | 0.00  | 0.85 |
| 96 | 29.58 | 32.01 | 16.00 | 29.58 | 0.00  | 1.36 |
|    |       |       |       | 32.01 | 0.00  | 1.36 |
|    |       |       |       | 32.01 | 0.00  | 0.55 |
| 97 | 29.58 | 32.01 | 16.00 | 29.58 | 0.13  | 0.04 |
|    |       |       |       | 32.01 | 0.13  | 0.04 |
|    |       |       |       | 32.01 | 0.13  | 0.85 |
| 98 | 29.58 | 32.01 | 16.00 | 29.58 | -0.21 | 1.36 |
|    |       |       |       | 32.01 | -0.21 | 1.36 |

|     |       |       |       |       |       |      |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|------|
|     |       |       |       | 32.01 | -0.21 | 0.55 |
| 99  | 29.58 | 32.01 | 16.00 | 29.58 | 0.26  | 0.04 |
|     |       |       |       | 32.01 | 0.26  | 0.04 |
|     |       |       |       | 32.01 | 0.26  | 0.85 |
| 100 | 29.58 | 32.01 | 16.00 | 29.58 | -0.41 | 1.36 |
|     |       |       |       | 32.01 | -0.41 | 1.36 |
|     |       |       |       | 32.01 | -0.41 | 1.33 |
| 101 | 29.58 | 32.01 | 16.00 | 29.58 | -0.20 | 0.04 |
|     |       |       |       | 32.01 | -0.20 | 0.04 |
|     |       |       |       | 32.01 | -0.20 | 0.85 |
| 102 | 29.58 | 32.01 | 16.00 | 29.58 | -0.15 | 0.04 |
|     |       |       |       | 32.01 | -0.15 | 0.04 |
|     |       |       |       | 32.01 | -0.15 | 0.85 |
| 103 | 29.58 | 32.01 | 16.00 | 29.58 | -0.09 | 0.04 |
|     |       |       |       | 32.01 | -0.09 | 0.04 |
|     |       |       |       | 32.01 | -0.09 | 0.85 |
| 104 | 29.58 | 32.01 | 16.00 | 29.58 | -0.03 | 0.04 |
|     |       |       |       | 32.01 | -0.03 | 0.04 |
|     |       |       |       | 32.01 | -0.03 | 0.85 |
| 105 | 29.58 | 32.01 | 16.00 | 29.58 | 0.03  | 0.04 |
|     |       |       |       | 32.01 | 0.03  | 0.04 |
|     |       |       |       | 32.01 | 0.03  | 0.85 |
| 106 | 29.58 | 32.01 | 16.00 | 29.58 | 0.09  | 0.04 |
|     |       |       |       | 32.01 | 0.09  | 0.04 |
|     |       |       |       | 32.01 | 0.09  | 0.85 |
| 107 | 29.58 | 32.01 | 16.00 | 29.58 | 0.15  | 0.04 |
|     |       |       |       | 32.01 | 0.15  | 0.04 |
|     |       |       |       | 32.01 | 0.15  | 0.85 |
| 108 | 29.58 | 32.01 | 16.00 | 29.58 | 0.20  | 0.04 |
|     |       |       |       | 32.01 | 0.20  | 0.04 |
|     |       |       |       | 32.01 | 0.20  | 0.85 |

#### Tratti staffe

##### Simbologia adottata

|     |  |
|-----|--|
| IT  | Indice tratto                                  |
| Xi  | Ascissa iniziale tratto staffe espressa in [m] |
| Xf  | Ascissa finale tratto staffe espressa in [m]   |
| L   | Lunghezza tratto espressa in [cm]              |
| n°  | Numero staffe                                  |
| pst | Passo staffe, espresso in [cm]                 |
| dst | Diametro staffe, espresso in [mm]              |
| nb  | Numero braccia                                 |

| IT | Xi   | Xf    | L     | n°  | pst   | dst   | nb |
|----|------|-------|-------|-----|-------|-------|----|
| 1  | 0.00 | 32.80 | 32.80 | 274 | 12.00 | 12.00 | 2  |

#### Cadute di tensione

##### Simbologia adottata

|        |   |
|--------|---|
| P(Rit) | Cadute di tensione per fenomeni di ritiro espressa in [%]       |
| P(Vis) | Cadute di tensione per fenomeni di viscosità espressa in [%]    |
| P(Ril) | Cadute di tensione per fenomeni di rilassamento espressa in [%] |

| Fase         | P(Rit) | P(Vis) | P(Ril) |
|--------------|--------|--------|--------|
| Taglio cavi  | 0.00   | 0.00   | 36.40  |
| Trasporto    | 9.82   | 29.97  | 39.87  |
| Sollevamento | 24.12  | 41.25  | 44.73  |
| In opera     | 100.00 | 100.00 | 100.00 |

ε<sub>cs</sub> Deformazione totale da ritiro 0.00043

|   |        |     |
|---|--------|-----|
| $\phi$ Coefficiente di viscosità                          | 2.06   |     |
| $\psi$ Coefficiente di rilassamento                       | 0.206  |     |
| $h_0$ dimensione convenzionale 2*A/u                      | 131.75 | mm  |
| $f_{ck}$ resistenza caratteristica a compressione del cls | 41.47  | MPa |
| Classe di armatura  | 0      |     |

### Condizioni di carico

#### Simbologia adottata

##### Carico distribuito

$X_i, X_f$  Ascissa iniziale e finale del carico distribuito espresso in [m]  
 $Q_i, Q_f$  Valori del carico distribuito iniziale e finale espressa in [kN/m]

##### Carico concentrato

$X$  Ascissa di posizionamento del carico espressa in [m]  
 $F_y$  Componente verticale del carico espresso in [kN]  
 $M$  Componente di momento espresso in [kNm]

##### Carico termico

$T_e$  Temperatura sul lembo esterno (superiore) della trave espresso in [°]  
 $T_i$  Temperatura sul lembo interno (inferiore) della trave espresso in [°]

#### Condizione n° 1 - Peso trave

##### Carichi distribuiti

| N° | $X_i$ | $X_f$ | $Q_i$   | $Q_f$   |
|----|-------|-------|---------|---------|
| 1  | 0.00  | 2.00  | 21.1408 | 21.1408 |
| 2  | 2.00  | 3.00  | 21.1408 | 8.5759  |
| 3  | 3.00  | 29.80 | 8.5759  | 8.5759  |
| 4  | 29.80 | 30.80 | 8.5759  | 21.1408 |
| 5  | 30.80 | 32.80 | 21.1408 | 21.1408 |

#### Condizione n° 2 - Peso soletta

##### Carichi distribuiti

| N° | $X_i$ | $X_f$ | $Q_i$  | $Q_f$  |
|----|-------|-------|--------|--------|
| 1  | 0.00  | 32.80 | 6.1293 | 6.1293 |

#### Condizione n° 3 - Pavimentazione impalcato

##### Carichi distribuiti

| N° | $X_i$ | $X_f$ | $Q_i$  | $Q_f$  |
|----|-------|-------|--------|--------|
| 1  | 0.00  | 32.80 | 3.7500 | 3.7500 |

#### Condizione n° 4 - Carichi tandem [Viaggiante]

Passo carico viaggiante 0.50 [m]

##### Carichi concentrati

| N° | $X$  | $F_y$    | $M$    |
|----|------|----------|--------|
| 1  | 0.00 | 120.0000 | 0.0000 |
| 2  | 1.20 | 120.0000 | 0.0000 |

#### Condizione n° 5 - Carico q<sub>ik</sub>

##### Carichi distribuiti

| N° | $X_i$ | $X_f$ | $Q_i$  | $Q_f$  |
|----|-------|-------|--------|--------|
| 1  | 0.00  | 32.80 | 7.2000 | 7.2000 |

### Impostazioni di analisi

Il calcolo della sezione è effettuato nell'ipotesi di precompressione parziale.

## Opzioni verifiche SLU

### Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione | 1.50 |
| Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a trazione     | 1.50 |
| Coefficiente di sicurezza acciaio                     | 1.15 |
| Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica   | 0.83 |
| Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo     | 0.85 |
| Coefficiente di sicurezza per la sezione              | 1.50 |

## Opzioni verifiche SLE

|                                 |           |
|---------------------------------|-----------|
| Condizioni ambientali           | ORDINARIE |
| Armatura ad aderenza migliorata |           |

### Verifica fessurazione

|  |  |
|--|--|
| Sensibilità delle armature                 | Sensibile                                    |
| Valori limite delle aperture delle fessure | $w_1 = 0.20$<br>$w_2 = 0.30$<br>$w_3 = 0.40$ |
| Metodo di calcolo aperture delle fessure   | Circolare Ministeriale 252 (15/10/1996)      |

### Verifica delle tensioni

#### Combinazione di carico

|                  | $\sigma_c$      | $\sigma_{ct}$    | $\sigma_f$      |
|------------------|-----------------|------------------|-----------------|
| Rara             | $< 0.60 f_{ck}$ | $< 1.00 f_{ck}$  | $< 0.80 f_{yk}$ |
| Quasi permanente | $< 0.45 f_{ck}$ | $< 1.00 f_{ck}$  | $< 1.00 f_{yk}$ |
| Frequente        | $< 1.00 f_{ck}$ | $< 1.00 f_{ck}$  | $< 1.00 f_{yk}$ |
| Taglio dei cavi  | $< 0.60 f_{ck}$ | $< 1.00 f_{ckj}$ |                 |

#### Combinazioni di carico

##### Combinazione n° 1

Fase: Taglio cavi - Tipo combinazione: SLU - A1M1

| n° | Nome condizione | F/S         | $\Psi$ | $\gamma$ | $\Psi \times \gamma$ |
|----|-----------------|-------------|--------|----------|----------------------|
| 1  | Peso trave      | SFAVOREVOLE | 1.00   | 1.35     | 1.35                 |

##### Combinazione n° 2

Fase: Trasporto - Tipo combinazione: SLU - A1M1

| n° | Nome condizione | F/S         | $\Psi$ | $\gamma$ | $\Psi \times \gamma$ |
|----|-----------------|-------------|--------|----------|----------------------|
| 1  | Peso trave      | SFAVOREVOLE | 1.20   | 1.35     | 1.62                 |

##### Combinazione n° 3

Fase: Sollevamento - Tipo combinazione: SLU - A1M1

| n° | Nome condizione | F/S         | $\Psi$ | $\gamma$ | $\Psi \times \gamma$ |
|----|-----------------|-------------|--------|----------|----------------------|
| 1  | Peso trave      | SFAVOREVOLE | 1.20   | 1.35     | 1.62                 |

##### Combinazione n° 4

Fase: In opera a breve termine - Tipo combinazione: SLU - A1M1

| n° | Nome condizione | F/S         | $\Psi$ | $\gamma$ | $\Psi \times \gamma$ |
|----|-----------------|-------------|--------|----------|----------------------|
| 1  | Peso trave      | SFAVOREVOLE | 1.00   | 1.35     | 1.35                 |

|   |              |             |      |      |      |
|---|--------------|-------------|------|------|------|
| 2 | Peso soletta | SFAVOREVOLE | 1.00 | 1.35 | 1.35 |
|---|--------------|-------------|------|------|------|

#### Combinazione n° 5

Fase: In opera a lungo termine - Tipo combinazione: SLU - A1M1

| n° | Nome condizione              | F/S         | $\Psi$ | $\gamma$ | $\Psi \times \gamma$ |
|----|------------------------------|-------------|--------|----------|----------------------|
| 1  | Peso trave                   | SFAVOREVOLE | 1.00   | 1.35     | 1.35                 |
| 2  | Peso soletta                 | SFAVOREVOLE | 1.00   | 1.35     | 1.35                 |
| 3  | misto stabilizzato impalcato | SFAVOREVOLE | 1.00   | 1.50     | 1.50                 |

#### Combinazione n° 6

Fase: In opera a lungo termine - Tipo combinazione: SLU - A1M1

| n° | Nome condizione              | F/S         | $\Psi$ | $\gamma$ | $\Psi \times \gamma$ |
|----|------------------------------|-------------|--------|----------|----------------------|
| 1  | Peso trave                   | SFAVOREVOLE | 1.00   | 1.35     | 1.35                 |
| 2  | Peso soletta                 | SFAVOREVOLE | 1.00   | 1.35     | 1.35                 |
| 3  | misto stabilizzato impalcato | SFAVOREVOLE | 1.00   | 1.50     | 1.50                 |
| 4  | Carichi tandem               | SFAVOREVOLE | 1.00   | 1.35     | 1.35                 |
| 5  | Carico qik                   | SFAVOREVOLE | 0.00   | 1.35     | 0.00                 |

#### Combinazione n° 7

Fase: In opera a lungo termine - Tipo combinazione: SLU - A1M1

| n° | Nome condizione              | F/S         | $\Psi$ | $\gamma$ | $\Psi \times \gamma$ |
|----|------------------------------|-------------|--------|----------|----------------------|
| 1  | Peso trave                   | SFAVOREVOLE | 1.00   | 1.35     | 1.35                 |
| 2  | Peso soletta                 | SFAVOREVOLE | 1.00   | 1.35     | 1.35                 |
| 3  | misto stabilizzato impalcato | SFAVOREVOLE | 1.00   | 1.50     | 1.50                 |
| 4  | Carichi tandem               | SFAVOREVOLE | 0.00   | 1.35     | 0.00                 |
| 5  | Carico qik                   | SFAVOREVOLE | 1.00   | 1.35     | 1.35                 |

#### Combinazione n° 8

Fase: In opera a lungo termine - Tipo combinazione: SLU - A1M1 [Sismica]

| n° | Nome condizione              | F/S         | $\Psi$ | $\gamma$ | $\Psi \times \gamma$ |
|----|------------------------------|-------------|--------|----------|----------------------|
| 1  | Peso trave                   | SFAVOREVOLE | 1.00   | 1.00     | 1.00                 |
| 2  | Peso soletta                 | SFAVOREVOLE | 1.00   | 1.00     | 1.00                 |
| 3  | misto stabilizzato impalcato | SFAVOREVOLE | 1.00   | 1.00     | 1.00                 |

#### Combinazione n° 9

Fase: In opera a lungo termine - Tipo combinazione: SLU - A1M1 [Sismica]

| n° | Nome condizione              | F/S         | $\Psi$ | $\gamma$ | $\Psi \times \gamma$ |
|----|------------------------------|-------------|--------|----------|----------------------|
| 1  | Peso trave                   | SFAVOREVOLE | 1.00   | 1.00     | 1.00                 |
| 2  | Peso soletta                 | SFAVOREVOLE | 1.00   | 1.00     | 1.00                 |
| 3  | misto stabilizzato impalcato | SFAVOREVOLE | 1.00   | 1.00     | 1.00                 |
| 4  | Carichi tandem               | SFAVOREVOLE | 0.00   | 0.00     | 0.00                 |
| 5  | Carico qik                   | SFAVOREVOLE | 0.00   | 0.00     | 0.00                 |

#### Combinazione n° 10

Fase: Taglio cavi - Tipo combinazione: SLE - Rara

| n° | Nome condizione | F/S         | $\Psi$ | $\gamma$ | $\Psi \times \gamma$ |
|----|-----------------|-------------|--------|----------|----------------------|
| 1  | Peso trave      | SFAVOREVOLE | 1.00   | 1.00     | 1.00                 |

#### Combinazione n° 11

Fase: Trasporto - Tipo combinazione: SLE - Rara

| n° | Nome condizione | F/S         | $\Psi$ | $\gamma$ | $\Psi \times \gamma$ |
|----|-----------------|-------------|--------|----------|----------------------|
| 1  | Peso trave      | SFAVOREVOLE | 1.20   | 1.00     | 1.20                 |

#### Combinazione n° 12

Fase: Sollevamento - Tipo combinazione: SLE - Rara

| n° | Nome condizione | F/S         | $\Psi$ | $\gamma$ | $\Psi \times \gamma$ |
|----|-----------------|-------------|--------|----------|----------------------|
| 1  | Peso trave      | SFAVOREVOLE | 1.20   | 1.00     | 1.20                 |

#### Combinazione n° 13

Fase: In opera a breve termine - Tipo combinazione: SLE - Rara

| n° | Nome condizione | F/S         | $\Psi$ | $\gamma$ | $\Psi \times \gamma$ |
|----|-----------------|-------------|--------|----------|----------------------|
| 1  | Peso trave      | SFAVOREVOLE | 1.00   | 1.00     | 1.00                 |
| 2  | Peso soletta    | SFAVOREVOLE | 1.00   | 1.00     | 1.00                 |

#### Combinazione n° 14

Fase: In opera a lungo termine - Tipo combinazione: SLE - Quasi permanente

| n° | Nome condizione              | F/S         | $\Psi$ | $\gamma$ | $\Psi \times \gamma$ |
|----|------------------------------|-------------|--------|----------|----------------------|
| 1  | Peso trave                   | SFAVOREVOLE | 1.00   | 1.00     | 1.00                 |
| 2  | Peso soletta                 | SFAVOREVOLE | 1.00   | 1.00     | 1.00                 |
| 3  | misto stabilizzato impalcato | SFAVOREVOLE | 1.00   | 1.00     | 1.00                 |
| 4  | Carichi tandem               | SFAVOREVOLE | 0.00   | 1.00     | 0.00                 |
| 5  | Carico qik                   | SFAVOREVOLE | 0.00   | 1.00     | 0.00                 |

#### Combinazione n° 15

Fase: In opera a lungo termine - Tipo combinazione: SLE - Frequente

| n° | Nome condizione              | F/S         | $\Psi$ | $\gamma$ | $\Psi \times \gamma$ |
|----|------------------------------|-------------|--------|----------|----------------------|
| 1  | Peso trave                   | SFAVOREVOLE | 1.00   | 1.00     | 1.00                 |
| 2  | Peso soletta                 | SFAVOREVOLE | 1.00   | 1.00     | 1.00                 |
| 3  | misto stabilizzato impalcato | SFAVOREVOLE | 1.00   | 1.00     | 1.00                 |
| 4  | Carichi tandem               | SFAVOREVOLE | 0.00   | 1.00     | 0.00                 |
| 5  | Carico qik                   | SFAVOREVOLE | 0.00   | 1.00     | 0.00                 |

#### Combinazione n° 16

Fase: In opera a lungo termine - Tipo combinazione: SLE - Frequente

| n° | Nome condizione              | F/S         | $\Psi$ | $\gamma$ | $\Psi \times \gamma$ |
|----|------------------------------|-------------|--------|----------|----------------------|
| 1  | Peso trave                   | SFAVOREVOLE | 1.00   | 1.00     | 1.00                 |
| 2  | Peso soletta                 | SFAVOREVOLE | 1.00   | 1.00     | 1.00                 |
| 3  | misto stabilizzato impalcato | SFAVOREVOLE | 1.00   | 1.00     | 1.00                 |
| 4  | Carico qik                   | SFAVOREVOLE | 0.00   | 1.00     | 0.00                 |
| 5  | Carichi tandem               | SFAVOREVOLE | 0.00   | 1.00     | 0.00                 |

#### Combinazione n° 17

Fase: In opera a lungo termine - Tipo combinazione: SLE - Rara

| n° | Nome condizione              | F/S         | $\Psi$ | $\gamma$ | $\Psi \times \gamma$ |
|----|------------------------------|-------------|--------|----------|----------------------|
| 1  | Peso trave                   | SFAVOREVOLE | 1.00   | 1.00     | 1.00                 |
| 2  | Peso soletta                 | SFAVOREVOLE | 1.00   | 1.00     | 1.00                 |
| 3  | misto stabilizzato impalcato | SFAVOREVOLE | 1.00   | 1.00     | 1.00                 |
| 4  | Carichi tandem               | SFAVOREVOLE | 1.00   | 1.00     | 1.00                 |



|   |            |             |      |      |      |
|---|------------|-------------|------|------|------|
| 5 | Carico qik | SFAVOREVOLE | 0.00 | 1.00 | 0.00 |
|---|------------|-------------|------|------|------|

#### Combinazione n° 18

Fase: In opera a lungo termine - Tipo combinazione: SLE - Rara

| n° | Nome condizione              | F/S         | $\Psi$ | $\gamma$ | $\Psi \times \gamma$ |
|----|------------------------------|-------------|--------|----------|----------------------|
| 1  | Peso trave                   | SFAVOREVOLE | 1.00   | 1.00     | 1.00                 |
| 2  | Peso soletta                 | SFAVOREVOLE | 1.00   | 1.00     | 1.00                 |
| 3  | misto stabilizzato impalcato | SFAVOREVOLE | 1.00   | 1.00     | 1.00                 |
| 4  | Carico qik                   | SFAVOREVOLE | 1.00   | 1.00     | 1.00                 |
| 5  | Carichi tandem               | SFAVOREVOLE | 0.00   | 1.00     | 0.00                 |

#### Combinazione n° 19

Fase: Taglio cavi - Tipo combinazione: SLE - Rara [Sismica]

| n° | Nome condizione | F/S         | $\Psi$ | $\gamma$ | $\Psi \times \gamma$ |
|----|-----------------|-------------|--------|----------|----------------------|
| 1  | Peso trave      | SFAVOREVOLE | 1.00   | 1.00     | 1.00                 |

#### Combinazione n° 20

Fase: Trasporto - Tipo combinazione: SLE - Rara [Sismica]

| n° | Nome condizione | F/S         | $\Psi$ | $\gamma$ | $\Psi \times \gamma$ |
|----|-----------------|-------------|--------|----------|----------------------|
| 1  | Peso trave      | SFAVOREVOLE | 1.20   | 1.00     | 1.20                 |

#### Combinazione n° 21

Fase: Sollevamento - Tipo combinazione: SLE - Rara [Sismica]

| n° | Nome condizione | F/S         | $\Psi$ | $\gamma$ | $\Psi \times \gamma$ |
|----|-----------------|-------------|--------|----------|----------------------|
| 1  | Peso trave      | SFAVOREVOLE | 1.20   | 1.00     | 1.20                 |

#### Combinazione n° 22

Fase: In opera a breve termine - Tipo combinazione: SLE - Rara [Sismica]

| n° | Nome condizione | F/S         | $\Psi$ | $\gamma$ | $\Psi \times \gamma$ |
|----|-----------------|-------------|--------|----------|----------------------|
| 1  | Peso trave      | SFAVOREVOLE | 1.00   | 1.00     | 1.00                 |
| 2  | Peso soletta    | SFAVOREVOLE | 1.00   | 1.00     | 1.00                 |

#### Combinazione n° 23

Fase: In opera a lungo termine - Tipo combinazione: SLE - Quasi permanente [Sismica]

| n° | Nome condizione              | F/S         | $\Psi$ | $\gamma$ | $\Psi \times \gamma$ |
|----|------------------------------|-------------|--------|----------|----------------------|
| 1  | Peso trave                   | SFAVOREVOLE | 1.00   | 1.00     | 1.00                 |
| 2  | Peso soletta                 | SFAVOREVOLE | 1.00   | 1.00     | 1.00                 |
| 3  | misto stabilizzato impalcato | SFAVOREVOLE | 1.00   | 1.00     | 1.00                 |
| 4  | Carichi tandem               | SFAVOREVOLE | 0.00   | 1.00     | 0.00                 |
| 5  | Carico qik                   | SFAVOREVOLE | 0.00   | 1.00     | 0.00                 |

#### Combinazione n° 24

Fase: In opera a lungo termine - Tipo combinazione: SLE - Frequente [Sismica]

| n° | Nome condizione | F/S         | $\Psi$ | $\gamma$ | $\Psi \times \gamma$ |
|----|-----------------|-------------|--------|----------|----------------------|
| 1  | Peso trave      | SFAVOREVOLE | 1.00   | 1.00     | 1.00                 |
| 2  | Peso soletta    | SFAVOREVOLE | 1.00   | 1.00     | 1.00                 |

|   |                              |             |      |      |      |
|---|------------------------------|-------------|------|------|------|
| 3 | misto stabilizzato impalcato | SFAVOREVOLE | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 4 | Carichi tandem               | SFAVOREVOLE | 0.00 | 1.00 | 0.00 |
| 5 | Carico qik                   | SFAVOREVOLE | 0.00 | 1.00 | 0.00 |

#### Combinazione n° 25

Fase: In opera a lungo termine - Tipo combinazione: SLE - Frequente [Sismica]

| n° | Nome condizione              | F/S         | $\Psi$ | $\gamma$ | $\Psi \times \gamma$ |
|----|------------------------------|-------------|--------|----------|----------------------|
| 1  | Peso trave                   | SFAVOREVOLE | 1.00   | 1.00     | 1.00                 |
| 2  | Peso soletta                 | SFAVOREVOLE | 1.00   | 1.00     | 1.00                 |
| 3  | misto stabilizzato impalcato | SFAVOREVOLE | 1.00   | 1.00     | 1.00                 |
| 4  | Carico qik                   | SFAVOREVOLE | 0.00   | 1.00     | 0.00                 |
| 5  | Carichi tandem               | SFAVOREVOLE | 0.00   | 1.00     | 0.00                 |

#### Combinazione n° 26

Fase: In opera a lungo termine - Tipo combinazione: SLE - Rara [Sismica]

| n° | Nome condizione              | F/S         | $\Psi$ | $\gamma$ | $\Psi \times \gamma$ |
|----|------------------------------|-------------|--------|----------|----------------------|
| 1  | Peso trave                   | SFAVOREVOLE | 1.00   | 1.00     | 1.00                 |
| 2  | Peso soletta                 | SFAVOREVOLE | 1.00   | 1.00     | 1.00                 |
| 3  | misto stabilizzato impalcato | SFAVOREVOLE | 1.00   | 1.00     | 1.00                 |
| 4  | Carichi tandem               | SFAVOREVOLE | 1.00   | 1.00     | 1.00                 |
| 5  | Carico qik                   | SFAVOREVOLE | 0.00   | 1.00     | 0.00                 |

#### Combinazione n° 27

Fase: In opera a lungo termine - Tipo combinazione: SLE - Rara [Sismica]

| n° | Nome condizione              | F/S         | $\Psi$ | $\gamma$ | $\Psi \times \gamma$ |
|----|------------------------------|-------------|--------|----------|----------------------|
| 1  | Peso trave                   | SFAVOREVOLE | 1.00   | 1.00     | 1.00                 |
| 2  | Peso soletta                 | SFAVOREVOLE | 1.00   | 1.00     | 1.00                 |
| 3  | misto stabilizzato impalcato | SFAVOREVOLE | 1.00   | 1.00     | 1.00                 |
| 4  | Carico qik                   | SFAVOREVOLE | 1.00   | 1.00     | 1.00                 |
| 5  | Carichi tandem               | SFAVOREVOLE | 0.00   | 1.00     | 0.00                 |

### Risultati cadute di tensione

#### Simbologia adottata

|              |  |
|--------------|--|
| X            | Ascissa della sezione espressa in [m]                                  |
| Elasticità   | Cadute di tensione dovute a fenomeni elastici espresse in [kPa]        |
| Ritiro       | Cadute di tensione dovute a fenomeni di ritiro espresse in [kPa]       |
| Viscosità    | Cadute di tensione dovute a fenomeni di viscosità espresse in [kPa]    |
| Rilassamento | Cadute di tensione dovute a fenomeni di rilassamento espresse in [kPa] |
| Totale       | Cadute di tensione totali espresse in [kPa]                            |

#### Taglio dei cavi

Cavi n° 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11

| X    | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00 | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00 | 95720    | 0      | 0         | 92030        | 176457 |
| 2.00 | 103914   | 0      | 0         | 97920        | 201835 |
| 3.00 | 188946   | 0      | 0         | 97920        | 286867 |
| 4.63 | 179766   | 0      | 0         | 97920        | 277687 |
| 6.27 | 171779   | 0      | 0         | 97920        | 269699 |
| 7.90 | 164983   | 0      | 0         | 97920        | 262903 |
| 9.54 | 159380   | 0      | 0         | 97920        | 257300 |

|       |        |   |   |       |        |
|-------|--------|---|---|-------|--------|
| 11.17 | 154968 | 0 | 0 | 97920 | 252889 |
| 12.80 | 151749 | 0 | 0 | 97920 | 249670 |
| 14.44 | 149723 | 0 | 0 | 97920 | 247643 |
| 16.07 | 148888 | 0 | 0 | 97920 | 246808 |

#### Cavi n° 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20

| X     | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|-------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00  | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00  | 91417    | 0      | 0         | 92030        | 172413 |
| 2.00  | 99387    | 0      | 0         | 97920        | 197308 |
| 3.00  | 182590   | 0      | 0         | 97920        | 280510 |
| 4.63  | 174123   | 0      | 0         | 97920        | 272044 |
| 6.27  | 166757   | 0      | 0         | 97920        | 264677 |
| 7.90  | 160489   | 0      | 0         | 97920        | 258410 |
| 9.54  | 155322   | 0      | 0         | 97920        | 253242 |
| 11.17 | 151253   | 0      | 0         | 97920        | 249174 |
| 12.80 | 148285   | 0      | 0         | 97920        | 246205 |
| 14.44 | 146415   | 0      | 0         | 97920        | 244336 |
| 16.07 | 145646   | 0      | 0         | 97920        | 243566 |

#### Cavi n° 21

| X     | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|-------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00  | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00  | 87115    | 0      | 0         | 92030        | 168370 |
| 2.00  | 94860    | 0      | 0         | 97920        | 192781 |
| 3.00  | 176233   | 0      | 0         | 97920        | 274154 |
| 4.63  | 168481   | 0      | 0         | 97920        | 266401 |
| 6.27  | 161735   | 0      | 0         | 97920        | 259655 |
| 7.90  | 155996   | 0      | 0         | 97920        | 253916 |
| 9.54  | 151264   | 0      | 0         | 97920        | 249184 |
| 11.17 | 147538   | 0      | 0         | 97920        | 245459 |
| 12.80 | 144820   | 0      | 0         | 97920        | 242740 |
| 14.44 | 143108   | 0      | 0         | 97920        | 241029 |
| 16.07 | 142404   | 0      | 0         | 97920        | 240324 |

#### Cavi n° 22

| X     | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|-------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00  | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00  | 82813    | 0      | 0         | 92030        | 164326 |
| 2.00  | 90334    | 0      | 0         | 97920        | 188254 |
| 3.00  | 169877   | 0      | 0         | 97920        | 267797 |
| 4.63  | 162838   | 0      | 0         | 97920        | 260758 |
| 6.27  | 156713   | 0      | 0         | 97920        | 254633 |
| 7.90  | 151502   | 0      | 0         | 97920        | 249423 |
| 9.54  | 147206   | 0      | 0         | 97920        | 245126 |
| 11.17 | 143823   | 0      | 0         | 97920        | 241744 |
| 12.80 | 141355   | 0      | 0         | 97920        | 239276 |
| 14.44 | 139801   | 0      | 0         | 97920        | 237721 |
| 16.07 | 139161   | 0      | 0         | 97920        | 237082 |

#### Cavi n° 23

| X    | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00 | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |

|       |        |   |   |       |        |
|-------|--------|---|---|-------|--------|
| 1.00  | 78510  | 0 | 0 | 92030 | 160283 |
| 2.00  | 85807  | 0 | 0 | 97920 | 183727 |
| 3.00  | 163520 | 0 | 0 | 97920 | 261440 |
| 4.63  | 157195 | 0 | 0 | 97920 | 255115 |
| 6.27  | 151691 | 0 | 0 | 97920 | 249611 |
| 7.90  | 147009 | 0 | 0 | 97920 | 244929 |
| 9.54  | 143148 | 0 | 0 | 97920 | 241068 |
| 11.17 | 140108 | 0 | 0 | 97920 | 238029 |
| 12.80 | 137890 | 0 | 0 | 97920 | 235811 |
| 14.44 | 136494 | 0 | 0 | 97920 | 234414 |
| 16.07 | 135919 | 0 | 0 | 97920 | 233839 |

#### Cavi n° 24

| X     | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|-------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00  | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00  | 74208    | 0      | 0         | 92030        | 156239 |
| 2.00  | 81280    | 0      | 0         | 97920        | 179200 |
| 3.00  | 157163   | 0      | 0         | 97920        | 255084 |
| 4.63  | 151552   | 0      | 0         | 97920        | 249472 |
| 6.27  | 146669   | 0      | 0         | 97920        | 244589 |
| 7.90  | 142515   | 0      | 0         | 97920        | 240435 |
| 9.54  | 139090   | 0      | 0         | 97920        | 237010 |
| 11.17 | 136393   | 0      | 0         | 97920        | 234314 |
| 12.80 | 134426   | 0      | 0         | 97920        | 232346 |
| 14.44 | 133187   | 0      | 0         | 97920        | 231107 |
| 16.07 | 132677   | 0      | 0         | 97920        | 230597 |

#### Cavi n° 25

| X     | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|-------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00  | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00  | 69906    | 0      | 0         | 92030        | 152196 |
| 2.00  | 76753    | 0      | 0         | 97920        | 174673 |
| 3.00  | 150807   | 0      | 0         | 97920        | 248727 |
| 4.63  | 145909   | 0      | 0         | 97920        | 243829 |
| 6.27  | 141647   | 0      | 0         | 97920        | 239567 |
| 7.90  | 138021   | 0      | 0         | 97920        | 235942 |
| 9.54  | 135032   | 0      | 0         | 97920        | 232952 |
| 11.17 | 132678   | 0      | 0         | 97920        | 230599 |
| 12.80 | 130961   | 0      | 0         | 97920        | 228881 |
| 14.44 | 129880   | 0      | 0         | 97920        | 227800 |
| 16.07 | 129434   | 0      | 0         | 97920        | 227355 |

#### Cavi n° 26

| X    | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00 | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00 | 65603    | 0      | 0         | 92030        | 148152 |
| 2.00 | 72226    | 0      | 0         | 97920        | 170146 |
| 3.00 | 144450   | 0      | 0         | 97920        | 242370 |
| 4.63 | 140266   | 0      | 0         | 97920        | 238186 |
| 6.27 | 136625   | 0      | 0         | 97920        | 234545 |
| 7.90 | 133528   | 0      | 0         | 97920        | 231448 |
| 9.54 | 130974   | 0      | 0         | 97920        | 228894 |

|       |        |   |   |       |        |
|-------|--------|---|---|-------|--------|
| 11.17 | 128963 | 0 | 0 | 97920 | 226884 |
| 12.80 | 127496 | 0 | 0 | 97920 | 225416 |
| 14.44 | 126572 | 0 | 0 | 97920 | 224493 |
| 16.07 | 126192 | 0 | 0 | 97920 | 224112 |

#### Cavi n° 27

| X     | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|-------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00  | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00  | 61301    | 0      | 0         | 92030        | 144108 |
| 2.00  | 67699    | 0      | 0         | 97920        | 165619 |
| 3.00  | 138093   | 0      | 0         | 97920        | 236014 |
| 4.63  | 134623   | 0      | 0         | 97920        | 232543 |
| 6.27  | 131603   | 0      | 0         | 97920        | 229524 |
| 7.90  | 129034   | 0      | 0         | 97920        | 226955 |
| 9.54  | 126916   | 0      | 0         | 97920        | 224836 |
| 11.17 | 125248   | 0      | 0         | 97920        | 223169 |
| 12.80 | 124031   | 0      | 0         | 97920        | 221952 |
| 14.44 | 123265   | 0      | 0         | 97920        | 221186 |
| 16.07 | 122950   | 0      | 0         | 97920        | 220870 |

#### Cavi n° 28

| X     | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|-------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00  | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00  | 56999    | 0      | 0         | 92030        | 140065 |
| 2.00  | 63172    | 0      | 0         | 97920        | 161093 |
| 3.00  | 131737   | 0      | 0         | 97920        | 229657 |
| 4.63  | 128980   | 0      | 0         | 97920        | 226900 |
| 6.27  | 126581   | 0      | 0         | 97920        | 224502 |
| 7.90  | 124541   | 0      | 0         | 97920        | 222461 |
| 9.54  | 122858   | 0      | 0         | 97920        | 220778 |
| 11.17 | 121533   | 0      | 0         | 97920        | 219454 |
| 12.80 | 120567   | 0      | 0         | 97920        | 218487 |
| 14.44 | 119958   | 0      | 0         | 97920        | 217878 |
| 16.07 | 119707   | 0      | 0         | 97920        | 217628 |

#### Cavi n° 29

| X     | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|-------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00  | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00  | 52696    | 0      | 0         | 92030        | 136021 |
| 2.00  | 58645    | 0      | 0         | 97920        | 156566 |
| 3.00  | 125380   | 0      | 0         | 97920        | 223300 |
| 4.63  | 123337   | 0      | 0         | 97920        | 221257 |
| 6.27  | 121559   | 0      | 0         | 97920        | 219480 |
| 7.90  | 120047   | 0      | 0         | 97920        | 217967 |
| 9.54  | 118800   | 0      | 0         | 97920        | 216720 |
| 11.17 | 117818   | 0      | 0         | 97920        | 215739 |
| 12.80 | 117102   | 0      | 0         | 97920        | 215022 |
| 14.44 | 116651   | 0      | 0         | 97920        | 214571 |

|       |        |   |   |       |        |
|-------|--------|---|---|-------|--------|
| 16.07 | 116465 | 0 | 0 | 97920 | 214385 |
|-------|--------|---|---|-------|--------|

#### Cavi n° 30

| X     | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|-------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00  | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00  | 48394    | 0      | 0         | 92030        | 131978 |
| 2.00  | 54119    | 0      | 0         | 97920        | 152039 |
| 3.00  | 119023   | 0      | 0         | 97920        | 216944 |
| 4.63  | 117694   | 0      | 0         | 97920        | 215614 |
| 6.27  | 116537   | 0      | 0         | 97920        | 214458 |
| 7.90  | 115553   | 0      | 0         | 97920        | 213474 |
| 9.54  | 114742   | 0      | 0         | 97920        | 212662 |
| 11.17 | 114103   | 0      | 0         | 97920        | 212024 |
| 12.80 | 113637   | 0      | 0         | 97920        | 211557 |
| 14.44 | 113344   | 0      | 0         | 97920        | 211264 |
| 16.07 | 113223   | 0      | 0         | 97920        | 211143 |

#### Cavi n° 31

| X     | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|-------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00  | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00  | 44091    | 0      | 0         | 92030        | 127934 |
| 2.00  | 49592    | 0      | 0         | 97920        | 147512 |
| 3.00  | 112667   | 0      | 0         | 97920        | 210587 |
| 4.63  | 112051   | 0      | 0         | 97920        | 209972 |
| 6.27  | 111516   | 0      | 0         | 97920        | 209436 |
| 7.90  | 111060   | 0      | 0         | 97920        | 208980 |
| 9.54  | 110684   | 0      | 0         | 97920        | 208604 |
| 11.17 | 110388   | 0      | 0         | 97920        | 208309 |
| 12.80 | 110172   | 0      | 0         | 97920        | 208093 |
| 14.44 | 110036   | 0      | 0         | 97920        | 207957 |
| 16.07 | 109980   | 0      | 0         | 97920        | 207901 |

#### Cavi n° 32

| X     | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|-------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00  | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00  | 39789    | 0      | 0         | 92030        | 123890 |
| 2.00  | 45065    | 0      | 0         | 97920        | 142985 |
| 3.00  | 106310   | 0      | 0         | 97920        | 204231 |
| 4.63  | 106408   | 0      | 0         | 97920        | 204329 |
| 6.27  | 106494   | 0      | 0         | 97920        | 204414 |
| 7.90  | 106566   | 0      | 0         | 97920        | 204487 |
| 9.54  | 106626   | 0      | 0         | 97920        | 204546 |
| 11.17 | 106673   | 0      | 0         | 97920        | 204594 |
| 12.80 | 106708   | 0      | 0         | 97920        | 204628 |
| 14.44 | 106729   | 0      | 0         | 97920        | 204650 |
| 16.07 | 106738   | 0      | 0         | 97920        | 204659 |



**Cavi n° 33**

| <b>X</b> | <b>Elastica</b> | <b>Ritiro</b> | <b>Viscosità</b> | <b>Rilassamento</b> | <b>Totali</b> |
|----------|-----------------|---------------|------------------|---------------------|---------------|
| 0.00     | 0               | 0             | 0                | 0                   | 0             |
| 1.00     | 35487           | 0             | 0                | 92030               | 119847        |
| 2.00     | 40538           | 0             | 0                | 97920               | 138458        |
| 3.00     | 99954           | 0             | 0                | 97920               | 197874        |
| 4.63     | 100765          | 0             | 0                | 97920               | 198686        |
| 6.27     | 101472          | 0             | 0                | 97920               | 199392        |
| 7.90     | 102073          | 0             | 0                | 97920               | 199993        |
| 9.54     | 102568          | 0             | 0                | 97920               | 200488        |
| 11.17    | 102958          | 0             | 0                | 97920               | 200879        |
| 12.80    | 103243          | 0             | 0                | 97920               | 201163        |
| 14.44    | 103422          | 0             | 0                | 97920               | 201342        |
| 16.07    | 103496          | 0             | 0                | 97920               | 201416        |

**Cavi n° 34**

| <b>X</b> | <b>Elastica</b> | <b>Ritiro</b> | <b>Viscosità</b> | <b>Rilassamento</b> | <b>Totali</b> |
|----------|-----------------|---------------|------------------|---------------------|---------------|
| 0.00     | 0               | 0             | 0                | 0                   | 0             |
| 1.00     | 31184           | 0             | 0                | 92030               | 115803        |
| 2.00     | 36011           | 0             | 0                | 97920               | 133931        |
| 3.00     | 93597           | 0             | 0                | 97920               | 191517        |
| 4.63     | 95122           | 0             | 0                | 97920               | 193043        |
| 6.27     | 96450           | 0             | 0                | 97920               | 194370        |
| 7.90     | 97579           | 0             | 0                | 97920               | 195499        |
| 9.54     | 98510           | 0             | 0                | 97920               | 196430        |
| 11.17    | 99243           | 0             | 0                | 97920               | 197164        |
| 12.80    | 99778           | 0             | 0                | 97920               | 197698        |
| 14.44    | 100115          | 0             | 0                | 97920               | 198035        |
| 16.07    | 100254          | 0             | 0                | 97920               | 198174        |

**Cavi n° 35**

| <b>X</b> | <b>Elastica</b> | <b>Ritiro</b> | <b>Viscosità</b> | <b>Rilassamento</b> | <b>Totali</b> |
|----------|-----------------|---------------|------------------|---------------------|---------------|
| 0.00     | 0               | 0             | 0                | 0                   | 0             |
| 1.00     | 26882           | 0             | 0                | 92030               | 111760        |
| 2.00     | 31484           | 0             | 0                | 97920               | 129404        |
| 3.00     | 87240           | 0             | 0                | 97920               | 185161        |
| 4.63     | 89479           | 0             | 0                | 97920               | 187400        |
| 6.27     | 91428           | 0             | 0                | 97920               | 189348        |
| 7.90     | 93085           | 0             | 0                | 97920               | 191006        |
| 9.54     | 94452           | 0             | 0                | 97920               | 192373        |
| 11.17    | 95528           | 0             | 0                | 97920               | 193449        |
| 12.80    | 96313           | 0             | 0                | 97920               | 194234        |
| 14.44    | 96808           | 0             | 0                | 97920               | 194728        |
| 16.07    | 97011           | 0             | 0                | 97920               | 194932        |

**Cavi n° 36**

| X     | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|-------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00  | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00  | 22580    | 0      | 0         | 92030        | 107716 |
| 2.00  | 26957    | 0      | 0         | 97920        | 124878 |
| 3.00  | 80884    | 0      | 0         | 97920        | 178804 |
| 4.63  | 83837    | 0      | 0         | 97920        | 181757 |
| 6.27  | 86406    | 0      | 0         | 97920        | 184326 |
| 7.90  | 88592    | 0      | 0         | 97920        | 186512 |
| 9.54  | 90394    | 0      | 0         | 97920        | 188315 |
| 11.17 | 91813    | 0      | 0         | 97920        | 189733 |
| 12.80 | 92849    | 0      | 0         | 97920        | 190769 |
| 14.44 | 93501    | 0      | 0         | 97920        | 191421 |
| 16.07 | 93769    | 0      | 0         | 97920        | 191689 |

#### Cavi n° 37

| X     | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|-------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00  | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00  | 18277    | 0      | 0         | 92030        | 103673 |
| 2.00  | 22430    | 0      | 0         | 97920        | 120351 |
| 3.00  | 74527    | 0      | 0         | 97920        | 172447 |
| 4.63  | 78194    | 0      | 0         | 97920        | 176114 |
| 6.27  | 81384    | 0      | 0         | 97920        | 179304 |
| 7.90  | 84098    | 0      | 0         | 97920        | 182019 |
| 9.54  | 86336    | 0      | 0         | 97920        | 184257 |
| 11.17 | 88098    | 0      | 0         | 97920        | 186018 |
| 12.80 | 89384    | 0      | 0         | 97920        | 187304 |
| 14.44 | 90193    | 0      | 0         | 97920        | 188114 |
| 16.07 | 90527    | 0      | 0         | 97920        | 188447 |

#### **Trasporto**

#### Cavi n° 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11

| X     | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|-------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00  | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00  | 95720    | 6343   | 42556     | 100821       | 230677 |
| 2.00  | 103914   | 6749   | 46199     | 107274       | 264136 |
| 3.00  | 188946   | 8336   | 116363    | 107274       | 420918 |
| 4.63  | 179766   | 8336   | 110709    | 107274       | 406085 |
| 6.27  | 171779   | 8336   | 105790    | 107274       | 393178 |
| 7.90  | 164983   | 8336   | 101605    | 107274       | 382197 |
| 9.54  | 159380   | 8336   | 98154     | 107274       | 373143 |
| 11.17 | 154968   | 8336   | 95437     | 107274       | 366015 |
| 12.80 | 151749   | 8336   | 93455     | 107274       | 360814 |
| 14.44 | 149723   | 8336   | 92207     | 107274       | 357539 |
| 16.07 | 148888   | 8336   | 91693     | 107274       | 356190 |

#### Cavi n° 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20

| X    | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00 | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |

|       |        |      |        |        |        |
|-------|--------|------|--------|--------|--------|
| 1.00  | 91417  | 6343 | 40643  | 100821 | 224836 |
| 2.00  | 99387  | 6749 | 44187  | 107274 | 257597 |
| 3.00  | 182590 | 8336 | 112448 | 107274 | 410647 |
| 4.63  | 174123 | 8336 | 107234 | 107274 | 396967 |
| 6.27  | 166757 | 8336 | 102697 | 107274 | 385063 |
| 7.90  | 160489 | 8336 | 98837  | 107274 | 374936 |
| 9.54  | 155322 | 8336 | 95655  | 107274 | 366586 |
| 11.17 | 151253 | 8336 | 93149  | 107274 | 360012 |
| 12.80 | 148285 | 8336 | 91321  | 107274 | 355215 |
| 14.44 | 146415 | 8336 | 90170  | 107274 | 352195 |
| 16.07 | 145646 | 8336 | 89696  | 107274 | 350951 |

#### Cavi n° 21

| X     | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|-------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00  | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00  | 87115    | 6343   | 38731     | 100821       | 218994 |
| 2.00  | 94860    | 6749   | 42174     | 107274       | 251057 |
| 3.00  | 176233   | 8336   | 108533    | 107274       | 400376 |
| 4.63  | 168481   | 8336   | 103759    | 107274       | 387849 |
| 6.27  | 161735   | 8336   | 99604     | 107274       | 376948 |
| 7.90  | 155996   | 8336   | 96070     | 107274       | 367675 |
| 9.54  | 151264   | 8336   | 93156     | 107274       | 360029 |
| 11.17 | 147538   | 8336   | 90861     | 107274       | 354009 |
| 12.80 | 144820   | 8336   | 89187     | 107274       | 349617 |
| 14.44 | 143108   | 8336   | 88133     | 107274       | 346851 |
| 16.07 | 142404   | 8336   | 87699     | 107274       | 345712 |

#### Cavi n° 22

| X     | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|-------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00  | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00  | 82813    | 6343   | 36818     | 100821       | 213153 |
| 2.00  | 90334    | 6749   | 40161     | 107274       | 244518 |
| 3.00  | 169877   | 8336   | 104618    | 107274       | 390104 |
| 4.63  | 162838   | 8336   | 100283    | 107274       | 378730 |
| 6.27  | 156713   | 8336   | 96512     | 107274       | 368834 |
| 7.90  | 151502   | 8336   | 93303     | 107274       | 360414 |
| 9.54  | 147206   | 8336   | 90657     | 107274       | 353472 |
| 11.17 | 143823   | 8336   | 88574     | 107274       | 348006 |
| 12.80 | 141355   | 8336   | 87053     | 107274       | 344018 |
| 14.44 | 139801   | 8336   | 86096     | 107274       | 341507 |
| 16.07 | 139161   | 8336   | 85702     | 107274       | 340473 |

#### Cavi n° 23

| X    | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00 | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00 | 78510    | 6343   | 34905     | 100821       | 207312 |
| 2.00 | 85807    | 6749   | 38149     | 107274       | 237978 |
| 3.00 | 163520   | 8336   | 100704    | 107274       | 379833 |

|       |        |      |       |        |        |
|-------|--------|------|-------|--------|--------|
| 4.63  | 157195 | 8336 | 96808 | 107274 | 369612 |
| 6.27  | 151691 | 8336 | 93419 | 107274 | 360719 |
| 7.90  | 147009 | 8336 | 90535 | 107274 | 353153 |
| 9.54  | 143148 | 8336 | 88157 | 107274 | 346915 |
| 11.17 | 140108 | 8336 | 86286 | 107274 | 342003 |
| 12.80 | 137890 | 8336 | 84920 | 107274 | 338419 |
| 14.44 | 136494 | 8336 | 84060 | 107274 | 336163 |
| 16.07 | 135919 | 8336 | 83706 | 107274 | 335234 |

#### Cavi n° 24

| X     | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|-------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00  | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00  | 74208    | 6343   | 32992     | 100821       | 201470 |
| 2.00  | 81280    | 6749   | 36136     | 107274       | 231439 |
| 3.00  | 157163   | 8336   | 96789     | 107274       | 369562 |
| 4.63  | 151552   | 8336   | 93333     | 107274       | 360494 |
| 6.27  | 146669   | 8336   | 90326     | 107274       | 352604 |
| 7.90  | 142515   | 8336   | 87768     | 107274       | 345892 |
| 9.54  | 139090   | 8336   | 85658     | 107274       | 340357 |
| 11.17 | 136393   | 8336   | 83998     | 107274       | 336000 |
| 12.80 | 134426   | 8336   | 82786     | 107274       | 332821 |
| 14.44 | 133187   | 8336   | 82023     | 107274       | 330819 |
| 16.07 | 132677   | 8336   | 81709     | 107274       | 329995 |

#### Cavi n° 25

| X     | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|-------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00  | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00  | 69906    | 6343   | 31079     | 100821       | 195629 |
| 2.00  | 76753    | 6749   | 34124     | 107274       | 224899 |
| 3.00  | 150807   | 8336   | 92874     | 107274       | 359290 |
| 4.63  | 145909   | 8336   | 89858     | 107274       | 351376 |
| 6.27  | 141647   | 8336   | 87233     | 107274       | 344490 |
| 7.90  | 138021   | 8336   | 85000     | 107274       | 338631 |
| 9.54  | 135032   | 8336   | 83159     | 107274       | 333800 |
| 11.17 | 132678   | 8336   | 81710     | 107274       | 329998 |
| 12.80 | 130961   | 8336   | 80652     | 107274       | 327222 |
| 14.44 | 129880   | 8336   | 79986     | 107274       | 325475 |
| 16.07 | 129434   | 8336   | 79712     | 107274       | 324756 |

#### Cavi n° 26

| X    | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00 | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00 | 65603    | 6343   | 29167     | 100821       | 189788 |
| 2.00 | 72226    | 6749   | 32111     | 107274       | 218360 |
| 3.00 | 144450   | 8336   | 88959     | 107274       | 349019 |
| 4.63 | 140266   | 8336   | 86383     | 107274       | 342258 |
| 6.27 | 136625   | 8336   | 84141     | 107274       | 336375 |
| 7.90 | 133528   | 8336   | 82233     | 107274       | 331370 |

|       |        |      |       |        |        |
|-------|--------|------|-------|--------|--------|
| 9.54  | 130974 | 8336 | 80660 | 107274 | 327243 |
| 11.17 | 128963 | 8336 | 79422 | 107274 | 323995 |
| 12.80 | 127496 | 8336 | 78518 | 107274 | 321624 |
| 14.44 | 126572 | 8336 | 77950 | 107274 | 320131 |
| 16.07 | 126192 | 8336 | 77715 | 107274 | 319517 |

#### Cavi n° 27

| X     | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|-------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00  | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00  | 61301    | 6343   | 27254     | 100821       | 183946 |
| 2.00  | 67699    | 6749   | 30098     | 107274       | 211820 |
| 3.00  | 138093   | 8336   | 85045     | 107274       | 338747 |
| 4.63  | 134623   | 8336   | 82907     | 107274       | 333140 |
| 6.27  | 131603   | 8336   | 81048     | 107274       | 328260 |
| 7.90  | 129034   | 8336   | 79466     | 107274       | 324109 |
| 9.54  | 126916   | 8336   | 78161     | 107274       | 320686 |
| 11.17 | 125248   | 8336   | 77134     | 107274       | 317992 |
| 12.80 | 124031   | 8336   | 76385     | 107274       | 316025 |
| 14.44 | 123265   | 8336   | 75913     | 107274       | 314787 |
| 16.07 | 122950   | 8336   | 75718     | 107274       | 314278 |

#### Cavi n° 28

| X     | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|-------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00  | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00  | 56999    | 6343   | 25341     | 100821       | 178105 |
| 2.00  | 63172    | 6749   | 28086     | 107274       | 205281 |
| 3.00  | 131737   | 8336   | 81130     | 107274       | 328476 |
| 4.63  | 128980   | 8336   | 79432     | 107274       | 324022 |
| 6.27  | 126581   | 8336   | 77955     | 107274       | 320146 |
| 7.90  | 124541   | 8336   | 76698     | 107274       | 316848 |
| 9.54  | 122858   | 8336   | 75662     | 107274       | 314129 |
| 11.17 | 121533   | 8336   | 74846     | 107274       | 311989 |
| 12.80 | 120567   | 8336   | 74251     | 107274       | 310427 |
| 14.44 | 119958   | 8336   | 73876     | 107274       | 309443 |
| 16.07 | 119707   | 8336   | 73722     | 107274       | 309038 |

#### Cavi n° 29

| X     | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|-------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00  | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00  | 52696    | 6343   | 23428     | 100821       | 172264 |
| 2.00  | 58645    | 6749   | 26073     | 107274       | 198741 |
| 3.00  | 125380   | 8336   | 77215     | 107274       | 318205 |
| 4.63  | 123337   | 8336   | 75957     | 107274       | 314903 |
| 6.27  | 121559   | 8336   | 74862     | 107274       | 312031 |
| 7.90  | 120047   | 8336   | 73931     | 107274       | 309587 |
| 9.54  | 118800   | 8336   | 73163     | 107274       | 307572 |
| 11.17 | 117818   | 8336   | 72558     | 107274       | 305986 |
| 12.80 | 117102   | 8336   | 72117     | 107274       | 304828 |

|       |        |      |       |        |        |
|-------|--------|------|-------|--------|--------|
| 14.44 | 116651 | 8336 | 71839 | 107274 | 304100 |
| 16.07 | 116465 | 8336 | 71725 | 107274 | 303799 |

#### Cavi n° 30

| X     | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|-------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00  | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00  | 48394    | 6343   | 21515     | 100821       | 166422 |
| 2.00  | 54119    | 6749   | 24061     | 107274       | 192202 |
| 3.00  | 119023   | 8336   | 73301     | 107274       | 307933 |
| 4.63  | 117694   | 8336   | 72482     | 107274       | 305785 |
| 6.27  | 116537   | 8336   | 71770     | 107274       | 303916 |
| 7.90  | 115553   | 8336   | 71163     | 107274       | 302326 |
| 9.54  | 114742   | 8336   | 70664     | 107274       | 301015 |
| 11.17 | 114103   | 8336   | 70270     | 107274       | 299983 |
| 12.80 | 113637   | 8336   | 69983     | 107274       | 299230 |
| 14.44 | 113344   | 8336   | 69803     | 107274       | 298756 |
| 16.07 | 113223   | 8336   | 69728     | 107274       | 298560 |

#### Cavi n° 31

| X     | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|-------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00  | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00  | 44091    | 6343   | 19603     | 100821       | 160581 |
| 2.00  | 49592    | 6749   | 22048     | 107274       | 185662 |
| 3.00  | 112667   | 8336   | 69386     | 107274       | 297662 |
| 4.63  | 112051   | 8336   | 69007     | 107274       | 296667 |
| 6.27  | 111516   | 8336   | 68677     | 107274       | 295802 |
| 7.90  | 111060   | 8336   | 68396     | 107274       | 295065 |
| 9.54  | 110684   | 8336   | 68165     | 107274       | 294458 |
| 11.17 | 110388   | 8336   | 67983     | 107274       | 293980 |
| 12.80 | 110172   | 8336   | 67850     | 107274       | 293631 |
| 14.44 | 110036   | 8336   | 67766     | 107274       | 293412 |
| 16.07 | 109980   | 8336   | 67731     | 107274       | 293321 |

#### Cavi n° 32

| X     | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|-------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00  | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00  | 39789    | 6343   | 17690     | 100821       | 154740 |
| 2.00  | 45065    | 6749   | 20035     | 107274       | 179123 |
| 3.00  | 106310   | 8336   | 65471     | 107274       | 287391 |
| 4.63  | 106408   | 8336   | 65531     | 107274       | 287549 |
| 6.27  | 106494   | 8336   | 65584     | 107274       | 287687 |
| 7.90  | 106566   | 8336   | 65629     | 107274       | 287804 |
| 9.54  | 106626   | 8336   | 65666     | 107274       | 287901 |
| 11.17 | 106673   | 8336   | 65695     | 107274       | 287977 |
| 12.80 | 106708   | 8336   | 65716     | 107274       | 288033 |
| 14.44 | 106729   | 8336   | 65729     | 107274       | 288068 |
| 16.07 | 106738   | 8336   | 65735     | 107274       | 288082 |



**Cavi n° 33**

| <b>X</b> | <b>Elastica</b> | <b>Ritiro</b> | <b>Viscosità</b> | <b>Rilassamento</b> | <b>Totali</b> |
|----------|-----------------|---------------|------------------|---------------------|---------------|
| 0.00     | 0               | 0             | 0                | 0                   | 0             |
| 1.00     | 35487           | 6343          | 15777            | 100821              | 148898        |
| 2.00     | 40538           | 6749          | 18023            | 107274              | 172583        |
| 3.00     | 99954           | 8336          | 61556            | 107274              | 277119        |
| 4.63     | 100765          | 8336          | 62056            | 107274              | 278431        |
| 6.27     | 101472          | 8336          | 62491            | 107274              | 279572        |
| 7.90     | 102073          | 8336          | 62861            | 107274              | 280543        |
| 9.54     | 102568          | 8336          | 63167            | 107274              | 281344        |
| 11.17    | 102958          | 8336          | 63407            | 107274              | 281974        |
| 12.80    | 103243          | 8336          | 63582            | 107274              | 282434        |
| 14.44    | 103422          | 8336          | 63692            | 107274              | 282724        |
| 16.07    | 103496          | 8336          | 63738            | 107274              | 282843        |

**Cavi n° 34**

| <b>X</b> | <b>Elastica</b> | <b>Ritiro</b> | <b>Viscosità</b> | <b>Rilassamento</b> | <b>Totali</b> |
|----------|-----------------|---------------|------------------|---------------------|---------------|
| 0.00     | 0               | 0             | 0                | 0                   | 0             |
| 1.00     | 31184           | 6343          | 13864            | 100821              | 143057        |
| 2.00     | 36011           | 6749          | 16010            | 107274              | 166044        |
| 3.00     | 93597           | 8336          | 57642            | 107274              | 266848        |
| 4.63     | 95122           | 8336          | 58581            | 107274              | 269313        |
| 6.27     | 96450           | 8336          | 59399            | 107274              | 271458        |
| 7.90     | 97579           | 8336          | 60094            | 107274              | 273282        |
| 9.54     | 98510           | 8336          | 60667            | 107274              | 274787        |
| 11.17    | 99243           | 8336          | 61119            | 107274              | 275971        |
| 12.80    | 99778           | 8336          | 61448            | 107274              | 276836        |
| 14.44    | 100115          | 8336          | 61656            | 107274              | 277380        |
| 16.07    | 100254          | 8336          | 61741            | 107274              | 277604        |

**Cavi n° 35**

| <b>X</b> | <b>Elastica</b> | <b>Ritiro</b> | <b>Viscosità</b> | <b>Rilassamento</b> | <b>Totali</b> |
|----------|-----------------|---------------|------------------|---------------------|---------------|
| 0.00     | 0               | 0             | 0                | 0                   | 0             |
| 1.00     | 26882           | 6343          | 11951            | 100821              | 137216        |
| 2.00     | 31484           | 6749          | 13998            | 107274              | 159504        |
| 3.00     | 87240           | 8336          | 53727            | 107274              | 256576        |
| 4.63     | 89479           | 8336          | 55106            | 107274              | 260195        |
| 6.27     | 91428           | 8336          | 56306            | 107274              | 263343        |
| 7.90     | 93085           | 8336          | 57327            | 107274              | 266021        |
| 9.54     | 94452           | 8336          | 58168            | 107274              | 268230        |
| 11.17    | 95528           | 8336          | 58831            | 107274              | 269968        |
| 12.80    | 96313           | 8336          | 59315            | 107274              | 271237        |
| 14.44    | 96808           | 8336          | 59619            | 107274              | 272036        |
| 16.07    | 97011           | 8336          | 59744            | 107274              | 272365        |

**Cavi n° 36**

| X     | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|-------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00  | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00  | 22580    | 6343   | 10039     | 100821       | 131375 |
| 2.00  | 26957    | 6749   | 11985     | 107274       | 152965 |
| 3.00  | 80884    | 8336   | 49812     | 107274       | 246305 |
| 4.63  | 83837    | 8336   | 51631     | 107274       | 251077 |
| 6.27  | 86406    | 8336   | 53213     | 107274       | 255228 |
| 7.90  | 88592    | 8336   | 54559     | 107274       | 258760 |
| 9.54  | 90394    | 8336   | 55669     | 107274       | 261673 |
| 11.17 | 91813    | 8336   | 56543     | 107274       | 263966 |
| 12.80 | 92849    | 8336   | 57181     | 107274       | 265639 |
| 14.44 | 93501    | 8336   | 57582     | 107274       | 266692 |
| 16.07 | 93769    | 8336   | 57748     | 107274       | 267126 |

#### Cavi n° 37

| X     | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|-------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00  | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00  | 18277    | 6343   | 8126      | 100821       | 125533 |
| 2.00  | 22430    | 6749   | 9972      | 107274       | 146425 |
| 3.00  | 74527    | 8336   | 45897     | 107274       | 236034 |
| 4.63  | 78194    | 8336   | 48155     | 107274       | 241958 |
| 6.27  | 81384    | 8336   | 50120     | 107274       | 247114 |
| 7.90  | 84098    | 8336   | 51792     | 107274       | 251499 |
| 9.54  | 86336    | 8336   | 53170     | 107274       | 255116 |
| 11.17 | 88098    | 8336   | 54255     | 107274       | 257963 |
| 12.80 | 89384    | 8336   | 55047     | 107274       | 260040 |
| 14.44 | 90193    | 8336   | 55546     | 107274       | 261348 |
| 16.07 | 90527    | 8336   | 55751     | 107274       | 261887 |

#### **Sollevamento**

#### Cavi n° 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11

| X     | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|-------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00  | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00  | 95720    | 15582  | 58584     | 113101       | 265966 |
| 2.00  | 103914   | 16580  | 63599     | 120340       | 304433 |
| 3.00  | 188946   | 20477  | 160189    | 120340       | 489952 |
| 4.63  | 179766   | 20477  | 152406    | 120340       | 472989 |
| 6.27  | 171779   | 20477  | 145634    | 120340       | 458229 |
| 7.90  | 164983   | 20477  | 139872    | 120340       | 445673 |
| 9.54  | 159380   | 20477  | 135122    | 120340       | 435319 |
| 11.17 | 154968   | 20477  | 131382    | 120340       | 427168 |
| 12.80 | 151749   | 20477  | 128653    | 120340       | 421220 |
| 14.44 | 149723   | 20477  | 126935    | 120340       | 417475 |
| 16.07 | 148888   | 20477  | 126227    | 120340       | 415932 |

#### Cavi n° 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20

| X | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|---|----------|--------|-----------|--------------|--------|
|---|----------|--------|-----------|--------------|--------|

|       |        |       |        |        |        |
|-------|--------|-------|--------|--------|--------|
| 0.00  | 0      | 0     | 0      | 0      | 0      |
| 1.00  | 91417  | 15582 | 55951  | 113101 | 259448 |
| 2.00  | 99387  | 16580 | 60829  | 120340 | 297136 |
| 3.00  | 182590 | 20477 | 154799 | 120340 | 478206 |
| 4.63  | 174123 | 20477 | 147622 | 120340 | 462562 |
| 6.27  | 166757 | 20477 | 141376 | 120340 | 448950 |
| 7.90  | 160489 | 20477 | 136063 | 120340 | 437369 |
| 9.54  | 155322 | 20477 | 131681 | 120340 | 427820 |
| 11.17 | 151253 | 20477 | 128232 | 120340 | 420303 |
| 12.80 | 148285 | 20477 | 125716 | 120340 | 414817 |
| 14.44 | 146415 | 20477 | 124131 | 120340 | 411364 |
| 16.07 | 145646 | 20477 | 123478 | 120340 | 409941 |

#### Cavi n° 21

| X     | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|-------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00  | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00  | 87115    | 15582  | 53318     | 113101       | 252929 |
| 2.00  | 94860    | 16580  | 58058     | 120340       | 289838 |
| 3.00  | 176233   | 20477  | 149410    | 120340       | 466461 |
| 4.63  | 168481   | 20477  | 142838    | 120340       | 452135 |
| 6.27  | 161735   | 20477  | 137118    | 120340       | 439670 |
| 7.90  | 155996   | 20477  | 132253    | 120340       | 429066 |
| 9.54  | 151264   | 20477  | 128241    | 120340       | 420322 |
| 11.17 | 147538   | 20477  | 125083    | 120340       | 413438 |
| 12.80 | 144820   | 20477  | 122778    | 120340       | 408415 |
| 14.44 | 143108   | 20477  | 121327    | 120340       | 405252 |
| 16.07 | 142404   | 20477  | 120729    | 120340       | 403950 |

#### Cavi n° 22

| X     | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|-------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00  | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00  | 82813    | 15582  | 50685     | 113101       | 246411 |
| 2.00  | 90334    | 16580  | 55288     | 120340       | 282541 |
| 3.00  | 169877   | 20477  | 144021    | 120340       | 454715 |
| 4.63  | 162838   | 20477  | 138053    | 120340       | 441708 |
| 6.27  | 156713   | 20477  | 132861    | 120340       | 430391 |
| 7.90  | 151502   | 20477  | 128443    | 120340       | 420763 |
| 9.54  | 147206   | 20477  | 124801    | 120340       | 412824 |
| 11.17 | 143823   | 20477  | 121933    | 120340       | 406574 |
| 12.80 | 141355   | 20477  | 119841    | 120340       | 402013 |
| 14.44 | 139801   | 20477  | 118523    | 120340       | 399141 |
| 16.07 | 139161   | 20477  | 117981    | 120340       | 397959 |

#### Cavi n° 23

| X    | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00 | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00 | 78510    | 15582  | 48051     | 113101       | 239892 |
| 2.00 | 85807    | 16580  | 52517     | 120340       | 275243 |

|       |        |       |        |        |        |
|-------|--------|-------|--------|--------|--------|
| 3.00  | 163520 | 20477 | 138632 | 120340 | 442969 |
| 4.63  | 157195 | 20477 | 133269 | 120340 | 431281 |
| 6.27  | 151691 | 20477 | 128603 | 120340 | 421111 |
| 7.90  | 147009 | 20477 | 124634 | 120340 | 412459 |
| 9.54  | 143148 | 20477 | 121360 | 120340 | 405325 |
| 11.17 | 140108 | 20477 | 118784 | 120340 | 399709 |
| 12.80 | 137890 | 20477 | 116903 | 120340 | 395611 |
| 14.44 | 136494 | 20477 | 115719 | 120340 | 393030 |
| 16.07 | 135919 | 20477 | 115232 | 120340 | 391968 |

#### Cavi n° 24

| X     | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|-------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00  | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00  | 74208    | 15582  | 45418     | 113101       | 233374 |
| 2.00  | 81280    | 16580  | 49746     | 120340       | 267946 |
| 3.00  | 157163   | 20477  | 133243    | 120340       | 431223 |
| 4.63  | 151552   | 20477  | 128485    | 120340       | 420854 |
| 6.27  | 146669   | 20477  | 124346    | 120340       | 411832 |
| 7.90  | 142515   | 20477  | 120824    | 120340       | 404156 |
| 9.54  | 139090   | 20477  | 117920    | 120340       | 397827 |
| 11.17 | 136393   | 20477  | 115634    | 120340       | 392845 |
| 12.80 | 134426   | 20477  | 113966    | 120340       | 389209 |
| 14.44 | 133187   | 20477  | 112916    | 120340       | 386919 |
| 16.07 | 132677   | 20477  | 112483    | 120340       | 385977 |

#### Cavi n° 25

| X     | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|-------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00  | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00  | 69906    | 15582  | 42785     | 113101       | 226856 |
| 2.00  | 76753    | 16580  | 46976     | 120340       | 260648 |
| 3.00  | 150807   | 20477  | 127854    | 120340       | 419477 |
| 4.63  | 145909   | 20477  | 123701    | 120340       | 410427 |
| 6.27  | 141647   | 20477  | 120088    | 120340       | 402552 |
| 7.90  | 138021   | 20477  | 117014    | 120340       | 395853 |
| 9.54  | 135032   | 20477  | 114480    | 120340       | 390329 |
| 11.17 | 132678   | 20477  | 112484    | 120340       | 385980 |
| 12.80 | 130961   | 20477  | 111028    | 120340       | 382807 |
| 14.44 | 129880   | 20477  | 110112    | 120340       | 380808 |
| 16.07 | 129434   | 20477  | 109734    | 120340       | 379986 |

#### Cavi n° 26

| X    | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00 | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00 | 65603    | 15582  | 40152     | 113101       | 220337 |
| 2.00 | 72226    | 16580  | 44205     | 120340       | 253351 |
| 3.00 | 144450   | 20477  | 122464    | 120340       | 407732 |
| 4.63 | 140266   | 20477  | 118917    | 120340       | 400000 |
| 6.27 | 136625   | 20477  | 115831    | 120340       | 393273 |

|       |        |       |        |        |        |
|-------|--------|-------|--------|--------|--------|
| 7.90  | 133528 | 20477 | 113205 | 120340 | 387550 |
| 9.54  | 130974 | 20477 | 111039 | 120340 | 382830 |
| 11.17 | 128963 | 20477 | 109335 | 120340 | 379115 |
| 12.80 | 127496 | 20477 | 108091 | 120340 | 376404 |
| 14.44 | 126572 | 20477 | 107308 | 120340 | 374697 |
| 16.07 | 126192 | 20477 | 106985 | 120340 | 373995 |

#### Cavi n° 27

| X     | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|-------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00  | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00  | 61301    | 15582  | 37518     | 113101       | 213819 |
| 2.00  | 67699    | 16580  | 41434     | 120340       | 246053 |
| 3.00  | 138093   | 20477  | 117075    | 120340       | 395986 |
| 4.63  | 134623   | 20477  | 114133    | 120340       | 389573 |
| 6.27  | 131603   | 20477  | 111573    | 120340       | 383993 |
| 7.90  | 129034   | 20477  | 109395    | 120340       | 379246 |
| 9.54  | 126916   | 20477  | 107599    | 120340       | 375332 |
| 11.17 | 125248   | 20477  | 106185    | 120340       | 372251 |
| 12.80 | 124031   | 20477  | 105154    | 120340       | 370002 |
| 14.44 | 123265   | 20477  | 104504    | 120340       | 368586 |
| 16.07 | 122950   | 20477  | 104237    | 120340       | 368003 |

#### Cavi n° 28

| X     | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|-------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00  | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00  | 56999    | 15582  | 34885     | 113101       | 207300 |
| 2.00  | 63172    | 16580  | 38664     | 120340       | 238756 |
| 3.00  | 131737   | 20477  | 111686    | 120340       | 384240 |
| 4.63  | 128980   | 20477  | 109349    | 120340       | 379146 |
| 6.27  | 126581   | 20477  | 107315    | 120340       | 374714 |
| 7.90  | 124541   | 20477  | 105585    | 120340       | 370943 |
| 9.54  | 122858   | 20477  | 104159    | 120340       | 367834 |
| 11.17 | 121533   | 20477  | 103036    | 120340       | 365386 |
| 12.80 | 120567   | 20477  | 102216    | 120340       | 363600 |
| 14.44 | 119958   | 20477  | 101700    | 120340       | 362475 |
| 16.07 | 119707   | 20477  | 101488    | 120340       | 362012 |

#### Cavi n° 29

| X     | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|-------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00  | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00  | 52696    | 15582  | 32252     | 113101       | 200782 |
| 2.00  | 58645    | 16580  | 35893     | 120340       | 231458 |
| 3.00  | 125380   | 20477  | 106297    | 120340       | 372494 |
| 4.63  | 123337   | 20477  | 104565    | 120340       | 368719 |
| 6.27  | 121559   | 20477  | 103058    | 120340       | 365434 |
| 7.90  | 120047   | 20477  | 101776    | 120340       | 362640 |
| 9.54  | 118800   | 20477  | 100718    | 120340       | 360336 |
| 11.17 | 117818   | 20477  | 99886     | 120340       | 358522 |

|       |        |       |       |        |        |
|-------|--------|-------|-------|--------|--------|
| 12.80 | 117102 | 20477 | 99279 | 120340 | 357198 |
| 14.44 | 116651 | 20477 | 98896 | 120340 | 356364 |
| 16.07 | 116465 | 20477 | 98739 | 120340 | 356021 |

#### Cavi n° 30

| X     | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|-------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00  | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00  | 48394    | 15582  | 29619     | 113101       | 194264 |
| 2.00  | 54119    | 16580  | 33123     | 120340       | 224161 |
| 3.00  | 119023   | 20477  | 100908    | 120340       | 360749 |
| 4.63  | 117694   | 20477  | 99781     | 120340       | 358292 |
| 6.27  | 116537   | 20477  | 98800     | 120340       | 356155 |
| 7.90  | 115553   | 20477  | 97966     | 120340       | 354337 |
| 9.54  | 114742   | 20477  | 97278     | 120340       | 352837 |
| 11.17 | 114103   | 20477  | 96737     | 120340       | 351657 |
| 12.80 | 113637   | 20477  | 96341     | 120340       | 350796 |
| 14.44 | 113344   | 20477  | 96093     | 120340       | 350253 |
| 16.07 | 113223   | 20477  | 95990     | 120340       | 350030 |

#### Cavi n° 31

| X     | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|-------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00  | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00  | 44091    | 15582  | 26986     | 113101       | 187745 |
| 2.00  | 49592    | 16580  | 30352     | 120340       | 216863 |
| 3.00  | 112667   | 20477  | 95519     | 120340       | 349003 |
| 4.63  | 112051   | 20477  | 94997     | 120340       | 347865 |
| 6.27  | 111516   | 20477  | 94543     | 120340       | 346875 |
| 7.90  | 111060   | 20477  | 94156     | 120340       | 346033 |
| 9.54  | 110684   | 20477  | 93838     | 120340       | 345339 |
| 11.17 | 110388   | 20477  | 93587     | 120340       | 344792 |
| 12.80 | 110172   | 20477  | 93404     | 120340       | 344393 |
| 14.44 | 110036   | 20477  | 93289     | 120340       | 344142 |
| 16.07 | 109980   | 20477  | 93241     | 120340       | 344039 |

#### Cavi n° 32

| X     | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|-------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00  | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00  | 39789    | 15582  | 24352     | 113101       | 181227 |
| 2.00  | 45065    | 16580  | 27581     | 120340       | 209566 |
| 3.00  | 106310   | 20477  | 90130     | 120340       | 337257 |
| 4.63  | 106408   | 20477  | 90213     | 120340       | 337438 |
| 6.27  | 106494   | 20477  | 90285     | 120340       | 337596 |
| 7.90  | 106566   | 20477  | 90347     | 120340       | 337730 |
| 9.54  | 106626   | 20477  | 90397     | 120340       | 337841 |
| 11.17 | 106673   | 20477  | 90437     | 120340       | 337928 |
| 12.80 | 106708   | 20477  | 90467     | 120340       | 337991 |
| 14.44 | 106729   | 20477  | 90485     | 120340       | 338031 |
| 16.07 | 106738   | 20477  | 90492     | 120340       | 338048 |



**Cavi n° 33**

| <b>X</b> | <b>Elastica</b> | <b>Ritiro</b> | <b>Viscosità</b> | <b>Rilassamento</b> | <b>Totali</b> |
|----------|-----------------|---------------|------------------|---------------------|---------------|
| 0.00     | 0               | 0             | 0                | 0                   | 0             |
| 1.00     | 35487           | 15582         | 21719            | 113101              | 174708        |
| 2.00     | 40538           | 16580         | 24811            | 120340              | 202268        |
| 3.00     | 99954           | 20477         | 84740            | 120340              | 325511        |
| 4.63     | 100765          | 20477         | 85429            | 120340              | 327011        |
| 6.27     | 101472          | 20477         | 86028            | 120340              | 328316        |
| 7.90     | 102073          | 20477         | 86537            | 120340              | 329427        |
| 9.54     | 102568          | 20477         | 86957            | 120340              | 330342        |
| 11.17    | 102958          | 20477         | 87288            | 120340              | 331063        |
| 12.80    | 103243          | 20477         | 87529            | 120340              | 331589        |
| 14.44    | 103422          | 20477         | 87681            | 120340              | 331920        |
| 16.07    | 103496          | 20477         | 87744            | 120340              | 332057        |

**Cavi n° 34**

| <b>X</b> | <b>Elastica</b> | <b>Ritiro</b> | <b>Viscosità</b> | <b>Rilassamento</b> | <b>Totali</b> |
|----------|-----------------|---------------|------------------|---------------------|---------------|
| 0.00     | 0               | 0             | 0                | 0                   | 0             |
| 1.00     | 31184           | 15582         | 19086            | 113101              | 168190        |
| 2.00     | 36011           | 16580         | 22040            | 120340              | 194971        |
| 3.00     | 93597           | 20477         | 79351            | 120340              | 313765        |
| 4.63     | 95122           | 20477         | 80645            | 120340              | 316584        |
| 6.27     | 96450           | 20477         | 81770            | 120340              | 319037        |
| 7.90     | 97579           | 20477         | 82727            | 120340              | 321124        |
| 9.54     | 98510           | 20477         | 83517            | 120340              | 322844        |
| 11.17    | 99243           | 20477         | 84138            | 120340              | 324199        |
| 12.80    | 99778           | 20477         | 84592            | 120340              | 325187        |
| 14.44    | 100115          | 20477         | 84877            | 120340              | 325809        |
| 16.07    | 100254          | 20477         | 84995            | 120340              | 326066        |

**Cavi n° 35**

| <b>X</b> | <b>Elastica</b> | <b>Ritiro</b> | <b>Viscosità</b> | <b>Rilassamento</b> | <b>Totali</b> |
|----------|-----------------|---------------|------------------|---------------------|---------------|
| 0.00     | 0               | 0             | 0                | 0                   | 0             |
| 1.00     | 26882           | 15582         | 16453            | 113101              | 161672        |
| 2.00     | 31484           | 16580         | 19269            | 120340              | 187673        |
| 3.00     | 87240           | 20477         | 73962            | 120340              | 302020        |
| 4.63     | 89479           | 20477         | 75861            | 120340              | 306157        |
| 6.27     | 91428           | 20477         | 77512            | 120340              | 309757        |
| 7.90     | 93085           | 20477         | 78918            | 120340              | 312820        |
| 9.54     | 94452           | 20477         | 80076            | 120340              | 315346        |
| 11.17    | 95528           | 20477         | 80989            | 120340              | 317334        |
| 12.80    | 96313           | 20477         | 81654            | 120340              | 318785        |
| 14.44    | 96808           | 20477         | 82073            | 120340              | 319698        |
| 16.07    | 97011           | 20477         | 82246            | 120340              | 320074        |

Cavi n° 36

| X     | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|-------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00  | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00  | 22580    | 15582  | 13820     | 113101       | 155153 |
| 2.00  | 26957    | 16580  | 16499     | 120340       | 180376 |
| 3.00  | 80884    | 20477  | 68573     | 120340       | 290274 |
| 4.63  | 83837    | 20477  | 71076     | 120340       | 295730 |
| 6.27  | 86406    | 20477  | 73255     | 120340       | 300478 |
| 7.90  | 88592    | 20477  | 75108     | 120340       | 304517 |
| 9.54  | 90394    | 20477  | 76636     | 120340       | 307847 |
| 11.17 | 91813    | 20477  | 77839     | 120340       | 310469 |
| 12.80 | 92849    | 20477  | 78717     | 120340       | 312383 |
| 14.44 | 93501    | 20477  | 79270     | 120340       | 313587 |
| 16.07 | 93769    | 20477  | 79497     | 120340       | 314083 |

Cavi n° 37

| X     | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|-------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00  | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00  | 18277    | 15582  | 11186     | 113101       | 148635 |
| 2.00  | 22430    | 16580  | 13728     | 120340       | 173078 |
| 3.00  | 74527    | 20477  | 63184     | 120340       | 278528 |
| 4.63  | 78194    | 20477  | 66292     | 120340       | 285303 |
| 6.27  | 81384    | 20477  | 68997     | 120340       | 291198 |
| 7.90  | 84098    | 20477  | 71298     | 120340       | 296214 |
| 9.54  | 86336    | 20477  | 73196     | 120340       | 300349 |
| 11.17 | 88098    | 20477  | 74689     | 120340       | 303605 |
| 12.80 | 89384    | 20477  | 75779     | 120340       | 305980 |
| 14.44 | 90193    | 20477  | 76466     | 120340       | 307476 |
| 16.07 | 90527    | 20477  | 76748     | 120340       | 308092 |

**In opera**
Cavi n° 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11

| X     | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|-------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00  | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00  | 95720    | 64607  | 142009    | 252847       | 521788 |
| 2.00  | 103914   | 68742  | 154166    | 269029       | 595851 |
| 3.00  | 188946   | 84902  | 388300    | 269029       | 931178 |
| 4.63  | 179766   | 84902  | 369435    | 269029       | 903132 |
| 6.27  | 171779   | 84902  | 353019    | 269029       | 878729 |
| 7.90  | 164983   | 84902  | 339053    | 269029       | 857967 |
| 9.54  | 159380   | 84902  | 327538    | 269029       | 840849 |
| 11.17 | 154968   | 84902  | 318473    | 269029       | 827372 |
| 12.80 | 151749   | 84902  | 311857    | 269029       | 817538 |
| 14.44 | 149723   | 84902  | 307692    | 269029       | 811346 |
| 16.07 | 148888   | 84902  | 305977    | 269029       | 808796 |

Cavi n° 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20

| X     | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|-------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00  | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00  | 91417    | 64607  | 135626    | 252847       | 511746 |
| 2.00  | 99387    | 68742  | 147450    | 269029       | 584608 |
| 3.00  | 182590   | 84902  | 375237    | 269029       | 911758 |
| 4.63  | 174123   | 84902  | 357838    | 269029       | 885892 |
| 6.27  | 166757   | 84902  | 342699    | 269029       | 863386 |
| 7.90  | 160489   | 84902  | 329819    | 269029       | 844239 |
| 9.54  | 155322   | 84902  | 319199    | 269029       | 828451 |
| 11.17 | 151253   | 84902  | 310838    | 269029       | 816022 |
| 12.80 | 148285   | 84902  | 304737    | 269029       | 806953 |
| 14.44 | 146415   | 84902  | 300896    | 269029       | 801242 |
| 16.07 | 145646   | 84902  | 299314    | 269029       | 798891 |

#### Cavi n° 21

| X     | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|-------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00  | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00  | 87115    | 64607  | 129243    | 252847       | 501703 |
| 2.00  | 94860    | 68742  | 140734    | 269029       | 573365 |
| 3.00  | 176233   | 84902  | 362173    | 269029       | 892338 |
| 4.63  | 168481   | 84902  | 346241    | 269029       | 868653 |
| 6.27  | 161735   | 84902  | 332378    | 269029       | 848044 |
| 7.90  | 155996   | 84902  | 320584    | 269029       | 830511 |
| 9.54  | 151264   | 84902  | 310859    | 269029       | 816054 |
| 11.17 | 147538   | 84902  | 303203    | 269029       | 804673 |
| 12.80 | 144820   | 84902  | 297617    | 269029       | 796368 |
| 14.44 | 143108   | 84902  | 294099    | 269029       | 791139 |
| 16.07 | 142404   | 84902  | 292651    | 269029       | 788985 |

#### Cavi n° 22

| X     | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|-------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00  | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00  | 82813    | 64607  | 122860    | 252847       | 491661 |
| 2.00  | 90334    | 68742  | 134018    | 269029       | 562122 |
| 3.00  | 169877   | 84902  | 349110    | 269029       | 872918 |
| 4.63  | 162838   | 84902  | 334645    | 269029       | 851413 |
| 6.27  | 156713   | 84902  | 322058    | 269029       | 832701 |
| 7.90  | 151502   | 84902  | 311349    | 269029       | 816783 |
| 9.54  | 147206   | 84902  | 302520    | 269029       | 803656 |
| 11.17 | 143823   | 84902  | 295569    | 269029       | 793323 |
| 12.80 | 141355   | 84902  | 290496    | 269029       | 785783 |
| 14.44 | 139801   | 84902  | 287303    | 269029       | 781035 |
| 16.07 | 139161   | 84902  | 285988    | 269029       | 779080 |

#### Cavi n° 23

| X    | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00 | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00 | 78510    | 64607  | 116477    | 252847       | 481618 |

|       |        |       |        |        |        |
|-------|--------|-------|--------|--------|--------|
| 2.00  | 85807  | 68742 | 127302 | 269029 | 550879 |
| 3.00  | 163520 | 84902 | 336047 | 269029 | 853498 |
| 4.63  | 157195 | 84902 | 323048 | 269029 | 834174 |
| 6.27  | 151691 | 84902 | 311737 | 269029 | 817359 |
| 7.90  | 147009 | 84902 | 302115 | 269029 | 803054 |
| 9.54  | 143148 | 84902 | 294180 | 269029 | 791259 |
| 11.17 | 140108 | 84902 | 287934 | 269029 | 781973 |
| 12.80 | 137890 | 84902 | 283376 | 269029 | 775197 |
| 14.44 | 136494 | 84902 | 280506 | 269029 | 770931 |
| 16.07 | 135919 | 84902 | 279324 | 269029 | 769174 |

#### Cavi n° 24

| X     | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|-------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00  | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00  | 74208    | 64607  | 110094    | 252847       | 471575 |
| 2.00  | 81280    | 68742  | 120586    | 269029       | 539637 |
| 3.00  | 157163   | 84902  | 322983    | 269029       | 834078 |
| 4.63  | 151552   | 84902  | 311451    | 269029       | 816934 |
| 6.27  | 146669   | 84902  | 301417    | 269029       | 802017 |
| 7.90  | 142515   | 84902  | 292880    | 269029       | 789326 |
| 9.54  | 139090   | 84902  | 285841    | 269029       | 778862 |
| 11.17 | 136393   | 84902  | 280299    | 269029       | 770624 |
| 12.80 | 134426   | 84902  | 276256    | 269029       | 764612 |
| 14.44 | 133187   | 84902  | 273710    | 269029       | 760827 |
| 16.07 | 132677   | 84902  | 272661    | 269029       | 759269 |

#### Cavi n° 25

| X     | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|-------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00  | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00  | 69906    | 64607  | 103712    | 252847       | 461533 |
| 2.00  | 76753    | 68742  | 113870    | 269029       | 528394 |
| 3.00  | 150807   | 84902  | 309920    | 269029       | 814658 |
| 4.63  | 145909   | 84902  | 299854    | 269029       | 799694 |
| 6.27  | 141647   | 84902  | 291096    | 269029       | 786674 |
| 7.90  | 138021   | 84902  | 283645    | 269029       | 775598 |
| 9.54  | 135032   | 84902  | 277501    | 269029       | 766464 |
| 11.17 | 132678   | 84902  | 272665    | 269029       | 759274 |
| 12.80 | 130961   | 84902  | 269135    | 269029       | 754027 |
| 14.44 | 129880   | 84902  | 266913    | 269029       | 750724 |
| 16.07 | 129434   | 84902  | 265998    | 269029       | 749363 |

#### Cavi n° 26

| X    | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00 | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00 | 65603    | 64607  | 97329     | 252847       | 451490 |
| 2.00 | 72226    | 68742  | 107154    | 269029       | 517151 |
| 3.00 | 144450   | 84902  | 296856    | 269029       | 795238 |
| 4.63 | 140266   | 84902  | 288258    | 269029       | 782455 |

|       |        |       |        |        |        |
|-------|--------|-------|--------|--------|--------|
| 6.27  | 136625 | 84902 | 280776 | 269029 | 771332 |
| 7.90  | 133528 | 84902 | 274410 | 269029 | 761869 |
| 9.54  | 130974 | 84902 | 269162 | 269029 | 754067 |
| 11.17 | 128963 | 84902 | 265030 | 269029 | 747924 |
| 12.80 | 127496 | 84902 | 262015 | 269029 | 743442 |
| 14.44 | 126572 | 84902 | 260116 | 269029 | 740620 |
| 16.07 | 126192 | 84902 | 259335 | 269029 | 739458 |

#### Cavi n° 27

| X     | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|-------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00  | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00  | 61301    | 64607  | 90946     | 252847       | 441448 |
| 2.00  | 67699    | 68742  | 100438    | 269029       | 505908 |
| 3.00  | 138093   | 84902  | 283793    | 269029       | 775817 |
| 4.63  | 134623   | 84902  | 276661    | 269029       | 765215 |
| 6.27  | 131603   | 84902  | 270455    | 269029       | 755990 |
| 7.90  | 129034   | 84902  | 265176    | 269029       | 748141 |
| 9.54  | 126916   | 84902  | 260822    | 269029       | 741669 |
| 11.17 | 125248   | 84902  | 257395    | 269029       | 736575 |
| 12.80 | 124031   | 84902  | 254895    | 269029       | 732857 |
| 14.44 | 123265   | 84902  | 253320    | 269029       | 730516 |
| 16.07 | 122950   | 84902  | 252672    | 269029       | 729552 |

#### Cavi n° 28

| X     | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|-------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00  | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00  | 56999    | 64607  | 84563     | 252847       | 431405 |
| 2.00  | 63172    | 68742  | 93722     | 269029       | 494665 |
| 3.00  | 131737   | 84902  | 270730    | 269029       | 756397 |
| 4.63  | 128980   | 84902  | 265064    | 269029       | 747975 |
| 6.27  | 126581   | 84902  | 260135    | 269029       | 740647 |
| 7.90  | 124541   | 84902  | 255941    | 269029       | 734413 |
| 9.54  | 122858   | 84902  | 252483    | 269029       | 729272 |
| 11.17 | 121533   | 84902  | 249761    | 269029       | 725225 |
| 12.80 | 120567   | 84902  | 247774    | 269029       | 722272 |
| 14.44 | 119958   | 84902  | 246523    | 269029       | 720412 |
| 16.07 | 119707   | 84902  | 246008    | 269029       | 719647 |

#### Cavi n° 29

| X    | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00 | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00 | 52696    | 64607  | 78180     | 252847       | 421362 |
| 2.00 | 58645    | 68742  | 87006     | 269029       | 483422 |
| 3.00 | 125380   | 84902  | 257666    | 269029       | 736977 |
| 4.63 | 123337   | 84902  | 253468    | 269029       | 730736 |
| 6.27 | 121559   | 84902  | 249814    | 269029       | 725305 |
| 7.90 | 120047   | 84902  | 246706    | 269029       | 720684 |
| 9.54 | 118800   | 84902  | 244144    | 269029       | 716875 |

|       |        |       |        |        |        |
|-------|--------|-------|--------|--------|--------|
| 11.17 | 117818 | 84902 | 242126 | 269029 | 713875 |
| 12.80 | 117102 | 84902 | 240654 | 269029 | 711687 |
| 14.44 | 116651 | 84902 | 239727 | 269029 | 710309 |
| 16.07 | 116465 | 84902 | 239345 | 269029 | 709741 |

#### Cavi n° 30

| X     | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|-------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00  | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00  | 48394    | 64607  | 71797     | 252847       | 411320 |
| 2.00  | 54119    | 68742  | 80290     | 269029       | 472179 |
| 3.00  | 119023   | 84902  | 244603    | 269029       | 717557 |
| 4.63  | 117694   | 84902  | 241871    | 269029       | 713496 |
| 6.27  | 116537   | 84902  | 239494    | 269029       | 709962 |
| 7.90  | 115553   | 84902  | 237472    | 269029       | 706956 |
| 9.54  | 114742   | 84902  | 235804    | 269029       | 704477 |
| 11.17 | 114103   | 84902  | 234491    | 269029       | 702526 |
| 12.80 | 113637   | 84902  | 233533    | 269029       | 701102 |
| 14.44 | 113344   | 84902  | 232930    | 269029       | 700205 |
| 16.07 | 113223   | 84902  | 232682    | 269029       | 699836 |

#### Cavi n° 31

| X     | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|-------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00  | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00  | 44091    | 64607  | 65414     | 252847       | 401277 |
| 2.00  | 49592    | 68742  | 73574     | 269029       | 460936 |
| 3.00  | 112667   | 84902  | 231539    | 269029       | 698137 |
| 4.63  | 112051   | 84902  | 230274    | 269029       | 696257 |
| 6.27  | 111516   | 84902  | 229173    | 269029       | 694620 |
| 7.90  | 111060   | 84902  | 228237    | 269029       | 693228 |
| 9.54  | 110684   | 84902  | 227465    | 269029       | 692080 |
| 11.17 | 110388   | 84902  | 226857    | 269029       | 691176 |
| 12.80 | 110172   | 84902  | 226413    | 269029       | 690517 |
| 14.44 | 110036   | 84902  | 226134    | 269029       | 690101 |
| 16.07 | 109980   | 84902  | 226019    | 269029       | 689930 |

#### Cavi n° 32

| X     | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|-------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00  | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00  | 39789    | 64607  | 59031     | 252847       | 391235 |
| 2.00  | 45065    | 68742  | 66858     | 269029       | 449693 |
| 3.00  | 106310   | 84902  | 218476    | 269029       | 678717 |
| 4.63  | 106408   | 84902  | 218678    | 269029       | 679017 |
| 6.27  | 106494   | 84902  | 218853    | 269029       | 679278 |
| 7.90  | 106566   | 84902  | 219002    | 269029       | 679499 |
| 9.54  | 106626   | 84902  | 219125    | 269029       | 679682 |
| 11.17 | 106673   | 84902  | 219222    | 269029       | 679826 |
| 12.80 | 106708   | 84902  | 219293    | 269029       | 679931 |
| 14.44 | 106729   | 84902  | 219337    | 269029       | 679998 |



|       |        |       |        |        |        |
|-------|--------|-------|--------|--------|--------|
| 16.07 | 106738 | 84902 | 219356 | 269029 | 680025 |
|-------|--------|-------|--------|--------|--------|

#### Cavi n° 33

| X     | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|-------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00  | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00  | 35487    | 64607  | 52648     | 252847       | 381192 |
| 2.00  | 40538    | 68742  | 60142     | 269029       | 438450 |
| 3.00  | 99954    | 84902  | 205413    | 269029       | 659297 |
| 4.63  | 100765   | 84902  | 207081    | 269029       | 661777 |
| 6.27  | 101472   | 84902  | 208533    | 269029       | 663935 |
| 7.90  | 102073   | 84902  | 209767    | 269029       | 665771 |
| 9.54  | 102568   | 84902  | 210786    | 269029       | 667285 |
| 11.17 | 102958   | 84902  | 211587    | 269029       | 668477 |
| 12.80 | 103243   | 84902  | 212172    | 269029       | 669346 |
| 14.44 | 103422   | 84902  | 212541    | 269029       | 669894 |
| 16.07 | 103496   | 84902  | 212692    | 269029       | 670119 |

#### Cavi n° 34

| X     | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|-------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00  | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00  | 31184    | 64607  | 46265     | 252847       | 371149 |
| 2.00  | 36011    | 68742  | 53426     | 269029       | 427207 |
| 3.00  | 93597    | 84902  | 192349    | 269029       | 639877 |
| 4.63  | 95122    | 84902  | 195484    | 269029       | 644538 |
| 6.27  | 96450    | 84902  | 198212    | 269029       | 648593 |
| 7.90  | 97579    | 84902  | 200533    | 269029       | 652043 |
| 9.54  | 98510    | 84902  | 202446    | 269029       | 654888 |
| 11.17 | 99243    | 84902  | 203953    | 269029       | 657127 |
| 12.80 | 99778    | 84902  | 205052    | 269029       | 658761 |
| 14.44 | 100115   | 84902  | 205744    | 269029       | 659790 |
| 16.07 | 100254   | 84902  | 206029    | 269029       | 660214 |

#### Cavi n° 35

| X     | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|-------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00  | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00  | 26882    | 64607  | 39882     | 252847       | 361107 |
| 2.00  | 31484    | 68742  | 46710     | 269029       | 415964 |
| 3.00  | 87240    | 84902  | 179286    | 269029       | 620457 |
| 4.63  | 89479    | 84902  | 183888    | 269029       | 627298 |
| 6.27  | 91428    | 84902  | 187892    | 269029       | 633250 |
| 7.90  | 93085    | 84902  | 191298    | 269029       | 638315 |
| 9.54  | 94452    | 84902  | 194107    | 269029       | 642490 |
| 11.17 | 95528    | 84902  | 196318    | 269029       | 645777 |
| 12.80 | 96313    | 84902  | 197932    | 269029       | 648176 |
| 14.44 | 96808    | 84902  | 198948    | 269029       | 649686 |
| 16.07 | 97011    | 84902  | 199366    | 269029       | 650308 |

**Cavi n° 36**

| X     | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|-------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00  | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00  | 22580    | 64607  | 33499     | 252847       | 351064 |
| 2.00  | 26957    | 68742  | 39994     | 269029       | 404722 |
| 3.00  | 80884    | 84902  | 166222    | 269029       | 601037 |
| 4.63  | 83837    | 84902  | 172291    | 269029       | 610058 |
| 6.27  | 86406    | 84902  | 177571    | 269029       | 617908 |
| 7.90  | 88592    | 84902  | 182063    | 269029       | 624586 |
| 9.54  | 90394    | 84902  | 185767    | 269029       | 630093 |
| 11.17 | 91813    | 84902  | 188683    | 269029       | 634428 |
| 12.80 | 92849    | 84902  | 190811    | 269029       | 637591 |
| 14.44 | 93501    | 84902  | 192151    | 269029       | 639583 |
| 16.07 | 93769    | 84902  | 192703    | 269029       | 640403 |

**Cavi n° 37**

| X     | Elastica | Ritiro | Viscosità | Rilassamento | Totali |
|-------|----------|--------|-----------|--------------|--------|
| 0.00  | 0        | 0      | 0         | 0            | 0      |
| 1.00  | 18277    | 64607  | 27116     | 252847       | 341021 |
| 2.00  | 22430    | 68742  | 33278     | 269029       | 393479 |
| 3.00  | 74527    | 84902  | 153159    | 269029       | 581617 |
| 4.63  | 78194    | 84902  | 160694    | 269029       | 592819 |
| 6.27  | 81384    | 84902  | 167251    | 269029       | 602566 |
| 7.90  | 84098    | 84902  | 172829    | 269029       | 610858 |
| 9.54  | 86336    | 84902  | 177428    | 269029       | 617695 |
| 11.17 | 88098    | 84902  | 181049    | 269029       | 623078 |
| 12.80 | 89384    | 84902  | 183691    | 269029       | 627006 |
| 14.44 | 90193    | 84902  | 185355    | 269029       | 629479 |
| 16.07 | 90527    | 84902  | 186040    | 269029       | 630497 |

**Caratteristiche geometriche sezioni ideali**
**Simbologia adottata**

|      |  |
|------|--|
| X    | Ascissa della sezione espressa in [m]              |
| H    | Altezza della sezione espressa in [cm]             |
| A    | Area della sezione espressa in [cmq]               |
| I    | Inerzia della sezione espressa in [cm^4]           |
| Yg   | Ordinata del baricentro espressa in [cm]           |
| Winf | Modulo di resistenza espresso in [cm^3]            |
| Wsup | Modulo di resistenza espresso in [cm^3]            |
| e    | Eccentricità del cavo equivalente espresso in [cm] |

| X     | H   | A       | I        | Yg    | Winf   | Wsup   | e     |
|-------|-----|---------|----------|-------|--------|--------|-------|
| 0.00  | 140 | 8880.05 | 15314532 | 70.54 | 217105 | 220479 | 40.52 |
| 1.00  | 140 | 8880.05 | 15314532 | 70.54 | 217105 | 220479 | 40.52 |
| 2.00  | 140 | 8880.05 | 15314532 | 70.54 | 217105 | 220479 | 40.52 |
| 3.00  | 140 | 3755.07 | 10006643 | 68.57 | 145944 | 140081 | 40.12 |
| 4.63  | 140 | 3755.07 | 10006643 | 68.57 | 145944 | 140081 | 40.12 |
| 6.27  | 140 | 3755.07 | 10006643 | 68.57 | 145944 | 140081 | 40.12 |
| 7.90  | 140 | 3755.07 | 10006643 | 68.57 | 145944 | 140081 | 40.12 |
| 9.54  | 140 | 3755.07 | 10006643 | 68.57 | 145944 | 140081 | 40.12 |
| 11.17 | 140 | 3755.07 | 10006643 | 68.57 | 145944 | 140081 | 40.12 |

|       |     |         |          |       |        |        |       |
|-------|-----|---------|----------|-------|--------|--------|-------|
| 12.80 | 140 | 3755.07 | 10006643 | 68.57 | 145944 | 140081 | 40.12 |
| 14.44 | 140 | 3755.07 | 10006643 | 68.57 | 145944 | 140081 | 40.12 |
| 16.07 | 140 | 3755.07 | 10006643 | 68.57 | 145944 | 140081 | 40.12 |

### Risultati sollecitazione

#### Simbologia adottata

|    |   |
|----|---|
| X  | Ascissa della sezione espressa in [m]                       |
| Np | Sforzo normale dovuto alla precompressione espresso in [kN] |
| Mp | Momento dovuto alla precompressione espresso in [kNm]       |
| Tp | Taglio dovuto alla precompressione espresso in [kN]         |
| Nc | Sforzo normale dovuto ai soli carichi espresso in [kN]      |
| Mc | Momento dovuto ai soli carichi espresso in [kNm]            |
| Tc | Taglio dovuto ai soli carichi espresso in [kN]              |
| N  | Sforzo normale totale espresso in [kN]                      |
| M  | Momento totale espresso in [kNm]                            |
| T  | Taglio totale espresso in [kN]                              |

#### Inviluppo sollecitazioni precompressione

| X     | Np <sup>-</sup> | Np <sup>+</sup> | Mp <sup>-</sup> | Mp <sup>+</sup> | Tp <sup>-</sup> | Tp <sup>+</sup> |
|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 0.00  | 0.00            | 0.00            | 0.00            | 0.00            | 0.00            | 0.00            |
| 1.00  | 0.00            | 5831.24         | -2363.06        | 0.00            | 0.00            | 0.00            |
| 2.00  | 0.00            | 6204.44         | -2514.29        | 0.00            | 0.00            | 0.00            |
| 3.00  | 0.00            | 6204.44         | -2489.45        | 0.00            | 0.00            | 0.00            |
| 4.63  | 0.00            | 6204.44         | -2489.45        | 0.00            | 0.00            | 0.00            |
| 6.27  | 0.00            | 6204.44         | -2489.45        | 0.00            | 0.00            | 0.00            |
| 7.90  | 0.00            | 6204.44         | -2489.45        | 0.00            | 0.00            | 0.00            |
| 9.54  | 0.00            | 6204.44         | -2489.45        | 0.00            | 0.00            | 0.00            |
| 11.17 | 0.00            | 6204.44         | -2489.45        | 0.00            | 0.00            | 0.00            |
| 12.80 | 0.00            | 6204.44         | -2489.45        | 0.00            | 0.00            | 0.00            |
| 14.44 | 0.00            | 6204.44         | -2489.45        | 0.00            | 0.00            | 0.00            |
| 16.07 | 0.00            | 6204.44         | -2489.45        | 0.00            | 0.00            | 0.00            |

#### Inviluppo sollecitazioni soli carichi

| X     | Nc <sup>-</sup> | Nc <sup>+</sup> | Mc <sup>-</sup> | Mc <sup>+</sup> | Tc <sup>-</sup> | Tc <sup>+</sup> |
|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 0.00  | 0.00            | 0.00            | 0.00            | 0.00            | -162.00         | 232.28          |
| 1.00  | 0.00            | 0.00            | -17.12          | 287.14          | 0.00            | 728.46          |
| 2.00  | 0.00            | 0.00            | 0.00            | 980.02          | 0.00            | 675.77          |
| 3.00  | 0.00            | 0.00            | 0.00            | 1612.79         | 0.00            | 631.55          |
| 4.63  | 0.00            | 0.00            | 0.00            | 2548.78         | 0.00            | 574.54          |
| 6.27  | 0.00            | 0.00            | 0.00            | 3366.47         | 0.00            | 517.53          |
| 7.90  | 0.00            | 0.00            | 0.00            | 4049.27         | 0.00            | 455.39          |
| 9.54  | 0.00            | 0.00            | 0.00            | 4608.63         | 0.00            | 398.38          |
| 11.17 | 0.00            | 0.00            | 0.00            | 5055.56         | 0.00            | 341.36          |
| 12.80 | 0.00            | 0.00            | 0.00            | 5391.67         | 0.00            | 284.35          |
| 14.44 | 0.00            | 0.00            | 0.00            | 5586.97         | 0.00            | 222.21          |
| 16.07 | 0.00            | 0.00            | 0.00            | 5664.75         | 0.00            | 165.20          |

#### Inviluppo sollecitazioni totali

| X    | N <sup>-</sup> | N <sup>+</sup> | M <sup>-</sup> | M <sup>+</sup> | T <sup>-</sup> | T <sup>+</sup> |
|------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 0.00 | 0.00           | 0.00           | 0.00           | 0.00           | -162.00        | 232.28         |
| 1.00 | 0.00           | 5831.24        | -2262.60       | 0.00           | 0.00           | 728.46         |
| 2.00 | 0.00           | 6204.44        | -2231.51       | 0.00           | 0.00           | 675.77         |
| 3.00 | 0.00           | 6204.44        | -2066.32       | 436.08         | 0.00           | 631.55         |
| 4.63 | 0.00           | 6204.44        | -1889.98       | 1335.04        | 0.00           | 574.54         |
| 6.27 | 0.00           | 6204.44        | -1736.54       | 2120.50        | 0.00           | 517.53         |
| 7.90 | 0.00           | 6204.44        | -1606.00       | 2775.88        | 0.00           | 455.39         |

|       |      |         |          |         |      |        |
|-------|------|---------|----------|---------|------|--------|
| 9.54  | 0.00 | 6204.44 | -1498.37 | 3312.63 | 0.00 | 398.38 |
| 11.17 | 0.00 | 6204.44 | -1413.63 | 3741.76 | 0.00 | 341.36 |
| 12.80 | 0.00 | 6204.44 | -1351.80 | 4064.88 | 0.00 | 284.35 |
| 14.44 | 0.00 | 6204.44 | -1312.87 | 4252.00 | 0.00 | 222.21 |
| 16.07 | 0.00 | 6204.44 | -1296.84 | 4326.41 | 0.00 | 165.20 |

### Verifiche flessionali trave

#### Simbologia adottata nelle verifiche a rottura

|    |   |
|----|---|
| X  | Ascissa della sezione espressa in [m]                                 |
| M  | Momento dovuto ai soli carichi agente sulla sezione espresso in [kNm] |
| Mu | Momento ultimo della sezione espresso in [kNm]                        |
| FS | Fattore di sicurezza  |

Coefficiente di sicurezza a rottura richiesto FS = 1.50

#### Simbologia adottata nelle verifiche tensionali

|                  |  |
|------------------|--|
| X                | Ascissa della sezione espressa in [m]                  |
| $\sigma_{c,max}$ | Tensione massima nel calcestruzzo espressa in [kPa]    |
| $\sigma_{c,min}$ | Tensione minima nel calcestruzzo espressa in [kPa]     |
| $\sigma_{f,max}$ | Tensione massima nell'armatura lenta espressa in [kPa] |
| $\sigma_{f,min}$ | Tensione minima nell'armatura lenta espressa in [kPa]  |
| $\sigma_{cavi}$  | Tensione nei cavi espressa in [kPa]                    |

#### Inviluppo

| X     | M <sup>-</sup> | M <sup>+</sup> | Mu      | FS       |
|-------|----------------|----------------|---------|----------|
| 0.00  | 0.00           | 0.00           | 0.00    | 1000.000 |
| 1.00  | -17.12         | 287.14         | 6445.06 | 29.564   |
| 2.00  | 0.00           | 980.02         | 9512.67 | 9.707    |
| 3.00  | 0.00           | 1612.79        | 3058.82 | 5.355    |
| 4.63  | 0.00           | 2548.78        | 3009.15 | 3.718    |
| 6.27  | 0.00           | 3366.47        | 9515.00 | 2.826    |
| 7.90  | 0.00           | 4049.27        | 9515.00 | 2.350    |
| 9.54  | 0.00           | 4608.63        | 9515.00 | 2.065    |
| 11.17 | 0.00           | 5055.56        | 9515.00 | 1.882    |
| 12.80 | 0.00           | 5391.67        | 9515.00 | 1.765    |
| 14.44 | 0.00           | 5586.97        | 9515.00 | 1.703    |
| 16.07 | 0.00           | 5664.75        | 9515.00 | 1.680    |

| X     | $\sigma_{c,max}$ | $\sigma_{c,min}$ | $\sigma_{f,max}$ | $\sigma_{f,min}$ | $\sigma_{cavi}$ |
|-------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|
| 0.00  | 0                | 0                | 0                | 0                | 0               |
| 1.00  | 14642            | -4169            | 211967           | -54873           | -1119506        |
| 2.00  | 14647            | -2921            | 212860           | -36681           | -1188331        |
| 3.00  | 23106            | 3495             | 338885           | 59062            | -1146391        |
| 4.63  | 22177            | 4333             | 325775           | 73231            | -1143625        |
| 6.27  | 21369            | 1882             | 314367           | 28969            | -1141219        |
| 7.90  | 20682            | -165             | 304662           | -8140            | -1139172        |
| 9.54  | 20116            | -1842            | 296660           | -38583           | -1137484        |
| 11.17 | 19669            | -3182            | 290361           | -62829           | -1136156        |
| 12.80 | 19344            | -4189            | 285763           | -80947           | -1135186        |
| 14.44 | 19139            | -4775            | 282869           | -91659           | -1134575        |
| 16.07 | 19054            | -5009            | 281677           | -95959           | -1134324        |

### Verifiche a taglio

### Simbologia adottata nelle verifiche a rottura

|           |  |
|-----------|--|
| X         | Ascissa della sezione espressa in [m]  |
| T         | Taglio agente nella sezione espresso in [kN]   |
| $V_{Rd}$  | Resistenza a taglio della sezione senza armatura trasversale espressa in [kN]              |
| $V_{Rsd}$ | Resistenza a taglio a trazione della sezione con armatura trasversale espressa in [kN]     |
| $V_{Rcd}$ | Resistenza a taglio a compressione della sezione con armatura trasversale espressa in [kN] |

Inclinazione puntoni  $\cot \theta = 2.50$

### Inviluppo

| X     | T <sup>-</sup> | T <sup>+</sup> | $V_{Rd}$ | $V_{Rsd}$ | $V_{Rcd}$ |
|-------|----------------|----------------|----------|-----------|-----------|
| 0.00  | -162.00        | 232.28         | 2534.37  | 2534.37   | 3349.91   |
| 1.00  | 0.00           | 728.46         | 2534.37  | 2534.37   | 4026.59   |
| 2.00  | 0.00           | 675.77         | 2534.37  | 2534.37   | 4066.98   |
| 3.00  | 0.00           | 631.55         | 996.21   | 2584.07   | 996.21    |
| 4.63  | 0.00           | 574.54         | 996.21   | 2584.07   | 996.21    |
| 6.27  | 0.00           | 517.53         | 996.21   | 2584.07   | 996.21    |
| 7.90  | 0.00           | 455.39         | 996.21   | 2584.07   | 996.21    |
| 9.54  | 0.00           | 398.38         | 996.21   | 2584.07   | 996.21    |
| 11.17 | 0.00           | 341.36         | 996.21   | 2584.07   | 996.21    |
| 12.80 | 0.00           | 284.35         | 996.21   | 2584.07   | 996.21    |
| 14.44 | 0.00           | 222.21         | 996.21   | 2584.07   | 996.21    |
| 16.07 | 0.00           | 165.20         | 996.21   | 2584.07   | 996.21    |

### Verifiche soletta in c.a.

Si riportano le verifiche della soletta in c.a. di impalcato, soggetta ad un carico concentrato da 200 kN su di un'impronta di dimensioni 0.35 x 0.60 m (schema n°2 da NTC), considerando una fascia di larghezza unitaria di soletta, calcolata con schema di trave continua su di una luce di 1.11 m (luce netta anima trave-anima trave), riportando il carico in asse alla soletta in c.a. (ripartizione verticale di 45°):

#### VERIFICA A SLU

Carichi permanenti:

Peso proprio soletta = 5.0 kN/m

Peso pavimentazione = 3.0 kN/m

$g_{Ed} = 1.35 \times (5.0 + 3.0) = 10.8 \text{ kN/m}$

Carichi variabili

Q = 200 kN

$Q_{Ed} = 1.35 \times 200 = 270 \text{ kN}$

$q_{Ed} = 270 / (1.1 \times 0.85) = 288.77 \text{ kN/m}$

L = luce di calcolo = 1.11 m

$M_{Ed} = 1 / 12 \times (10.8 + 288.77) \times 1.1^2 = 30.21 \text{ kNm}$

Si riporta nel seguito la verifica a SLU della sezione in c.a. armata superiormente con 1Φ16/15 ed inferiormente con 1Φ14/12.

**Titolo :** \_\_\_\_\_

**N° strati barre**  **Zoom**

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 20     |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 12.83    | 3      |
| 2  | 12.83    | 17     |

**Tipologia Sezione**  
☒ Rettang.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. ☒ Metodo n ☐

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN  yN

**Tipologia rottura**  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Metodo di calcolo**  
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.- ☐ Metodo n

**Tipologia flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

**Materiali**

| B450C            |               | C32/40           |        |
|------------------|---------------|------------------|--------|
| $\epsilon_{su}$  | 67.5 ‰        | $\epsilon_{c2}$  | 2 ‰    |
| $f_{yd}$         | 391.3 N/mm²   | $\epsilon_{cu}$  | 3.5 ‰  |
| $E_s$            | 200'000 N/mm² | $f_{cd}$         | 18.81  |
| $E_s/E_c$        | 15            | $f_{cc}/f_{cd}$  | 0.8    |
| $\epsilon_{syd}$ | 1.957 ‰       | $\sigma_{c,adm}$ | 12.25  |
| $\sigma_{s,adm}$ | 255 N/mm²     | $\tau_{co}$      | 0.7333 |
|                  |               | $\tau_{c1}$      | 2.114  |

**Calcoli**

$M_{xRd}$   kN m

$\sigma_c$   N/mm²

$\sigma_s$   N/mm²

$\epsilon_c$   ‰

$\epsilon_s$   ‰

$d$   cm

$x$    $x/d$

$\delta$

**Calcoli finali**  
   
 $L_0$   cm   
☐ Precompresso

### VERIFICA A SLE E FESSURAZIONE - COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE

Carichi permanenti:

Peso proprio soletta = 5.0 kN/m

Peso pavimentazione = 3.0 kN/m

$g_{Ed} = (5.0 + 3.0) = 8.0$  kN/m

Carichi variabili

$Q = 200$  kN

$Q_{Ed} = 200$  kN

$q_{Ed} = 200 / (1.1 \times 0.85) = 213.90$  kN/m

$L$  = luce di calcolo = 1.11 m

$M_{Ed} = 1 / 12 \times (8.0 + 213.90) \times 1.1^2 = 22.37$  kNm

Si riporta nel seguito la verifica a SLE e fessurazione della sezione in c.a.



### DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS

#### Controllo tensionale per la Combinazione Quasi Permanente

|   |                              |               |                    |
|---|------------------------------|---------------|--------------------|
| Momento sollecitante assunto in valore assoluto                           | $M_{Ed}$                     | 22.4          | [kNm]              |
| Coefficiente di omogeneizzazione  | $n$                          | 15.0          | [-]                |
| Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo                         | $j$                          | 200           | [-]                |
| Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo                       | $b$                          | 1000          | [-]                |
| Copriferro  | $d'$                         | 30            | [-]                |
| Altezza utile della sezione   | $d'$                         | 170           | [-]                |
| Area dell'armatura tesa   | $A_s$                        | 1282          | [mm <sup>2</sup> ] |
| Area dell'armatura compressa  | $A's$                        | 1282          | [mm <sup>2</sup> ] |
| Posizione dell'asse neutro  | $x$                          | 57.31         | [mm]               |
| Momento d'inerzia della sezione rispetto a x                              | $J$                          | 321349881.6   | [mm <sup>4</sup> ] |
| Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione quasi permanente | $\sigma_{c,q.p.}$            | 14.4          | [MPa]              |
| Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS               | $\sigma_s$                   | 360           | [MPa]              |
| <b>Tensione nel calcestruzzo</b>  | <b><math>\sigma_c</math></b> | <b>3.99</b>   | <b>[MPa]</b>       |
| <b>Tensione nell'armatura tesa</b>  | <b><math>\sigma_s</math></b> | <b>117.67</b> | <b>[MPa]</b>       |

Eseguendo verifiche allo SLE di tipo tensionale, si ha che:

$$\sigma_{c,max} = 0.45 f_{ck} = 0.45 \times 20.8 = 9.36 \text{ N/mm}^2 > \sigma_c = 3.99 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{s,max} = 0.8 f_{yk} = 0.8 \times 450 = 360 \text{ N/mm}^2 > \sigma_s = 117.67 \text{ N/mm}^2$$

### CONTROLLO DI FESSURAZIONE A SLS

|   |               |      |                    |
|---|---------------|------|--------------------|
| Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo   | $h$           | 200  | [mm]               |
| Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo | $b$           | 1000 | [mm]               |
| Copriferro  | $d'$          | 30   | [mm]               |
| Altezza utile della sezione                         | $d$           | 170  | [mm]               |
| Area dell'armatura tesa                             | $A_s$         | 1282 | [mm <sup>2</sup> ] |
| Area dell'armatura compressa                        | $A's$         | 1282 | [mm <sup>2</sup> ] |
| Distanza tra il bordo del cls e l'armatura          | $c$           | 30   | [mm]               |
| Distanza tra i baricentri delle barre               | $s$           | 120  | [mm]               |
| Distanza massima di riferimento tra le barre        | $s_{rif,max}$ | 185  | [mm]               |

| Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente   |                                 |                               |
|---|---------------------------------|-------------------------------|
| <b>Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente</b>      | <b><math>M_{Ed,q.p.}</math></b> | <b>22.37 [kNm]</b>            |
| Durata del carico   |                                 | lunga [-]                     |
| Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore                        | $x$                             | 57.31 [mm]                    |
| Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata | $\sigma_s$                      | 117.67 [MPa]                  |
| Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo    | $f_{ct,eff}$                    | 3.0 [MPa]                     |
| Fattore dipendente dalla durata del carico                            | $k_t$                           | 0.4 [-]                       |
| Altezza efficace  | $h_{c,eff}$                     | 47.5632334 [mm]               |
| Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura              | $A_{c,eff}$                     | 47563.2334 [mm <sup>2</sup> ] |
| Rapporto geometrico sull'area efficace                                | $\rho_{p,eff}$                  | 0.02696 [-]                   |
| Rapporto tra $E_s/E_{cm}$   | $\alpha_e$                      | 6.00 [-]                      |
| Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo | $\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$ | 0.000328 [-]<br>0.000353 [-]  |
| Determinazione del diametro equivalente delle barre tese              | $\phi_{eq}$                     | 14.00 [mm]                    |
| Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre     | $k_1$                           | 0.8 [-]                       |
| Coefficiente che tiene conto della flessione pura                     | $k_2$                           | 0.5 [-]                       |
|   | $k_3$                           | 3.4 [-]                       |
|   | $k_4$                           | 0.425 [-]                     |
| Distanza massima tra le fessure                                       | $s_{r,max}$                     | 190.28 [mm]<br>190.28 [mm]    |
| <b>Ampiezza delle fessure</b>   | <b><math>w_k</math></b>         | <b>0.0672 [mm]</b>            |
| <b>Ampiezza massima delle fessure</b>                                 | <b><math>w_{max}</math></b>     | <b>0.3 [mm]</b>               |

### Verifiche traversi in c.a.

#### VERIFICA A SLU-SLV

Si riportano nel seguito le analisi e le verifiche dei traversi di impalcato, soggetti alle sollecitazioni derivanti da analisi statiche e sismiche:

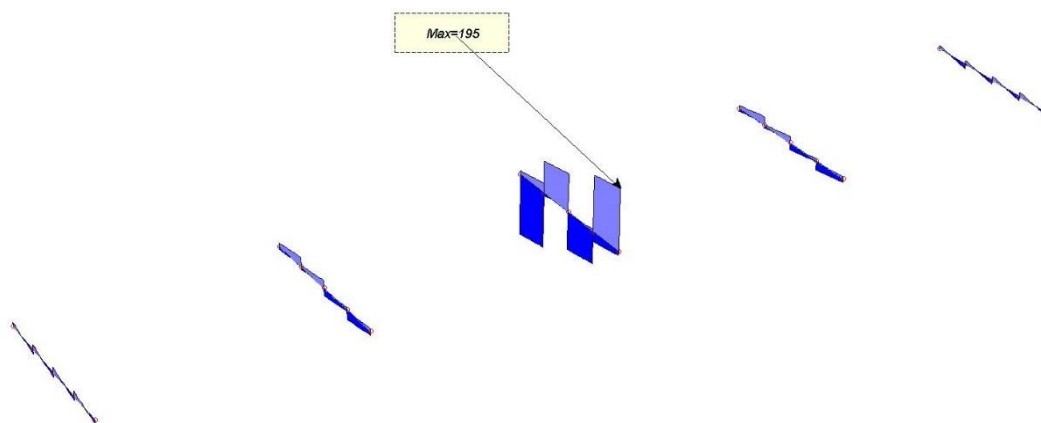
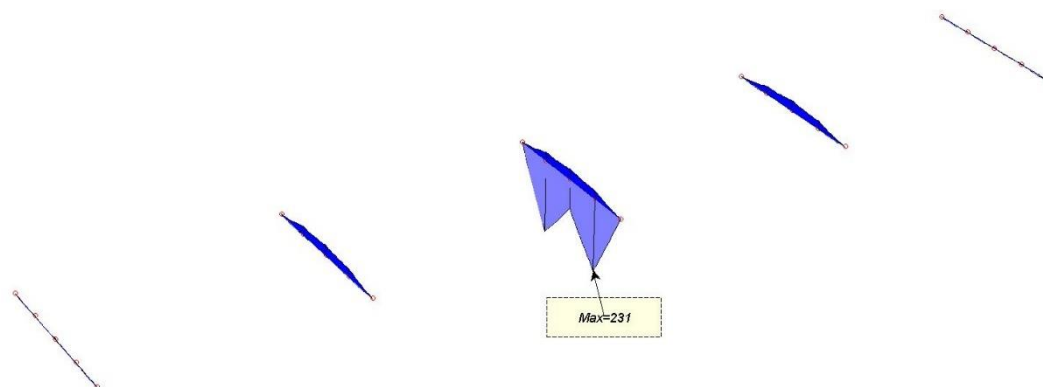


Figura 13-59 – Involuppo sollecitazioni di taglio  $F_y$  [kN]


 Figura 13-60 – Involuppo sollecitazioni di momento flettente  $M_z$  [kNm]

Essendo i traversi armati con n°2+2 barre filettate M16 in acciaio di classe 8.8 e con staffe  $\Phi 12/20$ , le sollecitazioni resistenti valgono:

$$M_{Ed} = 231 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = 195 \text{ kN}$$

Verifica a momento flettente:

**Titolo :** \_\_\_\_\_

**N° strati barre**  **Zoom**

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 30     | 160    |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 4.02     | 48     |
| 2  | 4.02     | 130    |

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. ☒ Metodo n ☐

**N<sub>Ed</sub>**  **kN**  
**M<sub>xEd</sub>**  **kNm**  
**M<sub>yEd</sub>**  **kNm**

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN  yN

**Tipo rottura**  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Metodo di calcolo**  
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☐ Metodo n

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

**N° rett.**

**Calcola MRd** **Dominio M-N**  
**L<sub>0</sub>**  **cm** **Col. modello**

☐ Precompresso

**Materiali**  
**Classe 8.8** **C32/40**  
 $\epsilon_{su}$   %  $\epsilon_{c2}$   %  
 $f_{yd}$   N/mm²  $\epsilon_{cu}$   %  
 $E_s$   N/mm²  $f_{cd}$   N/mm²  
 $E_s/E_c$    $f_{cc}/f_{cd}$   ?  
 $\epsilon_{syd}$   %  $\sigma_{c,adm}$   N/mm²  
 $\sigma_{s,adm}$   N/mm²  $\tau_{co}$   N/mm²  
 $\tau_{c1}$   N/mm²

**M<sub>xRd</sub>**  **kN m**  
 $\sigma_c$   N/mm²  
 $\sigma_s$   N/mm²  
 $\epsilon_c$   %  
 $\epsilon_s$   %  
**d**  **cm**  
**x**  **x/d**   
 $\delta$

Verifica a taglio:

|   |   |          |                            |                 |
|---|---|----------|----------------------------|-----------------|
| Classe di duttilità scelta:   | CD  | B: bassa | B: bassa                   |                 |
| $f_{ck} =$  |   | 32       | MPa                        |                 |
| $f_{yd} =$  |   | 391.3    | Mpa                        |                 |
| $f_{cd} =$  |   | 18.1     | MPa                        |                 |
| $f'_{cd} = 0,5f_{cd} =$   |   | 9.1      | MPa                        |                 |
| $H =$   |   | 1600     | mm                         |                 |
| $b_w =$   |   | 300      | mm                         |                 |
| $d =$   |   | 1300     | mm                         |                 |
| $N_{Ed} =$  |   | 0.E+00   | N (compr)                  |                 |
| $V_{Ed} =$  |   | 195'000  | N                          |                 |
| $\cotg\theta =$   | $\in [1; 2,5]$ (per $V_{Rds}$ e $V_{Rcd}$ ) | 2.50     | (accettabile)              |                 |
| $(\cotg\theta)^2 =$   |   | 6.25     |                            |                 |
| staffe $\phi =$   |   | 12       | mm                         |                 |
| numero bracci resistenti sezione  |   | 2        |                            |                 |
| passo "s" =   |   | 20       | cm                         |                 |
| $A_s/s =$   |   | 11.31    | cm <sup>2</sup> /m         |                 |
| $\alpha =$  |   | 90       | ° = 1.5708 rad             |                 |
| $A_C = b_w H =$   |   | 480'000  | mmq                        |                 |
| $\sigma_{cp} = N_{sd}/A_c =$  |   | 0.000    | Mpa                        |                 |
| $\alpha_C =$  |   | 1.00     |                            |                 |
| $V_{Rsd} =$ (eq. 6.13 - E.C.2)  |   | 1.E+06   | N = 1294.46 kN             |                 |
| $V_{Rd,max} =$ (eq. 6.14 - E.C.2)                                       |   | 1.E+06   | N = 1097.38 kN             |                 |
| $V_{Ed\ lim} = 0,5 b_w d 0,6(1 - f_{ck}/250)f_{cd} =$ (eq. 6.5 - E.C.2) |   | 2.E+06   | N = 1850.04 kN             |                 |
| $V_{Ed} =$  | 195.00 kN                                   | <        | $V_{Rds} =$ 1294.46 kN     | (soddisfacente) |
| $V_{Ed} =$  | 195.00 kN                                   | <        | $V_{Rd,max} =$ 1097.38 kN  | (soddisfacente) |
| $V_{Ed} =$  | 195.00 kN                                   | <        | $V_{Ed\ lim} =$ 1850.04 kN | (soddisfacente) |

### VERIFICA A SLE - FESSURAZIONE - COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE

Si riportano nel seguito le analisi e le verifiche dei traversi di impalcato, in condizioni di esercizio (combinazione quasi permanente)

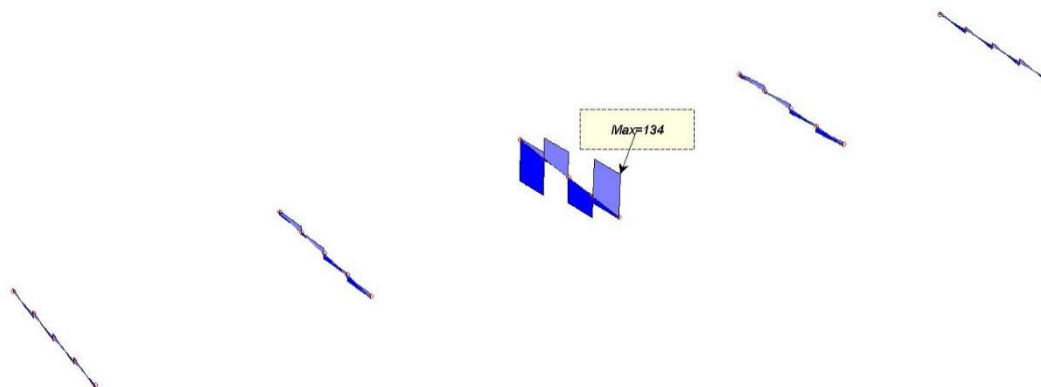


Figura 13-61 – Involuppo sollecitazioni di taglio  $F_y$  [kN]

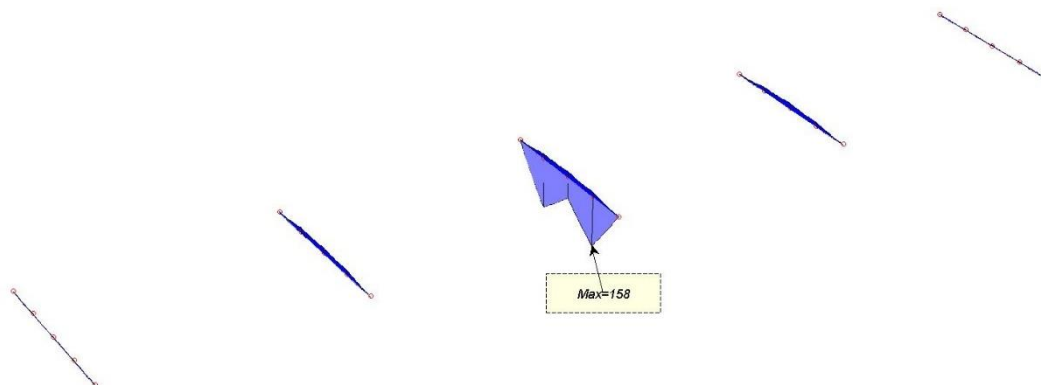


Figura 13-62 – Involuppo sollecitazioni di momento flettente  $M_z$  [kNm]

Essendo i traversi armati con n°2+2 barre filettate M16 in acciaio di classe 8.8 e con staffe  $\Phi 12/20$ , le sollecitazioni resistenti valgono:

$$M_{Ed} = 134 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = 158 \text{ kN}$$

Verifiche tensionali:

| DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS                                       |                              |               |                    |
|---|------------------------------|---------------|--------------------|
| Controllo tensionale per la Combinazione Quasi Permanente                 |                              |               |                    |
| Momento sollecitante assunto in valore assoluto                           | $M_{Ed}$                     | 134.0         | [kNm]              |
| Coefficiente di omogeneizzazione  | $n$                          | 15.0          | [-]                |
| Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo                         | $j$                          | 1600          | [-]                |
| Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo                       | $b$                          | 300           | [-]                |
| Copriferro  | $d'$                         | 290           | [-]                |
| Altezza utile della sezione   | $d'$                         | 1310          | [-]                |
| Area dell'armatura tesa   | $A_s$                        | 402           | [mm <sup>2</sup> ] |
| Area dell'armatura compressa  | $A'_s$                       | 402           | [mm <sup>2</sup> ] |
| Posizione dell'asse neutro  | $x$                          | 216.61        | [mm]               |
| Momento d'inerzia della sezione rispetto a x                              | $J$                          | 8259917043    | [mm <sup>4</sup> ] |
| Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione quasi permanente | $\sigma_{c,q.p.}$            | 14.4          | [MPa]              |
| Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS               | $\sigma_s$                   | 519.2         | [MPa]              |
| <b>Tensione nel calcestruzzo</b>  | <b><math>\sigma_c</math></b> | <b>3.51</b>   | <b>[MPa]</b>       |
| <b>Tensione nell'armatura tesa</b>  | <b><math>\sigma_s</math></b> | <b>266.07</b> | <b>[MPa]</b>       |



Verifiche a fessurazione:
**CONTROLLO DI FESSURAZIONE A SLS**

|   |                      |                        |
|---|----------------------|------------------------|
| Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo   | h                    | 1600 [mm]              |
| Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo | b                    | 300 [mm]               |
| Copriferro  | d'                   | 290 [mm]               |
| Altezza utile della sezione                         | d                    | 1310 [mm]              |
| Area dell'armatura tesa                             | A <sub>s</sub>       | 760 [mm <sup>2</sup> ] |
| Area dell'armatura compressa                        | A' <sub>s</sub>      | 760 [mm <sup>2</sup> ] |
| Distanza tra il bordo del cls e l'armatura          | c                    | 290 [mm]               |
| Distanza tra i baricentri delle barre               | s                    | 120 [mm]               |
| Distanza massima di riferimento tra le barre        | s <sub>rif,max</sub> | 1505 [mm]              |

**Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente**

|   |                                   |                               |
|---|-----------------------------------|-------------------------------|
| <b>Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente</b>      | <b>M<sub>Ed,q.p.</sub></b>        | <b>134 [kNm]</b>              |
| Durata del carico   |                                   | breve [-]                     |
| Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore                        | x                                 | 280.94 [mm]                   |
| Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata | σ <sub>s</sub>                    | 144.70 [MPa]                  |
| Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo    | f <sub>ct,eff</sub>               | 3.0 [MPa]                     |
| Fattore dipendente dalla durata del carico                            | k <sub>t</sub>                    | 0.6 [-]                       |
| Altezza efficace  | h <sub>c,eff</sub>                | 439.687881 [mm]               |
| Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura              | A <sub>c,eff</sub>                | 131906.364 [mm <sup>2</sup> ] |
| Rapporto geometrico sull'area efficace                                | ρ <sub>p,eff</sub>                | 0.00576 [-]                   |
| Rapporto tra E <sub>s</sub> /E <sub>cm</sub>                          | α <sub>e</sub>                    | 6.00 [-]                      |
| Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo | ε <sub>sm</sub> - ε <sub>cm</sub> | -0.000905 [-]<br>0.000434 [-] |
| Determinazione del diametro equivalente delle barre tese              | φ <sub>eq</sub>                   | 22.00 [mm]                    |
| Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre     | k <sub>1</sub>                    | 0.8 [-]                       |
| Coefficiente che tiene conto della flessione pura                     | k <sub>2</sub>                    | 0.5 [-]                       |
|   | k <sub>3</sub>                    | 3.4 [-]                       |
|   | k <sub>4</sub>                    | 0.425 [-]                     |
| Distanza massima tra le fessure                                       | s <sub>r,max</sub>                | 1634.89 [mm]<br>1634.89 [mm]  |
| <b>Ampiezza delle fessure</b>   | <b>w<sub>k</sub></b>              | <b>0.2889 [mm]</b>            |
| <b>Ampiezza massima delle fessure</b>                                 | <b>w<sub>max</sub></b>            | <b>0.3 [mm]</b>               |

**Dichiarazioni secondo N.T.C. 2008 (punto 10.2)**
**Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo**

Il progettista, in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

**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 con i metodi della scienza delle costruzioni.

Il calcolo delle travi precomprese viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo delle sollecitazioni;
- Progetto e/o verifica 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.

### Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

|            |   |
|------------|---|
| Titolo     | CAPS - Precompresso                       |
| Versione   | 14.0                                      |
| Produttore | Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS) |
| Licenza    | AIU4639W1                                 |

### 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 Aztec Informatica srl 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.

### Modalità di presentazione dei risultati

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

### 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, io sottoscritto asserisco che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

### 13.4 VERIFICA APPARECCHI DI APPOGGIO

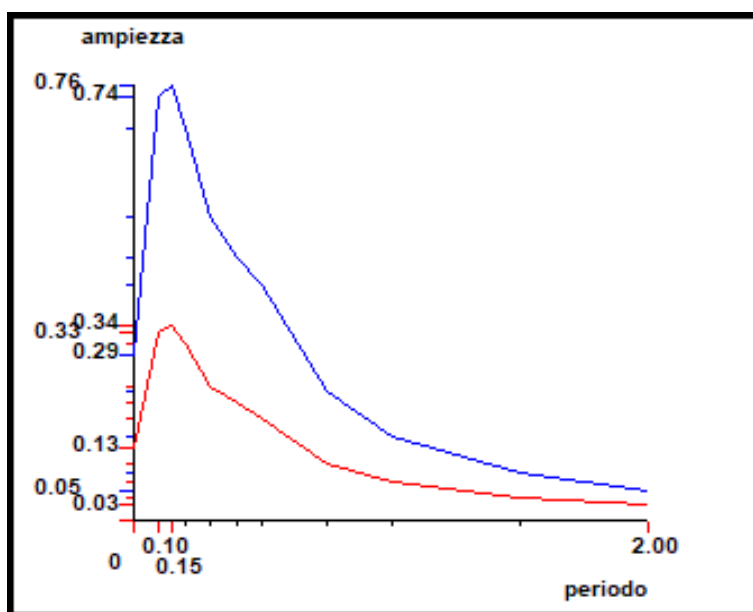
Si riportano nel seguito le verifiche degli apparecchi di appoggio, sulla base delle reazioni agli appoggi di inviluppo allo SLU-SLV delle travi in c.a.p. dell'impalcato della passerella di servizio.

## STAMPA DEI DATI DI PROGETTO

### INTESTAZIONE E DATI CARATTERISTICI DELLA STRUTTURA

|                                  |                      |
|----------------------------------|----------------------|
| Nome dell'archivio di lavoro     | <b>Modello ponte</b> |
| Intestazione del lavoro          | <b>Blocco 4</b>      |
| Tipo di struttura                | Nello Spazio         |
| Tipo di analisi                  | Statica e Dinamica   |
| Tipo di soluzione                | Lineare              |
| Unita' di misura delle forze     | kN                   |
| Unita' di misura delle lunghezze | m                    |
| Normativa                        | NTC-2008             |
| Spettro sismico locale           |                      |

### Grafico spettri Norme Tecniche delle Costruzioni 2008



Fattore di importanza  $\gamma_i$  1 applicato

*Spettri orizzontali:*

| Num. | Periodo | A.slu X |
|------|---------|---------|
| 1    | 0.000   | 0.2880  |
| 2    | 0.100   | 0.7380  |
| 3    | 0.150   | 0.7580  |
| 4    | 0.200   | 0.6840  |
| 5    | 0.300   | 0.5280  |
| 6    | 0.400   | 0.4580  |

|    |       |        |
|----|-------|--------|
| 7  | 0.500 | 0.4100 |
| 8  | 0.750 | 0.2260 |
| 9  | 1.000 | 0.1480 |
| 10 | 1.500 | 0.0839 |
| 11 | 2.000 | 0.0532 |

#### Spettro verticale:

| Num. | Periodo | A.slu Z |
|------|---------|---------|
| 1    | 0.000   | 0.1267  |
| 2    | 0.100   | 0.3267  |
| 3    | 0.150   | 0.3400  |
| 4    | 0.200   | 0.3067  |
| 5    | 0.300   | 0.2333  |
| 6    | 0.400   | 0.2067  |
| 7    | 0.500   | 0.1800  |
| 8    | 0.750   | 0.1000  |
| 9    | 1.000   | 0.0667  |
| 10   | 1.500   | 0.0400  |
| 11   | 2.000   | 0.0267  |

## STAMPA DEI DATI DI PROGETTO

### INTESTAZIONE E DATI CARATTERISTICI DELLA STRUTTURA

|                                  |                      |
|----------------------------------|----------------------|
| Nome dell'archivio di lavoro     | <b>Modello ponte</b> |
| Intestazione del lavoro          | <b>Blocco 4</b>      |
| Tipo di struttura                | Nello Spazio         |
| Tipo di analisi                  | Statica e Dinamica   |
| Tipo di soluzione                | Lineare              |
| Unita' di misura delle forze     | kN                   |
| Unita' di misura delle lunghezze | m                    |

Spettro sismico locale

|                           |   |
|---------------------------|---|
| Localita'                 | Sismicità locale - Sala Baganza - Luglio 2019 |
| Spettro di risposta       | Stato limite ultimo SLV                       |
| Comportamento strutturale | NON Dissipativo                               |

### STATO LIMITE ULTIMO

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| Coefficiente di smorzamento | 5% |
| Eccentricita' accidentale   | 0% |
| Numero di frequenze         | 50 |

|  |       |
|--|-------|
| Fattore q di struttura per sisma orizzontale | qor=1 |
|--|-------|

### PARAMETRI SISMICI

|   |          |
|---|----------|
| Angolo del sisma nel piano orizzontale      | 0        |
| Sisma verticale                             | Presente |
| Fattore di struttura qv per sisma verticale | 1.5      |
| Combinazione dei modi                       | CQC      |

Combinazione componenti azioni sismiche

NTC - Eurocodice 8

 $\lambda$  0.3

 $\mu$  0.3

## CARICHI PER ELEMENTI TRAVE, TRAVE DI FONDAZIONE E RETICOLARE

### Carico distribuito con riferimento globale Y

| Descrizione        | Cod. | Cond. carico | Tipo<br>Azione/categoria | Val. iniz. | Dist. iniz.<br>nodo I | Val.<br>finale | Dist.fin.<br>nodo I | Aliq.inerz. | Aliq.inerz.<br>SLD |
|--------------------|------|--------------|--------------------------|------------|-----------------------|----------------|---------------------|-------------|--------------------|
| Azione sopravvento | 5    | Condizione 3 | Variabile: Vento         | 1.600000   | 0.000                 | 1.600000       | 0.000               | 0.0000      | 0.0000             |
| Azione sottovento  | 6    | Condizione 3 | Variabile: Vento         | 0.960000   | 0.000                 | 0.960000       | 0.000               | 0.0000      | 0.0000             |

### Carico distribuito riferimento globale V

| Descrizione       | Cod. | Cond. carico            | Tipo<br>Azione/categoria       | Val. iniz. | Dist. iniz.<br>nodo I | Val.<br>finale | Dist.fin.<br>nodo I | Aliq.inerz. | Aliq.inerz.<br>SLD |
|-------------------|------|-------------------------|--------------------------------|------------|-----------------------|----------------|---------------------|-------------|--------------------|
| Peso soletta c.a. | 1    | Condizione peso proprio | Permanente: Peso Proprio       | 5.000000   | 0.000                 | 5.000000       | 0.000               | 1.0000      | 1.0000             |
| Pavimentazione    | 2    | Condizione 1            | Permanente: Permanente portato | 3.000000   | 0.000                 | 3.000000       | 0.000               | 1.0000      | 1.0000             |
| q1k<br>Tandem     | 3    | Condizione 2            | Variabile<br>120 x 2           | 7.200000   | 0.000                 | 7.200000       | 0.000               | 0.0000      | 0.0000             |

### Carico termico tx

| Descrizione       | Cod. | Cond. carico | Tipo<br>Azione/categoria | Temperatura |
|-------------------|------|--------------|--------------------------|-------------|
| Delta termico +30 | 10   | Condizione 5 | Eccezionale              | 30.000000   |
| Delta termico -30 | 11   | Condizione 6 | Eccezionale              | -30.000000  |

## CONDIZIONI DI CARICO AI NODI

| Num.cond.carico | Descrizione                              |      |           |    |           |    |    |    |
|-----------------|--|------|-----------|----|-----------|----|----|----|
| 1               | Tandem appoggio -<br>verticale+frenatura | Nodo | FX        | FY | FZ        | MX | MY | MZ |
|                 |  | 2904 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |  | 2906 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |  | 2907 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |  | 2909 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
| 2               | Tandem mezzera -<br>verticale+frenatura  | Nodo | FX        | FY | FZ        | MX | MY | MZ |
|                 |  | 2905 |           |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |  | 2908 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |  | 2913 |           |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |  | 2914 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |  | 2920 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |  | 2943 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |

## COMBINAZIONI DI CARICO

**NORMATIVA: NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI 2008 ITALIA**
**COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO**

| Num. | Descrizione              | Parametri                     | Tipo azione/categoria          | Condizione              | Moltiplicatore |
|------|--------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------|----------------|
| 1    | Dinamica - SLV           | Azione sismica: Presente      | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                          |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.000          |
|      |                          |                               | Variabile                      | Condizione 2            | 0.000          |
| 2    | Statica - mezzi mezzeria | Azione sismica: Sisma assente | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.350          |
|      |                          |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.350          |
|      |                          |                               | Variabile                      | Condizione 2            | 1.350          |
| 3    | Statica +DT              | Azione sismica: Sisma assente | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.350          |
|      |                          |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.350          |
|      |                          |                               | Variabile                      | Condizione 2            | 1.350          |
|      |                          |                               | Eccezionale                    | Condizione 5            | 1.200          |
| 6    | Statica -DT              | Azione sismica: Sisma assente | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.350          |
|      |                          |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.350          |
|      |                          |                               | Variabile                      | Condizione 2            | 1.350          |
|      |                          |                               | Eccezionale                    | Condizione 6            | 1.200          |
| 7    | Statica - Mezzi appoggio | Azione sismica: Sisma assente | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.350          |
|      |                          |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.350          |
|      |                          |                               | Variabile                      | Condizione 2            | 1.350          |
| 8    | Statica scarica + vento  | Azione sismica: Sisma assente | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.350          |
|      |                          |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.350          |
|      |                          |                               | Variabile: Vento               | Condizione 3            | 1.500          |

**COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE D'ESERCIZIO**

| Num. | Descrizione                | Parametri       | Tipo azione/categoria          | Condizione              | Moltiplicatore |
|------|----------------------------|-----------------|--------------------------------|-------------------------|----------------|
| 4    | Frequente - Mezzi appoggio | Tipologia: Rara | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.000          |
|      |                            |                 | Variabile                      | Condizione 2            | 0.750          |
| 5    | Frequente - mezzi mezzeria | Tipologia: Rara | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.000          |
|      |                            |                 | Variabile                      | Condizione 2            | 0.750          |
| 11   | Rara - Mezzi appoggio      | Tipologia: Rara | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.000          |
|      |                            |                 | Variabile                      | Condizione 2            | 1.000          |
| 12   | Rara - mezzi mezzeria      | Tipologia: Rara | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.000          |
|      |                            |                 | Variabile                      | Condizione 2            | 1.000          |
| 14   | QP - Mezzi appoggio        | Tipologia: Rara | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.000          |
|      |                            |                 | Variabile                      | Condizione 2            | 0.000          |
| 15   | QP - mezzi mezzeria        | Tipologia: Rara | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.000          |
|      |                            |                 | Variabile                      | Condizione 2            | 0.000          |

**COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI DANNO**

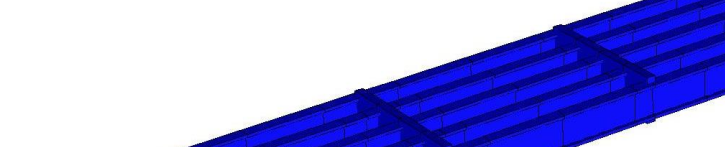
| Num. | Descrizione | Parametri                | Tipo azione/categoria          | Condizione              | Moltiplicatore |
|------|-------------|--------------------------|--------------------------------|-------------------------|----------------|
| 17   | SLD         | Azione sismica: Presente | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |             |                          | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.000          |
|      |             |                          | Variabile                      | Condizione 2            | 0.000          |



**NORMATIVA: NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI 2008 ITALIA**
**CARICHI NODALI**

| Num. comb. car. | Descrizione                |      |           |    |           |    |    |    |
|-----------------|----------------------------|------|-----------|----|-----------|----|----|----|
| 1               | Dinamica - SLV             | Nodo | FX        | FY | FZ        | MX | MY | MZ |
|                 |                            | 2943 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                            | 2920 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                            | 2914 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                            | 2913 |           |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                            | 2908 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                            | 2905 |           |    | -1.20e+02 |    |    |    |
| 2               | Statica - mezzi mezzeria   | Nodo | FX        | FY | FZ        | MX | MY | MZ |
|                 |                            | 2943 | +1.35e+02 |    | -1.80e+02 |    |    |    |
|                 |                            | 2920 | +1.35e+02 |    | -1.80e+02 |    |    |    |
|                 |                            | 2914 | +1.35e+02 |    | -1.80e+02 |    |    |    |
|                 |                            | 2913 |           |    | -1.80e+02 |    |    |    |
|                 |                            | 2908 | +1.35e+02 |    | -1.80e+02 |    |    |    |
|                 |                            | 2905 |           |    | -1.80e+02 |    |    |    |
| 3               | Statica +DT                | Nodo | FX        | FY | FZ        | MX | MY | MZ |
|                 |                            | 2943 | +1.35e+02 |    | -1.80e+02 |    |    |    |
|                 |                            | 2920 | +1.35e+02 |    | -1.80e+02 |    |    |    |
|                 |                            | 2914 | +1.35e+02 |    | -1.80e+02 |    |    |    |
|                 |                            | 2913 |           |    | -1.80e+02 |    |    |    |
|                 |                            | 2908 | +1.35e+02 |    | -1.80e+02 |    |    |    |
|                 |                            | 2905 |           |    | -1.80e+02 |    |    |    |
| 4               | Frequente - Mezzi appoggio | Nodo | FX        | FY | FZ        | MX | MY | MZ |
|                 |                            | 2909 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                            | 2907 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                            | 2906 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                            | 2904 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
| 5               | Frequente - mezzi mezzeria | Nodo | FX        | FY | FZ        | MX | MY | MZ |
|                 |                            | 2943 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                            | 2920 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                            | 2914 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                            | 2913 |           |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                            | 2908 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                            | 2905 |           |    | -1.20e+02 |    |    |    |
| 6               | Statica -DT                | Nodo | FX        | FY | FZ        | MX | MY | MZ |
|                 |                            | 2943 | +1.35e+02 |    | -1.80e+02 |    |    |    |
|                 |                            | 2920 | +1.35e+02 |    | -1.80e+02 |    |    |    |

| Num. comb. car. | Descrizione              |      |           |    |           |    |    |    |
|-----------------|--------------------------|------|-----------|----|-----------|----|----|----|
|                 |                          | 2914 | +1.35e+02 |    | -1.80e+02 |    |    |    |
|                 |                          | 2913 |           |    | -1.80e+02 |    |    |    |
|                 |                          | 2908 | +1.35e+02 |    | -1.80e+02 |    |    |    |
|                 |                          | 2905 |           |    | -1.80e+02 |    |    |    |
| 7               | Statica - Mezzi appoggio | Nodo | FX        | FY | FZ        | MX | MY | MZ |
|                 |                          | 2909 | +1.35e+02 |    | -1.80e+02 |    |    |    |
|                 |                          | 2907 | +1.35e+02 |    | -1.80e+02 |    |    |    |
|                 |                          | 2906 | +1.35e+02 |    | -1.80e+02 |    |    |    |
|                 |                          | 2904 | +1.35e+02 |    | -1.80e+02 |    |    |    |
| 8               | Statica scarica + vento  |      |           |    |           |    |    |    |
| 11              | Rara - Mezzi appoggio    | Nodo | FX        | FY | FZ        | MX | MY | MZ |
|                 |                          | 2909 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                          | 2907 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                          | 2906 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                          | 2904 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
| 12              | Rara - mezzi mezzeria    | Nodo | FX        | FY | FZ        | MX | MY | MZ |
|                 |                          | 2943 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                          | 2920 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                          | 2914 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                          | 2913 |           |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                          | 2908 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                          | 2905 |           |    | -1.20e+02 |    |    |    |
| 14              | QP - Mezzi appoggio      | Nodo | FX        | FY | FZ        | MX | MY | MZ |
|                 |                          | 2909 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                          | 2907 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                          | 2906 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                          | 2904 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
| 15              | QP - mezzi mezzeria      | Nodo | FX        | FY | FZ        | MX | MY | MZ |
|                 |                          | 2943 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                          | 2920 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                          | 2914 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                          | 2913 |           |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                          | 2908 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                          | 2905 |           |    | -1.20e+02 |    |    |    |
| 17              | SLD                      | Nodo | FX        | FY | FZ        | MX | MY | MZ |
|                 |                          | 2943 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                          | 2920 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                          | 2914 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |



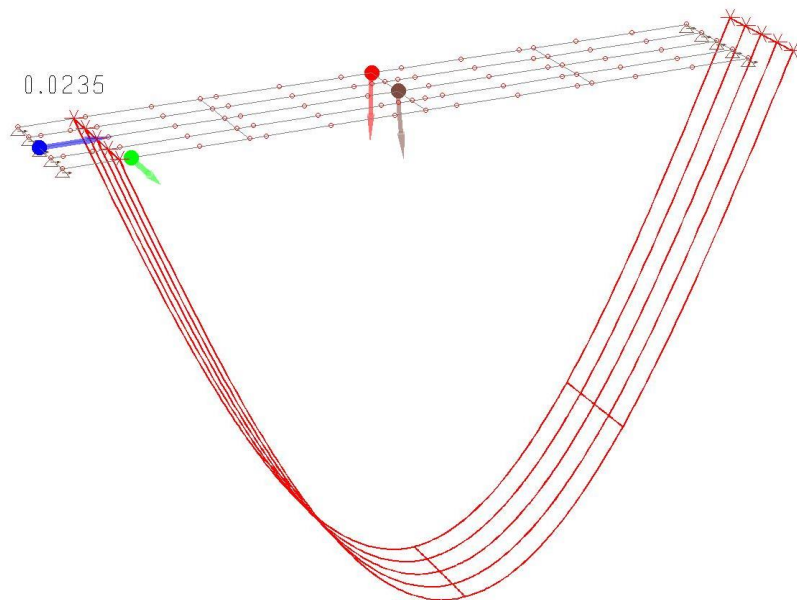


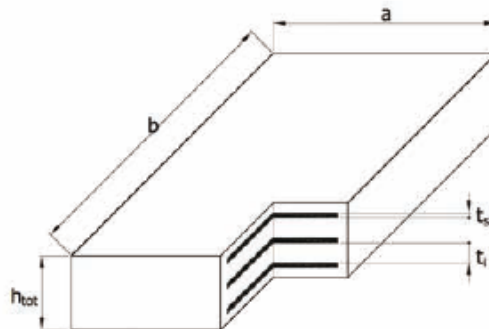
Figura 13-65 – Massimo spostamento orizzontale – condizione SLE QP (tandem + frenatura) [m]

$$R_v = 920 \text{ kN}$$

$$R_o = \sqrt{90.5^2 + 33.1^2} = 96.36 \text{ kN}$$

Adottando appoggi in gomma armata, di dimensione in pianta 200x300 mm e spessore 47 mm, con interposti n°2 lamierini, ammettendo uno spostamento orizzontale di 30 mm, le sollecitazioni resistenti di tali appoggi, dedotti da schede tecniche di appoggi commerciali, si ha che:

| CARATTERISTICHE |                        |                      |                      |        |                         |                        |         |                 |
|-----------------|------------------------|----------------------|----------------------|--------|-------------------------|------------------------|---------|-----------------|
| Dimensioni      | Altezza                | Lamierini            | Elastomero           |        | Rigidità orizzontale    | Volume                 | Peso    | Codice appoggio |
| a x b<br>mm     | h <sub>tot</sub><br>mm | t <sub>s</sub><br>mm | t <sub>i</sub><br>mm | n<br>n | K <sub>o</sub><br>kN/mm | Vol<br>dm <sup>3</sup> | W<br>kg | NEOARM          |
| 100 x 100       | 23                     | 2                    | 6                    | 2      | 0,53                    | 0,2                    | 1       | 100 x 100 x 23  |
|                 | 31                     |                      |                      | 3      | 0,39                    | 0,3                    | 1       | 100 x 100 x 31  |
| 100 x 150       | 23                     | 2                    | 6                    | 2      | 0,79                    | 0,3                    | 1       | 100 x 150 x 23  |
|                 | 31                     |                      |                      | 3      | 0,59                    | 0,5                    | 1       | 100 x 150 x 31  |
| 100 x 200       | 23                     | 2                    | 6                    | 2      | 1,06                    | 0,5                    | 1       | 100 x 200 x 23  |
|                 | 31                     |                      |                      | 3      | 0,78                    | 0,6                    | 2       | 100 x 200 x 31  |
| 150 x 200       | 23                     | 2                    | 6                    | 2      | 1,59                    | 0,7                    | 2       | 150 x 200 x 23  |
|                 | 31                     |                      |                      | 3      | 1,17                    | 0,9                    | 2       | 150 x 200 x 31  |
| 150 x 250       | 23                     | 2                    | 6                    | 2      | 1,99                    | 0,9                    | 2       | 150 x 250 x 23  |
|                 | 31                     |                      |                      | 3      | 1,47                    | 1,2                    | 3       | 150 x 250 x 31  |
| 150 x 300       | 23                     | 2                    | 6                    | 2      | 2,38                    | 1,0                    | 3       | 150 x 300 x 23  |
|                 | 31                     |                      |                      | 3      | 1,76                    | 1,4                    | 4       | 150 x 300 x 31  |
| 200 x 250       | 31                     | 2                    | 6                    | 3      | 1,96                    | 1,6                    | 4       | 200 x 250 x 31  |
|                 | 39                     |                      |                      | 4      | 1,55                    | 2,0                    | 5       | 200 x 250 x 39  |
|                 | 47                     |                      |                      | 5      | 1,29                    | 2,4                    | 6       | 200 x 250 x 47  |
| 200 x 300       | 31                     | 2                    | 6                    | 3      | 2,35                    | 1,9                    | 5       | 200 x 300 x 31  |
|                 | 39                     |                      |                      | 4      | 1,86                    | 2,3                    | 6       | 200 x 300 x 39  |
|                 | 47                     |                      |                      | 5      | 1,54                    | 2,8                    | 8       | 200 x 300 x 47  |
| 200 x 350       | 31                     | 2                    | 6                    | 3      | 2,74                    | 2,2                    | 6       | 200 x 350 x 31  |
|                 | 39                     |                      |                      | 4      | 2,17                    | 2,7                    | 7       | 200 x 350 x 39  |
|                 | 47                     |                      |                      | 5      | 1,80                    | 3,3                    | 9       | 200 x 350 x 47  |
| 200 x 400       | 31                     | 2                    | 6                    | 3      | 3,13                    | 2,5                    | 7       | 200 x 400 x 31  |
|                 | 39                     |                      |                      | 4      | 2,48                    | 3,1                    | 8       | 200 x 400 x 39  |
|                 | 47                     |                      |                      | 5      | 2,06                    | 3,8                    | 10      | 200 x 400 x 47  |
| 250 x 300       | 31                     | 2                    | 6                    | 3      | 2,93                    | 2,3                    | 6       | 250 x 300 x 31  |
|                 | 39                     |                      |                      | 4      | 2,33                    | 2,9                    | 8       | 250 x 300 x 39  |
|                 | 47                     |                      |                      | 5      | 1,93                    | 3,5                    | 10      | 250 x 300 x 47  |
|                 | 55                     |                      |                      | 6      | 1,65                    | 4,1                    | 11      | 250 x 300 x 55  |
| 250 x 400       | 31                     | 2                    | 6                    | 3      | 3,91                    | 3,1                    | 8       | 250 x 400 x 31  |
|                 | 39                     |                      |                      | 4      | 3,10                    | 3,9                    | 11      | 250 x 400 x 39  |
|                 | 47                     |                      |                      | 5      | 2,57                    | 4,7                    | 13      | 250 x 400 x 47  |
|                 | 55                     |                      |                      | 6      | 2,20                    | 5,5                    | 15      | 250 x 400 x 55  |



| CARICO MASSIMO VERTICALE |      |      |      |      |      |      |    |    |     |     |     |  |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|----|----|-----|-----|-----|--|
| $v_v (\pm mm)$           |      |      |      |      |      |      |    |    |     |     |     |  |
| 0                        | 5    | 10   | 15   | 20   | 30   | 40   | 50 | 75 | 100 | 125 | 150 |  |
| $F_{z\ ULS}$<br>kN       |      |      |      |      |      |      |    |    |     |     |     |  |
| 60                       | 56   |      |      |      |      |      |    |    |     |     |     |  |
| 44                       | 41   | 38   |      |      |      |      |    |    |     |     |     |  |
| 121                      | 113  | 106  |      |      |      |      |    |    |     |     |     |  |
| 89                       | 83   | 78   |      |      |      |      |    |    |     |     |     |  |
| 187                      | 175  | 160  |      |      |      |      |    |    |     |     |     |  |
| 138                      | 130  | 120  |      |      |      |      |    |    |     |     |     |  |
| 510                      | 465  | 425  | 385  |      |      |      |    |    |     |     |     |  |
| 499                      | 475  | 460  | 430  | 395  |      |      |    |    |     |     |     |  |
| 720                      | 660  | 600  | 540  |      |      |      |    |    |     |     |     |  |
| 701                      | 670  | 645  | 610  | 560  |      |      |    |    |     |     |     |  |
| 940                      | 855  | 780  | 705  |      |      |      |    |    |     |     |     |  |
| 913                      | 875  | 840  | 795  | 730  |      |      |    |    |     |     |     |  |
| 1145                     | 1070 | 995  | 925  | 860  |      |      |    |    |     |     |     |  |
| 1225                     | 1155 | 1090 | 1025 | 960  |      |      |    |    |     |     |     |  |
| 1075                     | 1045 | 1015 | 985  | 955  | 895  |      |    |    |     |     |     |  |
| 1515                     | 1415 | 1320 | 1225 | 1135 |      |      |    |    |     |     |     |  |
| 1620                     | 1530 | 1440 | 1355 | 1270 |      |      |    |    |     |     |     |  |
| 1419                     | 1380 | 1340 | 1300 | 1260 | 1180 |      |    |    |     |     |     |  |
| 1900                     | 1775 | 1650 | 1535 | 1420 |      |      |    |    |     |     |     |  |
| 2030                     | 1915 | 1805 | 1695 | 1590 |      |      |    |    |     |     |     |  |
| 1779                     | 1725 | 1680 | 1630 | 1580 | 1480 |      |    |    |     |     |     |  |
| 2295                     | 2145 | 1995 | 1855 | 1715 |      |      |    |    |     |     |     |  |
| 2415                     | 2315 | 2180 | 2050 | 1925 |      |      |    |    |     |     |     |  |
| 2148                     | 2085 | 2025 | 1965 | 1905 | 1790 |      |    |    |     |     |     |  |
| 1850                     | 1720 | 1600 | 1480 | 1365 |      |      |    |    |     |     |     |  |
| 2095                     | 1985 | 1870 | 1765 | 1660 |      |      |    |    |     |     |     |  |
| 2245                     | 2140 | 2035 | 1935 | 1840 | 1650 |      |    |    |     |     |     |  |
| 2275                     | 2225 | 2150 | 2055 | 1960 | 1780 | 1610 |    |    |     |     |     |  |
| 2845                     | 2650 | 2465 | 2280 | 2100 |      |      |    |    |     |     |     |  |
| 3085                     | 3020 | 2885 | 2715 | 2555 |      |      |    |    |     |     |     |  |
| 3085                     | 3020 | 2950 | 2885 | 2820 | 2540 |      |    |    |     |     |     |  |
| 3085                     | 3020 | 2950 | 2885 | 2820 | 2685 | 2480 |    |    |     |     |     |  |

**LEGENDA**

- a** larghezza (dimensione minore)
- b** lunghezza (dimensione maggiore)
- $h_{tot}$**  altezza totale
- $t_i$**  spessore lamierini interni
- $t_s$**  spessore singolo strato in elastomero
- n** numero strati in elastomero interni
- $K_o$**  rigidità orizzontale
- Vol** volume
- W** peso
- v** spostamento massimo orizzontale in direzione della dimensione **a**
- $F_{z\ ULS}$**  carico massimo verticale



**VERIFICA CON MODELLO CON ECCENTRICITA' ACCIDENTALE 3%**
**STAMPA DEI DATI DI PROGETTO**
**INTESTAZIONE E DATI CARATTERISTICI DELLA STRUTTURA**

|                                  |                    |
|----------------------------------|--------------------|
| Nome dell'archivio di lavoro     | Modello ponte      |
| Intestazione del lavoro          | Blocco 4           |
| Tipo di struttura                | Nello Spazio       |
| Tipo di analisi                  | Statica e Dinamica |
| Tipo di soluzione                | Lineare            |
| Unita' di misura delle forze     | kN                 |
| Unita' di misura delle lunghezze | m                  |
| Normativa                        | NTC-2018           |
| Spettro sismico locale           |                    |

|                           |   |
|---------------------------|---|
| Localita'                 | Sismicità locale - Sala Baganza - Luglio 2019 |
| Spettro di risposta       | Stato limite ultimo SLV                       |
| Comportamento strutturale | NON Dissipativo                               |

**STATO LIMITE ULTIMO**

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| Coefficiente di smorzamento | 5% |
| Eccentricita' accidentale   | 3% |
| Numero di frequenze         | 50 |

|  |       |
|--|-------|
| Fattore q di struttura per sisma orizzontale | qor=1 |
|--|-------|

**PARAMETRI SISMICI**

|   |                    |
|---|--------------------|
| Angolo del sisma nel piano orizzontale      | 0                  |
| Sisma verticale                             | Presente           |
| Fattore di struttura qv per sisma verticale | 1.5                |
| Combinazione dei modi                       | CQC                |
| Combinazione componenti azioni sismiche     | NTC - Eurocodice 8 |
| $\lambda$                                   | 0.3                |
| $\mu$                                       | 0.3                |

**CARICHI PER ELEMENTI TRAVE, TRAVE DI FONDAZIONE E RETICOLARE**
**Carico distribuito con riferimento globale Y**

| Descrizione        | Cod. | Cond. carico | Tipo Azione/categoria | Val. iniz. | Dist. iniz. nodo I | Val. finale | Dist.fin. nodo I | Aliq.inerz. | Aliq.inerz. SLD |
|--------------------|------|--------------|-----------------------|------------|--------------------|-------------|------------------|-------------|-----------------|
| Azione sopravvento | 5    | Condizione 3 | Variabile: Vento      | 1.600000   | 0.000              | 1.600000    | 0.000            | 0.0000      | 0.0000          |
| Azione sottovento  | 6    | Condizione 3 | Variabile: Vento      | 0.960000   | 0.000              | 0.960000    | 0.000            | 0.0000      | 0.0000          |

**Carico distribuito riferimento globale V**

| Descrizione       | Cod. | Cond. carico            | Tipo Azione/categoria    | Val. iniz. | Dist. iniz. nodo I | Val. finale | Dist.fin. nodo I | Aliq.inerz. | Aliq.inerz. SLD |
|-------------------|------|-------------------------|--------------------------|------------|--------------------|-------------|------------------|-------------|-----------------|
| Peso soletta c.a. | 1    | Condizione peso proprio | Permanente: Peso Proprio | 5.000000   | 0.000              | 5.000000    | 0.000            | 1.0000      | 1.0000          |

| Descrizione        | Cod. | Cond. carico | Tipo Azione/categoria          | Val. iniz. | Dist. iniz. nodo I | Val. finale | Dist.fin. nodo I | Aliq.inerz. | Aliq.inerz. SLD |
|--------------------|------|--------------|--------------------------------|------------|--------------------|-------------|------------------|-------------|-----------------|
| Misto stabilizzato | 2    | Condizione 1 | Permanente: Permanente portato | 3.000000   | 0.000              | 3.000000    | 0.000            | 1.0000      | 1.0000          |
| q1k                | 3    | Condizione 2 | Variabile: Autorimesse         | 7.200000   | 0.000              | 7.200000    | 0.000            | 0.0000      | 0.0000          |

### Carico termico tx

| Descrizione       | Cod. | Cond. carico | Tipo Azione/categoria | Temperatura |
|-------------------|------|--------------|-----------------------|-------------|
| Delta termico +30 | 10   | Condizione 5 | Eccezionale           | 30.000000   |
| Delta termico -30 | 11   | Condizione 6 | Eccezionale           | -30.000000  |

## CONDIZIONI DI CARICO AI NODI

| Num.cond.carico | Descrizione                           |      |           |    |           |    |    |    |
|-----------------|---------------------------------------|------|-----------|----|-----------|----|----|----|
| 1               | Tandem appoggio - verticale+frenatura | Nodo | FX        | FY | FZ        | MX | MY | MZ |
|                 |                                       | 2904 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                                       | 2906 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                                       | 2907 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                                       | 2909 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
| 2               | Tandem mezzera - verticale+frenatura  | Nodo | FX        | FY | FZ        | MX | MY | MZ |
|                 |                                       | 2905 |           |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                                       | 2908 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                                       | 2913 |           |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                                       | 2914 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                                       | 2920 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                                       | 2943 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |

## COMBINAZIONI DI CARICO

### NORMATIVA: NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI 2018 ITALIA

### COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

| Num. | Descrizione             | Parametri                     | Tipo azione/categoria          | Condizione              | Moltiplicatore |
|------|-------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------|----------------|
| 1    | Dinamica - SLV          | Azione sismica: Presente      | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                         |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.000          |
|      |                         |                               | Variabile: Autorimesse         | Condizione 2            | 0.600          |
| 2    | Statica - mezzi mezzera | Azione sismica: Sisma assente | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.300          |
|      |                         |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.300          |
|      |                         |                               | Variabile: Autorimesse         | Condizione 2            | 1.500          |
| 3    | Statica +DT             | Azione sismica: Sisma assente | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.300          |
|      |                         |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.300          |
|      |                         |                               | Variabile: Autorimesse         | Condizione 2            | 1.500          |
|      |                         |                               | Eccezionale                    | Condizione 5            | 1.000          |
| 6    | Statica -DT             | Azione sismica: Sisma assente | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.300          |
|      |                         |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.300          |
|      |                         |                               | Variabile: Autorimesse         | Condizione 2            | 1.500          |

| Num. | Descrizione              | Parametri                     | Tipo azione/categoria          | Condizione              | Moltiplicatore |
|------|--------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------|----------------|
|      |                          |                               | Eccezionale                    | Condizione 6            | 1.000          |
| 7    | Statica - Mezzi appoggio | Azione sismica: Sisma assente | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.300          |
|      |                          |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.300          |
|      |                          |                               | Variabile: Autorimesse         | Condizione 2            | 1.500          |
|      |                          |                               |                                |                         |                |
| 8    | Statica scarica + vento  | Azione sismica: Sisma assente | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.300          |
|      |                          |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.300          |
|      |                          |                               | Variabile: Vento               | Condizione 3            | 1.500          |
|      |                          |                               |                                |                         |                |

**COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE D'ESERCIZIO**

| Num. | Descrizione                | Parametri       | Tipo azione/categoria          | Condizione              | Moltiplicatore |
|------|----------------------------|-----------------|--------------------------------|-------------------------|----------------|
| 4    | Frequente - Mezzi appoggio | Tipologia: Rara | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.000          |
|      |                            |                 | Variabile: Autorimesse         | Condizione 2            | 0.700          |
|      |                            |                 |                                |                         |                |
| 5    | Frequente - mezzi mezzeria | Tipologia: Rara | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.000          |
|      |                            |                 | Variabile: Autorimesse         | Condizione 2            | 0.700          |
|      |                            |                 |                                |                         |                |
| 11   | Rara - Mezzi appoggio      | Tipologia: Rara | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.000          |
|      |                            |                 | Variabile: Autorimesse         | Condizione 2            | 1.000          |
|      |                            |                 |                                |                         |                |
| 12   | Rara - mezzi mezzeria      | Tipologia: Rara | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.000          |
|      |                            |                 | Variabile: Autorimesse         | Condizione 2            | 1.000          |
|      |                            |                 |                                |                         |                |
| 14   | QP - Mezzi appoggio        | Tipologia: Rara | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.000          |
|      |                            |                 | Variabile: Autorimesse         | Condizione 2            | 0.600          |
|      |                            |                 |                                |                         |                |
| 15   | QP - mezzi mezzeria        | Tipologia: Rara | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.000          |
|      |                            |                 | Variabile: Autorimesse         | Condizione 2            | 0.600          |
|      |                            |                 |                                |                         |                |

**COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI DANNO**

| Num. | Descrizione | Parametri                | Tipo azione/categoria          | Condizione              | Moltiplicatore |
|------|-------------|--------------------------|--------------------------------|-------------------------|----------------|
| 17   | SLD         | Azione sismica: Presente | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |             |                          | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.000          |
|      |             |                          | Variabile: Autorimesse         | Condizione 2            | 0.600          |
|      |             |                          |                                |                         |                |

**NORMATIVA: NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI 2018 ITALIA**
**CARICHI NODALI**

| Num. comb. car. | Descrizione    |      |           |    |           |    |    |    |
|-----------------|----------------|------|-----------|----|-----------|----|----|----|
| 1               | Dinamica - SLV | Nodo | FX        | FY | FZ        | MX | MY | MZ |
|                 |                | 2943 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                | 2920 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                | 2914 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                | 2913 |           |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                | 2908 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                | 2905 |           |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                |      |           |    |           |    |    |    |

| Num. comb. car. | Descrizione                 |      |           |    |           |    |    |    |
|-----------------|-----------------------------|------|-----------|----|-----------|----|----|----|
| 2               | Statica - mezzi mezzzeria   | Nodo | FX        | FY | FZ        | MX | MY | MZ |
|                 |                             | 2943 | +1.35e+02 |    | -1.80e+02 |    |    |    |
|                 |                             | 2920 | +1.35e+02 |    | -1.80e+02 |    |    |    |
|                 |                             | 2914 | +1.35e+02 |    | -1.80e+02 |    |    |    |
|                 |                             | 2913 |           |    | -1.80e+02 |    |    |    |
|                 |                             | 2908 | +1.35e+02 |    | -1.80e+02 |    |    |    |
|                 |                             | 2905 |           |    | -1.80e+02 |    |    |    |
| 3               | Statica +DT                 | Nodo | FX        | FY | FZ        | MX | MY | MZ |
|                 |                             | 2943 | +1.35e+02 |    | -1.80e+02 |    |    |    |
|                 |                             | 2920 | +1.35e+02 |    | -1.80e+02 |    |    |    |
|                 |                             | 2914 | +1.35e+02 |    | -1.80e+02 |    |    |    |
|                 |                             | 2913 |           |    | -1.80e+02 |    |    |    |
|                 |                             | 2908 | +1.35e+02 |    | -1.80e+02 |    |    |    |
|                 |                             | 2905 |           |    | -1.80e+02 |    |    |    |
| 4               | Frequente - Mezzi appoggio  | Nodo | FX        | FY | FZ        | MX | MY | MZ |
|                 |                             | 2909 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                             | 2907 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                             | 2906 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                             | 2904 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
| 5               | Frequente - mezzi mezzzeria | Nodo | FX        | FY | FZ        | MX | MY | MZ |
|                 |                             | 2943 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                             | 2920 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                             | 2914 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                             | 2913 |           |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                             | 2908 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
| 6               | Statica -DT                 | Nodo | FX        | FY | FZ        | MX | MY | MZ |
|                 |                             | 2943 | +1.35e+02 |    | -1.80e+02 |    |    |    |
|                 |                             | 2920 | +1.35e+02 |    | -1.80e+02 |    |    |    |
|                 |                             | 2914 | +1.35e+02 |    | -1.80e+02 |    |    |    |
|                 |                             | 2913 |           |    | -1.80e+02 |    |    |    |
|                 |                             | 2908 | +1.35e+02 |    | -1.80e+02 |    |    |    |
|                 |                             | 2905 |           |    | -1.80e+02 |    |    |    |
| 7               | Statica - Mezzi appoggio    | Nodo | FX        | FY | FZ        | MX | MY | MZ |
|                 |                             | 2909 | +1.35e+02 |    | -1.80e+02 |    |    |    |
|                 |                             | 2907 | +1.35e+02 |    | -1.80e+02 |    |    |    |
|                 |                             | 2906 | +1.35e+02 |    | -1.80e+02 |    |    |    |
|                 |                             | 2904 | +1.35e+02 |    | -1.80e+02 |    |    |    |

| Num. comb. car. | Descrizione             |      |           |    |           |    |    |    |
|-----------------|-------------------------|------|-----------|----|-----------|----|----|----|
| 8               | Statica scarica + vento |      |           |    |           |    |    |    |
| 11              | Rara - Mezzi appoggio   | Nodo | FX        | FY | FZ        | MX | MY | MZ |
|                 |                         | 2909 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                         | 2907 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                         | 2906 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                         | 2904 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
| 12              | Rara - mezzi mezzeria   | Nodo | FX        | FY | FZ        | MX | MY | MZ |
|                 |                         | 2943 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                         | 2920 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                         | 2914 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                         | 2913 |           |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                         | 2908 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                         | 2905 |           |    | -1.20e+02 |    |    |    |
| 14              | QP - Mezzi appoggio     | Nodo | FX        | FY | FZ        | MX | MY | MZ |
|                 |                         | 2909 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                         | 2907 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                         | 2906 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                         | 2904 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
| 15              | QP - mezzi mezzeria     | Nodo | FX        | FY | FZ        | MX | MY | MZ |
|                 |                         | 2943 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                         | 2920 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                         | 2914 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                         | 2913 |           |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                         | 2908 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                         | 2905 |           |    | -1.20e+02 |    |    |    |
| 17              | SLD                     | Nodo | FX        | FY | FZ        | MX | MY | MZ |
|                 |                         | 2943 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                         | 2920 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                         | 2914 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                         | 2913 |           |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                         | 2908 | +8.99e+01 |    | -1.20e+02 |    |    |    |
|                 |                         | 2905 |           |    | -1.20e+02 |    |    |    |

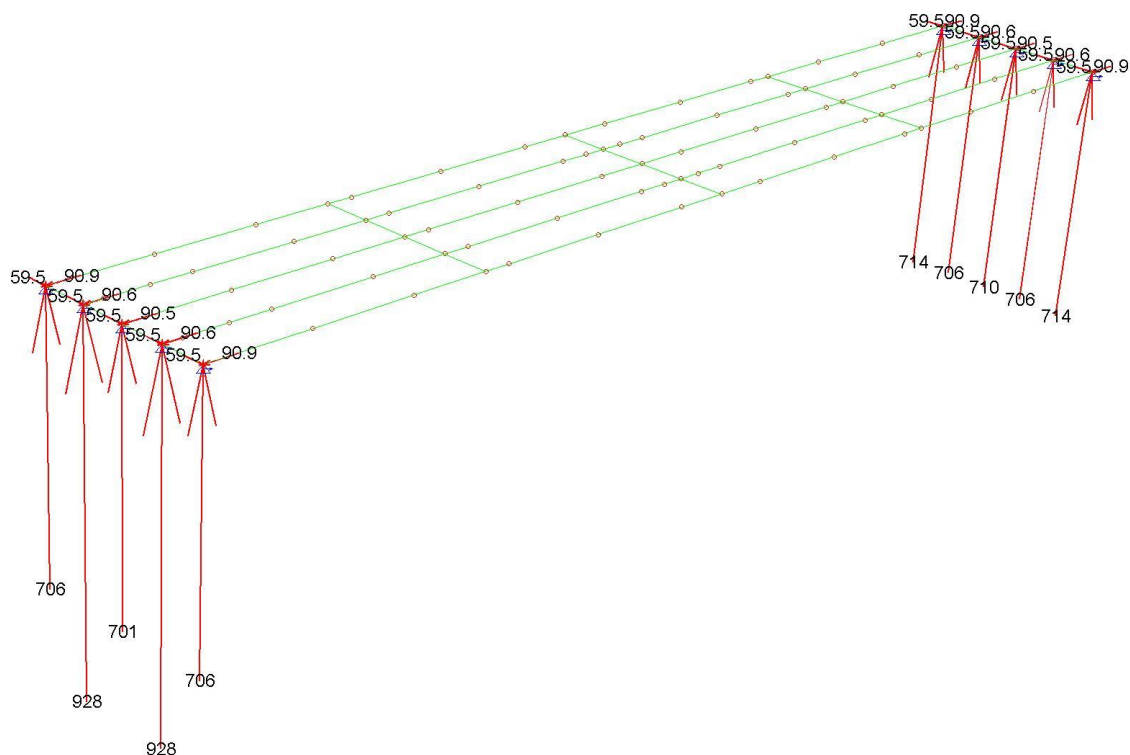


Figura 13-66 – Involuppo reazioni vincolari

Si osserva che le reazioni vincolari risultano sensibilmente maggiori a quelle del modello senza l'eccentricità accidentale dei carichi, dell'ordine del 1% in aggiunta, rimanendo sempre largamente all'interno dei range di carico supportati dagli apparecchi di appoggio.



## 14 ALLEGATO 4

### BLOCCO 5

#### 14.1 VERIFICHE STRUTTURALI PARETI CANALE E PLATEA

Si riportano nel seguito le analisi e le verifiche strutturali della delle pareti del canale e della platea di fondazione in c.a. relative al blocco n°5 del manufatto di sfioro – Manufatto C, soggetto alle spinte del terreno del rilevato arginale.

Si sottolinea che è stata analizzata solo metà struttura, in quanto simmetrica e le due porzioni simmetriche sono state divise da giunto strutturale.

##### 14.1.1 MODELLO DI CALCOLO FEM – SLU – SLV

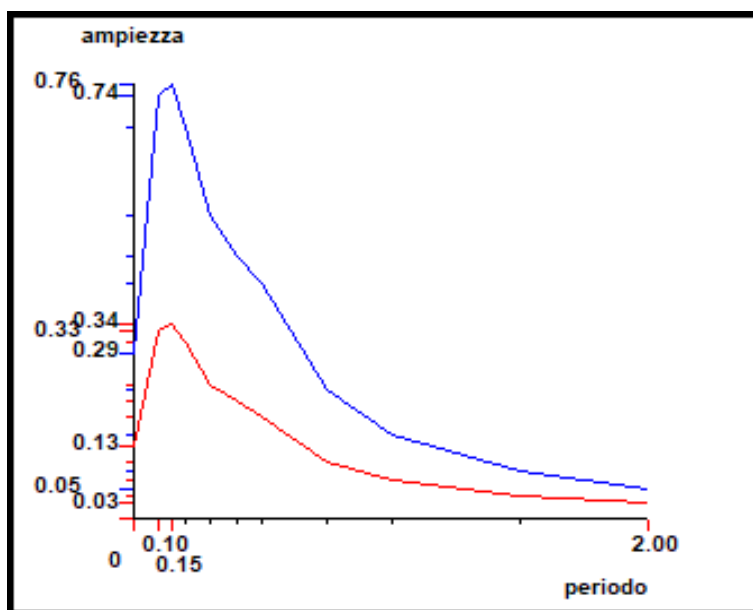
###### 14.1.1.1 TABULATI DI ANALISI

### STAMPA DEI DATI DI PROGETTO

#### INTESTAZIONE E DATI CARATTERISTICI DELLA STRUTTURA

|                                  |                         |
|----------------------------------|-------------------------|
| Nome dell'archivio di lavoro     | <b>Modello blocco 5</b> |
| Intestazione del lavoro          | <b>Blocco 5 SLV</b>     |
| Tipo di struttura                | Nello Spazio            |
| Tipo di analisi                  | Statica e Dinamica      |
| Tipo di soluzione                | Lineare                 |
| Unita' di misura delle forze     | kN                      |
| Unita' di misura delle lunghezze | m                       |
| Normativa                        | NTC-2008                |
| Spettro sismico locale           |                         |

**Grafico spettri Norme Tecniche delle Costruzioni 2008**



Fattore di importanza  $\gamma_i$  1 applicato

*Spettri orizzontali:*

| Num. | Periodo | A.slu X |
|------|---------|---------|
| 1    | 0.000   | 0.2880  |
| 2    | 0.100   | 0.7380  |
| 3    | 0.150   | 0.7580  |
| 4    | 0.200   | 0.6840  |
| 5    | 0.300   | 0.5280  |
| 6    | 0.400   | 0.4580  |
| 7    | 0.500   | 0.4100  |
| 8    | 0.750   | 0.2260  |
| 9    | 1.000   | 0.1480  |
| 10   | 1.500   | 0.0839  |
| 11   | 2.000   | 0.0532  |

*Spettro verticale:*

| Num. | Periodo | A.slu Z |
|------|---------|---------|
| 1    | 0.000   | 0.1267  |
| 2    | 0.100   | 0.3267  |
| 3    | 0.150   | 0.3400  |
| 4    | 0.200   | 0.3067  |
| 5    | 0.300   | 0.2333  |
| 6    | 0.400   | 0.2067  |
| 7    | 0.500   | 0.1800  |
| 8    | 0.750   | 0.1000  |
| 9    | 1.000   | 0.0667  |

|    |       |        |
|----|-------|--------|
| 10 | 1.500 | 0.0400 |
| 11 | 2.000 | 0.0267 |

Comportamento strutturale

NON Dissipativo

**STATO LIMITE ULTIMO**

|  |       |
|--|-------|
| Coefficiente di smorzamento                  | 5%    |
| Eccentricita' accidentale                    | 0%    |
| Numero di frequenze                          | 50    |
| Fattore q di struttura per sisma orizzontale | qor=1 |
| Periodo proprio T1 in direzione X            | 0.500 |
| Periodo proprio T1 in direzione Y            | 0.500 |

**TABELLA MASSE ECCITATE**
**PROSPETTO RIASSUNTIVO MODI PRINCIPALI**

| Periodo principale | T1        | Massa     | Massa % | Modo | Note |
|--------------------|-----------|-----------|---------|------|------|
| Direzione X        | +2.57e-01 | +2.87e+03 | 59      | 1    | --   |
| Direzione Y        | +1.58e-01 | +1.69e+03 | 35      | 2    | --   |
| Direzione Z        | +1.21e-01 | +8.53e+03 | 46      | 3    | --   |

**PROSPETTO RIASSUNTIVO MASSE ECCITATE  
PER QUOTA MAGGIORE DI: 0.00**

| Analisi | Direz.X   | %  | Direz.Y   | %  | Direz. Z  | %  |
|---------|-----------|----|-----------|----|-----------|----|
| --      | +4.09e+03 | 85 | +4.27e+03 | 89 | +1.83e+04 | 99 |

**FREQUENZE PROPRIE DI OSCILLAZIONE**

| Numero | Pulsazione | Frequenza  | Periodo    | Precisione |
|--------|------------|------------|------------|------------|
| 1      | 2.450e+001 | 3.899e+000 | 2.565e-001 | 4.441e-016 |
| 2      | 3.984e+001 | 6.340e+000 | 1.577e-001 | 4.441e-016 |
| 3      | 5.180e+001 | 8.244e+000 | 1.213e-001 | 4.441e-016 |
| 4      | 6.276e+001 | 9.989e+000 | 1.001e-001 | 4.441e-016 |
| 5      | 7.632e+001 | 1.215e+001 | 8.232e-002 | 4.441e-016 |
| 6      | 8.180e+001 | 1.302e+001 | 7.681e-002 | 4.441e-016 |
| 7      | 8.835e+001 | 1.406e+001 | 7.112e-002 | 4.441e-016 |
| 8      | 1.074e+002 | 1.709e+001 | 5.850e-002 | 4.441e-016 |
| 9      | 1.111e+002 | 1.768e+001 | 5.658e-002 | 4.441e-016 |
| 10     | 1.280e+002 | 2.037e+001 | 4.910e-002 | 4.441e-016 |
| 11     | 1.363e+002 | 2.170e+001 | 4.608e-002 | 4.441e-016 |
| 12     | 1.490e+002 | 2.371e+001 | 4.217e-002 | 4.441e-016 |
| 13     | 1.607e+002 | 2.557e+001 | 3.911e-002 | 4.441e-016 |
| 14     | 1.818e+002 | 2.893e+001 | 3.457e-002 | 4.441e-016 |
| 15     | 2.150e+002 | 3.421e+001 | 2.923e-002 | 4.441e-016 |
| 16     | 2.216e+002 | 3.527e+001 | 2.836e-002 | 4.441e-016 |
| 17     | 2.345e+002 | 3.732e+001 | 2.680e-002 | 4.441e-016 |
| 18     | 2.406e+002 | 3.830e+001 | 2.611e-002 | 4.441e-016 |
| 19     | 2.545e+002 | 4.050e+001 | 2.469e-002 | 4.441e-016 |
| 20     | 2.595e+002 | 4.130e+001 | 2.422e-002 | 4.441e-016 |
| 21     | 2.701e+002 | 4.299e+001 | 2.326e-002 | 4.441e-016 |
| 22     | 2.846e+002 | 4.530e+001 | 2.207e-002 | 4.441e-016 |
| 23     | 3.030e+002 | 4.823e+001 | 2.073e-002 | 4.441e-016 |
| 24     | 3.188e+002 | 5.074e+001 | 1.971e-002 | 4.441e-016 |

| Numero | Pulsazione | Frequenza  | Periodo    | Precisione |
|--------|------------|------------|------------|------------|
| 25     | 3.384e+002 | 5.386e+001 | 1.857e-002 | 4.441e-016 |
| 26     | 3.477e+002 | 5.534e+001 | 1.807e-002 | 4.441e-016 |
| 27     | 3.568e+002 | 5.678e+001 | 1.761e-002 | 4.441e-016 |
| 28     | 3.740e+002 | 5.952e+001 | 1.680e-002 | 4.441e-016 |
| 29     | 3.753e+002 | 5.973e+001 | 1.674e-002 | 4.441e-016 |
| 30     | 3.953e+002 | 6.292e+001 | 1.589e-002 | 4.441e-016 |
| 31     | 4.041e+002 | 6.431e+001 | 1.555e-002 | 4.441e-016 |
| 32     | 4.205e+002 | 6.692e+001 | 1.494e-002 | 4.441e-016 |
| 33     | 4.279e+002 | 6.810e+001 | 1.468e-002 | 4.441e-016 |
| 34     | 4.310e+002 | 6.860e+001 | 1.458e-002 | 4.441e-016 |
| 35     | 4.417e+002 | 7.031e+001 | 1.422e-002 | 4.441e-016 |
| 36     | 4.535e+002 | 7.217e+001 | 1.386e-002 | 4.441e-016 |
| 37     | 4.678e+002 | 7.445e+001 | 1.343e-002 | 4.441e-016 |
| 38     | 4.888e+002 | 7.779e+001 | 1.285e-002 | 4.441e-016 |
| 39     | 4.933e+002 | 7.852e+001 | 1.274e-002 | 4.441e-016 |
| 40     | 5.148e+002 | 8.193e+001 | 1.221e-002 | 4.441e-016 |
| 41     | 5.272e+002 | 8.391e+001 | 1.192e-002 | 4.441e-016 |
| 42     | 5.454e+002 | 8.681e+001 | 1.152e-002 | 4.441e-016 |
| 43     | 5.535e+002 | 8.809e+001 | 1.135e-002 | 4.441e-016 |
| 44     | 5.609e+002 | 8.927e+001 | 1.120e-002 | 4.441e-016 |
| 45     | 5.795e+002 | 9.223e+001 | 1.084e-002 | 4.441e-016 |
| 46     | 5.889e+002 | 9.373e+001 | 1.067e-002 | 4.441e-016 |
| 47     | 6.324e+002 | 1.006e+002 | 9.936e-003 | 4.441e-016 |
| 48     | 6.388e+002 | 1.017e+002 | 9.836e-003 | 4.441e-016 |
| 49     | 6.448e+002 | 1.026e+002 | 9.745e-003 | 4.441e-016 |
| 50     | 6.510e+002 | 1.036e+002 | 9.651e-003 | 4.441e-016 |

## COEFFICIENTI DI PARTECIPAZIONE MODALE

| Modo | Direz.X    | Direz.Y    | Direz.Z    |
|------|------------|------------|------------|
| 1    | 5.354e+01  | 1.305e+00  | 1.750e+01  |
| 2    | -3.169e+00 | 4.110e+01  | 5.784e+00  |
| 3    | -8.333e+00 | -1.604e+00 | 9.813e+01  |
| 4    | 1.090e+01  | 5.107e+00  | -1.898e+01 |
| 5    | -7.833e-02 | 1.595e+00  | -8.757e+01 |
| 6    | 1.465e+00  | 3.537e+00  | 3.437e+01  |
| 7    | -5.589e-01 | 3.298e-01  | -3.118e+01 |
| 8    | -4.908e+00 | -7.379e+00 | -4.046e-01 |
| 9    | 4.636e-02  | -7.783e-01 | -1.453e+00 |
| 10   | 1.586e+01  | -3.117e+00 | -3.252e+00 |
| 11   | -3.736e+00 | 1.261e+00  | -3.566e-02 |
| 12   | -1.610e+01 | -2.936e+00 | -3.751e+00 |
| 13   | 1.916e+00  | -2.503e+00 | -2.633e-01 |
| 14   | 7.480e+00  | -1.207e+01 | 1.359e+00  |
| 15   | -5.793e+00 | 4.757e+00  | 9.932e-01  |
| 16   | 2.368e+00  | 5.136e+00  | 2.367e-02  |
| 17   | -5.236e+00 | 3.507e+00  | -4.967e-01 |
| 18   | 8.526e+00  | 2.832e+01  | 6.942e-01  |
| 19   | 6.256e+00  | -2.189e+01 | 5.831e-01  |
| 20   | -3.060e-01 | -2.733e+00 | 8.920e-02  |
| 21   | -6.066e-01 | 6.174e+00  | -1.717e-01 |
| 22   | -1.870e+00 | 1.632e+01  | 2.862e-01  |
| 23   | -4.841e-01 | 3.982e+00  | 4.351e-01  |
| 24   | -2.070e+00 | -1.261e+01 | -1.463e-01 |
| 25   | -4.582e+00 | -8.518e-01 | 3.344e-01  |

| Modo | Direz.X    | Direz.Y    | Direz.Z    |
|------|------------|------------|------------|
| 26   | -5.314e+00 | 2.541e+00  | -3.696e-01 |
| 27   | 6.500e+00  | 3.355e+00  | 4.470e-01  |
| 28   | 3.918e+00  | -3.792e+00 | 5.066e-01  |
| 29   | -2.868e+00 | 3.299e+00  | -3.653e-01 |
| 30   | -4.177e+00 | 7.142e-01  | 2.588e-01  |
| 31   | 3.478e+00  | -5.138e-01 | -2.123e-01 |
| 32   | 5.236e-01  | -8.720e-01 | 1.720e-03  |
| 33   | -1.367e-01 | -4.052e+00 | 1.524e-01  |
| 34   | 2.402e-01  | -1.557e+00 | 1.829e-01  |
| 35   | 9.091e-01  | 1.414e+00  | -1.522e-01 |
| 36   | 4.014e-01  | 9.034e+00  | -2.553e-01 |
| 37   | 1.794e+00  | -3.897e+00 | 6.256e-02  |
| 38   | 1.599e+00  | -1.413e+00 | -3.317e-02 |
| 39   | -2.388e-01 | 5.376e-01  | 1.694e-02  |
| 40   | -3.709e+00 | -1.245e+01 | -9.414e-02 |
| 41   | -3.335e+00 | 3.224e+00  | 1.910e-03  |
| 42   | -6.083e+00 | 1.923e+00  | -1.108e-02 |
| 43   | 3.457e+00  | -4.565e+00 | -3.739e-02 |
| 44   | 8.835e-01  | -4.152e+00 | -3.165e-02 |
| 45   | 1.886e-01  | 7.567e+00  | 5.675e-02  |
| 46   | -1.095e+00 | -2.831e+00 | -1.939e-02 |
| 47   | -1.321e+00 | 1.235e+00  | -4.344e-03 |
| 48   | -2.074e-02 | 3.919e+00  | 2.437e-02  |
| 49   | 9.376e-01  | 4.838e+00  | 2.263e-02  |
| 50   | -5.538e-01 | 4.350e-01  | 5.528e-03  |

### MASSA ECCITATA PER QUOTA Z MAGGIORE DI :0.00

| Modo        | Direz.X   | %  | Direz.Y   | %  | Direz.Z   | %  |
|-------------|-----------|----|-----------|----|-----------|----|
| Modo: 1     | +2.87e+03 | 60 | +1.70e+00 | 0  | +2.90e+02 | 2  |
| Progressiva | +2.87e+03 | 60 | +1.70e+00 | 0  | +2.90e+02 | 2  |
| Modo: 2     | +1.00e+01 | 0  | +1.69e+03 | 35 | +4.49e+00 | 0  |
| Progressiva | +2.88e+03 | 60 | +1.69e+03 | 35 | +2.94e+02 | 2  |
| Modo: 3     | +6.94e+01 | 1  | +2.57e+00 | 0  | +8.53e+03 | 46 |
| Progressiva | +2.95e+03 | 61 | +1.69e+03 | 35 | +8.82e+03 | 48 |
| Modo: 4     | +1.19e+02 | 2  | +2.61e+01 | 1  | +4.61e+02 | 2  |
| Progressiva | +3.07e+03 | 64 | +1.72e+03 | 36 | +9.29e+03 | 50 |
| Modo: 5     | +6.13e-03 | 0  | +2.54e+00 | 0  | +5.14e+03 | 28 |
| Progressiva | +3.07e+03 | 64 | +1.72e+03 | 36 | +1.44e+04 | 78 |
| Modo: 6     | +2.15e+00 | 0  | +1.25e+01 | 0  | +2.14e+03 | 12 |
| Progressiva | +3.07e+03 | 64 | +1.73e+03 | 36 | +1.66e+04 | 90 |
| Modo: 7     | +3.12e-01 | 0  | +1.09e-01 | 0  | +6.46e+02 | 3  |
| Progressiva | +3.07e+03 | 64 | +1.73e+03 | 36 | +1.72e+04 | 93 |
| Modo: 8     | +2.41e+01 | 1  | +5.44e+01 | 1  | +5.69e+01 | 0  |
| Progressiva | +3.09e+03 | 64 | +1.79e+03 | 37 | +1.73e+04 | 94 |
| Modo: 9     | +2.15e-03 | 0  | +6.06e-01 | 0  | +3.40e+02 | 2  |
| Progressiva | +3.09e+03 | 64 | +1.79e+03 | 37 | +1.76e+04 | 95 |
| Modo: 10    | +2.52e+02 | 5  | +9.71e+00 | 0  | +1.75e+01 | 0  |
| Progressiva | +3.34e+03 | 70 | +1.80e+03 | 38 | +1.76e+04 | 95 |
| Modo: 11    | +1.40e+01 | 0  | +1.59e+00 | 0  | +6.30e-01 | 0  |
| Progressiva | +3.36e+03 | 70 | +1.80e+03 | 38 | +1.76e+04 | 95 |
| Modo: 12    | +2.59e+02 | 5  | +8.62e+00 | 0  | +6.95e+00 | 0  |

| Modo        | Direz.X   | %  | Direz.Y   | %  | Direz.Z   | %  |
|-------------|-----------|----|-----------|----|-----------|----|
| Progressiva | +3.62e+03 | 75 | +1.81e+03 | 38 | +1.76e+04 | 95 |
| Modo: 13    | +3.67e+00 | 0  | +6.27e+00 | 0  | +5.49e+01 | 0  |
| Progressiva | +3.62e+03 | 75 | +1.82e+03 | 38 | +1.77e+04 | 96 |
| Modo: 14    | +5.60e+01 | 1  | +1.46e+02 | 3  | +1.00e+01 | 0  |
| Progressiva | +3.68e+03 | 77 | +1.96e+03 | 41 | +1.77e+04 | 96 |
| Modo: 15    | +3.36e+01 | 1  | +2.26e+01 | 0  | +1.00e+01 | 0  |
| Progressiva | +3.71e+03 | 77 | +1.98e+03 | 41 | +1.77e+04 | 96 |
| Modo: 16    | +5.61e+00 | 0  | +2.64e+01 | 1  | +1.98e+02 | 1  |
| Progressiva | +3.72e+03 | 77 | +2.01e+03 | 42 | +1.79e+04 | 97 |
| Modo: 17    | +2.74e+01 | 1  | +1.23e+01 | 0  | +1.21e+01 | 0  |
| Progressiva | +3.74e+03 | 78 | +2.02e+03 | 42 | +1.79e+04 | 97 |
| Modo: 18    | +7.27e+01 | 2  | +8.02e+02 | 17 | +4.08e+01 | 0  |
| Progressiva | +3.82e+03 | 80 | +2.82e+03 | 59 | +1.80e+04 | 97 |
| Modo: 19    | +3.91e+01 | 1  | +4.79e+02 | 10 | +4.86e+00 | 0  |
| Progressiva | +3.85e+03 | 80 | +3.30e+03 | 69 | +1.80e+04 | 97 |
| Modo: 20    | +9.36e-02 | 0  | +7.47e+00 | 0  | +2.00e+00 | 0  |
| Progressiva | +3.85e+03 | 80 | +3.31e+03 | 69 | +1.80e+04 | 97 |
| Modo: 21    | +3.68e-01 | 0  | +3.81e+01 | 1  | +2.47e+01 | 0  |
| Progressiva | +3.85e+03 | 80 | +3.35e+03 | 70 | +1.80e+04 | 97 |
| Modo: 22    | +3.50e+00 | 0  | +2.66e+02 | 6  | +1.10e-02 | 0  |
| Progressiva | +3.86e+03 | 80 | +3.62e+03 | 75 | +1.80e+04 | 97 |
| Modo: 23    | +2.34e-01 | 0  | +1.59e+01 | 0  | +2.96e-01 | 0  |
| Progressiva | +3.86e+03 | 80 | +3.63e+03 | 76 | +1.80e+04 | 97 |
| Modo: 24    | +4.29e+00 | 0  | +1.59e+02 | 3  | +2.10e+01 | 0  |
| Progressiva | +3.86e+03 | 81 | +3.79e+03 | 79 | +1.80e+04 | 98 |
| Modo: 25    | +2.10e+01 | 0  | +7.26e-01 | 0  | +1.30e+00 | 0  |
| Progressiva | +3.88e+03 | 81 | +3.79e+03 | 79 | +1.80e+04 | 98 |
| Modo: 26    | +2.82e+01 | 1  | +6.46e+00 | 0  | +1.61e+01 | 0  |
| Progressiva | +3.91e+03 | 82 | +3.80e+03 | 79 | +1.80e+04 | 98 |
| Modo: 27    | +4.22e+01 | 1  | +1.13e+01 | 0  | +3.92e+00 | 0  |
| Progressiva | +3.95e+03 | 82 | +3.81e+03 | 79 | +1.80e+04 | 98 |
| Modo: 28    | +1.54e+01 | 0  | +1.44e+01 | 0  | +1.80e+01 | 0  |
| Progressiva | +3.97e+03 | 83 | +3.82e+03 | 80 | +1.80e+04 | 98 |
| Modo: 29    | +8.22e+00 | 0  | +1.09e+01 | 0  | +1.12e+02 | 1  |
| Progressiva | +3.98e+03 | 83 | +3.83e+03 | 80 | +1.82e+04 | 98 |
| Modo: 30    | +1.74e+01 | 0  | +5.10e-01 | 0  | +5.01e+01 | 0  |
| Progressiva | +4.00e+03 | 83 | +3.83e+03 | 80 | +1.82e+04 | 99 |
| Modo: 31    | +1.21e+01 | 0  | +2.64e-01 | 0  | +1.80e+01 | 0  |
| Progressiva | +4.01e+03 | 84 | +3.84e+03 | 80 | +1.82e+04 | 99 |
| Modo: 32    | +2.74e-01 | 0  | +7.60e-01 | 0  | +3.39e+00 | 0  |
| Progressiva | +4.01e+03 | 84 | +3.84e+03 | 80 | +1.82e+04 | 99 |
| Modo: 33    | +1.87e-02 | 0  | +1.64e+01 | 0  | +1.10e+01 | 0  |
| Progressiva | +4.01e+03 | 84 | +3.85e+03 | 80 | +1.82e+04 | 99 |
| Modo: 34    | +5.77e-02 | 0  | +2.43e+00 | 0  | +5.44e+00 | 0  |
| Progressiva | +4.01e+03 | 84 | +3.85e+03 | 80 | +1.82e+04 | 99 |
| Modo: 35    | +8.26e-01 | 0  | +2.00e+00 | 0  | +1.05e-01 | 0  |
| Progressiva | +4.01e+03 | 84 | +3.86e+03 | 80 | +1.82e+04 | 99 |
| Modo: 36    | +1.61e-01 | 0  | +8.16e+01 | 2  | +1.50e-01 | 0  |
| Progressiva | +4.01e+03 | 84 | +3.94e+03 | 82 | +1.82e+04 | 99 |
| Modo: 37    | +3.22e+00 | 0  | +1.52e+01 | 0  | +7.97e+00 | 0  |
| Progressiva | +4.01e+03 | 84 | +3.95e+03 | 82 | +1.83e+04 | 99 |
| Modo: 38    | +2.56e+00 | 0  | +2.00e+00 | 0  | +1.14e+01 | 0  |
| Progressiva | +4.01e+03 | 84 | +3.96e+03 | 82 | +1.83e+04 | 99 |
| Modo: 39    | +5.70e-02 | 0  | +2.89e-01 | 0  | +6.34e-01 | 0  |

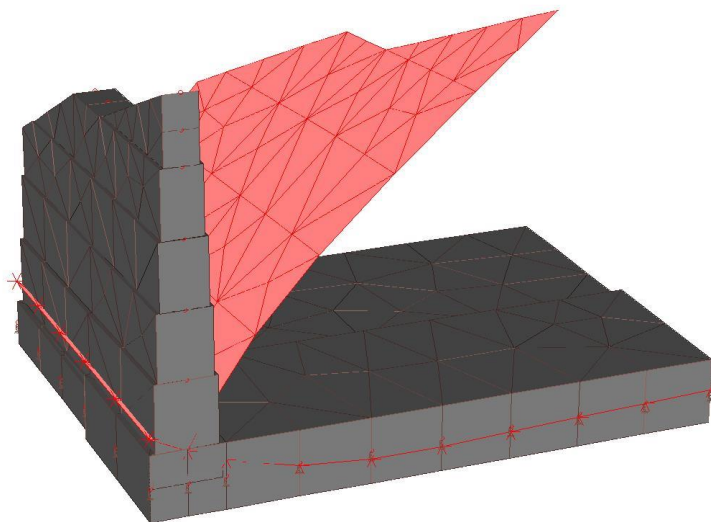


| Modo        | Direz.X   | %  | Direz.Y   | %  | Direz.Z   | %  |
|-------------|-----------|----|-----------|----|-----------|----|
| Progressiva | +4.01e+03 | 84 | +3.96e+03 | 83 | +1.83e+04 | 99 |
| Modo: 40    | +1.38e+01 | 0  | +1.55e+02 | 3  | +2.03e+01 | 0  |
| Progressiva | +4.03e+03 | 84 | +4.11e+03 | 86 | +1.83e+04 | 99 |
| Modo: 41    | +1.11e+01 | 0  | +1.04e+01 | 0  | +8.19e+00 | 0  |
| Progressiva | +4.04e+03 | 84 | +4.12e+03 | 86 | +1.83e+04 | 99 |
| Modo: 42    | +3.70e+01 | 1  | +3.70e+00 | 0  | +4.17e-02 | 0  |
| Progressiva | +4.08e+03 | 85 | +4.13e+03 | 86 | +1.83e+04 | 99 |
| Modo: 43    | +1.20e+01 | 0  | +2.08e+01 | 0  | +4.74e-02 | 0  |
| Progressiva | +4.09e+03 | 85 | +4.15e+03 | 86 | +1.83e+04 | 99 |
| Modo: 44    | +7.81e-01 | 0  | +1.72e+01 | 0  | +3.01e+00 | 0  |
| Progressiva | +4.09e+03 | 85 | +4.16e+03 | 87 | +1.83e+04 | 99 |
| Modo: 45    | +3.56e-02 | 0  | +5.73e+01 | 1  | +1.36e+00 | 0  |
| Progressiva | +4.09e+03 | 85 | +4.22e+03 | 88 | +1.83e+04 | 99 |
| Modo: 46    | +1.20e+00 | 0  | +8.01e+00 | 0  | +1.30e-01 | 0  |
| Progressiva | +4.09e+03 | 85 | +4.23e+03 | 88 | +1.83e+04 | 99 |
| Modo: 47    | +1.74e+00 | 0  | +1.53e+00 | 0  | +1.15e+01 | 0  |
| Progressiva | +4.09e+03 | 85 | +4.23e+03 | 88 | +1.83e+04 | 99 |
| Modo: 48    | +4.30e-04 | 0  | +1.54e+01 | 0  | +4.23e+00 | 0  |
| Progressiva | +4.09e+03 | 85 | +4.25e+03 | 89 | +1.83e+04 | 99 |
| Modo: 49    | +8.79e-01 | 0  | +2.34e+01 | 0  | +2.08e+01 | 0  |
| Progressiva | +4.09e+03 | 85 | +4.27e+03 | 89 | +1.83e+04 | 99 |
| Modo: 50    | +3.07e-01 | 0  | +1.89e-01 | 0  | +3.61e+00 | 0  |
| Progressiva | +4.09e+03 | 85 | +4.27e+03 | 89 | +1.83e+04 | 99 |

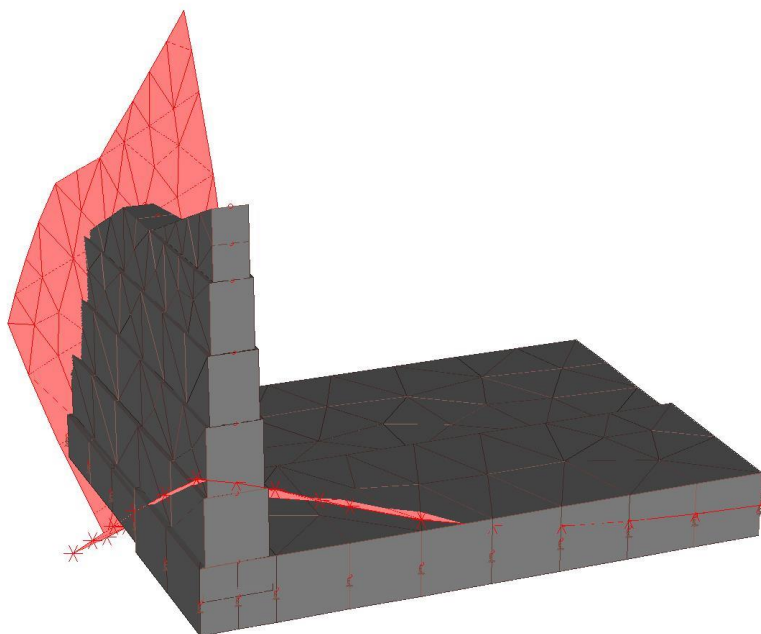
#### MASSA TOTALE ECCITABILE

| Direzione X | Direzione Y | Direzione Z |
|-------------|-------------|-------------|
| +4.79e+03   | +4.79e+03   | +1.85e+04   |

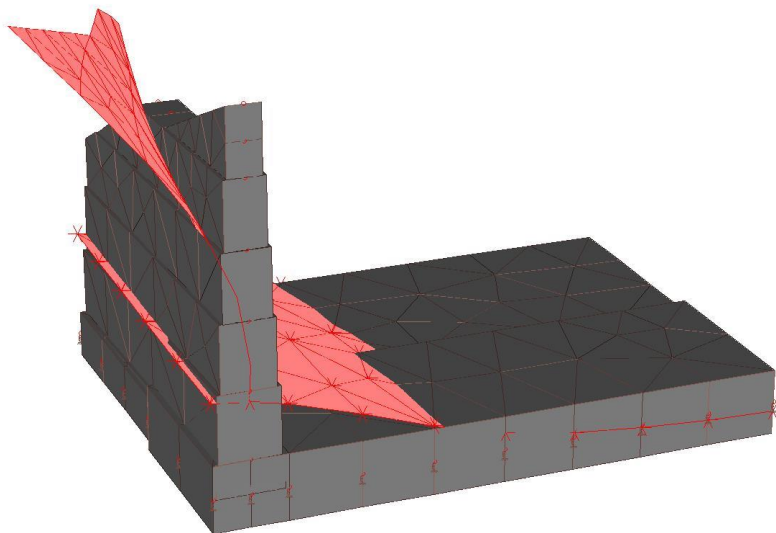
Modo 1  $f=3.899$  Hz  $T=0.257$  s



Modo 2  $f=6.340$  Hz  $T=0.158$  s



Modo 3 f= 8.244 Hz T= 0.121 s



## CARICHI PER ELEMENTI BIDIMENSIONALI

### Carico di superficie nella direzione locale z, agente sulla superficie reale

| Descrizione                         | Codice | Cond. carico | Tipo Azione/categoria          | Valore   | Aliq.inerziale | Aliq.inerz.SLD |
|-------------------------------------|--------|--------------|--------------------------------|----------|----------------|----------------|
| Pressione terreno rilevato arginale | 4      | Condizione 1 | Permanente: Permanente portato | 1.000000 | 1.0000         | 1.0000         |

Massima pressione al piede muro = 177.1 kPa

### Carico di superficie nella direzione globale Z, agente sulla superficie reale

| Descrizione                               | Codice | Cond. carico | Tipo Azione/categoria          | Valore    | Aliq.inerziale | Aliq.inerz.SLD |
|---|--------|--------------|--------------------------------|-----------|----------------|----------------|
| Sottospinta idraulica - quota 130.80 mslm | 8      | Condizione 4 | Permanente: Permanente portato | 77.000000 | 1.0000         | 1.0000         |

### Carico di superficie nella direzione globale V, agente sulla superficie reale

| Descrizione               | Codice | Cond. carico | Tipo Azione/categoria          | Valore    | Aliq.inerziale | Aliq.inerz.SLD |
|---------------------------|--------|--------------|--------------------------------|-----------|----------------|----------------|
| Peso acqua interno TR1000 | 9      | Condizione 3 | Permanente: Permanente portato | 65.500000 | 1.0000         | 1.0000         |

## COMBINAZIONI DI CARICO

### NORMATIVA: NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI 2008 ITALIA

#### COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

| Num. | Descrizione            | Parametri                     | Tipo azione/categoria          | Condizione              | Moltiplicatore |
|------|------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------|----------------|
| 1    | Dinamica - SLV - TR200 | Azione sismica: Presente      | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                        |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.000          |
|      |                        |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.000          |
| 2    | Statica TR200          | Azione sismica: Sisma assente | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.300          |

| Num. | Descrizione           | Parametri                     | Tipo azione/categoria          | Condizione              | Moltiplicatore |
|------|-----------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------|----------------|
| 8    | Dinamica SLV - TR1000 | Azione sismica: Presente      | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.300          |
|      |                       |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.300          |
|      |                       |                               | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                       |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 3            | 1.000          |
|      |                       |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.000          |
| 9    | Statica TR1000        | Azione sismica: Sisma assente | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.300          |
|      |                       |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 3            | 1.300          |
|      |                       |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.300          |
|      |                       |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.300          |

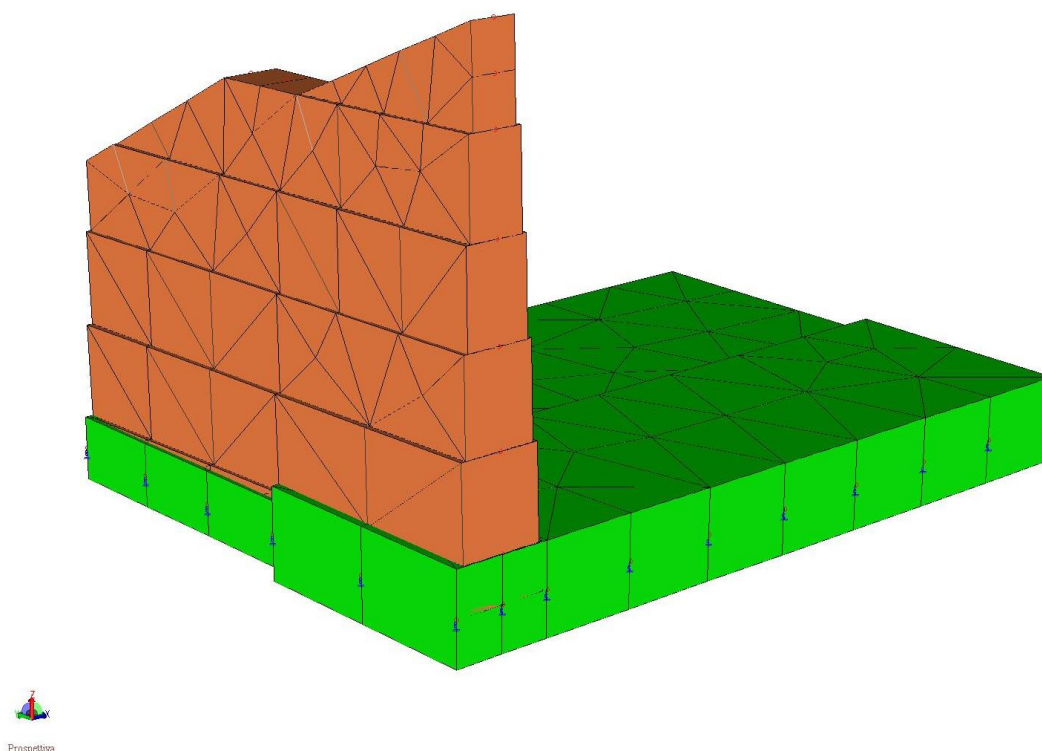


Figura 14-1 – Modello FEM 3d

#### 14.1.1.2 VERIFICHE PLATEA SP. VARIABILE DA 2.50 M A 3.60 M

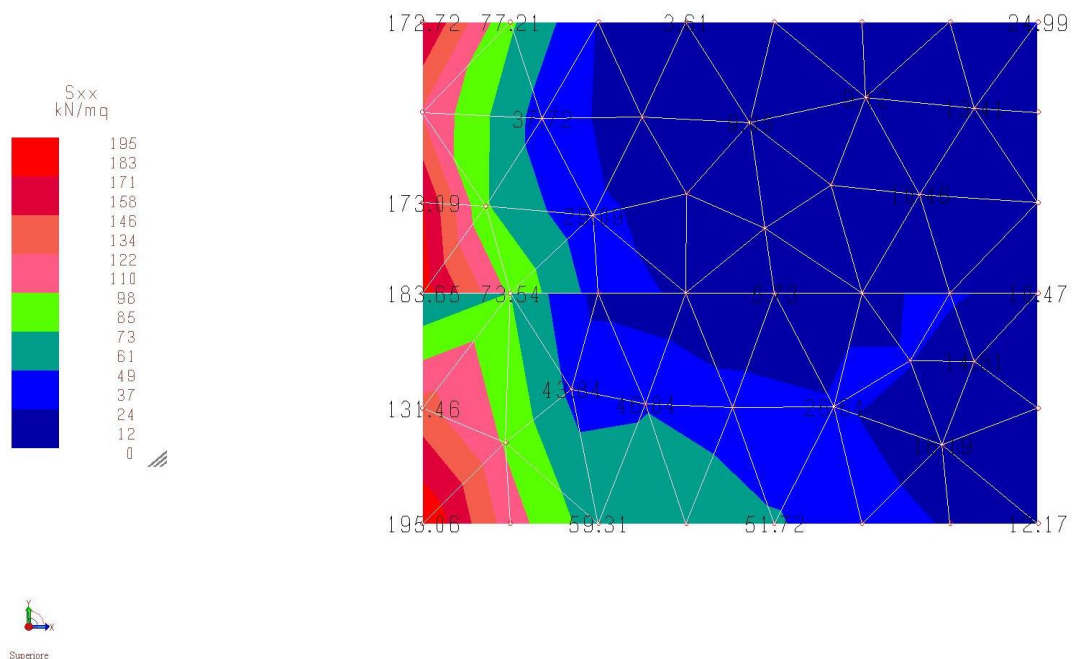


Figura 14-2 – Sforzo normale Sxx platea [kN/m²]

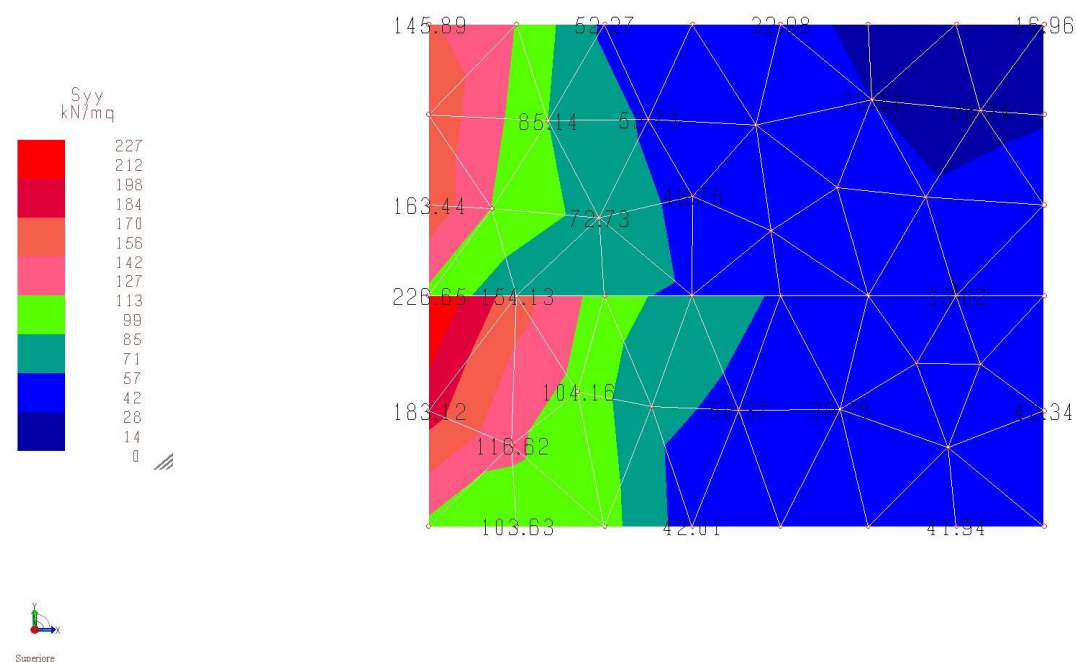


Figura 14-3 – Sforzo normale Syy platea [kN/m²]



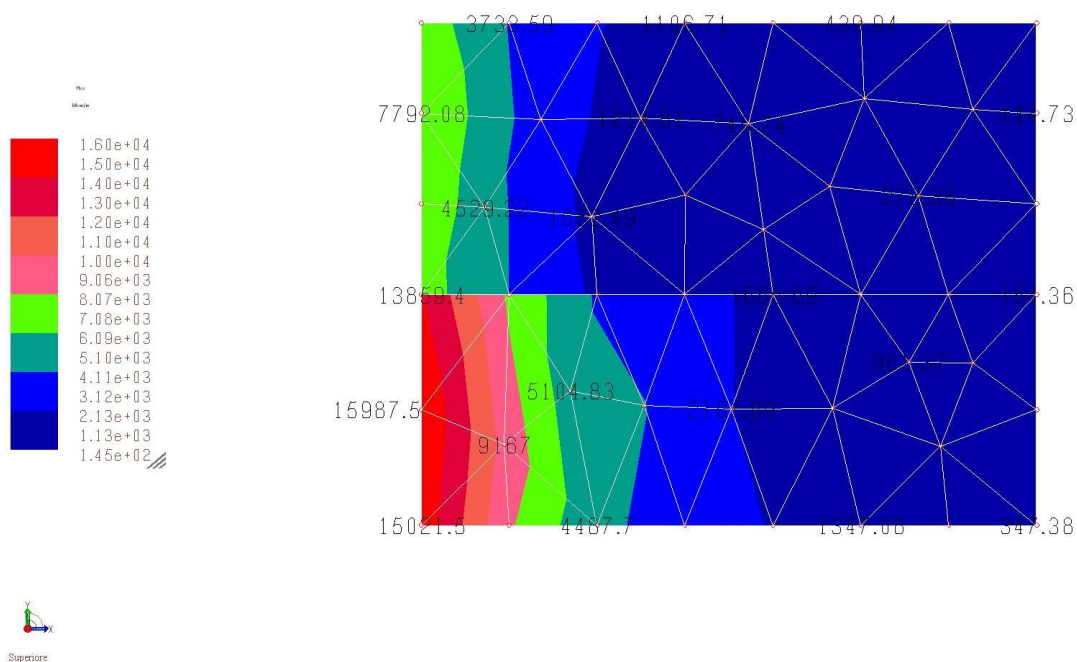


Figura 14-4 – Sollecitazioni di momento Mxx platea [kNm/m]

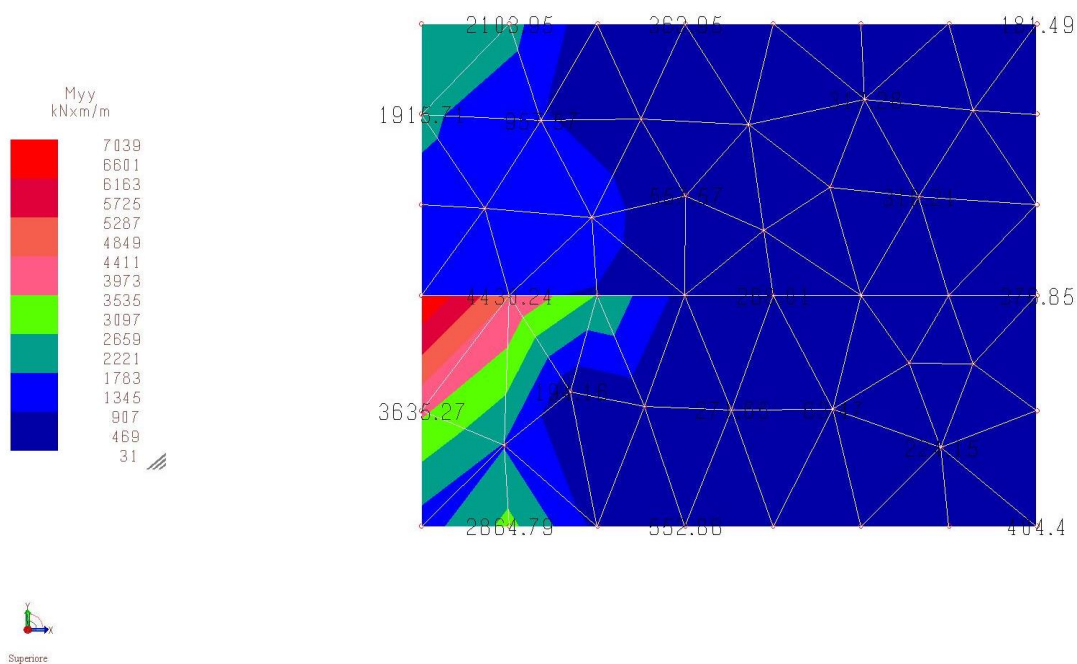
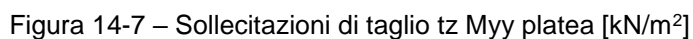
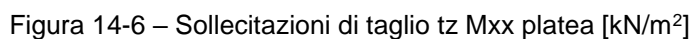


Figura 14-5 – Sollecitazioni di momento Myy platea [kNm/m]





La platea, nella porzione di spessore 3.60 m, risulta armata con quattro livelli di armatura pari a 14 $\Phi$ 26/100, 10+10 $\Phi$ 24/100, 14 $\Phi$ 26/100, pertanto risulta:

**Titolo :** Platea 3.60 m lungo x

**N° strati barre** 4 **Zoom**

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 360    |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 74.33    | 5      |
| 2  | 45.24    | 15     |
| 3  | 45.24    | 345    |
| 4  | 74.33    | 355    |

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. **Metodo n**

N<sub>Ed</sub> 0 kN  
 M<sub>xEd</sub> 0 kNm  
 M<sub>yEd</sub> 0 kNm

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Tipo rottura**  
 Lato acciaio - Acciaio snervato

**Materiali**  
**B450C** **C20/25**  
 ε<sub>su</sub> 67.5 ‰ ε<sub>c2</sub> 2 ‰  
 f<sub>yd</sub> 391.3 N/mm² ε<sub>cu</sub> 3.5 ‰  
 E<sub>s</sub> 200'000 N/mm² f<sub>cd</sub> 11.33  
 E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0.8  
 ε<sub>syd</sub> 1.957 ‰ σ<sub>c,adm</sub> 8.5  
 σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0.5333  
 τ<sub>c1</sub> 1.686

M<sub>xRd</sub> 16'143 kN m  
 σ<sub>c</sub> -11.33 N/mm²  
 σ<sub>s</sub> 391.3 N/mm²  
 ε<sub>c</sub> 3.29 ‰  
 ε<sub>s</sub> 67.5 ‰  
 d 355 cm  
 x 16.5 x/d 0.04647  
 δ 0.7

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Metodo di calcolo**  
☒ S.L.U. + ☐ S.L.U. - ☐ Metodo n

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Devia

N° rett. 100  
 Calcola MRd Dominio M-N  
 L<sub>0</sub> 0 cm Col. modello

☐ Precompresso

$$M_{Rd} = 16143 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 16000 \text{ kNm/m}$$

#### - Verifica a pressoflessione lungo y platea sp. 3.60 m

Per la verifica a momento flettente lungo y della platea, nella porzione di spessore 3.60 m, si considera, ragionevolmente, un valore medio individuato in una zona significativa, preso pari a:

$$M_{Ed} = 4430 \text{ kNm/m}$$

La platea risulta armata con due livelli di armatura pari a 7+7Φ26/100, pertanto risulta:

**Titolo :** Platea 3.60 m lungo y

N° strati barre  **Zoom**

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 360    |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 37.17    | 5      |
| 2  | 37.17    | 355    |

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. ☒ Metodo n ☐

N<sub>Ed</sub>  kN  
 M<sub>xEd</sub>  kNm  
 M<sub>yEd</sub>  kNm

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN  yN

**Tipo rottura**  
 Lato acciaio - Acciaio snervato

**Metodo di calcolo**  
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☒ Metodo n

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

**Materiali**  
☒ B450C ☐ C20/25  
 ε<sub>su</sub>  ‰ ε<sub>c2</sub>  ‰  
 f<sub>yd</sub>  N/mm² ε<sub>cu</sub>  ‰  
 E<sub>s</sub>  N/mm² f<sub>cd</sub>  ‰  
 E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>  f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub>  ?  
 ε<sub>syd</sub>  ‰ σ<sub>c,adm</sub>  ‰  
 σ<sub>s,adm</sub>  N/mm² τ<sub>co</sub>  ‰  
 τ<sub>c1</sub>  ‰

M<sub>xRd</sub>  kN m  
 σ<sub>c</sub>  N/mm²  
 σ<sub>s</sub>  N/mm²  
 ε<sub>c</sub>  ‰  
 ε<sub>s</sub>  ‰  
 d  cm  
 x  x/d   
 δ

N° rett.   
 Calcola MRd  Dominio M-N   
 L<sub>0</sub>  cm Col. modello   
☐ Precompresso

$$M_{Rd} = 5099 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 4430 \text{ kNm/m}$$

### - Verifica a taglio platea sp. 3.60 m

Per la verifica a taglio si considera la direzione x, maggiormente sollecitata, e si assume, ragionevolmente, un valore medio individuato in una zona significativa, preso pari a:

$$V_{Ed} = 1324 \times 3.60 = 4766.4 \text{ kN/m}$$

La platea risulta armata a taglio con ganci  $\Phi 16/33/33$ , pertanto risulta:

|   |   |                    |   |
|---|---|--------------------|---|
| Classe di duttilità scelta:   | CD B: bassa                                 | B: bassa           |   |
| $f_{ck} =$  | 20  | MPa                |   |
| $f_{yd} =$  | 391.3                                       | Mpa                |   |
| $f_{cd} =$  | 11.3  | MPa                |   |
| $f'_{cd} = 0,5f_{cd} =$   | 5.7   | MPa                |   |
| $H =$   | 3600  | mm                 |   |
| $b_w =$   | 1000  | mm                 |   |
| $d =$   | 3550  | mm                 |   |
| $N_{Ed} =$  | 0.E+00                                      | N (compr)          |   |
| $V_{Ed} =$  | 4'766'400                                   | N                  |   |
| $\cotg\theta =$   | $\in [1; 2,5]$ (per $V_{Rds}$ e $V_{Rcd}$ ) | 2.50               | (accettabile)                                 |
| $(\cotg\theta)^2 =$   |   | 6.25               |   |
| staffe $\phi =$   | 16  | mm                 |   |
| numero bracci resistenti sezione  | 3   |                    |   |
| passo "s" =   | 33  | cm                 |   |
| $A_s/s =$   | 18.28                                       | cm <sup>2</sup> /m |   |
| $\alpha =$  | 90 °  | =                  | 1.5708 rad                                    |
| $A_C = b_w H =$   | 3'600'000                                   | mmq                |   |
| $\sigma_{cp} = N_{Sd}/A_c =$  | 0.000                                       | Mpa                |   |
| $\alpha_C =$  | 1.00  |                    |   |
| $V_{Rsd} =$ (eq. 6.13 - E.C.2)  | 6.E+06                                      | N =                | 5712.92 kN                                    |
| $V_{Rd,max} =$ (eq. 6.14 - E.C.2)                                       | 6.E+06                                      | N =                | 6243.10 kN                                    |
| $V_{Ed\ lim} = 0,5 b_w d 0,6(1 - f_{ck}/250)f_{cd} =$ (eq. 6.5 - E.C.2) | 1.E+07                                      | N =                | 11104.40 kN                                   |
| $V_{Ed} =$  | 4766.40                                     | kN                 | < $V_{Rds} = 5712.92$ kN (soddisfacente)      |
| $V_{Ed} =$  | 4766.40                                     | kN                 | < $V_{Rd,max} = 6243.10$ kN (soddisfacente)   |
| $V_{Ed} =$  | 4766.40                                     | kN                 | < $V_{Ed\ lim} = 11104.40$ kN (soddisfacente) |

### - Verifica a pressoflessione lungo x platea sp. 2.50 m

Per la verifica a momento flettente lungo x della platea, nella porzione di spessore 2.50 m, si considera, ragionevolmente, un valore medio individuato in una zona significativa, preso pari a:

$$M_{Ed} = 7792 \text{ kNm/m}$$

La platea, nella porzione di spessore 2.50 m, risulta armata con quattro livelli di armatura pari a  $10\Phi 26/100$ ,  $7+7\Phi 24/100$ ,  $10\Phi 26/100$ , pertanto risulta:

**Titolo:** Platea 2.50 m lungo x

**N° strati barre:** 4 **Zoom**

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 250    |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 53.09    | 5      |
| 2  | 31.67    | 15     |
| 3  | 31.67    | 235    |
| 4  | 53.09    | 245    |

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. **Metodo n**

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Tipo rottura**  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Metodo di calcolo**  
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☐ Metodo n

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

**Materiali**  
**B450C** **C20/25**  
 $\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200'000 N/mm²  $f_{cd}$  11.33 N/mm²  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  8.5 N/mm²  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{co}$  0.5333  
 $\tau_{c1}$  1.686

**M<sub>xRd</sub>** 7'831 kN m

$\sigma_c$  -11.33 N/mm²  
 $\sigma_s$  391.3 N/mm²  
 $\epsilon_c$  3.5 ‰  
 $\epsilon_s$  55.98 ‰  
 d 245 cm  
 x 14.42 x/d 0.05884  
 $\delta$  0.7

**N° rett.** 100

**Calcola MRd** **Dominio M-N**  
 L<sub>o</sub> 0 cm **Col. modello**

☐ Precompresso

$$M_{Rd} = 7831 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 7792 \text{ kNm/m}$$

### - Verifica a pressoflessione lungo y platea sp. 2.50 m

Per la verifica a momento flettente lungo y della platea nella porzione di spessore 2.50 m, si considera, ragionevolmente, un valore medio individuato in una zona significativa, preso pari a:

$$M_{Ed} = 2103.95 \text{ kNm/m}$$

La platea risulta armata con due livelli di armatura pari a 5+5Φ26/100, pertanto risulta:

**Titolo :** Platea 2.50 m lungo y

N° strati barre  Zoom

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 250    |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 26.55    | 5      |
| 2  | 26.55    | 245    |

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. ☒ Metodo n ☐

N<sub>Ed</sub>  kN  
 M<sub>xEd</sub>  kNm  
 M<sub>yEd</sub>

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN  yN

**Tipo rottura**  
 Lato acciaio - Acciaio snervato

**Materiali**  
**B450C** **C20/25**  
 ε<sub>su</sub>  ‰ ε<sub>c2</sub>  ‰  
 f<sub>yd</sub>  N/mm² ε<sub>cu</sub>  ‰  
 E<sub>s</sub>  N/mm² f<sub>cd</sub>  ‰  
 E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>  f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub>  ?  
 ε<sub>syd</sub>  ‰ σ<sub>c,adm</sub>  ‰  
 σ<sub>s,adm</sub>  N/mm² τ<sub>co</sub>  ‰  
 τ<sub>c1</sub>

M<sub>xRd</sub>  kN m  
 σ<sub>c</sub>  N/mm²  
 σ<sub>s</sub>  N/mm²  
 ε<sub>c</sub>  ‰  
 ε<sub>s</sub>  ‰  
 d  cm  
 x  x/d   
 δ

**Metodo di calcolo**  
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☐ Metodo n

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett.   
 Calcola MRd  Dominio M-N   
 L<sub>0</sub>  cm Col. modello

☐ Precompresso

$$M_{Rd} = 2505 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 2103.95 \text{ kNm/m}$$



### - Verifica a taglio platea sp. 2.50 m

Per la verifica a taglio si considera la direzione x, maggiormente sollecitata, e si assume, ragionevolmente, un valore medio individuato in una zona significativa, preso pari a:

$$V_{Ed} = 1121 \times 2.50 = 2802.5 \text{ kN/m}$$

La platea risulta armata a taglio con ganci  $\Phi 16/33/33$ , pertanto risulta:

|   |   |                    |  |
|---|---|--------------------|--|
| Classe di duttilità scelta:   | CD B: bassa                                 | B: bassa           |  |
| $f_{ck} =$  | 20  | MPa                |  |
| $f_{yd} =$  | 391.3                                       | Mpa                |  |
| $f_{cd} =$  | 11.3  | MPa                |  |
| $f'_{cd} = 0,5f_{cd} =$   | 5.7   | MPa                |  |
| $H =$   | 2500  | mm                 |  |
| $b_w =$   | 1000  | mm                 |  |
| $d =$   | 2450  | mm                 |  |
| $N_{Ed} =$  | 0.E+00                                      | N (compr)          |  |
| $V_{Ed} =$  | 2'802'500                                   | N                  |  |
| $\cotg\theta =$   | $\in [1; 2,5]$ (per $V_{Rds}$ e $V_{Rcd}$ ) | 2.50               | (accettabile)                                |
| $(\cotg\theta)^2 =$   | 6.25  |                    |  |
| staffe $\phi =$   | 16  | mm                 |  |
| numero bracci resistenti sezione  | 3   |                    |  |
| passo "s" =   | 33  | cm                 |  |
| $A_s/s =$   | 18.28                                       | cm <sup>2</sup> /m |  |
| $\alpha =$  | 90 °  | =                  | 1.5708 rad                                   |
| $A_C = b_w H =$   | 2'500'000                                   | mmq                |  |
| $\sigma_{cp} = N_{sd}/A_c =$  | 0.000                                       | Mpa                |  |
| $\alpha_C =$  | 1.00  |                    |  |
| $V_{Rsd} =$ (eq. 6.13 - E.C.2)  | 4.E+06                                      | N =                | 3942.72 kN                                   |
| $V_{Rd,max} =$ (eq. 6.14 - E.C.2)                                       | 4.E+06                                      | N =                | 4308.62 kN                                   |
| $V_{Ed\ lim} = 0,5 b_w d 0,6(1 - f_{ck}/250)f_{cd} =$ (eq. 6.5 - E.C.2) | 8.E+06                                      | N =                | 7663.60 kN                                   |
| $V_{Ed} =$  | 2802.50                                     | kN                 | < $V_{Rds} = 3942.72$ kN (soddisfacente)     |
| $V_{Ed} =$  | 2802.50                                     | kN                 | < $V_{Rd,max} = 4308.62$ kN (soddisfacente)  |
| $V_{Ed} =$  | 2802.50                                     | kN                 | < $V_{Ed\ lim} = 7663.60$ kN (soddisfacente) |

**14.1.1.3 VERIFICHE MURI CORRENTI SP. VARIABILE, LUNGO L'ALTEZZA E LUNGO LO SVILUPPO, DA 1.00 M A 3.65 M**

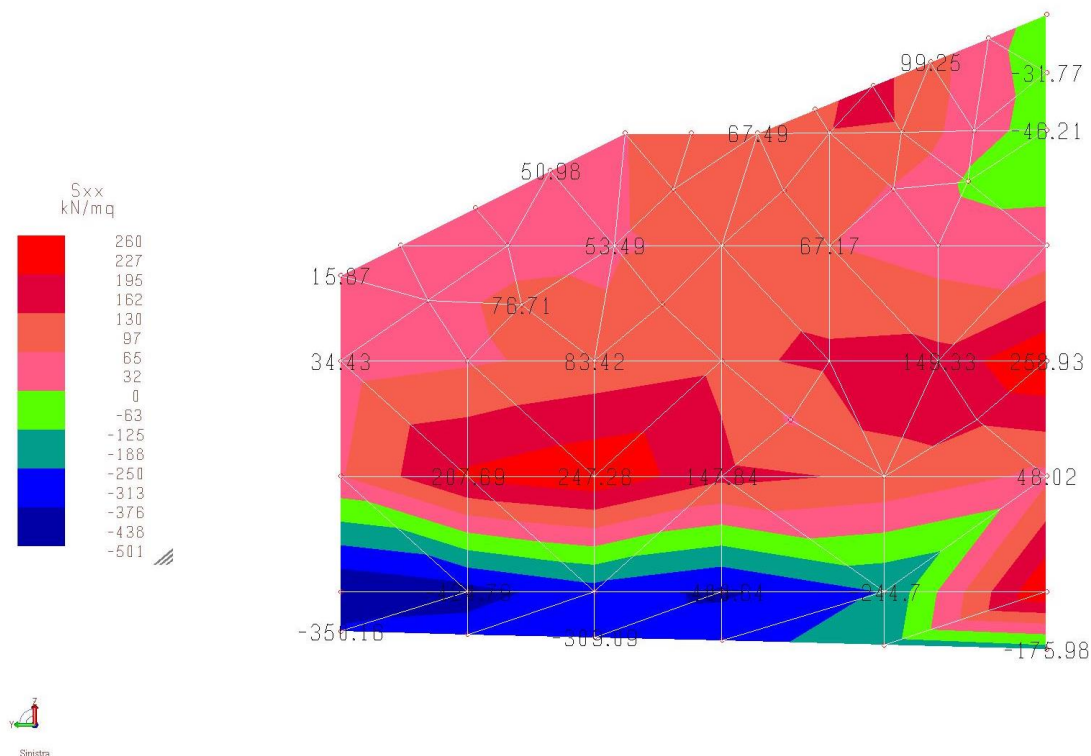


Figura 14-8 – Sforzo normale Sxx muri correnti [kN/m²]

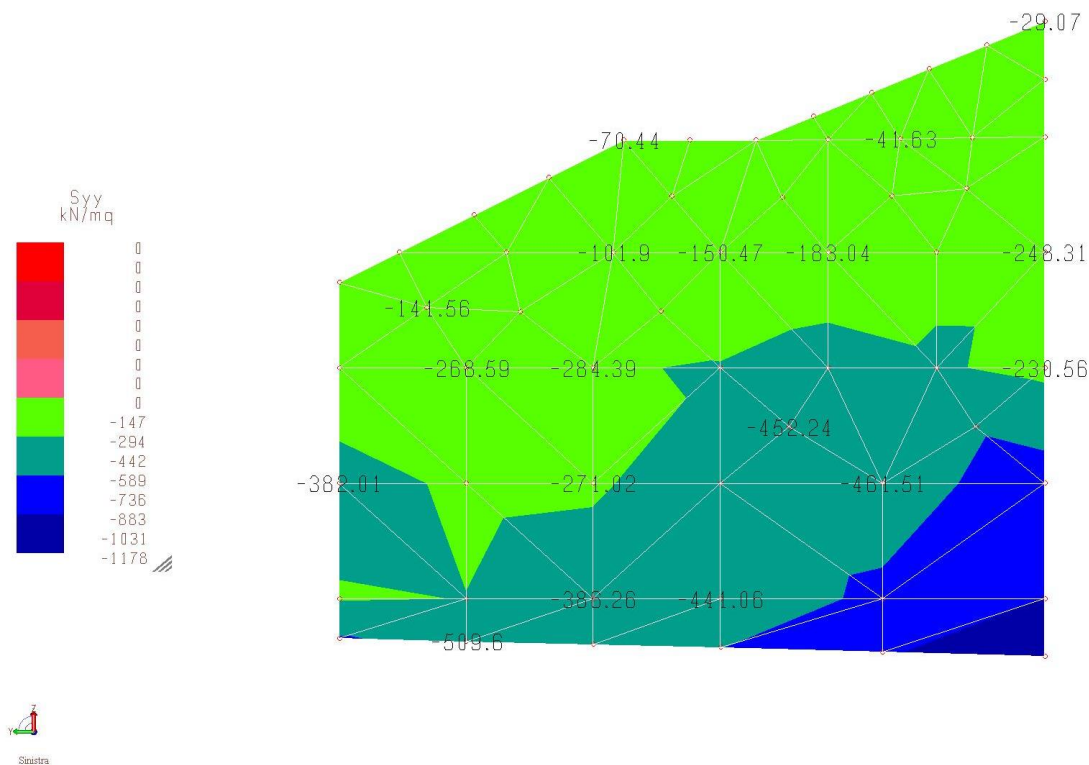


Figura 14-9 – Sforzo normale Syy muri correnti [kN/m²]

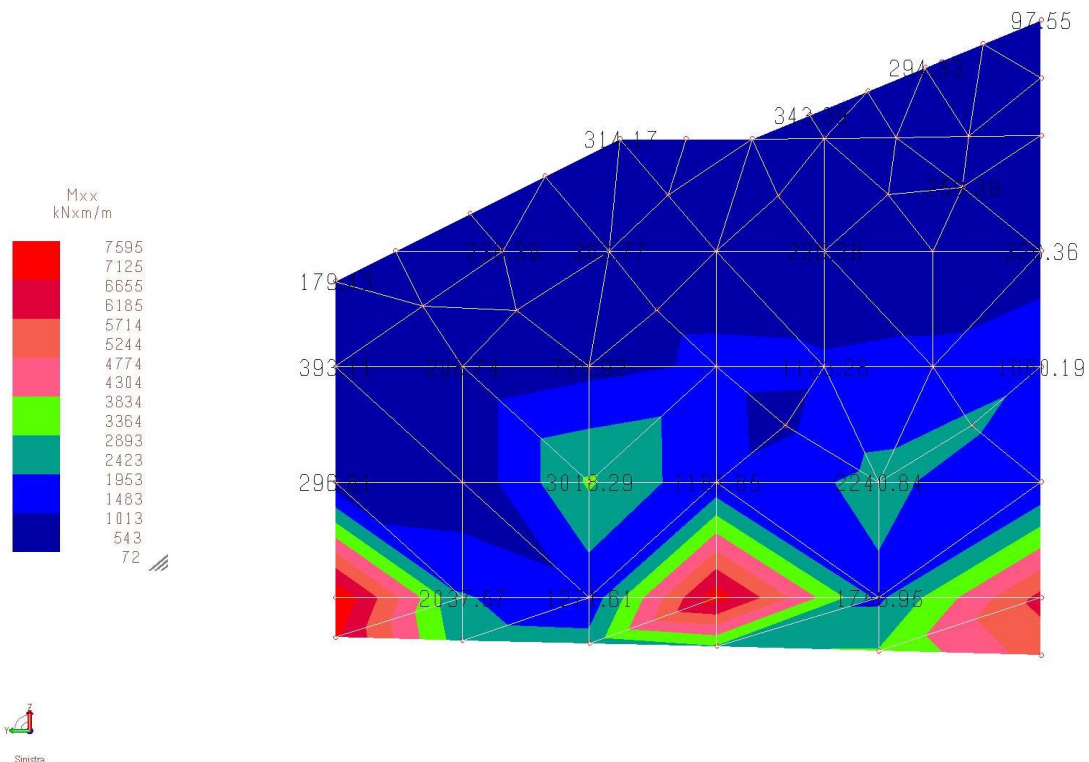


Figura 14-10 – Sollecitazioni di momento Mxx muri correnti [kNm/m]

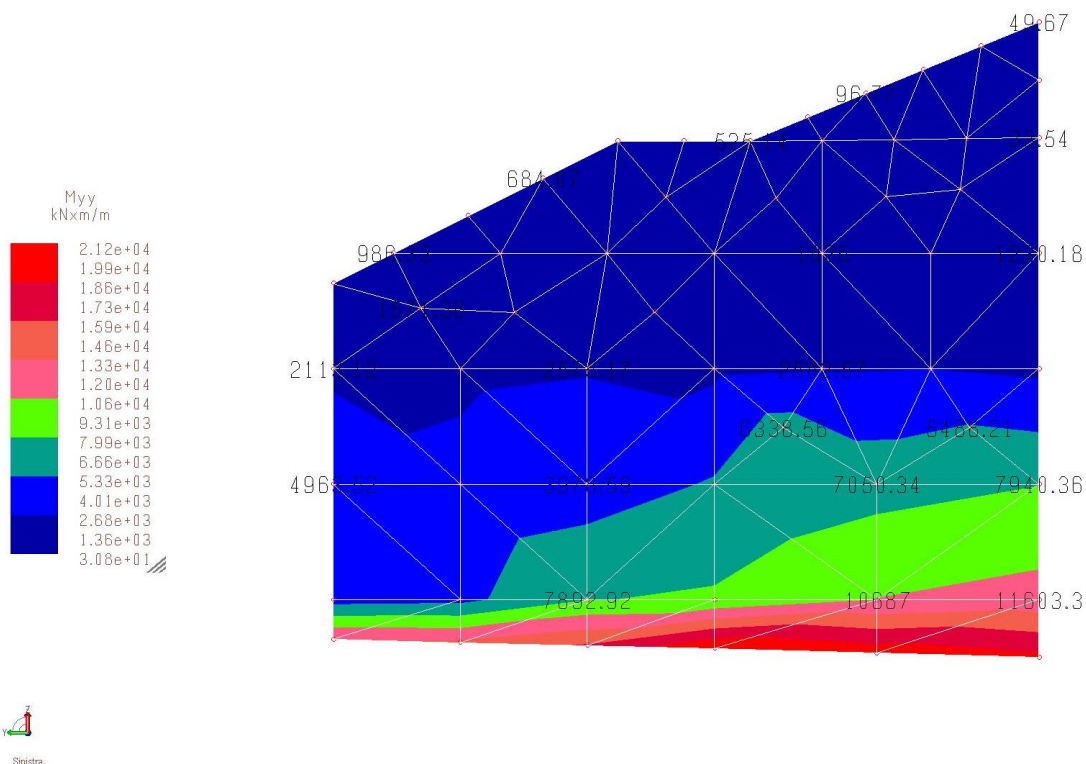


Figura 14-11 – Sollecitazioni di momento Myy muri correnti [kNm/m]

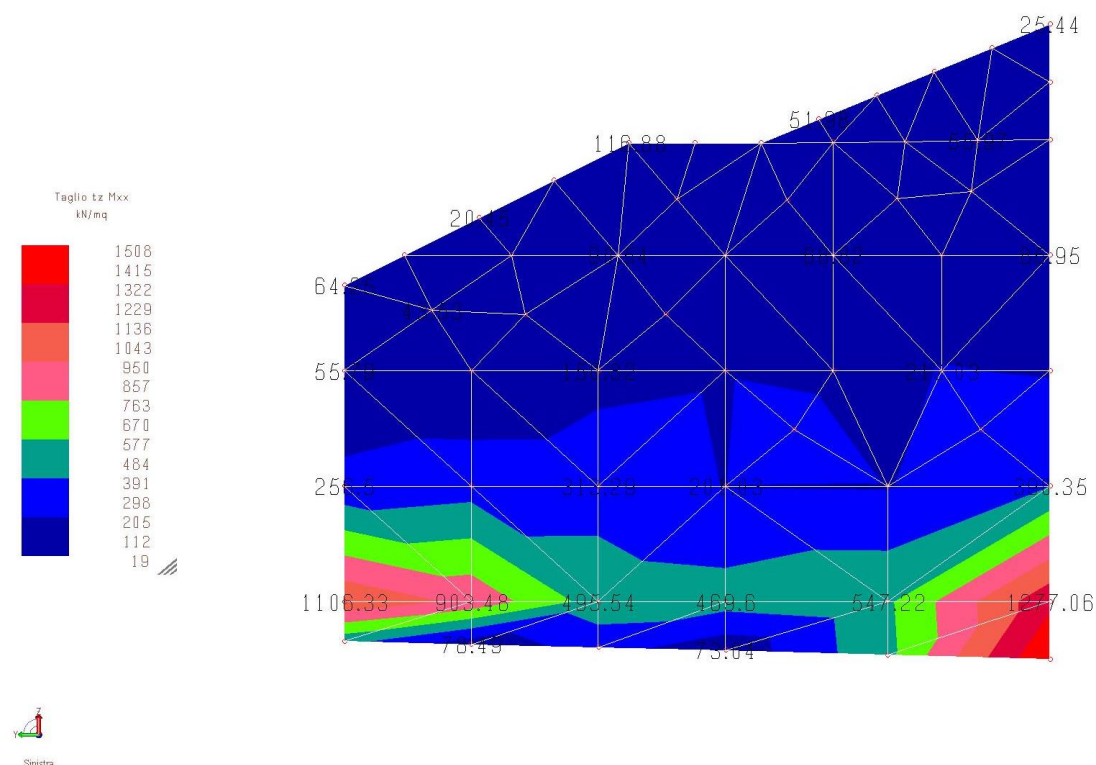


Figura 14-12 – Sollecitazioni di taglio tz Mxx muri correnti [kN/m²]

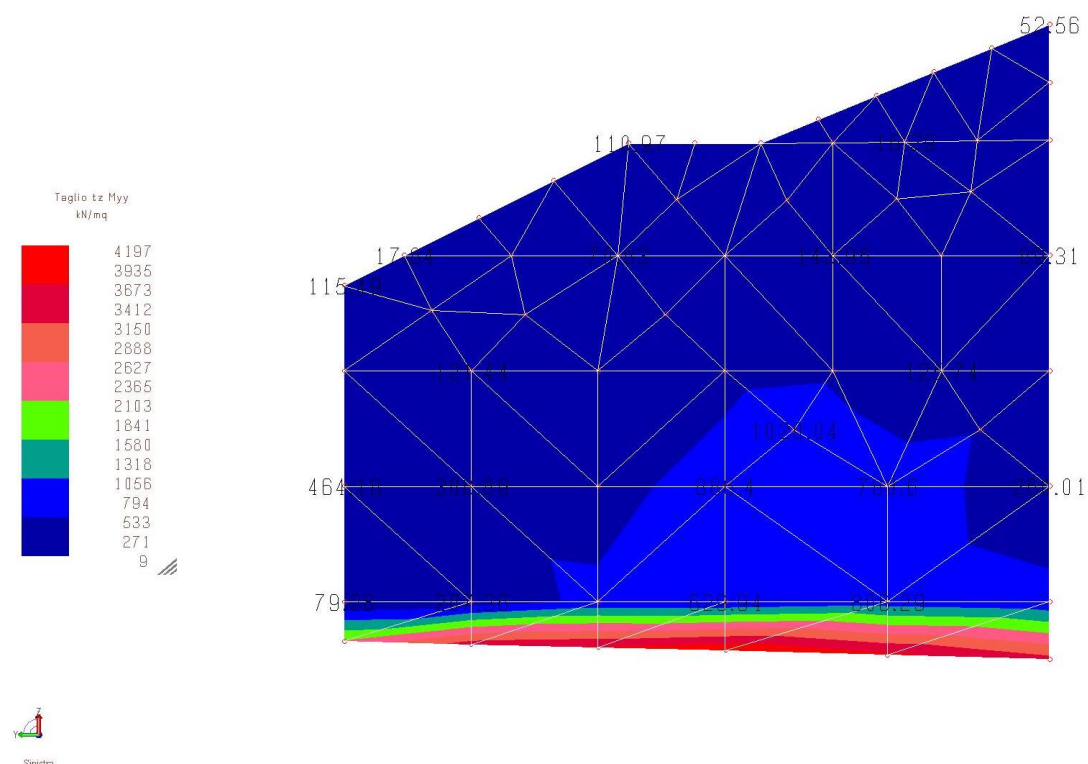


Figura 14-13 – Sollecitazioni di taglio tz Myy muri dcorrenti [kN/m²]

### - Verifica a pressoflessione lungo x muri correnti

Per la verifica a momento flettente lungo x dei muri correnti, si considera, ragionevolmente, un valore medio individuato in una zona significativa, preso pari a:

$$M_{Ed} = 3018 \text{ kNm/m}$$

I muri correnti risultano armati con due livelli di armatura pari a 5+5Φ26/100, pertanto risulta:

**Titolo:** Muri correnti lungo x

**N° strati barre:** 2 **Zoom**

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 364    |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 26.55    | 5      |
| 2  | 26.55    | 359    |

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. **Metodo n**

**N<sub>Ed</sub>** 0 **kN**  
**M<sub>xEd</sub>** 0 **kNm**  
**M<sub>yEd</sub>** 0 **kNm**

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Tipo rottura**  
 Lato acciaio - Acciaio snervato

**Materiali**  
**B450C** **C32/40**  
 $\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200'000 N/mm²  $f_{cd}$  18.13 N/mm²  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8 ?  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  12.25 N/mm²  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{co}$  0.7333  
 $\tau_{c1}$  2.114

**M<sub>xRd</sub>** 3'693 kNm  
 $\sigma_c$  -16.8 N/mm²  
 $\sigma_s$  391.3 N/mm²  
 $\epsilon_c$  1.459 ‰  
 $\epsilon_s$  67.5 ‰  
 d 359 cm  
 x 7.597 x/d 0.02116  
 $\delta$  0.7

**Metodo di calcolo**  
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☒ Metodo n

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

**N° rett.** 100  
**Calcola MRd** **Dominio M-N**  
**L<sub>0</sub>** 0 cm **Col. modello**

☐ Precompresso

$$M_{Rd} = 3693 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 3018 \text{ kNm/m}$$



### - Verifica a pressoflessione lungo y muri correnti

Per la verifica a momento flettente lungo y dei muri correnti, si considera, ragionevolmente, un valore medio individuato in una zona significativa, preso pari a:

$$M_{Ed} = 11603 \text{ kNm/m}$$

Inoltre si considera, un contributo medio di compressione, pari a:

$$N_{Ed} = 441.06 \times 3.64 = 1605.46 \text{ kN/m}$$

I muri correnti risultano armati con quattro livelli di armatura pari a  $10\Phi 26$ ,  $5+5\Phi 26/100$ ,  $10\Phi 26$ ; pertanto risulta:

**Titolo:** Muri correnti lungo y

**N° strati barre:** 4 **Zoom**

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 364    |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 53.09    | 5      |
| 2  | 26.55    | 15     |
| 3  | 26.55    | 349    |
| 4  | 53.09    | 359    |

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. **Metodo n**  
 N<sub>Ed</sub> 1605.46 kN  
 M<sub>xEd</sub> 0 kNm  
 M<sub>yEd</sub> 0 kNm

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Tipo rottura**  
 Lato acciaio - Acciaio snervato

**Materiali**  
**B450C** **C32/40**  
 ε<sub>su</sub> 67.5 ‰ ε<sub>c2</sub> 2 ‰  
 f<sub>yd</sub> 391.3 N/mm² ε<sub>cu</sub> 3.5 ‰  
 E<sub>s</sub> 200'000 N/mm² f<sub>cd</sub> 18.13 N/mm²  
 E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0.8 ?  
 ε<sub>syd</sub> 1.957 ‰ σ<sub>c,adm</sub> 12.25 N/mm²  
 σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0.7333  
 τ<sub>c1</sub> 2.114

**M<sub>xRd</sub>** 13'700 kN m  
 σ<sub>c</sub> -18.13 N/mm²  
 σ<sub>s</sub> 391.3 N/mm²  
 ε<sub>c</sub> 3.319 ‰  
 ε<sub>s</sub> 67.5 ‰  
 d 359 cm  
 x 16.82 x/d 0.04686  
 δ 0.7

**Metodo di calcolo**  
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☒ Metodo n

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

**N° rett.** 100  
**Calcola MRd** **Dominio M-N**  
 L<sub>0</sub> 0 cm **Col. modello**  
☐ Precompresso

$$M_{Rd} = 13700 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 11603 \text{ kNm/m}$$

### - Verifica a taglio muri correnti

Per la verifica a taglio si considera la direzione x, maggiormente sollecitata, e si assume, ragionevolmente, un valore medio individuato in una zona significativa, preso pari a:

$$V_{Ed} = 1277 \times 3.64 = 4648.28 \text{ kN/m}$$



I muri correnti risultano armati a taglio con ganci  $\Phi 16/33/33$ , pertanto risulta:

|  |   |                    |   |
|--|---|--------------------|---|
| Classe di duttilità scelta:  | CD B: bassa                                 | B: bassa           | ▼   |
| $f_{ck} =$   | 32  | MPa                |   |
| $f_{yd} =$   | 391.3                                       | Mpa                |   |
| $f_{cd} =$   | 18.1  | MPa                |   |
| $f'_{cd} = 0,5f_{cd} =$  | 9.1   | MPa                |   |
| $H =$  | 3640  | mm                 |   |
| $b_w =$  | 1000  | mm                 |   |
| $d =$  | 3590  | mm                 |   |
| $N_{Ed} =$   | 0.E+00                                      | N (compr)          |   |
| $V_{Ed} =$   | 4'648'280                                   | N                  |   |
| $\cotg\theta =$  | $\in [1; 2,5]$ (per $V_{Rds}$ e $V_{Rcd}$ ) | 2.50               | (accettabile)                                 |
| $(\cotg\theta)^2 =$  | 6.25  |                    |   |
| staffe $\phi =$  | 16  | mm                 |   |
| numero bracci resistenti sezione   | 3   |                    |   |
| passo "s" =  | 33  | cm                 |   |
| $A_s/s =$  | 18.28                                       | cm <sup>2</sup> /m |   |
| $\alpha =$   | 90 °  | =                  | 1.5708 rad                                    |
| $A_C = b_w H =$  | 3'640'000                                   | mmq                |   |
| $\sigma_{cp} = N_{Sd}/A_c =$   | 0.000                                       | Mpa                |   |
| $\alpha_c =$   | 1.00  |                    |   |
| $V_{Rsd} =$ (eq. 6.13 - E.C.2)   | 6.E+06                                      | N =                | 5777.29 kN                                    |
| $V_{Rd,max} =$ (eq. 6.14 - E.C.2)  | 1.E+07                                      | N =                | 10101.52 kN                                   |
| $V_{Ed\ lim} = 0,5 b_w d 0,6(1 - f_{ck}/250)f_{cd} =$<br>(eq. 6.5 - E.C.2) | 2.E+07                                      | N =                | 17029.81 kN                                   |
| $V_{Ed} =$   | 4648.28                                     | kN                 | < $V_{Rds} = 5777.29$ kN (soddisfacente)      |
| $V_{Ed} =$   | 4648.28                                     | kN                 | < $V_{Rd,max} = 10101.52$ kN (soddisfacente)  |
| $V_{Ed} =$   | 4648.28                                     | kN                 | < $V_{Ed\ lim} = 17029.81$ kN (soddisfacente) |

## 14.1.2 MODELLO DI CALCOLO FEM – SLE - SLD

### 14.1.2.1 TABULATI DI ANALISI

## COMBINAZIONI DI CARICO

### NORMATIVA: NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI 2008 ITALIA

#### COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE D'ESERCIZIO

| Num. | Descrizione            | Parametri                | Tipo azione/categoria          | Condizione              | Moltiplicatore |
|------|------------------------|--------------------------|--------------------------------|-------------------------|----------------|
| 1    | Dinamica - SLD - TR200 | Azione sismica: Presente | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                        |                          | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.000          |
|      |                        |                          | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.000          |
| 8    | Dinamica SLD - TR1000  | Azione sismica: Presente | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                        |                          | Permanente: Permanente portato | Condizione 3            | 1.000          |
|      |                        |                          | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.000          |

| Num. | Descrizione                | Parametri       | Tipo azione/categoria          | Condizione              | Moltiplicatore |
|------|----------------------------|-----------------|--------------------------------|-------------------------|----------------|
| 3    | Frequente - Statica TR1000 | Tipologia: Rara | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 3            | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.000          |
| 4    | Frequente - Statica TR200  | Tipologia: Rara | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.000          |
| 10   | Rara - Statica TR1000      | Tipologia: Rara | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 3            | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.000          |
| 11   | Rara - Statica TR200       | Tipologia: Rara | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.000          |
| 13   | QP - Statica TR1000        | Tipologia: Rara | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 3            | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.000          |
| 14   | QP - Statica TR200         | Tipologia: Rara | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.000          |

#### COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI DANNO

| Num. | Descrizione  | Parametri                | Tipo azione/categoria          | Condizione              | Moltiplicatore |
|------|--------------|--------------------------|--------------------------------|-------------------------|----------------|
| 16   | SLD - TR1000 | Azione sismica: Presente | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |              |                          | Permanente: Permanente portato | Condizione 3            | 1.000          |
|      |              |                          | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.000          |
| 17   | SLD - TR200  | Azione sismica: Presente | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |              |                          | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.000          |
|      |              |                          | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.000          |

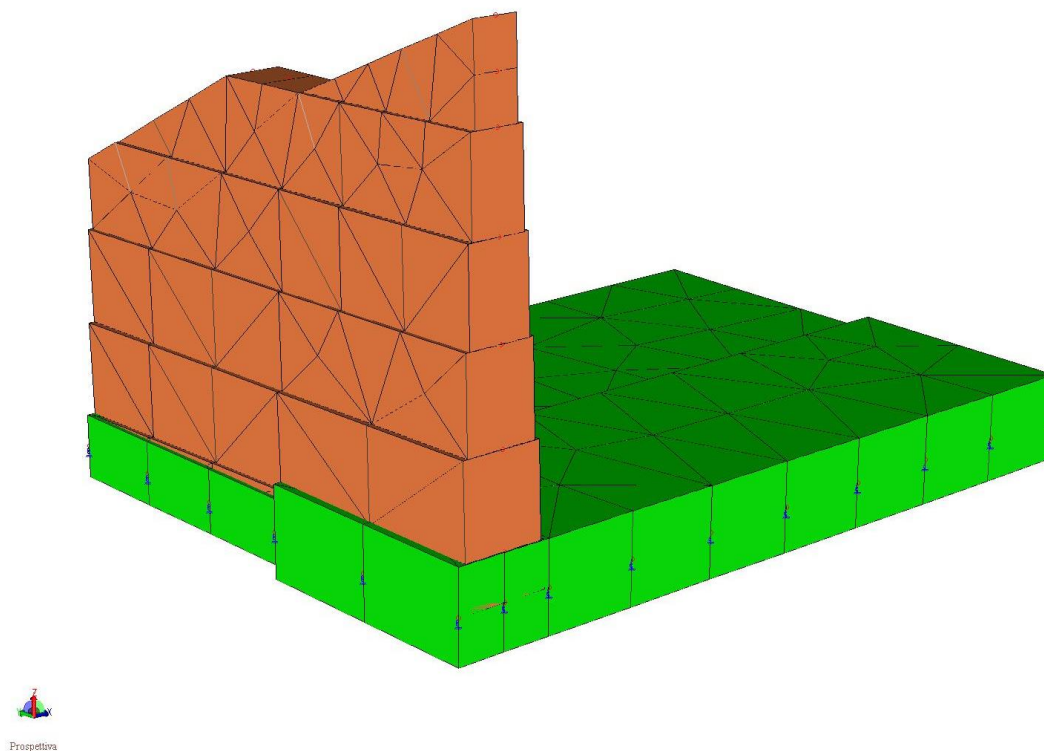


Figura 14-14 – Modello FEM 3d

#### 14.1.2.2 VERIFICHE PLATEA SP. VARIABILE DA 2.50 M A 3.60 M - LIMITAZIONE DELLE TENSIONI

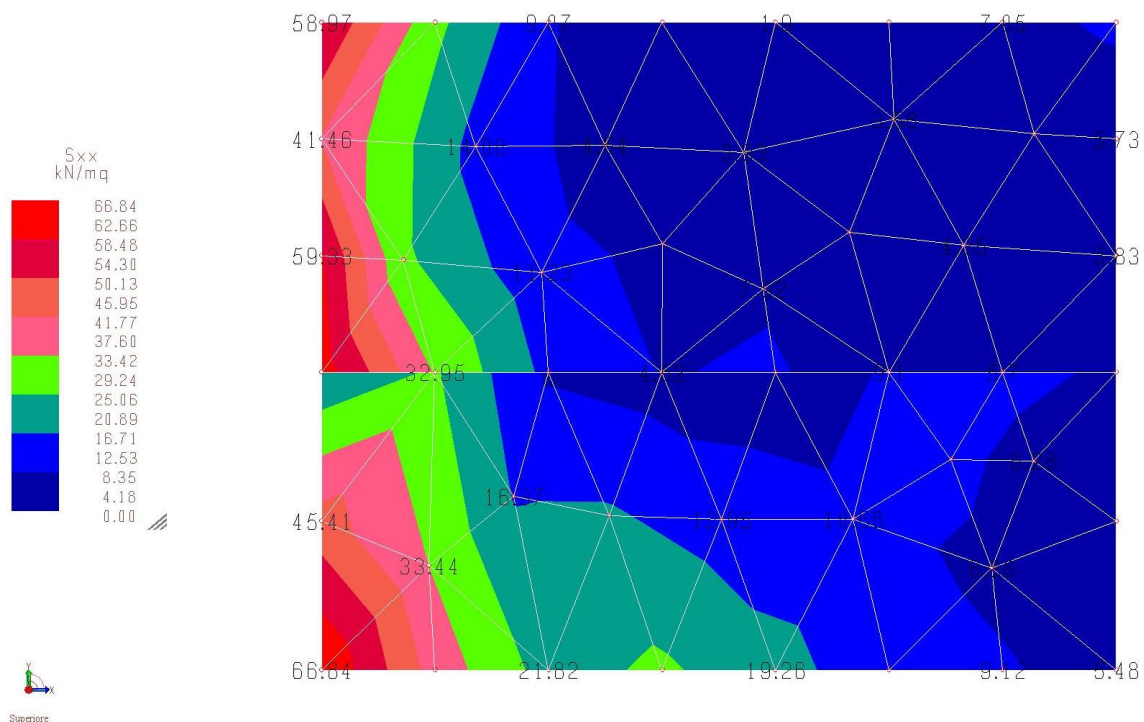


Figura 14-15 – Sforzo normale Sxx platea [kN/m²]

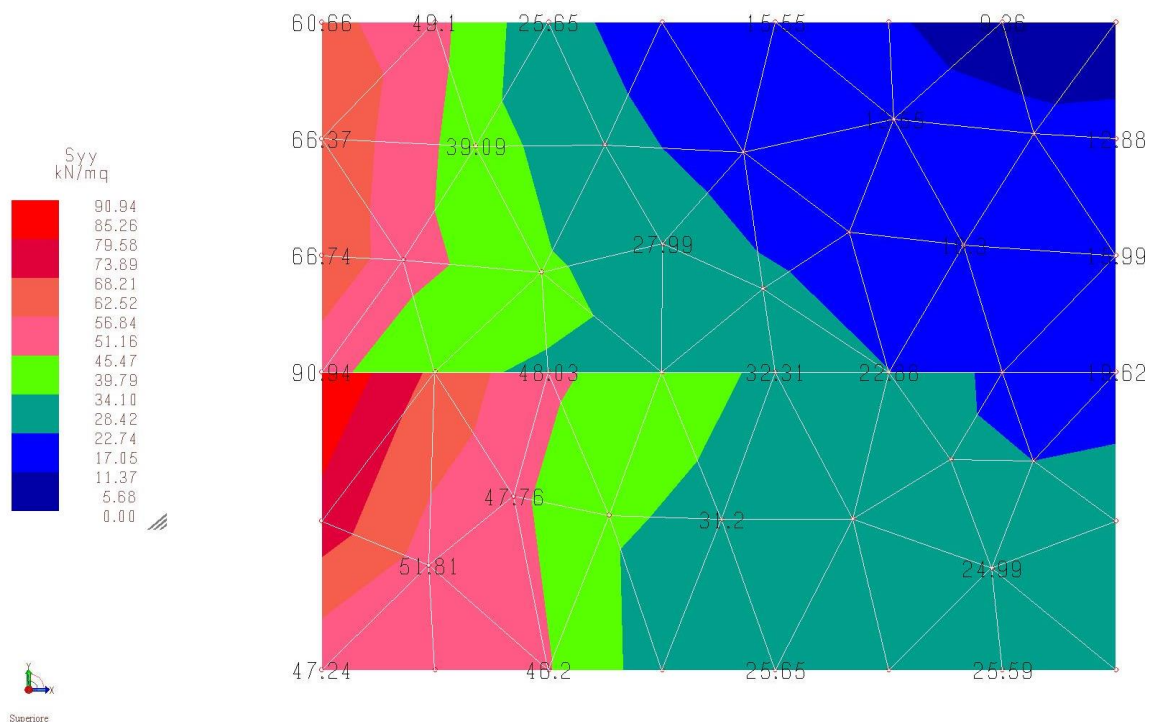


Figura 14-16 – Sforzo normale Syy platea [kN/m²]

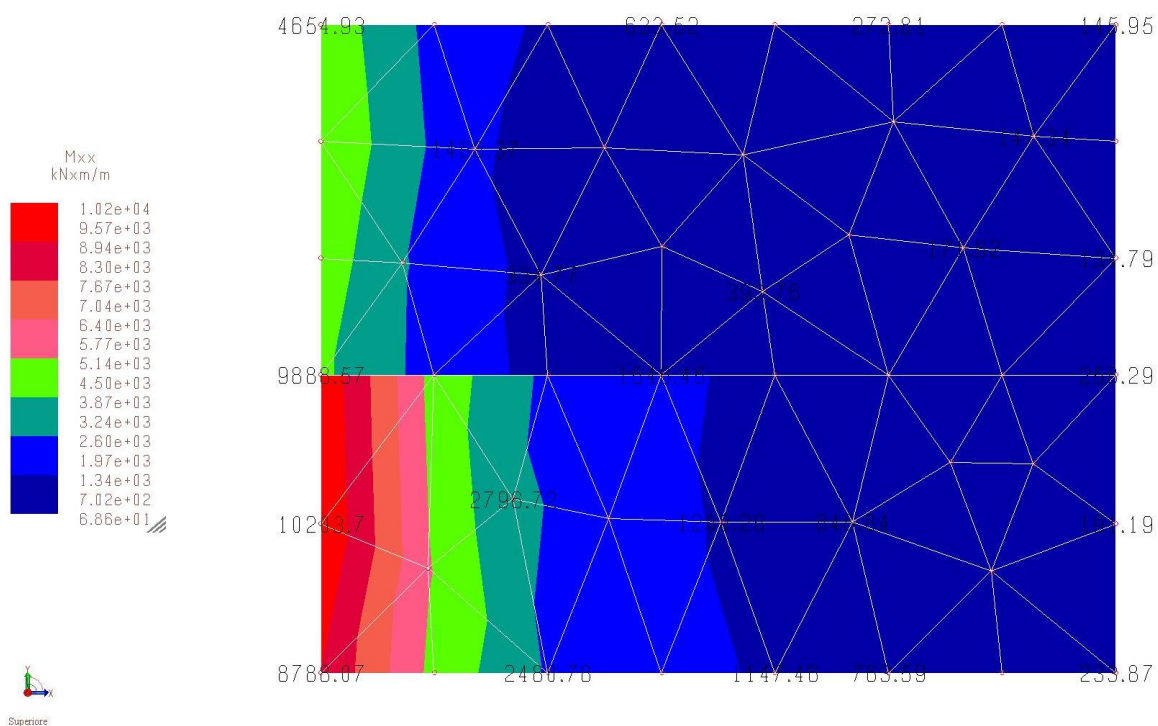


Figura 14-17 – Sollecitazioni di momento Mxx platea [kNm/m]

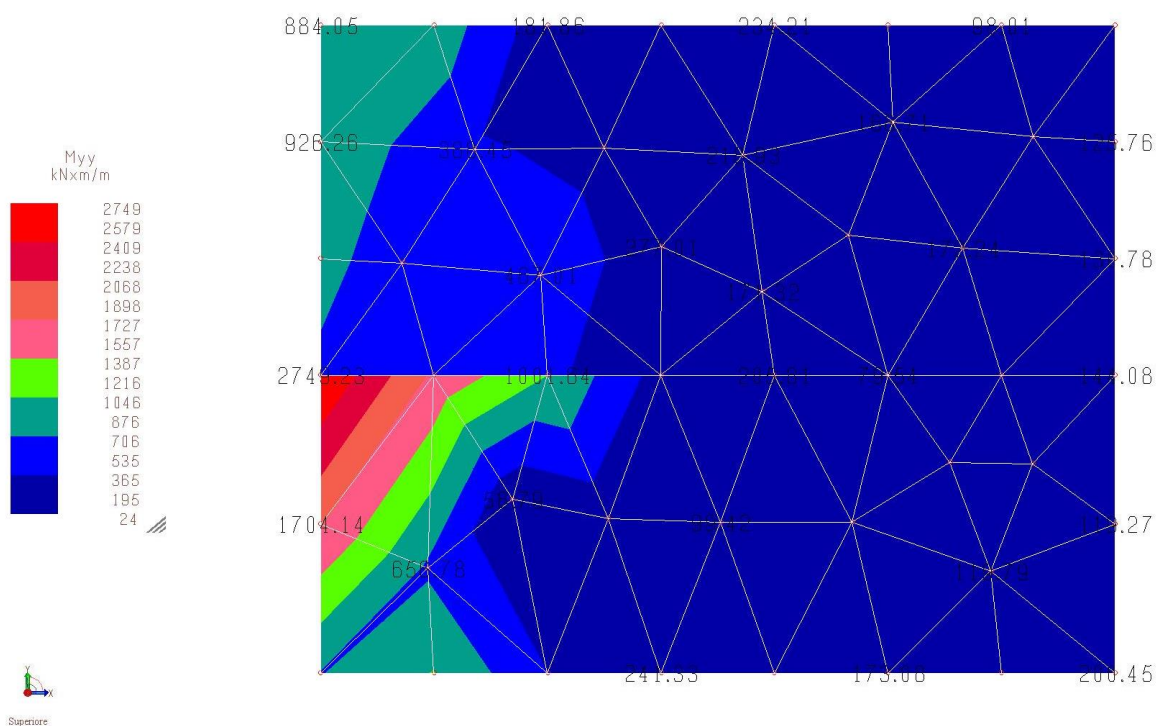
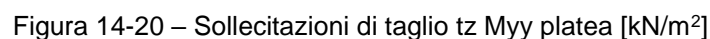
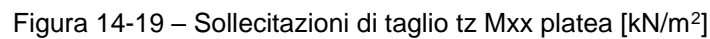


Figura 14-18 – Sollecitazioni di momento Myy platea [kNm/m]







- Verifica a pressoflessione lungo x platea sp. 3.60 m

$M_{Ed} =$

10200 kNm/m

La platea, nella porzione di spessore 3.60 m, risulta armata con quattro livelli di armatura pari a  $14\Phi 26/100$ ,  $10+10\Phi 24/100$ ,  $14\Phi 26/100$ , pertanto risulta:

**Titolo:** Platea lungo x

**N° strati barre:** 4 **Zoom**

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 360    |

| N° | $A_s$ [cm²] | d [cm] |
|----|-------------|--------|
| 1  | 74.33       | 5      |
| 2  | 45.24       | 15     |
| 3  | 45.24       | 345    |
| 4  | 74.33       | 355    |

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. **Metodo n**  
 $N_{Ed}$  0 kN  
 $M_{xEd}$  0 kNm  
 $M_{yEd}$  0 kNm

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Metodo di calcolo**  
☐ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☒ Metodo n

**Materiali**  
**B450C** **C20/25**  
 $\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200'000 N/mm²  $f_{cd}$  11.33  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  8.5  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{co}$  0.5333  
 $\tau_{c1}$  1.686

$\sigma_c$  -5.376 N/mm²  
 $\sigma_s$  263 N/mm²  
 $\epsilon_s$  1.315 ‰  
 d 355 cm  
 x 83.29 x/d 0.2346  
 $\delta$  0.7333

**Verifica**  
 N° iterazioni: 4  
☐ Precompresso

Eseguendo verifiche allo SLE di tipo tensionale, si ha che:

$$\sigma_{c,max} = 0.45 f_{ck} = 0.45 \times 20.8 = 9.36 \text{ N/mm}^2$$

$$> \sigma_c = 5.38 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{s,max} = 0.8 f_{yk} = 0.8 \times 450 = 360 \text{ N/mm}^2$$

$$> \sigma_s = 263 \text{ N/mm}^2$$

- Verifica a pressoflessione lungo y platea sp. 3.60 m

$M_{Ed} =$

2749 kNm/m

La platea risulta armata con due livelli di armatura pari a 7+7 $\Phi$ 26/100, pertanto risulta:

**Titolo :** Platea lungo y

N° strati barre  Zoom

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 360    |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 37.17    | 5      |
| 2  | 37.17    | 355    |

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub>  kN  
 M<sub>xEd</sub>  kNm  
 M<sub>yEd</sub>  kNm

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN  yN

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Metodo di calcolo**  
☐ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☒ Metodo n

**Materiali**

| B450C   | C20/25  |
|---|---|
| $\epsilon_{su}$ <input type="text" value="67.5"/> ‰     | $\epsilon_{c2}$ <input type="text" value="2"/> ‰        |
| $f_{yd}$ <input type="text" value="391.3"/> N/mm²       | $\epsilon_{cu}$ <input type="text" value="3.5"/> ‰      |
| $E_s$ <input type="text" value="200'000"/> N/mm²        | $f_{cd}$ <input type="text" value="11.33"/> N/mm²       |
| $E_s/E_c$ <input type="text" value="15"/>               | $f_{cc}/f_{cd}$ <input type="text" value="0.8"/> ?      |
| $\epsilon_{syd}$ <input type="text" value="1.957"/> ‰   | $\sigma_{c,adm}$ <input type="text" value="8.5"/> N/mm² |
| $\sigma_{s,adm}$ <input type="text" value="255"/> N/mm² | $\tau_{co}$ <input type="text" value="0.5333"/> N/mm²   |
|   | $\tau_{c1}$ <input type="text" value="1.686"/> N/mm²    |

$\sigma_c$   N/mm²  
 $\sigma_s$   N/mm²

$\epsilon_s$   ‰  
 d  cm  
 x  x/d   
 $\delta$

**Verifica**  
 N° iterazioni:

☐ Precompresso

Eseguendo verifiche allo SLE di tipo tensionale, si ha che:

$$\sigma_{c,max} = 0.45 f_{ck} = 0.45 \times 20.8 = 9.36 \text{ N/mm}^2$$

$$> \sigma_c = 2.56 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{s,max} = 0.8 f_{yk} = 0.8 \times 450 = 360 \text{ N/mm}^2$$

$$> \sigma_s = 218 \text{ N/mm}^2$$

### - Verifica a pressoflessione lungo x platea sp. 2.50 m

Per la verifica a momento flettente lungo x della platea, nella porzione di spessore 2.50 m, si considera, ragionevolmente, un valore medio individuato in una zona significativa, preso pari a:

$$M_{Ed} = 4654.93 \text{ kNm/m}$$

La platea, nella porzione di spessore 2.50 m, risulta armata con quattro livelli di armatura pari a  $10\Phi 26/100$ ,  $7+7\Phi 24/100$ ,  $10\Phi 26/100$ , pertanto risulta:

**Titolo:** Platea lungo x

**N° strati barre:** 4 **Zoom**

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 250    |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 53.09    | 5      |
| 2  | 31.67    | 15     |
| 3  | 31.67    | 235    |
| 4  | 53.09    | 245    |

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. **Metodo n**

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Metodo di calcolo**  
☐ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☒ Metodo n

**Materiali**  
**B450C** **C20/25**  
 $\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200'000 N/mm²  $f_{cd}$  11.33 N/mm²  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8 ?  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  8.5 N/mm²  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{co}$  0.5333 N/mm²  
 $\tau_{c1}$  1.686 N/mm²

$\sigma_c$  -5.181 N/mm²  
 $\sigma_s$  249.1 N/mm²  
 $\epsilon_s$  1.245 ‰  
 d 245 cm  
 x 58.26 x/d 0.2378  
 $\delta$  0.7372

**Verifica**  
 N° iterazioni: 4  
☐ Precompresso

Eseguendo verifiche allo SLE di tipo tensionale, si ha che:

$$\sigma_{c,max} = 0.45 f_{ck} = 0.45 \times 20.8 = 9.36 \text{ N/mm}^2 > \sigma_c = 5.18 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{s,max} = 0.8 f_{yk} = 0.8 \times 450 = 360 \text{ N/mm}^2 > \sigma_s = 249.1 \text{ N/mm}^2$$

- Verifica a pressoflessione lungo y platea sp. 2.50 m

$M_{Ed} =$

926.26 kNm/m

La platea risulta armata con due livelli di armatura pari a 5+5 $\Phi$ 26/100, pertanto risulta:

**Titolo :** Platea lungo y

N° strati barre  Zoom

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 250    |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 26.55    | 5      |
| 2  | 26.55    | 245    |

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub>  kN  
 M<sub>xEd</sub>  kNm  
 M<sub>yEd</sub>  kNm

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN  yN

**Metodo di calcolo**  
☐ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☒ Metodo n

**Materiali**

| B450C                      | C20/25                |
|----------------------------|-----------------------|
| $\epsilon_{su}$ 67.5 ‰     | $\epsilon_{c2}$ 2 ‰   |
| $f_{yd}$ 391.3 N/mm²       | $\epsilon_{cu}$ 3.5 ‰ |
| $E_s$ 200'000 N/mm²        | $f_{cd}$ 11.33        |
| $E_s/E_c$ 15               | $f_{cc}/f_{cd}$ 0.8   |
| $\epsilon_{syd}$ 1.957 ‰   | $\sigma_{c,adm}$ 8.5  |
| $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² | $\tau_{co}$ 0.5333    |
|                            | $\tau_{c1}$ 1.686     |

$\sigma_c$  -1.791 N/mm²  
 $\sigma_s$  149.3 N/mm²  
 $\epsilon_s$  0.7464 ‰  
 d 245 cm  
 x 37.36 x/d 0.1525  
 $\delta$  0.7

**Verifica**  
 N° iterazioni:

☐ Precompresso

Eseguendo verifiche allo SLE di tipo tensionale, si ha che:

$$\begin{aligned} \sigma_{c,max} &= 0.45 f_{ck} = 0.45 \times 20.8 = 9.36 \text{ N/mm}^2 > \sigma_c = 1.79 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{s,max} &= 0.8 f_{yk} = 0.8 \times 450 = 360 \text{ N/mm}^2 > \sigma_s = 149.3 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

### 14.1.2.3 VERIFICHE PLATEA SP. VARIABILE DA 2.50 M A 3.60 M - VERIFICA A FESSURAZIONE

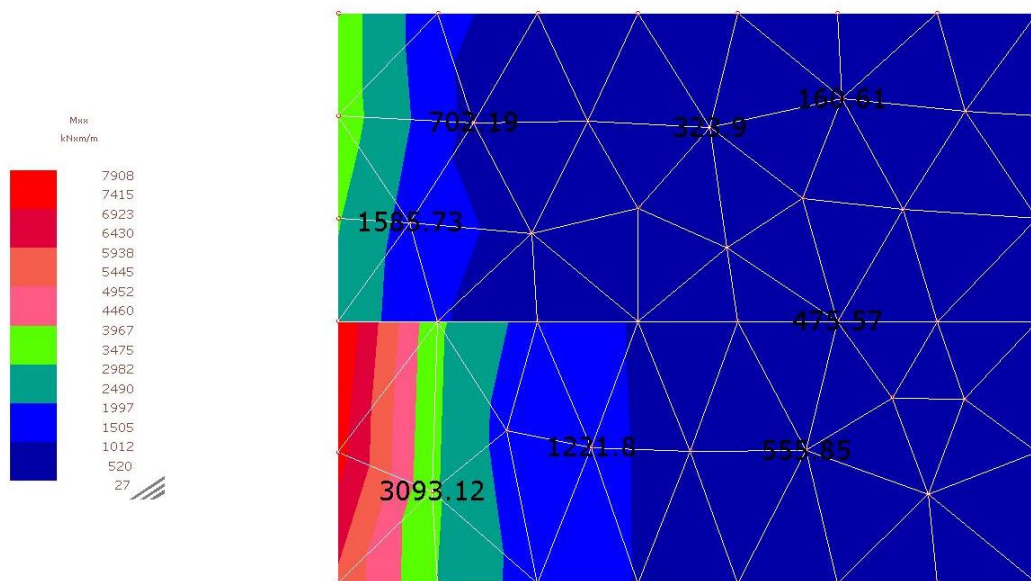


Figura 14-21 – Sollecitazioni di momento  $M_{xx}$  platea [kNm/m]

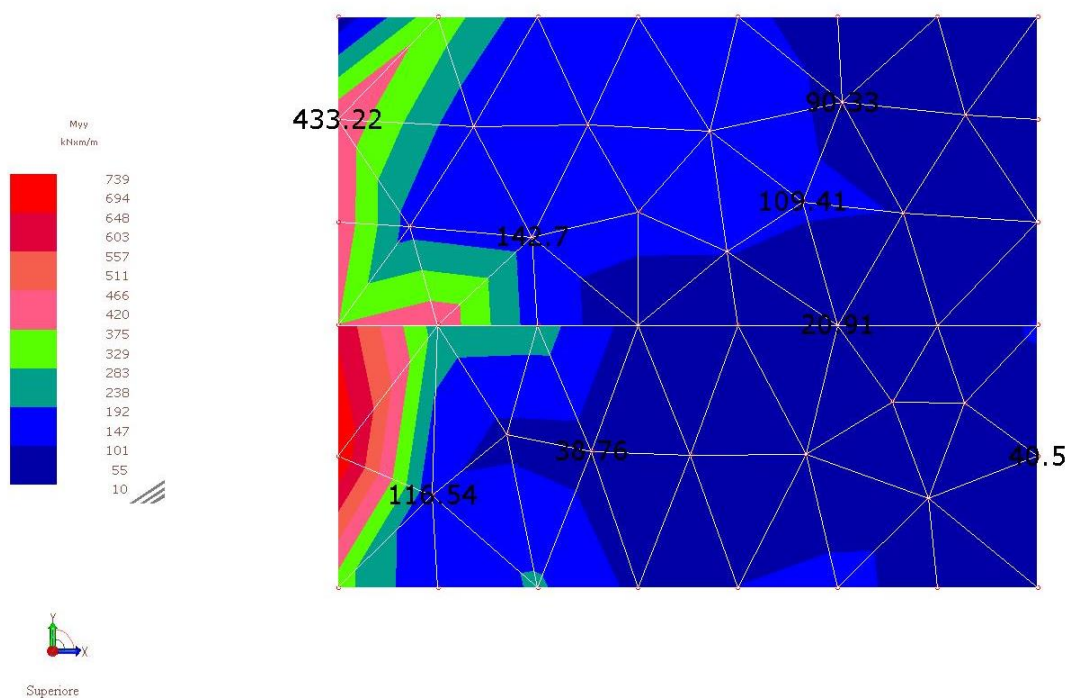


Figura 14-22 – Sollecitazioni di momento  $M_{yy}$  platea [kNm/m]

- Verifica a fessurazione lungo x platea sp. 3.60 m

| Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente   |                                 |               |                    |
|---|---------------------------------|---------------|--------------------|
| <b>Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente</b>      | <b><math>M_{Ed,q.p.}</math></b> | <b>7908</b>   | <b>[kNm]</b>       |
| Durata del carico   |                                 | lunga         | [-]                |
| Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore                        | x                               | 832.94        | [mm]               |
| Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata | $\sigma_s$                      | 198.14        | [MPa]              |
| Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo    | $f_{ct,eff}$                    | 2.2           | [MPa]              |
| Fattore dipendente dalla durata del carico                            | $k_t$                           | 0.4           | [-]                |
| Altezza efficace  | $h_{c,eff}$                     | 125           | [mm]               |
| Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura              | $A_{c,eff}$                     | 125000        | [mm <sup>2</sup> ] |
| Rapporto geometrico sull'area efficace                                | $\rho_{p,eff}$                  | 0.09566       | [-]                |
| Rapporto tra $E_s/E_{cm}$   | $\alpha_e$                      | 6.68          | [-]                |
| Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo | $\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$ | 0.000915      | [-]                |
|   |                                 | 0.000915      | [-]                |
| Determinazione del diametro equivalente delle barre tese              | $\phi_{eq}$                     | 25.21         | [mm]               |
| Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre     | $k_1$                           | 0.8           | [-]                |
| Coefficiente che tiene conto della flessione pura                     | $k_2$                           | 0.5           | [-]                |
|   | $k_3$                           | 3.4           | [-]                |
|   | $k_4$                           | 0.425         | [-]                |
| Distanza massima tra le fessure                                       | $s_{r,max}$                     | 153.60        | [mm]               |
|   |                                 | 153.60        | [mm]               |
| <b>Ampiezza delle fessure</b>   | <b><math>w_k</math></b>         | <b>0.1405</b> | <b>[mm]</b>        |
| <b>Ampiezza massima delle fessure</b>                                 | <b><math>w_{max}</math></b>     | <b>0.2</b>    | <b>[mm]</b>        |



- Verifica a fessurazione lungo y platea sp. 3.60 m

| Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente   |                                       |               |                    |
|---|---------------------------------------|---------------|--------------------|
| <b>Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente</b>      | <b><math>M_{Ed,q.p.}</math></b>       | <b>739</b>    | <b>[kNm]</b>       |
| Durata del carico   |                                       | lunga         | [-]                |
| Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore                        | x                                     | 531.79        | [mm]               |
| Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata | $\sigma_s$                            | 58.60         | [MPa]              |
| Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo    | $f_{ct,eff}$                          | 2.2           | [MPa]              |
| Fattore dipendente dalla durata del carico                            | $k_t$                                 | 0.4           | [-]                |
| Altezza efficace  | $h_{c,eff}$                           | 125           | [mm]               |
| Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura              | $A_{c,eff}$                           | 125000        | [mm <sup>2</sup> ] |
| Rapporto geometrico sull'area efficace                                | $\rho_{p,eff}$                        | 0.02973       | [-]                |
| Rapporto tra $E_s/E_{cm}$   | $\alpha_e$                            | 6.68          | [-]                |
| Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo | $\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$ | 0.000115      | [-]                |
|   |                                       | 0.000176      | [-]                |
| Determinazione del diametro equivalente delle barre tese              | $\phi_{eq}$                           | 26.00         | [mm]               |
| Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre     | $k_1$                                 | 0.8           | [-]                |
| Coefficiente che tiene conto della flessione pura                     | $k_2$                                 | 0.5           | [-]                |
|   | $k_3$                                 | 3.4           | [-]                |
|   | $k_4$                                 | 0.425         | [-]                |
| Distanza massima tra le fessure                                       | $s_{r,max}$                           | 257.46        | [mm]               |
|   |                                       | 257.46        | [mm]               |
| <b>Ampiezza delle fessure</b>   | <b><math>w_k</math></b>               | <b>0.0453</b> | <b>[mm]</b>        |
| <b>Ampiezza massima delle fessure</b>                                 | <b><math>w_{max}</math></b>           | <b>0.2</b>    | <b>[mm]</b>        |

**14.1.2.4 VERIFICHE MURI CORRENTI SP. VARIABILE LUNGO L'ALTEZZA E LUNGO LO SVILUPPO, DA 1.00 M A 3.65 M -  
LIMITAZIONE DELLE TENSIONI**

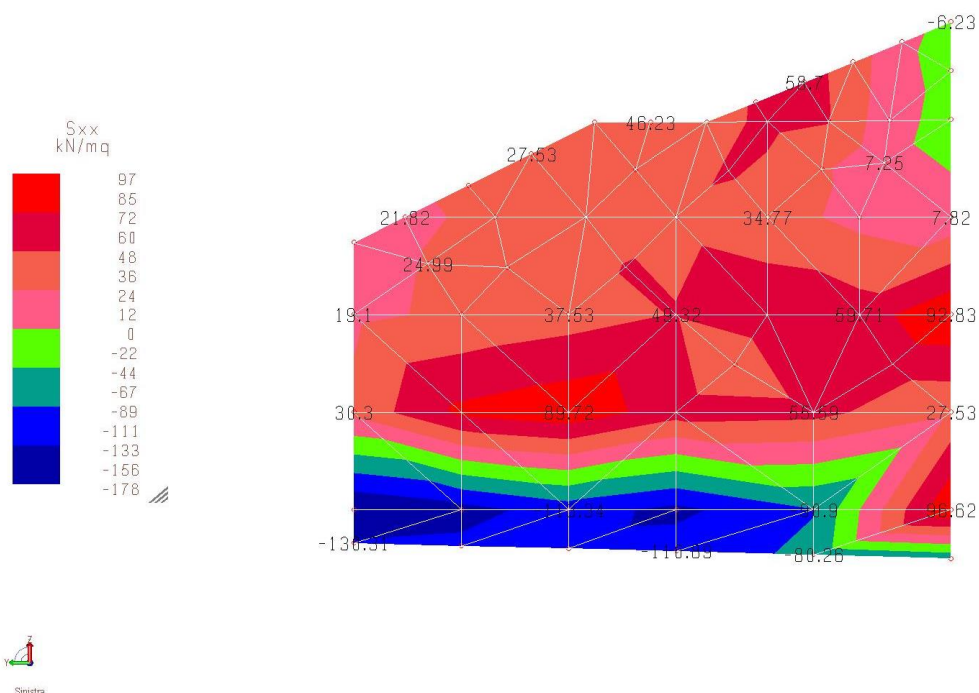


Figura 14-23 – Sforzo normale  $S_{xx}$  muri correnti [kN/m²]

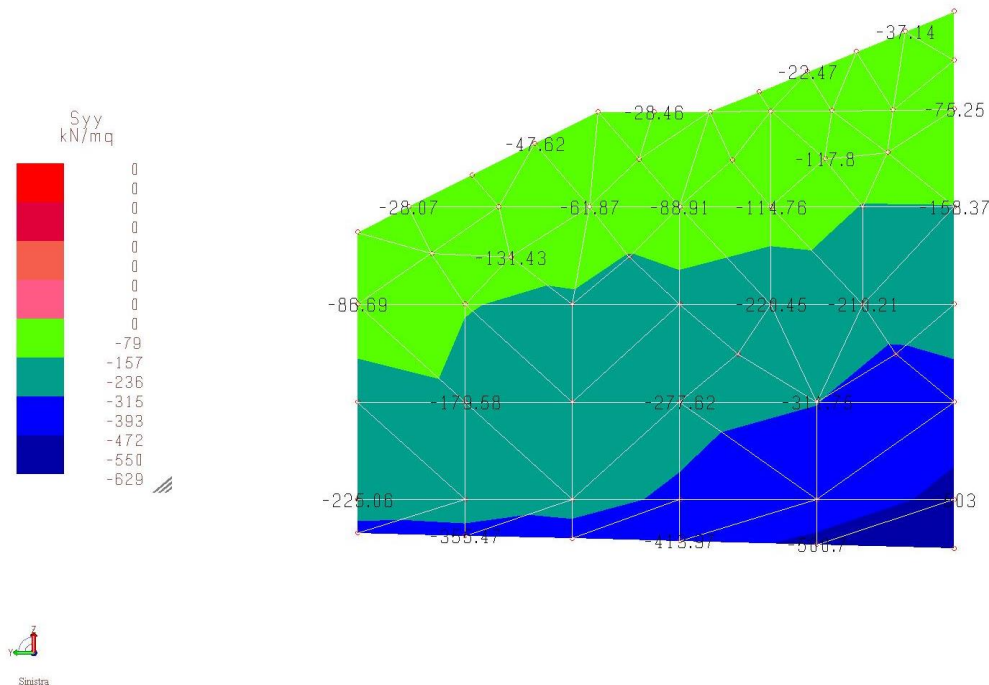


Figura 14-24 – Sforzo normale  $S_{yy}$  muri correnti [kN/m²]

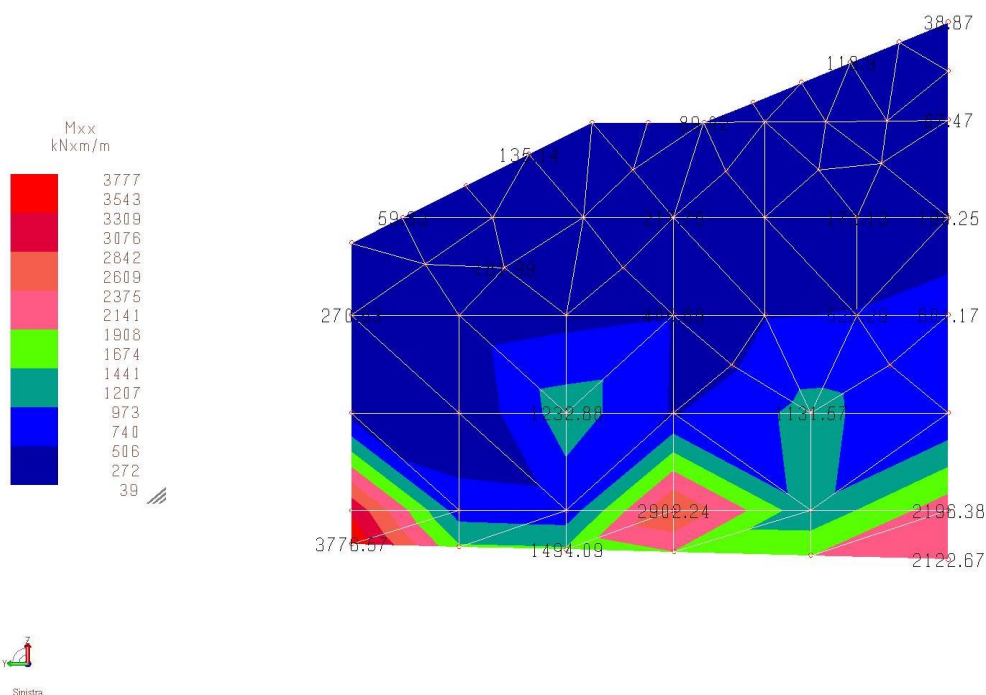


Figura 14-25 – Sollecitazioni di momento Mxx muri correnti [kNm/m]

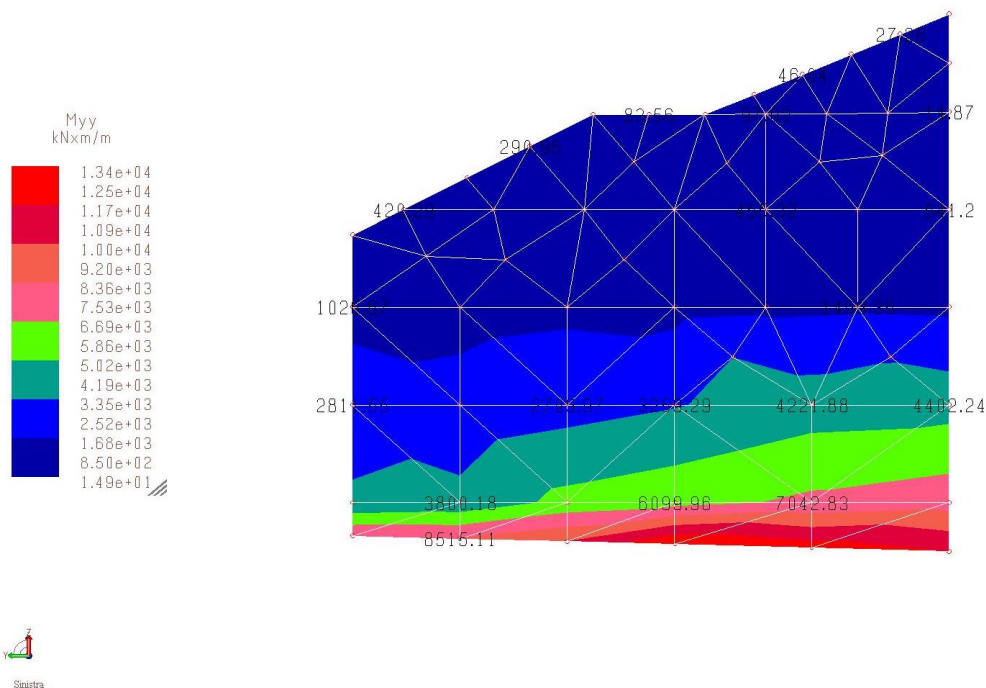


Figura 14-26 – Sollecitazioni di momento Myy muri correnti [kNm/m]



- Verifica a pressoflessione lungo x muri correnti

$M_{Ed} =$  2902 kNm/m

Inoltre si considera, un contributo medio di compressione, pari a:

$N_{Ed} = 111 \times 3.64 =$  404.04 kN/m

I muri correnti risultano armati con due livelli di armatura pari a 5+5Φ26/100, pertanto risulta:

**Titolo :** Muri correnti lungo x

N° strati barre 2 Zoom

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 364    |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 26.55    | 5      |
| 2  | 26.55    | 359    |

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 404.04 kN  
 M<sub>xEd</sub> 0 2902 kNm  
 M<sub>yEd</sub> 0 0

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Metodo di calcolo**  
☐ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☒ Metodo n

**Materiali**  
 B450C C32/40  
 ε<sub>su</sub> 67.5 ‰ ε<sub>c2</sub> 2 ‰  
 f<sub>yd</sub> 391.3 N/mm² ε<sub>cu</sub> 3.5 ‰  
 E<sub>s</sub> 200'000 N/mm² f<sub>cd</sub> 18.81  
 E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0.8 ?  
 ε<sub>syd</sub> 1.957 ‰ σ<sub>c,adm</sub> 12.25  
 σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0.7333  
 τ<sub>c1</sub> 2.114

σ<sub>c</sub> -3.218 N/mm²  
 σ<sub>s</sub> 247.3 N/mm²  
 ε<sub>s</sub> 1.236 ‰  
 d 359 cm  
 x 58.63 x/d 0.1633  
 δ 0.7

**Verifica**  
 N° iterazioni: 5  
☐ Precompresso

Eseguendo verifiche allo SLE di tipo tensionale, si ha che:

$$\sigma_{c,max} = 0.45 f_{ck} = 0.45 \times 20.8 = 9.36 \text{ N/mm}^2 > \sigma_c = 3.21 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{s,max} = 0.8 f_{yk} = 0.8 \times 450 = 360 \text{ N/mm}^2 > \sigma_s = 247.3 \text{ N/mm}^2$$

|                                       |                        |                    |
|---------------------------------------|------------------------|--------------------|
| <b>Ampiezza delle fessure</b>         | <b>w<sub>k</sub></b>   | <b>0.2694 [mm]</b> |
| <b>Ampiezza massima delle fessure</b> | <b>w<sub>max</sub></b> | <b>0.3 [mm]</b>    |

### - Verifica a pressoflessione lungo y muri correnti

Per la verifica a momento flettente lungo y dei muri correnti, si considera, ragionevolmente, un valore medio individuato in una zona significativa, preso pari a:

$$M_{Ed} = 8515.11 \text{ kNm/m}$$

Inoltre si considera, un contributo medio di compressione, pari a:

$$N_{Ed} = 393 \times 3.64 = 1430.52 \text{ kN/m}$$

I muri correnti risultano armati con quattro livelli di armatura pari a  $10\Phi 26$ ,  $5+5\Phi 26/100$ ,  $10\Phi 26$ ; pertanto risulta:

**Titolo:** Muri correnti lungo y

**N° strati barre:** 4 **Zoom**

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 364    |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 53.09    | 5      |
| 2  | 26.55    | 15     |
| 3  | 26.55    | 349    |
| 4  | 53.09    | 359    |

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. **Metodo n**

**N<sub>Ed</sub>** 0 **1430.52** kN  
**M<sub>xEd</sub>** 0 **8515.11** kNm  
**M<sub>yEd</sub>** 0 0

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Metodo di calcolo**  
☐ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☒ Metodo n

**Materiali**  
**B450C** **C32/40**  
 $\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200000 N/mm²  $f_{cd}$  18.13 N/mm²  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8 ?  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  12.25 N/mm²  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{co}$  0.7333 N/mm²  
 $\tau_{c1}$  2.114 N/mm²

$\sigma_c$  -5.773 N/mm²  
 $\sigma_s$  243.6 N/mm²  
 $\epsilon_s$  1.218 ‰  
 d 359 cm  
 x 94.15 x/d 0.2622  
 $\delta$  0.7678

**Verifica**  
 N° iterazioni: 4  
☐ Precompresso

Eseguendo verifiche allo SLE di tipo tensionale, si ha che:

$$\sigma_{c,max} = 0.45 f_{ck} = 0.45 \times 20.8 = 9.36 \text{ N/mm}^2 > \sigma_c = 5.77 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{s,max} = 0.8 f_{yk} = 0.8 \times 450 = 360 \text{ N/mm}^2 > \sigma_s = 243.6 \text{ N/mm}^2$$



**14.1.2.5 VERIFICHE MURI CORRENTI SP. VARIABILE LUNGO L'ALTEZZA E LUNGO LO SVILUPPO, DA 1.00 M A 3.65 M - VERIFICA FESSURAZIONE**

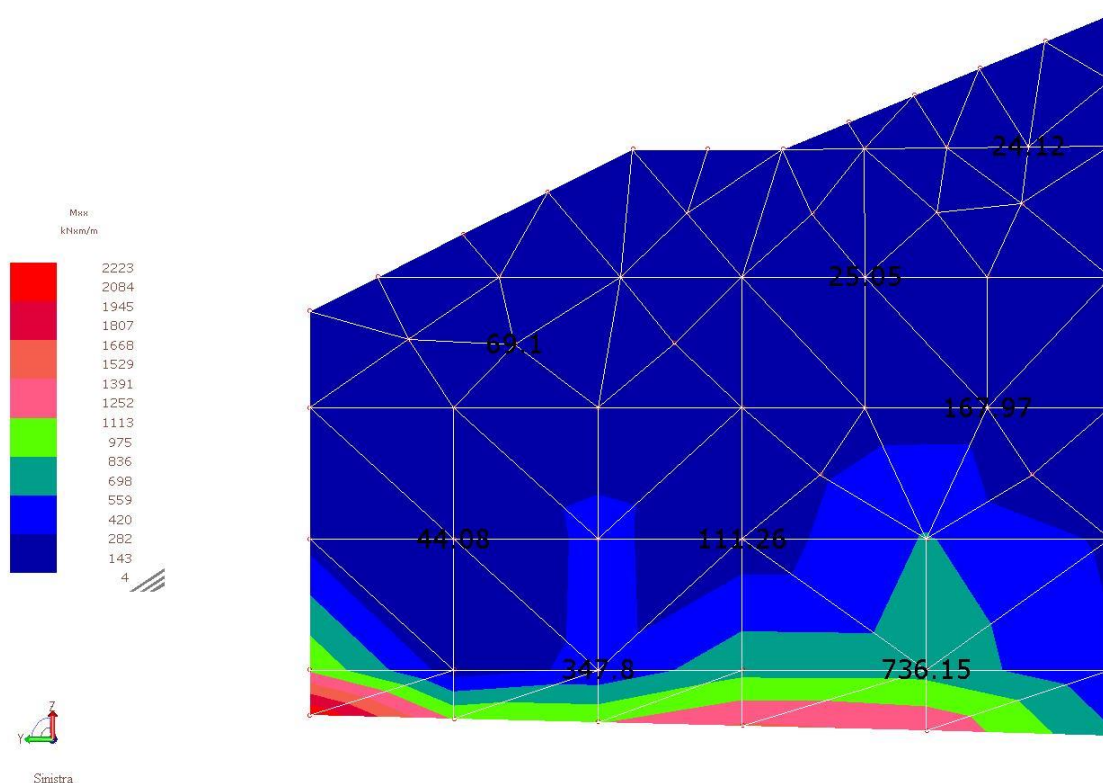


Figura 14-29 – Sollecitazioni di momento Mxx muri correnti [kNm/m]

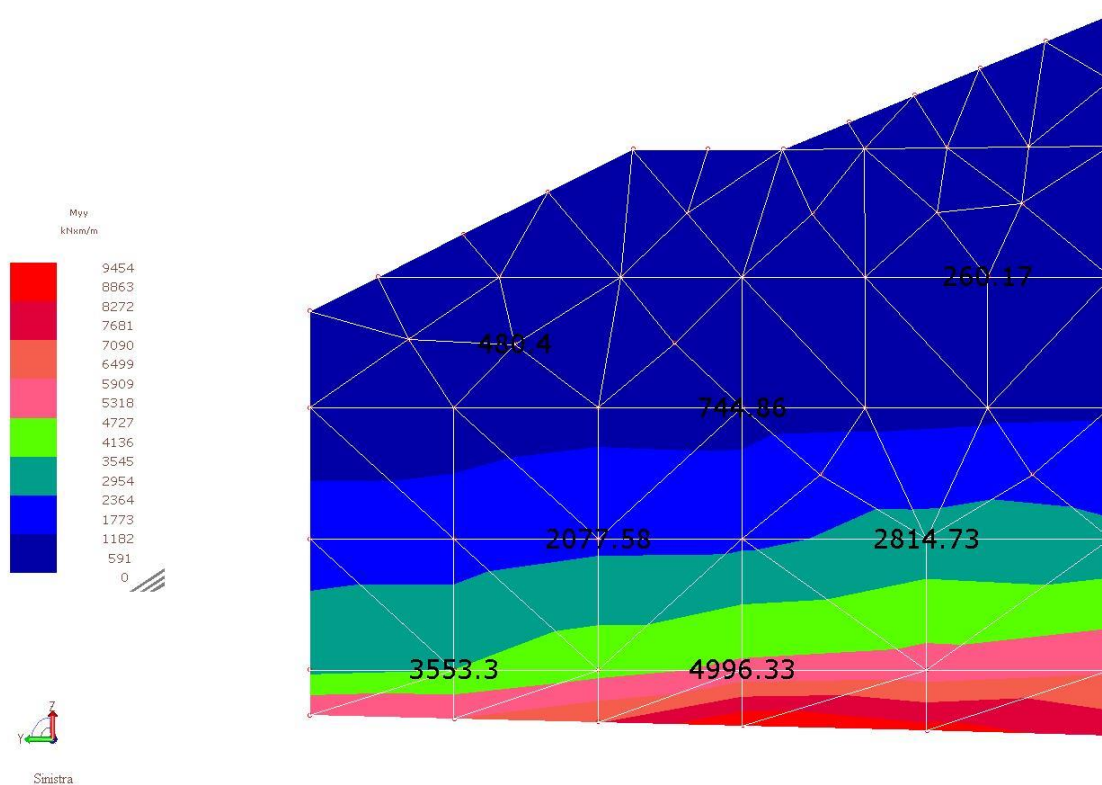


Figura 14-30 – Sollecitazioni di momento Myy muri correnti [kNm/m]

### - Verifica a fessurazione lungo x muri correnti

Per la verifica a fessurazione lungo x dei muri correnti, si considera, ragionevolmente, un valore medio individuato in una zona significativa, preso pari a:

$$M_{Ed} = 736.15 \text{ kNm/m}$$

| Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente   |                                 |                              |
|---|---------------------------------|------------------------------|
| <b>Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente</b>      | <b><math>M_{Ed,q.p.}</math></b> | <b>736.2 [kNm]</b>           |
| Durata del carico   |                                 | lunga [-]                    |
| Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore                        | x                               | 461.70 [mm]                  |
| Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata | $\sigma_s$                      | 81.33 [MPa]                  |
| Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo    | $f_{ct,eff}$                    | 3.0 [MPa]                    |
| Fattore dipendente dalla durata del carico                            | $k_t$                           | 0.4 [-]                      |
| Altezza efficace  | $h_{c,eff}$                     | 125 [mm]                     |
| Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura              | $A_{c,eff}$                     | 125000 [mm <sup>2</sup> ]    |
| Rapporto geometrico sull'area efficace                                | $\rho_{p,eff}$                  | 0.02124 [-]                  |
| Rapporto tra $E_s/E_{cm}$   | $\alpha_e$                      | 6.00 [-]                     |
| Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo | $\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$ | 0.000086 [-]<br>0.000244 [-] |
| Determinazione del diametro equivalente delle barre tese              | $\phi_{eq}$                     | 26.00 [mm]                   |
| Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre     | $k_1$                           | 0.8 [-]                      |
| Coefficiente che tiene conto della flessione pura                     | $k_2$                           | 0.5 [-]                      |
|   | $k_3$                           | 3.4 [-]                      |
|   | $k_4$                           | 0.425 [-]                    |
| Distanza massima tra le fessure                                       | $s_{r,max}$                     | 316.93 [mm]<br>316.93 [mm]   |
| <b>Ampiezza delle fessure</b>   | <b><math>w_k</math></b>         | <b>0.0773 [mm]</b>           |
| <b>Ampiezza massima delle fessure</b>                                 | <b><math>w_{max}</math></b>     | <b>0.2 [mm]</b>              |

### - Verifica a fessurazione lungo y muri correnti

Per la verifica a fessurazione lungo y dei muri correnti, si considera, ragionevolmente, un valore medio individuato in una zona significativa, preso pari a:

$$M_{Ed} = 4996.3 \text{ kNm/m}$$

| Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente   |                                       |               |                    |
|---|---------------------------------------|---------------|--------------------|
| <b>Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente</b>      | <b><math>M_{Ed,q.p.}</math></b>       | <b>4996.3</b> | <b>[kNm]</b>       |
| Durata del carico   |                                       | lunga         | [-]                |
| Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore                        | x                                     | 718.78        | [mm]               |
| Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata | $\sigma_s$                            | 186.98        | [MPa]              |
| Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo    | $f_{ct,eff}$                          | 3.0           | [MPa]              |
| Fattore dipendente dalla durata del carico                            | $k_f$                                 | 0.4           | [-]                |
| Altezza efficace  | $h_{c,eff}$                           | 125           | [mm]               |
| Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura              | $A_{c,eff}$                           | 125000        | [mm <sup>2</sup> ] |
| Rapporto geometrico sull'area efficace                                | $\rho_{p,eff}$                        | 0.06371       | [-]                |
| Rapporto tra $E_s/E_{cm}$   | $\alpha_e$                            | 6.00          | [-]                |
| Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo | $\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$ | 0.000804      | [-]                |
|   |                                       | 0.000804      | [-]                |
| Determinazione del diametro equivalente delle barre tese              | $\phi_{eq}$                           | 26.00         | [mm]               |
| Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre     | $k_1$                                 | 0.8           | [-]                |
| Coefficiente che tiene conto della flessione pura                     | $k_2$                                 | 0.5           | [-]                |
|   | $k_3$                                 | 3.4           | [-]                |
|   | $k_4$                                 | 0.425         | [-]                |
| Distanza massima tra le fessure                                       | $s_{r,max}$                           | 178.18        | [mm]               |
|   |                                       | 178.18        | [mm]               |
| <b>Ampiezza delle fessure</b>   | <b><math>w_k</math></b>               | <b>0.1432</b> | <b>[mm]</b>        |
| <b>Ampiezza massima delle fessure</b>                                 | <b><math>w_{max}</math></b>           | <b>0.2</b>    | <b>[mm]</b>        |

**AMV S.r.l.**  
 Via San Lorenzo, 106  
 34077 Ronchi dei Legionari  
 (Gorizia) Italy

Ph. +39 0481.779.903 r.a.  
 Fax +39 0481.777.125  
 E-mail: info@amv.it  
 www.amv.it

Cap. Soc. € 10.920,00 i.v.  
 P.Iva: IT00382470318  
 C.F. e Iscriz. nel Reg. delle Imp. di GO  
 00382470318 - R.E.A. GO n° 048216



**Attestato dell'affidabilità del codice di calcolo e delle procedure implementate nei prodotti software AMV  
 In base al paragrafo 10.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14.01.2008 e successivi aggiornamenti).**

In base a quanto richiesto al par. 10.2 del D.M. 14/01/2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni) il produttore e distributore AMV s.r.l. espone la seguente relazione riguardante il solutore numerico e, più in generale, la procedura di analisi e dimensionamento MasterSap. Si fa presente che sul proprio sito ([www.amv.it](http://www.amv.it)) è disponibile sia il manuale teorico del solutore sia il documento comprendente i numerosi esempi di validazione. Essendo tali documenti (formati da centinaia di pagine) di pubblico dominio, si ritiene sufficiente proporre una sintesi, sia pure adeguatamente esauriente, dell'argomento.

Il motore di calcolo adottato da MasterSap, denominato LiFe-Pack, è un programma ad elementi finiti che permette l'analisi statica e dinamica in ambito lineare e non lineare, con estensioni per il calcolo degli effetti del secondo ordine.

Il solutore lineare usato in analisi statica ed in analisi modale è basato su un classico algoritmo di fattorizzazione multifrontale per matrici sparse che utilizza la tecnica di condensazione supermodale ai fini di velocizzare le operazioni. Prima della fattorizzazione viene eseguito un riordino simmetrico delle righe e delle colonne del sistema lineare al fine di calcolare un percorso di eliminazione ottimale che massimizza la sparsità del fattore. Il solutore modale è basato sulla formulazione inversa dell'algoritmo di Lanczos noto come *Thick Restarted Lanczos* ed è particolarmente adatto alla soluzione di problemi di grande e grandissima dimensione ovvero con molti gradi di libertà. L'algoritmo di Lanczos oltre ad essere supportato da una rigorosa teoria matematica, è estremamente efficiente e competitivo e non ha limiti superiori nella dimensione dei problemi, se non quelli delle risorse hardware della macchina utilizzata per il calcolo.

Per la soluzione modale di piccoli progetti, caratterizzati da un numero di gradi di libertà inferiore a 500, l'algoritmo di Lanczos non è ottimale e pertanto viene utilizzato il classico solutore modale per matrici dense simmetriche contenuto nella ben nota libreria LAPACK.

L'analisi con i contributi del secondo ordine viene realizzata aggiornando la matrice di rigidezza elastica del sistema con i contributi della matrice di rigidezza geometrica.

Un'estensione non lineare, che introduce elementi a comportamento multilineare, si avvale di un solutore incrementale che utilizza nella fase iterativa della soluzione il metodo del gradiente coniugato preconditionato.

Grande attenzione è stata riservata agli esempi di validazione del solutore. Gli esempi sono stati tratti dalla letteratura tecnica consolidata e i confronti sono stati realizzati con i risultati teorici e, in molti casi, con quelli prodotti, sugli esempi stessi, da prodotti internazionali di comparabile e riconosciuta validità. Il manuale di validazione è disponibile sul sito [www.amv.it](http://www.amv.it).

E' importante segnalare, forse ancora con maggior rilievo, che l'affidabilità del programma trova riscontro anche nei risultati delle prove di collaudo eseguite su sistemi progettati con MasterSap. I verbali di collaudo (per alcuni progetti di particolare importanza i risultati sono disponibili anche nella letteratura tecnica) documentano che i risultati delle prove, sia in campo statico che dinamico, sono corrispondenti con quelli dedotti dalle analisi numeriche, anche per merito della possibilità di dar luogo, con MasterSap, a raffinate modellazioni delle strutture. In MasterSap sono presenti moltissime procedure di controllo e filtri di autodiagnostica. In fase di input, su ogni dato, viene eseguito un controllo di compatibilità. Un'ulteriore procedura di controllo può essere lanciata dall'utente in modo da individuare tutti gli errori gravi o gli eventuali difetti della modellazione. Analoghi controlli vengono eseguiti da MasterSap in fase di calcolo prima della preparazione dei dati per il solutore. I dati trasferiti al solutore sono facilmente consultabili attraverso la lettura del file di input in formato XML, leggibili in modo immediato dall'utente. Apposite procedure di controllo sono predisposte per i programmi di dimensionamento per l'acciaio, legno, alluminio, muratura etc. Tali controlli riguardano l'esito della verifica: vengono segnalati, per via numerica e grafica (vedi esempio a fianco), i casi in contrasto con le comuni tecniche costruttive e gli errori di dimensionamento (che bloccano lo sviluppo delle fasi successive della progettazione, ad esempio il disegno esecutivo). Nei casi previsti dalla norma, ad esempio qualora contemplato dalle disposizioni sismiche in applicazione, vengono eseguiti i controlli sulla geometria strutturale, che vengono segnalati con la stessa modalità dei difetti di progettazione.

Ulteriori funzioni, a disposizione dell'utente, agevolano il controllo dei dati e dei risultati. E' possibile eseguire una funzione di ricerca su tutte le proprietà (geometriche, fisiche, di carico etc) del modello individuando gli elementi interessati.

Si possono rappresentare e interrogare graficamente, in ogni sezione desiderata, tutti i risultati dell'analisi e del dimensionamento strutturale. Nel caso sismico viene evidenziata la posizione del centro di massa e di rigidezza del sistema.


Per gli edifici è possibile, per ogni piano, a partire dalle fondazioni, conoscere la risultante delle azioni verticali orizzontali. Analoghi risultati sono disponibili per i vincoli esterni.

Le altre procedure di calcolo, oltre a MasterSap, seguono la medesima impostazione teorica e lo stesso procedimento di validazione.

Nei relativi manuali viene fornita una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, dei metodi e criteri usati per il dimensionamento strutturale e delle sezioni; vengono forniti esempi significativi che possono essere facilmente replicati, segnalando che si tratta spesso di procedure di calcolo e di verifica, che per loro natura, non denotano particolari complessità teoriche e concettuali.

Il rilascio di ogni nuova versione dei programmi è sottoposta a rigorosi check automatici che mettono a confronto i risultati della release in esame con quelli già validati e realizzati da versioni precedenti. Inoltre, sessioni specifiche di lavoro sono condotte da personale esperto per controllare il corretto funzionamento delle varie procedure software, con particolare riferimento a quelle che sono state oggetto di interventi manutentivi o di aggiornamento.

AMV s.r.l.  
 Il legale rappresentante  
 Ing. Eugenio Aiello





## 14.2 VERIFICA A STABILITA' GLOBALE – SOLLEVAMENTO

Si riportano di seguito l'analisi e la verifica a sollevamento del blocco n°5, soggetto ad una sottopressione idraulica dovuta alla falda posta a quota 130.80 msln, di 7.2 m.

In condizioni statiche le azioni sollecitanti (sottospinta idraulica) e resistenti (solo peso proprio manufatto trascurando sovraccarico da peso terreno rilevato) verranno moltiplicate per i corrispondenti coefficienti di sicurezza pari a 0.9 (azioni favorevoli) e a 1.1 (azioni sfavorevoli)

|  |           |
|--|-----------|
| B = area di base manufatto soggetto a sottospinta =                                | 1347 mq   |
| S = sottospinta idraulica complessiva = $7.2 \times 10.0 \times 1347 \times 1.1 =$ | 106682 kN |
| V = volume manufatto =   | 5800 mc   |
| G = peso sezione manufatto = $5800 \times 25.0 \times 0.9 =$                       | 130500 kN |

Il coefficiente di sicurezza a sollevamento vale:

$$FS = G / S = 130500 / 106682 = 1.22 > 1$$

In condizioni sismiche, si verifica il manufatto sottoposto anche all'azione inerziale verticale verso l'alto, in condizioni SLC; i coefficienti moltiplicativi delle azioni vengono posti pari a 1.0, in quanto trattasi di condizioni eccezionali.

|   |           |
|---|-----------|
| B = area di base manufatto soggetto a sottospinta =                     | 1347 mq   |
| S = sottospinta idraulica complessiva = $7.2 \times 10.0 \times 1347 =$ | 96984 kN  |
| V = volume manufatto =  | 5800 mc   |
| G = peso sezione manufatto = $5800 \times 25.0 =$                       | 145000 kN |
| Ev = azione inerziale verticale = $0.240 \times 145000 =$               | 34800 kN  |

Il coefficiente di sicurezza a sollevamento vale:

$$FS = G / (S+Ev) = 145000 / 131784 = 1.10 > 1$$

## 15 ALLEGATO 5

### BLOCCO 6

#### 15.1 VERIFICHE STRUTTURALI PARETI CANALE E PLATEA

Si riportano nel seguito le analisi e le verifiche strutturali della delle pareti del canale e della platea di fondazione in c.a. relative al blocco n°6 del manufatto di sfioro – Manufatto C, soggetto alle spinte del terreno del rilevato arginale.

Si sottolinea che è stata analizzata solo metà struttura, in quanto simmetrica e le due porzioni simmetriche sono state divise da giunto strutturale.

##### 15.1.1 MODELLO DI CALCOLO FEM – SLU – SLV

###### 15.1.1.1 TABULATI DI ANALISI

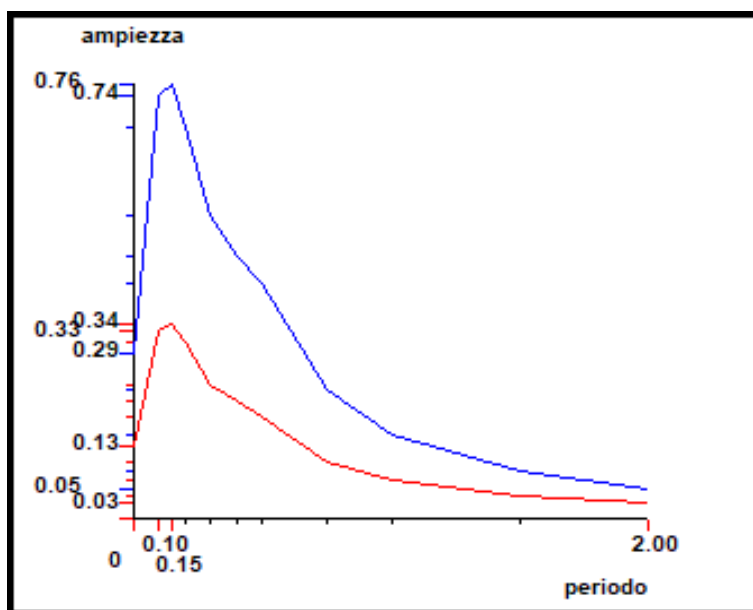
### STAMPA DEI DATI DI PROGETTO

#### INTESTAZIONE E DATI CARATTERISTICI DELLA STRUTTURA

|                                  |                         |
|----------------------------------|-------------------------|
| Nome dell'archivio di lavoro     | <b>Modello blocco 5</b> |
| Intestazione del lavoro          | <b>Blocco 5 SLV</b>     |
| Tipo di struttura                | Nello Spazio            |
| Tipo di analisi                  | Statica e Dinamica      |
| Tipo di soluzione                | Lineare                 |
| Unita' di misura delle forze     | kN                      |
| Unita' di misura delle lunghezze | m                       |
| Normativa                        | NTC-2008                |
| Spettro sismico locale           |                         |



**Grafico spettri Norme Tecniche delle Costruzioni 2008**



Fattore di importanza  $\gamma_i$  1 applicato

*Spettri orizzontali:*

| Num. | Periodo | A.slu X |
|------|---------|---------|
| 1    | 0.000   | 0.2880  |
| 2    | 0.100   | 0.7380  |
| 3    | 0.150   | 0.7580  |
| 4    | 0.200   | 0.6840  |
| 5    | 0.300   | 0.5280  |
| 6    | 0.400   | 0.4580  |
| 7    | 0.500   | 0.4100  |
| 8    | 0.750   | 0.2260  |
| 9    | 1.000   | 0.1480  |
| 10   | 1.500   | 0.0839  |
| 11   | 2.000   | 0.0532  |

*Spettro verticale:*

| Num. | Periodo | A.slu Z |
|------|---------|---------|
| 1    | 0.000   | 0.1267  |
| 2    | 0.100   | 0.3267  |
| 3    | 0.150   | 0.3400  |
| 4    | 0.200   | 0.3067  |
| 5    | 0.300   | 0.2333  |
| 6    | 0.400   | 0.2067  |
| 7    | 0.500   | 0.1800  |
| 8    | 0.750   | 0.1000  |
| 9    | 1.000   | 0.0667  |

|    |       |        |
|----|-------|--------|
| 10 | 1.500 | 0.0400 |
| 11 | 2.000 | 0.0267 |

Comportamento strutturale

NON Dissipativo

**STATO LIMITE ULTIMO**

|  |       |
|--|-------|
| Coefficiente di smorzamento                  | 5%    |
| Eccentricita' accidentale                    | 0%    |
| Numero di frequenze                          | 50    |
| Fattore q di struttura per sisma orizzontale | qor=1 |
| Periodo proprio T1 in direzione X            | 0.500 |
| Periodo proprio T1 in direzione Y            | 0.500 |

**TABELLA MASSE ECCITATE**
**PROSPETTO RIASSUNTIVO MODI PRINCIPALI**

| Periodo principale | T1        | Massa     | Massa % | Modo | Note |
|--------------------|-----------|-----------|---------|------|------|
| Direzione X        | +8.35e-02 | +3.55e+02 | 31      | 1    | --   |
| Direzione Y        | +1.73e-02 | +1.55e+02 | 13      | 23   | --   |
| Direzione Z        | +6.78e-02 | +3.56e+03 | 34      | 2    | --   |

**PROSPETTO RIASSUNTIVO MASSE ECCITATE  
PER QUOTA MAGGIORE DI: 0.00**

| Analisi | Direz.X   | %  | Direz.Y   | %  | Direz. Z  | %  |
|---------|-----------|----|-----------|----|-----------|----|
| --      | +9.80e+02 | 86 | +1.04e+03 | 92 | +9.77e+03 | 95 |

**FREQUENZE PROPRIE DI OSCILLAZIONE**

| Numero | Pulsazione | Frequenza  | Periodo    | Precisione |
|--------|------------|------------|------------|------------|
| 1      | 7.523e+001 | 1.197e+001 | 8.353e-002 | 0.000e+000 |
| 2      | 9.267e+001 | 1.475e+001 | 6.781e-002 | 0.000e+000 |
| 3      | 1.002e+002 | 1.595e+001 | 6.269e-002 | 0.000e+000 |
| 4      | 1.110e+002 | 1.766e+001 | 5.663e-002 | 0.000e+000 |
| 5      | 1.274e+002 | 2.027e+001 | 4.933e-002 | 0.000e+000 |
| 6      | 1.350e+002 | 2.149e+001 | 4.654e-002 | 0.000e+000 |
| 7      | 1.443e+002 | 2.296e+001 | 4.356e-002 | 0.000e+000 |
| 8      | 1.675e+002 | 2.666e+001 | 3.751e-002 | 0.000e+000 |
| 9      | 1.715e+002 | 2.729e+001 | 3.665e-002 | 0.000e+000 |
| 10     | 1.754e+002 | 2.792e+001 | 3.582e-002 | 0.000e+000 |
| 11     | 1.803e+002 | 2.870e+001 | 3.485e-002 | 0.000e+000 |
| 12     | 2.132e+002 | 3.393e+001 | 2.947e-002 | 0.000e+000 |
| 13     | 2.195e+002 | 3.494e+001 | 2.862e-002 | 0.000e+000 |
| 14     | 2.392e+002 | 3.807e+001 | 2.627e-002 | 0.000e+000 |
| 15     | 2.577e+002 | 4.102e+001 | 2.438e-002 | 0.000e+000 |
| 16     | 2.601e+002 | 4.139e+001 | 2.416e-002 | 0.000e+000 |
| 17     | 2.675e+002 | 4.257e+001 | 2.349e-002 | 0.000e+000 |
| 18     | 2.801e+002 | 4.458e+001 | 2.243e-002 | 0.000e+000 |
| 19     | 2.955e+002 | 4.703e+001 | 2.126e-002 | 0.000e+000 |
| 20     | 3.074e+002 | 4.892e+001 | 2.044e-002 | 0.000e+000 |
| 21     | 3.253e+002 | 5.177e+001 | 1.932e-002 | 0.000e+000 |
| 22     | 3.486e+002 | 5.549e+001 | 1.802e-002 | 0.000e+000 |
| 23     | 3.621e+002 | 5.763e+001 | 1.735e-002 | 0.000e+000 |
| 24     | 3.707e+002 | 5.900e+001 | 1.695e-002 | 0.000e+000 |
| 25     | 3.755e+002 | 5.977e+001 | 1.673e-002 | 0.000e+000 |

| Numero | Pulsazione | Frequenza  | Periodo    | Precisione |
|--------|------------|------------|------------|------------|
| 26     | 3.834e+002 | 6.103e+001 | 1.639e-002 | 0.000e+000 |
| 27     | 3.996e+002 | 6.360e+001 | 1.572e-002 | 0.000e+000 |
| 28     | 4.196e+002 | 6.679e+001 | 1.497e-002 | 0.000e+000 |
| 29     | 4.213e+002 | 6.704e+001 | 1.492e-002 | 0.000e+000 |
| 30     | 4.564e+002 | 7.263e+001 | 1.377e-002 | 0.000e+000 |
| 31     | 4.636e+002 | 7.379e+001 | 1.355e-002 | 0.000e+000 |
| 32     | 4.780e+002 | 7.608e+001 | 1.314e-002 | 0.000e+000 |
| 33     | 5.035e+002 | 8.013e+001 | 1.248e-002 | 0.000e+000 |
| 34     | 5.050e+002 | 8.037e+001 | 1.244e-002 | 1.725e-038 |
| 35     | 5.136e+002 | 8.174e+001 | 1.223e-002 | 0.000e+000 |
| 36     | 5.213e+002 | 8.297e+001 | 1.205e-002 | 0.000e+000 |
| 37     | 5.390e+002 | 8.579e+001 | 1.166e-002 | 0.000e+000 |
| 38     | 5.425e+002 | 8.634e+001 | 1.158e-002 | 0.000e+000 |
| 39     | 5.654e+002 | 8.999e+001 | 1.111e-002 | 0.000e+000 |
| 40     | 5.698e+002 | 9.069e+001 | 1.103e-002 | 0.000e+000 |
| 41     | 5.754e+002 | 9.158e+001 | 1.092e-002 | 0.000e+000 |
| 42     | 5.909e+002 | 9.404e+001 | 1.063e-002 | 1.741e-026 |
| 43     | 6.110e+002 | 9.724e+001 | 1.028e-002 | 5.410e-024 |
| 44     | 6.174e+002 | 9.827e+001 | 1.018e-002 | 4.871e-023 |
| 45     | 6.292e+002 | 1.001e+002 | 9.987e-003 | 2.593e-021 |
| 46     | 6.386e+002 | 1.016e+002 | 9.838e-003 | 4.324e-019 |
| 47     | 6.471e+002 | 1.030e+002 | 9.710e-003 | 4.545e-018 |
| 48     | 6.572e+002 | 1.046e+002 | 9.561e-003 | 3.954e-018 |
| 49     | 6.719e+002 | 1.069e+002 | 9.351e-003 | 2.517e-016 |
| 50     | 6.899e+002 | 1.098e+002 | 9.108e-003 | 6.114e-014 |

## COEFFICIENTI DI PARTECIPAZIONE MODALE

| Modo | Direz.X    | Direz.Y    | Direz.Z    |
|------|------------|------------|------------|
| 1    | 1.883e+01  | 4.666e-01  | 5.615e+00  |
| 2    | -1.078e+00 | 4.054e+00  | 6.398e+01  |
| 3    | -5.461e-01 | 3.611e+00  | -6.006e+01 |
| 4    | 4.674e-01  | 6.350e-01  | -5.819e+01 |
| 5    | -1.094e+01 | 6.669e-01  | 1.085e+01  |
| 6    | -7.202e+00 | 2.677e+00  | -4.893e+00 |
| 7    | 3.766e+00  | 4.023e+00  | 6.696e+00  |
| 8    | -7.878e-01 | 3.731e+00  | -8.179e+00 |
| 9    | 2.767e-01  | -2.977e+00 | 3.808e-01  |
| 10   | -2.748e+00 | -1.006e+00 | 1.032e+00  |
| 11   | -3.207e+00 | -2.013e+00 | -2.505e+00 |
| 12   | 5.737e-02  | -2.269e+00 | 5.880e-01  |
| 13   | -1.970e+00 | -3.749e+00 | -9.426e-02 |
| 14   | 3.711e+00  | 1.461e-02  | -7.360e-01 |
| 15   | 1.029e+00  | 1.759e+00  | -6.319e-01 |
| 16   | -4.343e+00 | 4.470e-01  | -1.016e+00 |
| 17   | -6.928e-01 | -3.111e-01 | -1.695e-02 |
| 18   | 7.837e+00  | 1.788e+00  | 1.700e-01  |
| 19   | -4.275e+00 | 5.241e+00  | 4.114e-02  |
| 20   | -6.681e-01 | -1.233e+00 | -1.480e-01 |
| 21   | -2.767e-02 | 4.109e+00  | -1.431e-01 |
| 22   | -1.231e+00 | 2.535e+00  | -3.538e-01 |
| 23   | 3.265e-01  | 1.187e+01  | 2.085e-01  |
| 24   | 1.658e+00  | 9.048e-01  | 1.741e-02  |
| 25   | -1.719e-01 | 6.022e+00  | -2.354e-01 |
| 26   | 8.222e-01  | -4.739e+00 | 1.159e-01  |

| Modo | Direz.X    | Direz.Y    | Direz.Z    |
|------|------------|------------|------------|
| 27   | 4.658e-01  | 3.351e+00  | 2.054e-02  |
| 28   | -6.562e-01 | -9.942e+00 | -5.700e-02 |
| 29   | -5.039e-01 | -6.060e+00 | -7.623e-02 |
| 30   | -2.074e+00 | -4.068e+00 | 6.059e-02  |
| 31   | -2.459e+00 | 5.525e+00  | -5.538e-02 |
| 32   | 1.077e+00  | 3.551e+00  | 7.587e-02  |
| 33   | 1.742e+00  | -2.688e+00 | 5.607e-02  |
| 34   | 1.071e+00  | -5.084e-01 | 7.783e-02  |
| 35   | -3.676e-01 | 4.113e+00  | 4.320e-02  |
| 36   | -7.569e-01 | -3.641e+00 | -1.389e-01 |
| 37   | 2.498e-01  | 5.752e+00  | -1.053e-01 |
| 38   | 1.457e-01  | -1.923e+00 | 1.072e-01  |
| 39   | -1.409e+00 | 5.399e+00  | -9.724e-02 |
| 40   | -2.015e+00 | -6.726e+00 | -8.685e-02 |
| 41   | 4.007e+00  | 3.474e+00  | 2.527e-01  |
| 42   | -2.302e+00 | 9.116e+00  | 6.131e-02  |
| 43   | -1.828e+00 | -1.351e+00 | -8.421e-02 |
| 44   | -5.097e-01 | 1.202e+00  | 1.149e-01  |
| 45   | -1.531e+00 | -1.464e+00 | 1.113e-01  |
| 46   | 7.124e-01  | 1.031e+00  | 7.279e-02  |
| 47   | -2.913e+00 | 1.136e+00  | -1.363e-01 |
| 48   | -3.176e+00 | 4.653e+00  | 3.921e-02  |
| 49   | 3.068e+00  | 3.409e+00  | -1.748e-01 |
| 50   | -2.414e-01 | 5.319e-01  | 8.613e-02  |

### MASSA ECCITATA PER QUOTA Z MAGGIORE DI :0.00

| Modo        | Direz.X   | %  | Direz.Y   | % | Direz.Z   | %  |
|-------------|-----------|----|-----------|---|-----------|----|
| Modo: 1     | +3.55e+02 | 31 | +2.13e-01 | 0 | +2.76e+01 | 0  |
| Progressiva | +3.55e+02 | 31 | +2.13e-01 | 0 | +2.76e+01 | 0  |
| Modo: 2     | +1.16e+00 | 0  | +1.70e+01 | 1 | +3.56e+03 | 35 |
| Progressiva | +3.56e+02 | 31 | +1.73e+01 | 2 | +3.59e+03 | 35 |
| Modo: 3     | +3.03e-01 | 0  | +1.60e+01 | 1 | +2.56e+03 | 25 |
| Progressiva | +3.56e+02 | 31 | +3.33e+01 | 3 | +6.14e+03 | 60 |
| Modo: 4     | +2.21e-01 | 0  | +2.91e-01 | 0 | +2.81e+03 | 27 |
| Progressiva | +3.56e+02 | 31 | +3.35e+01 | 3 | +8.96e+03 | 87 |
| Modo: 5     | +1.20e+02 | 10 | +5.85e-01 | 0 | +9.46e+01 | 1  |
| Progressiva | +4.76e+02 | 42 | +3.41e+01 | 3 | +9.05e+03 | 88 |
| Modo: 6     | +5.21e+01 | 5  | +7.12e+00 | 1 | +1.94e+01 | 0  |
| Progressiva | +5.28e+02 | 46 | +4.13e+01 | 4 | +9.07e+03 | 88 |
| Modo: 7     | +1.41e+01 | 1  | +1.72e+01 | 2 | +3.46e+01 | 0  |
| Progressiva | +5.42e+02 | 47 | +5.84e+01 | 5 | +9.11e+03 | 88 |
| Modo: 8     | +6.33e-01 | 0  | +7.30e+00 | 1 | +3.93e+02 | 4  |
| Progressiva | +5.43e+02 | 48 | +6.57e+01 | 6 | +9.50e+03 | 92 |
| Modo: 9     | +7.54e-02 | 0  | +1.02e+01 | 1 | +3.69e-01 | 0  |
| Progressiva | +5.43e+02 | 48 | +7.60e+01 | 7 | +9.50e+03 | 92 |
| Modo: 10    | +7.67e+00 | 1  | +9.32e-01 | 0 | +1.21e+00 | 0  |
| Progressiva | +5.51e+02 | 48 | +7.69e+01 | 7 | +9.50e+03 | 92 |
| Modo: 11    | +1.03e+01 | 1  | +4.08e+00 | 0 | +3.80e-02 | 0  |
| Progressiva | +5.61e+02 | 49 | +8.10e+01 | 7 | +9.50e+03 | 92 |
| Modo: 12    | +1.82e-03 | 0  | +4.26e+00 | 0 | +4.99e+00 | 0  |
| Progressiva | +5.61e+02 | 49 | +8.52e+01 | 7 | +9.51e+03 | 92 |

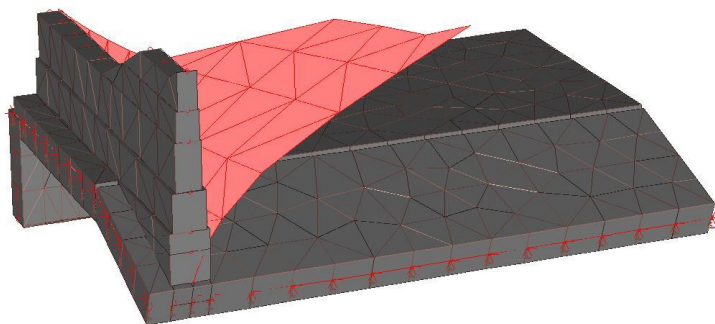
| Modo        | Direz.X   | %  | Direz.Y   | %  | Direz.Z   | %  |
|-------------|-----------|----|-----------|----|-----------|----|
| Modo: 13    | +3.78e+00 | 0  | +1.49e+01 | 1  | +1.79e-01 | 0  |
| Progressiva | +5.65e+02 | 49 | +1.00e+02 | 9  | +9.51e+03 | 92 |
| Modo: 14    | +1.37e+01 | 1  | +1.40e-03 | 0  | +2.66e-01 | 0  |
| Progressiva | +5.79e+02 | 51 | +1.00e+02 | 9  | +9.51e+03 | 92 |
| Modo: 15    | +1.06e+00 | 0  | +7.25e-02 | 0  | +1.25e+01 | 0  |
| Progressiva | +5.80e+02 | 51 | +1.00e+02 | 9  | +9.52e+03 | 92 |
| Modo: 16    | +1.88e+01 | 2  | +1.01e-02 | 0  | +1.43e-02 | 0  |
| Progressiva | +5.98e+02 | 52 | +1.00e+02 | 9  | +9.52e+03 | 92 |
| Modo: 17    | +4.76e-01 | 0  | +1.96e-01 | 0  | +1.20e-02 | 0  |
| Progressiva | +5.99e+02 | 52 | +1.00e+02 | 9  | +9.52e+03 | 92 |
| Modo: 18    | +6.17e+01 | 5  | +3.51e+00 | 0  | +9.57e-02 | 0  |
| Progressiva | +6.61e+02 | 58 | +1.04e+02 | 9  | +9.52e+03 | 92 |
| Modo: 19    | +1.81e+01 | 2  | +2.99e+01 | 3  | +5.25e-01 | 0  |
| Progressiva | +6.79e+02 | 59 | +1.34e+02 | 12 | +9.52e+03 | 92 |
| Modo: 20    | +4.16e-01 | 0  | +2.90e+00 | 0  | +5.98e-02 | 0  |
| Progressiva | +6.79e+02 | 59 | +1.37e+02 | 12 | +9.52e+03 | 92 |
| Modo: 21    | +5.96e-04 | 0  | +1.88e+01 | 2  | +4.82e-01 | 0  |
| Progressiva | +6.79e+02 | 59 | +1.56e+02 | 14 | +9.52e+03 | 92 |
| Modo: 22    | +1.47e+00 | 0  | +6.91e+00 | 1  | +1.38e-01 | 0  |
| Progressiva | +6.81e+02 | 60 | +1.62e+02 | 14 | +9.52e+03 | 92 |
| Modo: 23    | +1.04e-01 | 0  | +1.55e+02 | 14 | +6.65e+00 | 0  |
| Progressiva | +6.81e+02 | 60 | +3.17e+02 | 28 | +9.53e+03 | 92 |
| Modo: 24    | +2.71e+00 | 0  | +2.62e-01 | 0  | +3.54e+00 | 0  |
| Progressiva | +6.83e+02 | 60 | +3.17e+02 | 28 | +9.53e+03 | 93 |
| Modo: 25    | +2.22e-02 | 0  | +1.11e+01 | 1  | +1.54e+02 | 1  |
| Progressiva | +6.84e+02 | 60 | +3.28e+02 | 29 | +9.69e+03 | 94 |
| Modo: 26    | +8.05e-01 | 0  | +1.84e+01 | 2  | +5.28e-02 | 0  |
| Progressiva | +6.84e+02 | 60 | +3.47e+02 | 30 | +9.69e+03 | 94 |
| Modo: 27    | +2.53e-01 | 0  | +1.22e+01 | 1  | +1.67e-01 | 0  |
| Progressiva | +6.85e+02 | 60 | +3.59e+02 | 31 | +9.69e+03 | 94 |
| Modo: 28    | +3.66e-01 | 0  | +7.77e+01 | 7  | +1.71e+01 | 0  |
| Progressiva | +6.85e+02 | 60 | +4.37e+02 | 38 | +9.70e+03 | 94 |
| Modo: 29    | +2.08e-01 | 0  | +4.38e+01 | 4  | +8.73e+00 | 0  |
| Progressiva | +6.85e+02 | 60 | +4.81e+02 | 42 | +9.71e+03 | 94 |
| Modo: 30    | +4.56e+00 | 0  | +1.82e+01 | 2  | +7.02e+00 | 0  |
| Progressiva | +6.90e+02 | 60 | +4.99e+02 | 44 | +9.72e+03 | 94 |
| Modo: 31    | +5.77e+00 | 1  | +3.02e+01 | 3  | +1.75e+00 | 0  |
| Progressiva | +6.95e+02 | 61 | +5.29e+02 | 46 | +9.72e+03 | 94 |
| Modo: 32    | +1.06e+00 | 0  | +1.15e+01 | 1  | +6.73e-01 | 0  |
| Progressiva | +6.97e+02 | 61 | +5.40e+02 | 47 | +9.72e+03 | 94 |
| Modo: 33    | +3.18e+00 | 0  | +8.35e+00 | 1  | +5.91e-02 | 0  |
| Progressiva | +7.00e+02 | 61 | +5.49e+02 | 48 | +9.72e+03 | 94 |
| Modo: 34    | +1.46e+00 | 0  | +5.53e-03 | 0  | +2.66e+00 | 0  |
| Progressiva | +7.01e+02 | 61 | +5.49e+02 | 48 | +9.72e+03 | 94 |
| Modo: 35    | +1.55e-01 | 0  | +1.74e+01 | 2  | +4.07e-02 | 0  |
| Progressiva | +7.01e+02 | 61 | +5.66e+02 | 50 | +9.72e+03 | 94 |
| Modo: 36    | +5.07e-01 | 0  | +9.73e+00 | 1  | +6.96e+00 | 0  |
| Progressiva | +7.02e+02 | 61 | +5.76e+02 | 50 | +9.73e+03 | 94 |
| Modo: 37    | +8.10e-02 | 0  | +1.58e+00 | 0  | +1.31e+01 | 0  |
| Progressiva | +7.02e+02 | 61 | +5.77e+02 | 51 | +9.74e+03 | 95 |
| Modo: 38    | +1.21e-02 | 0  | +6.13e-02 | 0  | +1.47e+01 | 0  |
| Progressiva | +7.02e+02 | 61 | +5.78e+02 | 51 | +9.76e+03 | 95 |
| Modo: 39    | +2.10e+00 | 0  | +3.37e+01 | 3  | +6.30e-01 | 0  |
| Progressiva | +7.04e+02 | 62 | +6.11e+02 | 53 | +9.76e+03 | 95 |

| Modo        | Direz.X   | %  | Direz.Y   | %  | Direz.Z   | %  |
|-------------|-----------|----|-----------|----|-----------|----|
| Modo: 40    | +3.79e+00 | 0  | +2.96e+01 | 3  | +2.68e-01 | 0  |
| Progressiva | +7.08e+02 | 62 | +6.41e+02 | 56 | +9.76e+03 | 95 |
| Modo: 41    | +1.64e+01 | 1  | +2.08e+01 | 2  | +1.59e+00 | 0  |
| Progressiva | +7.24e+02 | 63 | +6.62e+02 | 58 | +9.76e+03 | 95 |
| Modo: 42    | +5.12e+00 | 0  | +8.95e+01 | 8  | +2.53e+00 | 0  |
| Progressiva | +7.29e+02 | 64 | +7.51e+02 | 66 | +9.76e+03 | 95 |
| Modo: 43    | +3.96e+00 | 0  | +1.87e+00 | 0  | +2.67e+00 | 0  |
| Progressiva | +7.33e+02 | 64 | +7.53e+02 | 66 | +9.77e+03 | 95 |
| Modo: 44    | +2.40e-01 | 0  | +2.83e+00 | 0  | +5.02e-02 | 0  |
| Progressiva | +7.33e+02 | 64 | +7.56e+02 | 66 | +9.77e+03 | 95 |
| Modo: 45    | +2.91e+00 | 0  | +3.39e+00 | 0  | +1.18e-01 | 0  |
| Progressiva | +7.36e+02 | 64 | +7.59e+02 | 66 | +9.77e+03 | 95 |
| Modo: 46    | +1.25e+01 | 11 | +2.48e+00 | 0  | +3.92e-01 | 0  |
| Progressiva | +8.55e+02 | 75 | +7.62e+02 | 67 | +9.77e+03 | 95 |
| Modo: 47    | +8.11e+00 | 1  | +2.73e+00 | 0  | +1.59e+00 | 0  |
| Progressiva | +8.66e+02 | 76 | +7.64e+02 | 67 | +9.77e+03 | 95 |
| Modo: 48    | +1.14e+01 | 10 | +1.14e+01 | 1  | +9.97e-01 | 0  |
| Progressiva | +9.80e+02 | 86 | +7.76e+02 | 68 | +9.77e+03 | 95 |
| Modo: 49    | +9.07e+00 | 0  | +2.74e+02 | 24 | +5.08e-02 | 0  |
| Progressiva | +9.80e+02 | 86 | +1.04e+04 | 92 | +9.77e+03 | 95 |
| Modo: 50    | +7.63e-02 | 0  | +2.50e-02 | 0  | +1.39e+00 | 0  |
| Progressiva | +9.80e+02 | 86 | +1.04e+04 | 92 | +9.77e+03 | 95 |

#### MASSA TOTALE ECCITABILE

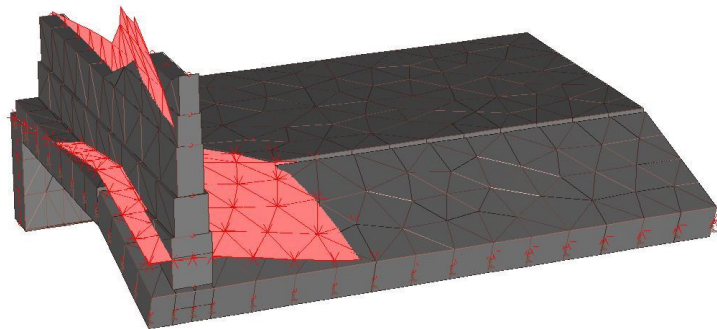
| Direzione X | Direzione Y | Direzione Z |
|-------------|-------------|-------------|
| +1.14e+03   | +1.14e+03   | +1.03e+04   |

Modo 1 f=11.970 Hz T= 0.084 s

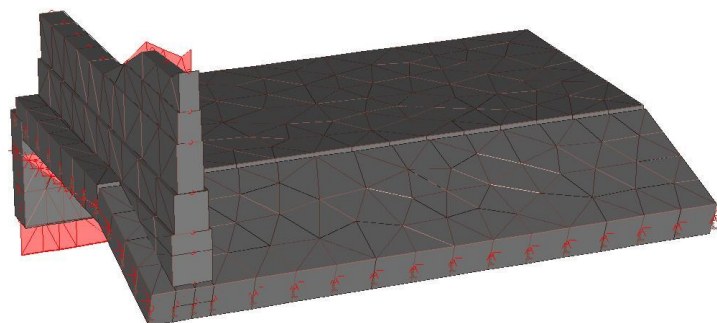




Modo 2  $f=14.750$  Hz  $T=0.068$  s



Modo 3  $f=15.950$  Hz  $T=0.063$  s



## CARICHI PER ELEMENTI BIDIMENSIONALI

### Carico di superficie nella direzione locale z, agente sulla superficie reale

| Descrizione                         | Codice | Cond. carico | Tipo Azione/categoria          | Valore   | Aliq.inerziale | Aliq.inerz.SLD |
|-------------------------------------|--------|--------------|--------------------------------|----------|----------------|----------------|
| Pressione terreno rilevato arginale | 4      | Condizione 1 | Permanente: Permanente portato | 1.000000 | 1.0000         | 1.0000         |

Massima pressione al piede muro =

87.5 kPa

### Carico di superficie nella direzione globale Z, agente sulla superficie reale

| Descrizione                               | Codice | Cond. carico | Tipo Azione/categoria          | Valore    | Aliq.inerziale | Aliq.inerz.SLD |
|---|--------|--------------|--------------------------------|-----------|----------------|----------------|
| Sottospinta idraulica - quota 130.80 mslm | 8      | Condizione 4 | Permanente: Permanente portato | 77.000000 | 1.0000         | 1.0000         |

### Carico di superficie nella direzione globale V, agente sulla superficie reale

| Descrizione               | Codice | Cond. carico | Tipo Azione/categoria          | Valore    | Aliq.inerziale | Aliq.inerz.SLD |
|---------------------------|--------|--------------|--------------------------------|-----------|----------------|----------------|
| Peso acqua interno TR1000 | 9      | Condizione 3 | Permanente: Permanente portato | 65.500000 | 1.0000         | 1.0000         |

## COMBINAZIONI DI CARICO

### NORMATIVA: NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI 2008 ITALIA

#### COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

| Num. | Descrizione            | Parametri                     | Tipo azione/categoria          | Condizione              | Moltiplicatore |
|------|------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------|----------------|
| 1    | Dinamica - SLV - TR200 | Azione sismica: Presente      | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                        |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.000          |
|      |                        |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.000          |
| 2    | Statica TR200          | Azione sismica: Sisma assente | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.300          |
|      |                        |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.300          |
|      |                        |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.300          |
| 8    | Dinamica SLV - TR1000  | Azione sismica: Presente      | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                        |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 3            | 1.000          |
|      |                        |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.000          |
| 9    | Statica TR1000         | Azione sismica: Sisma assente | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.300          |
|      |                        |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 3            | 1.300          |
|      |                        |                               | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.300          |

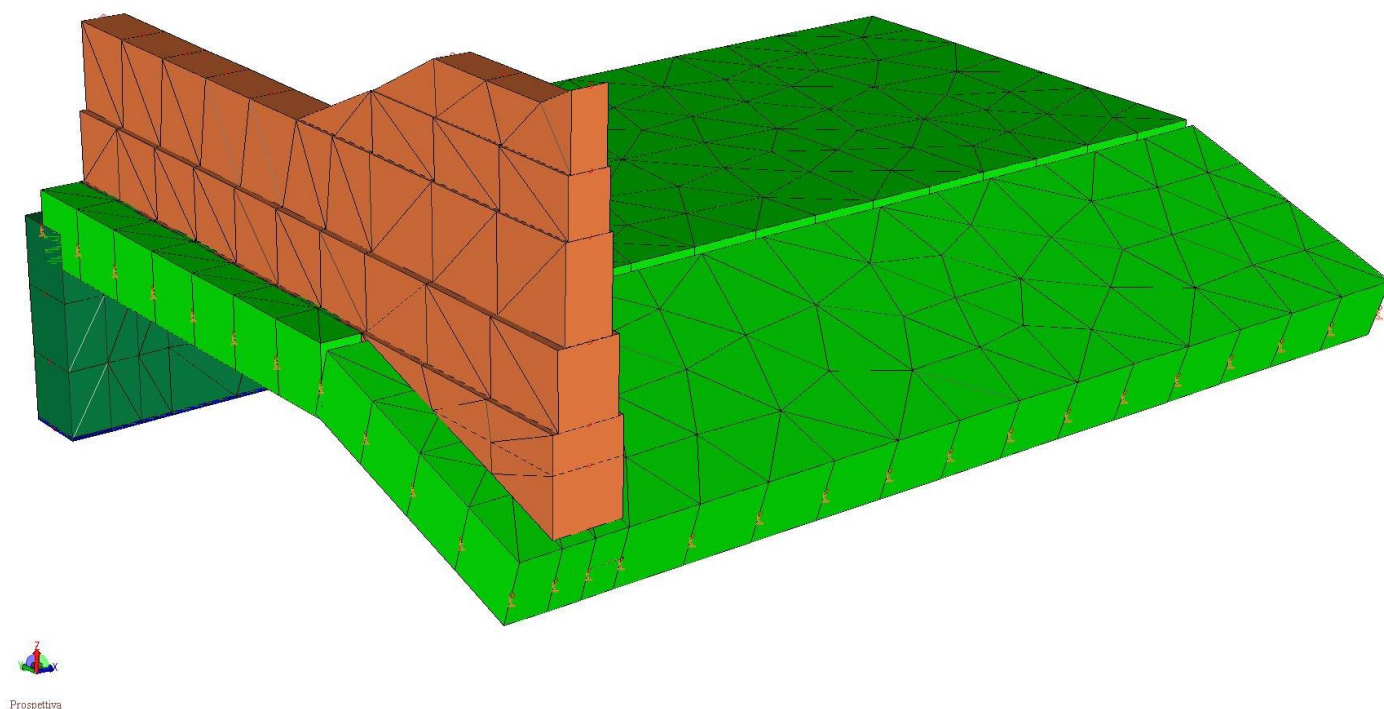


Figura 15-1 – Modello FEM 3d

#### 15.1.1.2 VERIFICHE PLATEA SP. VARIABILE DA 1.90 M A 2.00 M

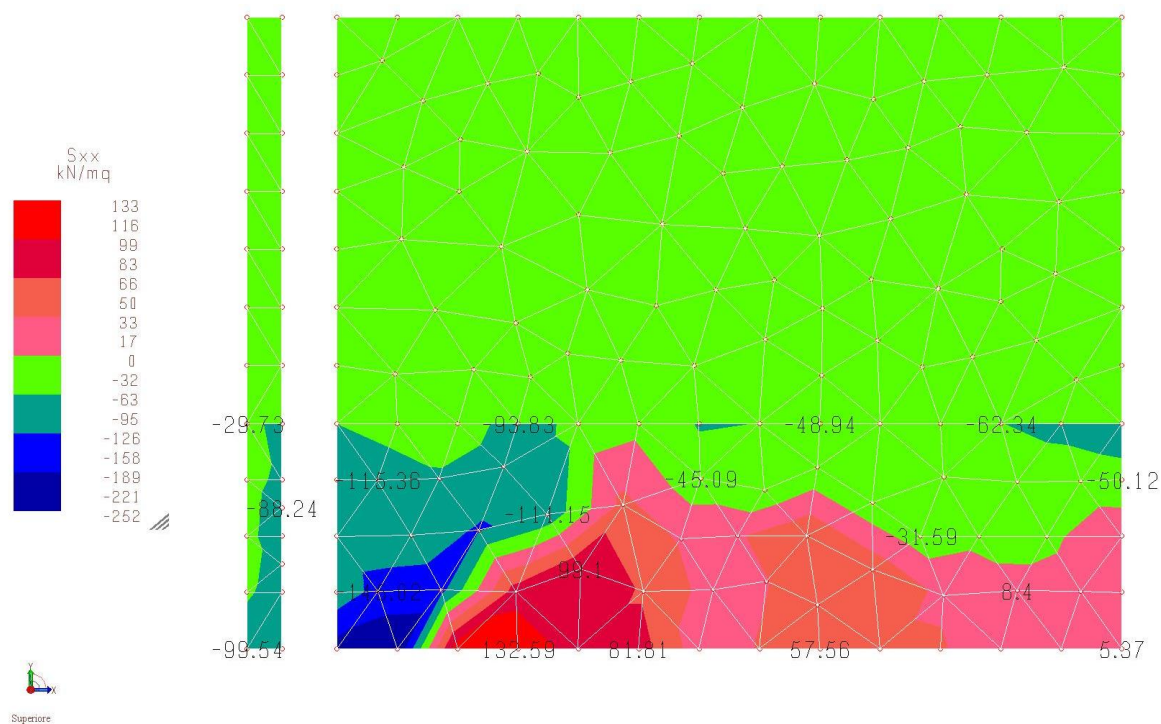


Figura 15-2 – Sforzo normale Sxx platea [kN/m<sup>2</sup>]



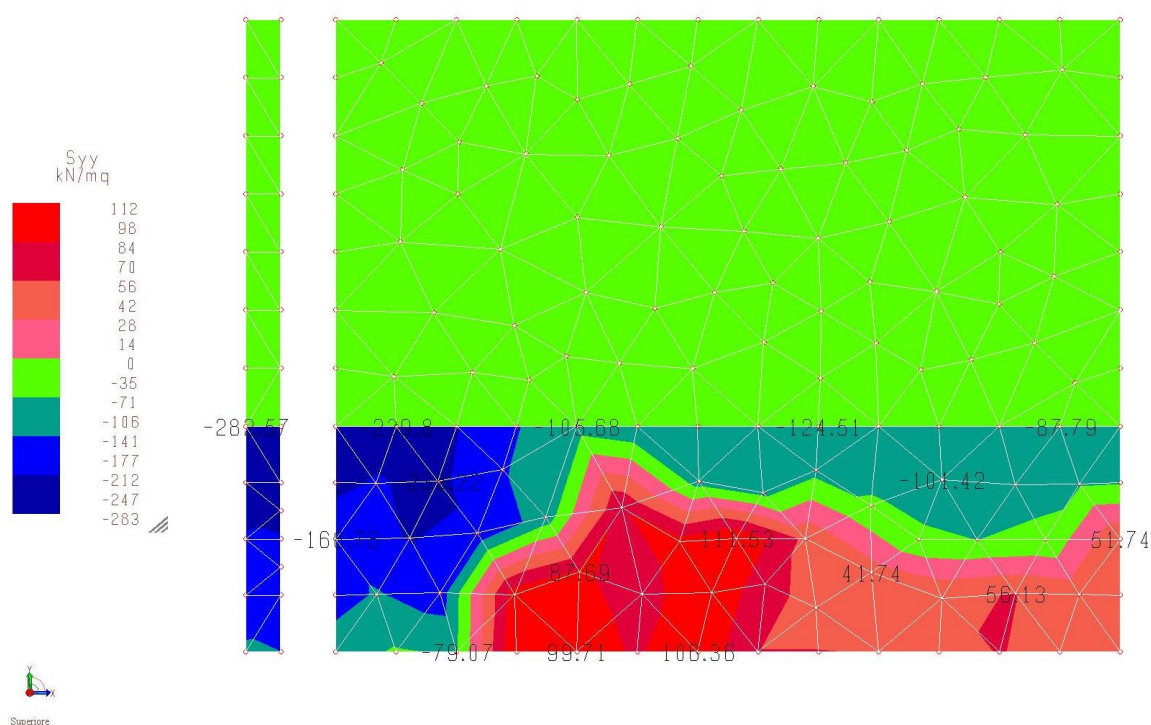


Figura 15-3 – Sforzo normale Syy platea [kN/m<sup>2</sup>]

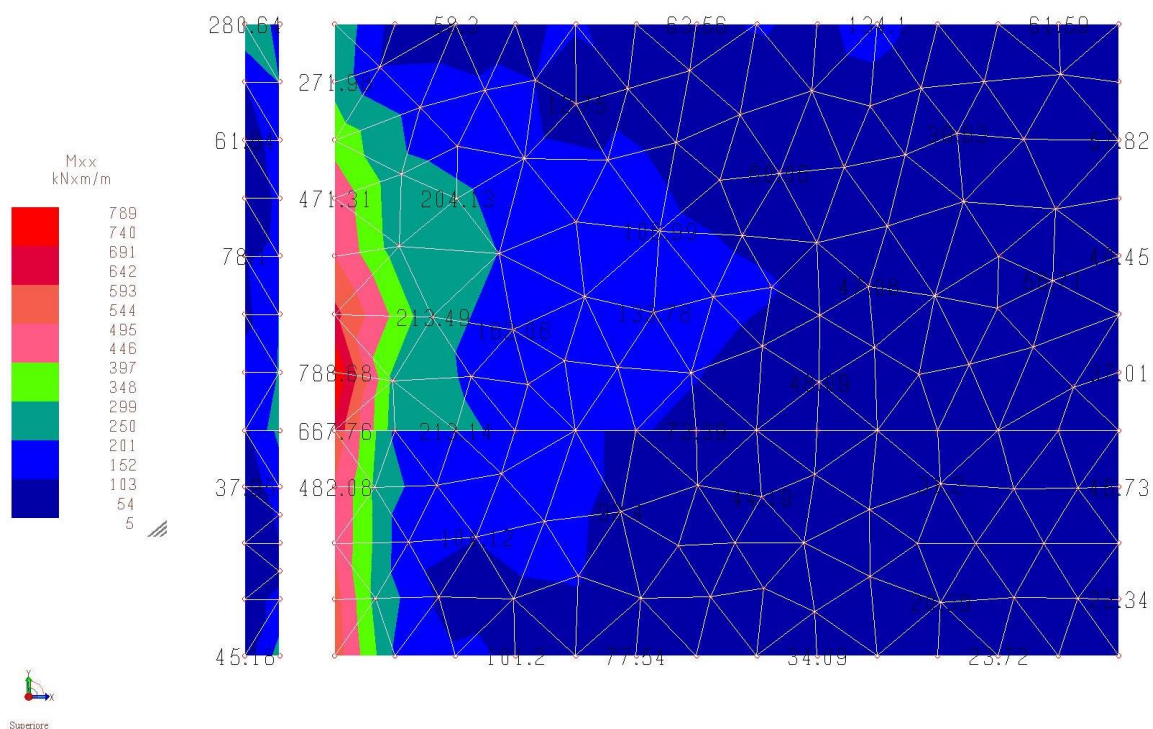


Figura 15-4 – Sollecitazioni di momento Mxx platea [kNm/m]

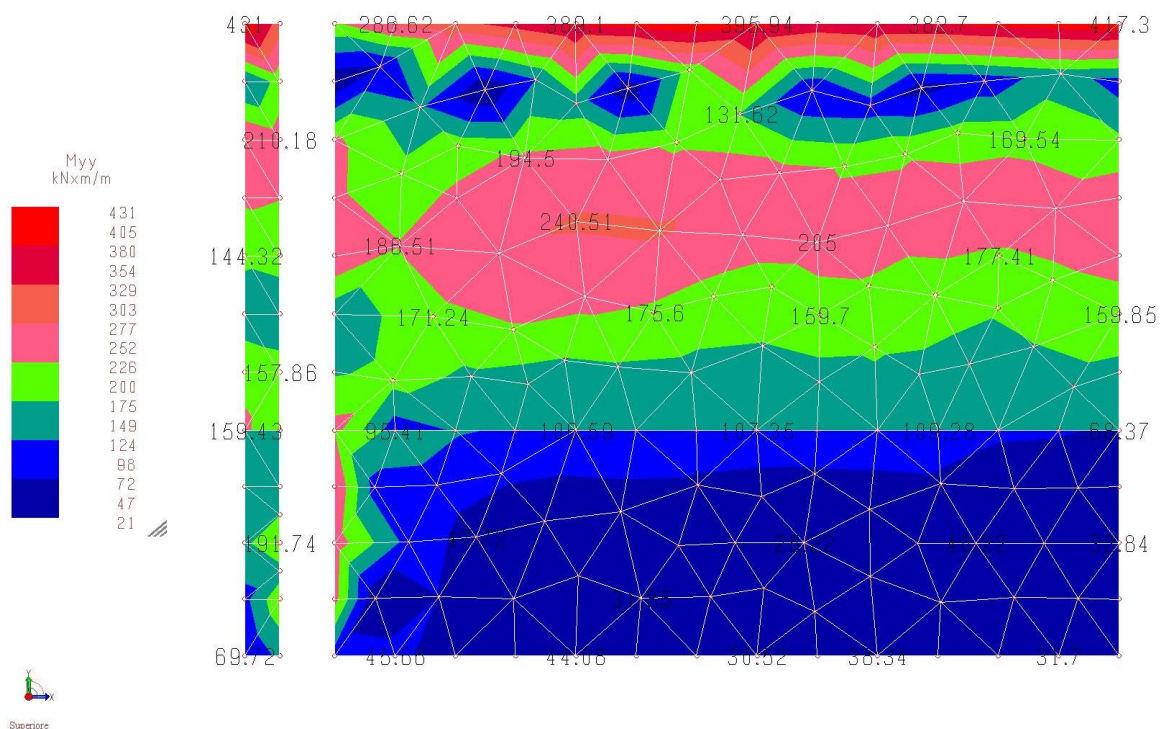


Figura 15-5 – Sollecitazioni di momento  $M_{yy}$  platea [ $\text{kNm/m}$ ]

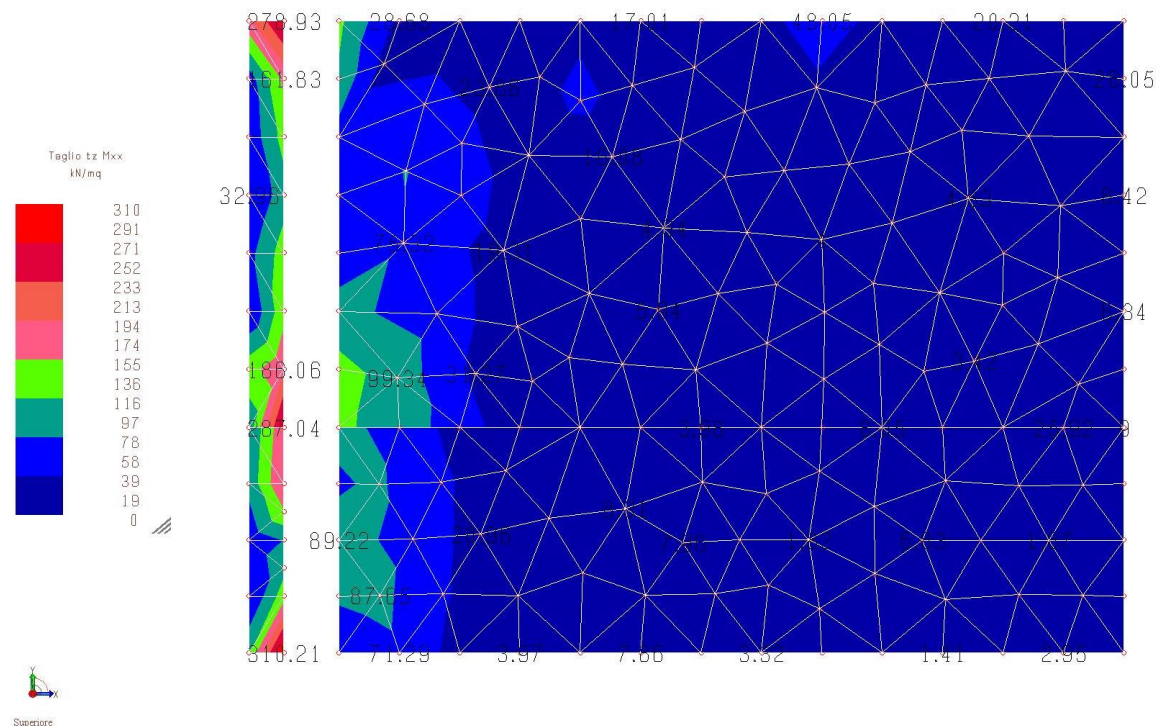


Figura 15-6 – Sollecitazioni di taglio  $t_z M_{xx}$  platea [ $\text{kN/m}^2$ ]



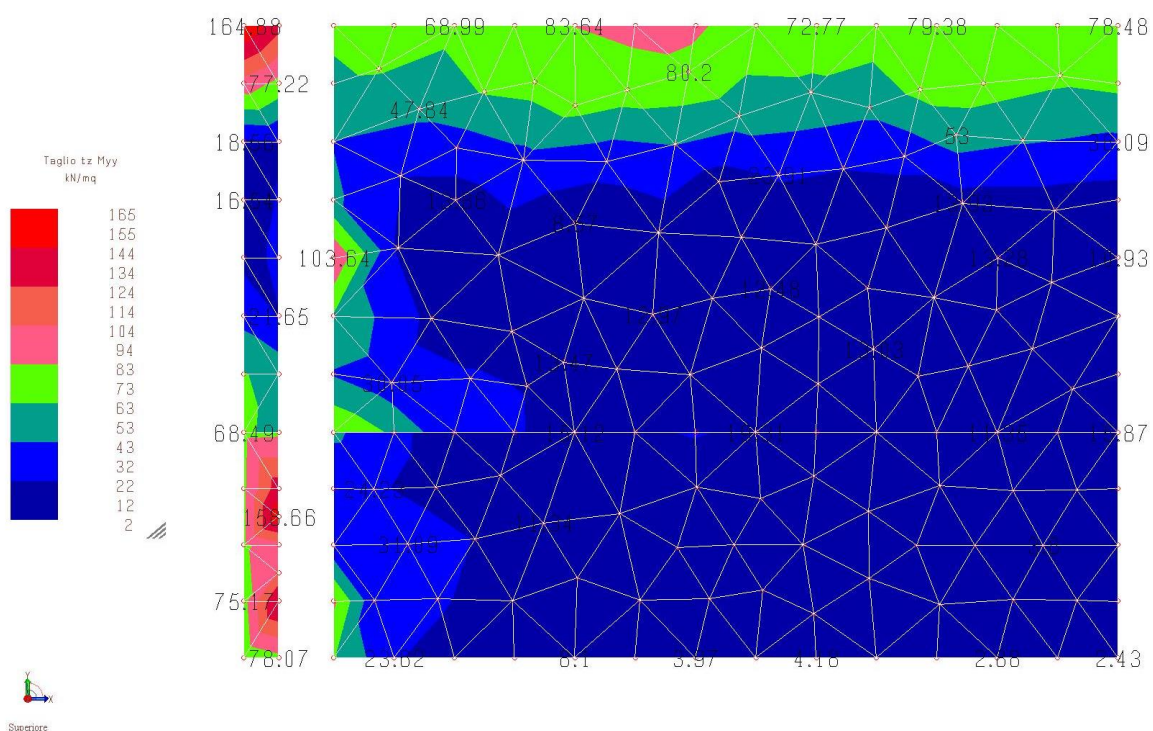


Figura 15-7 – Sollecitazioni di taglio  $t_z M_{yy}$  platea [kN/m<sup>2</sup>]



- Verifica a pressoflessione lungo x platea sp. 1.90 m

$M_{Ed} =$

789 kNm/m

La platea, risulta armata con maglia sup.+inf.  $\Phi 18/20$ , pertanto risulta:

**Titolo :** Platea lungo x

N° strati barre  Zoom

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 190    |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 12.72    | 5      |
| 2  | 12.72    | 185    |

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub>  kN  
 M<sub>xEd</sub>  kNm  
 M<sub>yEd</sub>  kNm

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN  yN

**Tipo rottura**  
 Lato acciaio - Acciaio snervato

**Materiali**  
☒ B450C ☐ C32/40  
 $\epsilon_{su}$   ‰  $\epsilon_{c2}$   ‰  
 $f_{yd}$   N/mm²  $\epsilon_{cu}$   ‰  
 $E_s$   N/mm²  $f_{cd}$   N/mm²  
 $E_s/E_c$    $f_{cc}/f_{cd}$   ?  
 $\epsilon_{syd}$   ‰  $\sigma_{c,adm}$   N/mm²  
 $\sigma_{s,adm}$   N/mm²  $\tau_{co}$    $\tau_{c1}$

**M**  kN m  
 $\sigma_c$   N/mm²  
 $\sigma_s$   N/mm²  
 $\epsilon_c$   ‰  
 $\epsilon_s$   ‰  
 d  cm  
 x  x/d   
 $\delta$

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Metodo di calcolo**  
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☐ Metodo n

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett.   
 Calcola MRd Dominio M-N  
 L<sub>0</sub>  cm Col. modello  
☐ Precompresso

$$M_{Rd} = 912.8 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 789 \text{ kNm/m}$$

- Verifica a pressoflessione lungo y platea sp. 1.90 m

$M_{Ed} =$

431 kNm/m

La platea risulta armata con doppia maglia  $\Phi 18/20$ , pertanto risulta:

**Titolo :** Platea lungo y

**N° strati barre** 2 **Zoom**

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 190    |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 12.72    | 5      |
| 2  | 12.72    | 185    |

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. **Metodo n**

**N<sub>Ed</sub>** 0 **0** kN  
**M<sub>xEd</sub>** 0 **0** kNm  
**M<sub>yEd</sub>** 0 **0**

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Tipo rottura**  
 Lato acciaio - Acciaio snervato

**Materiali**  
**B450C** **C32/40**  
 $\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200'000 N/mm²  $f_{cd}$  18.13  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8 ?  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  12.25  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{co}$  0.7333  
 $\tau_{c1}$  2.114

**M<sub>xRd</sub>** 912.8 kN m  
 $\sigma_c$  -17.83 N/mm²  
 $\sigma_s$  391.3 N/mm²  
 $\epsilon_c$  1.744 ‰  
 $\epsilon_s$  67.5 ‰  
 d 185 cm  
 x 4.66 x/d 0.02519  
 $\delta$  0.7

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Metodo di calcolo**  
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☐ Metodo n

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

**N° rett.** 100  
**Calcola MRd** **Dominio M-N**  
**L<sub>0</sub>** 0 cm **Col. modello**

☐ Precompresso

$$M_{Rd} = 912.8 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 431 \text{ kNm/m}$$

### - Verifica a taglio platea sp. 1.90 m

Per la verifica a taglio si considera la direzione x, maggiormente sollecitata:

$$V_{Ed} = 310 \times 1.90 = 589 \text{ kN/m}$$

La platea risulta armata a taglio con ganci  $\Phi 12/33/33$ , pertanto risulta:

|   |   |                    |  |
|---|---|--------------------|--|
| Classe di duttilità scelta:   | CD B: bassa                                 | B: bassa           |  |
| $f_{ck} =$  | 32  | MPa                |  |
| $f_{yd} =$  | 391.3                                       | Mpa                |  |
| $f_{cd} =$  | 18.1  | MPa                |  |
| $f'_{cd} = 0,5f_{cd} =$   | 9.1   | MPa                |  |
| $H =$   | 1900  | mm                 |  |
| $b_w =$   | 1000  | mm                 |  |
| $d =$   | 1850  | mm                 |  |
| $N_{Ed} =$  | 0.E+00                                      | N (compr)          |  |
| $V_{Ed} =$  | 589'000                                     | N                  |  |
| $\cotg\theta =$   | $\in [1; 2,5]$ (per $V_{Rds}$ e $V_{Rcd}$ ) | 2.50               | (accettabile)                                |
| $(\cotg\theta)^2 =$   | 6.25  |                    |  |
| staffe $\phi =$   | 12  | mm                 |  |
| numero bracci resistenti sezione  | 3   |                    |  |
| passo "s" =   | 33  | cm                 |  |
| $A_s/s =$   | 10.28                                       | cm <sup>2</sup> /m |  |
| $\alpha =$  | 90 °  | =                  | 1.5708 rad                                   |
| $A_C = b_w H =$   | 1'900'000                                   | mmq                |  |
| $\sigma_{cp} = N_{Sd}/A_c =$  | 0.000                                       | Mpa                |  |
| $\alpha_C =$  | 1.00  |                    |  |
| $V_{Rsd} =$ (eq. 6.13 - E.C.2)  | 2.E+06                                      | N =                | 1674.65 kN                                   |
| $V_{Rd,max} =$ (eq. 6.14 - E.C.2)                                       | 5.E+06                                      | N =                | 5205.52 kN                                   |
| $V_{Ed\ lim} = 0,5 b_w d 0,6(1 - f_{ck}/250)f_{cd} =$ (eq. 6.5 - E.C.2) | 9.E+06                                      | N =                | 8775.81 kN                                   |
| $V_{Ed} =$  | 589.00                                      | kN                 | < $V_{Rds} = 1674.65$ kN (soddisfacente)     |
| $V_{Ed} =$  | 589.00                                      | kN                 | < $V_{Rd,max} = 5205.52$ kN (soddisfacente)  |
| $V_{Ed} =$  | 589.00                                      | kN                 | < $V_{Ed\ lim} = 8775.81$ kN (soddisfacente) |

**15.1.1.3 VERIFICHE MURI CORRENTI SP. VARIABILE, LUNGO L'ALTEZZA E LUNGO LO SVILUPPO, DA 1.00 M A 2.00 M**

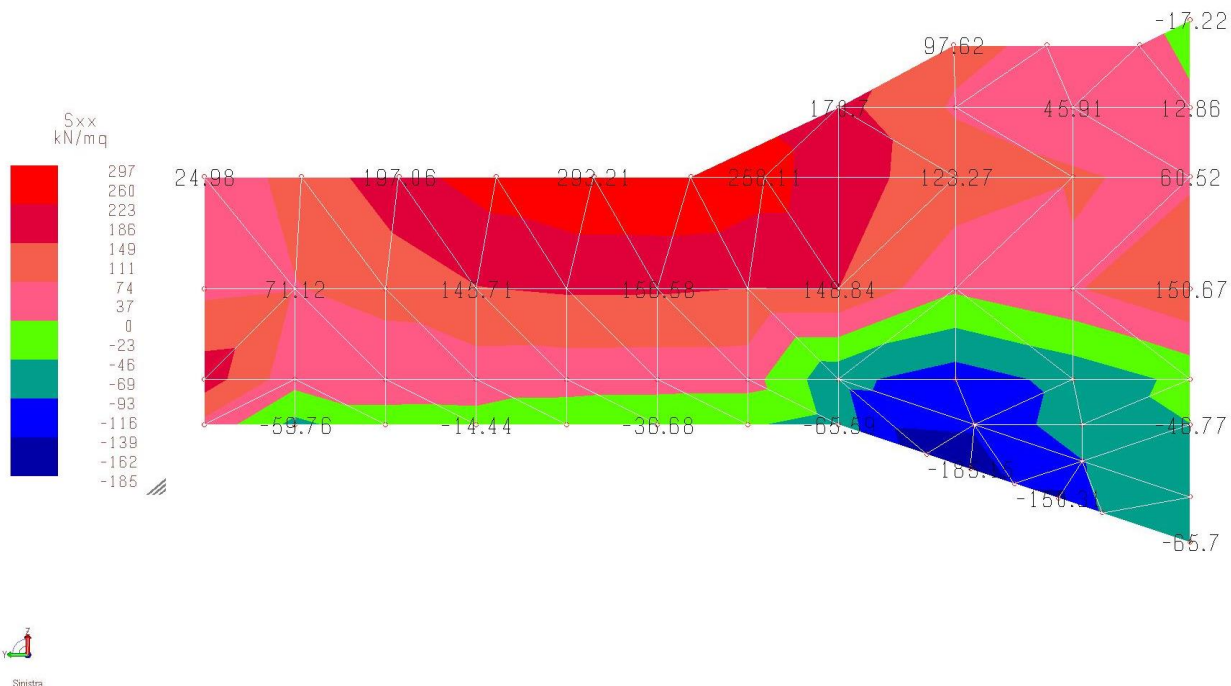


Figura 15-8 – Sforzo normale Sxx muri correnti [kN/m<sup>2</sup>]

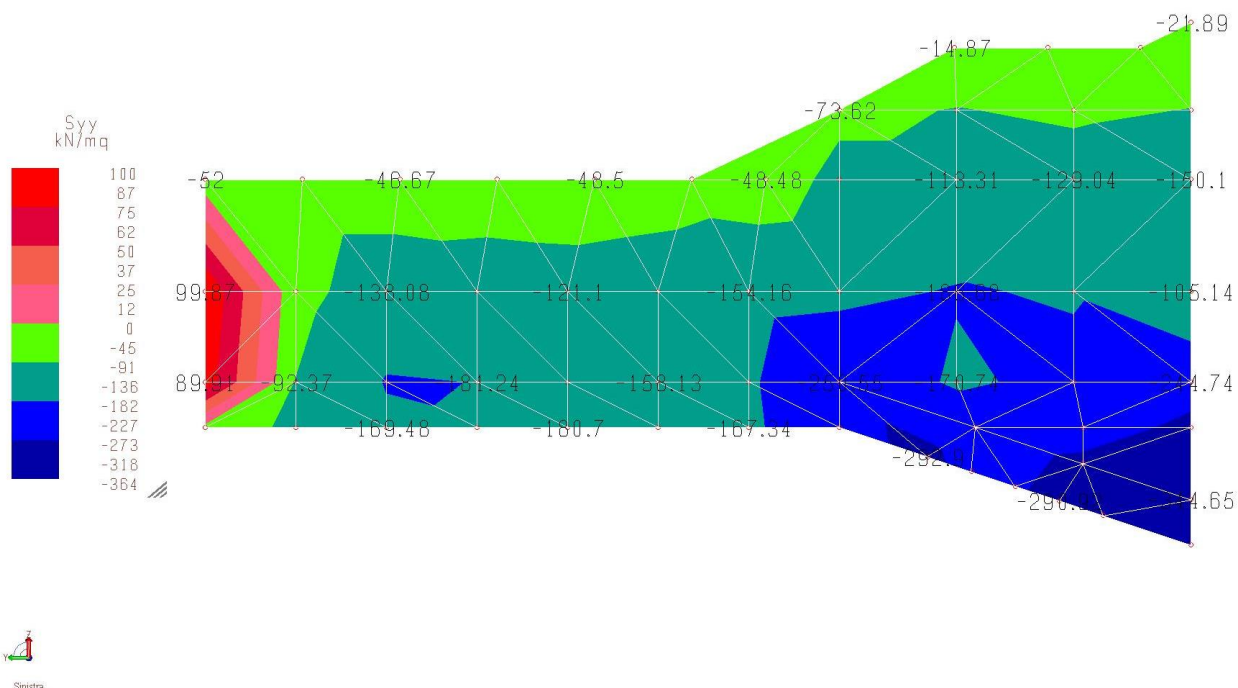


Figura 15-9 – Sforzo normale Syy muri correnti [kN/m<sup>2</sup>]

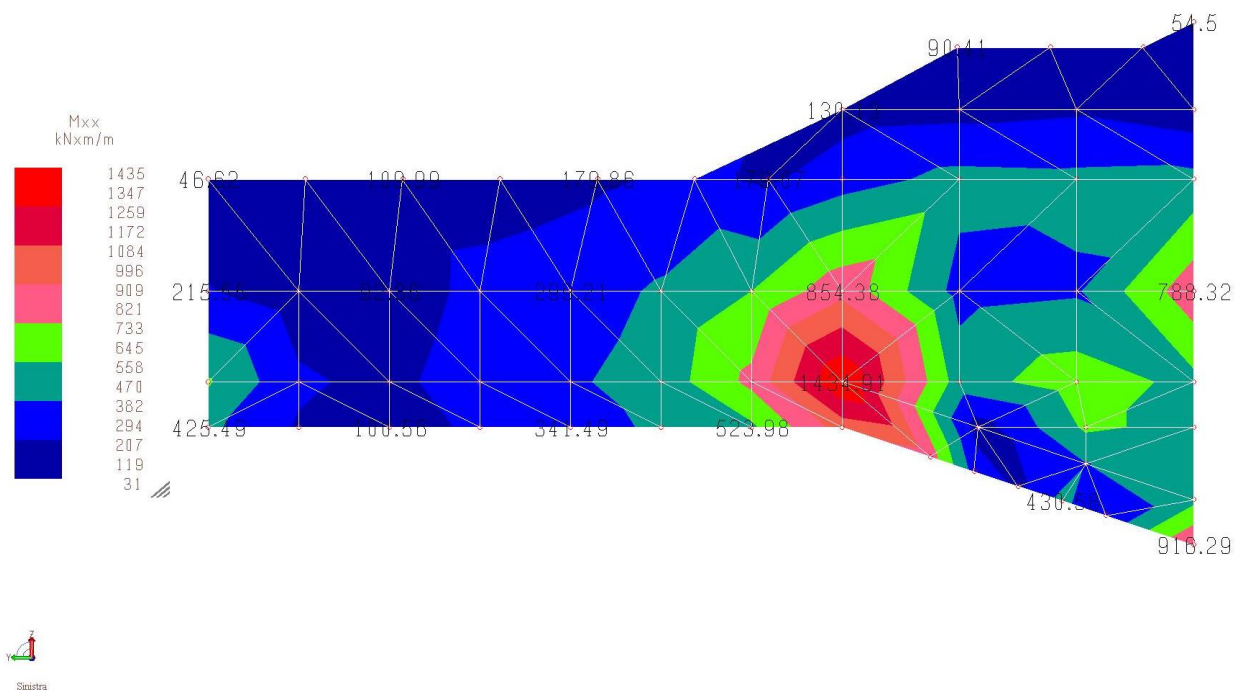


Figura 15-10 – Sollecitazioni di momento Mxx muri correnti [kNm/m]

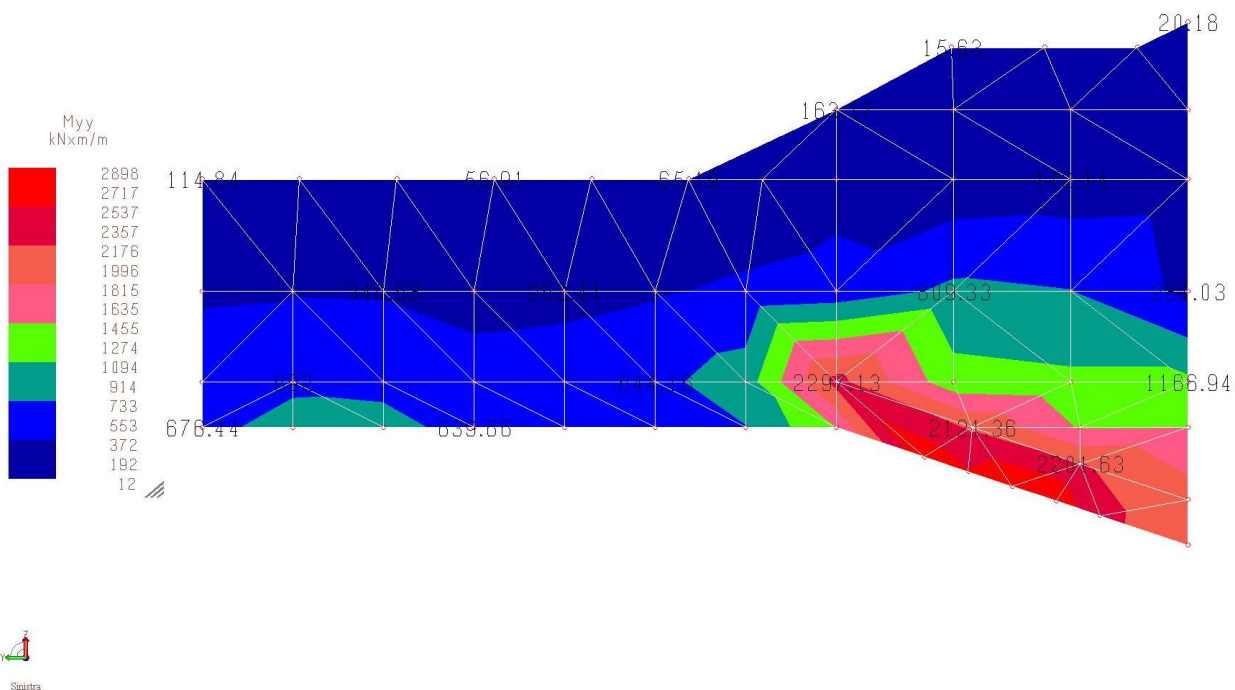
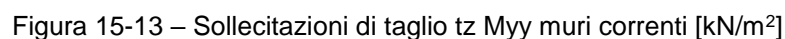


Figura 15-11 – Sollecitazioni di momento Myy muri correnti [kNm/m]







- Verifica a pressoflessione lungo x muri correnti

$M_{Ed} =$

1435 kNm/m

I muri correnti risultano armati con due livelli di armatura pari a 5+5Φ26/100, pertanto risulta:

**Titolo:** Muri correnti lungo x

N° strati barre: 2 Zoom

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 160    |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 26.55    | 5      |
| 2  | 26.55    | 155    |

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 kN  
 M<sub>xEd</sub> 0 kNm  
 M<sub>yEd</sub> 0 kNm

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Tipo rottura**  
 Lato acciaio - Acciaio snervato

**Materiali**  
**B450C** **C32/40**  
 ε<sub>su</sub> 67.5 ‰ ε<sub>c2</sub> 2 ‰  
 f<sub>yd</sub> 391.3 N/mm² ε<sub>cu</sub> 3.5 ‰  
 E<sub>s</sub> 200'000 N/mm² f<sub>cd</sub> 18.13 N/mm²  
 E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0.8 ?  
 ε<sub>syd</sub> 1.957 ‰ σ<sub>c,adm</sub> 12.25 N/mm²  
 σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0.7333  
 τ<sub>c1</sub> 2.114

M<sub>xRd</sub> 1'579 kN m  
 σ<sub>c</sub> -18.13 N/mm²  
 σ<sub>s</sub> 391.3 N/mm²  
 ε<sub>c</sub> 2.685 ‰  
 ε<sub>s</sub> 67.5 ‰  
 d 155 cm  
 x 5.929 x/d 0.03825  
 δ 0.7

**Metodo di calcolo**  
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☒ Metodo n

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett. 100  
 Calcola MRd Dominio M-N  
 L<sub>0</sub> 0 cm Col. modello  
☐ Precompresso

$$M_{Rd} = 1579 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 1435 \text{ kNm/m}$$

### - Verifica a pressoflessione lungo y muri correnti

Per la verifica a momento flettente lungo y dei muri correnti (sp. medio 1.60 m), si considera, ragionevolmente, un valore medio individuato in una zona significativa, preso pari a:

$$M_{Ed} = 2297 \text{ kNm/m}$$

Inoltre si considera, un contributo medio di compressione, pari a:

$$N_{Ed} = 250.55 \times 1.60 = 400.88 \text{ kN/m}$$

I muri correnti risultano armati con quattro livelli di armatura pari a 5Φ26, 5+5Φ18/100, 5Φ26; pertanto risulta:

**Titolo:** Muri correnti lungo y

**N° strati barre:** 4 **Zoom**

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 160    |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 26.55    | 5      |
| 2  | 12.72    | 15     |
| 3  | 12.72    | 145    |
| 4  | 26.55    | 155    |

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. **Metodo n**  
 N<sub>Ed</sub> 400.88 0 kN  
 M<sub>xEd</sub> 0 0 kNm  
 M<sub>yEd</sub> 0 0

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Tipo rottura**  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Materiali**  
**B450C** **C32/40**  
 ε<sub>su</sub> 67.5 ‰ ε<sub>c2</sub> 2 ‰  
 f<sub>yd</sub> 391.3 N/mm² ε<sub>cu</sub> 3.5 ‰  
 E<sub>s</sub> 200'000 N/mm² f<sub>cd</sub> 18.13  
 E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0.8 ?  
 ε<sub>syd</sub> 1.957 ‰ σ<sub>c,adm</sub> 12.25  
 σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0.7333  
 τ<sub>c1</sub> 2.114

**M<sub>xRd</sub>** 2'613 kN m  
 σ<sub>c</sub> -18.13 N/mm²  
 σ<sub>s</sub> 391.3 N/mm²  
 ε<sub>c</sub> 3.5 ‰  
 ε<sub>s</sub> 51.05 ‰  
 d 155 cm  
 x 9.946 x/d 0.06417  
 δ 0.7

**Metodo di calcolo**  
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☒ Metodo n

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

**N° rett.** 100  
**Calcola MRd** **Dominio M-N**  
 L<sub>0</sub> 0 cm **Col. modello**  
☐ Precompresso

$$M_{Rd} = 2613 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 2297 \text{ kNm/m}$$

### - Verifica a taglio muri correnti

Per la verifica a taglio si considera la direzione y, maggiormente sollecitata, e si assume, ragionevolmente, un valore medio individuato in una zona significativa, preso pari a:

$$V_{Ed} = 506 \times 1.60 = 809.6 \text{ kN/m}$$

I muri correnti risultano armati a taglio con ganci  $\Phi 12/33/33$ , pertanto risulta:

|  |   |                    |  |
|--|---|--------------------|--|
| Classe di duttilità scelta:  | CD B: bassa                                 | B: bassa           |  |
| $f_{ck} =$   | 32  | MPa                |  |
| $f_{yd} =$   | 391.3                                       | Mpa                |  |
| $f_{cd} =$   | 18.1  | MPa                |  |
| $f'_{cd} = 0,5f_{cd} =$  | 9.1   | MPa                |  |
| $H =$  | 1600  | mm                 |  |
| $b_w =$  | 1000  | mm                 |  |
| $d =$  | 1550  | mm                 |  |
| $N_{Ed} =$   | 0.E+00                                      | N (compr)          |  |
| $V_{Ed} =$   | 809'600                                     | N                  |  |
| $\cotg\theta =$  | $\in [1; 2,5]$ (per $V_{Rds}$ e $V_{Rcd}$ ) | 2.50               | (accettabile)                              |
| $(\cotg\theta)^2 =$  | 6.25  |                    |  |
| staffe $\phi =$  | 12  | mm                 |  |
| numero bracci resistenti sezione   | 3   |                    |  |
| passo "s" =  | 33  | cm                 |  |
| $A_s/s =$  | 10.28                                       | cm <sup>2</sup> /m |  |
| $\alpha =$   | 90 °  | =                  | 1.5708 rad                                 |
| $A_C = b_w H =$  | 1'600'000                                   | mmq                |  |
| $\sigma_{cp} = N_{Sd}/A_c =$   | 0.000                                       | Mpa                |  |
| $\alpha_C =$   | 1.00  |                    |  |
| $V_{Rsd} =$ (eq. 6.13 - E.C.2)   | 1.E+06                                      | N =                | 1403.08 kN                                 |
| $V_{Rd,max} =$ (eq. 6.14 - E.C.2)  | 4.E+06                                      | N =                | 4361.38 kN                                 |
| $V_{Ed\ lim} = 0,5 b_w d 0,6(1 - f_{ck}/250)f_{cd} =$<br>(eq. 6.5 - E.C.2) | 7.E+06                                      | N =                | 7352.70 kN                                 |
| $V_{Ed} =$   | 809.60 kN                                   | <                  | $V_{Rds} =$ 1403.08 kN (soddisfacente)     |
| $V_{Ed} =$   | 809.60 kN                                   | <                  | $V_{Rd,max} =$ 4361.38 kN (soddisfacente)  |
| $V_{Ed} =$   | 809.60 kN                                   | <                  | $V_{Ed\ lim} =$ 7352.70 kN (soddisfacente) |

#### 15.1.1.4 VERIFICHE TAGLIONE SP. 2.00 M

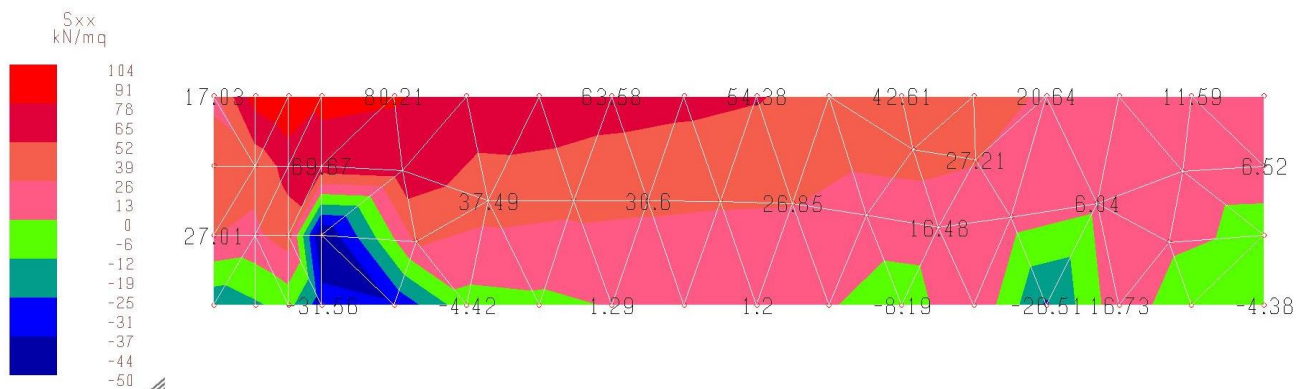


Figura 15-14 – Sforzo normale Sxx taglione [kN/m²]

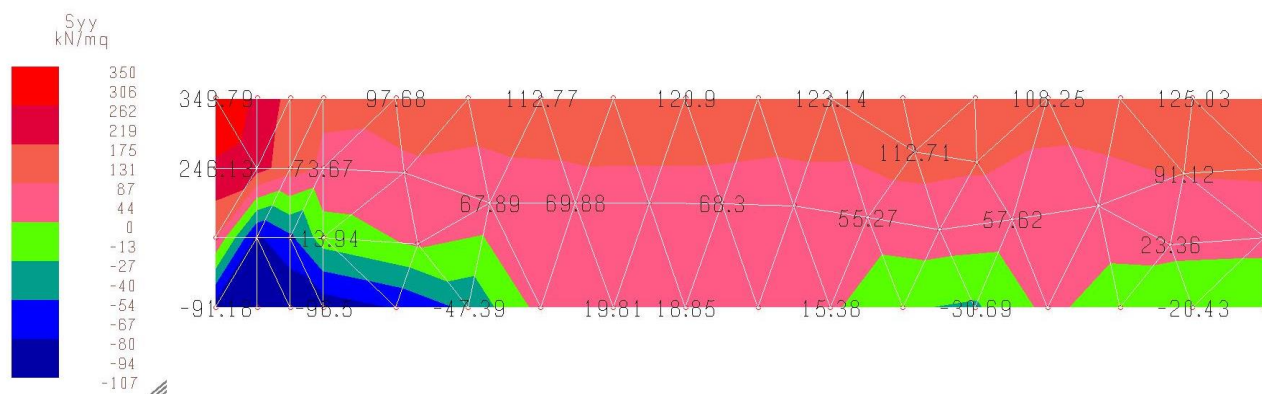


Figura 15-15 – Sforzo normale Syy taglione [kN/m²]

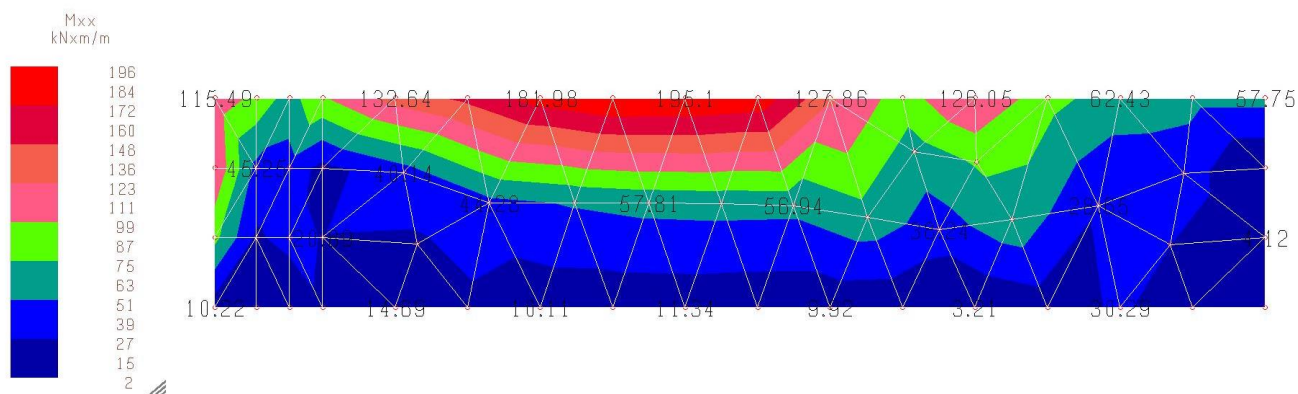


Figura 15-16 – Sollecitazioni di momento Mxx taglione [kNm/m]

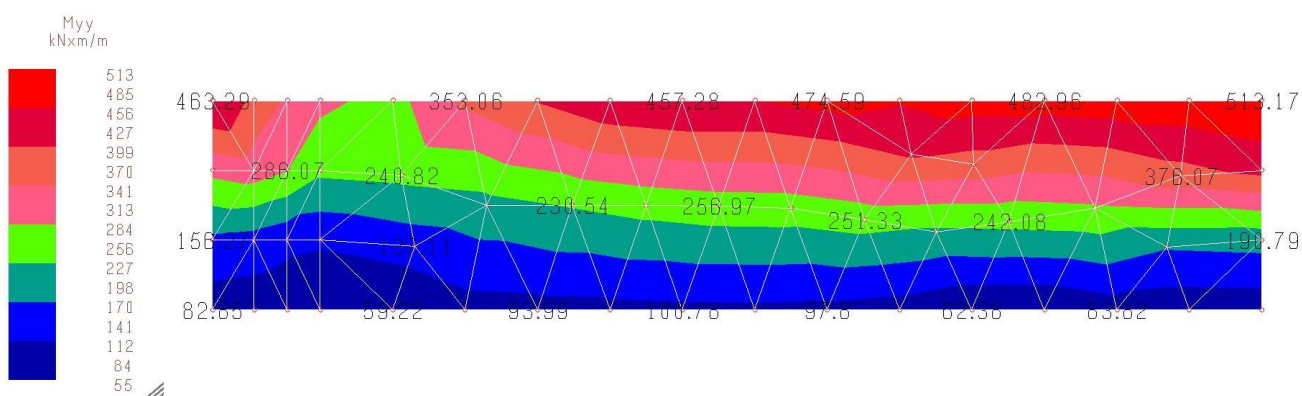
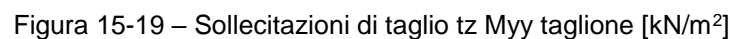
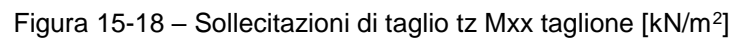


Figura 15-17 – Sollecitazioni di momento Myy taglione [kNm/m]







- Verifica a pressoflessione lungo x taglione

$M_{Ed} =$

196 kNm/m

Il taglione risulta armato con doppia maglia sup+inf.  $\Phi 18/20$ , pertanto risulta:

**Titolo :** Taglione lungo x

**N° strati barre** 2 **Zoom**

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 190    |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 12.72    | 5      |
| 2  | 12.72    | 185    |

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. **Metodo n**

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Tipo rottura**  
 Lato acciaio - Acciaio snervato

**Metodo di calcolo**  
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☐ Metodo n

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

**Materiali**  
**B450C** **C32/40**  
 $\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200'000 N/mm²  $f_{cd}$  18.13  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  12.25  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{co}$  0.7333  
 $\tau_{c1}$  2.114

**M<sub>xRd</sub>** 912.8 kN m  
 $\sigma_c$  -17.83 N/mm²  
 $\sigma_s$  391.3 N/mm²  
 $\epsilon_c$  1.744 ‰  
 $\epsilon_s$  67.5 ‰  
 d 185 cm  
 x 4.66 x/d 0.02519  
 $\delta$  0.7

**N° rett.** 100  
**Calcola MRd** **Dominio M-N**  
 L<sub>0</sub> 0 cm **Col. modello**  
☐ Precompresso

$$M_{Rd} = 912.8 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 196 \text{ kNm/m}$$

- Verifica a pressoflessione lungo y taglione

$M_{Ed} =$

513 kNm/m

Il taglione risulta armato con doppia maglia sup+inf.  $\Phi 18/20$ , pertanto risulta:

**Titolo :** Taglione lungo y

N° strati barre  Zoom

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 190    |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 12.72    | 5      |
| 2  | 12.72    | 185    |

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. ☒ Metodo n

N<sub>Ed</sub>  kN  
 M<sub>xEd</sub>  kNm  
 M<sub>yEd</sub>  kNm

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN  yN

**Tipo rottura**  
 Lato acciaio - Acciaio snervato

**Materiali**  
**B450C** **C32/40**  
 $\epsilon_{su}$   ‰  $\epsilon_{c2}$   ‰  
 $f_{yd}$   N/mm²  $\epsilon_{cu}$   ‰  
 $E_s$   N/mm²  $f_{cd}$   N/mm²  
 $E_s/E_c$    $f_{cc}/f_{cd}$   ?  
 $\epsilon_{syd}$   ‰  $\sigma_{c,adm}$   N/mm²  
 $\sigma_{s,adm}$   N/mm²  $\tau_{co}$    $\tau_{c1}$

M<sub>xRd</sub>  kN m  
 $\sigma_c$   N/mm²  
 $\sigma_s$   N/mm²  
 $\epsilon_c$   ‰  
 $\epsilon_s$   ‰  
 d  cm  
 x  x/d   
 $\delta$

**Metodo di calcolo**  
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☐ Metodo n

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett.   
 Calcola MRd Dominio M-N  
 L<sub>0</sub>  cm Col. modello  
☐ Precompresso

$$M_{Rd} = 912.8 \text{ kNm/m} > M_{Ed} = 513 \text{ kNm/m}$$

### - Verifica a taglio taglione

Per la verifica a taglio si considera la direzione y, maggiormente sollecitata:

$$V_{Ed} = 71.70 \times 1.90 = 136.23 \text{ kN/m}$$

Il taglione risulta armato a taglio con ganci  $\Phi 12/33/33$ , pertanto risulta:

|   |   |                    |  |
|---|---|--------------------|--|
| Classe di duttilità scelta:   | CD B: bassa                                 | B: bassa           |  |
| $f_{ck} =$  | 32  | MPa                |  |
| $f_{yd} =$  | 391.3                                       | Mpa                |  |
| $f_{cd} =$  | 18.1  | MPa                |  |
| $f'_{cd} = 0,5f_{cd} =$   | 9.1   | MPa                |  |
| $H =$   | 1900  | mm                 |  |
| $b_w =$   | 1000  | mm                 |  |
| $d =$   | 1850  | mm                 |  |
| $N_{Ed} =$  | 0.E+00                                      | N (compr)          |  |
| $V_{Ed} =$  | 136'230                                     | N                  |  |
| $\cotg\theta =$   | $\in [1; 2,5]$ (per $V_{Rds}$ e $V_{Rcd}$ ) | 2.50               | (accettabile)                                |
| $(\cotg\theta)^2 =$   | 6.25  |                    |  |
| staffe $\phi =$   | 12  | mm                 |  |
| numero bracci resistenti sezione  | 3   |                    |  |
| passo "s" =   | 33  | cm                 |  |
| $A_s/s =$   | 10.28                                       | cm <sup>2</sup> /m |  |
| $\alpha =$  | 90 °  | =                  | 1.5708 rad                                   |
| $A_C = b_w H =$   | 1'900'000                                   | mmq                |  |
| $\sigma_{cp} = N_{sd}/A_c =$  | 0.000                                       | Mpa                |  |
| $\alpha_C =$  | 1.00  |                    |  |
| $V_{Rsd} =$ (eq. 6.13 - E.C.2)  | 2.E+06                                      | N =                | 1674.65 kN                                   |
| $V_{Rd,max} =$ (eq. 6.14 - E.C.2)                                       | 5.E+06                                      | N =                | 5205.52 kN                                   |
| $V_{Ed\ lim} = 0,5 b_w d 0,6(1 - f_{ck}/250)f_{cd} =$ (eq. 6.5 - E.C.2) | 9.E+06                                      | N =                | 8775.81 kN                                   |
| $V_{Ed} =$  | 136.23                                      | kN                 | < $V_{Rds} = 1674.65$ kN (soddisfacente)     |
| $V_{Ed} =$  | 136.23                                      | kN                 | < $V_{Rd,max} = 5205.52$ kN (soddisfacente)  |
| $V_{Ed} =$  | 136.23                                      | kN                 | < $V_{Ed\ lim} = 8775.81$ kN (soddisfacente) |

## 15.1.2 MODELLO DI CALCOLO FEM – SLE – SLD

### 15.1.2.1 TABULATI DI ANALISI

## COMBINAZIONI DI CARICO

### NORMATIVA: NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI 2008 ITALIA

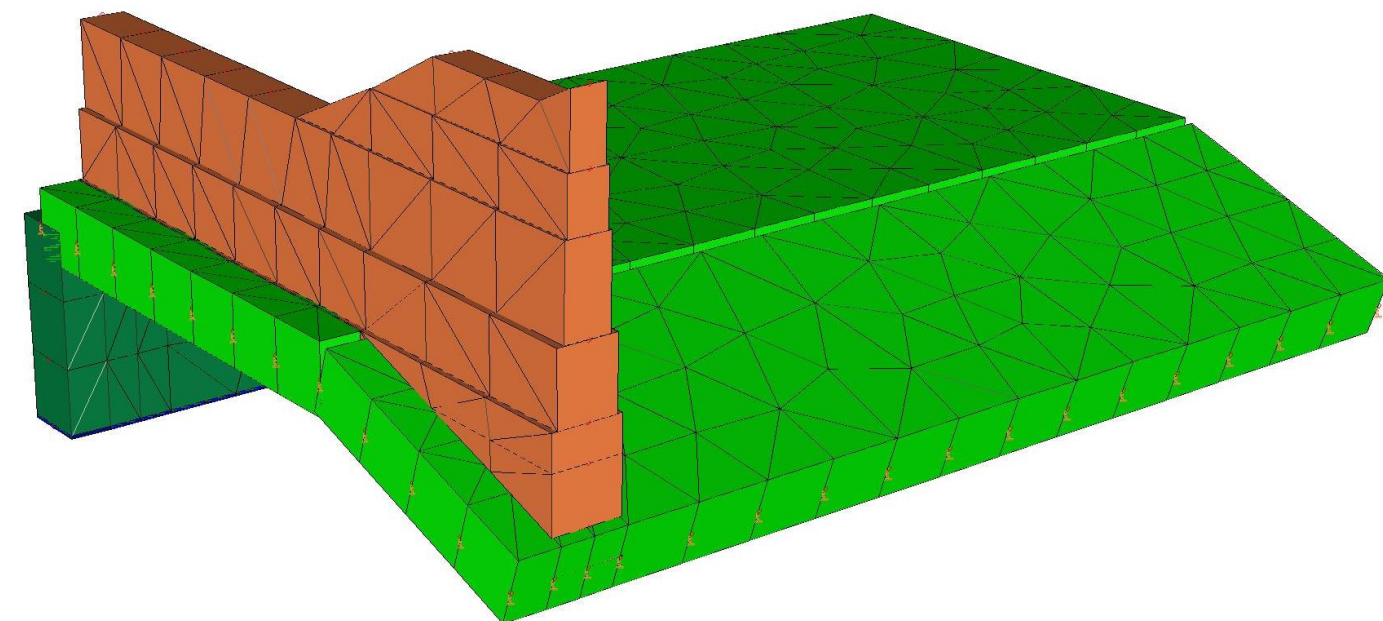
#### COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE D'ESERCIZIO

| Num. | Descrizione            | Parametri                | Tipo azione/categoria          | Condizione              | Moltiplicatore |
|------|------------------------|--------------------------|--------------------------------|-------------------------|----------------|
| 1    | Dinamica - SLD - TR200 | Azione sismica: Presente | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                        |                          | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.000          |
|      |                        |                          | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.000          |
| 8    | Dinamica SLD - TR1000  | Azione sismica: Presente | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                        |                          | Permanente: Permanente portato | Condizione 3            | 1.000          |
|      |                        |                          | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.000          |

| Num. | Descrizione                | Parametri       | Tipo azione/categoria          | Condizione              | Moltiplicatore |
|------|----------------------------|-----------------|--------------------------------|-------------------------|----------------|
| 3    | Frequente - Statica TR1000 | Tipologia: Rara | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 3            | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.000          |
| 4    | Frequente - Statica TR200  | Tipologia: Rara | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.000          |
| 10   | Rara - Statica TR1000      | Tipologia: Rara | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 3            | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.000          |
| 11   | Rara - Statica TR200       | Tipologia: Rara | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.000          |
| 13   | QP - Statica TR1000        | Tipologia: Rara | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 3            | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.000          |
| 14   | QP - Statica TR200         | Tipologia: Rara | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.000          |
|      |                            |                 | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.000          |

#### COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI DANNO

| Num. | Descrizione  | Parametri                | Tipo azione/categoria          | Condizione              | Moltiplicatore |
|------|--------------|--------------------------|--------------------------------|-------------------------|----------------|
| 16   | SLD - TR1000 | Azione sismica: Presente | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |              |                          | Permanente: Permanente portato | Condizione 3            | 1.000          |
|      |              |                          | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.000          |
| 17   | SLD - TR200  | Azione sismica: Presente | Permanente: Peso Proprio       | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |              |                          | Permanente: Permanente portato | Condizione 1            | 1.000          |
|      |              |                          | Permanente: Permanente portato | Condizione 4            | 1.000          |



Prospettiva

Figura 15-20 – Modello FEM 3d



### 15.1.2.2 VERIFICHE PLATEA SP. VARIABILE DA 1.90 M A 2.00 M - LIMITAZIONE DELLE TENSIONI

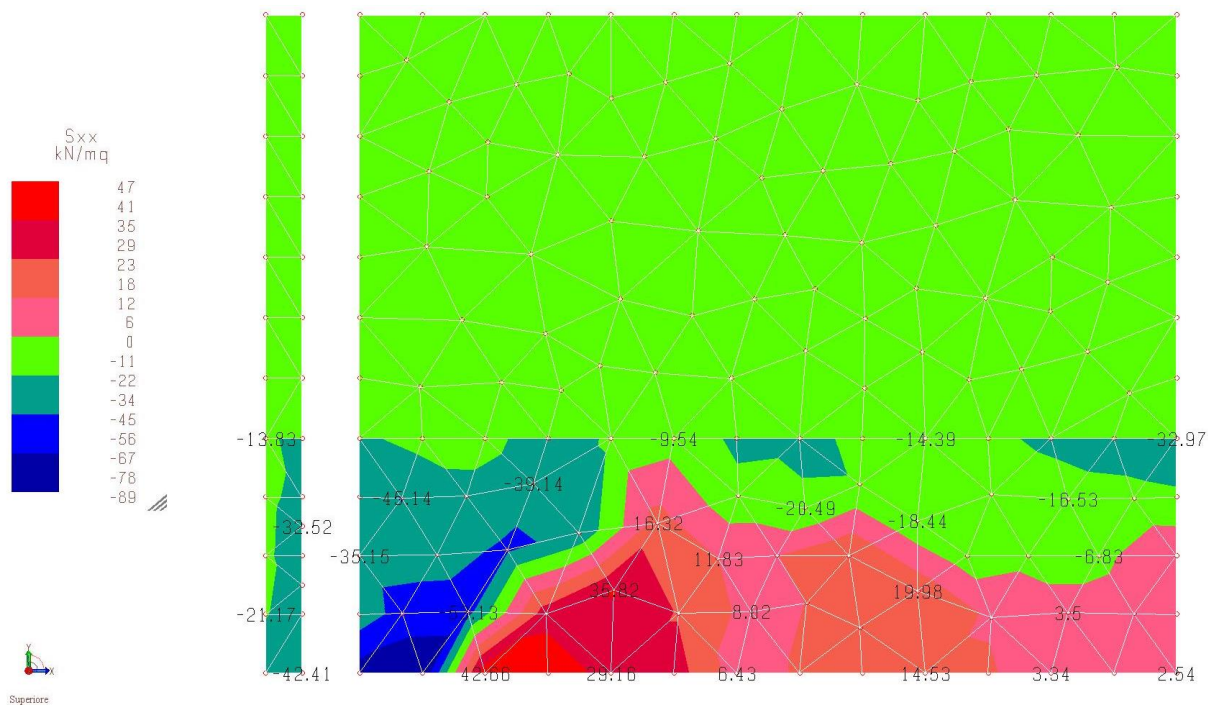


Figura 15-21 – Sforzo normale  $S_{xx}$  platea [kN/m²]

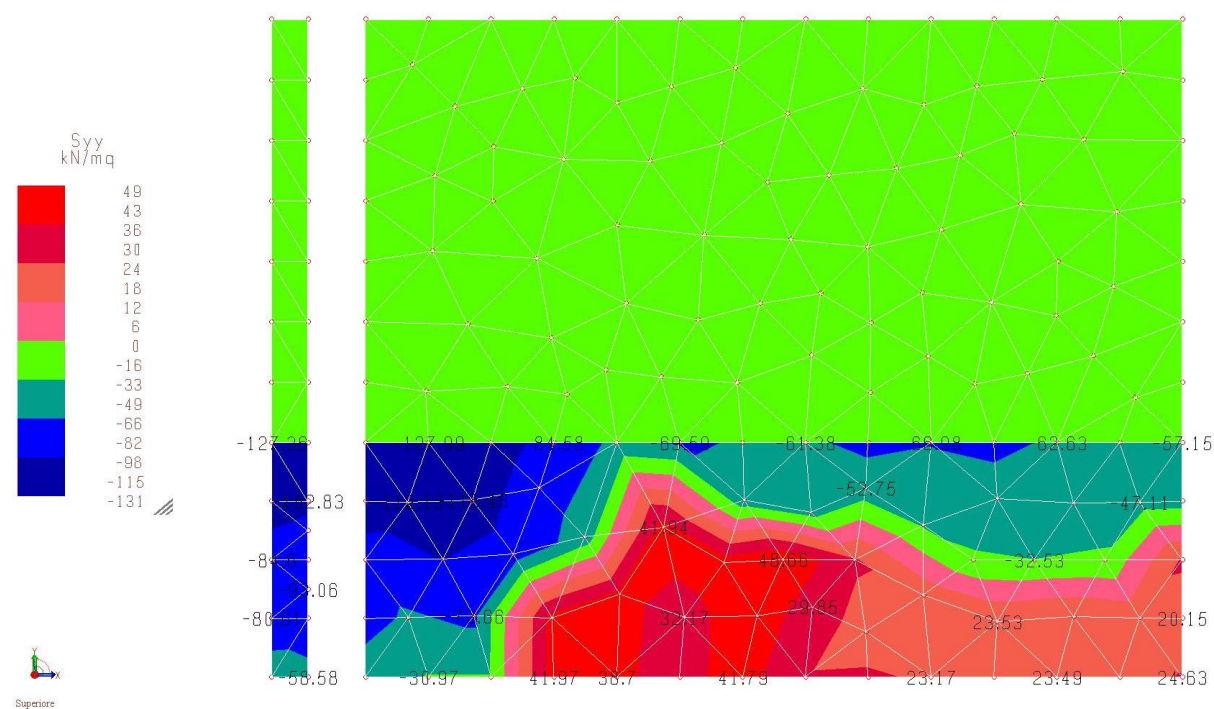


Figura 15-22 – Sforzo normale  $S_{yy}$  platea [kN/m²]



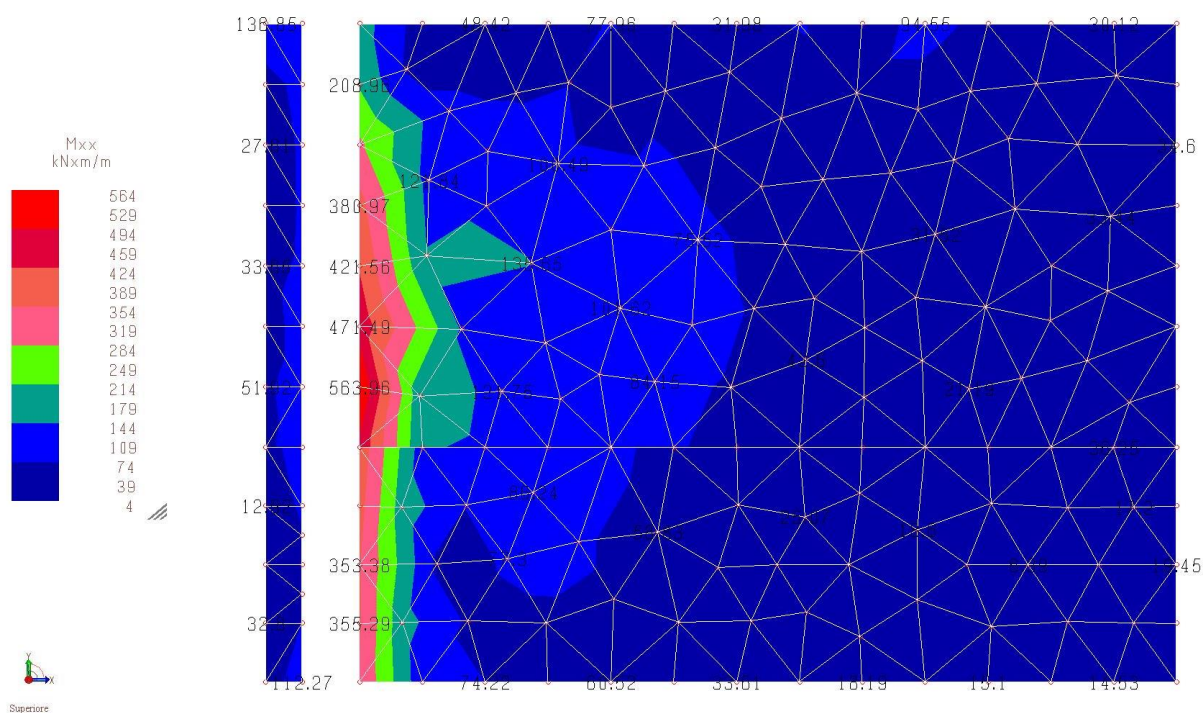


Figura 15-23 – Sollecitazioni di momento Mxx platea [kNm/m]

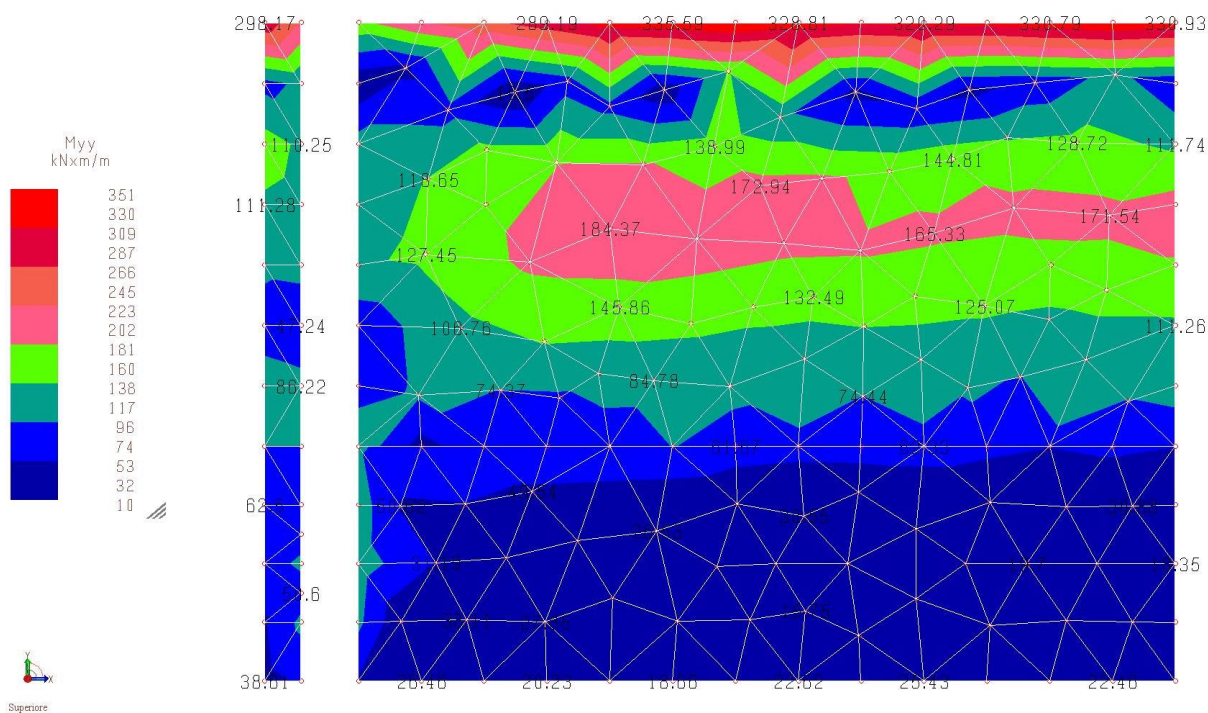


Figura 15-24 – Sollecitazioni di momento Myy platea [kNm/m]

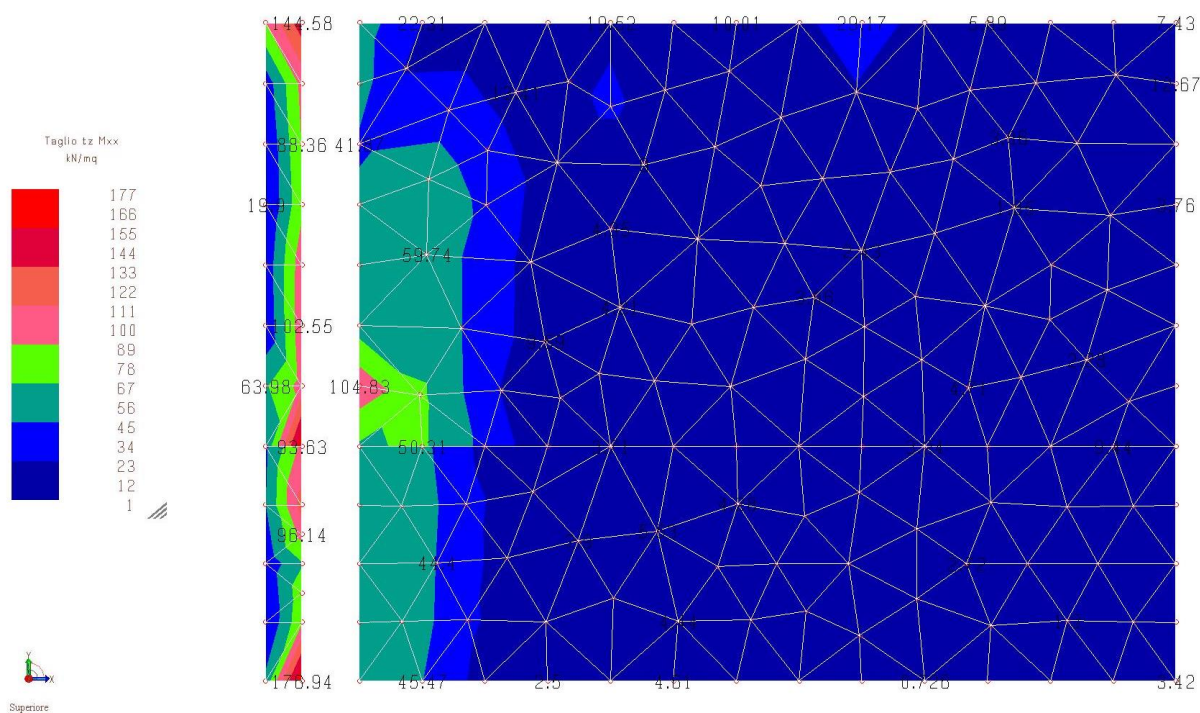


Figura 15-25 – Sollecitazioni di taglio tz Mxx platea [kN/m<sup>2</sup>]

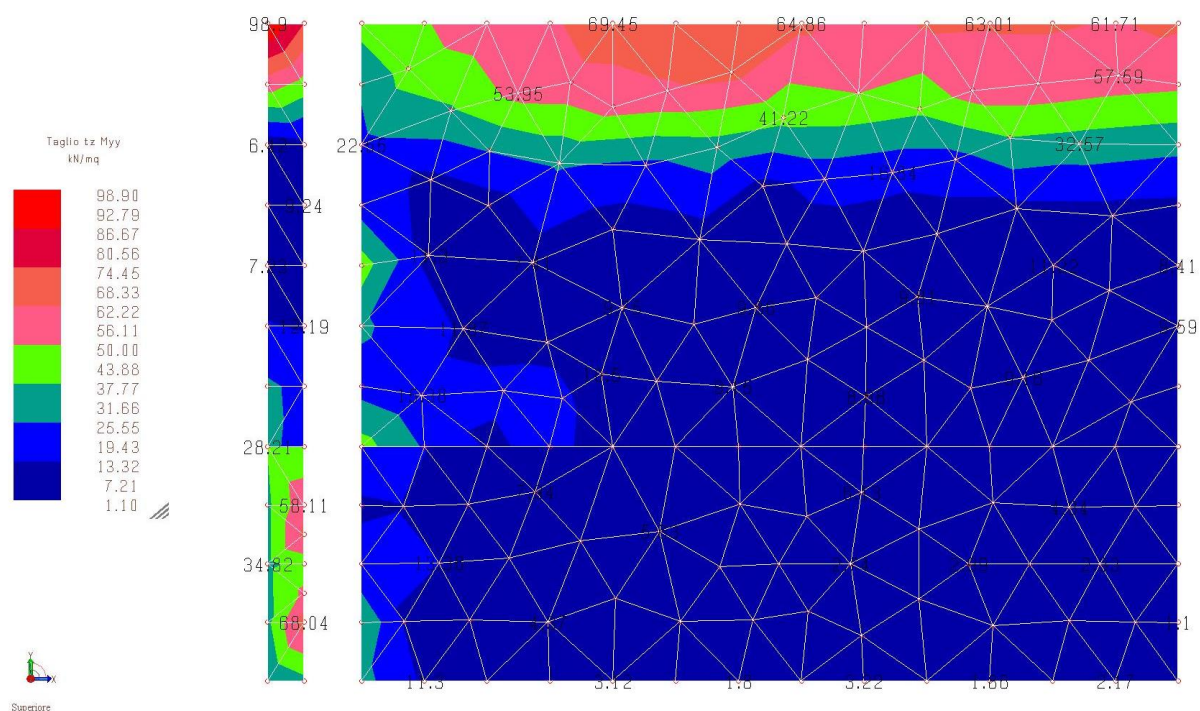


Figura 15-26 – Sollecitazioni di taglio tz Myy platea [kN/m<sup>2</sup>]

- Verifica a pressoflessione lungo x platea sp. 1.90 m

$M_{Ed} =$

564 kNm/m

La platea, risulta armata con maglia sup.+inf.  $\Phi 18/20$ , pertanto risulta:

**Titolo :** Platea lungo x

N° strati barre  Zoom

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 190    |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 12.72    | 5      |
| 2  | 12.72    | 185    |

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. ☒ Metodo n

N<sub>Ed</sub>  kN  
 M<sub>xEd</sub>  kNm  
 M<sub>yEd</sub>  kNm

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN  yN

**Metodo di calcolo**  
☐ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☒ Metodo n

**Materiali**  
☒ B450C ☐ C32/40  
 $\epsilon_{su}$   ‰  $\epsilon_{c2}$   ‰  
 $f_{yd}$   N/mm²  $\epsilon_{cu}$   ‰  
 $E_s$   N/mm²  $f_{cd}$   N/mm²  
 $E_s/E_c$    $f_{cc}/f_{cd}$   ?  
 $\epsilon_{syd}$   ‰  $\sigma_{c,adm}$   N/mm²  
 $\sigma_{s,adm}$   N/mm²  $\tau_{co}$   N/mm²  
 $\tau_{c1}$   N/mm²

$\sigma_c$   N/mm²  
 $\sigma_s$   N/mm²  
 $\epsilon_s$   ‰  
 d  cm  
 x  x/d   
 $\delta$

**Verifica**  
 N° iterazioni:

☐ Precompresso

Eseguendo verifiche allo SLE di tipo tensionale, si ha che:

$$\sigma_{c,max} = 0.45 f_{ck} = 0.45 \times 20.8 = 9.36 \text{ N/mm}^2$$

$$> \sigma_c = 2.41 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{s,max} = 0.8 f_{yk} = 0.8 \times 450 = 360 \text{ N/mm}^2$$

$$> \sigma_s = 249.8 \text{ N/mm}^2$$



- Verifica a pressoflessione lungo y platea sp. 1.90 m

$M_{Ed} =$

351 kNm/m

La platea risulta armata con doppia maglia  $\Phi 18/20$ , pertanto risulta:

**Titolo:** Platea lungo y

N° strati barre: 2 Zoom

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 190    |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 12.72    | 5      |
| 2  | 12.72    | 185    |

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. Metodo n  
 N<sub>Ed</sub> 0 kN  
 M<sub>xEd</sub> 0 kNm  
 M<sub>yEd</sub> 0 kNm

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Metodo di calcolo**  
☐ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☒ Metodo n

**Materiali**

| B450C                      | C32/40                 |
|----------------------------|------------------------|
| $\epsilon_{su}$ 67.5 ‰     | $\epsilon_{c2}$ 2 ‰    |
| $f_{yd}$ 391.3 N/mm²       | $\epsilon_{cu}$ 3.5 ‰  |
| $E_s$ 200'000 N/mm²        | $f_{cd}$ 18.13         |
| $E_s/E_c$ 15               | $f_{cc}/f_{cd}$ 0.8    |
| $\epsilon_{syd}$ 1.957 ‰   | $\sigma_{c,adm}$ 12.25 |
| $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² | $\tau_{co}$ 0.7333     |
|                            | $\tau_{c1}$ 2.114      |

$\sigma_c$  -1.499 N/mm²  
 $\sigma_s$  155.4 N/mm²  
 $\epsilon_s$  0.7772 ‰  
 d 185 cm  
 x 23.38 x/d 0.1264  
 $\delta$  0.7

**Verifica**  
 N° iterazioni: 5  
☐ Precompresso

Eseguendo verifiche allo SLE di tipo tensionale, si ha che:

$$\sigma_{c,max} = 0.45 f_{ck} = 0.45 \times 20.8 = 9.36 \text{ N/mm}^2 > \sigma_c = 1.50 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{s,max} = 0.8 f_{yk} = 0.8 \times 450 = 360 \text{ N/mm}^2 > \sigma_s = 155.4 \text{ N/mm}^2$$

### 15.1.2.3 VERIFICHE PLATEA SP. VARIABILE DA 1.90 M A 2.00 M - VERIFICA A FESSURAZIONE

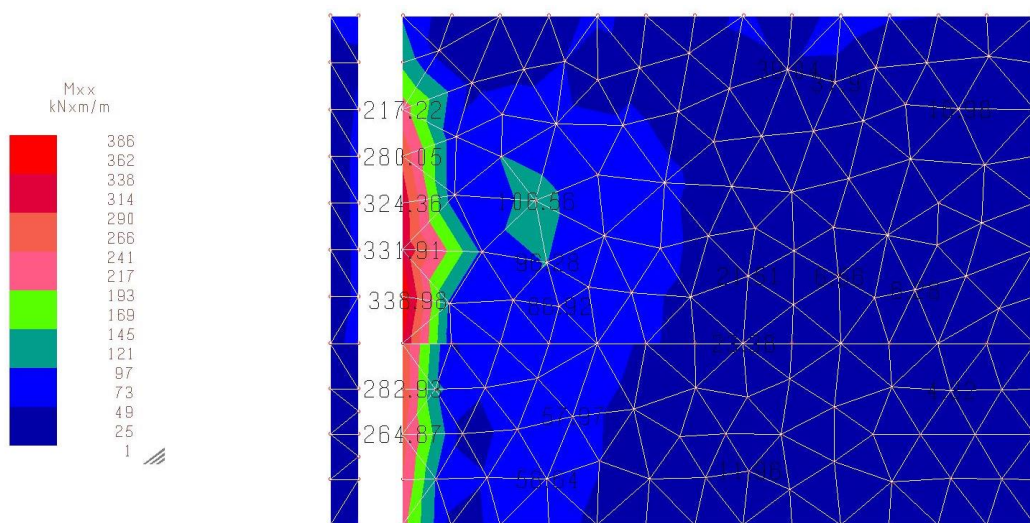


Figura 15-27 – Sollecitazioni di momento  $M_{xx}$  platea [kNm/m]

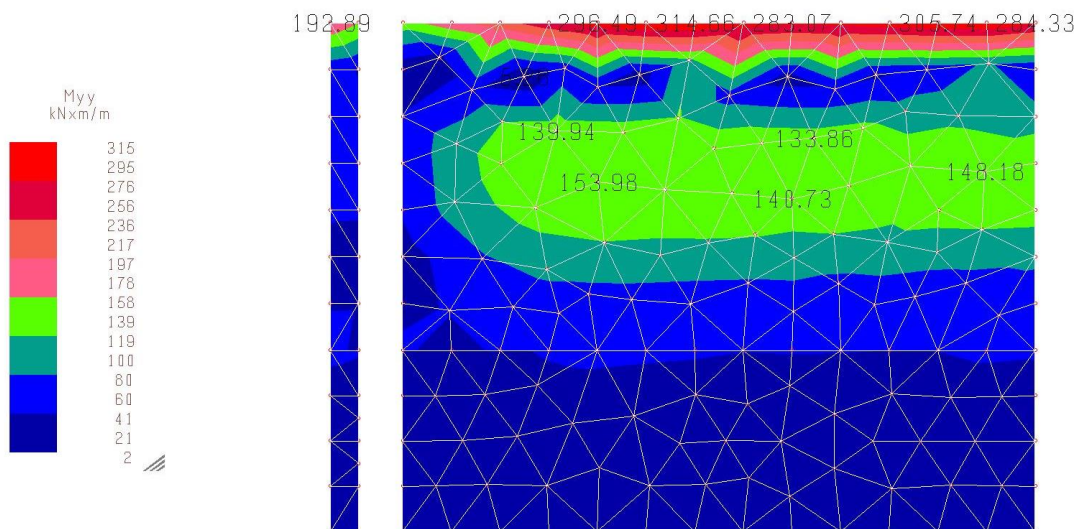


Figura 15-28 – Sollecitazioni di momento  $M_{yy}$  platea [kNm/m]

- Verifica a fessurazione lungo x platea sp. 2.00 m

| Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente   |                                       |                              |
|---|---------------------------------------|------------------------------|
| <b>Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente</b>      | <b><math>M_{Ed,q.p.}</math></b>       | <b>338 [kNm]</b>             |
| Durata del carico   |                                       | lunga [-]                    |
| Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore                        | x                                     | 233,82 [mm]                  |
| Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata | $\sigma_s$                            | 149,64 [MPa]                 |
| Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo    | $f_{ct,eff}$                          | 2,2 [MPa]                    |
| Fattore dipendente dalla durata del carico                            | $k_t$                                 | 0,4 [-]                      |
| Altezza efficace  | $h_{c,eff}$                           | 125 [mm]                     |
| Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura              | $A_{c,eff}$                           | 125000 [mm <sup>2</sup> ]    |
| Rapporto geometrico sull'area efficace                                | $\rho_{p,eff}$                        | 0,01018 [-]                  |
| Rapporto tra $E_s/E_{cm}$   | $\alpha_e$                            | 6,68 [-]                     |
| Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo | $\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$ | 0,000284 [-]<br>0,000449 [-] |
| Determinazione del diametro equivalente delle barre tese              | $\phi_{eq}$                           | 18,00 [mm]                   |
| Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre     | $k_1$                                 | 0,8 [-]                      |
| Coefficiente che tiene conto della flessione pura                     | $k_2$                                 | 0,5 [-]                      |
|   | $k_3$                                 | 3,4 [-]                      |
|   | $k_4$                                 | 0,425 [-]                    |
| Distanza massima tra le fessure                                       | $s_{r,max}$                           | 436,63 [mm]<br>436,63 [mm]   |
| <b>Ampiezza delle fessure</b>   | <b><math>w_k</math></b>               | <b>0,1960 [mm]</b>           |
| <b>Ampiezza massima delle fessure</b>                                 | <b><math>w_{max}</math></b>           | <b>0,2 [mm]</b>              |



## - Verifica a pressoflessione lungo y platea sp. 2.00 m

| Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente   |                                       |                              |
|---|---------------------------------------|------------------------------|
| <b>Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente</b>      | <b><math>M_{Ed,q.p.}</math></b>       | <b>315 [kNm]</b>             |
| Durata del carico   |                                       | lunga [-]                    |
| Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore                        | x                                     | 233,82 [mm]                  |
| Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata | $\sigma_s$                            | 139,46 [MPa]                 |
| Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo    | $f_{ct,eff}$                          | 2,2 [MPa]                    |
| Fattore dipendente dalla durata del carico                            | $k_t$                                 | 0,4 [-]                      |
| Altezza efficace  | $h_{c,eff}$                           | 125 [mm]                     |
| Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura              | $A_{c,eff}$                           | 125000 [mm <sup>2</sup> ]    |
| Rapporto geometrico sull'area efficace                                | $\rho_{p,eff}$                        | 0,01018 [-]                  |
| Rapporto tra $E_s/E_{cm}$   | $\alpha_e$                            | 6,68 [-]                     |
| Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo | $\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$ | 0,000233 [-]<br>0,000418 [-] |
| Determinazione del diametro equivalente delle barre tese              | $\phi_{eq}$                           | 18,00 [mm]                   |
| Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre     | $k_1$                                 | 0,8 [-]                      |
| Coefficiente che tiene conto della flessione pura                     | $k_2$                                 | 0,5 [-]                      |
|   | $k_3$                                 | 3,4 [-]                      |
|   | $k_4$                                 | 0,425 [-]                    |
| Distanza massima tra le fessure                                       | $s_{r,max}$                           | 436,63 [mm]<br>436,63 [mm]   |
| <b>Ampiezza delle fessure</b>   | <b><math>w_k</math></b>               | <b>0,1827 [mm]</b>           |
| <b>Ampiezza massima delle fessure</b>                                 | <b><math>w_{max}</math></b>           | <b>0,2 [mm]</b>              |

**15.1.2.4 VERIFICHE MURI CORRENTI SP. VARIABILE, LUNGO L'ALTEZZA E LUNGO LO SVILUPPO, DA 1.00 M A 2.00 M -  
LIMITAZIONE DELLE TENSIONI**

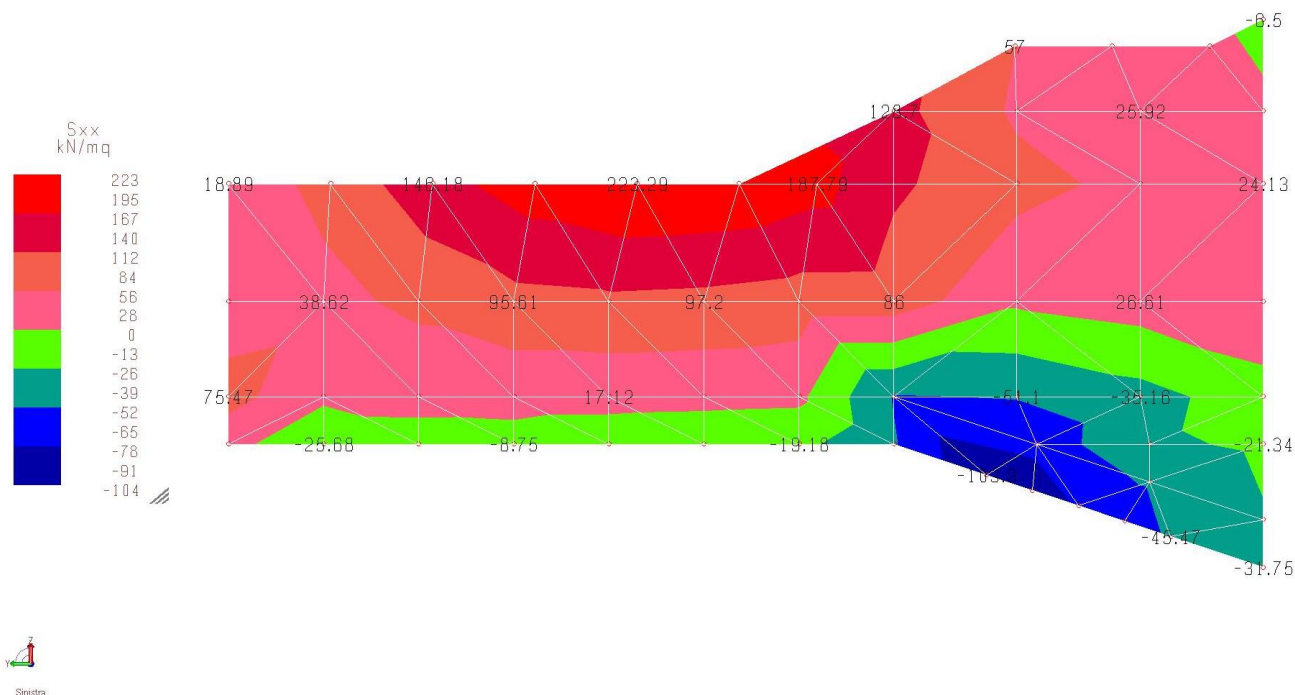


Figura 15-29 – Sforzo normale  $S_{xx}$  muri correnti [kN/m²]

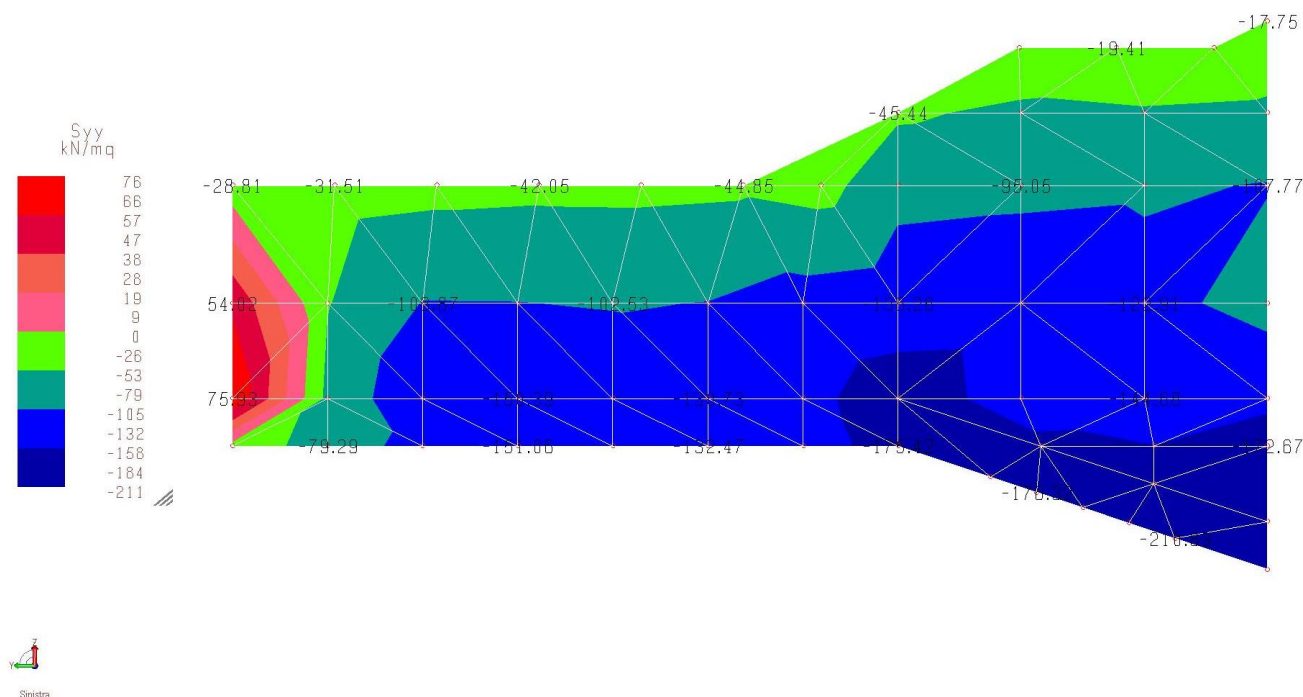


Figura 15-30 – Sforzo normale  $S_{yy}$  muri correnti [kN/m²]

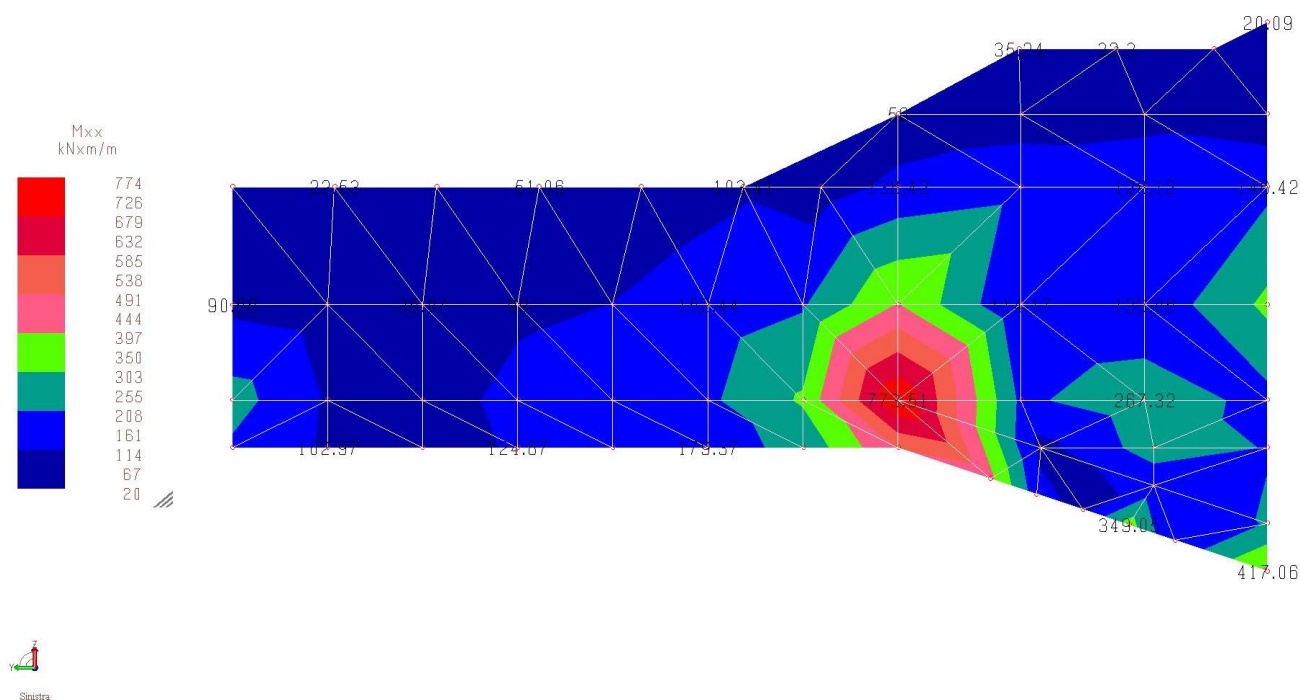


Figura 15-31 – Sollecitazioni di momento Mxx muri correnti [kNm/m]

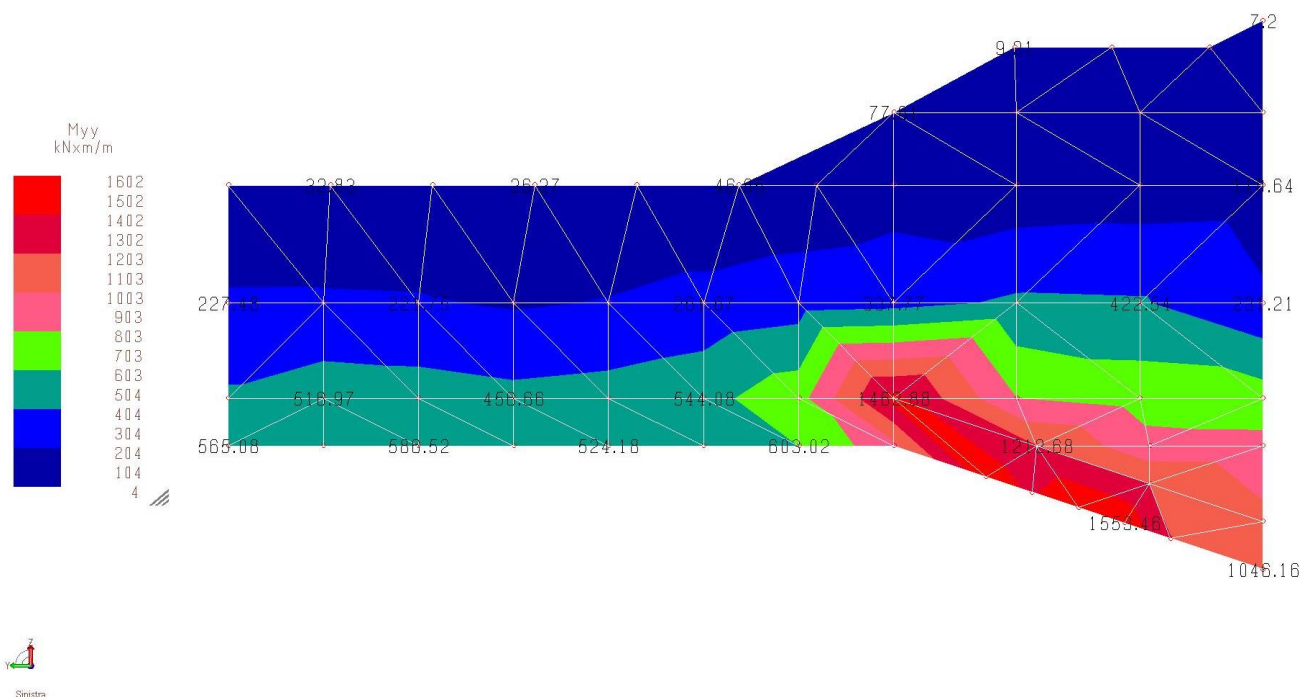


Figura 15-32 – Sollecitazioni di momento Myy muri correnti [kNm/m]

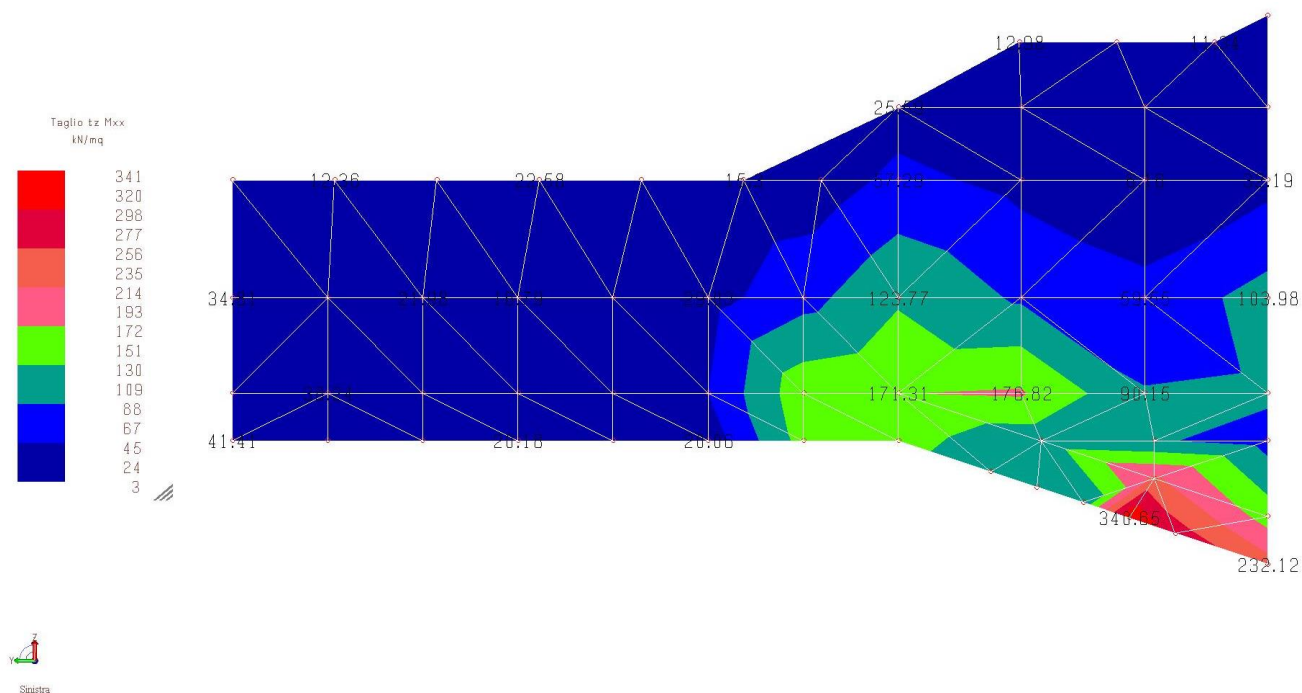


Figura 15-33 – Sollecitazioni di taglio tz Mxx muri correnti [kN/m²]

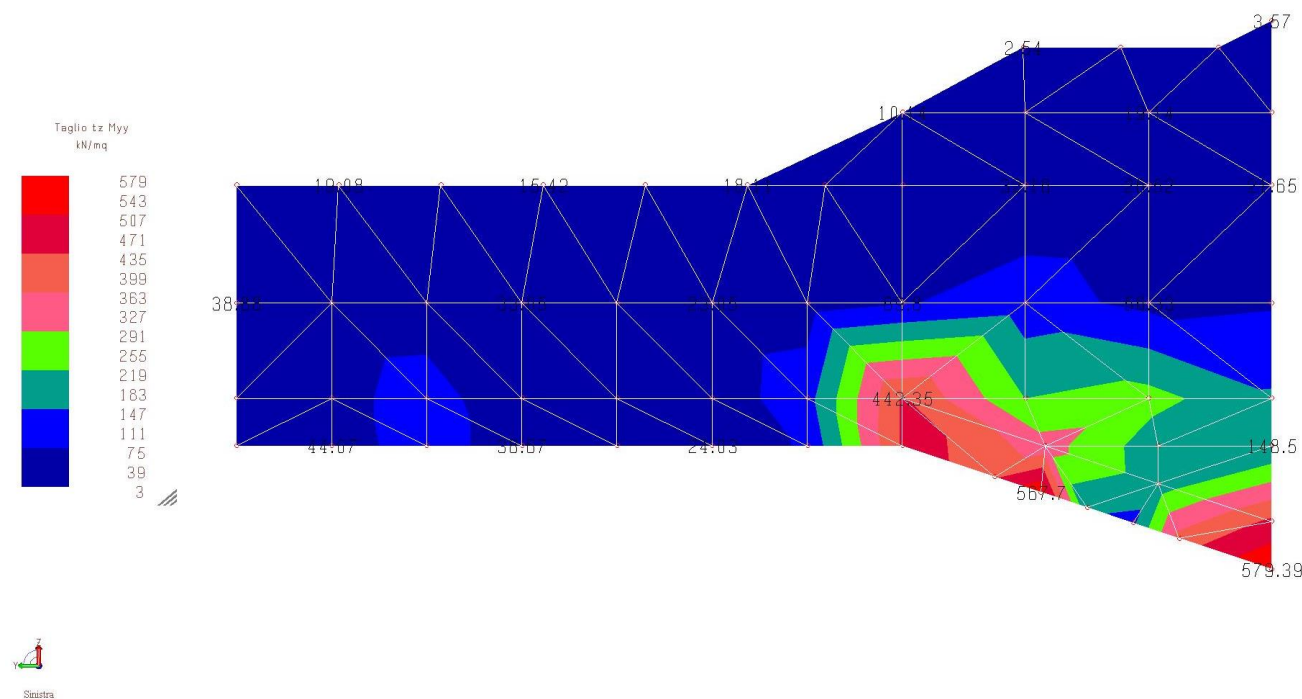


Figura 15-34 – Sollecitazioni di taglio tz Myy muri correnti [kN/m²]

- Verifica a pressoflessione lungo x muri correnti

$M_{Ed} =$

774 kNm/m

I muri correnti risultano armati con due livelli di armatura pari a 5+5Φ26/100, pertanto risulta:

**Titolo :** Muri correnti lungo x

N° strati barre  Zoom

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 160    |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 26.55    | 5      |
| 2  | 26.55    | 155    |

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. ☒ Metodo n

N  kN  
 M<sub>xEd</sub>  kNm  
 M<sub>yEd</sub>  kNm

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN  yN

**Metodo di calcolo**  
☐ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☒ Metodo n

**Materiali**

| B450C                      | C32/40                 |
|----------------------------|------------------------|
| $\epsilon_{su}$ 67.5 ‰     | $\epsilon_{c2}$ 2 ‰    |
| $f_{yd}$ 391.3 N/mm²       | $\epsilon_{cu}$ 3.5 ‰  |
| $E_s$ 200'000 N/mm²        | $f_{cd}$ 18.13         |
| $E_s/E_c$ 15               | $f_{cc}/f_{cd}$ 0.8 ?  |
| $\epsilon_{syd}$ 1.957 ‰   | $\sigma_{c,adm}$ 12.25 |
| $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² | $\tau_{co}$ 0.7333     |
|                            | $\tau_{c1}$ 2.114      |

$\sigma_c$  -3.007 N/mm²  
 $\sigma_s$  199.3 N/mm²  
 $\epsilon_s$  0.9963 ‰  
 d 155 cm  
 x 28.61 x/d 0.1846  
 $\delta$  0.7

**Verifica**  
 N° iterazioni:

☐ Precompresso

Eseguendo verifiche allo SLE di tipo tensionale, si ha che:

$$\begin{aligned} \sigma_{c,max} &= 0.45 f_{ck} = 0.45 \times 20.8 = 9.36 \text{ N/mm}^2 &> \sigma_c &= 3.01 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{s,max} &= 0.8 f_{yk} = 0.8 \times 450 = 360 \text{ N/mm}^2 &> \sigma_s &= 199.3 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$



- Verifica a pressoflessione lungo y muri correnti

$M_{Ed} =$

1602 kNm/m

I muri correnti risultano armati con quattro livelli di armatura pari a  $5\Phi 26$ ,  $5+5\Phi 18/100$ ,  $5\Phi 26$ ; pertanto risulta:

**Titolo :** Muri correnti lungo y

**N° strati barre** 4 **Zoom**

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 160    |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 26.55    | 5      |
| 2  | 12.72    | 15     |
| 3  | 12.72    | 145    |
| 4  | 26.55    | 155    |

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. **Metodo n**  
 N<sub>Ed</sub> 0 kN  
 M<sub>xEd</sub> 0 kNm  
 M<sub>yEd</sub> 0 kNm

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Metodo di calcolo**  
☐ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☒ Metodo n

**Materiali**  
**B450C** **C32/40**  
 $\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200'000 N/mm²  $f_{cd}$  18.13 N/mm²  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  12.25 N/mm²  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{co}$  0.7333 N/mm²  
 $\tau_{c1}$  2.114 N/mm²

$\sigma_c$  -5.377 N/mm²  
 $\sigma_s$  295.8 N/mm²  
 $\epsilon_s$  1.479 ‰  
 d 155 cm  
 x 33.21 x/d 0.2142  
 $\delta$  0.7078

**Verifica**  
 N° iterazioni: 4  
☐ Precompresso

Eseguendo verifiche allo SLE di tipo tensionale, si ha che:

$$\sigma_{c,max} = 0.45 f_{ck} = 0.45 \times 20.8 = 9.36 \text{ N/mm}^2$$

>

$$\sigma_c = 5.38 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{s,max} = 0.8 f_{yk} = 0.8 \times 450 = 360 \text{ N/mm}^2$$

>

$$\sigma_s = 295.8 \text{ N/mm}^2$$



**15.1.2.5 VERIFICHE MURI CORRENTI SP. VARIABILE, LUNGO L'ALTEZZA E LUNGO LO SVILUPPO, DA 1.00 M A 2.00 M - VERIFICA A FESSURAZIONE**

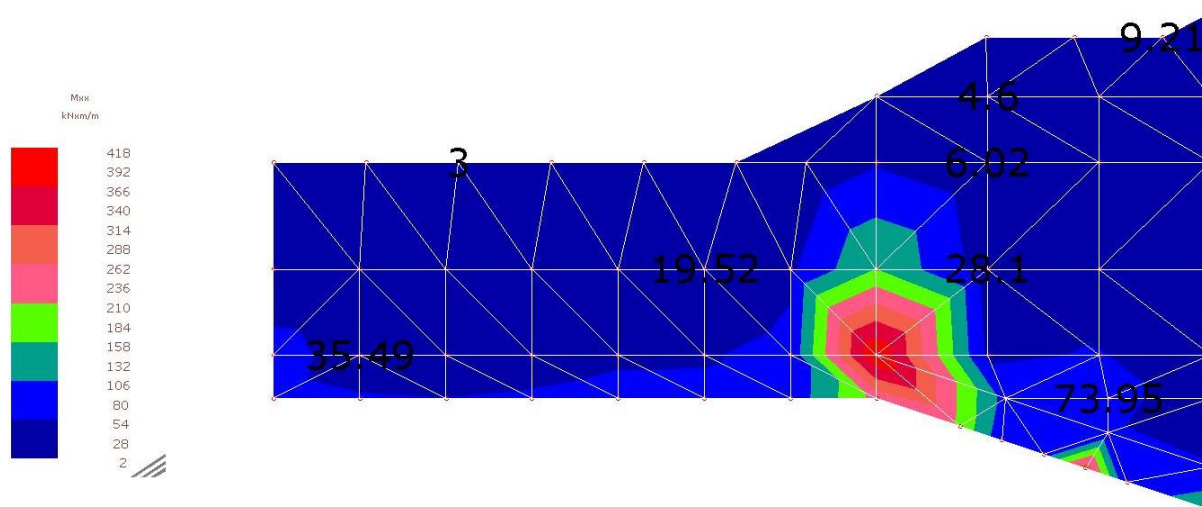


Figura 15-35 – Sollecitazioni di momento Mxx muri correnti [kNm/m]

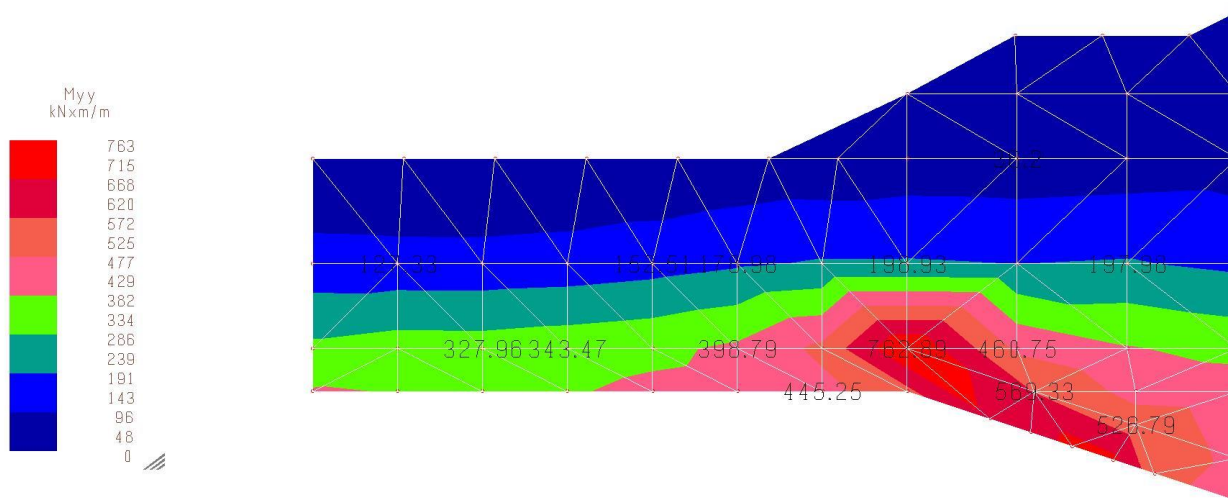


Figura 15-36 – Sollecitazioni di momento Myy muri correnti [kNm/m]

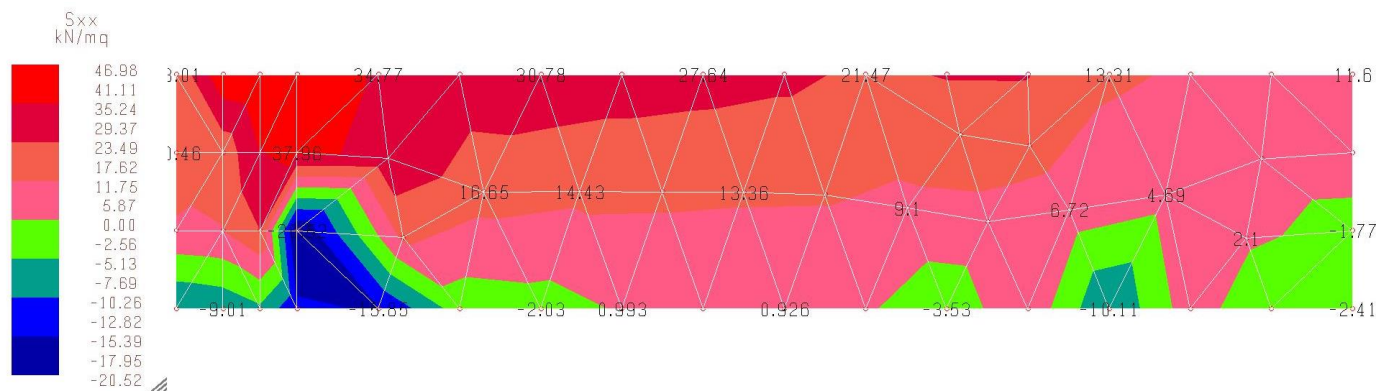
- Verifica a fessurazione lungo x muri correnti

| Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente   |                                       |                              |
|---|---------------------------------------|------------------------------|
| <b>Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente</b>      | <b><math>M_{Ed,q.p.}</math></b>       | <b>418 [kNm]</b>             |
| Durata del carico   |                                       | lunga [-]                    |
| Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore                        | x                                     | 296.83 [mm]                  |
| Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata | $\sigma_s$                            | 100.94 [MPa]                 |
| Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo    | $f_{ct,eff}$                          | 3.0 [MPa]                    |
| Fattore dipendente dalla durata del carico                            | $k_t$                                 | 0.4 [-]                      |
| Altezza efficace  | $h_{c,eff}$                           | 125 [mm]                     |
| Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura              | $A_{c,eff}$                           | 125000 [mm <sup>2</sup> ]    |
| Rapporto geometrico sull'area efficace                                | $\rho_{p,eff}$                        | 0.02124 [-]                  |
| Rapporto tra $E_s/E_{cm}$   | $\alpha_e$                            | 6.00 [-]                     |
| Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo | $\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$ | 0.000184 [-]<br>0.000303 [-] |
| Determinazione del diametro equivalente delle barre tese              | $\phi_{eq}$                           | 26.00 [mm]                   |
| Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre     | $k_1$                                 | 0.8 [-]                      |
| Coefficiente che tiene conto della flessione pura                     | $k_2$                                 | 0.5 [-]                      |
|   | $k_3$                                 | 3.4 [-]                      |
|   | $k_4$                                 | 0.425 [-]                    |
| Distanza massima tra le fessure                                       | $s_{r,max}$                           | 316.93 [mm]<br>316.93 [mm]   |
| <b>Ampiezza delle fessure</b>   | <b><math>w_k</math></b>               | <b>0.0960 [mm]</b>           |
| <b>Ampiezza massima delle fessure</b>                                 | <b><math>w_{max}</math></b>           | <b>0.2 [mm]</b>              |

- Verifica a fessurazione lungo y muri correnti

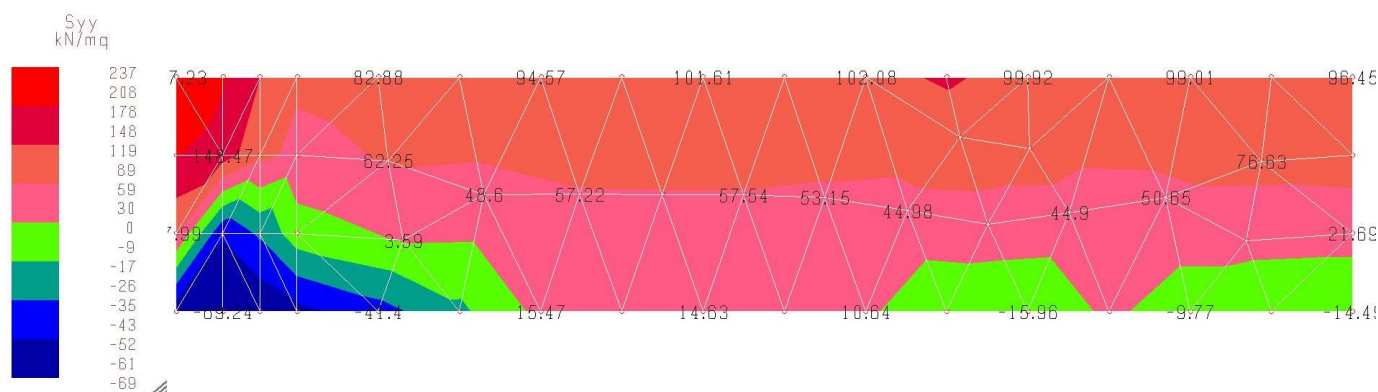
| Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente   |                                       |                           |
|---|---------------------------------------|---------------------------|
| <b>Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente</b>      | <b><math>M_{Ed,q.p.}</math></b>       | <b>763 [kNm]</b>          |
| Durata del carico   |                                       | lunga [-]                 |
| Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore                        | x                                     | 332,05 [mm]               |
| Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata | $\sigma_s$                            | 133,69 [MPa]              |
| Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo    | $f_{ct,eff}$                          | 2,2 [MPa]                 |
| Fattore dipendente dalla durata del carico                            | $k_t$                                 | 0,4 [-]                   |
| Altezza efficace  | $h_{c,eff}$                           | 125 [mm]                  |
| Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura              | $A_{c,eff}$                           | 125000 [mm <sup>2</sup> ] |
| Rapporto geometrico sull'area efficace                                | $\rho_{p,eff}$                        | 0,03142 [-]               |
| Rapporto tra $E_s/E_{cm}$   | $\alpha_e$                            | 6,68 [-]                  |
| Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo | $\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$ | 0,000498 [-]              |
|   |                                       | 0,000498 [-]              |
| Determinazione del diametro equivalente delle barre tese              | $\phi_{eq}$                           | 22,73 [mm]                |
| Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre     | $k_1$                                 | 0,8 [-]                   |
| Coefficiente che tiene conto della flessione pura                     | $k_2$                                 | 0,5 [-]                   |
|   | $k_3$                                 | 3,4 [-]                   |
|   | $k_4$                                 | 0,425 [-]                 |
| Distanza massima tra le fessure                                       | $s_{r,max}$                           | 258,98 [mm]               |
|   |                                       | 258,98 [mm]               |
| <b>Ampiezza delle fessure</b>   | <b><math>w_k</math></b>               | <b>0,1290 [mm]</b>        |
| <b>Ampiezza massima delle fessure</b>                                 | <b><math>w_{max}</math></b>           | <b>0,2 [mm]</b>           |

### 15.1.2.6 VERIFICHE TAGLIONE SP. 2.00 M - LIMITAZIONE DELLE TENSIONI



Anteriore

Figura 15-37 – Sforzo normale Sxx taglione [kN/m²]



Anteriore

Figura 15-38 – Sforzo normale Syy taglione [kN/m²]

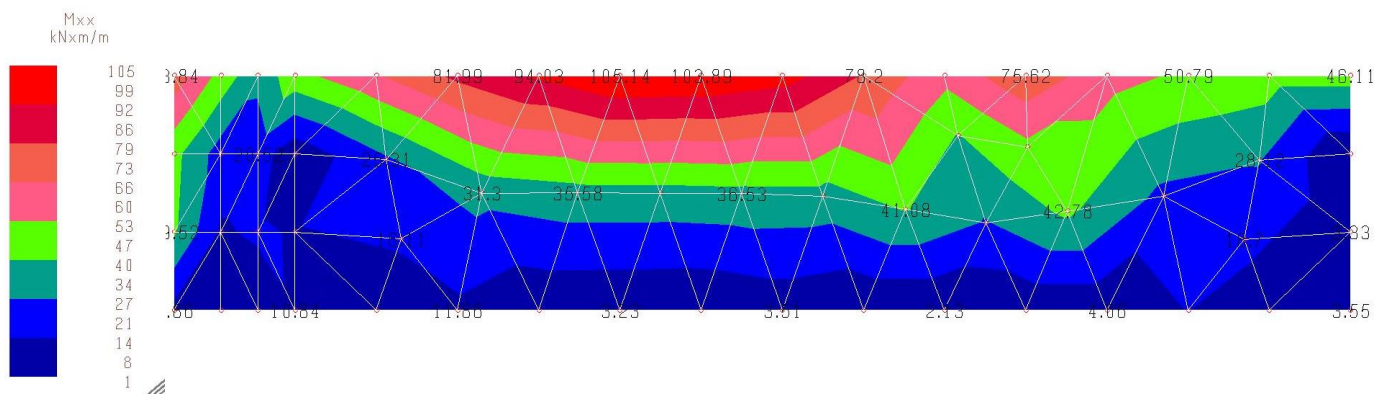


Figura 15-39 – Sollecitazioni di momento Mxx taglione [kNm/m]

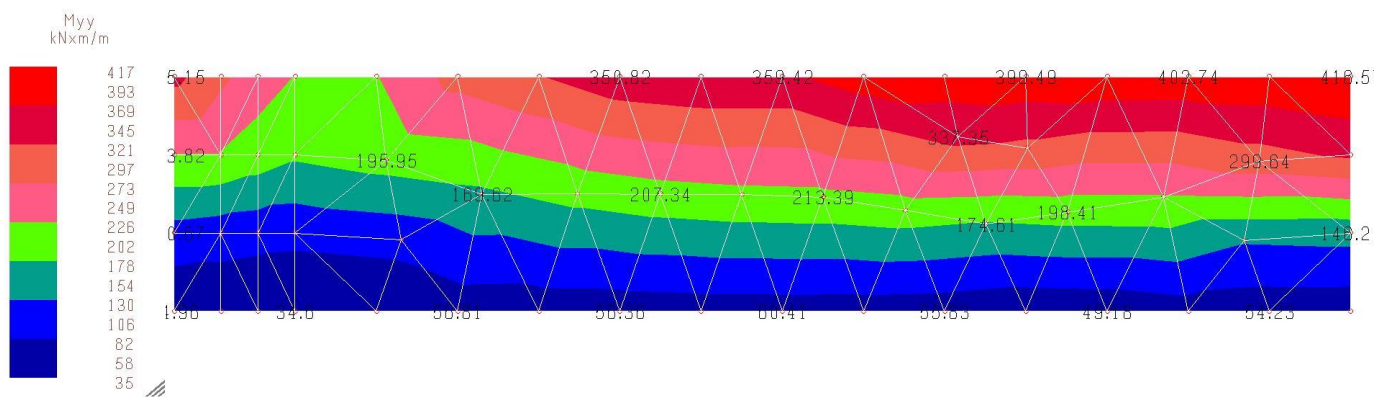


Figura 15-40 – Sollecitazioni di momento Myy taglione [kNm/m]



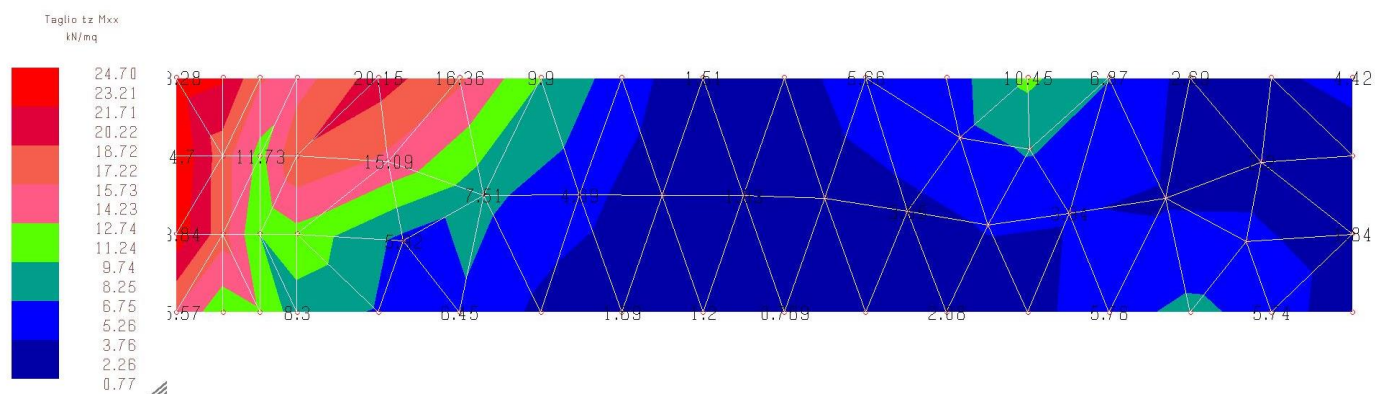


Figura 15-41 – Sollecitazioni di taglio tz Mxx taglione [kN/m²]

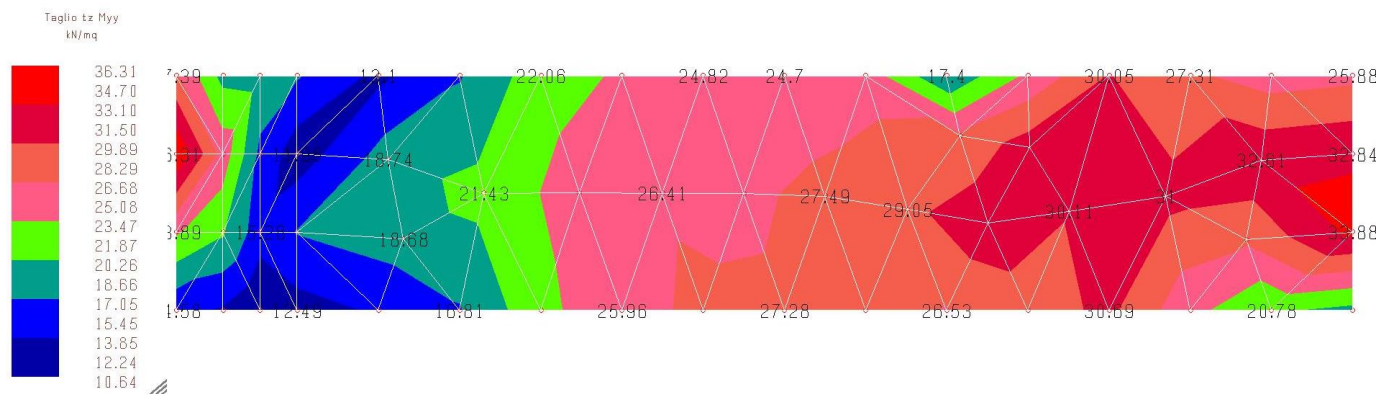


Figura 15-42 – Sollecitazioni di taglio tz Myy taglione [kN/m²]



- Verifica a pressoflessione lungo x taglione

$M_{Ed} =$

105 kNm/m

Il taglione risulta armato con doppia maglia sup+inf.  $\Phi 18/20$ , pertanto risulta:

**Titolo :** Taglione lungo x

N° strati barre  Zoom

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 190    |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 12.72    | 5      |
| 2  | 12.72    | 185    |

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. ☒ Metodo n ☐

N<sub>Ed</sub>  kN  
 M<sub>xEd</sub>  kNm  
 M<sub>yEd</sub>  kNm

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord. [cm] xN  yN

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Metodo di calcolo**  
☐ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☒ Metodo n

**Materiali**  
 B450C C32/40  
 $\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200'000 N/mm²  $f_{cd}$  18.13 N/mm²  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  12.25 N/mm²  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{co}$  0.7333  
 $\tau_{c1}$  2.114

$\sigma_c$  -0.4484 N/mm²  
 $\sigma_s$  46.5 N/mm²  
 $\epsilon_s$  0.2325 ‰  
 d 185 cm  
 x 23.38 x/d 0.1264  
 $\delta$  0.7

**Verifica**  
 N° iterazioni:

☐ Precompresso

Eseguendo verifiche allo SLE di tipo tensionale, si ha che:

$$\sigma_{c,max} = 0.45 f_{ck} = 0.45 \times 20.8 = 9.36 \text{ N/mm}^2$$

>

$$\sigma_c = 0.45 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{s,max} = 0.8 f_{yk} = 0.8 \times 450 = 360 \text{ N/mm}^2$$

>

$$\sigma_s = 46.5 \text{ N/mm}^2$$

- Verifica a pressoflessione lungo y taglione

$M_{Ed} =$

417 kNm/m

Il taglione risulta armato con doppia maglia sup+inf.  $\Phi 18/20$ , pertanto risulta:

**Titolo :** Taglione lungo y

N° strati barre: 2 Zoom

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 190    |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 12.72    | 5      |
| 2  | 12.72    | 185    |

**Tipo Sezione**

☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Sollecitazioni**

S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 kN  
 M<sub>xEd</sub> 0 kNm  
 M<sub>yEd</sub> 0 kNm

**P.to applicazione N**

☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Materiali**

B450C C32/40

$\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200'000 N/mm²  $f_{cd}$  18.13 N/mm²  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  12.25 N/mm²  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{co}$  0.7333  
 $\tau_{c1}$  2.114

$\sigma_c$  -1.781 N/mm²  
 $\sigma_s$  184.7 N/mm²  
 $\epsilon_s$  0.9233 ‰  
 d 185 cm  
 x 23.38 x/d 0.1264  
 $\delta$  0.7

**Metodo di calcolo**

☐ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☒ Metodo n

**Verifica**

N° iterazioni: 5

☐ Precompresso

Eseguendo verifiche allo SLE di tipo tensionale, si ha che:

$$\begin{aligned} \sigma_{c,max} &= 0.45 f_{ck} = 0.45 \times 20.8 = 9.36 \text{ N/mm}^2 > \sigma_c = 1.78 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{s,max} &= 0.8 f_{yk} = 0.8 \times 450 = 360 \text{ N/mm}^2 > \sigma_s = 184.7 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

### 15.1.2.7 VERIFICHE TAGLIONE SP. 2.00 M – VERIFICA A FESSURAZIONE

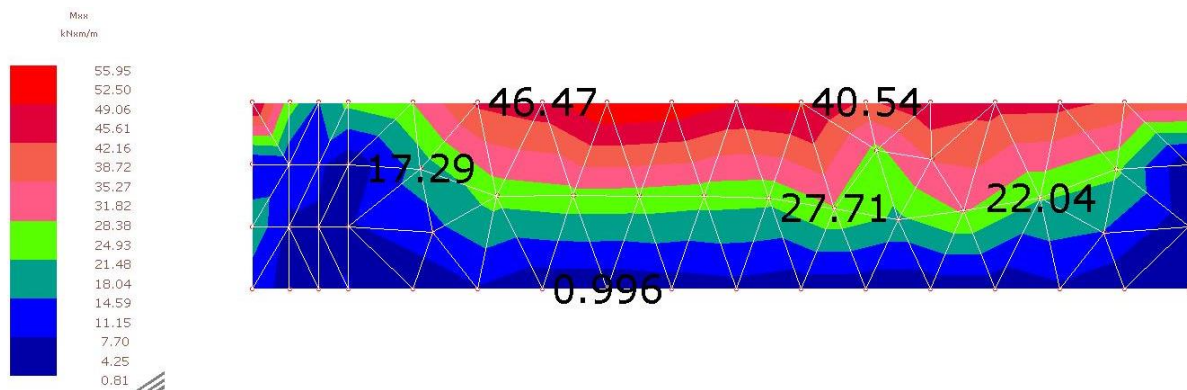


Figura 15-43 – Sollecitazioni di momento Mxx taglione [kNm/m]

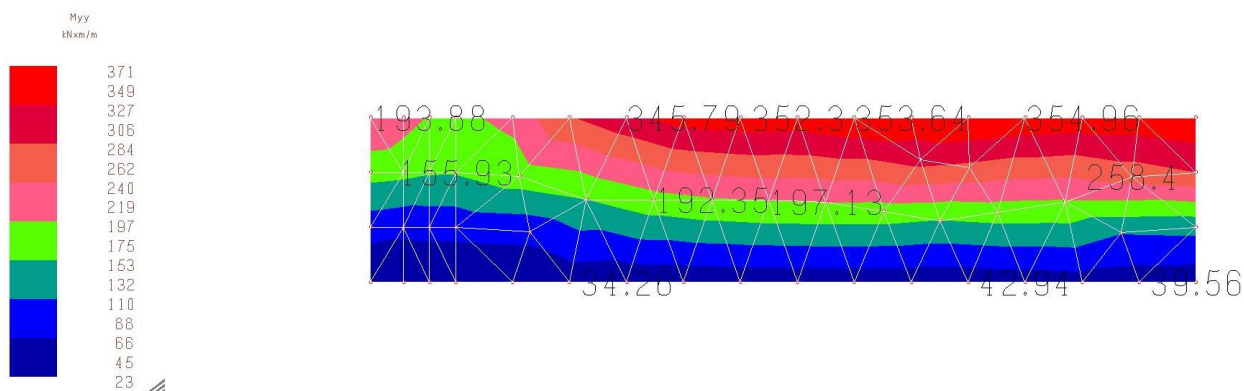


Figura 15-44 – Sollecitazioni di momento Myy taglione [kNm/m]

- Verifica a fessurazione lungo x taglione

| Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente   |                                 |               |                    |
|---|---------------------------------|---------------|--------------------|
| <b>Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente</b>      | <b><math>M_{Ed,q.p.}</math></b> | <b>56</b>     | <b>[kNm]</b>       |
| Durata del carico   |                                 | lunga         | [-]                |
| Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore                        | x                               | 240.75        | [mm]               |
| Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata | $\sigma_s$                      | 23.50         | [MPa]              |
| Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo    | $f_{ct,eff}$                    | 3.0           | [MPa]              |
| Fattore dipendente dalla durata del carico                            | $k_t$                           | 0.4           | [-]                |
| Altezza efficace  | $h_{c,eff}$                     | 125           | [mm]               |
| Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura              | $A_{c,eff}$                     | 125000        | [mm <sup>2</sup> ] |
| Rapporto geometrico sull'area efficace                                | $\rho_{p,eff}$                  | 0.01018       | [-]                |
| Rapporto tra $E_s/E_{cm}$   | $\alpha_e$                      | 6.00          | [-]                |
| Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo | $\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$ | -0.000513     | [-]                |
|   |                                 | 0.000070      | [-]                |
| Determinazione del diametro equivalente delle barre tese              | $\phi_{eq}$                     | 18.00         | [mm]               |
| Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre     | $k_1$                           | 0.8           | [-]                |
| Coefficiente che tiene conto della flessione pura                     | $k_2$                           | 0.5           | [-]                |
|   | $k_3$                           | 3.4           | [-]                |
|   | $k_4$                           | 0.425         | [-]                |
| Distanza massima tra le fessure                                       | $s_{r,max}$                     | 409.43        | [mm]               |
|   |                                 | 2287.02       | [mm]               |
| <b>Ampiezza delle fessure</b>   | <b><math>w_k</math></b>         | <b>0.1612</b> | <b>[mm]</b>        |
| <b>Ampiezza massima delle fessure</b>                                 | <b><math>w_{max}</math></b>     | <b>0.2</b>    | <b>[mm]</b>        |

- Verifica a pressoflessione lungo y taglio

| Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente   |                                  |               |                    |
|---|----------------------------------|---------------|--------------------|
| <b>Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente</b>      | <b><math>M_{Ed, q.p.}</math></b> | <b>355</b>    | <b>[kNm]</b>       |
| Durata del carico   |                                  | lunga         | [-]                |
| Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore                        | $x$                              | 227,25        | [mm]               |
| Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata | $\sigma_s$                       | 148,43        | [MPa]              |
| Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo    | $f_{ct, eff}$                    | 2,2           | [MPa]              |
| Fattore dipendente dalla durata del carico                            | $k_t$                            | 0,4           | [-]                |
| Altezza efficace  | $h_{c, eff}$                     | 125           | [mm]               |
| Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura              | $A_{c, eff}$                     | 125000        | [mm <sup>2</sup> ] |
| Rapporto geometrico sull'area efficace                                | $\rho_{p, eff}$                  | 0,01018       | [-]                |
| Rapporto tra $E_s/E_{cm}$   | $\alpha_e$                       | 6,68          | [-]                |
| Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo | $\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$  | 0,000278      | [-]                |
|   |                                  | 0,000445      | [-]                |
| Determinazione del diametro equivalente delle barre tese              | $\phi_{eq}$                      | 18,00         | [mm]               |
| Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre     | $k_1$                            | 0,8           | [-]                |
| Coefficiente che tiene conto della flessione pura                     | $k_2$                            | 0,5           | [-]                |
|   | $k_3$                            | 3,4           | [-]                |
|   | $k_4$                            | 0,425         | [-]                |
| Distanza massima tra le fessure                                       | $s_{r, max}$                     | 436,63        | [mm]               |
|   |                                  | 436,63        | [mm]               |
| <b>Ampiezza delle fessure</b>   | <b><math>w_k</math></b>          | <b>0,1944</b> | <b>[mm]</b>        |
| <b>Ampiezza massima delle fessure</b>                                 | <b><math>w_{max}</math></b>      | <b>0,2</b>    | <b>[mm]</b>        |



AMV S.r.l.  
Via San Lorenzo, 106  
34077 Ronchi dei Legionari  
(Gorizia) ItalyPh. +39 0481.779.903 r.a.  
Fax +39 0481.777.125  
E-mail: info@amv.it  
www.amv.itCap. Soc. € 10.920.00 i.v.  
P.Iva: IT00382470318  
C.F. e Iscriz. nel Reg. delle Imp. di GO  
00382470318 - R.E.A. GO n° 048216**Attestato dell'affidabilità del codice di calcolo e delle procedure implementate nei prodotti software AMV  
In base al paragrafo 10.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14.01.2008 e successivi aggiornamenti).**

In base a quanto richiesto al par. 10.2 del D.M. 14/01/2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni) il produttore e distributore AMV s.r.l. espone la seguente relazione riguardante il solutore numerico e, più in generale, la procedura di analisi e dimensionamento MasterSap. Si fa presente che sul proprio sito ([www.amv.it](http://www.amv.it)) è disponibile sia il manuale teorico del solutore sia il documento comprendente i numerosi esempi di validazione. Essendo tali documenti (formati da centinaia di pagine) di pubblico dominio, si ritiene sufficiente proporre una sintesi, sia pure adeguatamente esauriente, dell'argomento.

Il motore di calcolo adottato da MasterSap, denominato LIFE-Pack, è un programma ad elementi finiti che permette l'analisi statica e dinamica in ambito lineare e non lineare, con estensioni per il calcolo degli effetti del secondo ordine.

Il solutore lineare usato in analisi statica ed in analisi modale è basato su un classico algoritmo di fattorizzazione multifrontale per matrici sparse che utilizza la tecnica di condensazione supernodale ai fini di velocizzare le operazioni. Prima della fattorizzazione viene eseguito un riordino simmetrico delle righe e delle colonne del sistema lineare al fine di calcolare un percorso di eliminazione ottimale che massimizzi la sparsità del fattore. Il solutore modale è basato sulla formulazione inversa dell'algoritmo di Lanczos noto come *Thick Restarted Lanczos* ed è particolarmente adatto alla soluzione di problemi di grande e grandissima dimensione ovvero con molti gradi di libertà. L'algoritmo di Lanczos oltre ad essere supportato da una rigorosa teoria matematica, è estremamente efficiente e competitivo e non ha limiti superiori nella dimensione dei problemi, se non quelli delle risorse hardware della macchina utilizzata per il calcolo.

Per la soluzione modale di piccoli progetti, caratterizzati da un numero di gradi di libertà inferiore a 500, l'algoritmo di Lanczos non è ottimale e pertanto viene utilizzato il classico solutore modale per matrici dense simmetriche contenuto nella ben nota libreria LAPACK.

L'analisi con i contributi del secondo ordine viene realizzata aggiornando la matrice di rigidezza elastica del sistema con i contributi della matrice di rigidezza geometrica.

Un'estensione non lineare, che introduce elementi a comportamento multilineare, si avvale di un solutore incrementale che utilizza nella fase iterativa della soluzione il metodo del gradiente coniugato preconditionato.

Grande attenzione è stata riservata agli esempi di validazione del solutore. Gli esempi sono stati tratti dalla letteratura tecnica consolidata e i confronti sono stati realizzati con i risultati teorici e, in molti casi, con quelli prodotti, sugli esempi stessi, da prodotti internazionali di comparabile e riconosciuta validità. Il manuale di validazione è disponibile sul sito [www.amv.it](http://www.amv.it).

E' importante segnalare, forse ancora con maggior rilievo, che l'affidabilità del programma trova riscontro anche nei risultati delle prove di collaudo eseguite su sistemi progettati con MasterSap. I verbali di collaudo (per alcuni progetti di particolare importanza i risultati sono disponibili anche nella letteratura tecnica) documentano che i risultati delle prove, sia in campo statico che dinamico, sono corrispondenti con quelli dedotti dalle analisi numeriche, anche per merito della possibilità di dar luogo, con MasterSap, a raffinate modellazioni delle strutture. In MasterSap sono presenti moltissime procedure di controllo e filtri di autodia-gnostica. In fase di input, su ogni dato, viene eseguito un controllo di compatibilità. Un'ulteriore procedura di controllo può essere lanciata dall'utente in modo da individuare tutti gli errori gravi o gli eventuali difetti della modellazione. Analoghi controlli vengono eseguiti da MasterSap in fase di calcolo prima della preparazione dei dati per il solutore. I dati trasferiti al solutore sono facilmente consultabili attraverso la lettura del file di input in formato XML, leggibili in modo immediato dall'utente. Apposite procedure di controllo sono predisposte per i programmi di dimensionamento per l'acciaio, legno, alluminio, muratura etc. Tali controlli riguardano l'esito della verifica: vengono segnalati, per via numerica e grafica (vedi esempio a fianco), i casi in contrasto con le comuni tecniche costruttive e gli errori di dimensionamento (che bloccano lo sviluppo delle fasi successive della progettazione, ad esempio il disegno esecutivo). Nei casi previsti dalla norma, ad esempio qualora contemplato dalle disposizioni sismiche in applicazione, vengono eseguiti i controlli sulla geometria strutturale, che vengono segnalati con la stessa modalità dei difetti di progettazione.

Ulteriori funzioni, a disposizione dell'utente, agevolano il controllo dei dati e dei risultati. E' possibile eseguire una funzione di ricerca su tutte le proprietà (geometriche, fisiche, di carico etc) del modello individuando gli elementi interessati.

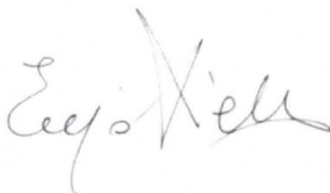
Si possono rappresentare e interrogare graficamente, in ogni sezione desiderata, tutti i risultati dell'analisi e del dimensionamento strutturale. Nel caso sismico viene evidenziata la posizione del centro di massa e di rigidezza del sistema.

Per gli edifici è possibile, per ogni piano, a partire dalle fondazioni, conoscere la risultante delle azioni verticali orizzontali. Analoghi risultati sono disponibili per i vincoli esterni.

Le altre procedure di calcolo, oltre a MasterSap, seguono la medesima impostazione teorica e lo stesso procedimento di validazione.

Nei relativi manuali viene fornita una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, dei metodi e criteri usati per il dimensionamento strutturale e delle sezioni; vengono forniti esempi significativi che possono essere facilmente replicati, segnalando che si tratta spesso di procedure di calcolo e di verifica, che per loro natura, non denotano particolari complessità teoriche e concettuali.

Il rilascio di ogni nuova versione dei programmi è sottoposta a rigorosi check automatici che mettono a confronto i risultati della release in esame con quelli già validati e realizzati da versioni precedenti. Inoltre, sessioni specifiche di lavoro sono condotte da personale esperto per controllare il corretto funzionamento delle varie procedure software, con particolare riferimento a quelle che sono state oggetto di interventi manutentivi o di aggiornamento.

AMV s.r.l.  
Il legale rappresentante  
Ing. Eugenio Aiello



## 15.2 VERIFICA A STABILITÀ GLOBALE – SOLLEVAMENTO

Si riportano di seguito l'analisi e la verifica a sollevamento del blocco n°6, soggetto ad una sottopressione idraulica dovuta alla falda posta a quota 130.80 mslm, di 4.18 m.

In condizioni statiche le azioni sollecitanti (sottospinta idraulica) e resistenti (solo peso proprio manufatto trascurando sovraccarico da peso terreno rilevato) verranno moltiplicate per i corrispondenti coefficienti di sicurezza pari a 0.9 (azioni favorevoli) e a 1.1 (azioni sfavorevoli)

B = area di base manufatto soggetto a sottospinta = 1372 mq

S = sottospinta idraulica complessiva =  $4.18 \times 10.0 \times 1372 \times 1.1 =$  63084 kN

V = volume manufatto = 3990 mc

G = peso sezione manufatto =  $3990 \times 25.0 \times 0.9 =$  89775 kN

Il coefficiente di sicurezza a sollevamento vale:

$$FS = G / S = 89775 / 63084 = 1.42 > 1$$

In condizioni sismiche, si verifica il manufatto sottoposto anche all'azione inerziale verticale verso l'alto, in condizioni SLC; i coefficienti moltiplicativi delle azioni vengono posti pari a 1.0, in quanto trattasi di condizioni eccezionali.

B = area di base manufatto soggetto a sottospinta = 1372 mq

S = sottospinta idraulica complessiva =  $4.18 \times 10.0 \times 1372 =$  57350 kN

V = volume manufatto = 3990 mc

G = peso sezione manufatto =  $3990 \times 25.0 =$  99750 kN

Ev = azione inerziale verticale =  $0.240 \times 99750 =$  23940 kN

Il coefficiente di sicurezza a sollevamento vale:

$$FS = G / (S+Ev) = 99750 / 81290 = 1.22 > 1$$