

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



|                                       |                     |   |
|---------------------------------------|---------------------|---|
| PROGETTAZIONE:                        | PROGETTISTA:        | DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE                                     |
| RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO PROGETTISTI | Ing. G.S. KALAMARAS | Ing. PIETRO MAZZOLI   |
|                                       |                     | Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche |

## PROGETTO ESECUTIVO

### ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI

#### GALLERIA MONTE AGLIO

IMBOCCO GALLERIA FINESTRA 3+777.276  
Relazione tecnica e di calcolo dima e concio d'attacco

|   |  |        |
|---|--|--------|
| APPALTATORE   |  | SCALA: |
| Consorzio CFT<br>IL DIRETTORE TECNICO<br>Geom. C. Bianchi<br>13/03/2018 |  | -      |

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

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | F | 1 | N | 0 | 1 | E | Z | Z | C | L | G | A | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | B |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

| Rev. | Descrizione                   | Redatto     | Data       | Verificato  | Data       | Approvato  | Data       | Autorizzato Data |
|------|-------------------------------|-------------|------------|-------------|------------|------------|------------|------------------|
| A    | Emissione                     | A. Giordano | 10/07/2018 | A. Giordano | 10/07/2018 | P. Mazzoli | 10/07/2018 | G. Kalamaras     |
| B    | Rev. Istruttoria ITF 29/08/18 | A. Giordano | 13/09/2018 | A. Giordano | 13/09/2018 | P. Mazzoli | 13/09/2018 |                  |
|      |                               |             |            |             |            |            |            |                  |
|      |                               |             |            |             |            |            |            | 13/09/2018       |

|   |           |
|---|-----------|
| File: IF1N.0.1.E.ZZ.CL.GA.03.0.0.002.B.docx | n. Elab.: |
|---|-----------|

|    | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b><br><b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b><br><b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b><br><b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>                            |          |            |          |           |      |        |      |         |    |            |   |         |
|--|--|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|---------|
| <b>RELAZIONE DI CALCOLO DIMA E CONCIO</b><br><b>D'ATTACCO IMBOCCO FINESTRA KM 3+777.276</b>  | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GA0300 002</td> <td>B</td> <td>2 di 48</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO      | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF1N | 01 E ZZ | CL | GA0300 002 | B | 2 di 48 |
| COMMESSA   | LOTTO  | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV.     | FOGLIO    |      |        |      |         |    |            |   |         |
| IF1N   | 01 E ZZ  | CL       | GA0300 002 | B        | 2 di 48   |      |        |      |         |    |            |   |         |

## Indice

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>PREMESSA .....</b>   | <b>3</b>  |
| 1.1      | RIFERIMENTI .....   | 3         |
| 1.1.1    | NORMATIVA .....   | 3         |
| 1.1.2    | RACCOMANDAZIONI E SPECIFICHE TECNICHE .....   | 3         |
| 1.2      | CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....   | 4         |
| <b>2</b> | <b>DESCRIZIONE DELL'OPERA .....</b>   | <b>7</b>  |
| <b>3</b> | <b>FASE CONOSCITIVA .....</b>   | <b>8</b>  |
| 3.1      | INQUADRAMENTO GEOLOGICO .....   | 8         |
| 3.2      | CARATTERISTICHE E MODELLAZIONE GEOTECNICA E GEOMECCANICA .....                          | 8         |
| <b>4</b> | <b>FASE DI DIAGNOSI .....</b>   | <b>9</b>  |
| 4.1      | CLASSI DI COMPORTAMENTO DEL FRONTE DI SCAVO .....                                       | 9         |
| 4.2      | DETERMINAZIONE DELLE CATEGORIE DI COMPORTAMENTO .....                                   | 10        |
| 4.2.1    | ANALISI DI STABILITÀ DEL FRONTE DI SCAVO .....  | 10        |
| 4.2.2    | DEFINIZIONE DELLE TRATTE A COMPORTAMENTO OMOGENEO .....                                 | 10        |
| <b>5</b> | <b>FASE DI TERAPIA .....</b>  | <b>11</b> |
| 5.1      | DESCRIZIONE DELLE SEZIONI TIPO .....  | 11        |
| 5.1.1    | CONCIO D'ATTACCO .....  | 11        |
| 5.1.2    | DIMA .....  | 11        |
| 5.2      | ANALISI E VERIFICA DELLE SEZIONI TIPO .....   | 12        |
| 5.2.1    | DESCRIZIONE DEL METODO DI CALCOLO ADOTTATO .....  | 12        |
| 5.2.2    | MODELLI DI CALCOLO .....  | 17        |
| 5.2.3    | RISULTATI OTTENUTI IN TERMINI DI SPOSTAMENTI, PLASTICIZZAZIONI E STATO TENSIONALE ..... | 21        |
| 5.2.4    | VERIFICHE STRUTTURALI DEL SOSTEGNO DI PRIMA FASE .....                                  | 27        |
| 5.2.5    | VERIFICHE STRUTTURALI DEGLI INFILAGGI .....   | 31        |
| 5.2.6    | VERIFICHE STRUTTURALI DEL RIVESTIMENTO DEFINITIVO .....                                 | 32        |

### ALLEGATI

- ALLEGATO 1: CURVE DI AVANZAMENTO E CURVE CARATTERISTICHE
- ALLEGATO 2: TABULATI DI CALCOLO RS2
- ALLEGATO 3: SOLLECITAZIONI E VERIFICHE DEI SOSTEGNI DI PRIMA FASE
- ALLEGATO 4: SOLLECITAZIONI NEL RIVESTIMENTO DEFINITIVO

|    | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b><br><b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b><br><b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b><br><b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>                            |          |            |          |           |      |        |      |         |    |            |   |         |
|--|--|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|---------|
| <b>RELAZIONE DI CALCOLO DIMA E CONCIO</b><br><b>D'ATTACCO IMBOCCO FINESTRA KM 3+777.276</b>  | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GA0300 002</td> <td>B</td> <td>3 di 48</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO      | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF1N | 01 E ZZ | CL | GA0300 002 | B | 3 di 48 |
| COMMESSA   | LOTTO  | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV.     | FOGLIO    |      |        |      |         |    |            |   |         |
| IF1N   | 01 E ZZ  | CL       | GA0300 002 | B        | 3 di 48   |      |        |      |         |    |            |   |         |

# 1 PREMESSA

La presente relazione è redatta nell'ambito del Progetto Esecutivo per il raddoppio della linea Canello-Benevento sull'itinerario Napoli-Bari ed in particolare si riferisce al primo lotto funzionale compreso tra Canello e la Stazione di Frasso Telesino/Dugenta e variante alla linea Roma-Napoli via Cassino nel comune di Maddaloni.

L'estensione del tracciato in progetto è di circa 16,5Km; nell'ambito di questa tratta è presente la galleria Monte Aglio, una galleria naturale a doppio binario lunga oltre 4Km. Oltre alla galleria principale (di linea), sono previsti una serie di gallerie secondarie che ospitano le vie di fuga.

Il presente documento illustra il dimensionamento statico e geotecnico della dima e concio d'attacco della galleria finestra km 3+777.276 all'imbocco esterno. In particolare, in questo documento sono contenute:

- le condizioni geologiche e geotecniche attese lungo il tracciato
- la classe di comportamento attesa valutata in funzione delle condizioni geotecniche attese lungo il tracciato
- le verifiche strutturali e geotecniche dei sostegni di prima fase e dei rivestimenti definitivi della galleria naturale;

## 1.1 RIFERIMENTI

### 1.1.1 NORMATIVA

Le verifiche statiche e la redazione della presente relazione sono state eseguite in conformità alle seguenti Normative:

- Decreto Ministero Infrastrutture 14 gennaio 2008, “Nuove norme tecniche per le costruzioni”.
- Circolare n.617 del 2 febbraio 2009 Ministero Infrastrutture e Trasporti, Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni”.

### 1.1.2 RACCOMANDAZIONI E SPECIFICHE TECNICHE

- Specifica tecnica ITALFERR cod. PPA0002403 rev. A “Linee guida per la progettazione geotecnica delle gallerie naturali”.

|    | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b><br><b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b><br><b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b><br><b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>                            |          |            |          |           |      |        |      |         |    |            |   |         |
|--|--|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|---------|
| <b>RELAZIONE DI CALCOLO DIMA E CONCIO</b><br><b>D'ATTACCO IMBOCCO FINESTRA KM 3+777.276</b>  | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GA0300 002</td> <td>B</td> <td>4 di 48</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO      | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF1N | 01 E ZZ | CL | GA0300 002 | B | 4 di 48 |
| COMMESSA   | LOTTO  | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV.     | FOGLIO    |      |        |      |         |    |            |   |         |
| IF1N   | 01 E ZZ  | CL       | GA0300 002 | B        | 4 di 48   |      |        |      |         |    |            |   |         |

## 1.2 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

### CALCESTRUZZI

#### **SPRITZ-BETON FIBRORINFORZATO:**

- Rispondenza ai requisiti delle norme UNI EN 14487-1 e UNI EN 14487-2
- Classe di resistenza: C20/25
- Resistenza a compressione alle brevi stagionature:
  - a 24 ore  $\geq 10\text{MPa}$
  - a 48 ore  $\geq 13\text{MPa}$
- Curva granulometrica degli aggregati di tipo continuo con diametro massimo di 6÷8mm
- Classe di consistenza: S5
- Dosaggio in fibre:  $35\text{kg/m}^3$
- Energia assorbita:  $\geq 500\text{joule}$  (da prove di punzonamento eseguite su piastre in cls fibrorinforzato)
- Fibre di acciaio a basso contenuto in carbonio da filo trafilato (tipo A1), diametro equivalente  $\varnothing \leq 0.7\text{mm}$  e resistenza a trazione  $f_{yk} = 800\text{MPa}$  (UNI 11037).

#### **CALCESTRUZZO MAGRO:**

- Classe  $R_{ck} = 15\text{MPa}$  (C12/15)
- Classe di esposizione ambientale X0 (UNI EN 206-1)

#### **CALCESTRUZZO STRUTTURALE:**

- Classe  $R_{ck} = 30\text{MPa}$  (C25/30)
- Classe di esposizione ambientale XC2 (UNI EN 206-1)
- Diametro massimo degli aggregati: 32mm
- Rapporto massimo acqua/cemento: 0.60
- Classe di consistenza: S4

#### **MARCIAPIEDI E GETTO DI REGOLAMENTO:**

- Classe  $R_{ck} = 30\text{MPa}$  (C25/30)
- Classe di esposizione ambientale X0 (UNI EN 206-1)
- Diametro massimo degli aggregati: 32mm
- Rapporto massimo acqua/cemento: 0.60
- Classe di consistenza: S3-S4

### ACCIAI

#### **ACCIAIO:**

- Armature: B450C controllato in stabilimento

|    | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b><br><b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b><br><b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b><br><b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>                            |          |            |          |           |      |        |      |         |    |            |   |         |
|--|--|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|---------|
| <b>RELAZIONE DI CALCOLO DIMA E CONCIO</b><br><b>D'ATTACCO IMBOCCO FINESTRA KM 3+777.276</b>  | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GA0300 002</td> <td>B</td> <td>5 di 48</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO      | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF1N | 01 E ZZ | CL | GA0300 002 | B | 5 di 48 |
| COMMESSA   | LOTTO  | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV.     | FOGLIO    |      |        |      |         |    |            |   |         |
| IF1N   | 01 E ZZ  | CL       | GA0300 002 | B        | 5 di 48   |      |        |      |         |    |            |   |         |

- Centine e profilato: S275 o superiore
- Piastre: S275 o superiore
- Piastrame e travi di collegamento tiranti: S275 o superiore
- Presostegno al contorno: S355 (UNI10025)
- Catene: B450C
- Bulloni piastre di unione centine: classe 8.8 o superiori (UNI3740/74)

#### **COPRIFERRO:**

- 5cm ( $\pm 0.5$ cm)

#### **INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO IN FASE DI SCAVO**

##### **INTERVENTI DI PRESOSTEGNO AL CONTORNO:**

- Composti da tubi in acciaio S355,  $\varnothing 127$ mm, Sp. = 10mm, diametro di perforazione >160mm, valvolati e cementati con miscele cementizie

##### **MISCELE CEMENTIZIE A BASSA PRESSIONE:**

- Cemento 42.5R
- Rapporto a/c: 0.5-0.7
- Fluidificante: 2-3% di bentonite o additivo fluidificante
- Resistenza miscela a 48h:  $\geq 5$ MPa
- Massima velocità di iniezione: 10l/min

#### **IMPERMEABILIZZAZIONE E DRENAGGI**

##### **DRENAGGI IN AVANZAMENTO IN FASE DI SCAVO:**

- Tubi micropressurati in PVC ad alta resistenza (4.5MPa alla trazione), diametro esterno  $\varnothing=60$ mm, sp. 5mm, perforo = 100mm, rivestiti con TNT
- I primi 10.00m da bocca foro dovranno essere ciechi

##### **IMPERMEABILIZZAZIONE IN PVC:**

- Teli per impermeabilizzazione: sp. =  $2 \pm 0.5$ mm, g =  $3 \text{g/cm}^2$
- Strato di tessuto non tessuto di  $400 \text{gr/m}^2$  a filo continuo

##### **CORDOLINO IDROESPANSIVO DI TENUTA IDRAULICA (WATER-STOP):**

- Composizione miscela in peso: 25% gomma butilica, 75% bentonite di sodio
- Dimensione: 20x25mm
- Peso: 0.780kg/m
- Temperatura di applicazione da  $-15^\circ\text{C}$  a  $+50^\circ\text{C}$
- Stabilità alle soluzioni saline ed aggressive e resistenza all'azione inibente degli ioni calcio e magnesio

|    | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b><br><b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b><br><b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b><br><b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>                            |          |            |          |           |      |        |      |         |    |            |   |         |
|--|--|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|---------|
| <b>RELAZIONE DI CALCOLO DIMA E CONCIO</b><br><b>D'ATTACCO IMBOCCO FINESTRA KM 3+777.276</b>  | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GA0300 002</td> <td>B</td> <td>6 di 48</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO      | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF1N | 01 E ZZ | CL | GA0300 002 | B | 6 di 48 |
| COMMESSA   | LOTTO  | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV.     | FOGLIO    |      |        |      |         |    |            |   |         |
| IF1N   | 01 E ZZ  | CL       | GA0300 002 | B        | 6 di 48   |      |        |      |         |    |            |   |         |

- Espansione a contatto con l'acqua: 6 volte il volume iniziale minimo senza perdita di coesione di massa e con reperibilità del fenomeno certificata per numerosi cicli di idratazione/essiccamento

**SISTEMA DI IMPERMEABILIZZAZIONE COMPARTIMENTATO:**

- Tubi in PVC-P ri-iniettabili tipo MAPEI IDROSTOP MULTI Ø11/19mm
- Teli per impermeabilizzazione in PVC-P: sp. = 2±0.5mm, g = 3g/cm<sup>2</sup>
- Strato di tessuto non tessuto di 400gr/m<sup>2</sup> a filo continuo
- Water stop in PVC-P, larghezza 400mm, spessore 4mm con 6 scanalature di altezza 30mm, tipo MAPEPLAN WATERSTOP
- Scatole 90x90x40mm in PVC per terminali tubi ri-iniettabili
- Valvole di iniezione in PVC-P tipo MAPEPLAN, valvola di collaudo/iniezione
- Tubi in PVC Ø6/8mm per iniezione/collaudo valvole

**TUBI:**

- Tubi micro fessurati in PVC/tubo di scarico cieco in corrispondenza della linea al piede dell'impermeabilizzazione, Øinterno >150mm (con caratteristiche meccaniche conformi alle norme DIN 1187).

|  |   |          |            |          |           |      |        |      |         |    |            |   |         |
|--|---|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|---------|
|    | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b><br><b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b><br><b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b><br><b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b> |          |            |          |           |      |        |      |         |    |            |   |         |
| <b>RELAZIONE DI CALCOLO DIMA E CONCIO</b><br><b>D'ATTACCO IMBOCCO FINESTRA KM 3+777.276</b>  | <table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GA0300 002</td> <td>B</td> <td>7 di 48</td> </tr> </table>        | COMMESSA | LOTTO      | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF1N | 01 E ZZ | CL | GA0300 002 | B | 7 di 48 |
| COMMESSA   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV.     | FOGLIO    |      |        |      |         |    |            |   |         |
| IF1N   | 01 E ZZ   | CL       | GA0300 002 | B        | 7 di 48   |      |        |      |         |    |            |   |         |

## 2 DESCRIZIONE DELL'OPERA

La galleria di linea denominata "Monte Aglio" ha una lunghezza complessiva di 4196m, di cui 337m in artificiale e 3859m in naturale da scavare con il metodo tradizionale.

La galleria di linea si compone delle seguenti tratte:

**Tabella 1: sintesi delle tratte di cui si compone la galleria di linea**

| pk inizio | pk fine  | lunghezza [m] | galleria    | sezione di intradosso |
|-----------|----------|---------------|-------------|-----------------------|
| 2+780.00  | 2+881.00 | 101           | artificiale | scatolare             |
| 2+881.00  | 3+000.00 | 119           | artificiale | policentrica          |
| 3+000.00  | 6+859.00 | 3859          | naturale    | monocentrica          |
| 6+859.00  | 6+917.00 | 58            | artificiale | policentrica          |
| 6+917.00  | 6+976.00 | 59            | artificiale | scatolare             |

L'imbocco lato Cancello si trova a pk 2+780.00 nel comune di Maddaloni, mentre l'imbocco lato Benevento si trova a pk 6+976.00 nel comune di Valle di Maddaloni.

L'imbocco lato Cancello si trova a circa 63m s.l.m, mentre l'imbocco lato Benevento si trova a circa 117m s.l.m, con una pendenza di circa il 1.3% in discesa da Benevento verso Cancello.

Le coperture massime previste per la tratta in naturale sono di circa 306m e sono localizzate nella tratta centrale della galleria, mentre agli imbocchi si registrano le coperture minime.

Il progetto prevede 4 uscite di emergenza lungo il tracciato in sotterraneo da utilizzare come vie di fuga per l'evacuazione e l'accesso dei mezzi di soccorso:

- 1° uscita di emergenza a pk 3+777.276 con collegamento diretto verso l'esterno mediante una galleria finestra di lunghezza 330m. Questa tratta di galleria è utilizzata anche in fase costruttiva al fine di creare una nuova finestra di accesso alla galleria di linea ed utilizzare così più fronti di avanzamento per lo scavo della galleria principale.
- 2° uscita di emergenza ubicata a pk 4+777.570 collegata mediante un cunicolo alla terza uscita di emergenza da cui si accede all'esterno mediante una tratta di galleria finestra.
- 3° uscita di emergenza a pk 5+503.917, collegata direttamente all'esterno con una galleria finestra di lunghezza pari a 550m circa. Alla galleria finestra si interseca anche il cunicolo di emergenza che collega la seconda e quarta uscita.
- 4° uscita di emergenza a pk 5+978.240 è collegata alla finestra di uscita mediante il cunicolo di lunghezza complessiva di 1226m posto a circa 22 di distanza dall'asse della galleria principale di linea.

|  |   |          |            |          |           |      |        |      |         |    |            |   |         |
|--|---|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|---------|
|    | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b><br><b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b><br><b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b><br><b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b> |          |            |          |           |      |        |      |         |    |            |   |         |
| <b>RELAZIONE DI CALCOLO DIMA E CONCIO</b><br><b>D'ATTACCO IMBOCCO FINESTRA KM 3+777.276</b>  | <table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GA0300 002</td> <td>B</td> <td>8 di 48</td> </tr> </table>        | COMMESSA | LOTTO      | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF1N | 01 E ZZ | CL | GA0300 002 | B | 8 di 48 |
| COMMESSA   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV.     | FOGLIO    |      |        |      |         |    |            |   |         |
| IF1N   | 01 E ZZ   | CL       | GA0300 002 | B        | 8 di 48   |      |        |      |         |    |            |   |         |

### 3 FASE CONOSCITIVA

#### 3.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Le unità litologiche che interessano la zona d'imbocco della "FINESTRA KM 3+772, lato Canello", sono costituite essenzialmente da una sola litologia:

- Calcari dell'unità dei Monti Lattari-Picentini-Alburni (RDO). Si tratta di depositi marini di piattaforma esterna e di transizione, costituiti da una singola litofacies a dominante calcareo-dolomitica. Poggiano per alternanza sui Calcari con requenie e gasteropodi e passano verso l'alto ai Calcari a radiolitidi. L'unità presenta uno spessore massimo di circa 250m. Sotto il profilo litologico tale successione è costituita prevalentemente da calcareniti di colore grigio chiaro e biancastro (RDO), in strati generalmente medi; si rinvengono diffuse intercalazioni lenticolari di calcilutiti policrome e calciruditi di colore grigio, a stratificazione generalmente incrociata, con sporadiche intercalazioni di dolomie grigie e giallastre. In tutta la successione sono presenti diffuse cavità carsiche e locali hardground bioperforati; a luoghi, in prossimità dei principali elementi tettonici, si rinvengono spesse fasce tettonizzate costituite da breccie calcaree prevalentemente angolose, immerse in matrice sabbioso-limoso giallastra o parzialmente ricementate da calcite secondaria.

In questa circostanza si rileva la presenza di una parete rocciosa, costituita da un fronte di cava, interamente composta dai calcari. Pertanto con riferimento alla sezione del Concio di Attacco della Galleria Monte Aglio, lato Canello, le opere in progetto intercettano interamente calcari prettamente fratturati. Non sono localmente da escludersi potenziali zone di ammasso maggiormente fratturato e/o carsificato, con presenza di vuoti.

Per una dettagliata descrizione del modello geologico generale e delle unità presenti si rimanda anche al documento "Relazione geotecnica di calcolo della Galleria Monte Aglio".

#### 3.2 CARATTERISTICHE E MODELLAZIONE GEOTECNICA E GEOMECCANICA

Nelle analisi condotte in questa relazione sono stati assunti i seguenti parametri geomeccanici per le unità litoidi e non litoidi; tali parametri derivano da una analisi dei risultati delle prove effettuate in questa fase progettuale e nelle precedenti, provvedendo successivamente ad una caratterizzazione di tipo formazionale

I parametri riportati nella tabella seguente sono parametri caratteristici.

**Tabella 2: Parametri geomeccanici caratteristici per le unità litoidi**

| FORMAZIONE                     | $\gamma$             | GSI   | $\sigma_{ci}$ | $\sigma_{cm}$ | $E_{i,k}$ | $E_{m,k}$ |
|--------------------------------|----------------------|-------|---------------|---------------|-----------|-----------|
|                                | [kN/m <sup>3</sup> ] | [-]   | [MPa]         | [MPa]         | [GPa]     | [GPa]     |
| RDO – calcari molto fratturati | 25÷26                | 30÷40 | 30÷120        | 3÷4           | 30÷80     | 2-13      |

Dove:

$\gamma$  il peso di volume naturale del terreno

GSI, Geological Strength Index

$\sigma_{ci}$  è la resistenza a compressione monoassiale della roccia intatta

$\sigma_{cm}$  è la resistenza a compressione monoassiale dell'ammasso roccioso

$E_k$  è il modulo elastico in condizioni drenate

$E_{i,k}$  è il modulo elastico della roccia intatta

$E_{m,k}$  è il modulo elastico dell'ammasso roccioso



|    | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b><br><b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b><br><b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b><br><b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>                            |          |            |          |           |      |        |      |         |    |            |   |         |
|--|--|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|---------|
| <b>RELAZIONE DI CALCOLO DIMA E CONCIO</b><br><b>D'ATTACCO IMBOCCO FINESTRA KM 3+777.276</b>  | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GA0300 002</td> <td>B</td> <td>9 di 48</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO      | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF1N | 01 E ZZ | CL | GA0300 002 | B | 9 di 48 |
| COMMESSA   | LOTTO  | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV.     | FOGLIO    |      |        |      |         |    |            |   |         |
| IF1N   | 01 E ZZ  | CL       | GA0300 002 | B        | 9 di 48   |      |        |      |         |    |            |   |         |

## 4 FASE DI DIAGNOSI

Nella fase di diagnosi, sulla base del modello geotecnico scaturito dagli studi e dalle indagini effettuate nella fase conoscitiva, si procede alla previsione della risposta tenso-deformativa dell'ammasso roccioso allo scavo, in assenza di interventi di stabilizzazione. La valutazione della risposta deformativa dell'ammasso allo scavo è condotta con riferimento alle tre categorie di comportamento individuate nel metodo ADERO-RS sulla base delle quali il tracciato sotterraneo è suddiviso in tratte a comportamento omogeneo.

I risultati dell'analisi del comportamento deformativo consentono di individuare gli interventi di presostegno e consolidamento più idonei a garantire adeguate condizioni di stabilità della galleria in fase di scavo e a lungo termine.

### 4.1 CLASSI DI COMPORTAMENTO DEL FRONTE DI SCAVO

Secondo l'approccio ADECO-RS, la previsione dell'evoluzione dello stato tensionale a seguito dell'apertura di una galleria è possibile attraverso l'analisi di fenomeni deformativi, che forniscono indicazioni sul comportamento della cavità nei confronti della stabilità a breve e lungo termine. Dati sperimentali e analisi teoriche hanno dimostrato che il comportamento della cavità è significativamente condizionato dalle caratteristiche geometriche della galleria, dai carichi litostatici e dalle caratteristiche di resistenza e di rigidità del nucleo d'avanzamento (inteso il volume di terreno a monte del fronte di scavo). Se il nucleo non è costituito da materiale sufficientemente rigido e resistente da mantenersi in campo elastico, si sviluppano fenomeni deformativi e plasticizzazioni rilevanti in avanzamento, con conseguenti evoluzioni verso fenomeni deformativi e plasticizzazioni rilevanti in avanzamento con sviluppo di condizioni di instabilità del fronte e del cavo. Se invece il comportamento del nucleo d'avanzamento si mantiene in campo elastico, il nucleo stesso svolge un'azione di precontenimento del cavo, che si mantiene pertanto in campo elastico, conservando le caratteristiche di resistenza del materiale attraversato evitando configurazioni di instabilità.

Sulla base di queste considerazioni, il comportamento del nucleo-fronte di scavo, al quale è legato quello della cavità, può essere sostanzialmente ricondotto alle seguenti tre categorie:

- **Categoria A: nucleo-fronte stabile:** tale categoria corrisponde alla condizione in cui lo stato tensionale nel terreno al fronte e al contorno della cavità non supera le caratteristiche di resistenza dell'ammasso; in tale caso le deformazioni sono prevalentemente elastiche, di piccola entità, e tendono ad esaurirsi rapidamente con la distanza dal fronte. Il fronte di scavo e il cavo sono stabili e quindi non si rendono necessari interventi preventivi di stabilizzazione, se non localizzati e in misura ridotta. Il rivestimento definitivo costituisce il margine di sicurezza per la stabilità a lungo termine.
- **Categoria B: nucleo-fronte stabile a breve termine:** tale categoria corrisponde alla condizione in cui lo stato tensionale nel terreno al fronte e al contorno della cavità, a seguito delle operazioni di scavo, raggiunge la resistenza dell'ammasso. I fenomeni deformativi sono di tipo elasto-plastico, di entità maggiore rispetto alla categoria precedente. Nell'ammasso, una riduzione delle caratteristiche di resistenza, portano lo stesso in condizioni residue. La risposta tenso-deformativa può essere controllata con interventi di preconsolidamento del fronte e/o con interventi di consolidamento al contorno del cavo; in tal modo si conferisce all'ammasso un adeguato contenimento affinché mantenga un comportamento stabile. Nel caso in cui invece non si prevedono interventi, lo stato tenso-deformativo può evolvere verso situazioni di instabilità del cavo in fase di realizzazione. Il rivestimento definitivo costituisce il margine di sicurezza per la stabilità a lungo termine.
- **Categoria C: nucleo-fronte instabile:** tale categoria corrisponde alla condizione in cui, superata la resistenza del terreno, i fenomeni deformativi evolvono rapidamente in campo plastico, arrivando rapidamente all'instabilità del fronte di scavo ed un incremento dell'estensione della zona dell'ammasso decompressa e plasticizzata al contorno della cavità. L'espansione della fascia di materiale decompresso al contorno deve essere contenuta prima dell'arrivo del fronte di scavo mediante interventi di preconsolidamento in

|  |   |          |            |          |           |      |        |      |         |    |            |   |          |
|--|---|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|----------|
|    | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b><br><b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b><br><b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b><br><b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b> |          |            |          |           |      |        |      |         |    |            |   |          |
| <b>RELAZIONE DI CALCOLO DIMA E CONCIO</b><br><b>D'ATTACCO IMBOCCO FINESTRA KM 3+777.276</b>  | <table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GA0300 002</td> <td>B</td> <td>10 di 48</td> </tr> </table>       | COMMESSA | LOTTO      | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF1N | 01 E ZZ | CL | GA0300 002 | B | 10 di 48 |
| COMMESSA   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV.     | FOGLIO    |      |        |      |         |    |            |   |          |
| IF1N   | 01 E ZZ   | CL       | GA0300 002 | B        | 10 di 48  |      |        |      |         |    |            |   |          |

avanzamento che consentono di sviluppare artificialmente l'effetto arco, facendo così evolvere la risposta tenso-deformativa verso configurazioni di stabilità.

## 4.2 DETERMINAZIONE DELLE CATEGORIE DI COMPORTAMENTO

La valutazione del comportamento deformativo è normalmente condotta utilizzando:

- il metodo della curva caratteristica per le tratte ad elevata copertura;
- le analisi di stabilità del fronte per le tratte a bassa copertura.

In questa fase di diagnosi, considerando le limitate coperture presenti, la valutazione del comportamento deformativo è stata condotta solamente considerando le analisi di stabilità. Inoltre, le analisi condotte considerando sempre i parametri geotecnici caratteristici.

### 4.2.1 ANALISI DI STABILITÀ DEL FRONTE DI SCAVO

Le analisi di stabilità del nucleo-fronte sono state condotte in condizioni di equilibrio limite con il metodo di Tamez (1984) in condizioni drenate.

L'analisi è stata condotta al fine di discernere il tipo di comportamento dell'ammasso e discernere se è necessario un consolidamento al fronte (comportamento C) oppure se non è necessario. La copertura considerata corrisponde alla massima prevista nella tratta di applicazione della sezione, pari a 16m. Il valore di GSI adottato per l'analisi di stabilità del fronte è il valore medio del range di progetto.

**Tabella 3: analisi di stabilità**

| Unità geotecnica considerata | Copertura [m] | Parametri di calcolo          |            |             | FSF  | FS3   | Categoria |
|------------------------------|---------------|-------------------------------|------------|-------------|------|-------|-----------|
|                              |               | $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ] | $c'$ [kPa] | $\phi'$ [°] |      |       |           |
| RDO_GSI=35                   | 16            | 25                            | 175        | 52          | 6.68 | 15.08 | A         |

Dove:

FSF è il fattore di sicurezza sul fronte di scavo

FS<sub>3</sub> è il fattore di sicurezza del prisma sopra la lunghezza libera non sostenuta

Le analisi considerano uno scavo di larghezza b pari a 13m ed altezza h di 10m; il tratto non sostenuto è pari ad 1m. Si considera che la verifica di stabilità del fronte è soddisfatta se il FS<sub>min</sub> è maggiore di 1.5, valore consigliato dallo stesso Autore.

### 4.2.2 DEFINIZIONE DELLE TRATTE A COMPORTAMENTO OMOGENEO

Sulla base dei risultati delle analisi sopra descritte, la tratta di imbocco della galleria finestra al km 3+777.276, sarà scavata all'interno di materiali calcarei a comportamento litoide caratterizzati da un comportamento di tipo A.

|    | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b><br><b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b><br><b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b><br><b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>                             |          |            |          |           |      |        |      |         |    |            |   |          |
|--|---|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|----------|
| <b>RELAZIONE DI CALCOLO DIMA E CONCIO</b><br><b>D'ATTACCO IMBOCCO FINESTRA KM 3+777.276</b>  | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GA0300 002</td> <td>B</td> <td>11 di 48</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO      | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF1N | 01 E ZZ | CL | GA0300 002 | B | 11 di 48 |
| COMMESSA   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV.     | FOGLIO    |      |        |      |         |    |            |   |          |
| IF1N   | 01 E ZZ   | CL       | GA0300 002 | B        | 11 di 48  |      |        |      |         |    |            |   |          |

## 5 FASE DI TERAPIA

In questo capitolo sono definiti gli interventi necessari per garantire la stabilità del cavo a breve e lungo termine, in accordo con le indicazioni provenienti dalla fasce conoscitiva e dalle analisi condotte per la fase di diagnosi.

Sono descritte le caratteristiche principali, il campo di applicazione e le fasi esecutive previste.

Per maggiori dettagli in merito, si rimanda agli specifici elaborati grafici.

### 5.1 DESCRIZIONE DELLE SEZIONI TIPO

#### 5.1.1 CONCIO D'ATTACCO

La sezione tipo Concio d'attacco è una sezione cilindrica specifica per questa tratta iniziale della galleria caratterizzata da un campo di scavo corto adatta ad affrontare un ammasso caratterizzato dalla presenza di roccia affiorante di discreta qualità (Categoria prevista A).

Gli elementi principali che caratterizzano la sezione tipo Concio d'attacco sono:

- preconsolidamento in calotta mediante n° 28±20% tubi in acciaio di lunghezza 9.0m, Ø127mm, spessore 10mm, diametro di perforazione 160mm, iniettati con miscele cementizie;
- scavo di avanzamento a piena sezione per singoli sfondi di 1.0m; il campo di scavo è cilindrico di lunghezza pari a 3m;
- sostegno di prima fase costituito da 20cm di cls proiettato fibrorinforzato e centine metalliche realizzate con doppio profilato IPN160 a passo 1.0m±20%;
- rivestimento definitivo di spessore 80cm in arco rovescio e 80cm in calotta. Il rivestimento definitivo è armato sia in arco rovescio che in calotta.

#### 5.1.2 DIMA

La sezione dima si applica per una lunghezza di 4.42m davanti alla parete rocciosa di imbocco.

Gli elementi che caratterizzano la sezione Dima sono:

- sostegno di prima fase costituito da centine metalliche realizzate con doppio profilato IPN160 a passo 1.0m;
- posa del lamierino metallico tipo pernervometal sopra le centine con la finalità di cassero a perdere;
- getto della dima di spessore variabile da 100cm al piedritto e 60cm in calotta;
- applicazione del calcestruzzo proiettato a ricoprimento delle centine metalliche di spessore 20cm;
- rivestimento definitivo di spessore 80cm in arco rovescio e 80cm in calotta. Il rivestimento definitivo è armato sia in arco rovescio che in calotta.

|  |   |          |            |          |           |      |        |      |         |    |            |   |          |
|--|---|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|----------|
|    | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b><br><b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b><br><b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b><br><b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b> |          |            |          |           |      |        |      |         |    |            |   |          |
| <b>RELAZIONE DI CALCOLO DIMA E CONCIO</b><br><b>D'ATTACCO IMBOCCO FINESTRA KM 3+777.276</b>  | <table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GA0300 002</td> <td>B</td> <td>12 di 48</td> </tr> </table>       | COMMESSA | LOTTO      | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF1N | 01 E ZZ | CL | GA0300 002 | B | 12 di 48 |
| COMMESSA   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV.     | FOGLIO    |      |        |      |         |    |            |   |          |
| IF1N   | 01 E ZZ   | CL       | GA0300 002 | B        | 12 di 48  |      |        |      |         |    |            |   |          |

## 5.2 ANALISI E VERIFICA DELLE SEZIONI TIPO

### 5.2.1 DESCRIZIONE DEL METODO DI CALCOLO ADOTTATO

Il metodo di calcolo impiegato è quello degli elementi finiti (FEM) implementato tramite il codice commerciale RS2, ver.9.02, prodotto dalla Rocscience Inc®.

RS2 è un programma agli elementi finiti che consente di svolgere analisi bi-dimensionali in campo elasto-plastico per la valutazione dello stato di sforzo e di spostamento al contorno di opere in sotterraneo e di analizzare la risposta tensio-deformativa dei sostegni installati a supporto degli scavi.

#### 5.2.1.1 CONDIZIONI AL CONTORNO ED INIZIALI

Il modello numerico è realizzato tramite una maglia d'elementi triangolari i cui confini sono stati collocati ad una distanza dalla sezione della galleria tale da non risentire degli effetti di bordo; Nei modelli messi a punto, il bordo superiore coincide con il profilo topografico del terreno.

Lo stato tensionale iniziale è stato supposto litostatico con un coefficiente di spinta a riposo,  $k_0$  nei calcari pari a 0.8, mentre per le altre formazioni non litoidi è stato assunto  $k_0=1-\text{sen}\phi$ . Lo stato tensionale geostatico è stato riprodotto nel modello tramite la fase 1, applicando un campo di sforzo di tipo gravitazionale.

#### 5.2.1.2 LEGGE DI COMPORTAMENTO DEI MATERIALI

##### 5.2.1.2.1 Ammasso roccioso

Il criteri di rottura adottato per i terreni è quello di Mohr Coulomb. Gli elementi che simulano il terreno sono elementi triangolari con dimensione crescente man mano che ci si allontana dalla galleria.

##### 5.2.1.2.2 Sostegno di prima fase

Il sostegno di prima fase è stato simulato con elementi beams aventi comportamento elastico adottando la formulazione di Bernoulli. Gli elementi beams, nel modello matematico, sono stati simulati con un materiale di rigidità equivalente.

I valori dello spessore ( $s_{eq}$ ) e del modulo elastico ( $E_{eq}$ ) equivalente sono ricavati dalla risoluzione del seguente sistema lineare:

$$(E_s/E_c-1)*E_c*A_s/i + E_c*A_c = E_{eq}*s_{eq}$$

$$(E_s/E_c-1)*E_c*J_s/i + E_c*J_c = E_{eq}*s_{eq}^3/12$$

Dove:

$E_s$  = modulo elastico dell'acciaio

$A_s, J_s$  = area e momento d'inerzia delle centine a metro lineare

$i$  = interasse centine

$E_c$  = modulo elastico del cls proiettato

$A_c, J_c$  = area e momento d'inerzia del cls proiettato per metro lineare

| Giorni di maturazione | Modulo elastico del calcestruzzo proiettato [MPa] |
|-----------------------|---|
| 1                     | 23729   |
| 2                     | 25137   |
| 6                     | 26725   |
| 9                     | 27145   |
| 28                    | 29961   |

|  |   |          |            |          |           |      |        |      |         |    |            |   |          |
|--|---|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|----------|
|    | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b><br><b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b><br><b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b><br><b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b> |          |            |          |           |      |        |      |         |    |            |   |          |
| <b>RELAZIONE DI CALCOLO DIMA E CONCIO</b><br><b>D'ATTACCO IMBOCCO FINESTRA KM 3+777.276</b>  | <table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GA0300 002</td> <td>B</td> <td>13 di 48</td> </tr> </table>       | COMMESSA | LOTTO      | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF1N | 01 E ZZ | CL | GA0300 002 | B | 13 di 48 |
| COMMESSA   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV.     | FOGLIO    |      |        |      |         |    |            |   |          |
| IF1N   | 01 E ZZ   | CL       | GA0300 002 | B        | 13 di 48  |      |        |      |         |    |            |   |          |

A tergo degli elementi beams, per simulare il contatto con il terreno/roccia, è stata interposta una discontinuità, con le caratteristiche di rigidezza valutate secondo la relazione di Galerkin:

Dove:

$k_n$  è la rigidezza normale

$k_t$  è la rigidezza tangenziale

E è il modulo elastico del terreno a tergo del sostegno di prima fase

$\nu$  è il coefficiente di Poisson

Cautelativamente si è ipotizzato che a lungo termine il sostegno di prima fase non sia più presente e che tutti i carichi siano trasferiti al rivestimento definitivo.

### 5.2.1.2.3 Rivestimento definitivo

Il rivestimento definitivo è simulato tramite elementi triangolari con una dimensione massima di circa 10cm. La legge di comportamento degli elementi del rivestimento è stata assunta di tipo elastico con le seguenti caratteristiche di rigidezza:

Gli elementi che simulano il rivestimento definitivo sono stati introdotti in presenza del sostegno di prima fase. A lungo termine però, tutti i carichi geotecnici gravano sul rivestimento definitivo.

Per ottenere il diagramma delle sollecitazioni in modo continuo sul rivestimento definitivo, nel modello sono stati introdotti elementi beam sull'asse del rivestimento definitivo caratterizzati da rigidezza molto bassa (modulo elastico degli elementi diviso per un fattore di scala pari a  $10^6$ ). A causa della bassa rigidezza, gli elementi si deformano come il rivestimento definitivo senza interferenze con il campo di sforzi e deformazioni agente negli elementi di volume del rivestimento definitivo. Le sollecitazioni che restituisce il programma di calcolo devono poi esser moltiplicate per lo stesso fattore, ottenendo così le sollecitazioni caratteristiche.

### 5.2.1.3 SIMULAZIONE DELLE FASI ESECUTIVE

Le fasi esecutive e l'effetto del passaggio del fronte di scavo attraverso la generica sezione di calcolo, sono simulate facendo decadere la pressione fittizia interna alla sezione di scavo.

La pressione fittizia è stata valutata a partire dai risultati dei modelli tridimensionali messi a punto per le sezioni in oggetto, opportunamente correlati con i modelli bidimensionali. I modelli messi a punto per valutare la pressione interna da applicare, tengono conto degli interventi di rinforzo e consolidamento previsti per ciascuna sezione tipo.

### 5.2.1.4 AZIONE SISMICA

L'evento sismico è stato simulato, nelle analisi condotte nel presente documento, basandosi sull'approccio di deformazione di taglio in campo libero – free-field shear deformation method – [Wang, 1993; Power et al., 1998; Hashash et al. 2001], che è la condizione più conservativa. Questo approccio assume che la deformazione delle strutture sotto l'azione sismica di progetto debba essere conforme alla deformazione del suolo in campo libero.

Di seguito sono riportati i coefficienti sismici valutati a partire dalla zona in esame e dalle caratteristiche dell'opera.

**Tabella 4: coefficienti sismici**

|   |   |
|---|---|
| Tipo di opera                                 | 3   |
| Vita nominale dell'opera [anni]               | VN = 75   |
| Coefficiente d'uso                            | CU = 1.5  |
| Periodo di riferimento [anni]                 | VR = 112.5  |
| Tempo di ritorno [anni]                       | TR = 1068   |
| Probabilità di superamento                    | PVR = 10% (stato limite di salvaguardia della vita,SLV) |
| Comune di riferimento                         | Maddaloni / Valle di Maddaloni (Caserta)                |
| Accelerazione orizzontale massima al sito [g] | agR = 0.187g  |

|  |   |                  |                  |                |                         |           |
|--|---|------------------|------------------|----------------|-------------------------|-----------|
|    | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b><br><b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b><br><b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b><br><b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b> |                  |                  |                |                         |           |
|  | <b>RELAZIONE DI CALCOLO DIMA E CONCIO</b><br><b>D'ATTACCO IMBOCCO FINESTRA KM 3+777.276</b>   | COMMESSA<br>IF1N | LOTTO<br>01 E ZZ | CODIFICA<br>CL | DOCUMENTO<br>GA0300 002 | REV.<br>B |

|  |               |
|--|---------------|
| Tipo di opera  | 3             |
| Fattore di amplificazione dello spettro              | $F_0 = 2.506$ |
| Periodo di inizio del tratto a velocità costante [s] | $T^*C = 275$  |
| Categoria di suolo                                   | A             |

A seguito della definizione dell'accelerazione massima al sito ( $a_{gR}$ ), sono state definite una magnitudine di riferimento  $M_w$  (energia rilasciata dall'evento sismico) e una distanza della sorgente dal sito per il luogo di interesse, a partire dai dati dei sismi avvenuti in Campania negli ultimi 100 anni, riportati nella tabella seguente in ordine di rilevanza, valutata come  $R = M_w / d$  (magnitudine di riferimento diviso distanza dal sito di interesse). Per la definizione della magnitudine di riferimento del sito e per la distanza dalla sorgente dal sito sono stati presi in considerazione i primi 10 sismi per rilevanza.

**Tabella 5: sismi ultimi 100 anni che hanno interessato la Campania per la definizione della magnitudine di riferimento  $M_w$  e della distanza dal sito di interesse  $d$ .**

| Data | Luogo  | Regione  | $M_w$<br>[-] | $d$<br>[km] | $R$<br>[1/km] |
|------|--|----------|--------------|-------------|---------------|
| 1983 | Napoli e Pozzuoli                                    | Campania | 4.8          | 23          | 0.209         |
| 1999 | Vesuvio  | Campania | 3.6          | 20          | 0.180         |
| 2013 | San Potito Sannitico                                 | Campania | 5.3          | 33          | 0.161         |
| 1962 | Ariano Irpino  | Campania | 6.4          | 60          | 0.107         |
| 1980 | Castelnuovo di Conza                                 | Campania | 6.9          | 82          | 0.084         |
| 1930 | Bisaccia   | Campania | 6.7          | 83          | 0.081         |
| 2002 | San Giuliano di Puglia                               | Molise   | 6            | 87          | 0.069         |
| 1984 | San Donato di Comino                                 | Lazio    | 5.9          | 88          | 0.067         |
| 1915 | Avezzano   | Abruzzo  | 7            | 136         | 0.051         |
| 1904 | Rosciolo dei Marsi                                   | Abruzzo  | 5.7          | 148         | 0.039         |
| 2009 | Aquila   | Abruzzo  | 6.3          | 167         | 0.038         |
| 1950 | Fano Adriano   | Abruzzo  | 5.8          | 183         | 0.032         |
| 2017 | Monte reale, Capitignano, Pizzoli, Cagnano, Amiterno | Abruzzo  | 5.5          | 180         | 0.031         |
| 1927 | Colli Albani   | Lazio    | 4.8          | 158         | 0.030         |
| 2016 | Norcia   | Umbria   | 6.5          | 223         | 0.029         |
| 2016 | Accumoli   | Lazio    | 6            | 207         | 0.029         |
| 2012 | Mormanno   | Calabria | 5.2          | 187         | 0.028         |
| 2016 | Castelsantangelo                                     | Marche   | 5.9          | 230         | 0.026         |
| 1905 | Nicastro   | Calabria | 7.1          | 284         | 0.025         |
| 1972 | Comunanza  | Marche   | 5.5          | 228         | 0.024         |
| 1997 | Annifo, Colfiorito                                   | Umbria   | 6            | 253         | 0.024         |
| 1907 | Messina/Reggio                                       | Sicilia  | 7.2          | 332         | 0.022         |
| 2006 | Stromboli  | Sicilia  | 5.6          | 260         | 0.022         |
| 2001 | Ustica   | Sicilia  | 5.5          | 279         | 0.020         |
| 1968 | Gibellina  | Sicilia  | 6.1          | 382         | 0.016         |
| 1919 | Vicchio  | Toscana  | 6.2          | 401         | 0.015         |
| 1920 | Fivizzano  | Toscana  | 6.8          | 498         | 0.014         |
| 1990 | Carlentini   | Sicilia  | 5.7          | 423         | 0.013         |

Per i primi dieci sismi per rilevanza si ottiene una media di magnitudine momento pari a 5.83 e una distanza media di 76km, per cui si assume al fine della scelta dei parametri sismici una magnitudine momento  $M_w > 5.5$  e una distanza di riferimento dal sito compresa tra  $50 < d < 100$ km.

Le analisi sismiche sono state svolte lungo il tracciato della galleria per sezioni tipo adottate nelle condizioni peculiari riassunte di seguito:

- bassa copertura;
- fronte misto o alternanza di strati con moduli elastici molto diversi nell'intorno del cavo;

|  |   |          |            |          |           |      |        |      |         |    |            |   |          |
|--|---|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|----------|
|    | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b><br><b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b><br><b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b><br><b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b> |          |            |          |           |      |        |      |         |    |            |   |          |
| <b>RELAZIONE DI CALCOLO DIMA E CONCIO</b><br><b>D'ATTACCO IMBOCCO FINESTRA KM 3+777.276</b>  | <table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GA0300 002</td> <td>B</td> <td>15 di 48</td> </tr> </table>       | COMMESSA | LOTTO      | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF1N | 01 E ZZ | CL | GA0300 002 | B | 15 di 48 |
| COMMESSA   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV.     | FOGLIO    |      |        |      |         |    |            |   |          |
| IF1N   | 01 E ZZ   | CL       | GA0300 002 | B        | 15 di 48  |      |        |      |         |    |            |   |          |

- alta copertura (per la valutazione degli effetti del sisma al crescere della profondità).

Sulla base dei suddetti parametri è stato definito il coefficiente S (coefficiente del terreno), funzione della magnitudine e della categoria di suolo secondo la seguente tabella (EC8):

**Tabella 6: valore del parametro descrittivo dello spettro di risposta elastico in funzione della categoria di terreno (valori di S per  $M_w \geq 5.5$ )**

| Tipo di suolo | S    | $T_B(s)$ | $T_C(s)$ | $T_D(s)$ |
|---------------|------|----------|----------|----------|
| A             | 1.0  | 0.15     | 0.4      | 2.0      |
| B             | 1.2  | 0.15     | 0.5      | 2.0      |
| C             | 1.15 | 0.20     | 0.6      | 2.0      |
| D             | 1.35 | 0.20     | 0.8      | 2.0      |
| E             | 1.4  | 0.15     | 0.5      | 2.0      |

S: accelerazione spettrale

$T_i(s)$ : periodi di vibrazione

L'accelerazione massima al sito specifico è quindi data dalla seguente equazione:

in cui  $a_{max,s}$  è corretto a sua volta per tenere conto della profondità della galleria, mediante il coefficiente riduttivo (C), riportato nella tabella seguente.

**Tabella 7: coefficiente riduttivo C dell'accelerazione del terreno con la profondità della galleria**

| Profondità della galleria [m] | C, rapporto tra il moto del terreno alla profondità della galleria e il moto del terreno in superficie |
|-------------------------------|--|
| $\leq 6$                      | 1.0  |
| 6÷15                          | 0.9  |
| 15÷30                         | 0.8  |
| >30                           | 0.7  |

ottenendo

dove  $a_{z,max}$  è l'accelerazione di picco alla profondità della galleria. Il valore di  $a_{z,max}$  è utilizzato quindi per determinare la massima deformazione di taglio in condizioni di campo libero, descritta dalla seguente equazione

—,

tramite la relazione

in cui k è il rapporto fra velocità e accelerazione sismica di picco per diversi materiali a diverse distanze dalla sorgente della sollecitazione sismica [Power et al., 1996] e  $C_s$  è la velocità apparente delle onde di taglio S, pari alla reale velocità delle onde di taglio desunta dalle indagini sismiche.

Nell'immagine seguente si riporta il rapporto k fra velocità e accelerazione sismica di picco per diversi materiali a diverse distanze dalla sorgente delle sollecitazione sismica, secondo quanto riportato da Power et al., 1996.

| Moment magnitude ( $M_w$ )    | Ratio of peak ground velocity (cm/s) to peak ground acceleration (g) |       |        |
|-------------------------------|--|-------|--------|
|                               | Source-to-site distance (km)   |       |        |
|                               | 0–20   | 20–50 | 50–100 |
| <i>Rock<sup>a</sup></i>       |  |       |        |
| 6.5                           | 66   | 76    | 86     |
| 7.5                           | 97   | 109   | 97     |
| 8.5                           | 127  | 140   | 152    |
| <i>Stiff soil<sup>a</sup></i> |  |       |        |
| 6.5                           | 94   | 102   | 109    |
| 7.5                           | 140  | 127   | 155    |
| 8.5                           | 180  | 188   | 193    |
| <i>Soft soil<sup>a</sup></i>  |  |       |        |
| 6.5                           | 140  | 132   | 142    |
| 7.5                           | 208  | 165   | 201    |
| 8.5                           | 269  | 244   | 251    |

<sup>a</sup>In this table, the sediment types represent the following shear wave velocity ranges: rock  $\geq 750$  m/s; stiff soil is 200–750 m/s; and soft soil  $< 200$  m/s. The relationship between peak ground velocity and peak ground acceleration is less certain in soft soils.

Infine sono state applicate ai modelli analizzati le forze in grado di produrre gli spostamenti ( $\Delta x$ ) dati dalle deformazioni di taglio  $\gamma_{max}$  calcolate con il metodo descritto in precedenza. Gli spostamenti da imporre ai modelli sono funzione delle deformazioni di taglio e delle dimensioni dei modelli stessi secondo la seguente equazione:

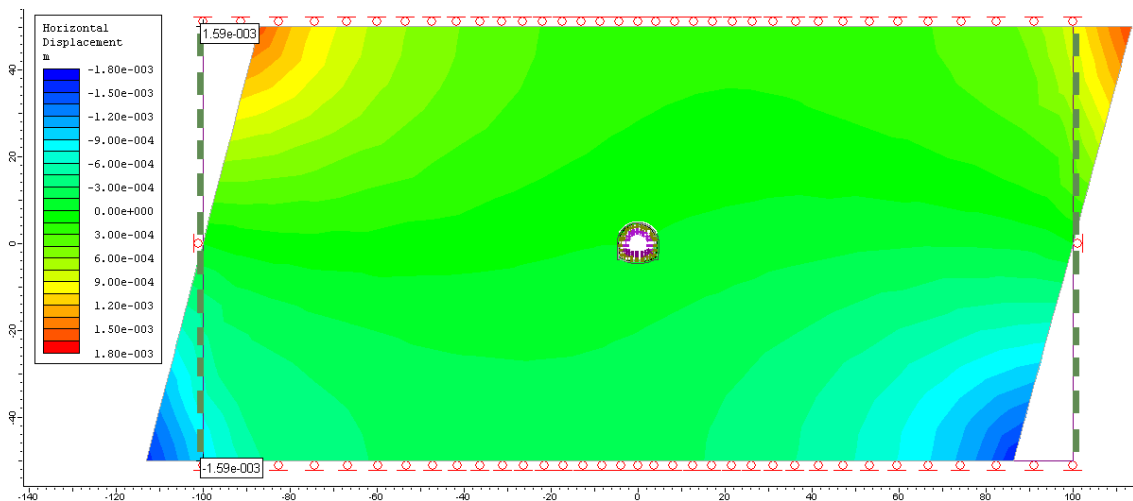


Figura 1: configurazione deformata del modello sismico della sezione tipo CdA GA03 3+777 – spostamento orizzontale imposto  $\Delta x_{max} > 0.15$ cm.



|  |   |          |            |          |           |      |        |      |         |    |            |   |          |
|--|---|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|----------|
|    | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b><br><b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b><br><b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b><br><b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b> |          |            |          |           |      |        |      |         |    |            |   |          |
| <b>RELAZIONE DI CALCOLO DIMA E CONCIO</b><br><b>D'ATTACCO IMBOCCO FINESTRA KM 3+777.276</b>  | <table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GA0300 002</td> <td>B</td> <td>17 di 48</td> </tr> </table>       | COMMESSA | LOTTO      | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF1N | 01 E ZZ | CL | GA0300 002 | B | 17 di 48 |
| COMMESSA   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV.     | FOGLIO    |      |        |      |         |    |            |   |          |
| IF1N   | 01 E ZZ   | CL       | GA0300 002 | B        | 17 di 48  |      |        |      |         |    |            |   |          |

## 5.2.2 MODELLI DI CALCOLO

Nel paragrafo seguente si riportano, mediante tabelle, le fasi adottate nel modello di calcolo, il tasso di deconfinamento adottato e i parametri geotecnici/geomeccanici utilizzati nelle analisi.

### 5.2.2.1 SEZIONE TIPO CDA (GA03\_CDA\_16)

L'analisi numerica per la sezione in oggetto è stata condotta utilizzando i parametri geotecnici e la stratigrafia riportata nella tabella seguente. La sezione di analisi corrisponde alla massima copertura della tratta di applicazione.

| Unità geot. | Stratigrafia [m da p.c.] | copertura [m] | $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ] | c' [kPa] | $\phi'$ [°] | E [MPa] | $\nu$ [-] | k <sub>0</sub> [-] |
|-------------|--------------------------|---------------|-------------------------------|----------|-------------|---------|-----------|--------------------|
| RDO         | -                        | 16            | 25                            | 175      | 52          | 3200    | 0.25      | 0.8                |

I parametri della roccia sono stati determinati mediante linearizzazione del criterio di rottura di Hoek & Brown

| GSI | UCS [MPa] | mi [-] | D [-] | Ei [MPa] |
|-----|-----------|--------|-------|----------|
| 35  | 75        | 10     | 0.5   | 55000    |

Le fasi utilizzate per simulare lo scavo sono le seguenti:

| Fase | Descrizione   | Pressione interna fittizia (P/P <sub>0</sub> ) |
|------|---|--|
| 1    | Condizione geostatica   | -  |
| 2    | Applicazione della pressione interna fittizia                               | 1.0  |
| 3    | Rilascio in corrispondenza del fronte di scavo                              | 0.603  |
| 4    | Esecuzione dello sfondo a 1.0m dal fronte di scavo                          | 0.167  |
| 5    | Installazione del sostegno di prima fase a 2.0m dal fronte di scavo         | 0.107  |
| 6    | Maturazione del cls proiettato a 1gg (distanza dal fronte: 5.0m)            | 0.085  |
| 7    | Maturazione del cls proiettato a 2gg (distanza dal fronte: 8.0m)            | 0.072  |
| 8    | Maturazione del cls proiettato a 6gg (distanza dal fronte: 15.0m)           | 0.055  |
| 9    | Maturazione del cls proiettato a 28gg (sezione lontano dal fronte di scavo) | 0  |
| 10   | Installazione del rivestimento definitivo per arco rovescio e murette       | 0  |
| 11   | Completamento dell'installazione del rivestimento definitivo per la calotta | 0  |
| 12   | Decadimento del sostegno di prima fase                                      | 0  |
| 13   | Simulazione dell'evento sismico   | 0  |

Nella tabella seguente si riportano le caratteristiche del sostegno di prima fase.

| Sostegno di prima fase      | centine + cls proiettato |
|-----------------------------|--------------------------|
| spessore cls proiettato [m] | 0.20                     |
| tipologia centine           | 2IPN160                  |
| Passo centine [m]           | 1.0m                     |

Nella tabella seguente infine si riportano le caratteristiche del rivestimento definitivo.

|   |      |
|---|------|
| Spessore rivestimento definitivo in arco rovescio [m] | 0.80 |
| Spessore rivestimento definitivo in calotta [m]       | 0.80 |

RELAZIONE DI CALCOLO DIMA E CONCIO  
D'ATTACCO IMBOCCO FINESTRA KM 3+777.276

| COMMESSA | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV. | FOGLIO   |
|----------|---------|----------|------------|------|----------|
| IF1N     | 01 E ZZ | CL       | GA0300 002 | B    | 18 di 48 |

Nella figura seguente si riporta l'immagine del modello di calcolo.

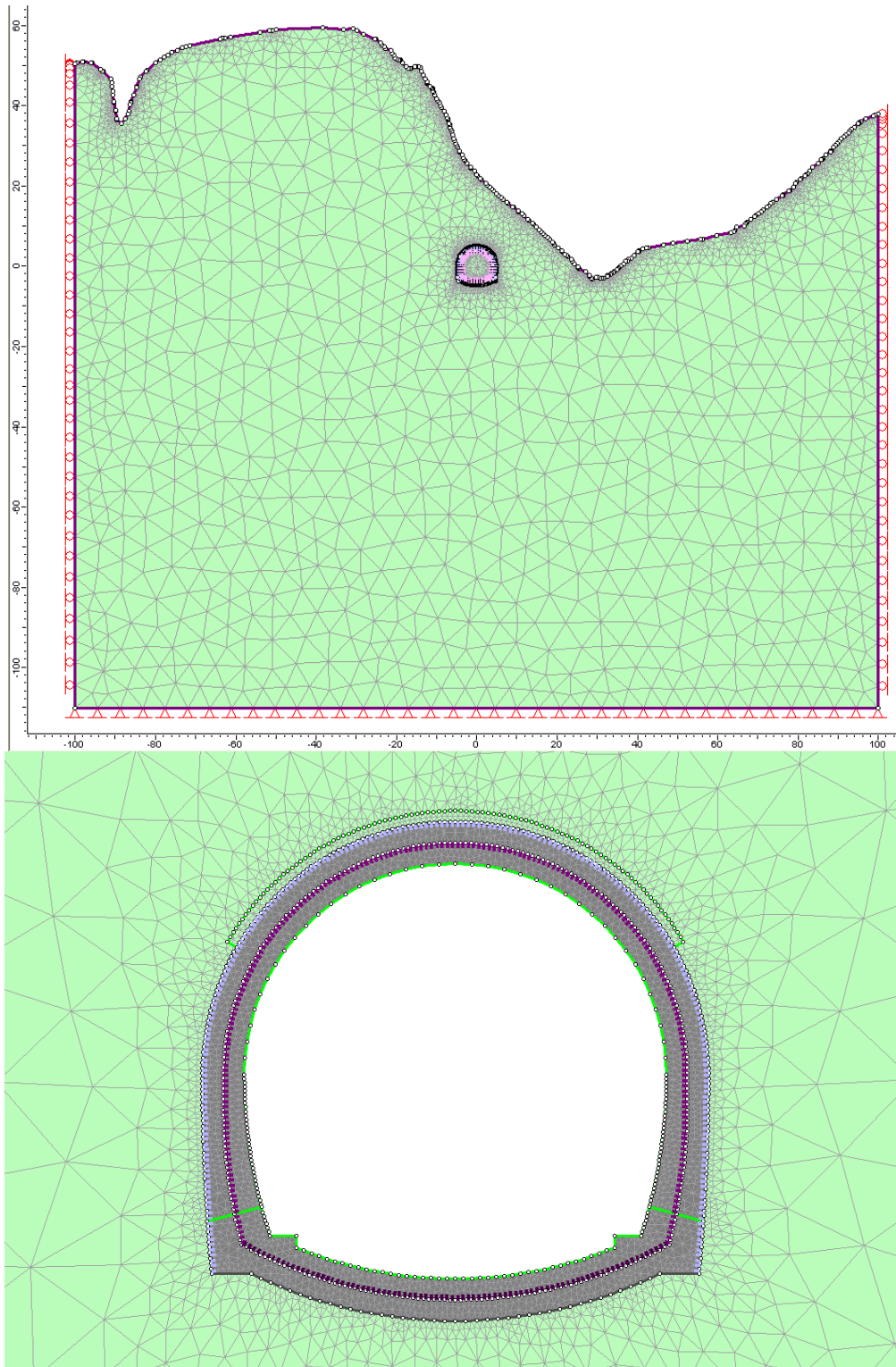


Figura 2: Modello di calcolo sezione tipo Concio d'Attacco imbocco finestra km3+777.276

|  |   |          |            |          |           |      |        |      |         |    |            |   |          |
|--|---|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|----------|
|    | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b><br><b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b><br><b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b><br><b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b> |          |            |          |           |      |        |      |         |    |            |   |          |
| <b>RELAZIONE DI CALCOLO DIMA E CONCIO</b><br><b>D'ATTACCO IMBOCCO FINESTRA KM 3+777.276</b>  | <table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GA0300 002</td> <td>B</td> <td>19 di 48</td> </tr> </table>       | COMMESSA | LOTTO      | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF1N | 01 E ZZ | CL | GA0300 002 | B | 19 di 48 |
| COMMESSA   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV.     | FOGLIO    |      |        |      |         |    |            |   |          |
| IF1N   | 01 E ZZ   | CL       | GA0300 002 | B        | 19 di 48  |      |        |      |         |    |            |   |          |

### 5.2.2.2 SEZIONE TIPO DIMA (GA03\_DIMA)

L'analisi numerica per la sezione in oggetto è stata condotta utilizzando i parametri geotecnici e la stratigrafia riportata nella tabella seguente.

| Unità geot. | Stratigrafia [m da p.c.] | copertura [m] | $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ] | c' [kPa] | $\phi'$ [°] | E [MPa] | $\nu$ [-] | k <sub>0</sub> [-] |
|-------------|--------------------------|---------------|-------------------------------|----------|-------------|---------|-----------|--------------------|
| RDO         | -                        | 16            | 25                            | 175      | 52          | 3200    | 0.25      | 0.8                |

I parametri della roccia sono stati determinati mediante linearizzazione del criterio di rottura di Hoek & Brown

| GSI | UCS [MPa] | mi [-] | D [-] | Ei [MPa] |
|-----|-----------|--------|-------|----------|
| 35  | 75        | 10     | 0.5   | 55000    |

Le fasi utilizzate per simulare lo scavo sono le seguenti:

| Fase | Descrizione                            | Pressione interna fittizia (P/P <sub>0</sub> ) |
|------|--|--|
| 1    | Condizione geostatica                  | -  |
| 2    | Installazione della dima               | -  |
| 3    | Scavo per ospitare l'arco rovescio     | -  |
| 4    | Getto dell'arco rovescio               | -  |
| 5    | Completamento del getto di calotta     | -  |
| 6    | Decadimento del sostegno di prima fase | -  |

Nella tabella seguente si riportano le caratteristiche del sostegno di prima fase.

|                             |                          |
|-----------------------------|--------------------------|
| Sostegno di prima fase      | centine + cls proiettato |
| spessore cls proiettato [m] | 0.20                     |
| tipologia centine           | 2IPN160                  |
| Passo centine [m]           | 1.0m                     |

Nella tabella seguente infine si riportano le caratteristiche del rivestimento definitivo.

|   |      |
|---|------|
| Spessore rivestimento definitivo in arco rovescio [m] | 0.80 |
| Spessore rivestimento definitivo in calotta [m]       | 0.80 |

RELAZIONE DI CALCOLO DIMA E CONCIO  
D'ATTACCO IMBOCCO FINESTRA KM 3+777.276

| COMMESSA | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV. | FOGLIO   |
|----------|---------|----------|------------|------|----------|
| IF1N     | 01 E ZZ | CL       | GA0300 002 | B    | 20 di 48 |

Nella figura seguente si riporta l'immagine del modello di calcolo.

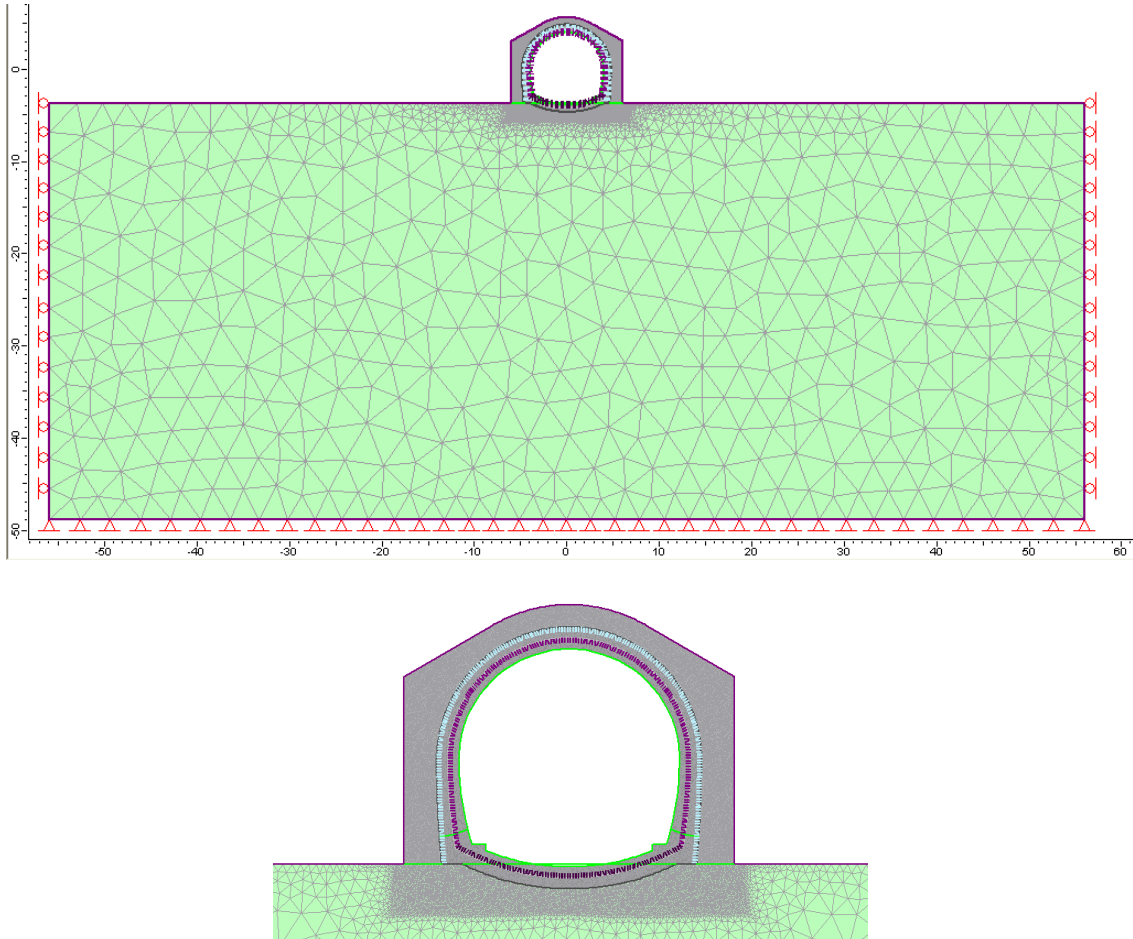
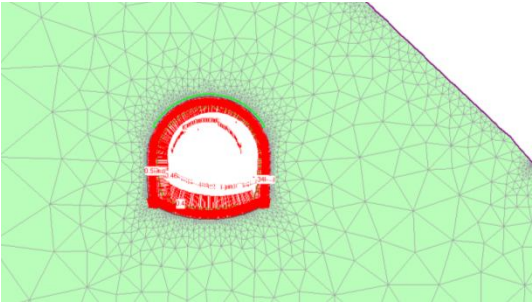
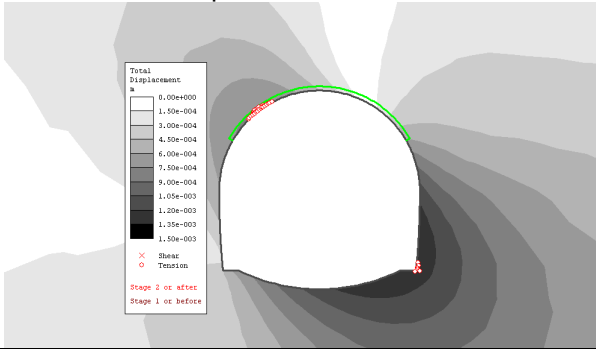
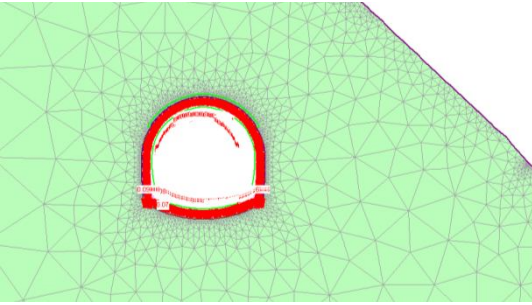
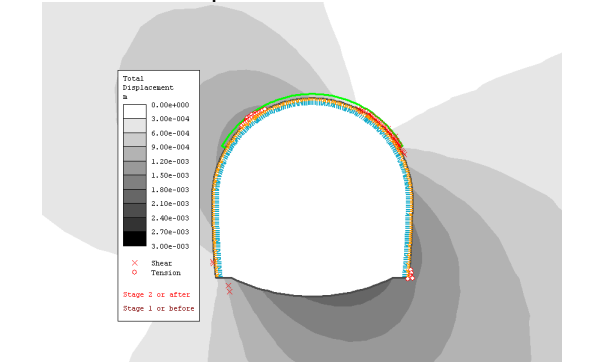
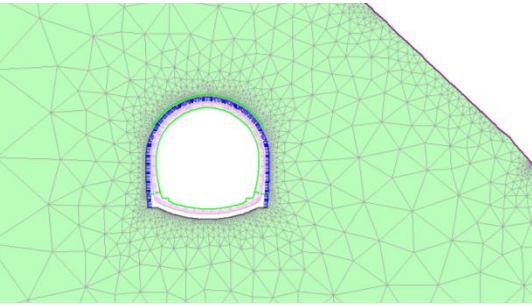
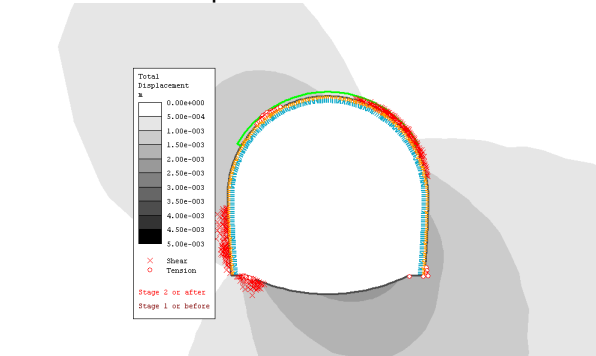


Figura 3: Modello di calcolo sezione tipo Dima imbocco finestra km3+777.276

### 5.2.3 RISULTATI OTTENUTI IN TERMINI DI SPOSTAMENTI, PLASTICIZZAZIONI E STATO TENSIONALE

Si riportano di seguito i risultati delle analisi numeriche in termini di deformazioni al contorno del cavo, plasticizzazioni e variazione dello stato tensionale rispetto alla fase geostatica, per le fasi più significative.

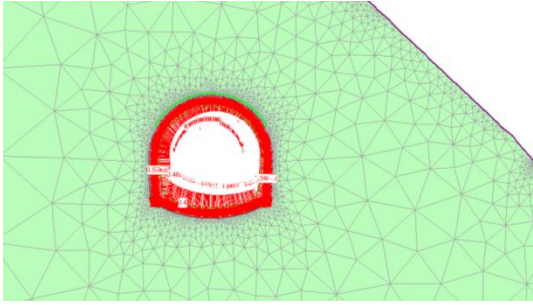
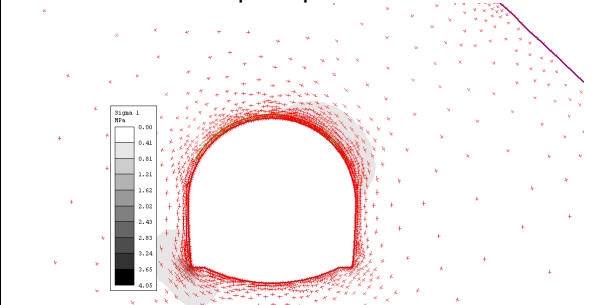
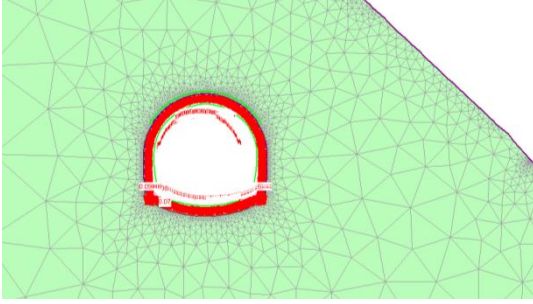
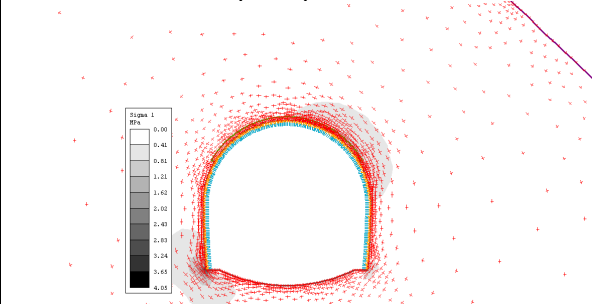
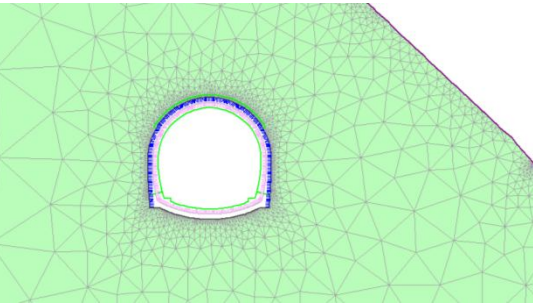
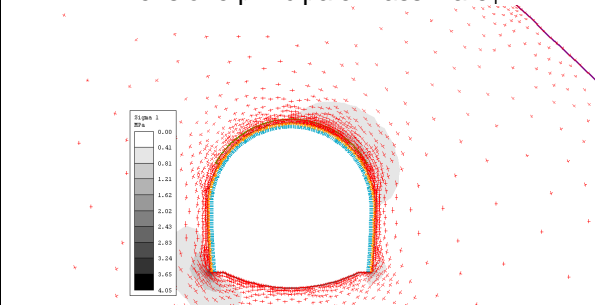
#### 5.2.3.1 SEZIONE TIPO CDA (GA03\_CDA\_16)

| Fase di analisi   | Isolinee di deformazione e plasticizzazioni  | Commenti   |
|---|--|--|
| <p>Fase 3</p>   | <p>Spostamenti totali</p>   | <p>Situazione al fronte di scavo</p> <p>Spostamento massimo al contorno del cavo pari a circa 1.0mm</p>            |
| <p>Fase 5</p>  | <p>Spostamenti totali</p>  | <p>Installazione del sostegno di prima fase</p> <p>Spostamento massimo al contorno del cavo pari a circa 2.1mm</p> |
| <p>Fase 9</p>  | <p>Spostamenti totali</p>  | <p>Situazione lontano dal fronte di scavo</p> <p>Spostamento massimo al contorno del cavo inferiori a 5mm</p>      |



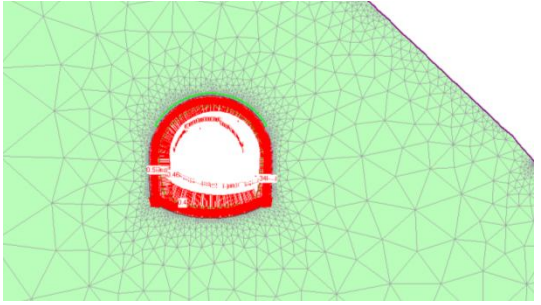
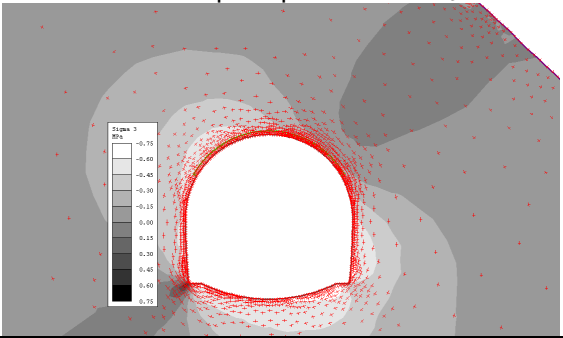
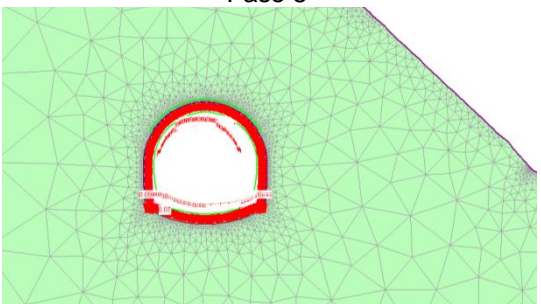
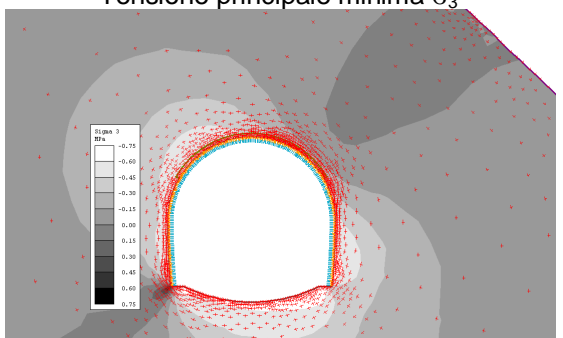
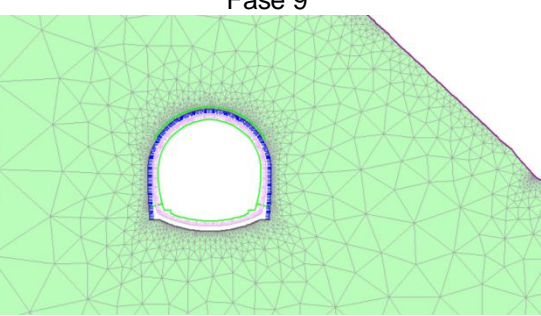
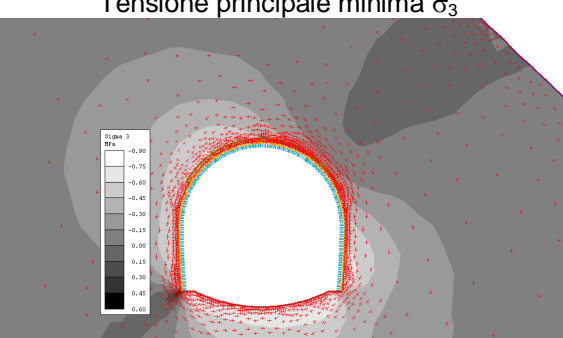
RELAZIONE DI CALCOLO DIMA E CONCIO  
D'ATTACCO IMBOCCO FINESTRA KM 3+777.276

| COMMESSA | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV. | FOGLIO   |
|----------|---------|----------|------------|------|----------|
| IF1N     | 01 E ZZ | CL       | GA0300 002 | B    | 22 di 48 |

| Fase di analisi   | Stato tensionale<br>(variazione rispetto allo stato tensionale geostatico)  | Commenti   |
|---|---|--|
| <p>Fase 3</p>    | <p>Tensione principale massima <math>\sigma_1</math></p>    | <p><u>Situazione al fronte di scavo</u></p>            |
| <p>Fase 5</p>   | <p>Tensione principale massima <math>\sigma_1</math></p>   | <p><u>Installazione del sostegno di prima fase</u></p> |
| <p>Fase 9</p>  | <p>Tensione principale massima <math>\sigma_1</math></p>  | <p><u>Situazione lontano dal fronte di scavo</u></p>   |

RELAZIONE DI CALCOLO DIMA E CONCIO  
D'ATTACCO IMBOCCO FINESTRA KM 3+777.276

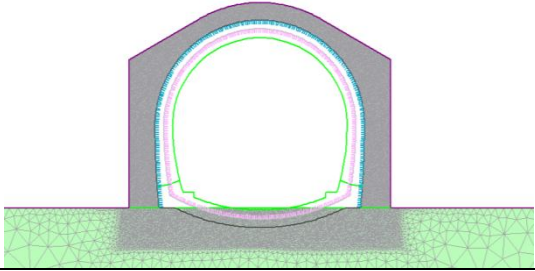
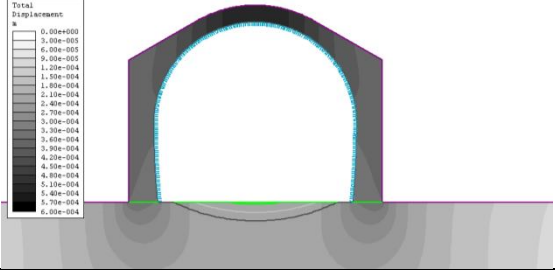
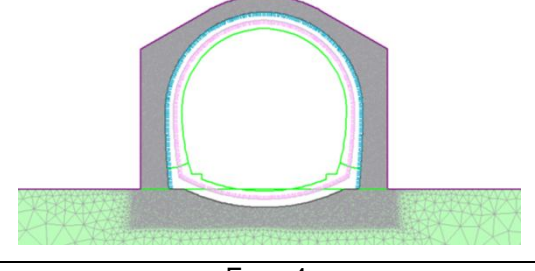
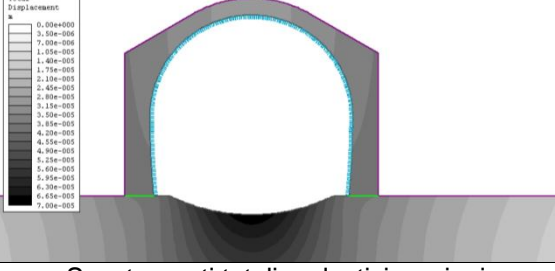
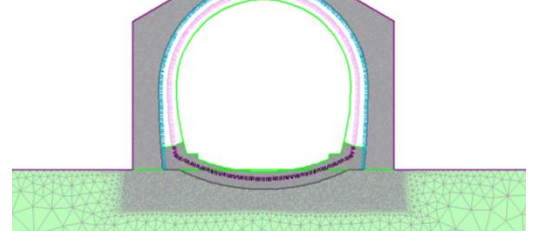
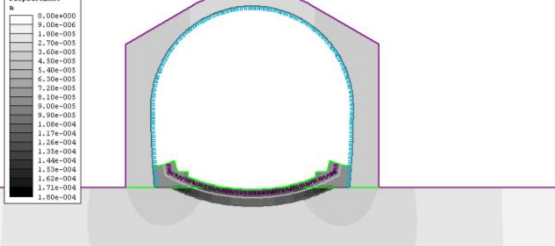
| COMMESSA | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV. | FOGLIO   |
|----------|---------|----------|------------|------|----------|
| IF1N     | 01 E ZZ | CL       | GA0300 002 | B    | 23 di 48 |

| Fase di analisi   | Stato tensionale<br>(variazione rispetto allo stato tensionale geostatico)   | Commenti   |
|---|--|--|
| <p>Fase 3</p>    | <p>Tensione principale minima <math>\sigma_3</math></p>    | <p><u>Situazione al fronte di scavo</u></p>            |
| <p>Fase 5</p>   | <p>Tensione principale minima <math>\sigma_3</math></p>   | <p><u>Installazione del sostegno di prima fase</u></p> |
| <p>Fase 9</p>  | <p>Tensione principale minima <math>\sigma_3</math></p>  | <p><u>Situazione lontano dal fronte di scavo</u></p>   |

RELAZIONE DI CALCOLO DIMA E CONCIO  
D'ATTACCO IMBOCCO FINESTRA KM 3+777.276

| COMMESSA | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV. | FOGLIO   |
|----------|---------|----------|------------|------|----------|
| IF1N     | 01 E ZZ | CL       | GA0300 002 | B    | 24 di 48 |

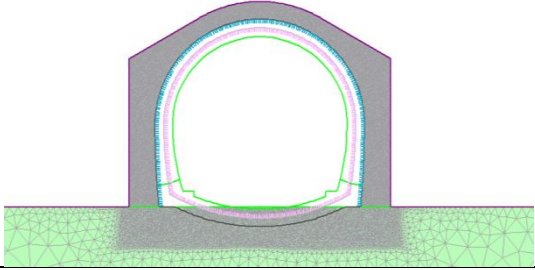
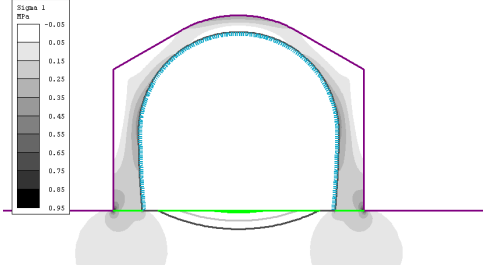
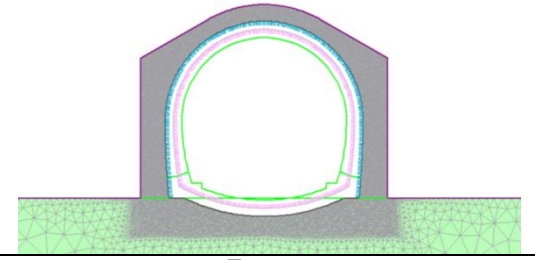
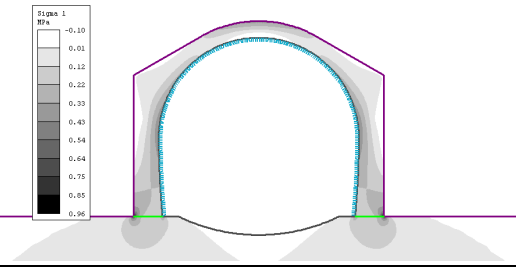
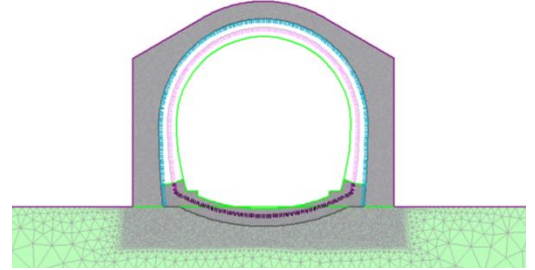
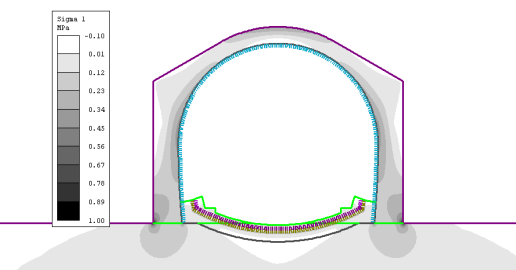
### 5.2.3.1 SEZIONE TIPO DIMA (GA03\_DIMA)

| Fase di analisi   | Isolinee di deformazione  | Commenti  |
|---|---|---|
| <p>Fase 2</p>    | <p>Spostamenti totali e plasticizzazioni</p>    | <p><u>Installazione della dima</u></p> <p>La dima subisce un cedimento inferiore a 1mm</p>                          |
| <p>Fase 3</p>   | <p>Spostamenti totali e plasticizzazioni</p>   | <p><u>Scavo per ospitare l'arco rovescio</u></p> <p>Spostamento massimo (riferito alla fase 2), inferiore a 1mm</p> |
| <p>Fase 4</p>  | <p>Spostamenti totali e plasticizzazioni</p>  | <p><u>Getto dell'arco rovescio</u></p> <p>Spostamento massimo (riferito alla fase 2), inferiore a 1mm</p>           |



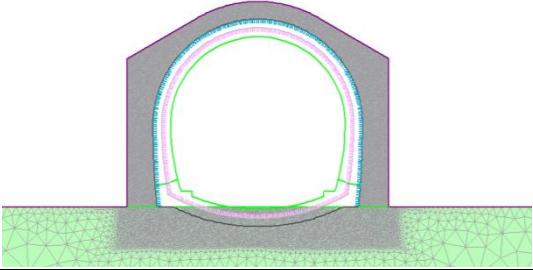
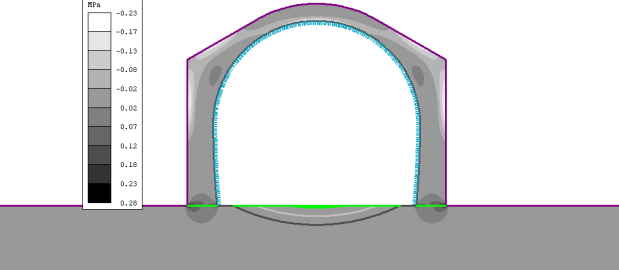
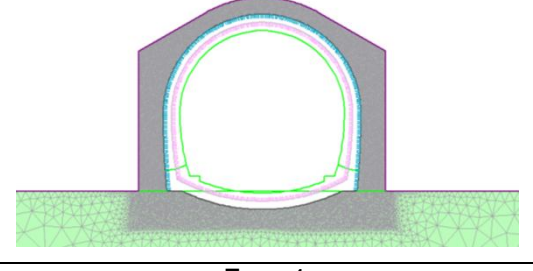
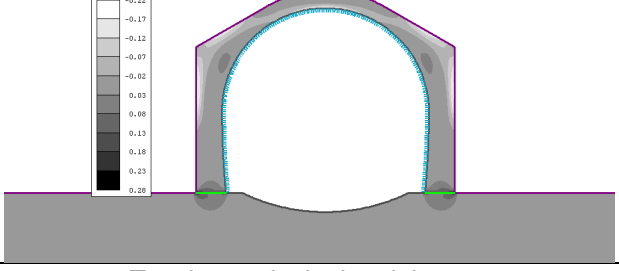
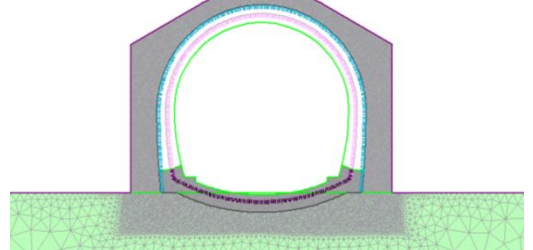
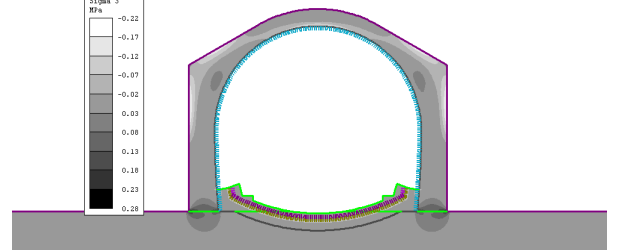
RELAZIONE DI CALCOLO DIMA E CONCIO  
D'ATTACCO IMBOCCO FINESTRA KM 3+777.276

| COMMESSA | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV. | FOGLIO   |
|----------|---------|----------|------------|------|----------|
| IF1N     | 01 E ZZ | CL       | GA0300 002 | B    | 25 di 48 |

| Fase di analisi   | Stato tensionale  | Commenti   |
|---|---|--|
| <p>Fase 2</p>    | <p>Tensione principale massima <math>\sigma_1</math></p>    | <p><u>Installazione della dima</u></p>           |
| <p>Fase 3</p>   | <p>Tensione principale massima <math>\sigma_1</math></p>   | <p><u>Scavo per ospitare l'arco rovescio</u></p> |
| <p>Fase 4</p>  | <p>Tensione principale massima <math>\sigma_1</math></p>  | <p><u>Getto dell'arco rovescio</u></p>           |

RELAZIONE DI CALCOLO DIMA E CONCIO  
D'ATTACCO IMBOCCO FINESTRA KM 3+777.276

| COMMESSA | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV. | FOGLIO   |
|----------|---------|----------|------------|------|----------|
| IF1N     | 01 E ZZ | CL       | GA0300 002 | B    | 26 di 48 |

| Fase di analisi   | Stato tensionale   | Commenti   |
|---|--|--|
| <p>Fase 2</p>    | <p>Tensione principale minima <math>\sigma_3</math></p>    | <p><u>Installazione della dima</u></p>           |
| <p>Fase 3</p>   | <p>Tensione principale minima <math>\sigma_3</math></p>   | <p><u>Scavo per ospitare l'arco rovescio</u></p> |
| <p>Fase 4</p>  | <p>Tensione principale minima <math>\sigma_3</math></p>  | <p><u>Getto dell'arco rovescio</u></p>           |

|    | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b><br><b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b><br><b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b><br><b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>                             |          |            |          |           |      |        |      |         |    |            |   |          |
|--|---|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|----------|
| <b>RELAZIONE DI CALCOLO DIMA E CONCIO</b><br><b>D'ATTACCO IMBOCCO FINESTRA KM 3+777.276</b>  | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GA0300 002</td> <td>B</td> <td>27 di 48</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO      | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF1N | 01 E ZZ | CL | GA0300 002 | B | 27 di 48 |
| COMMESSA   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV.     | FOGLIO    |      |        |      |         |    |            |   |          |
| IF1N   | 01 E ZZ   | CL       | GA0300 002 | B        | 27 di 48  |      |        |      |         |    |            |   |          |

## 5.2.4 VERIFICHE STRUTTURALI DEL SOSTEGNO DI PRIMA FASE

### 5.2.4.1 CRITERI DI VERIFICA

Il sostegno di prima fase, così come illustrato nei precedenti paragrafi, è stato simulato nei modelli di calcolo con elementi beam a comportamento elastico lineare ove le caratteristiche geometriche e di rigidezza equivalenti sono assegnate mediante una omogeneizzazione della sezione.

Le verifiche strutturali sono condotte sulle sollecitazioni estratte dal programma di calcolo della sezione di riferimento specifica, opportunamente amplificati con i coefficienti parziali sulle azioni di Normativa. Le verifiche strutturali saranno eseguite nella condizione A1+M1+R1.

Il sostegno di prima fase è costituito da centine metalliche e cls proiettato, pertanto ai fini delle verifiche strutturali, lo sforzo normale  $N$  è ripartito tra le centine e il cls proiettato in base alle rispettive rigidezze assiali, mentre il taglio e il momento flettente sono attribuiti soltanto alle centine metalliche.

La verifica strutturale del cls proiettato è condotta secondo la seguente relazione (rif. paragrafo 2.2.1 del NTC2008)

—

Dove:

$N_{c,d}$  è la sollecitazione normale agente sul cls proiettato –  $N_{c,d} = (E_{clsp} \cdot S_{clsp}) / (E_{eq} \cdot s_{eq})$

$A_c$  è l'area resistente del cls proiettato

$f_{cd}$  è la resistenza a compressione di calcolo del cls proiettato

$E_{clsp}$  è il modulo elastico del calcestruzzo proiettato

$s_{clsp}$  è lo spessore del calcestruzzo proiettato

$E_{eq}$  è il modulo elastico della sezione equivalente

$s_{eq}$  è lo spessore equivalente del sostegno di prima fase

La verifica strutturale delle centine metalliche a taglio e pressoflessione è condotta confrontando la tensione ideale calcolata a partire dalle tensioni indotte dalle sollecitazioni agenti, con la resistenza di calcolo dell'acciaio secondo la seguente relazione (rif. paragrafo 4.2.4.1.2 del NTC2008).

— —

—

—————

Dove:

$N_{sd}$  è lo sforzo assiale di calcolo sulla centina metallica –  $N_{s,d} = ((n-1) \cdot E_{clsp} \cdot A_s) / (E_{eq} \cdot s_{eq})$ ;

$E_{clsp}$  è il modulo elastico del calcestruzzo proiettato

$s_{clsp}$  è lo spessore del calcestruzzo proiettato

$E_{eq}$  è il modulo elastico della sezione equivalente

$s_{eq}$  è lo spessore equivalente del sostegno di prima fase

$n$  è il coefficiente di omogeneizzazione

$A_s$  è l'area della centina metallica

$W_s$  è il modulo resistente elastico della centina

$M_{sd}$  è il momento agente di calcolo

$T_{sd}$  è il taglio agente di calcolo

$A_{v,s}$  è l'area resistente a taglio della centina

|  |   |          |            |          |           |      |        |      |         |    |            |   |          |
|--|---|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|----------|
|    | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b><br><b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b><br><b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b><br><b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b> |          |            |          |           |      |        |      |         |    |            |   |          |
| <b>RELAZIONE DI CALCOLO DIMA E CONCIO</b><br><b>D'ATTACCO IMBOCCO FINESTRA KM 3+777.276</b>  | <table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GA0300 002</td> <td>B</td> <td>28 di 48</td> </tr> </table>       | COMMESSA | LOTTO      | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF1N | 01 E ZZ | CL | GA0300 002 | B | 28 di 48 |
| COMMESSA   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV.     | FOGLIO    |      |        |      |         |    |            |   |          |
| IF1N   | 01 E ZZ   | CL       | GA0300 002 | B        | 28 di 48  |      |        |      |         |    |            |   |          |

$f_{yd}$  è la tensione di snervamento di calcolo dell'acciaio delle centine

$A_{v,s}$  è l'area resistente a taglio che per profilati ad I, caricati nel piano delle ali, vale:

$$A_V = A_s - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

b: larghezza delle ali dei profilati;

r: raggio di raccordo tra anima e ala;

$t_f$ : spessore delle ali;

$t_w$ : spessore dell'anima.

#### 5.2.4.2 COEFFICIENTI PARZIALI SULLE AZIONI E SULLE RESISTENZE

Le azioni permanenti utilizzate, sono riferite ai valori caratteristici ottenuti dal modello di calcolo, per cui le successive verifiche sono rapportate al valore del coefficiente parziale di sicurezza delle azioni permanenti  $\gamma_G = 1.30$ . I valori di calcolo delle resistenze dei materiali si ricavano dividendo ciascun valore caratteristico per il fattore di sicurezza parziale  $\gamma_M$  specifico del materiale considerato (si veda la tabella seguente).

**Tabella 8: coefficienti parziali sulle resistenze dei materiali**

| Stato limite | Acciaio Carpenteria $\gamma_s$ | Calcestruzzo $\gamma_c$ |
|--------------|--------------------------------|-------------------------|
| SLU          | 1.05                           | 1.50                    |

Di seguito si riportano i valori delle resistenze di calcolo, ottenute come rapporto tra la resistenza caratteristica ed il coefficiente  $\gamma_M$ :

—

**Tabella 9: tensione di snervamento di calcolo delle centine metalliche**

| Acciaio | $f_{yk}$ [MPa] | $f_{yd}$ [MPa] |
|---------|----------------|----------------|
| S275    | 275            | 261.9          |

**Tabella 10: resistenze di calcolo del calcestruzzo proiettato**

| Cls proiettato [Classe] | $f_{cd}$ [MPa] | $f_{ctd}$ [MPa] |
|-------------------------|----------------|-----------------|
| C20/25                  | 13.83          | 0.81            |

|   |   |          |            |          |           |      |        |      |         |    |            |   |          |
|---|---|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|----------|
|             | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b><br><b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b><br><b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b><br><b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b> |          |            |          |           |      |        |      |         |    |            |   |          |
| <b>RELAZIONE DI CALCOLO DIMA E CONCIO</b><br><b>D'ATTACCO IMBOCCO FINESTRA KM 3+777.276</b> | <table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GA0300 002</td> <td>B</td> <td>29 di 48</td> </tr> </table>       | COMMESSA | LOTTO      | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF1N | 01 E ZZ | CL | GA0300 002 | B | 29 di 48 |
| COMMESSA  | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV.     | FOGLIO    |      |        |      |         |    |            |   |          |
| IF1N  | 01 E ZZ   | CL       | GA0300 002 | B        | 29 di 48  |      |        |      |         |    |            |   |          |

### 5.2.4.3 SEZIONE TIPO CDA (GA03\_CDA\_16)

Si riportano i diagrammi delle sollecitazioni (N, M e T) del sostegno di prima fase e i risultati delle verifiche, condotte per le sezioni maggiormente sollecitate.

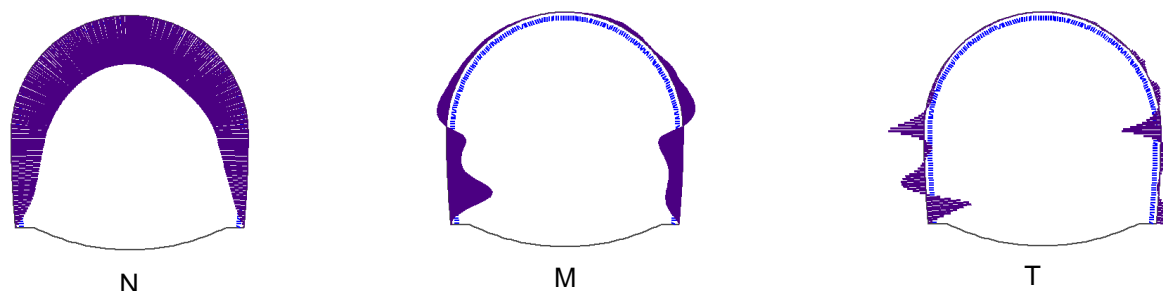


Figura 4: Diagrammi di sollecitazione sul sostegno di prima fase – fase: situazione lontano dal fronte di scavo

Tabella 11: verifiche del sostegno di prima fase (M>0 fibre tese in intradosso).

| Sollecitazioni caratteristiche |                  |                  |                  | Sollecitazioni SLU  |                    |                    |                    | Verifica calcestruzzo proiettato |                 |          | Verifica centine   |                    |                       |                 |          |
|--------------------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-----------------|----------|--------------------|--------------------|-----------------------|-----------------|----------|
| N <sub>clsp</sub>              | N <sub>cen</sub> | M <sub>cen</sub> | T <sub>cen</sub> | N <sub>clsp,d</sub> | N <sub>cen,d</sub> | M <sub>cen,d</sub> | T <sub>cen,d</sub> | σ <sub>c,clsp,d</sub>            | f <sub>cd</sub> | Verifica | σ <sub>cen,d</sub> | τ <sub>cen,d</sub> | σ <sub>id,cen,d</sub> | f <sub>yd</sub> | Verifica |
| [kN]                           | [kN]             | [kNm]            | [kN]             | [kN]                | [kN]               | [kNm]              | [kN]               | [MPa]                            | [MPa]           | -        | [MPa]              | [MPa]              | [MPa]                 | [MPa]           | -        |
| 51.1                           | 7.0              | -0.1             | 0.1              | 66.5                | 9.1                | -0.1               | 0.1                | 0.33                             | 13.83           | OK       | 2.2                | 0.03               | 2.24                  | 261.9           | OK       |
| 19.2                           | 2.6              | 0.9              | 0.1              | 24.9                | 3.4                | 1.1                | 0.1                | 0.12                             | 13.83           | OK       | 4.9                | 0.05               | 4.86                  | 261.9           | OK       |
| 12.4                           | 1.7              | 0.4              | 1.4              | 16.1                | 2.2                | 0.6                | 1.8                | 0.08                             | 13.83           | OK       | 2.6                | 0.85               | 2.95                  | 261.9           | OK       |

I risultati completi delle verifiche sono riportati nell'Allegato specifico.

|   |   |          |            |          |           |      |        |      |         |    |            |   |          |
|---|---|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|----------|
|             | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b><br><b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b><br><b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b><br><b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b> |          |            |          |           |      |        |      |         |    |            |   |          |
| <b>RELAZIONE DI CALCOLO DIMA E CONCIO</b><br><b>D'ATTACCO IMBOCCO FINESTRA KM 3+777.276</b> | <table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GA0300 002</td> <td>B</td> <td>30 di 48</td> </tr> </table>       | COMMESSA | LOTTO      | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF1N | 01 E ZZ | CL | GA0300 002 | B | 30 di 48 |
| COMMESSA  | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV.     | FOGLIO    |      |        |      |         |    |            |   |          |
| IF1N  | 01 E ZZ   | CL       | GA0300 002 | B        | 30 di 48  |      |        |      |         |    |            |   |          |

#### 5.2.4.4 SEZIONE TIPO DIMA (GA03\_DIMA)

Si riportano i diagrammi delle sollecitazioni (N, M e T) del sostegno di prima fase e i risultati delle verifiche, condotte per le sezioni maggiormente sollecitate.

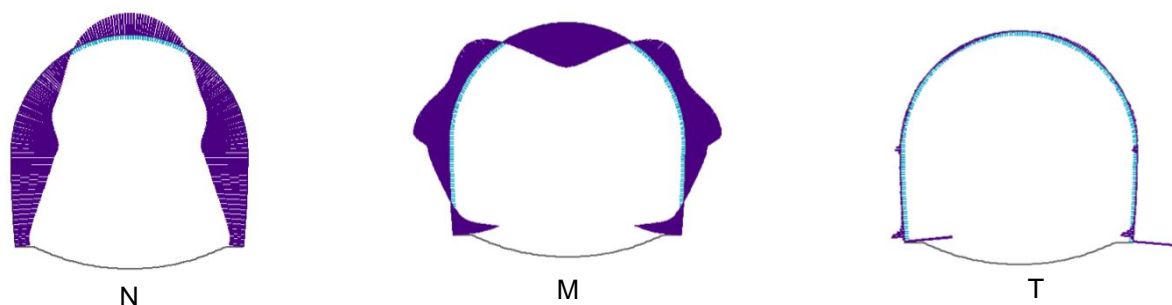


Figura 5: Diagrammi di sollecitazione sul sostegno di prima fase – fase: situazione lontano dal fronte di scavo

Tabella 12: verifiche del sostegno di prima fase (M>0 fibre tese in intradosso).

| Sollecitazioni caratteristiche |                  |                  |                  | Sollecitazioni SLU  |                    |                    |                    | Verifica calcestruzzo proiettato |                  |          | Verifica centine   |                    |                       |                 |          |
|--------------------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|------------------|----------|--------------------|--------------------|-----------------------|-----------------|----------|
| N <sub>cisp</sub>              | N <sub>cen</sub> | M <sub>cen</sub> | T <sub>cen</sub> | N <sub>cisp,d</sub> | N <sub>cen,d</sub> | M <sub>cen,d</sub> | T <sub>cen,d</sub> | σ <sub>c_cisp,d</sub>            | f <sub>ctd</sub> | Verifica | σ <sub>cen,d</sub> | τ <sub>cen,d</sub> | σ <sub>id,cen,d</sub> | f <sub>yd</sub> | Verifica |
| [kN]                           | [kN]             | [kNm]            | [kN]             | [kN]                | [kN]               | [kNm]              | [kN]               | [MPa]                            | [MPa]            | -        | [MPa]              | [MPa]              | [MPa]                 | [MPa]           | -        |
| 26.4                           | 3.6              | 0.4              | -7.6             | 34.3                | 4.7                | 0.5                | -9.8               | 0.2                              | 13.83            | OK       | 2.8                | -4.7               | 8.6                   | 261.9           | OK       |
| 25.8                           | 3.5              | 0.7              | 0.3              | 33.6                | 4.6                | 1.0                | 0.4                | 0.2                              | 13.83            | OK       | 4.5                | 0.2                | 4.6                   | 261.9           | OK       |
| 84.2                           | 11.5             | -0.5             | -0.1             | 109.4               | 15.0               | -0.7               | -0.1               | 0.5                              | 13.83            | OK       | 5.7                | -0.1               | 5.7                   | 261.9           | OK       |

I risultati completi delle verifiche sono riportati nell'Allegato specifico.

|  |   |          |            |          |           |      |        |      |         |    |            |   |          |
|--|---|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|----------|
|    | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b><br><b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b><br><b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b><br><b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b> |          |            |          |           |      |        |      |         |    |            |   |          |
| <b>RELAZIONE DI CALCOLO DIMA E CONCIO</b><br><b>D'ATTACCO IMBOCCO FINESTRA KM 3+777.276</b>  | <table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GA0300 002</td> <td>B</td> <td>31 di 48</td> </tr> </table>       | COMMESSA | LOTTO      | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF1N | 01 E ZZ | CL | GA0300 002 | B | 31 di 48 |
| COMMESSA   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV.     | FOGLIO    |      |        |      |         |    |            |   |          |
| IF1N   | 01 E ZZ   | CL       | GA0300 002 | B        | 31 di 48  |      |        |      |         |    |            |   |          |

## 5.2.5 VERIFICHE STRUTTURALI DEGLI INFILAGGI

La verifica viene condotta considerando lo schema statico di trave su appoggi. La lunghezza della trave è calcolata al fronte di scavo prima della messa in opera dell'ultima centina, come somma della distanza di installazione della centina dal fronte ( $a=0.25m$ ), dello sfondo ( $b=1.0m$ ) e di una distanza pari a  $0.25m$  che tiene conto dell'effetto di appoggio cedevole al fronte.

Il carico gravante per metro lineare del tubo è dato dunque dalla relazione seguente:

$$q_U = p_v \cdot i$$

Dove:

$p_v$  è il carico verticale geostatico in calotta.

$$p_v = \frac{(100 - RMR) \cdot D \cdot \gamma}{100}$$

$i$  è l'interasse dei tubi.

RMR = indice di qualità dell'ammasso roccioso, valutato a partire dal GSI,

$D$  = dimensione caratteristica della galleria,

$\gamma$  = peso specifico dell'ammasso roccioso.

Il momento sollecitante massimo è:

$$M_{\max} = \frac{1}{10} \cdot q_U \cdot (a + b + 0.25)^2$$

$$M_{\max,d} = M_{\max} \cdot \gamma_G$$

Dove:

$M_{\max,d}$  è il momento agente di calcolo

$\gamma_G$  è il coefficiente amplificativo sulle azioni

Il momento resistente, valido per sezioni di classe 1 e 2, è dato dalla seguente relazione (NTC2008):

$$M_{C,Rd} = W_{pl} \cdot f_{yk} / \gamma_{M0}$$

Dove:

$W_{pl} = 137cm^3$  è il momento resistente della sezione trasversale del tubo (diametro esterno: 127.0mm, spessore: 10mm)

$f_{yk}$  è la tensione di snervamento dell'acciaio, pari a 355MPa

$\gamma_{M0}$  è il coefficiente di sicurezza per la resistenza

La verifica è rispettata se il momento massimo agente di calcolo è minore del momento resistente.

Nella tabella seguente si riporta la verifica per la sezione in oggetto che prevede come presostegno l'utilizzo degli infilaggi.

**Tabella 13: sintesi delle verifiche strutturali degli infilaggi**

|   | CdA  |
|---|------|
| larghezza della galleria, $D$ [m]                           | 10   |
| peso specifico del materiale, $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ] | 25   |
| RMR [-]   | 30   |
| carico di Unal, $p_v$ [kPa]                                 | 233  |
| interasse infilaggi, $i$ [m]                                | 0.4  |
| $M_{\max}$ [kNm]  | 21.0 |
| $M_{\max,d}$ [kNm]  | 27.3 |
| $M_{C,Rd}$ [kNm]  | 46.3 |
| Verifica  | ✓    |

|  |   |          |            |          |           |      |        |      |         |    |            |   |          |
|--|---|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|----------|
|    | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b><br><b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b><br><b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b><br><b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>   |          |            |          |           |      |        |      |         |    |            |   |          |
| <b>RELAZIONE DI CALCOLO DIMA E CONCIO</b><br><b>D'ATTACCO IMBOCCO FINESTRA KM 3+777.276</b>  | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GA0300 002</td> <td>B</td> <td>32 di 48</td> </tr> </table> | COMMESSA | LOTTO      | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF1N | 01 E ZZ | CL | GA0300 002 | B | 32 di 48 |
| COMMESSA   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV.     | FOGLIO    |      |        |      |         |    |            |   |          |
| IF1N   | 01 E ZZ   | CL       | GA0300 002 | B        | 32 di 48  |      |        |      |         |    |            |   |          |

## 5.2.6 VERIFICHE STRUTTURALI DEL RIVESTIMENTO DEFINITIVO

Le verifiche strutturali del rivestimento definitivo sono condotte a partire dalle sollecitazioni estrapolate dai risultati del modello di calcolo ed opportunamente amplificate per il coefficiente parziale  $\gamma_{G1}$  specifico per i diversi stati limite analizzati.

**Tabella 14: fattore di sicurezza parziale dei materiali costituenti il rivestimento definitivo**

|              |                    |                         |
|--------------|--------------------|-------------------------|
| Stato limite | Acciaio $\gamma_s$ | Calcestruzzo $\gamma_c$ |
| SLU          | 1.15               | 1.50                    |

Le verifiche strutturali di seguito riportate per ciascuna sezione tipo sono:

- in condizioni statiche (condizioni di normale esercizio):
  - Verifica a S.L.U. per flessione;
  - Verifica a S.L.U. per taglio;
  - Verifica a S.L.E delle tensioni indotte nel calcestruzzo e nell'armatura metallica: conformemente alla normativa di riferimento, i valori limite sono pari a:
    - calcestruzzo:  $\sigma_{c \max} = 0.45f_{ck}$
    - acciaio:  $\sigma_{s \max} = 0.8f_{yk}$
  - Verifica a S.L.E per fessurazione per la combinazione quasi permanente.
- in condizioni dinamiche (condizioni sismiche):
  - Verifica a S.L.U. per flessione;
  - Verifica a S.L.U. per taglio.

I valori di calcolo delle resistenze dei materiali si ricavano dividendo ciascun valore caratteristico per il fattore di sicurezza parziale  $\gamma_m$  specifico del materiale considerato (vedi tabella seguente).

**Tabella 15: coefficienti parziali per le azioni secondo Tabella 2.6.I delle NTC2008**

|                |             |               |           |
|----------------|-------------|---------------|-----------|
| Tipo di carico | Condizione  | Simbolo       | Approccio |
| Permanente     | sfavorevole | $\gamma_{G1}$ | A1 (STR)  |

Di seguito si riportano i valori delle resistenze di calcolo, ottenute come rapporto tra la resistenza caratteristica ed il coefficiente  $\gamma_m$ :  $f_d = f_k/\gamma_m$

**Tabella 16: tensione di snervamento di calcolo per l'acciaio di armatura**

|         |                |
|---------|----------------|
| Acciaio | $f_{yd}$ [MPa] |
| B450C   | 391            |

**Tabella 17: resistenze di calcolo per il calcestruzzo**

|                     |                            |                 |                 |
|---------------------|----------------------------|-----------------|-----------------|
| Classe calcestruzzo | $f_{cd \text{ arm}}$ [MPa] | $f_{ctd}$ [MPa] | $f_{ctd}$ [MPa] |
| C25/30              | 14.16                      | 1.20            | 1.44            |

Dove:

$f_{cd}$  = resistenza a compressione cilindrica di calcolo valutata secondo quanto riportato al paragrafo 4.1.12.1 delle NTC2008,

$f_{ctd}$  = resistenza a trazione di calcolo valutata secondo quanto riportato al paragrafo 11.2.10.2 delle NTC2008 ,

$f_{ctd}$  = resistenza a trazione per flessione di calcolo valutata secondo quanto riportato al paragrafo 11.2.10.2 delle NTC2008.

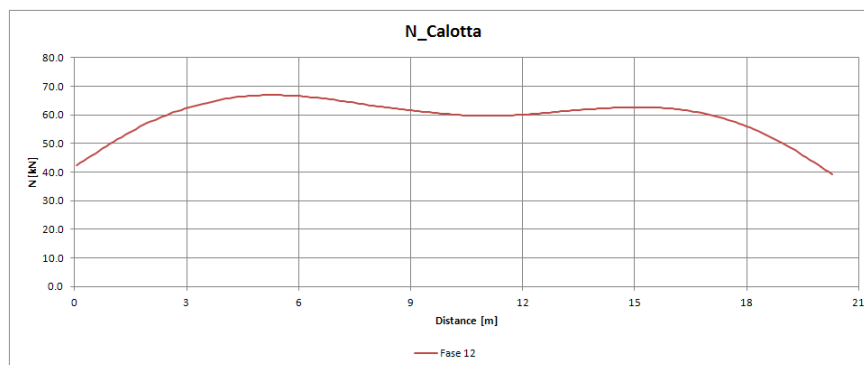
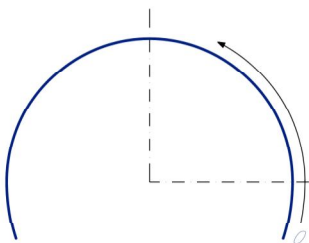


### 5.2.6.1 SEZIONE TIPO CDA (GA03\_CDA\_16)

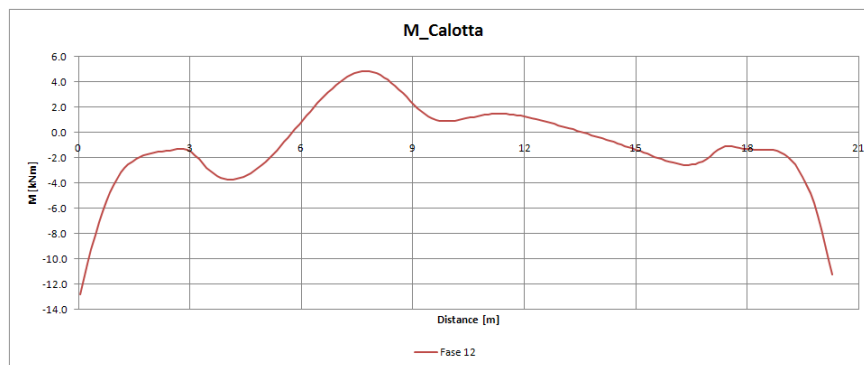
Nel presente paragrafo si illustrano le verifiche di resistenza del rivestimento definitivo della sezione analizzata; tali verifiche sono riportate per via grafica.

#### 5.2.6.1.1 Sollecitazioni agenti

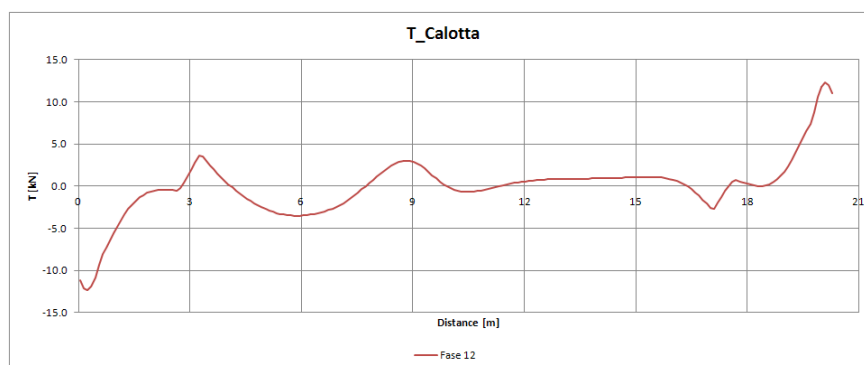
Di seguito i diagrammi di sollecitazioni (N, M e T) del rivestimento definitivo della sezione in esame; i valori numerici (caratteristici e di calcolo) sono riportati nell'Allegato specifico.



N (kN)



M (kNm)



T (kN)

Figura 6: Diagrammi di sollecitazione sul rivestimento definitivo – calotta – (N>0 se di compressione, M>0 se tende le fibre in intradosso)

RELAZIONE DI CALCOLO DIMA E CONCIO  
D'ATTACCO IMBOCCO FINESTRA KM 3+777.276

| COMMESSA | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV. | FOGLIO   |
|----------|---------|----------|------------|------|----------|
| IF1N     | 01 E ZZ | CL       | GA0300 002 | B    | 34 di 48 |

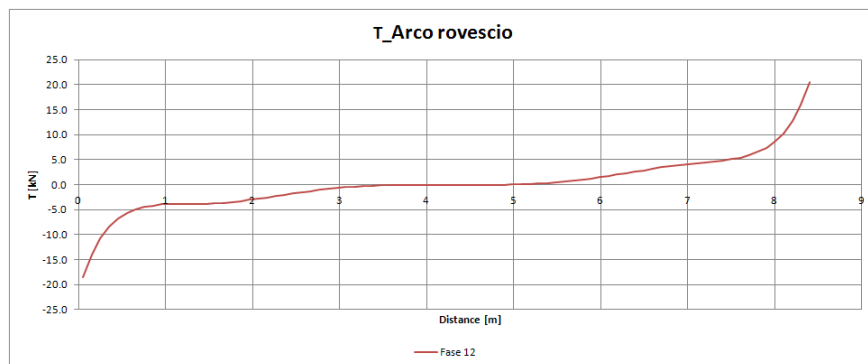
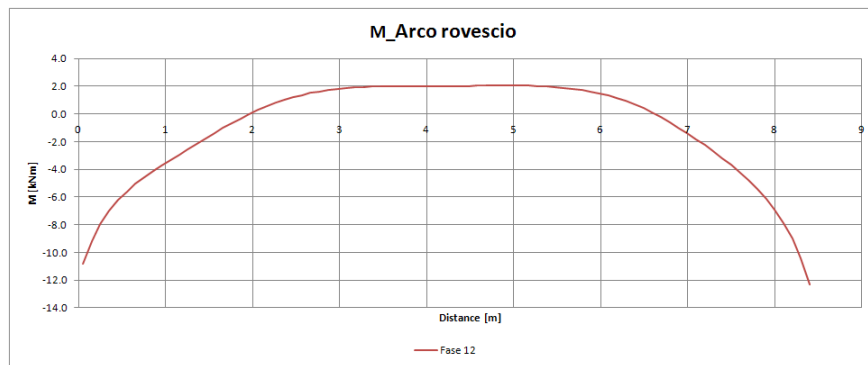
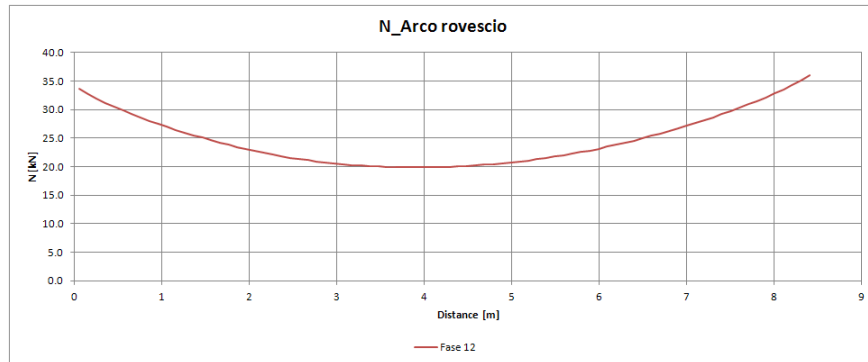
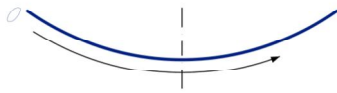


Figura 7: Diagrammi di sollecitazione sul rivestimento definitivo – arco rovescio – (N>0 se di compressione, M>0 se tende le fibre in intradosso)

|  |   |          |            |          |           |      |        |      |         |    |            |   |          |
|--|---|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|----------|
|    | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b><br><b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b><br><b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b><br><b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b> |          |            |          |           |      |        |      |         |    |            |   |          |
| <b>RELAZIONE DI CALCOLO DIMA E CONCIO</b><br><b>D'ATTACCO IMBOCCO FINESTRA KM 3+777.276</b>  | <table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GA0300 002</td> <td>B</td> <td>35 di 48</td> </tr> </table>       | COMMESSA | LOTTO      | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF1N | 01 E ZZ | CL | GA0300 002 | B | 35 di 48 |
| COMMESSA   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV.     | FOGLIO    |      |        |      |         |    |            |   |          |
| IF1N   | 01 E ZZ   | CL       | GA0300 002 | B        | 35 di 48  |      |        |      |         |    |            |   |          |

### 5.2.6.1.2 Armatura disposta

Nella tabella seguente sono riassunte le armature previste per la sezione tipo CdA.

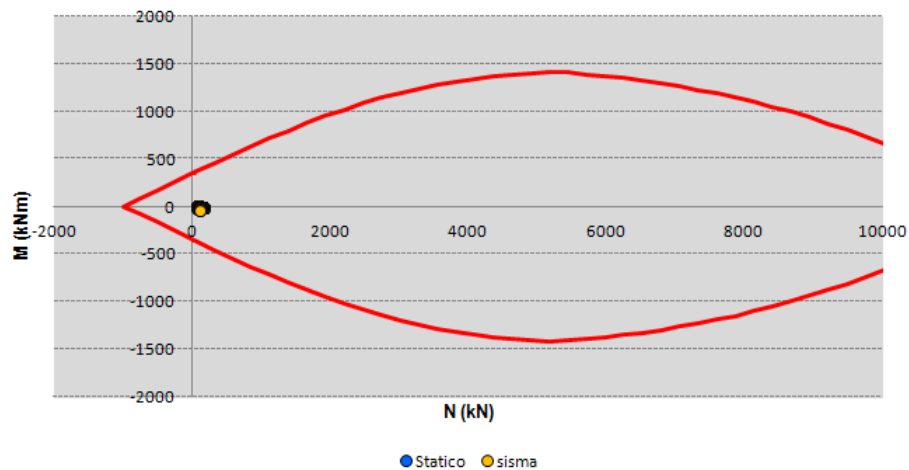
**Tabella 18: armatura prevista per la sezione tipo CdA**

| Posizione     | Armatura flettente Intradosso | Armatura flettente estradosso | Armatura a taglio | Classe calcestruzzo | Copriferro [cm] |
|---------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------|---------------------|-----------------|
| Calotta       | 5Ø18/m                        | 5Ø18/m                        | -                 | C25/30              | 8               |
| Murette       | 5Ø18/m                        | 5Ø18/m                        | -                 | C25/30              | 8               |
| Arco rovescio | 5Ø18/m                        | 5Ø18/m                        | -                 | C25/30              | 8               |

### 5.2.6.1.3 Calotta – verifiche allo SLU – pressoflessione

Le verifiche allo SLU del rivestimento definitivo prevedono il confronto tra le sollecitazioni di calcolo, ottenute moltiplicando i valori caratteristici, restituiti dal modello di calcolo, per il coefficiente parziale  $\gamma_G = 1.3$ , e le resistenze di calcolo definite dai punti  $M_{Rd}$ ,  $N_{Rd}$  che individuano il dominio resistente della sezione nel piano M-N.

Le verifiche e la costruzione del dominio resistente della sezione sono state effettuate con il codice SAX (Aztec Informatica s.r.l.)



Calotta – spessore 80cm – armatura: 5Ø18 in intradosso + 5Ø18 in estradosso

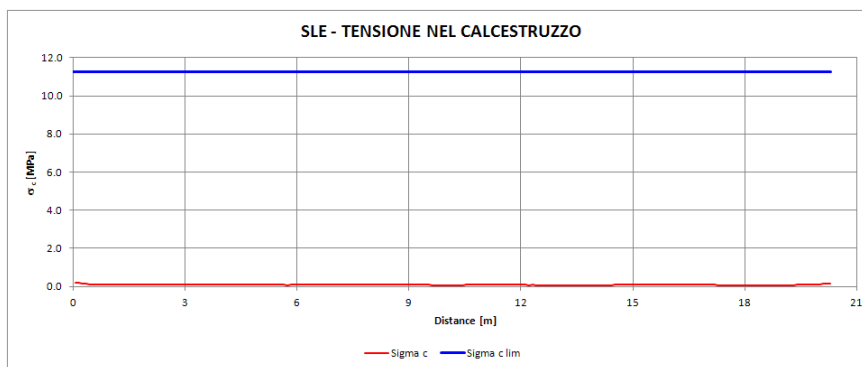
**Figura 8: Verifiche allo S.L.U. per pressoflessione – calotta – dominio di resistenza della sezione e sollecitazioni di calcolo**

Le verifiche sono soddisfatte.

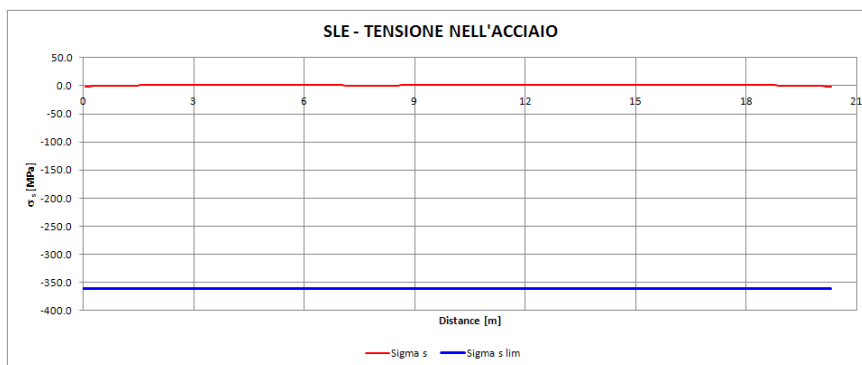
|    | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b><br><b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b><br><b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b><br><b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>                             |          |            |          |           |      |        |      |         |    |            |   |          |
|--|---|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|----------|
| <b>RELAZIONE DI CALCOLO DIMA E CONCIO</b><br><b>D'ATTACCO IMBOCCO FINESTRA KM 3+777.276</b>  | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GA0300 002</td> <td>B</td> <td>36 di 48</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO      | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF1N | 01 E ZZ | CL | GA0300 002 | B | 36 di 48 |
| COMMESSA   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV.     | FOGLIO    |      |        |      |         |    |            |   |          |
| IF1N   | 01 E ZZ   | CL       | GA0300 002 | B        | 36 di 48  |      |        |      |         |    |            |   |          |

### 5.2.6.1.4 Calotta – verifiche allo SLE

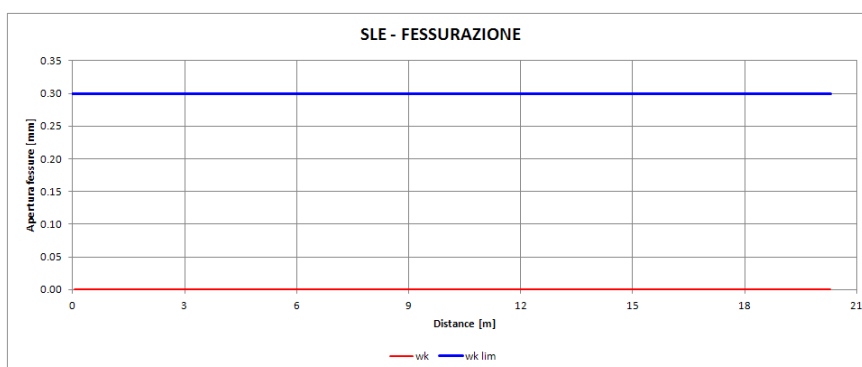
Le verifiche allo S.L.E. risultano soddisfatte quando l'ampiezza delle fessure  $w < 0.3\text{mm}$ , la tensione massima nel calcestruzzo  $\sigma_{c \max} \leq 0.45f_{ck} = 11.25\text{MPa}$  e la tensione massima nell'acciaio  $\sigma_{s \max} \leq 0.8f_{yk} = 360\text{MPa}$ .



Tensioni di compressione nel calcestruzzo -  $\sigma_c < \sigma_{c, \max}$



Tensioni nell'acciaio -  $\sigma_s < \sigma_{s, \max}$



Apertura delle fessure –  $w < w_{lim} = 0.3\text{mm}$

**Figura 9: Verifiche allo S.L.E. della sezione – calotta**

Le verifiche sono soddisfatte.

|             | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b><br><b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b><br><b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b><br><b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>                             |          |            |          |           |      |        |      |         |    |            |   |          |
|---|---|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|----------|
| <b>RELAZIONE DI CALCOLO DIMA E CONCIO</b><br><b>D'ATTACCO IMBOCCO FINESTRA KM 3+777.276</b> | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GA0300 002</td> <td>B</td> <td>37 di 48</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO      | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF1N | 01 E ZZ | CL | GA0300 002 | B | 37 di 48 |
| COMMESSA  | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV.     | FOGLIO    |      |        |      |         |    |            |   |          |
| IF1N  | 01 E ZZ   | CL       | GA0300 002 | B        | 37 di 48  |      |        |      |         |    |            |   |          |

### 5.2.6.1.5 Calotta – verifiche allo SLU per sollecitazioni taglianti

Nel caso di elementi strutturali privi di armature trasversali a taglio, occorre verificare che il taglio di progetto ( $V_{Ed}$ ) sia minore di quello resistente ( $V_{Rd}$ ); essendo:

$$V_{Rd} = 0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck}) / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

con

$$k = 1 + (200/d) \cdot 1/2 \leq 2$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$$

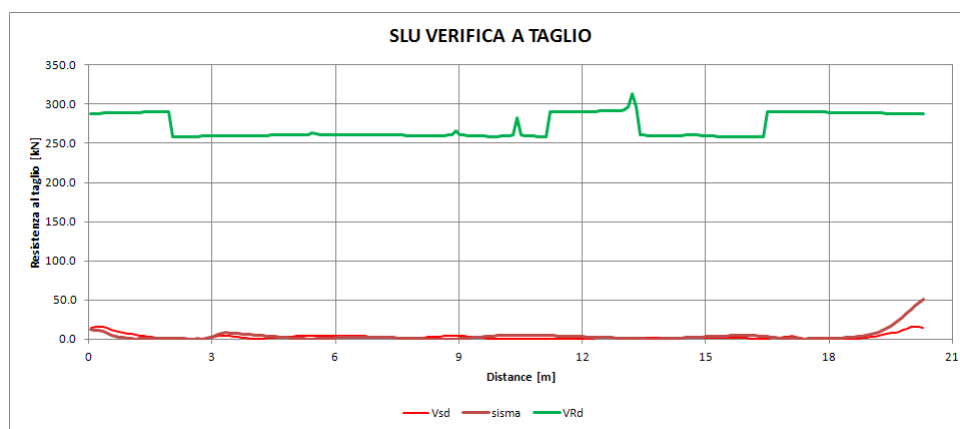
$d$  è l'altezza utile della sezione (mm);

$\rho_1 = A_{sl} / (b_w \cdot d)$  è il rapporto geometrico di armatura longitudinale ( $\leq 0.02$ );

$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c$  è la tensione media di compressione nella sezione ( $\leq 0.2 f_{cd}$ );

$b_w$  è la larghezza minima della sezione (mm).

Per il significato delle diverse entità si rimanda al paragrafo 4.1.2.1.3.1 del NTC2008.



Calotta – spessore 80cm

**Figura 10: Verifiche allo S.L.U. per sollecitazioni taglianti – calotta**

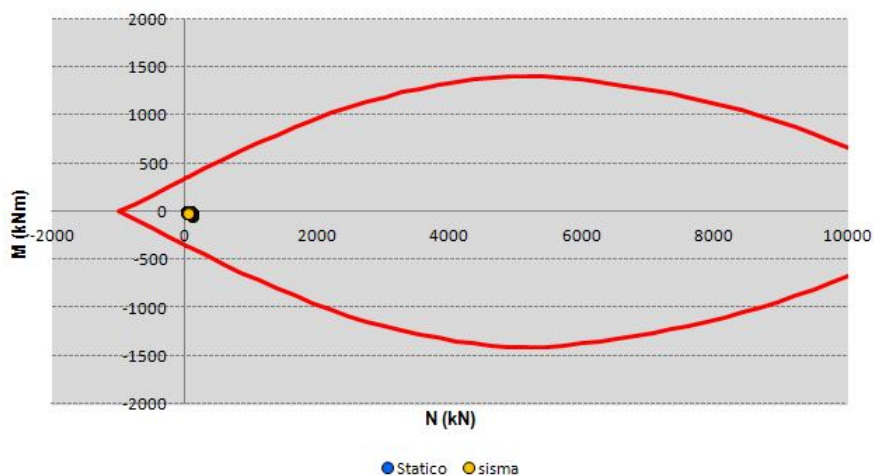
Le verifiche sono soddisfatte.

|    | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b><br><b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b><br><b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b><br><b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>                             |          |            |          |           |      |        |      |         |    |            |   |          |
|--|---|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|----------|
| <b>RELAZIONE DI CALCOLO DIMA E CONCIO</b><br><b>D'ATTACCO IMBOCCO FINESTRA KM 3+777.276</b>  | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GA0300 002</td> <td>B</td> <td>38 di 48</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO      | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF1N | 01 E ZZ | CL | GA0300 002 | B | 38 di 48 |
| COMMESSA   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV.     | FOGLIO    |      |        |      |         |    |            |   |          |
| IF1N   | 01 E ZZ   | CL       | GA0300 002 | B        | 38 di 48  |      |        |      |         |    |            |   |          |

### 5.2.6.1.6 Arco rovescio – verifiche allo SLU – pressoflessione

Le verifiche allo SLU del rivestimento definitivo prevedono il confronto tra le sollecitazioni di calcolo, ottenute moltiplicando i valori caratteristici, restituiti dal modello di calcolo, per il coefficiente parziale  $\gamma_G = 1.3$ , e le resistenze di calcolo definite dai punti  $M_{Rd}$ ,  $N_{Rd}$  che individuano il dominio resistente della sezione nel piano M-N.

Le verifiche e la costruzione del dominio resistente della sezione sono state effettuate con il codice SAX (Aztec Informatica s.r.l.)



Arco rovescio – spessore 80cm – armatura: 5 $\Phi$ 18 in intradosso + 5 $\Phi$ 18 in estradosso

**Figura 11: Verifiche allo S.L.U. per pressoflessione – arco rovescio – dominio di resistenza della sezione e sollecitazioni di calcolo**

Le verifiche sono soddisfatte.

RELAZIONE DI CALCOLO DIMA E CONCIO  
D'ATTACCO IMBOCCO FINESTRA KM 3+777.276

| COMMESSA | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV. | FOGLIO   |
|----------|---------|----------|------------|------|----------|
| IF1N     | 01 E ZZ | CL       | GA0300 002 | B    | 39 di 48 |

### 5.2.6.1.7 Arco rovescio – verifiche allo SLE

Le verifiche allo S.L.E. risultano soddisfatte quando l'ampiezza delle fessure  $w < 0.3\text{mm}$ , la tensione massima nel calcestruzzo  $\sigma_{c \max} \leq 0.45f_{ck} = 11.25\text{MPa}$  e la tensione massima nell'acciaio  $\sigma_{s \max} \leq 0.8f_{yk} = 360\text{MPa}$ .

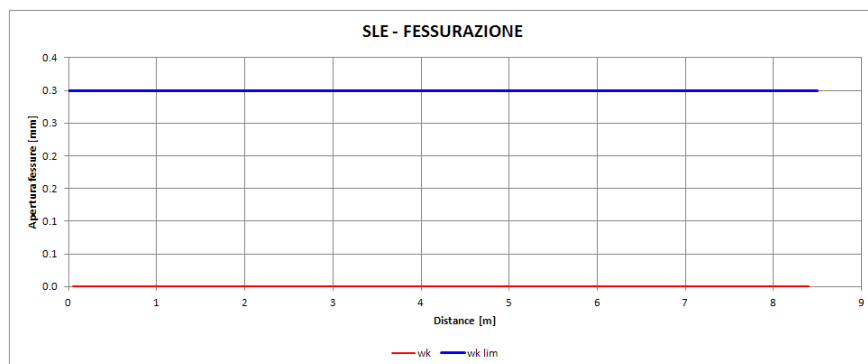
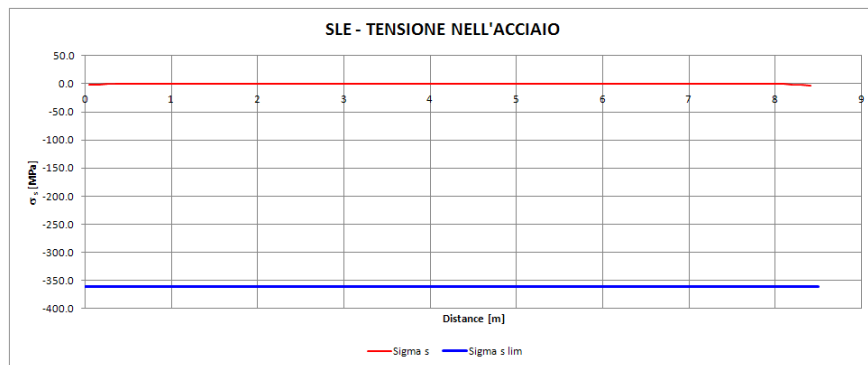
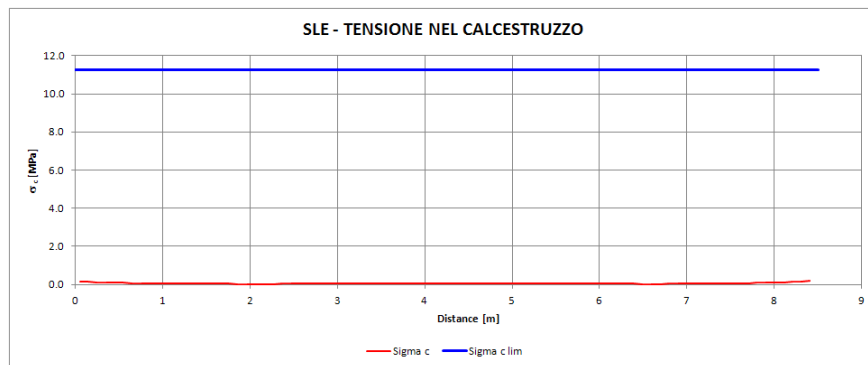


Figura 12: Verifiche allo S.L.E. della sezione – arco rovescio

Le verifiche sono soddisfatte.

|    | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b><br><b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b><br><b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b><br><b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>                             |          |            |          |           |      |        |      |         |    |            |   |          |
|--|---|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|----------|
| <b>RELAZIONE DI CALCOLO DIMA E CONCIO</b><br><b>D'ATTACCO IMBOCCO FINESTRA KM 3+777.276</b>  | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GA0300 002</td> <td>B</td> <td>40 di 48</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO      | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF1N | 01 E ZZ | CL | GA0300 002 | B | 40 di 48 |
| COMMESSA   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV.     | FOGLIO    |      |        |      |         |    |            |   |          |
| IF1N   | 01 E ZZ   | CL       | GA0300 002 | B        | 40 di 48  |      |        |      |         |    |            |   |          |

### 5.2.6.1.8 Arco rovescio – verifiche allo SLU per sollecitazioni taglianti

Nel caso di elementi strutturali privi di armature trasversali a taglio, occorre verificare che il taglio di progetto ( $V_{Ed}$ ) sia minore di quello resistente ( $V_{Rd}$ ); essendo:

$$V_{Rd} = 0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck}) / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

con

$$k = 1 + (200/d) \cdot 1/2 \leq 2$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$$

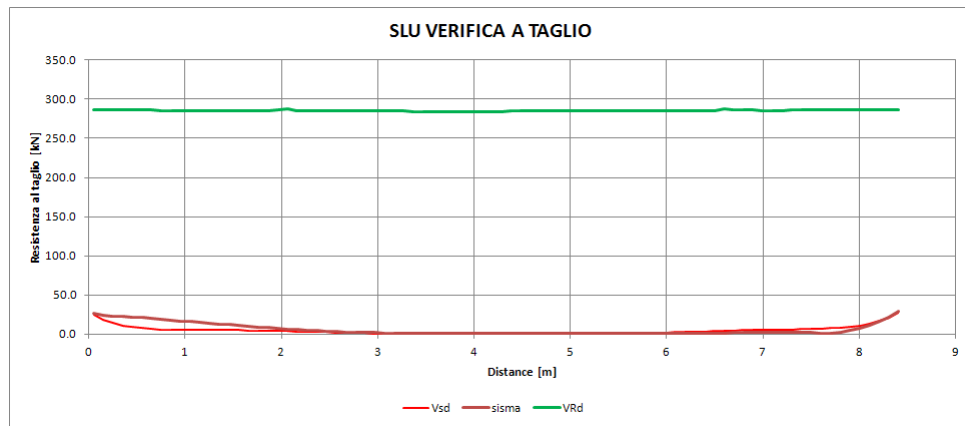
$d$  è l'altezza utile della sezione (mm);

$\rho_1 = A_{sl} / (b_w \cdot d)$  è il rapporto geometrico di armatura longitudinale ( $\leq 0.02$ );

$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c$  è la tensione media di compressione nella sezione ( $\leq 0.2 f_{cd}$ );

$b_w$  è la larghezza minima della sezione (mm).

Per il significato delle diverse entità si rimanda al paragrafo 4.1.2.1.3.1 del NTC2008.



Arco rovescio – spessore 80cm

**Figura 13: Verifiche allo S.L.U. per sollecitazioni taglianti – arco rovescio**

Le verifiche sono soddisfatte.



### 5.2.6.2 SEZIONE TIPO DIMA (GA03\_DIMA)

Nel presente paragrafo si illustrano le verifiche di resistenza del rivestimento definitivo della sezione analizzata; tali verifiche sono riportate per via grafica.

#### 5.2.6.2.1 Sollecitazioni agenti

Di seguito i diagrammi di sollecitazioni (N, M e T) del rivestimento definitivo della sezione in esame; i valori numerici (caratteristici e di calcolo) sono riportati nell'Allegato specifico.

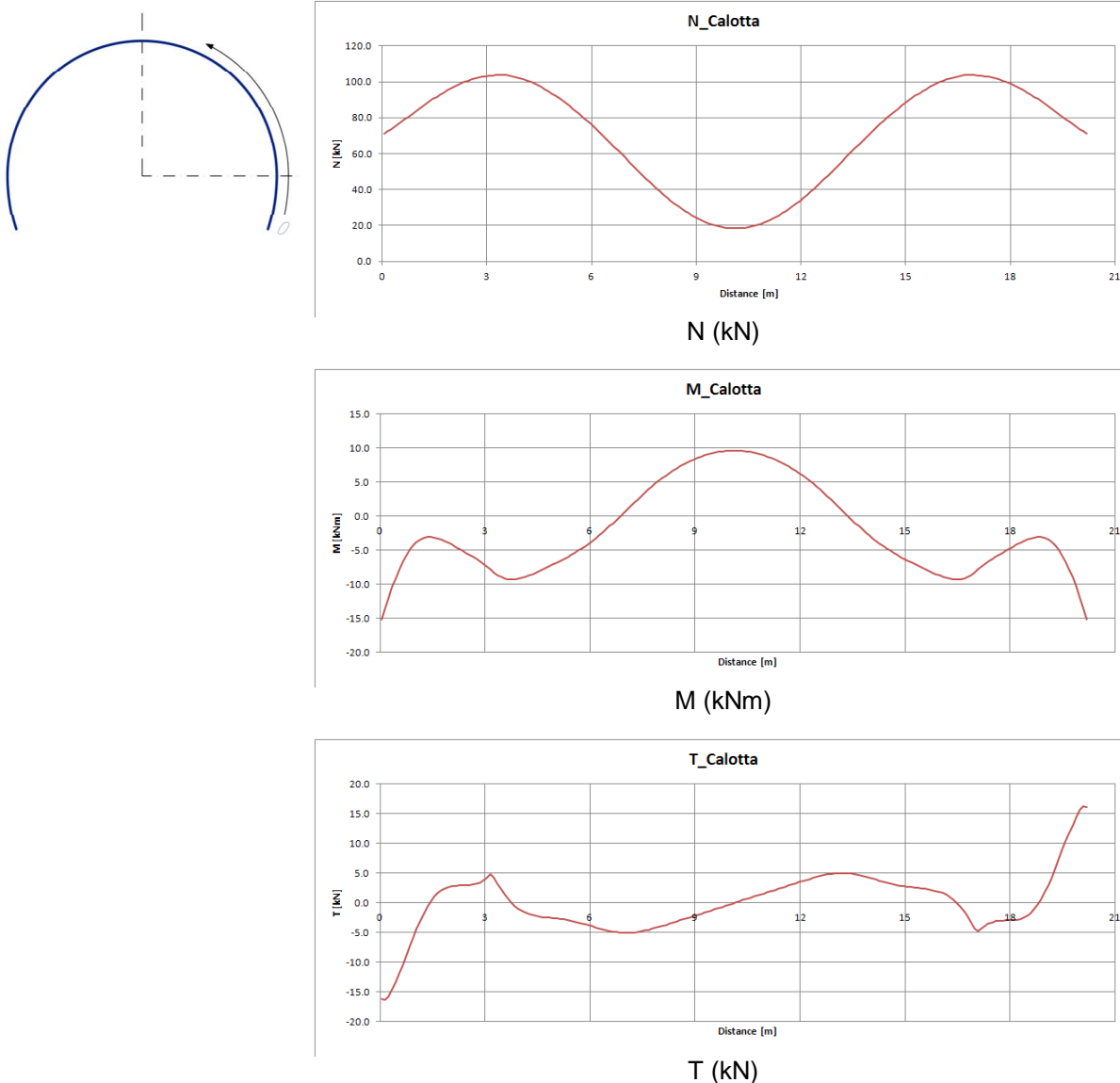


Figura 14: Diagrammi di sollecitazione sul rivestimento definitivo – calotta – (N>0 se di compressione, M>0 se tende le fibre in intradosso)

RELAZIONE DI CALCOLO DIMA E CONCIO  
D'ATTACCO IMBOCCO FINESTRA KM 3+777.276

| COMMESSA | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV. | FOGLIO   |
|----------|---------|----------|------------|------|----------|
| IF1N     | 01 E ZZ | CL       | GA0300 002 | B    | 42 di 48 |

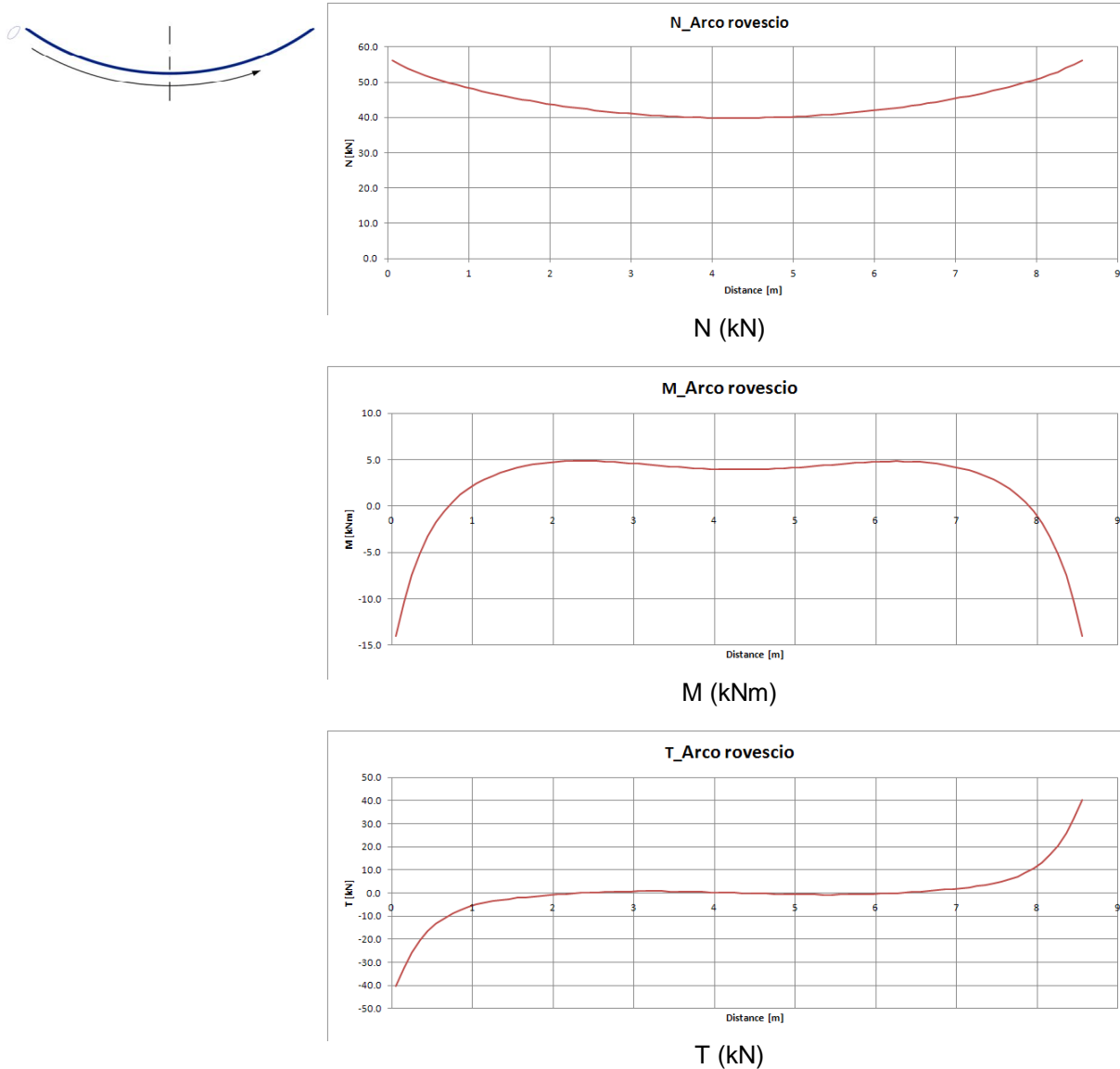


Figura 15: Diagrammi di sollecitazione sul rivestimento definitivo – arco rovescio – ( $N > 0$  se di compressione,  $M > 0$  se tende le fibre in intradosso)

|  |   |          |            |          |           |      |        |      |         |    |            |   |          |
|--|---|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|----------|
|    | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b><br><b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b><br><b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b><br><b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b> |          |            |          |           |      |        |      |         |    |            |   |          |
| <b>RELAZIONE DI CALCOLO DIMA E CONCIO</b><br><b>D'ATTACCO IMBOCCO FINESTRA KM 3+777.276</b>  | <table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GA0300 002</td> <td>B</td> <td>43 di 48</td> </tr> </table>       | COMMESSA | LOTTO      | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF1N | 01 E ZZ | CL | GA0300 002 | B | 43 di 48 |
| COMMESSA   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV.     | FOGLIO    |      |        |      |         |    |            |   |          |
| IF1N   | 01 E ZZ   | CL       | GA0300 002 | B        | 43 di 48  |      |        |      |         |    |            |   |          |

### 5.2.6.2.2 Armatura disposta

Nella tabella seguente sono riassunte le armature previste per la sezione tipo Dima

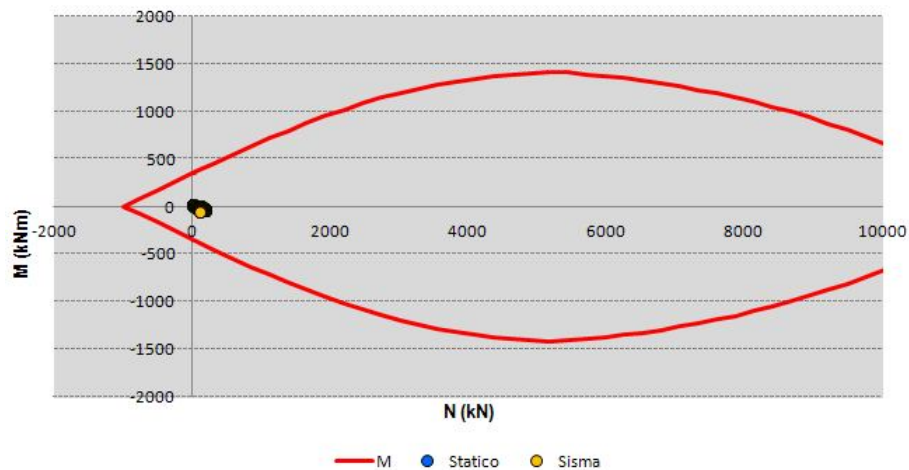
**Tabella 19: armatura prevista per la sezione tipo Dima**

| Posizione     | Armatura flettente Intradosso | Armatura flettente estradosso | Armatura a taglio | Classe calcestruzzo | Copriferro [cm] |
|---------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------|---------------------|-----------------|
| Calotta       | 5Ø18/m                        | 5Ø18/m                        | -                 | C25/30              | 8               |
| Murette       | 5Ø18/m                        | 5Ø18/m                        | -                 | C25/30              | 8               |
| Arco rovescio | 5Ø18/m                        | 5Ø18/m                        | -                 | C25/30              | 8               |

### 5.2.6.2.3 Calotta – verifiche allo SLU – pressoflessione

Le verifiche allo SLU del rivestimento definitivo prevedono il confronto tra le sollecitazioni di calcolo, ottenute moltiplicando i valori caratteristici, restituiti dal modello di calcolo, per il coefficiente parziale  $\gamma_G = 1.3$ , e le resistenze di calcolo definite dai punti  $M_{Rd}$ ,  $N_{Rd}$  che individuano il dominio resistente della sezione nel piano M-N.

Le verifiche e la costruzione del dominio resistente della sezione sono state effettuate con il codice SAX (Aztec Informatica s.r.l.).



Calotta – spessore 80cm – armatura: 5Ø18 in intradosso + 5Ø18 in estradosso

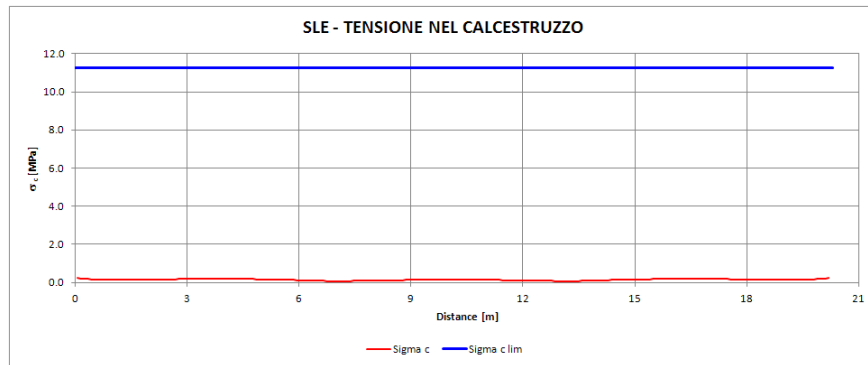
**Figura 16: Verifiche allo S.L.U. per pressoflessione – calotta – dominio di resistenza della sezione e sollecitazioni di calcolo**

Le verifiche sono soddisfatte.

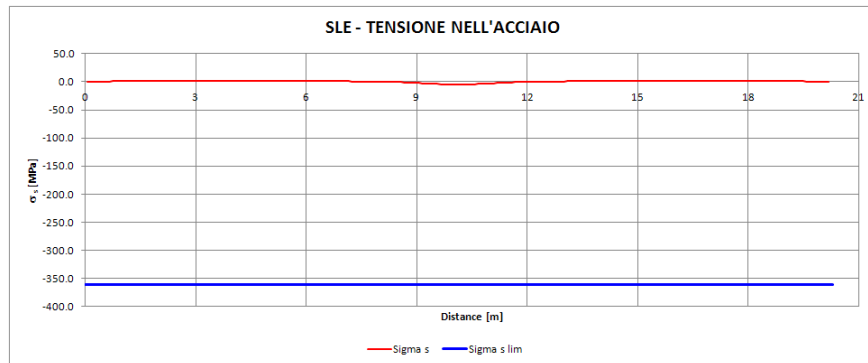
|  |   |                  |                  |                |                         |           |
|--|---|------------------|------------------|----------------|-------------------------|-----------|
|    | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b><br><b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b><br><b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b><br><b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b> |                  |                  |                |                         |           |
|  | <b>RELAZIONE DI CALCOLO DIMA E CONCIO</b><br><b>D'ATTACCO IMBOCCO FINESTRA KM 3+777.276</b>   | COMMESSA<br>IF1N | LOTTO<br>01 E ZZ | CODIFICA<br>CL | DOCUMENTO<br>GA0300 002 | REV.<br>B |

#### 5.2.6.2.4 Calotta – verifiche allo SLE

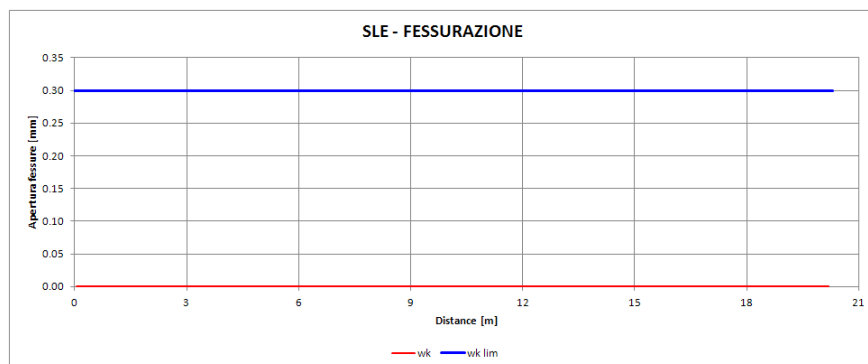
Le verifiche allo S.L.E. risultano soddisfatte quando l'ampiezza delle fessure  $w < 0.3\text{mm}$ , la tensione massima nel calcestruzzo  $\sigma_{c \max} \leq 0.45f_{ck} = 11.25\text{MPa}$  e la tensione massima nell'acciaio  $\sigma_{s \max} \leq 0.8f_{yk} = 360\text{MPa}$ .



Tensioni di compressione nel calcestruzzo -  $\sigma_c < \sigma_{c, \max}$



Tensioni nell'acciaio -  $\sigma_s < \sigma_{s, \max}$



Apertura delle fessure –  $w < w_{lim} = 0.3\text{mm}$

**Figura 17: Verifiche allo S.L.E. della sezione – calotta**

Le verifiche sono soddisfatte.

|    | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b><br><b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b><br><b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b><br><b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>                             |          |            |          |           |      |        |      |         |    |            |   |          |
|--|---|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|----------|
| <b>RELAZIONE DI CALCOLO DIMA E CONCIO</b><br><b>D'ATTACCO IMBOCCO FINESTRA KM 3+777.276</b>  | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GA0300 002</td> <td>B</td> <td>45 di 48</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO      | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF1N | 01 E ZZ | CL | GA0300 002 | B | 45 di 48 |
| COMMESSA   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV.     | FOGLIO    |      |        |      |         |    |            |   |          |
| IF1N   | 01 E ZZ   | CL       | GA0300 002 | B        | 45 di 48  |      |        |      |         |    |            |   |          |

### 5.2.6.2.5 Calotta – verifiche allo SLU per sollecitazioni taglianti

Nel caso di elementi strutturali privi di armature trasversali a taglio, occorre verificare che il taglio di progetto ( $V_{Ed}$ ) sia minore di quello resistente ( $V_{Rd}$ ); essendo:

$$V_{Rd} = 0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck}) / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

con

$$k = 1 + (200/d) \cdot 1/2 \leq 2$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$$

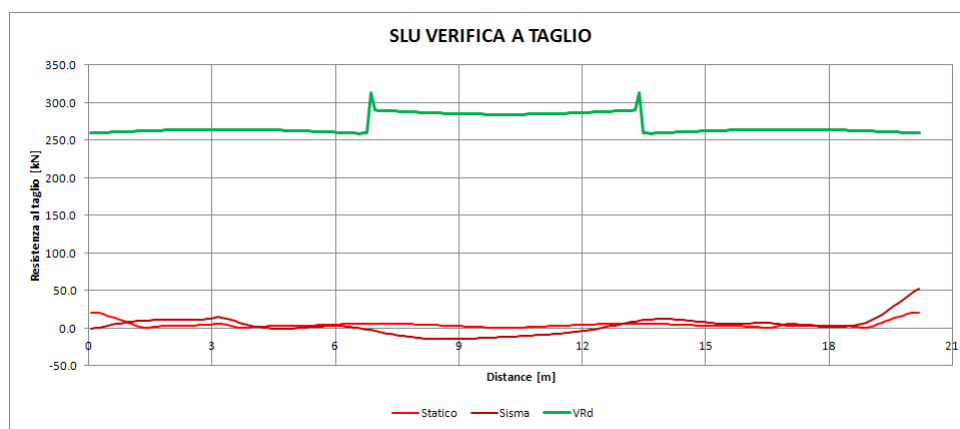
$d$  è l'altezza utile della sezione (mm);

$\rho_1 = A_{sl} / (b_w \cdot d)$  è il rapporto geometrico di armatura longitudinale ( $\leq 0.02$ );

$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c$  è la tensione media di compressione nella sezione ( $\leq 0.2 f_{cd}$ );

$b_w$  è la larghezza minima della sezione (mm).

Per il significato delle diverse entità si rimanda al paragrafo 4.1.2.1.3.1 del NTC2008.



Calotta – spessore 80cm

**Figura 18: Verifiche allo S.L.U. per sollecitazioni taglianti – calotta**

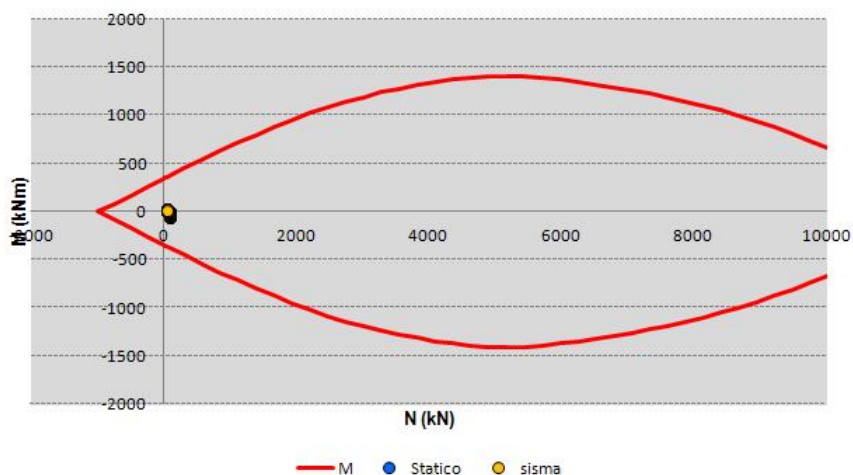
Le verifiche sono soddisfatte.

|    | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b><br><b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b><br><b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b><br><b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>                             |          |            |          |           |      |        |      |         |    |            |   |          |
|--|---|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|----------|
| <b>RELAZIONE DI CALCOLO DIMA E CONCIO</b><br><b>D'ATTACCO IMBOCCO FINESTRA KM 3+777.276</b>  | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GA0300 002</td> <td>B</td> <td>46 di 48</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO      | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF1N | 01 E ZZ | CL | GA0300 002 | B | 46 di 48 |
| COMMESSA   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV.     | FOGLIO    |      |        |      |         |    |            |   |          |
| IF1N   | 01 E ZZ   | CL       | GA0300 002 | B        | 46 di 48  |      |        |      |         |    |            |   |          |

### 5.2.6.2.6 Arco rovescio – verifiche allo SLU – pressoflessione

Le verifiche allo SLU del rivestimento definitivo prevedono il confronto tra le sollecitazioni di calcolo, ottenute moltiplicando i valori caratteristici, restituiti dal modello di calcolo, per il coefficiente parziale  $\gamma_G = 1.3$ , e le resistenze di calcolo definite dai punti  $M_{Rd}$ ,  $N_{Rd}$  che individuano il dominio resistente della sezione nel piano M-N.

Le verifiche e la costruzione del dominio resistente della sezione sono state effettuate con il codice SAX (Aztec Informatica s.r.l.)



Arco rovescio – spessore 80cm – armatura: 5 $\Phi$ 18 in intradosso + 5 $\Phi$ 18 in estradosso

**Figura 19: Verifiche allo S.L.U. per pressoflessione – arco rovescio – dominio di resistenza della sezione e sollecitazioni di calcolo**

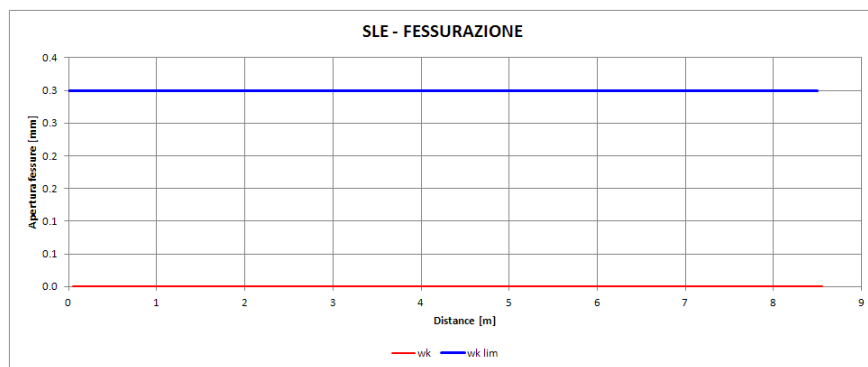
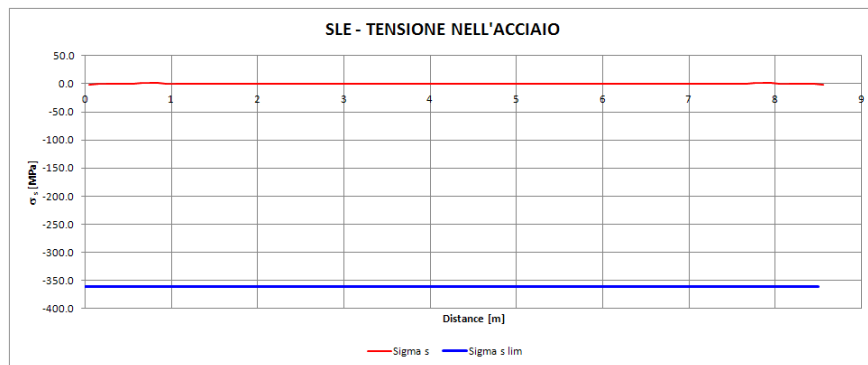
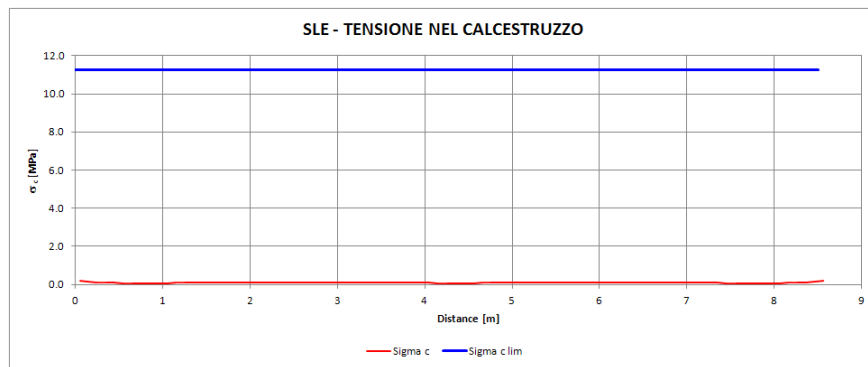
Le verifiche sono soddisfatte.

RELAZIONE DI CALCOLO DIMA E CONCIO  
D'ATTACCO IMBOCCO FINESTRA KM 3+777.276

| COMMESSA | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV. | FOGLIO   |
|----------|---------|----------|------------|------|----------|
| IF1N     | 01 E ZZ | CL       | GA0300 002 | B    | 47 di 48 |

### 5.2.6.2.7 Arco rovescio – verifiche allo SLE

Le verifiche allo S.L.E. risultano soddisfatte quando l'ampiezza delle fessure  $w < 0.3\text{mm}$ , la tensione massima nel calcestruzzo  $\sigma_{c, \max} \leq 0.45f_{ck} = 11.25\text{MPa}$  e la tensione massima nell'acciaio  $\sigma_{s, \max} \leq 0.8f_{yk} = 360\text{MPa}$ .



**Figura 20: Verifiche allo S.L.E. della sezione – arco rovescio**

Le verifiche sono soddisfatte.

|    | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b><br><b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b><br><b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b><br><b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>                             |          |            |          |           |      |        |      |         |    |            |   |          |
|--|---|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|----------|
| <b>RELAZIONE DI CALCOLO DIMA E CONCIO</b><br><b>D'ATTACCO IMBOCCO FINESTRA KM 3+777.276</b>  | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>GA0300 002</td> <td>B</td> <td>48 di 48</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA | LOTTO      | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF1N | 01 E ZZ | CL | GA0300 002 | B | 48 di 48 |
| COMMESSA   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV.     | FOGLIO    |      |        |      |         |    |            |   |          |
| IF1N   | 01 E ZZ   | CL       | GA0300 002 | B        | 48 di 48  |      |        |      |         |    |            |   |          |

### 5.2.6.2.8 Arco rovescio – verifiche allo SLU per sollecitazioni taglianti

Nel caso di elementi strutturali privi di armature trasversali a taglio, occorre verificare che il taglio di progetto ( $V_{Ed}$ ) sia minore di quello resistente ( $V_{Rd}$ ); essendo:

$$V_{Rd} = 0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck}) / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

con

$$k = 1 + (200/d) \cdot 1/2 \leq 2$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$$

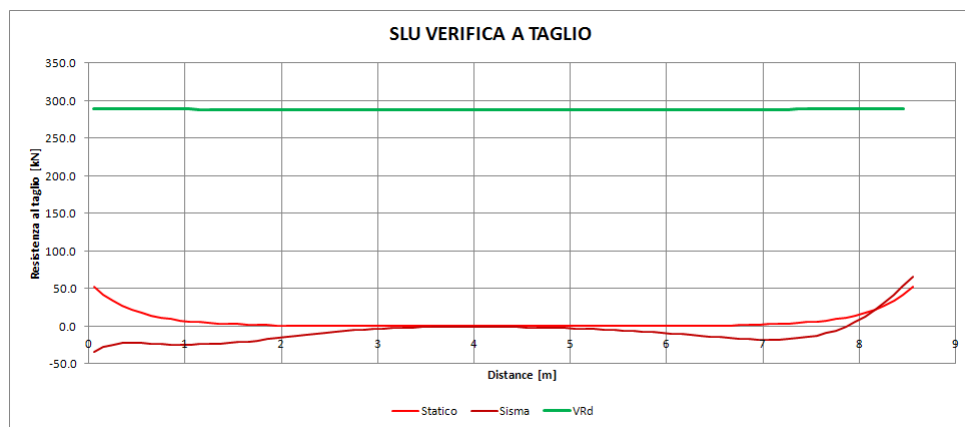
$d$  è l'altezza utile della sezione (mm);

$\rho_1 = A_{sl} / (b_w \cdot d)$  è il rapporto geometrico di armatura longitudinale ( $\leq 0.02$ );

$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c$  è la tensione media di compressione nella sezione ( $\leq 0.2 f_{cd}$ );

$b_w$  è la larghezza minima della sezione (mm).

Per il significato delle diverse entità si rimanda al paragrafo 4.1.2.1.3.1 del NTC2008.



Arco rovescio – spessore 80cm

**Figura 21: Verifiche allo S.L.U. per sollecitazioni taglianti – arco rovescio**

Le verifiche sono soddisfatte.

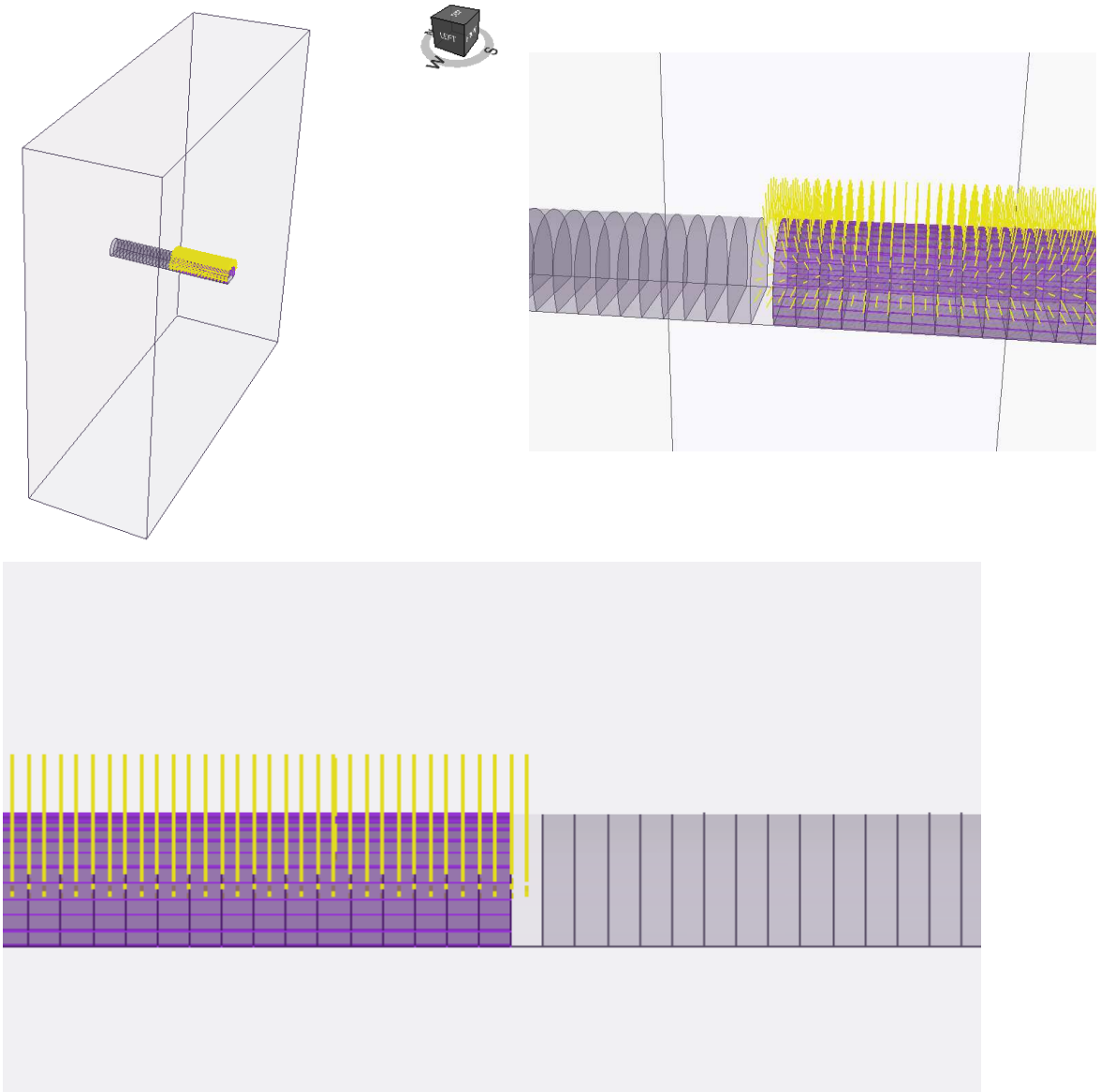


## **ALLEGATO 1**

**CURVE DI AVANZAMENTO E CURVE CARATTERISTICHE DELLE SEZIONI  
TIPO**

### SEZIONE TIPO A2

Le figure seguenti riportano le immagini del modello di calcolo 3D, messo a punto mediante l'utilizzo del codice di calcolo MIDAS GTS (CSPFEA), con il quale è stata determinata la curva di avanzamento della sezione tipo esaminata



**Figura 1: Modello di calcolo 3D – Sezione tipo A2**

Di seguito si riporta la deformata della galleria, ottenuta dalle analisi.

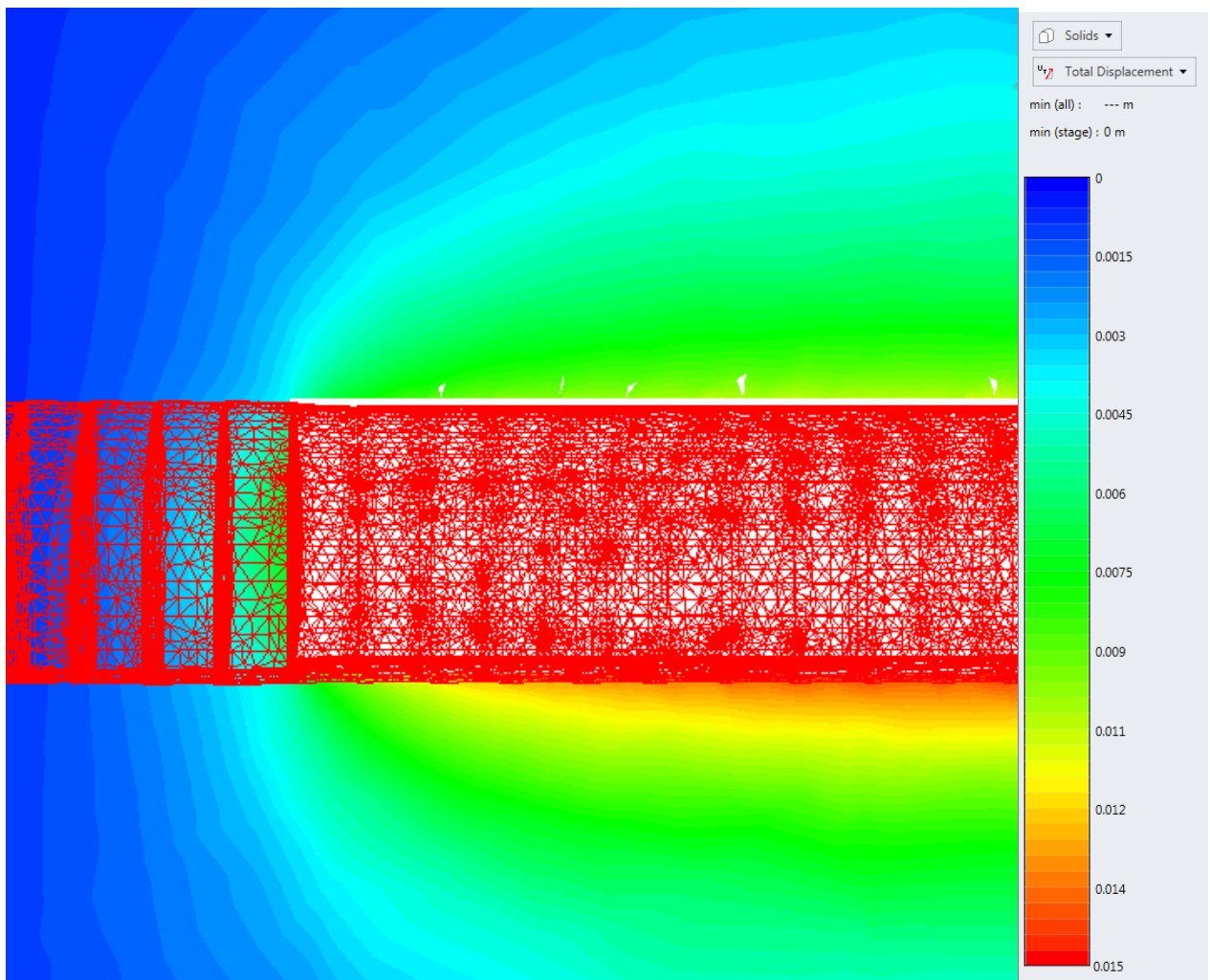


Figura 2: Deformata della galleria – Sezione tipo A2

Le successive figure riportano la curva di avanzamento e quella caratteristica della sezione tipo esaminata.

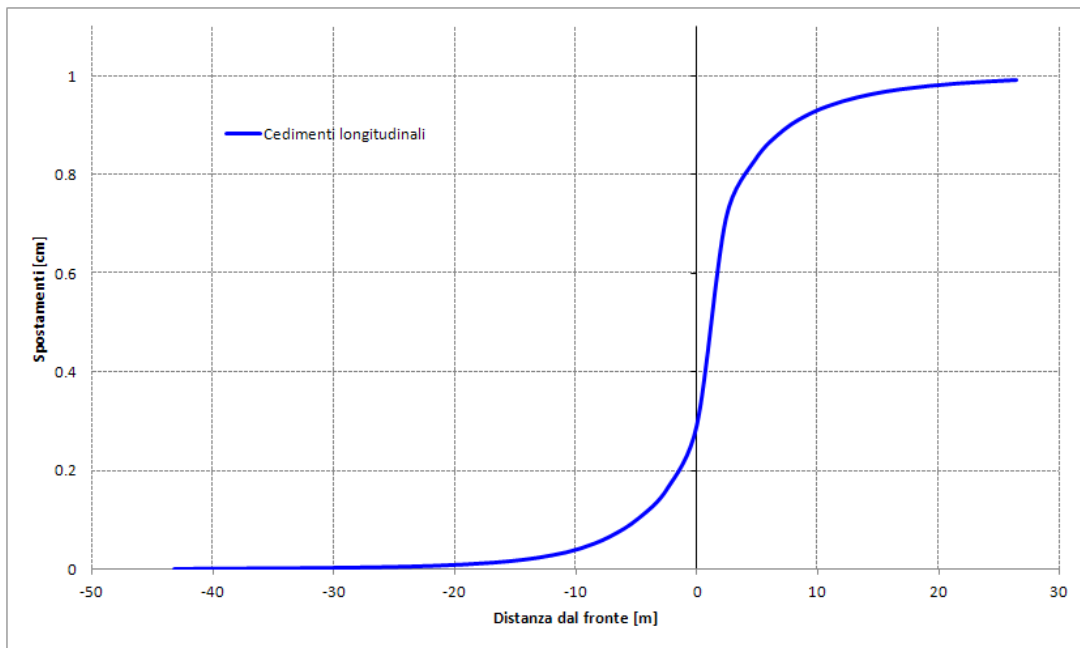


Figura 3: Curva di avanzamento della sezione tipo A2

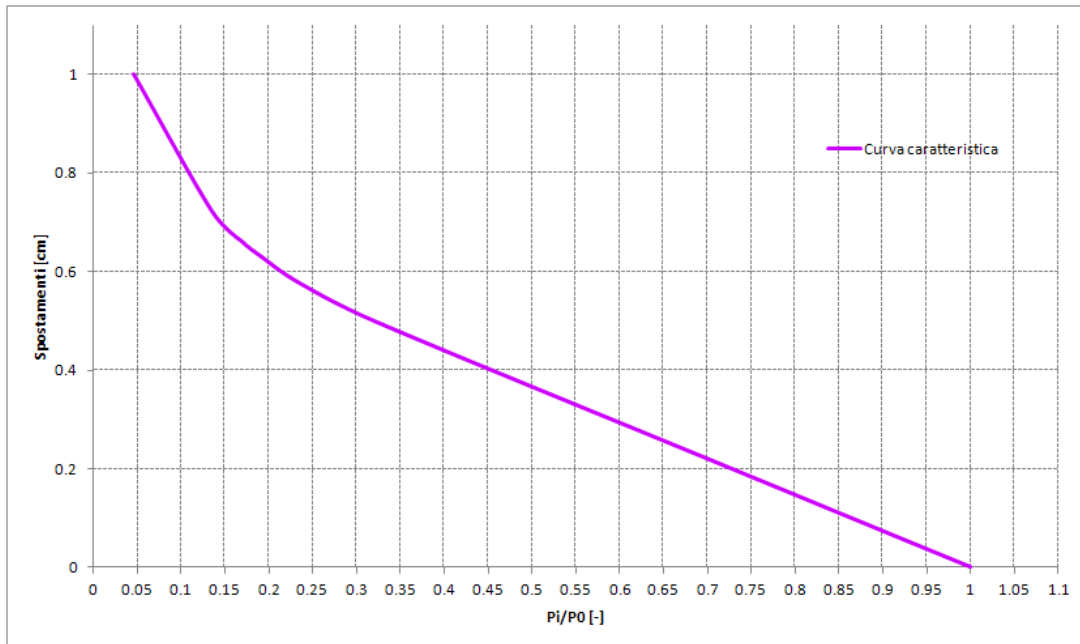


Figura 4: Curva caratteristica della sezione tipo A2

**ALLEGATO 2**  
**TABULATI DI ANALISI RS2**

**Phase2 Analysis Information**  
**GA03\_CdA\_16**

**Project Summary**

---

- File Name: sezione CdA\_r3.fez
- Last saved with Phase2 version: 9.021
- Project Title: GA03\_CdA\_16

**General Settings**

---

- Number of Stages: 12
- Analysis Type: Plane Strain
- Solver Type: Gaussian Elimination
- Units: Metric, stress as MPa

**Analysis Options**

---

- Maximum Number of Iterations: 1000
- Tolerance: 0.001
- Number of Load Steps: Automatic
- Convergence Type: Absolute Energy
- Tensile Failure: Reduces Shear Strength
- Joint tension reduces joint stiffness by a factor of 0.01

**Groundwater Analysis**

---

- Method: Piezometric Lines
- Pore Fluid Unit Weight: 0.00981 MN/m<sup>3</sup>
- Probability: None

**Field Stress**

---

- Field stress: gravity
- Using actual ground surface
- Total stress ratio (horizontal/vertical in-plane): 0.8
- Total stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane): 0.8
- Locked-in horizontal stress (in-plane): 0
- Locked-in horizontal stress (out-of-plane): 0

**Mesh**

---

- Mesh type: graded
- Element type: 3 noded triangles
- Number of elements on Stage 1: 14298
- Number of nodes on Stage 1: 7543
- Number of elements on Stage 2: 8726
- Number of nodes on Stage 2: 4917
- Number of elements on Stage 3: 8726
- Number of nodes on Stage 3: 4917
- Number of elements on Stage 4: 8726
- Number of nodes on Stage 4: 4917
- Number of elements on Stage 5: 8726
- Number of nodes on Stage 5: 4917
- Number of elements on Stage 6: 8726
- Number of nodes on Stage 6: 4917
- Number of elements on Stage 7: 8726
- Number of nodes on Stage 7: 4917
- Number of elements on Stage 8: 8726
- Number of nodes on Stage 8: 4917
- Number of elements on Stage 9: 8726

- Number of nodes on Stage 9: 4917
- Number of elements on Stage 10: 10088
- Number of nodes on Stage 10: 5606
- Number of elements on Stage 11: 12490
- Number of nodes on Stage 11: 6787
- Number of elements on Stage 12: 12490
- Number of nodes on Stage 12: 6787

#### Mesh Quality


- All elements are of good quality

#### Poor quality elements defined as:


- Side length ratio (maximum / minimum) > 30.00
- Minimum interior angle < 2.0 degrees
- Maximum interior angle > 175.0 degrees

#### Material Properties

##### Material: cls

|   |   |
|---|---|
| Color   |  |
| Initial element loading                               | body force only   |
| Unit weight   | 0.025 MN/m3   |
| Elastic type  | isotropic   |
| Young's modulus                                       | 31475.8 MPa   |
| Poisson's ratio                                       | 0.2   |
| Failure criterion                                     | Mohr-Coulomb  |
| Peak tensile strength                                 | 0 MPa   |
| Residual tensile strength                             | 0 MPa   |
| Peak friction angle                                   | 35 degrees  |
| Peak cohesion   | 10.5 MPa  |
| Material type   | Elastic   |
| Piezo to use  | None  |
| Ru value  | 0   |
| Field Stress  | Gravity   |
| Ground surface elevation                              | 0 m   |
| Unit weight of overburden                             | 0.027 MN/m3   |
| Total stress ratio (horizontal/vertical in-plane)     | a=1 b=0 c=0   |
| Total stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane) | a=1 b=0 c=0   |
| Locked-in horizontal stress (in-plane)                | 0   |
| Locked-in horizontal stress (out-of-plane)            | 0   |


##### Material: RDO\_GSI35

|                           |   |
|---------------------------|---|
| Color                     |  |
| Initial element loading   | field stress & body force   |
| Unit weight               | 0.025 MN/m3   |
| Elastic type              | isotropic   |
| Young's modulus           | 3200 MPa  |
| Poisson's ratio           | 0.25  |
| Failure criterion         | Mohr-Coulomb  |
| Peak tensile strength     | 0.029 MPa   |
| Residual tensile strength | 0.029 MPa   |


|                         |            |
|-------------------------|------------|
| Peak friction angle     | 52 degrees |
| Peak cohesion           | 0.175 MPa  |
| Material type           | Plastic    |
| Dilation Angle          | 0 degrees  |
| Residual Friction Angle | 52 degrees |
| Residual Cohesion       | 0.175 MPa  |
| Piezo to use            | None       |
| Ru value                | 0          |

#### Joint Properties

##### Joint: Joint 1


|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| Color                              |  |
| Normal stiffness                   | 400 MPa/m   |
| Shear stiffness                    | 130 MPa/m   |
| Initial joint deformation          | allowed   |
| Pressure from Groundwater Analysis | Not Included  |
| Additional Pressure Inside Joint   | Not Included  |
| Slip Criterion                     | Mohr-Coulomb  |
| Tensile strength                   | 0.029 MPa (tension positive)  |
| Residual Tensile strength          | 0.029 MPa   |
| Cohesion                           | 0.175 MPa   |
| Residual Cohesion                  | 0.175 MPa   |
| Friction angle                     | 52 degrees  |
| Residual Friction angle            | 52 degrees  |

##### Joint: Joint 2

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| Color                              |  |
| Normal stiffness                   | 0.03 MPa/m  |
| Shear stiffness                    | 0.003 MPa/m   |
| Initial joint deformation          | allowed   |
| Pressure from Groundwater Analysis | Not Included  |
| Additional Pressure Inside Joint   | Not Included  |
| Slip Criterion                     | No slip allowed   |

#### Liner Properties

##### Liner: 1 fase

|                            |   |
|----------------------------|---|
| Color                      |  |
| Liner Type                 | Reinforced Concrete   |
| Equivalent Young's modulus | 35526.1 MPa   |
| Equivalent thickness       | 0.203081 m  |
| Poisson ratio              | 0   |

##### Reinforcement Properties

|               |                   |
|---------------|-------------------|
| Type          | I-beam(W): IPN200 |
| Spacing       | 0.5 m             |
| Section Depth | 0.16 m            |

|                      |                          |
|----------------------|--------------------------|
| Area                 | 0.00228 m <sup>2</sup>   |
| Moment of inertia    | 9.35e-006 m <sup>4</sup> |
| Young's modulus      | 200000 MPa               |
| Poisson ratio        | 0.25                     |
| Compressive strength | 262 MPa                  |
| Tensile strength     | 262 MPa                  |

#### Concrete Properties

|                      |           |
|----------------------|-----------|
| Thickness            | 0.2 m     |
| Young's modulus      | 29961 MPa |
| Poisson ratio        | 0.2       |
| Compressive strength | 13.33 MPa |
| Tensile strength     | 1.03 MPa  |

#### Properties changed in Stage 5

- o Young's modulus: 2.9961 MPa (factor = 0.0001)
- o Compressive strength: 0.001333 MPa (factor = 0.0001)
- o Tensile strength: 0.000103 MPa (factor = 0.0001)

#### Properties changed in Stage 6

- o Young's modulus: 23729.1 MPa (factor = 0.792)
- o Compressive strength: 5.34533 MPa (factor = 0.401)
- o Tensile strength: 0.41303 MPa (factor = 0.401)

#### Properties changed in Stage 7

- o Young's modulus: 25137.3 MPa (factor = 0.839)
- o Compressive strength: 7.38482 MPa (factor = 0.554)
- o Tensile strength: 0.57062 MPa (factor = 0.554)


#### Properties changed in Stage 8

- o Young's modulus: 26725.2 MPa (factor = 0.892)
- o Compressive strength: 9.9975 MPa (factor = 0.75)
- o Tensile strength: 0.7725 MPa (factor = 0.75)

#### Properties changed in Stage 9

- o Young's modulus: 29961 MPa (factor = 1)
- o Compressive strength: 13.33 MPa (factor = 1)
- o Tensile strength: 1.03 MPa (factor = 1)


#### Liner: Calotta

|             |   |
|-------------|---|
| Color       |  |
| Liner Type  | Standard Beam   |
| Formulation | Timoshenko  |
| Thickness   | 0.8 m   |

#### Elastic Properties

|                 |               |
|-----------------|---------------|
| Young's modulus | 0.0314758 MPa |
| Poisson's ratio | 0.2           |

#### Liner: Arco rovescio

|             |   |
|-------------|---|
| Color       |  |
| Liner Type  | Standard Beam   |
| Formulation | Timoshenko  |

|           |       |
|-----------|-------|
| Thickness | 0.8 m |
|-----------|-------|

#### Elastic Properties

|                 |               |
|-----------------|---------------|
| Young's modulus | 0.0314758 MPa |
| Poisson's ratio | 0.2           |

#### Composite Liner Properties

- Composite name: 1 fase
- Joint: Joint 1 between soil/rock and layer 1
- Layer 1: 1 fase
- Composite name: Calotta
- Joint: Joint 2 between soil/rock and layer 1
- Layer 1: Calotta
- Composite name: Arco rovescio
- Joint: Joint 2 between soil/rock and layer 1
- Layer 1: Arco rovescio

#### List of All Coordinates

#### Excavation boundary

| X             | Y        |
|---------------|----------|
| -4.6203       | -3.77791 |
| -3.86701      | -3.77789 |
| -3.6862       | -3.8638  |
| -3.50348      | -3.94558 |
| -3.31896      | -4.02319 |
| -3.13271      | -4.09657 |
| -2.94485      | -4.1657  |
| -2.75546      | -4.23054 |
| -2.56464      | -4.29106 |
| -2.3725       | -4.34721 |
| -2.17913      | -4.39899 |
| -1.98463      | -4.44635 |
| -1.78911      | -4.48927 |
| -1.59266      | -4.52774 |
| -1.39538      | -4.56173 |
| -1.19739      | -4.59122 |
| -0.99877      | -4.6162  |
| -0.799637     | -4.63666 |
| -0.60009      | -4.65258 |
| -0.400233     | -4.66396 |
| -0.200168     | -4.67079 |
| -7.16795e-011 | -4.67306 |
| 0.200168      | -4.67079 |
| 0.400233      | -4.66396 |
| 0.60009       | -4.65258 |
| 0.799637      | -4.63666 |
| 0.99877       | -4.6162  |
| 1.19739       | -4.59122 |
| 1.39538       | -4.56173 |
| 1.59266       | -4.52774 |

|         |           |
|---------|-----------|
| 1.78911 | -4.48927  |
| 1.98463 | -4.44635  |
| 2.17913 | -4.39899  |
| 2.3725  | -4.34721  |
| 2.56464 | -4.29106  |
| 2.75546 | -4.23054  |
| 2.94485 | -4.1657   |
| 3.13271 | -4.09657  |
| 3.31896 | -4.02319  |
| 3.50348 | -3.94558  |
| 3.6862  | -3.8638   |
| 3.86701 | -3.77789  |
| 4.62029 | -3.77789  |
| 4.62968 | -3.67812  |
| 4.63881 | -3.57833  |
| 4.6477  | -3.47852  |
| 4.65633 | -3.37869  |
| 4.66471 | -3.27883  |
| 4.67284 | -3.17895  |
| 4.68072 | -3.07906  |
| 4.68834 | -2.97914  |
| 4.69572 | -2.8792   |
| 4.70284 | -2.77925  |
| 4.70971 | -2.67928  |
| 4.71633 | -2.57929  |
| 4.7227  | -2.47929  |
| 4.72882 | -2.37927  |
| 4.73468 | -2.27923  |
| 4.7403  | -2.17918  |
| 4.74566 | -2.07912  |
| 4.75077 | -1.97904  |
| 4.75562 | -1.87895  |
| 4.76023 | -1.77885  |
| 4.76458 | -1.67874  |
| 4.76868 | -1.57861  |
| 4.77253 | -1.47848  |
| 4.77613 | -1.37834  |
| 4.77947 | -1.27819  |
| 4.78256 | -1.17803  |
| 4.7854  | -1.07786  |
| 4.78799 | -0.977687 |
| 4.79033 | -0.877507 |
| 4.79241 | -0.777321 |
| 4.79424 | -0.677131 |
| 4.79582 | -0.576936 |
| 4.79714 | -0.476738 |
| 4.79822 | -0.376537 |
| 4.79904 | -0.276333 |
| 4.79961 | -0.176127 |

|         |            |
|---------|------------|
| 4.79993 | -0.0759207 |
| 4.79994 | 0.0242863  |
| 4.79839 | 0.12448    |
| 4.79474 | 0.224619   |
| 4.78901 | 0.32466    |
| 4.78119 | 0.424559   |
| 4.77128 | 0.524274   |
| 4.7593  | 0.62376    |
| 4.74524 | 0.722974   |
| 4.72911 | 0.821874   |
| 4.71093 | 0.920415   |
| 4.69069 | 1.01855    |
| 4.6684  | 1.11625    |
| 4.64408 | 1.21346    |
| 4.61774 | 1.31014    |
| 4.58939 | 1.40625    |
| 4.55903 | 1.50175    |
| 4.52669 | 1.59659    |
| 4.49237 | 1.69074    |
| 4.4561  | 1.78415    |
| 4.41788 | 1.87678    |
| 4.37774 | 1.96859    |
| 4.3357  | 2.05955    |
| 4.29176 | 2.14961    |
| 4.24595 | 2.23873    |
| 4.19829 | 2.32688    |
| 4.1488  | 2.41401    |
| 4.09751 | 2.50009    |
| 4.04442 | 2.58508    |
| 3.98958 | 2.66894    |
| 3.933   | 2.75164    |
| 3.8747  | 2.83314    |
| 3.81471 | 2.91341    |
| 3.75306 | 2.99241    |
| 3.68978 | 3.0701     |
| 3.62489 | 3.14646    |
| 3.55842 | 3.22144    |
| 3.49039 | 3.29502    |
| 3.42085 | 3.36716    |
| 3.34981 | 3.43784    |
| 3.27732 | 3.50702    |
| 3.2034  | 3.57467    |
| 3.12808 | 3.64076    |
| 3.05139 | 3.70527    |
| 2.97338 | 3.76816    |
| 2.89407 | 3.8294     |
| 2.8135  | 3.88898    |
| 2.73171 | 3.94687    |
| 2.64872 | 4.00303    |



|             |         |
|-------------|---------|
| 2.56458     | 4.05745 |
| 2.47932     | 4.1101  |
| 2.39299     | 4.16096 |
| 2.3056      | 4.21001 |
| 2.21722     | 4.25722 |
| 2.12787     | 4.30258 |
| 2.03759     | 4.34606 |
| 1.94642     | 4.38765 |
| 1.8544      | 4.42732 |
| 1.76158     | 4.46507 |
| 1.66799     | 4.50087 |
| 1.57367     | 4.53471 |
| 1.47866     | 4.56657 |
| 1.38301     | 4.59644 |
| 1.28676     | 4.62431 |
| 1.18995     | 4.65016 |
| 1.09262     | 4.67399 |
| 0.994809    | 4.69578 |
| 0.896568    | 4.71552 |
| 0.797936    | 4.73321 |
| 0.698956    | 4.74884 |
| 0.599672    | 4.76239 |
| 0.500127    | 4.77387 |
| 0.400363    | 4.78327 |
| 0.300425    | 4.79059 |
| 0.200356    | 4.79582 |
| 0.1002      | 4.79895 |
| 2.0396e-007 | 4.8     |
| -0.100239   | 4.79895 |
| -0.200395   | 4.79582 |
| -0.300464   | 4.79059 |
| -0.400402   | 4.78327 |
| -0.500165   | 4.77387 |
| -0.59971    | 4.76239 |
| -0.698995   | 4.74884 |
| -0.797974   | 4.73321 |
| -0.896606   | 4.71552 |
| -0.994847   | 4.69578 |
| -1.09265    | 4.67399 |
| -1.18999    | 4.65016 |
| -1.2868     | 4.62431 |
| -1.38305    | 4.59644 |
| -1.4787     | 4.56656 |
| -1.5737     | 4.5347  |
| -1.66802    | 4.50086 |
| -1.76161    | 4.46506 |
| -1.85444    | 4.42732 |
| -1.94645    | 4.38764 |
| -2.03762    | 4.34605 |

|          |          |
|----------|----------|
| -2.1279  | 4.30257  |
| -2.21725 | 4.25721  |
| -2.30564 | 4.21     |
| -2.39302 | 4.16095  |
| -2.47936 | 4.11009  |
| -2.56462 | 4.05744  |
| -2.64876 | 4.00302  |
| -2.73174 | 3.94686  |
| -2.81354 | 3.88897  |
| -2.89411 | 3.82939  |
| -2.97342 | 3.76814  |
| -3.05143 | 3.70525  |
| -3.12811 | 3.64075  |
| -3.20343 | 3.57466  |
| -3.27735 | 3.50701  |
| -3.34985 | 3.43783  |
| -3.42088 | 3.36715  |
| -3.49042 | 3.29501  |
| -3.55845 | 3.22143  |
| -3.62492 | 3.14644  |
| -3.68981 | 3.07009  |
| -3.7531  | 2.99239  |
| -3.81474 | 2.9134   |
| -3.87473 | 2.83313  |
| -3.93303 | 2.75163  |
| -3.98961 | 2.66893  |
| -4.04445 | 2.58506  |
| -4.09754 | 2.50007  |
| -4.14883 | 2.41399  |
| -4.19832 | 2.32686  |
| -4.24598 | 2.23871  |
| -4.29179 | 2.14959  |
| -4.33572 | 2.05953  |
| -4.37777 | 1.96858  |
| -4.41791 | 1.87676  |
| -4.45613 | 1.78413  |
| -4.4924  | 1.69072  |
| -4.52671 | 1.59657  |
| -4.55906 | 1.50173  |
| -4.58941 | 1.40623  |
| -4.61777 | 1.31012  |
| -4.64411 | 1.21344  |
| -4.66843 | 1.11623  |
| -4.69071 | 1.01854  |
| -4.71095 | 0.920396 |
| -4.72914 | 0.821855 |
| -4.74526 | 0.722956 |
| -4.75932 | 0.623741 |
| -4.7713  | 0.524255 |

|          |            |
|----------|------------|
| -4.78121 | 0.42454    |
| -4.78903 | 0.324641   |
| -4.79476 | 0.2246     |
| -4.79841 | 0.124461   |
| -4.79996 | 0.0242673  |
| -4.79995 | -0.0759397 |
| -4.79963 | -0.176146  |
| -4.79906 | -0.276352  |
| -4.79824 | -0.376556  |
| -4.79716 | -0.476757  |
| -4.79584 | -0.576955  |
| -4.79426 | -0.67715   |
| -4.79242 | -0.77734   |
| -4.79034 | -0.877526  |
| -4.78801 | -0.977706  |
| -4.78542 | -1.07788   |
| -4.78258 | -1.17805   |
| -4.77948 | -1.27821   |
| -4.77614 | -1.37836   |
| -4.77254 | -1.4785    |
| -4.76869 | -1.57863   |
| -4.76459 | -1.67876   |
| -4.76024 | -1.77887   |
| -4.75563 | -1.87897   |
| -4.75078 | -1.97906   |
| -4.74567 | -2.07914   |
| -4.74031 | -2.1792    |
| -4.73469 | -2.27925   |
| -4.72883 | -2.37928   |
| -4.72271 | -2.4793    |
| -4.71634 | -2.57931   |
| -4.70972 | -2.6793    |
| -4.70285 | -2.77927   |
| -4.69573 | -2.87922   |
| -4.68835 | -2.97916   |
| -4.68073 | -3.07907   |
| -4.67285 | -3.17897   |
| -4.66472 | -3.27885   |
| -4.65634 | -3.3787    |
| -4.6477  | -3.47854   |
| -4.63882 | -3.57835   |
| -4.62968 | -3.67814   |

|         |         |
|---------|---------|
| 99.2623 | 37.6663 |
| 98.8355 | 37.528  |
| 96.8919 | 36.6663 |
| 95.5913 | 36.0589 |
| 95.2103 | 35.796  |
| 95.1167 | 35.6663 |
| 95.038  | 35.5867 |
| 93.9595 | 34.6663 |
| 93.2491 | 34.0344 |
| 92.9128 | 33.6663 |
| 92.5357 | 33.2626 |
| 91.8483 | 32.6663 |
| 91.4109 | 32.2161 |
| 90.7564 | 31.6663 |
| 90.266  | 31.1319 |
| 89.7497 | 30.6663 |
| 89.1912 | 30.0463 |
| 88.8558 | 29.6663 |
| 88.2837 | 28.7747 |
| 88.1693 | 28.6663 |
| 88.0338 | 28.5677 |
| 86.9358 | 27.6663 |
| 86.1683 | 26.8317 |
| 85.972  | 26.6663 |
| 85.829  | 26.5149 |
| 85.0115 | 25.6663 |
| 84.9225 | 25.5816 |
| 83.6916 | 24.6663 |
| 83.5965 | 24.5647 |
| 82.8112 | 23.6663 |
| 82.3596 | 22.9974 |
| 81.9976 | 22.7928 |
| 81.8113 | 22.6663 |
| 80.7896 | 21.8629 |
| 80.5028 | 21.6663 |
| 79.6427 | 20.868  |
| 79.4196 | 20.6663 |
| 78.8813 | 19.7307 |
| 78.807  | 19.6663 |
| 77.8424 | 18.7931 |
| 77.627  | 18.6663 |
| 76.3785 | 17.7451 |
| 76.2849 | 17.6663 |
| 76.1467 | 17.5628 |
| 74.7157 | 16.6663 |
| 73.7519 | 16.0409 |
| 73.2979 | 15.6663 |
| 72.6523 | 15.0861 |
| 72.177  | 14.6663 |

**External boundary**

| X    | Y       |
|------|---------|
| -100 | 50.4701 |
| -100 | -110    |
| 100  | -110    |
| 100  | 37.9049 |

|         |            |
|---------|------------|
| 71.4197 | 14.1198    |
| 70.7869 | 13.6663    |
| 70.1113 | 13.0963    |
| 69.5246 | 12.6663    |
| 69.0887 | 12.29      |
| 68.2804 | 11.6663    |
| 67.2829 | 10.8939    |
| 66.9785 | 10.6663    |
| 66.857  | 10.4099    |
| 66.6311 | 10.0378    |
| 64.7713 | 9.6663     |
| 64.2795 | 8.73267    |
| 64.0083 | 8.6663     |
| 63.2237 | 8.47601    |
| 59.8021 | 7.6663     |
| 56.0894 | 6.76341    |
| 55.8214 | 6.72512    |
| 52.3769 | 6.1889     |
| 48.8108 | 5.6663     |
| 46.4    | 5.30274    |
| 42.6237 | 4.6663     |
| 42.196  | 4.59969    |
| 41.2483 | 4.43516    |
| 40.4328 | 3.78044    |
| 40.3062 | 3.6663     |
| 40.167  | 3.52889    |
| 39.1392 | 2.6663     |
| 38.5115 | 2.08468    |
| 37.8195 | 1.6663     |
| 37.4778 | 1.36699    |
| 37.0366 | 1.22973    |
| 36.5805 | 0.666301   |
| 35.778  | -0.0060035 |
| 35.3907 | -0.333699  |
| 35.1344 | -0.633914  |
| 35.0327 | -0.687701  |
| 34.8603 | -0.84259   |
| 34.2706 | -1.3337    |
| 34.0422 | -1.52339   |
| 33.8654 | -1.57358   |
| 33.3908 | -1.75342   |
| 33.1422 | -1.93134   |
| 32.7115 | -2.3337    |
| 32.6646 | -2.37381   |
| 32.6227 | -2.41691   |
| 32.498  | -2.49978   |
| 31.5326 | -2.98278   |
| 31.1    | -3.02855   |
| 30.7669 | -2.94279   |

|         |           |
|---------|-----------|
| 30.1808 | -2.75418  |
| 29.7651 | -2.85813  |
| 28.8118 | -3.12592  |
| 28.6841 | -3.1156   |
| 28.42   | -2.86754  |
| 28.0351 | -2.4275   |
| 27.9484 | -2.3337   |
| 27.0272 | -1.33924  |
| 27.0229 | -1.33606  |
| 27.0185 | -1.3337   |
| 25.4013 | -0.504366 |
| 25.2834 | -0.391449 |
| 25.2516 | -0.379834 |
| 25.2139 | -0.333699 |
| 25.1308 | -0.220315 |
| 24.351  | 0.666301  |
| 23.8678 | 1.17408   |
| 23.51   | 1.6663    |
| 22.5243 | 2.46259   |
| 22.3707 | 2.6663    |
| 21.9917 | 3.00312   |
| 21.2997 | 3.6663    |
| 21.1706 | 3.79038   |
| 20.2113 | 4.6663    |
| 19.4245 | 5.40497   |
| 19.1391 | 5.6663    |
| 18.804  | 5.97367   |
| 18.0758 | 6.6663    |
| 17.6257 | 7.09487   |
| 17.0236 | 7.6663    |
| 16.5675 | 8.11258   |
| 15.9573 | 8.6663    |
| 15.5437 | 9.0535    |
| 14.8699 | 9.6663    |
| 14.0854 | 10.4404   |
| 13.8851 | 10.6663   |
| 12.9183 | 11.5404   |
| 12.7953 | 11.6663   |
| 11.7227 | 12.6334   |
| 11.6903 | 12.6663   |
| 11.2923 | 13.0192   |
| 10.3862 | 13.6663   |
| 10.3114 | 13.7377   |
| 9.04566 | 14.6663   |
| 8.86542 | 14.843    |
| 7.75894 | 15.6663   |
| 7.48244 | 15.9437   |
| 6.53352 | 16.6663   |
| 6.17316 | 17.039    |

|              |         |
|--------------|---------|
| 5.37118      | 17.6663 |
| 4.93595      | 18.1269 |
| 4.26125      | 18.6663 |
| 3.75614      | 19.2092 |
| 3.19717      | 19.6663 |
| 2.63159      | 20.2838 |
| 2.17392      | 20.6663 |
| 1.13555      | 21.5471 |
| 0.997366     | 21.6663 |
| 0.874909     | 21.7643 |
| 0.252535     | 22.6663 |
| -0.000417345 | 22.8877 |
| -0.649472    | 23.6663 |
| -1.38981     | 24.5432 |
| -1.52555     | 24.6663 |
| -2.37654     | 25.6217 |
| -2.4249      | 25.6663 |
| -2.94926     | 26.263  |
| -3.12029     | 26.632  |
| -3.13332     | 26.6663 |
| -3.36924     | 26.9988 |
| -3.56607     | 27.6663 |
| -4.21234     | 28.4307 |
| -4.31329     | 28.6663 |
| -4.32887     | 28.7144 |
| -4.36325     | 28.7575 |
| -4.79703     | 29.6663 |
| -4.9663      | 30.0708 |
| -5.24365     | 30.6663 |
| -5.5238      | 31.356  |
| -5.6645      | 31.6663 |
| -6.04223     | 32.621  |
| -6.06217     | 32.6663 |
| -6.08574     | 32.7177 |
| -6.31564     | 33.6663 |
| -6.42822     | 34.1265 |
| -6.61258     | 34.6663 |
| -6.75251     | 35.2782 |
| -6.87824     | 35.6663 |
| -7.20721     | 36.5915 |
| -7.2367      | 36.6663 |
| -7.33385     | 36.9472 |
| -7.69315     | 37.6663 |
| -8.13393     | 38.5562 |
| -8.2025      | 38.6663 |
| -8.21529     | 38.6921 |
| -8.87092     | 39.6663 |
| -9.08887     | 40.1382 |
| -9.373       | 40.6663 |

|          |         |
|----------|---------|
| -9.72396 | 41.3291 |
| -9.90419 | 41.6663 |
| -10.0257 | 41.7402 |
| -10.0591 | 41.7668 |
| -10.3798 | 42.6663 |
| -10.7257 | 43.3321 |
| -10.864  | 43.6663 |
| -10.9768 | 44.197  |
| -11.1903 | 44.3394 |
| -11.3437 | 44.5657 |
| -11.6855 | 44.6663 |
| -12.2943 | 45.5863 |
| -12.3319 | 45.6663 |
| -12.4294 | 45.8724 |
| -12.8205 | 46.6663 |
| -13.2679 | 47.6545 |
| -13.2735 | 47.6663 |
| -13.2812 | 47.6837 |
| -13.8021 | 48.6663 |
| -14.1329 | 49.4416 |
| -14.4104 | 49.6601 |
| -15.2142 | 49.6663 |
| -15.4612 | 49.6682 |
| -16.3296 | 49.2666 |
| -16.7174 | 49.2711 |
| -17.1552 | 49.3562 |
| -17.5044 | 49.6663 |
| -18.4046 | 50.6073 |
| -19.0708 | 51.4024 |
| -19.1824 | 51.392  |
| -19.3106 | 51.3631 |
| -19.4884 | 51.2923 |
| -20.0496 | 51.6663 |
| -20.3468 | 51.9528 |
| -20.7247 | 52.6663 |
| -21.1867 | 52.9486 |
| -21.3725 | 53.6663 |
| -22.7752 | 54.3187 |
| -23.1077 | 54.6663 |
| -23.6059 | 55.1355 |
| -23.9733 | 55.6663 |
| -25.0574 | 56.5159 |
| -25.352  | 56.6663 |
| -28.2234 | 57.7603 |
| -29.8975 | 58.6663 |
| -30.9025 | 59.0959 |
| -33.0725 | 58.9835 |
| -38.4167 | 59.4344 |
| -50.0239 | 58.8637 |

|          |         |
|----------|---------|
| -50.9902 | 58.7685 |
| -51.5927 | 58.6663 |
| -54.0484 | 58.1393 |
| -61.2345 | 57.1043 |
| -62.7646 | 56.8875 |
| -63.3209 | 56.7805 |
| -63.8832 | 56.6663 |
| -71.5601 | 54.8883 |
| -72.3946 | 54.6663 |
| -73.4178 | 54.4041 |
| -74.585  | 53.8365 |
| -75.8628 | 53.2519 |
| -76.8604 | 52.6663 |
| -77.8232 | 52.216  |
| -78.8272 | 51.4871 |
| -79.8638 | 50.6663 |
| -82.1628 | 48.7947 |
| -82.2706 | 48.6663 |
| -83.6523 | 47.0529 |
| -83.9379 | 46.6663 |
| -84.6587 | 44.7504 |
| -84.7017 | 44.6663 |
| -84.7597 | 44.5616 |
| -85.4783 | 42.6663 |
| -86.0173 | 41.0142 |
| -86.1348 | 40.6663 |
| -86.3437 | 40.1655 |
| -86.5904 | 38.6663 |
| -86.7481 | 37.809  |
| -87.4432 | 36.6663 |
| -88.4756 | 35.578  |
| -89.5536 | 36.4791 |
| -89.6482 | 36.5631 |
| -89.6777 | 36.6663 |
| -89.9745 | 38.6006 |
| -89.9992 | 38.6663 |
| -90.0157 | 38.7615 |
| -90.279  | 40.6663 |
| -90.3242 | 40.9179 |
| -90.5463 | 42.6663 |
| -90.7032 | 43.4884 |
| -90.8733 | 44.6663 |
| -90.9407 | 45.5999 |
| -91.1845 | 46.6663 |
| -93.0592 | 48.5327 |
| -93.1526 | 48.61   |
| -93.2121 | 48.6663 |
| -93.7594 | 49.1051 |
| -95.7447 | 50.6663 |

|          |         |
|----------|---------|
| -96.0219 | 50.7805 |
| -97.8273 | 51.0082 |
| -98.1755 | 51.023  |
| -99.631  | 50.6663 |
| -99.9601 | 50.5263 |

Stage boundary

| X       | Y          |
|---------|------------|
| 4.05138 | -3.23148   |
| 4.07664 | -3.13499   |
| 4.10097 | -3.03827   |
| 4.12436 | -2.94131   |
| 4.14681 | -2.84413   |
| 4.16832 | -2.74674   |
| 4.18888 | -2.64914   |
| 4.2085  | -2.55135   |
| 4.22717 | -2.45338   |
| 4.24489 | -2.35522   |
| 4.26165 | -2.25691   |
| 4.27747 | -2.15843   |
| 4.29233 | -2.0598    |
| 4.30624 | -1.96104   |
| 4.31919 | -1.86214   |
| 4.33118 | -1.76313   |
| 4.34221 | -1.664     |
| 4.35228 | -1.56477   |
| 4.36139 | -1.46545   |
| 4.36953 | -1.36605   |
| 4.37672 | -1.26657   |
| 4.38294 | -1.16702   |
| 4.38819 | -1.06742   |
| 4.39249 | -0.967774  |
| 4.39581 | -0.868091  |
| 4.39817 | -0.76838   |
| 4.39957 | -0.668651  |
| 4.4     | -0.568914  |
| 4.4     | -0.469174  |
| 4.4     | -0.369435  |
| 4.4     | -0.269696  |
| 4.4     | -0.169957  |
| 4.4     | -0.0702178 |
| 4.3999  | 0.0295211  |
| 4.3981  | 0.129242   |
| 4.39404 | 0.228896   |
| 4.38773 | 0.328433   |
| 4.37915 | 0.427801   |
| 4.36833 | 0.526949   |
| 4.35527 | 0.625827   |
| 4.33996 | 0.724383   |

|         |          |
|---------|----------|
| 4.32243 | 0.822566 |
| 4.30267 | 0.920327 |
| 4.28071 | 1.01762  |
| 4.25654 | 1.11438  |
| 4.23019 | 1.21057  |
| 4.20166 | 1.30614  |
| 4.17098 | 1.40104  |
| 4.13815 | 1.49522  |
| 4.1032  | 1.58863  |
| 4.06614 | 1.68123  |
| 4.02699 | 1.77296  |
| 3.98576 | 1.86378  |
| 3.9425  | 1.95364  |
| 3.8972  | 2.0425   |
| 3.8499  | 2.13031  |
| 3.80063 | 2.21703  |
| 3.7494  | 2.3026   |
| 3.69625 | 2.387    |
| 3.64119 | 2.47016  |
| 3.58427 | 2.55206  |
| 3.5255  | 2.63264  |
| 3.46493 | 2.71188  |
| 3.40257 | 2.78972  |
| 3.33846 | 2.86612  |
| 3.27264 | 2.94106  |
| 3.20514 | 3.01448  |
| 3.13599 | 3.08635  |
| 3.06523 | 3.15664  |
| 2.99289 | 3.22531  |
| 2.91902 | 3.29231  |
| 2.84365 | 3.35763  |
| 2.76681 | 3.42122  |
| 2.68855 | 3.48306  |
| 2.60892 | 3.5431   |
| 2.52794 | 3.60132  |
| 2.44566 | 3.6577   |
| 2.36213 | 3.71219  |
| 2.27738 | 3.76478  |
| 2.19146 | 3.81543  |
| 2.10442 | 3.86412  |
| 2.01629 | 3.91083  |
| 1.92713 | 3.95552  |
| 1.83698 | 3.99819  |
| 1.74589 | 4.0388   |
| 1.65389 | 4.07733  |
| 1.56105 | 4.11377  |
| 1.46741 | 4.1481   |
| 1.37301 | 4.18029  |
| 1.27791 | 4.21034  |

|               |         |
|---------------|---------|
| 1.18215       | 4.23822 |
| 1.08578       | 4.26393 |
| 0.988854      | 4.28744 |
| 0.89142       | 4.30876 |
| 0.793529      | 4.32785 |
| 0.69523       | 4.34473 |
| 0.596573      | 4.35937 |
| 0.49761       | 4.37177 |
| 0.398392      | 4.38193 |
| 0.298968      | 4.38983 |
| 0.199392      | 4.39548 |
| 0.0997122     | 4.39887 |
| -1.84529e-005 | 4.4     |
| -0.0997491    | 4.39887 |
| -0.199428     | 4.39548 |
| -0.299005     | 4.38983 |
| -0.398429     | 4.38193 |
| -0.497647     | 4.37177 |
| -0.59661      | 4.35937 |
| -0.695266     | 4.34472 |
| -0.793565     | 4.32785 |
| -0.891457     | 4.30875 |
| -0.98889      | 4.28744 |
| -1.08582      | 4.26392 |
| -1.18218      | 4.23822 |
| -1.27794      | 4.21033 |
| -1.37305      | 4.18029 |
| -1.46744      | 4.14809 |
| -1.56109      | 4.11377 |
| -1.65393      | 4.07733 |
| -1.74592      | 4.03879 |
| -1.83702      | 3.99818 |
| -1.92717      | 3.95552 |
| -2.01633      | 3.91082 |
| -2.10445      | 3.86411 |
| -2.1915       | 3.81542 |
| -2.27741      | 3.76477 |
| -2.36216      | 3.71218 |
| -2.44569      | 3.65769 |
| -2.52797      | 3.60131 |
| -2.60895      | 3.54309 |
| -2.68859      | 3.48305 |
| -2.76684      | 3.42121 |
| -2.84368      | 3.35762 |
| -2.91905      | 3.2923  |
| -2.99292      | 3.22529 |
| -3.06526      | 3.15663 |
| -3.13602      | 3.08634 |
| -3.20517      | 3.01447 |

|          |            |
|----------|------------|
| -3.27267 | 2.94104    |
| -3.33849 | 2.86611    |
| -3.4026  | 2.7897     |
| -3.46496 | 2.71186    |
| -3.52553 | 2.63263    |
| -3.5843  | 2.55204    |
| -3.64122 | 2.47015    |
| -3.69628 | 2.38698    |
| -3.74943 | 2.30259    |
| -3.80066 | 2.21701    |
| -3.84993 | 2.1303     |
| -3.89723 | 2.04249    |
| -3.94252 | 1.95363    |
| -3.98579 | 1.86377    |
| -4.02701 | 1.77295    |
| -4.06616 | 1.68121    |
| -4.10322 | 1.58862    |
| -4.13818 | 1.49521    |
| -4.17101 | 1.40103    |
| -4.20169 | 1.30613    |
| -4.23021 | 1.21056    |
| -4.25657 | 1.11436    |
| -4.28073 | 1.0176     |
| -4.3027  | 0.92031    |
| -4.32245 | 0.822549   |
| -4.33998 | 0.724365   |
| -4.35529 | 0.625809   |
| -4.36835 | 0.526932   |
| -4.37917 | 0.427784   |
| -4.38775 | 0.328416   |
| -4.39406 | 0.228879   |
| -4.39812 | 0.129225   |
| -4.39992 | 0.0295037  |
| -4.40002 | -0.0702352 |
| -4.40002 | -0.169974  |
| -4.40002 | -0.269713  |
| -4.40002 | -0.369453  |
| -4.40002 | -0.469192  |
| -4.40002 | -0.568931  |
| -4.39959 | -0.668669  |
| -4.39819 | -0.768398  |
| -4.39583 | -0.868109  |
| -4.3925  | -0.967792  |
| -4.38821 | -1.06744   |
| -4.38295 | -1.16704   |
| -4.37673 | -1.26658   |
| -4.36955 | -1.36606   |
| -4.3614  | -1.46547   |
| -4.35229 | -1.56479   |

|          |          |
|----------|----------|
| -4.34222 | -1.66402 |
| -4.33119 | -1.76315 |
| -4.3192  | -1.86216 |
| -4.30625 | -1.96106 |
| -4.29234 | -2.05982 |
| -4.27748 | -2.15845 |
| -4.26166 | -2.25692 |
| -4.2449  | -2.35524 |
| -4.22718 | -2.45339 |
| -4.20851 | -2.55137 |
| -4.18889 | -2.64916 |
| -4.16832 | -2.74676 |
| -4.14682 | -2.84415 |
| -4.12437 | -2.94133 |
| -4.10098 | -3.03828 |
| -4.07665 | -3.13501 |
| -4.05139 | -3.2315  |

**Stage boundary**

| X        | Y        |
|----------|----------|
| -4.05139 | -3.2315  |
| -3.96292 | -3.27952 |
| -3.87389 | -3.32647 |
| -3.7843  | -3.37235 |
| -3.69416 | -3.41716 |
| -3.6035  | -3.46089 |
| -3.51232 | -3.50352 |
| -3.42063 | -3.54506 |
| -3.32846 | -3.5855  |
| -3.2358  | -3.62483 |
| -3.14268 | -3.66304 |
| -3.04911 | -3.70014 |
| -2.9551  | -3.73612 |
| -2.86067 | -3.77096 |
| -2.76582 | -3.80467 |
| -2.67058 | -3.83724 |
| -2.57496 | -3.86867 |
| -2.47897 | -3.89895 |
| -2.38262 | -3.92808 |
| -2.28592 | -3.95605 |
| -2.1889  | -3.98286 |
| -2.09157 | -4.00851 |
| -1.99393 | -4.03299 |
| -1.89601 | -4.05629 |
| -1.79782 | -4.07843 |
| -1.69937 | -4.09938 |
| -1.60067 | -4.11915 |
| -1.50175 | -4.13774 |
| -1.4026  | -4.15514 |

|               |          |
|---------------|----------|
| -1.30326      | -4.17135 |
| -1.20373      | -4.18637 |
| -1.10403      | -4.2002  |
| -1.00417      | -4.21283 |
| -0.904163     | -4.22426 |
| -0.804027     | -4.2345  |
| -0.703777     | -4.24353 |
| -0.603425     | -4.25136 |
| -0.502987     | -4.25799 |
| -0.402477     | -4.26342 |
| -0.301908     | -4.26764 |
| -0.201297     | -4.27065 |
| -0.100656     | -4.27246 |
| -1.29905e-006 | -4.27306 |
| 0.100654      | -4.27246 |
| 0.201294      | -4.27065 |
| 0.301906      | -4.26764 |
| 0.402474      | -4.26342 |
| 0.502984      | -4.25799 |
| 0.603423      | -4.25136 |
| 0.703774      | -4.24353 |
| 0.804025      | -4.2345  |
| 0.90416       | -4.22426 |
| 1.00417       | -4.21283 |
| 1.10403       | -4.2002  |
| 1.20373       | -4.18637 |
| 1.30326       | -4.17135 |
| 1.4026        | -4.15513 |
| 1.50174       | -4.13773 |
| 1.60067       | -4.11914 |
| 1.69936       | -4.09937 |
| 1.79781       | -4.07842 |
| 1.89601       | -4.05629 |
| 1.99393       | -4.03298 |
| 2.09156       | -4.0085  |
| 2.1889        | -3.98285 |
| 2.28592       | -3.95604 |
| 2.38261       | -3.92807 |
| 2.47896       | -3.89894 |
| 2.57496       | -3.86866 |
| 2.67058       | -3.83723 |
| 2.76582       | -3.80466 |
| 2.86066       | -3.77095 |
| 2.9551        | -3.7361  |
| 3.04911       | -3.70013 |
| 3.14268       | -3.66303 |
| 3.2358        | -3.62481 |
| 3.32845       | -3.58548 |
| 3.42063       | -3.54505 |

|         |          |
|---------|----------|
| 3.51231 | -3.50351 |
| 3.60349 | -3.46087 |
| 3.69416 | -3.41715 |
| 3.78429 | -3.37234 |
| 3.87388 | -3.32645 |
| 3.96292 | -3.2795  |
| 4.05138 | -3.23148 |

**Material boundary**

| X       | Y         |
|---------|-----------|
| 3.51546 | -3.05927  |
| 3.5392  | -2.98523  |
| 3.56235 | -2.911    |
| 3.58492 | -2.83659  |
| 3.60691 | -2.76201  |
| 3.62831 | -2.68726  |
| 3.64912 | -2.61234  |
| 3.67581 | -2.51276  |
| 3.68897 | -2.46203  |
| 3.70801 | -2.38664  |
| 3.72646 | -2.31111  |
| 3.74432 | -2.23543  |
| 3.76158 | -2.15962  |
| 3.77824 | -2.08367  |
| 3.79431 | -2.00759  |
| 3.80977 | -1.93139  |
| 3.82464 | -1.85508  |
| 3.83891 | -1.77864  |
| 3.85258 | -1.7021   |
| 3.86565 | -1.62545  |
| 3.87811 | -1.5487   |
| 3.88998 | -1.47186  |
| 3.90123 | -1.39492  |
| 3.91189 | -1.3179   |
| 3.92194 | -1.2408   |
| 3.93138 | -1.16362  |
| 3.94021 | -1.08637  |
| 3.94844 | -1.00905  |
| 3.95606 | -0.931672 |
| 3.96308 | -0.854235 |
| 3.96948 | -0.776745 |
| 3.97528 | -0.699207 |
| 3.98046 | -0.621626 |
| 3.98504 | -0.544007 |
| 3.98901 | -0.466354 |
| 3.99237 | -0.388672 |
| 3.99511 | -0.310967 |
| 3.99725 | -0.233242 |
| 3.99878 | -0.155502 |



|              |              |
|--------------|--------------|
| 3.99969      | -0.0777536   |
| 4            | 0            |
| 3.98767      | 0.313836     |
| 3.95075      | 0.625738     |
| 3.88948      | 0.933781     |
| 3.80423      | 1.23607      |
| 3.69552      | 1.53073      |
| 3.56403      | 1.81596      |
| 3.41056      | 2.08999      |
| 3.23607      | 2.35114      |
| 3.04162      | 2.59779      |
| 2.82843      | 2.82843      |
| 2.59779      | 3.04162      |
| 2.35114      | 3.23607      |
| 2.08999      | 3.41056      |
| 1.81596      | 3.56403      |
| 1.53073      | 3.69552      |
| 1.23607      | 3.80423      |
| 0.933781     | 3.88948      |
| 0.625738     | 3.95075      |
| 0.313836     | 3.98767      |
| 2.44929e-016 | 4            |
| -0.313836    | 3.98767      |
| -0.625738    | 3.95075      |
| -0.933781    | 3.88948      |
| -1.23607     | 3.80423      |
| -1.53073     | 3.69552      |
| -1.81596     | 3.56403      |
| -2.08999     | 3.41056      |
| -2.35114     | 3.23607      |
| -2.59779     | 3.04162      |
| -2.82843     | 2.82843      |
| -3.04162     | 2.59779      |
| -3.23607     | 2.35114      |
| -3.41056     | 2.08999      |
| -3.56403     | 1.81596      |
| -3.69552     | 1.53073      |
| -3.80423     | 1.23607      |
| -3.88948     | 0.933781     |
| -3.95075     | 0.625738     |
| -3.98767     | 0.313836     |
| -4           | 4.89859e-016 |
| -3.99969     | -0.0777536   |
| -3.99878     | -0.155502    |
| -3.99725     | -0.233242    |
| -3.99511     | -0.310967    |
| -3.99237     | -0.388672    |
| -3.98901     | -0.466354    |
| -3.98504     | -0.544007    |

|           |           |
|-----------|-----------|
| -3.98046  | -0.621626 |
| -3.97528  | -0.699207 |
| -3.96948  | -0.776745 |
| -3.96308  | -0.854235 |
| -3.95606  | -0.931672 |
| -3.94844  | -1.00905  |
| -3.94021  | -1.08637  |
| -3.93138  | -1.16362  |
| -3.92194  | -1.2408   |
| -3.91189  | -1.3179   |
| -3.90123  | -1.39492  |
| -3.88998  | -1.47186  |
| -3.87811  | -1.5487   |
| -3.86565  | -1.62545  |
| -3.85258  | -1.7021   |
| -3.83891  | -1.77864  |
| -3.82464  | -1.85508  |
| -3.80977  | -1.93139  |
| -3.79431  | -2.00759  |
| -3.77824  | -2.08367  |
| -3.76158  | -2.15962  |
| -3.74432  | -2.23543  |
| -3.72646  | -2.31111  |
| -3.70801  | -2.38664  |
| -3.68897  | -2.46203  |
| -3.67581  | -2.51276  |
| -3.64912  | -2.61234  |
| -3.62831  | -2.68726  |
| -3.60691  | -2.76201  |
| -3.58492  | -2.83659  |
| -3.56235  | -2.911    |
| -3.5392   | -2.98523  |
| -3.51546  | -3.05927  |
| -3.01546  | -3.05927  |
| -3.01546  | -3.28299  |
| -2.87172  | -3.33987  |
| -2.7269   | -3.39397  |
| -2.58106  | -3.44526  |
| -2.43427  | -3.49372  |
| -2.28656  | -3.53933  |
| -2.138    | -3.58208  |
| -1.98864  | -3.62196  |
| -1.83853  | -3.65893  |
| -1.68774  | -3.69301  |
| -1.53633  | -3.72416  |
| -1.38433  | -3.75238  |
| -1.23182  | -3.77766  |
| -1.07885  | -3.79998  |
| -0.925481 | -3.81935  |

|               |          |
|---------------|----------|
| -0.771763     | -3.83575 |
| -0.617756     | -3.84918 |
| -0.463519     | -3.85962 |
| -0.309109     | -3.86709 |
| -0.154584     | -3.87157 |
| -3.36385e-007 | -3.87306 |
| 0.154583      | -3.87157 |
| 0.309108      | -3.86709 |
| 0.463519      | -3.85962 |
| 0.617756      | -3.84918 |
| 0.771762      | -3.83575 |
| 0.92548       | -3.81935 |
| 1.07885       | -3.79998 |
| 1.23182       | -3.77766 |
| 1.38433       | -3.75238 |
| 1.53632       | -3.72416 |
| 1.68774       | -3.69301 |
| 1.83853       | -3.65893 |
| 1.98864       | -3.62196 |
| 2.138         | -3.58208 |
| 2.28656       | -3.53933 |
| 2.43426       | -3.49372 |
| 2.58106       | -3.44526 |
| 2.7269        | -3.39397 |
| 2.87171       | -3.33987 |
| 3.01546       | -3.28299 |

**Material boundary**

| X       | Y        |
|---------|----------|
| 3.67581 | -2.51276 |
| 4.18888 | -2.64914 |
| 4.70284 | -2.77925 |

**Material boundary**

| X        | Y        |
|----------|----------|
| -3.67581 | -2.51276 |
| -4.18889 | -2.64916 |
| -4.70285 | -2.77927 |

**Material boundary**

| X       | Y        |
|---------|----------|
| 3.51546 | -3.05927 |
| 3.01546 | -3.05927 |
| 3.01546 | -3.28299 |

**Material boundary**

| X       | Y       |
|---------|---------|
| 4.1488  | 2.41401 |
| 4.32119 | 2.51542 |

|          |         |
|----------|---------|
| 4.26825  | 2.60426 |
| 4.21295  | 2.6928  |
| 4.15582  | 2.78015 |
| 4.09688  | 2.8663  |
| 4.03615  | 2.9512  |
| 3.97367  | 3.03481 |
| 3.90945  | 3.1171  |
| 3.84353  | 3.19803 |
| 3.77593  | 3.27757 |
| 3.70669  | 3.35567 |
| 3.63583  | 3.43232 |
| 3.56339  | 3.50747 |
| 3.4894   | 3.58109 |
| 3.41388  | 3.65315 |
| 3.33688  | 3.72362 |
| 3.25842  | 3.79247 |
| 3.17854  | 3.85966 |
| 3.09728  | 3.92517 |
| 3.01467  | 3.98897 |
| 2.93074  | 4.05103 |
| 2.84554  | 4.11133 |
| 2.75909  | 4.16983 |
| 2.67145  | 4.22652 |
| 2.58264  | 4.28137 |
| 2.4927   | 4.33435 |
| 2.40168  | 4.38544 |
| 2.30961  | 4.43462 |
| 2.21653  | 4.48186 |
| 2.12249  | 4.52716 |
| 2.02752  | 4.57048 |
| 1.93167  | 4.61181 |
| 1.83498  | 4.65112 |
| 1.73749  | 4.68842 |
| 1.63924  | 4.72366 |
| 1.54028  | 4.75685 |
| 1.44064  | 4.78797 |
| 1.34038  | 4.817   |
| 1.23953  | 4.84393 |
| 1.13814  | 4.86875 |
| 1.03626  | 4.89145 |
| 0.933927 | 4.91201 |
| 0.831185 | 4.93044 |
| 0.728081 | 4.94672 |
| 0.62466  | 4.96084 |
| 0.520966 | 4.9728  |
| 0.417046 | 4.98259 |
| 0.312944 | 4.99021 |
| 0.208705 | 4.99565 |
| 0.104375 | 4.99892 |

|              |         |
|--------------|---------|
| 2.13482e-007 | 5.00001 |
| -0.104414    | 4.99892 |
| -0.208744    | 4.99565 |
| -0.312983    | 4.99021 |
| -0.417085    | 4.98259 |
| -0.521005    | 4.97279 |
| -0.624699    | 4.96084 |
| -0.72812     | 4.94671 |
| -0.831224    | 4.93044 |
| -0.933966    | 4.91201 |
| -1.0363      | 4.89144 |
| -1.13818     | 4.86875 |
| -1.23957     | 4.84393 |
| -1.34042     | 4.817   |
| -1.44068     | 4.78796 |
| -1.54031     | 4.75685 |
| -1.63928     | 4.72366 |
| -1.73753     | 4.68841 |
| -1.83502     | 4.65112 |
| -1.93171     | 4.6118  |
| -2.02756     | 4.57047 |
| -2.12253     | 4.52715 |
| -2.21657     | 4.48185 |
| -2.30964     | 4.43461 |
| -2.40171     | 4.38543 |
| -2.49274     | 4.33434 |
| -2.58267     | 4.28136 |
| -2.67148     | 4.22651 |
| -2.75913     | 4.16982 |
| -2.84557     | 4.11132 |
| -2.93078     | 4.05102 |
| -3.0147      | 3.98896 |
| -3.09731     | 3.92516 |
| -3.17858     | 3.85965 |
| -3.25845     | 3.79245 |
| -3.33691     | 3.72361 |
| -3.41391     | 3.65314 |
| -3.48943     | 3.58108 |
| -3.56342     | 3.50746 |
| -3.63587     | 3.43231 |
| -3.70672     | 3.35566 |
| -3.77596     | 3.27755 |
| -3.84356     | 3.19801 |
| -3.90948     | 3.11708 |
| -3.9737      | 3.03479 |
| -4.03618     | 2.95118 |
| -4.09691     | 2.86629 |
| -4.15585     | 2.78014 |
| -4.21298     | 2.69278 |

|          |         |
|----------|---------|
| -4.26828 | 2.60425 |
| -4.32122 | 2.5154  |

**Material boundary**

| X        | Y       |
|----------|---------|
| -4.32122 | 2.5154  |
| -4.14883 | 2.41399 |

**Phase2 Analysis Information**  
**GA03\_DIMA**

**Project Summary**

---

- File Name: sezione Dima\_r1.fez
- Last saved with Phase2 version: 9.021
- Project Title: GA03\_DIMA

**General Settings**

---

- Number of Stages: 6
- Analysis Type: Plane Strain
- Solver Type: Gaussian Elimination
- Units: Metric, stress as MPa

**Analysis Options**

---

- Maximum Number of Iterations: 1000
- Tolerance: 0.001
- Number of Load Steps: Automatic
- Convergence Type: Absolute Energy
- Tensile Failure: Reduces Shear Strength
- Joint tension reduces joint stiffness by a factor of 0.01

**Groundwater Analysis**

---

- Method: Piezometric Lines
- Pore Fluid Unit Weight: 0.00981 MN/m<sup>3</sup>
- Probability: None

**Field Stress**

---

- Field stress: gravity
- Using actual ground surface
- Total stress ratio (horizontal/vertical in-plane): 0.8
- Total stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane): 0.8
- Locked-in horizontal stress (in-plane): 0
- Locked-in horizontal stress (out-of-plane): 0

**Mesh**

---

- Mesh type: graded
- Element type: 3 noded triangles
- Number of elements on Stage 1: 16017
- Number of nodes on Stage 1: 8164
- Number of elements on Stage 2: 33725
- Number of nodes on Stage 2: 17261
- Number of elements on Stage 3: 31296
- Number of nodes on Stage 3: 16048
- Number of elements on Stage 4: 35802
- Number of nodes on Stage 4: 18306
- Number of elements on Stage 5: 44452
- Number of nodes on Stage 5: 22602
- Number of elements on Stage 6: 44452
- Number of nodes on Stage 6: 22602

**Mesh Quality**

---

- All elements are of good quality


**Poor quality elements defined as:**

- Side length ratio (maximum / minimum) > 30.00
- Minimum interior angle < 2.0 degrees
- Maximum interior angle > 175.0 degrees


**Material Properties**

---


**Material: cls**

|   |   |
|---|---|
| Color   |  |
| Initial element loading                               | body force only   |
| Unit weight   | 0.025 MN/m <sup>3</sup>   |
| Elastic type  | isotropic   |
| Young's modulus                                       | 31475.8 MPa   |
| Poisson's ratio                                       | 0.2   |
| Failure criterion                                     | Mohr-Coulomb  |
| Peak tensile strength                                 | 0 MPa   |
| Residual tensile strength                             | 0 MPa   |
| Peak friction angle                                   | 35 degrees  |
| Peak cohesion   | 10.5 MPa  |
| Material type   | Elastic   |
| Piezo to use  | None  |
| Ru value  | 0   |
| Field Stress  | Gravity   |
| Ground surface elevation                              | 0 m   |
| Unit weight of overburden                             | 0.027 MN/m <sup>3</sup>   |
| Total stress ratio (horizontal/vertical in-plane)     | a=1 b=0 c=0   |
| Total stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane) | a=1 b=0 c=0   |
| Locked-in horizontal stress (in-plane)                | 0   |
| Locked-in horizontal stress (out-of-plane)            | 0   |

**Material: RDO\_GSI35**

|                           |  |
|---------------------------|--|
| Color                     |  |
| Initial element loading   | field stress & body force  |
| Unit weight               | 0.025 MN/m <sup>3</sup>  |
| Elastic type              | isotropic  |
| Young's modulus           | 3200 MPa   |
| Poisson's ratio           | 0.25   |
| Failure criterion         | Mohr-Coulomb   |
| Peak tensile strength     | 0.029 MPa  |
| Residual tensile strength | 0.029 MPa  |
| Peak friction angle       | 52 degrees   |
| Peak cohesion             | 0.175 MPa  |
| Material type             | Plastic  |
| Dilation Angle            | 0 degrees  |
| Residual Friction Angle   | 52 degrees   |
| Residual Cohesion         | 0.175 MPa  |
| Piezo to use              | None   |
| Ru value                  | 0  |


**Material: cls dima**

|                           |   |
|---------------------------|---|
| Color                     |  |
| Initial element loading   | body force only   |
| Unit weight               | 0.025 MN/m3   |
| Elastic type              | isotropic   |
| Young's modulus           | 31475.8 MPa   |
| Poisson's ratio           | 0.2   |
| Failure criterion         | Mohr-Coulomb  |
| Peak tensile strength     | 0 MPa   |
| Residual tensile strength | 0 MPa   |
| Peak friction angle       | 35 degrees  |
| Peak cohesion             | 10.5 MPa  |
| Material type             | Elastic   |
| Piezo to use              | None  |
| Ru value                  | 0   |


**Properties changed in Stage 6**

- o Young's modulus: 15737.9 MPa (factor = 0.5)

**Joint Properties****Joint: Joint 2**

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| Color                              |  |
| Normal stiffness                   | 0.03 MPa/m  |
| Shear stiffness                    | 0.003 MPa/m   |
| Initial joint deformation          | allowed   |
| Pressure from Groundwater Analysis | Not Included  |
| Additional Pressure Inside Joint   | Not Included  |
| Slip Criterion                     | No slip allowed   |

**Liner Properties****Liner: 1 fase**

|                            |   |
|----------------------------|---|
| Color                      |  |
| Liner Type                 | Reinforced Concrete   |
| Equivalent Young's modulus | 35529.1 MPa   |
| Equivalent thickness       | 0.203064 m  |
| Poisson ratio              | 0   |


**Reinforcement Properties**

|                      |                   |
|----------------------|-------------------|
| Type                 | I-beam(W): IPN160 |
| Spacing              | 0.5 m             |
| Section Depth        | 0.16 m            |
| Area                 | 0.00228 m2        |
| Moment of inertia    | 9.34e-006 m4      |
| Young's modulus      | 200000 MPa        |
| Poisson ratio        | 0.25              |
| Compressive strength | 262 MPa           |
| Tensile strength     | 262 MPa           |

**Concrete Properties**

|                      |           |
|----------------------|-----------|
| Thickness            | 0.2 m     |
| Young's modulus      | 29961 MPa |
| Poisson ratio        | 0.2       |
| Compressive strength | 13.33 MPa |
| Tensile strength     | 1.03 MPa  |


**Liner: Calotta**

|             |   |
|-------------|---|
| Color       |  |
| Liner Type  | Standard Beam   |
| Formulation | Timoshenko  |
| Thickness   | 0.8 m   |

**Elastic Properties**

|                 |               |
|-----------------|---------------|
| Young's modulus | 0.0314758 MPa |
| Poisson's ratio | 0.2           |

**Liner: Arco rovescio**

|             |   |
|-------------|---|
| Color       |  |
| Liner Type  | Standard Beam   |
| Formulation | Timoshenko  |
| Thickness   | 0.8 m   |

**Elastic Properties**

|                 |               |
|-----------------|---------------|
| Young's modulus | 0.0314758 MPa |
| Poisson's ratio | 0.2           |

**Composite Liner Properties**

- Composite name: Calotta
- Joint: Joint 2 between soil/rock and layer 1
- Layer 1: Calotta
- Composite name: Arco rovescio
- Joint: Joint 2 between soil/rock and layer 1
- Layer 1: Arco rovescio

**List of All Coordinates****Excavation boundary**

| X        | Y        |
|----------|----------|
| -3.86701 | -3.77789 |
| -3.77685 | -3.82136 |
| -3.6862  | -3.8638  |
| -3.59507 | -3.90521 |
| -3.50348 | -3.94558 |
| -3.41144 | -3.98491 |
| -3.31896 | -4.02319 |
| -3.22604 | -4.06041 |
| -3.13271 | -4.09657 |
| -3.03898 | -4.13167 |

|               |          |
|---------------|----------|
| -2.94485      | -4.1657  |
| -2.85034      | -4.19866 |
| -2.75546      | -4.23054 |
| -2.66022      | -4.26134 |
| -2.56464      | -4.29106 |
| -2.46873      | -4.31968 |
| -2.3725       | -4.34721 |
| -2.27596      | -4.37365 |
| -2.17913      | -4.39899 |
| -2.08202      | -4.42322 |
| -1.98463      | -4.44635 |
| -1.88699      | -4.46837 |
| -1.78911      | -4.48927 |
| -1.69099      | -4.50907 |
| -1.59266      | -4.52774 |
| -1.49412      | -4.5453  |
| -1.39538      | -4.56173 |
| -1.29647      | -4.57704 |
| -1.19739      | -4.59122 |
| -1.09815      | -4.60428 |
| -0.99877      | -4.6162  |
| -0.899262     | -4.627   |
| -0.799637     | -4.63666 |
| -0.699909     | -4.64519 |
| -0.60009      | -4.65258 |
| -0.500194     | -4.65884 |
| -0.400233     | -4.66396 |
| -0.30022      | -4.66794 |
| -0.200168     | -4.67079 |
| -0.100091     | -4.67249 |
| -2.30909e-007 | -4.67306 |
| 0.10009       | -4.67249 |
| 0.200168      | -4.67079 |
| 0.30022       | -4.66794 |
| 0.400232      | -4.66396 |
| 0.500193      | -4.65884 |
| 0.60009       | -4.65258 |
| 0.699909      | -4.64519 |
| 0.799637      | -4.63666 |
| 0.899261      | -4.627   |
| 0.99877       | -4.6162  |
| 1.09815       | -4.60428 |
| 1.19739       | -4.59122 |
| 1.29647       | -4.57704 |
| 1.39538       | -4.56173 |
| 1.49412       | -4.5453  |
| 1.59266       | -4.52774 |
| 1.69099       | -4.50907 |
| 1.78911       | -4.48927 |

|         |          |
|---------|----------|
| 1.88699 | -4.46837 |
| 1.98463 | -4.44635 |
| 2.08202 | -4.42322 |
| 2.17913 | -4.39899 |
| 2.27596 | -4.37365 |
| 2.3725  | -4.34721 |
| 2.46873 | -4.31968 |
| 2.56464 | -4.29106 |
| 2.66022 | -4.26134 |
| 2.75546 | -4.23054 |
| 2.85034 | -4.19866 |
| 2.94485 | -4.1657  |
| 3.03898 | -4.13167 |
| 3.13271 | -4.09657 |
| 3.22604 | -4.06041 |
| 3.31896 | -4.02319 |
| 3.41144 | -3.98491 |
| 3.50348 | -3.94558 |
| 3.59507 | -3.90521 |
| 3.6862  | -3.8638  |
| 3.77685 | -3.82136 |
| 3.86701 | -3.77789 |
| 4.62029 | -3.77789 |
| 4.62968 | -3.67812 |
| 4.63881 | -3.57833 |
| 4.6477  | -3.47852 |
| 4.65633 | -3.37869 |
| 4.66471 | -3.27883 |
| 4.67284 | -3.17895 |
| 4.68072 | -3.07906 |
| 4.68834 | -2.97914 |
| 4.69572 | -2.8792  |
| 4.70264 | -2.78213 |
| 4.70971 | -2.67928 |
| 4.71633 | -2.57929 |
| 4.7227  | -2.47929 |
| 4.72882 | -2.37927 |
| 4.73468 | -2.27923 |
| 4.7403  | -2.17918 |
| 4.74566 | -2.07912 |
| 4.75077 | -1.97904 |
| 4.75562 | -1.87895 |
| 4.76023 | -1.77885 |
| 4.76458 | -1.67874 |
| 4.76868 | -1.57861 |
| 4.77253 | -1.47848 |
| 4.77613 | -1.37834 |
| 4.77947 | -1.27819 |
| 4.78256 | -1.17803 |

|         |            |
|---------|------------|
| 4.7854  | -1.07786   |
| 4.78799 | -0.977687  |
| 4.79032 | -0.877507  |
| 4.79241 | -0.777321  |
| 4.79424 | -0.677131  |
| 4.79582 | -0.576936  |
| 4.79714 | -0.476738  |
| 4.79822 | -0.376536  |
| 4.79904 | -0.276333  |
| 4.79961 | -0.176127  |
| 4.79993 | -0.0759206 |
| 4.79994 | 0.0242864  |
| 4.79839 | 0.12448    |
| 4.79474 | 0.224619   |
| 4.78901 | 0.32466    |
| 4.78119 | 0.42456    |
| 4.77128 | 0.524274   |
| 4.7593  | 0.62376    |
| 4.74524 | 0.722975   |
| 4.72911 | 0.821874   |
| 4.71093 | 0.920415   |
| 4.69069 | 1.01855    |
| 4.6684  | 1.11625    |
| 4.64408 | 1.21346    |
| 4.61774 | 1.31014    |
| 4.58939 | 1.40625    |
| 4.55903 | 1.50175    |
| 4.52669 | 1.59659    |
| 4.49237 | 1.69074    |
| 4.4561  | 1.78415    |
| 4.41788 | 1.87678    |
| 4.37774 | 1.96859    |
| 4.3357  | 2.05955    |
| 4.29176 | 2.14961    |
| 4.24595 | 2.23873    |
| 4.19829 | 2.32688    |
| 4.1488  | 2.41401    |
| 4.09751 | 2.50009    |
| 4.04442 | 2.58508    |
| 3.98958 | 2.66894    |
| 3.933   | 2.75164    |
| 3.8747  | 2.83315    |
| 3.81471 | 2.91341    |
| 3.75306 | 2.99241    |
| 3.68978 | 3.0701     |
| 3.62489 | 3.14646    |
| 3.55841 | 3.22144    |
| 3.49039 | 3.29502    |
| 3.42085 | 3.36716    |

|               |         |
|---------------|---------|
| 3.34981       | 3.43784 |
| 3.27732       | 3.50702 |
| 3.2034        | 3.57467 |
| 3.12808       | 3.64076 |
| 3.05139       | 3.70527 |
| 2.97338       | 3.76816 |
| 2.89407       | 3.8294  |
| 2.8135        | 3.88898 |
| 2.73171       | 3.94687 |
| 2.64872       | 4.00303 |
| 2.56458       | 4.05745 |
| 2.47932       | 4.1101  |
| 2.39299       | 4.16096 |
| 2.3056        | 4.21001 |
| 2.21722       | 4.25722 |
| 2.12786       | 4.30258 |
| 2.03759       | 4.34606 |
| 1.94642       | 4.38765 |
| 1.8544        | 4.42732 |
| 1.76158       | 4.46507 |
| 1.66798       | 4.50087 |
| 1.57367       | 4.53471 |
| 1.47866       | 4.56657 |
| 1.38301       | 4.59644 |
| 1.28676       | 4.62431 |
| 1.18995       | 4.65016 |
| 1.09262       | 4.67399 |
| 0.994808      | 4.69578 |
| 0.896567      | 4.71552 |
| 0.797935      | 4.73321 |
| 0.698956      | 4.74884 |
| 0.599671      | 4.76239 |
| 0.500126      | 4.77387 |
| 0.400362      | 4.78327 |
| 0.300424      | 4.79059 |
| 0.200356      | 4.79582 |
| 0.100199      | 4.79895 |
| -5.40615e-007 | 4.8     |
| -0.1002       | 4.79895 |
| -0.200357     | 4.79582 |
| -0.300425     | 4.79059 |
| -0.400363     | 4.78327 |
| -0.500127     | 4.77387 |
| -0.599672     | 4.76239 |
| -0.698957     | 4.74884 |
| -0.797936     | 4.73321 |
| -0.896568     | 4.71552 |
| -0.994809     | 4.69578 |
| -1.09262      | 4.67399 |

|          |         |
|----------|---------|
| -1.18995 | 4.65016 |
| -1.28676 | 4.62431 |
| -1.38301 | 4.59644 |
| -1.47866 | 4.56657 |
| -1.57367 | 4.53471 |
| -1.66799 | 4.50087 |
| -1.76158 | 4.46507 |
| -1.8544  | 4.42732 |
| -1.94642 | 4.38765 |
| -2.03759 | 4.34606 |
| -2.12787 | 4.30258 |
| -2.21722 | 4.25722 |
| -2.3056  | 4.21001 |
| -2.39299 | 4.16096 |
| -2.47932 | 4.1101  |
| -2.56458 | 4.05745 |
| -2.64872 | 4.00303 |
| -2.73171 | 3.94687 |
| -2.8135  | 3.88898 |
| -2.89407 | 3.8294  |
| -2.97338 | 3.76816 |
| -3.05139 | 3.70527 |
| -3.12808 | 3.64076 |
| -3.2034  | 3.57467 |
| -3.27732 | 3.50702 |
| -3.34981 | 3.43784 |
| -3.42085 | 3.36716 |
| -3.49039 | 3.29502 |
| -3.55842 | 3.22144 |
| -3.62489 | 3.14646 |
| -3.68978 | 3.0701  |
| -3.75306 | 2.99241 |
| -3.81471 | 2.91341 |
| -3.8747  | 2.83315 |
| -3.933   | 2.75164 |
| -3.98958 | 2.66894 |
| -4.04443 | 2.58508 |
| -4.09751 | 2.50009 |
| -4.1488  | 2.41401 |
| -4.19829 | 2.32688 |
| -4.24595 | 2.23873 |
| -4.29176 | 2.14961 |
| -4.3357  | 2.05955 |
| -4.37774 | 1.96859 |
| -4.41789 | 1.87678 |
| -4.4561  | 1.78415 |
| -4.49237 | 1.69074 |
| -4.52669 | 1.59659 |
| -4.55903 | 1.50175 |

|          |            |
|----------|------------|
| -4.58939 | 1.40625    |
| -4.61774 | 1.31014    |
| -4.64408 | 1.21346    |
| -4.6684  | 1.11625    |
| -4.69069 | 1.01855    |
| -4.71093 | 0.920415   |
| -4.72912 | 0.821874   |
| -4.74524 | 0.722975   |
| -4.7593  | 0.62376    |
| -4.77128 | 0.524274   |
| -4.78119 | 0.42456    |
| -4.78901 | 0.32466    |
| -4.79474 | 0.224619   |
| -4.79839 | 0.12448    |
| -4.79994 | 0.0242864  |
| -4.79993 | -0.0759206 |
| -4.79961 | -0.176127  |
| -4.79904 | -0.276333  |
| -4.79822 | -0.376536  |
| -4.79715 | -0.476738  |
| -4.79582 | -0.576936  |
| -4.79424 | -0.677131  |
| -4.79241 | -0.777321  |
| -4.79033 | -0.877507  |
| -4.78799 | -0.977687  |
| -4.7854  | -1.07786   |
| -4.78256 | -1.17803   |
| -4.77947 | -1.27819   |
| -4.77613 | -1.37834   |
| -4.77253 | -1.47848   |
| -4.76868 | -1.57861   |
| -4.76458 | -1.67874   |
| -4.76023 | -1.77885   |
| -4.75562 | -1.87895   |
| -4.75077 | -1.97904   |
| -4.74566 | -2.07912   |
| -4.7403  | -2.17918   |
| -4.73468 | -2.27923   |
| -4.72882 | -2.37927   |
| -4.7227  | -2.47929   |
| -4.71634 | -2.57929   |
| -4.70972 | -2.67928   |
| -4.70284 | -2.77925   |
| -4.69572 | -2.8792    |
| -4.68835 | -2.97914   |
| -4.68072 | -3.07906   |
| -4.67284 | -3.17895   |
| -4.66471 | -3.27883   |
| -4.65633 | -3.37869   |



|          |          |
|----------|----------|
| -4.6477  | -3.47852 |
| -4.63881 | -3.57833 |
| -4.62968 | -3.67812 |
| -4.62029 | -3.77789 |

**External boundary**

| X        | Y        |
|----------|----------|
| 56       | -48.7779 |
| 56       | -3.77789 |
| 6        | -3.77789 |
| 6        | 3.00222  |
| 2.8      | 4.84974  |
| 2.73628  | 4.88598  |
| 2.67209  | 4.92138  |
| 2.60744  | 4.95593  |
| 2.54235  | 4.98964  |
| 2.47682  | 5.02249  |
| 2.41086  | 5.05448  |
| 2.34449  | 5.0856   |
| 2.27773  | 5.11585  |
| 2.21057  | 5.14523  |
| 2.14303  | 5.17373  |
| 2.07512  | 5.20133  |
| 2.00686  | 5.22805  |
| 1.93826  | 5.25387  |
| 1.86932  | 5.27879  |
| 1.80006  | 5.30281  |
| 1.7305   | 5.32592  |
| 1.66063  | 5.34811  |
| 1.59049  | 5.36939  |
| 1.52007  | 5.38975  |
| 1.44939  | 5.40918  |
| 1.37846  | 5.42769  |
| 1.30729  | 5.44527  |
| 1.23591  | 5.46192  |
| 1.16431  | 5.47763  |
| 1.09251  | 5.4924   |
| 1.02052  | 5.50623  |
| 0.948357 | 5.51911  |
| 0.876033 | 5.53105  |
| 0.803559 | 5.54205  |
| 0.730947 | 5.55209  |
| 0.658209 | 5.56118  |
| 0.585359 | 5.56932  |
| 0.512409 | 5.57651  |
| 0.439371 | 5.58274  |
| 0.366257 | 5.58801  |
| 0.293081 | 5.59233  |
| 0.219855 | 5.59568  |

|               |          |
|---------------|----------|
| 0.146591      | 5.59808  |
| 0.0733017     | 5.59952  |
| -1.41955e-008 | 5.6      |
| -0.0733017    | 5.59952  |
| -0.146591     | 5.59808  |
| -0.219855     | 5.59568  |
| -0.293081     | 5.59233  |
| -0.366258     | 5.58801  |
| -0.439371     | 5.58274  |
| -0.512409     | 5.57651  |
| -0.585359     | 5.56932  |
| -0.658209     | 5.56118  |
| -0.730947     | 5.55209  |
| -0.803559     | 5.54205  |
| -0.876033     | 5.53105  |
| -0.948357     | 5.51911  |
| -1.02052      | 5.50623  |
| -1.09251      | 5.4924   |
| -1.16431      | 5.47763  |
| -1.23591      | 5.46192  |
| -1.30729      | 5.44527  |
| -1.37846      | 5.42769  |
| -1.44939      | 5.40918  |
| -1.52007      | 5.38975  |
| -1.59049      | 5.36939  |
| -1.66063      | 5.34811  |
| -1.7305       | 5.32592  |
| -1.80006      | 5.30281  |
| -1.86932      | 5.27879  |
| -1.93826      | 5.25387  |
| -2.00686      | 5.22805  |
| -2.07512      | 5.20133  |
| -2.14303      | 5.17373  |
| -2.21057      | 5.14523  |
| -2.27773      | 5.11585  |
| -2.34449      | 5.0856   |
| -2.41086      | 5.05448  |
| -2.47682      | 5.02249  |
| -2.54235      | 4.98964  |
| -2.60744      | 4.95593  |
| -2.67209      | 4.92138  |
| -2.73628      | 4.88598  |
| -2.8          | 4.84974  |
| -6            | 3.00222  |
| -6            | -3.77789 |
| -56           | -3.77789 |
| -56           | -48.7779 |

**Stage boundary**

| X       | Y           |
|---------|-------------|
| 4.11817 | -3.19431    |
| 4.13521 | -3.09555    |
| 4.15172 | -2.9967     |
| 4.16771 | -2.89776    |
| 4.18316 | -2.79874    |
| 4.19809 | -2.69964    |
| 4.21248 | -2.60046    |
| 4.22635 | -2.50121    |
| 4.23969 | -2.40188    |
| 4.25249 | -2.30248    |
| 4.26477 | -2.20302    |
| 4.27651 | -2.10349    |
| 4.28773 | -2.0039     |
| 4.29841 | -1.90425    |
| 4.30856 | -1.80455    |
| 4.31817 | -1.70479    |
| 4.32726 | -1.60498    |
| 4.33581 | -1.50513    |
| 4.34382 | -1.40523    |
| 4.35131 | -1.30529    |
| 4.35826 | -1.20532    |
| 4.36468 | -1.1053     |
| 4.37056 | -1.00526    |
| 4.37591 | -0.90518    |
| 4.38072 | -0.805077   |
| 4.385   | -0.704949   |
| 4.38875 | -0.6048     |
| 4.39196 | -0.504633   |
| 4.39464 | -0.40445    |
| 4.39678 | -0.304253   |
| 4.39838 | -0.204047   |
| 4.39945 | -0.103834   |
| 4.39999 | -0.00361636 |
| 4.39894 | 0.096595    |
| 4.3956  | 0.196756    |
| 4.38998 | 0.296815    |
| 4.38208 | 0.396721    |
| 4.37191 | 0.49642     |
| 4.35947 | 0.595862    |
| 4.34476 | 0.694995    |
| 4.32781 | 0.793767    |
| 4.30861 | 0.892127    |
| 4.28717 | 0.990025    |
| 4.26351 | 1.08741     |
| 4.23764 | 1.18423     |
| 4.20957 | 1.28043     |
| 4.17932 | 1.37598     |
| 4.14689 | 1.4708      |

|          |         |
|----------|---------|
| 4.11232  | 1.56487 |
| 4.07561  | 1.65812 |
| 4.03679  | 1.75051 |
| 3.99588  | 1.842   |
| 3.95289  | 1.93253 |
| 3.90785  | 2.02205 |
| 3.86079  | 2.11053 |
| 3.81172  | 2.19791 |
| 3.76067  | 2.28415 |
| 3.70767  | 2.36921 |
| 3.65275  | 2.45304 |
| 3.59594  | 2.53559 |
| 3.53726  | 2.61683 |
| 3.47674  | 2.69672 |
| 3.41442  | 2.7752  |
| 3.35033  | 2.85225 |
| 3.2845   | 2.92781 |
| 3.21697  | 3.00185 |
| 3.14776  | 3.07434 |
| 3.07693  | 3.14524 |
| 3.0045   | 3.2145  |
| 2.93051  | 3.28209 |
| 2.855    | 3.34798 |
| 2.77801  | 3.41214 |
| 2.69957  | 3.47452 |
| 2.61974  | 3.5351  |
| 2.53855  | 3.59385 |
| 2.45604  | 3.65073 |
| 2.37226  | 3.70572 |
| 2.28724  | 3.75879 |
| 2.20104  | 3.80991 |
| 2.1137   | 3.85905 |
| 2.02526  | 3.90619 |
| 1.93577  | 3.9513  |
| 1.84528  | 3.99436 |
| 1.75383  | 4.03535 |
| 1.66147  | 4.07425 |
| 1.56825  | 4.11103 |
| 1.47421  | 4.14568 |
| 1.37941  | 4.17818 |
| 1.28389  | 4.20852 |
| 1.18771  | 4.23667 |
| 1.09091  | 4.26262 |
| 0.993548 | 4.28636 |
| 0.895668 | 4.30787 |
| 0.797324 | 4.32716 |
| 0.698565 | 4.34419 |
| 0.599445 | 4.35898 |
| 0.500013 | 4.3715  |

|               |         |
|---------------|---------|
| 0.400322      | 4.38175 |
| 0.300423      | 4.38973 |
| 0.200369      | 4.39544 |
| 0.10021       | 4.39886 |
| -1.59067e-007 | 4.4     |
| -0.100211     | 4.39886 |
| -0.200369     | 4.39544 |
| -0.300424     | 4.38973 |
| -0.400322     | 4.38175 |
| -0.500013     | 4.3715  |
| -0.599445     | 4.35898 |
| -0.698566     | 4.34419 |
| -0.797324     | 4.32716 |
| -0.895668     | 4.30787 |
| -0.993548     | 4.28636 |
| -1.09091      | 4.26262 |
| -1.18771      | 4.23667 |
| -1.28389      | 4.20852 |
| -1.37941      | 4.17818 |
| -1.47421      | 4.14568 |
| -1.56825      | 4.11103 |
| -1.66147      | 4.07425 |
| -1.75383      | 4.03535 |
| -1.84528      | 3.99436 |
| -1.93577      | 3.9513  |
| -2.02526      | 3.90619 |
| -2.1137       | 3.85905 |
| -2.20104      | 3.80991 |
| -2.28724      | 3.75879 |
| -2.37226      | 3.70572 |
| -2.45604      | 3.65073 |
| -2.53855      | 3.59385 |
| -2.61974      | 3.5351  |
| -2.69957      | 3.47452 |
| -2.77801      | 3.41214 |
| -2.855        | 3.34798 |
| -2.93051      | 3.28209 |
| -3.0045       | 3.2145  |
| -3.07693      | 3.14524 |
| -3.14776      | 3.07434 |
| -3.21697      | 3.00185 |
| -3.2845       | 2.92781 |
| -3.35033      | 2.85224 |
| -3.41442      | 2.7752  |
| -3.47674      | 2.69672 |
| -3.53726      | 2.61683 |
| -3.59594      | 2.53559 |
| -3.65275      | 2.45304 |
| -3.70767      | 2.36921 |

|          |             |
|----------|-------------|
| -3.76067 | 2.28415     |
| -3.81172 | 2.19791     |
| -3.86079 | 2.11053     |
| -3.90785 | 2.02205     |
| -3.95289 | 1.93253     |
| -3.99588 | 1.842       |
| -4.03679 | 1.75051     |
| -4.07561 | 1.65812     |
| -4.11232 | 1.56487     |
| -4.14689 | 1.4708      |
| -4.17932 | 1.37598     |
| -4.20957 | 1.28043     |
| -4.23764 | 1.18423     |
| -4.26351 | 1.08741     |
| -4.28717 | 0.990025    |
| -4.30861 | 0.892127    |
| -4.32781 | 0.793767    |
| -4.34476 | 0.694994    |
| -4.35947 | 0.595862    |
| -4.37191 | 0.49642     |
| -4.38208 | 0.39672     |
| -4.38998 | 0.296815    |
| -4.3956  | 0.196756    |
| -4.39894 | 0.0965947   |
| -4.39999 | -0.00361668 |
| -4.39945 | -0.103834   |
| -4.39838 | -0.204048   |
| -4.39678 | -0.304254   |
| -4.39464 | -0.40445    |
| -4.39196 | -0.504633   |
| -4.38875 | -0.604801   |
| -4.385   | -0.70495    |
| -4.38072 | -0.805077   |
| -4.37591 | -0.905181   |
| -4.37056 | -1.00526    |
| -4.36468 | -1.1053     |
| -4.35826 | -1.20532    |
| -4.35131 | -1.30529    |
| -4.34382 | -1.40523    |
| -4.33581 | -1.50513    |
| -4.32726 | -1.60498    |
| -4.31817 | -1.70479    |
| -4.30856 | -1.80455    |
| -4.29841 | -1.90425    |
| -4.28773 | -2.0039     |
| -4.27651 | -2.10349    |
| -4.26477 | -2.20302    |
| -4.25249 | -2.30248    |
| -4.23969 | -2.40188    |

|          |          |
|----------|----------|
| -4.22635 | -2.50121 |
| -4.21248 | -2.60046 |
| -4.19809 | -2.69964 |
| -4.18316 | -2.79874 |
| -4.16771 | -2.89776 |
| -4.15172 | -2.9967  |
| -4.13521 | -3.09555 |
| -4.11817 | -3.19431 |

|              |          |
|--------------|----------|
| -0.500175    | -4.25816 |
| -0.400225    | -4.26352 |
| -0.300218    | -4.2677  |
| -0.200169    | -4.27068 |
| -0.100092    | -4.27247 |
| 5.81693e-008 | -4.27306 |
| 0.100092     | -4.27247 |
| 0.200169     | -4.27068 |
| 0.300219     | -4.2677  |
| 0.400225     | -4.26352 |
| 0.500175     | -4.25816 |
| 0.600053     | -4.2516  |
| 0.699847     | -4.24386 |
| 0.799541     | -4.23492 |
| 0.899121     | -4.2248  |
| 0.998574     | -4.2135  |
| 1.09789      | -4.20101 |
| 1.19704      | -4.18733 |
| 1.29603      | -4.17248 |
| 1.39483      | -4.15645 |
| 1.49343      | -4.13924 |
| 1.59182      | -4.12086 |
| 1.68999      | -4.1013  |
| 1.78791      | -4.08058 |
| 1.88558      | -4.0587  |
| 1.98299      | -4.03565 |
| 2.08011      | -4.01144 |
| 2.17694      | -3.98607 |
| 2.27345      | -3.95956 |
| 2.36965      | -3.93189 |
| 2.46551      | -3.90309 |
| 2.56101      | -3.87314 |
| 2.65616      | -3.84205 |
| 2.75093      | -3.80984 |
| 2.8453       | -3.7765  |
| 2.93928      | -3.74203 |
| 3.03283      | -3.70645 |
| 3.12596      | -3.66975 |
| 3.21864      | -3.63195 |
| 3.31086      | -3.59305 |
| 3.40261      | -3.55305 |
| 3.49389      | -3.51196 |
| 3.58466      | -3.46979 |
| 3.67493      | -3.42653 |
| 3.76467      | -3.38221 |
| 3.85388      | -3.33682 |
| 3.94254      | -3.29036 |
| 4.03064      | -3.24286 |
| 4.11817      | -3.19431 |

Stage boundary

| X         | Y        |
|-----------|----------|
| -4.11817  | -3.19431 |
| -4.03064  | -3.24286 |
| -3.94254  | -3.29037 |
| -3.85388  | -3.33682 |
| -3.76467  | -3.38221 |
| -3.67493  | -3.42653 |
| -3.58466  | -3.46979 |
| -3.49389  | -3.51196 |
| -3.40261  | -3.55305 |
| -3.31086  | -3.59305 |
| -3.21864  | -3.63195 |
| -3.12596  | -3.66975 |
| -3.03283  | -3.70645 |
| -2.93928  | -3.74203 |
| -2.8453   | -3.7765  |
| -2.75093  | -3.80984 |
| -2.65616  | -3.84205 |
| -2.56101  | -3.87314 |
| -2.46551  | -3.90309 |
| -2.36965  | -3.9319  |
| -2.27345  | -3.95956 |
| -2.17694  | -3.98607 |
| -2.08011  | -4.01144 |
| -1.98299  | -4.03565 |
| -1.88558  | -4.0587  |
| -1.78791  | -4.08058 |
| -1.68999  | -4.1013  |
| -1.59182  | -4.12086 |
| -1.49343  | -4.13924 |
| -1.39483  | -4.15645 |
| -1.29603  | -4.17248 |
| -1.19704  | -4.18733 |
| -1.09789  | -4.20101 |
| -0.998574 | -4.2135  |
| -0.899121 | -4.2248  |
| -0.799541 | -4.23493 |
| -0.699847 | -4.24386 |
| -0.600053 | -4.2516  |

Material boundary

| X        | Y        |
|----------|----------|
| -6       | -3.77789 |
| -4.62029 | -3.77789 |

Material boundary

| X       | Y        |
|---------|----------|
| 6       | -3.77789 |
| 4.62029 | -3.77789 |

Material boundary

| X            | Y        |
|--------------|----------|
| -3.51546     | -3.05927 |
| -3.01546     | -3.05927 |
| -3.01546     | -3.28299 |
| -2.87172     | -3.33987 |
| -2.7269      | -3.39397 |
| -2.58106     | -3.44526 |
| -2.43427     | -3.49372 |
| -2.28656     | -3.53933 |
| -2.138       | -3.58208 |
| -1.98864     | -3.62196 |
| -1.83853     | -3.65893 |
| -1.68774     | -3.69301 |
| -1.53633     | -3.72416 |
| -1.38433     | -3.75238 |
| -1.23182     | -3.77766 |
| -1.07885     | -3.79998 |
| -0.925481    | -3.81935 |
| -0.771763    | -3.83575 |
| -0.617756    | -3.84918 |
| -0.463519    | -3.85962 |
| -0.309109    | -3.86709 |
| -0.154584    | -3.87157 |
| -5.6982e-007 | -3.87306 |
| 0.154583     | -3.87157 |
| 0.309108     | -3.86709 |
| 0.463518     | -3.85962 |
| 0.617755     | -3.84918 |
| 0.771762     | -3.83575 |
| 0.92548      | -3.81935 |
| 1.07885      | -3.79998 |
| 1.23182      | -3.77766 |
| 1.38433      | -3.75238 |
| 1.53632      | -3.72416 |
| 1.68774      | -3.69301 |
| 1.83853      | -3.65893 |
| 1.98864      | -3.62196 |

|               |               |
|---------------|---------------|
| 2.138         | -3.58208      |
| 2.28656       | -3.53933      |
| 2.43426       | -3.49372      |
| 2.58106       | -3.44526      |
| 2.7269        | -3.39397      |
| 2.87171       | -3.33987      |
| 3.01546       | -3.28299      |
| 3.01546       | -3.05927      |
| 3.51546       | -3.05927      |
| 3.58492       | -2.83659      |
| 3.67576       | -2.51267      |
| 3.76158       | -2.15962      |
| 3.82464       | -1.85508      |
| 3.87811       | -1.5487       |
| 3.92194       | -1.2408       |
| 3.95606       | -0.931672     |
| 3.98046       | -0.621626     |
| 3.99511       | -0.310967     |
| 4             | -1.39698e-009 |
| 3.98767       | 0.313836      |
| 3.95075       | 0.625738      |
| 3.88948       | 0.933781      |
| 3.80423       | 1.23607       |
| 3.69552       | 1.53073       |
| 3.56403       | 1.81596       |
| 3.41056       | 2.08999       |
| 3.23607       | 2.35114       |
| 3.04162       | 2.59779       |
| 2.82843       | 2.82843       |
| 2.59779       | 3.04162       |
| 2.35114       | 3.23607       |
| 2.08999       | 3.41056       |
| 1.81596       | 3.56403       |
| 1.53073       | 3.69552       |
| 1.23607       | 3.80423       |
| 0.933781      | 3.88948       |
| 0.625738      | 3.95075       |
| 0.313836      | 3.98767       |
| -2.23371e-007 | 4             |
| -0.313837     | 3.98767       |
| -0.625738     | 3.95075       |
| -0.933782     | 3.88948       |
| -1.23607      | 3.80423       |
| -1.53073      | 3.69552       |
| -1.81596      | 3.56403       |
| -2.08999      | 3.41056       |
| -2.35114      | 3.23607       |
| -2.59779      | 3.04162       |
| -2.82843      | 2.82843       |

|          |              |
|----------|--------------|
| -3.04162 | 2.59779      |
| -3.23607 | 2.35114      |
| -3.41056 | 2.08999      |
| -3.56403 | 1.81596      |
| -3.69552 | 1.53073      |
| -3.80423 | 1.23607      |
| -3.88948 | 0.933781     |
| -3.95075 | 0.625738     |
| -3.98767 | 0.313836     |
| -4       | 5.96047e-009 |
| -3.99512 | -0.310967    |
| -3.98046 | -0.621626    |
| -3.95606 | -0.931672    |
| -3.92194 | -1.2408      |
| -3.87811 | -1.5487      |
| -3.82464 | -1.85508     |
| -3.76158 | -2.15962     |
| -3.67576 | -2.51267     |
| -3.58492 | -2.83659     |
| -3.51546 | -3.05927     |

**Material boundary**

| X       | Y        |
|---------|----------|
| 3.67576 | -2.51267 |
| 4.19809 | -2.69964 |
| 4.70264 | -2.78213 |

**Material boundary**

| X        | Y        |
|----------|----------|
| -3.67576 | -2.51267 |
| -4.19809 | -2.69964 |
| -4.70284 | -2.77925 |

**Material boundary**

| X        | Y        |
|----------|----------|
| -3.86701 | -3.77789 |
| -2.8453  | -3.7765  |
| -1.23182 | -3.77766 |
| 1.23182  | -3.77766 |
| 2.8453   | -3.7765  |
| 3.86701  | -3.77789 |

## **ALLEGATO 3**

### **SOLLECITAZIONI E VERIFICHE DEI SOSTEGNI DI PRIMA FASE**

**Tabella 1: verifiche del sostegno di prima fase (M>0 fibre tese in intradosso) – GA03\_CDA\_16**

| Sollecitazioni caratteristiche |                  |                  |                  | Sollecitazioni SLU  |                    |                    |                    | Verifica calcestruzzo proiettato |                 |          | Verifica centine   |                    |                        |                 |          |
|--------------------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-----------------|----------|--------------------|--------------------|------------------------|-----------------|----------|
| N <sub>clsp</sub>              | N <sub>cen</sub> | M <sub>cen</sub> | T <sub>cen</sub> | N <sub>clsp,d</sub> | N <sub>cen,d</sub> | M <sub>cen,d</sub> | T <sub>cen,d</sub> | σ <sub>c_clsp,d</sub>            | f <sub>cd</sub> | Verifica | σ <sub>cen,d</sub> | τ <sub>cen,d</sub> | σ <sub>id,cent,d</sub> | f <sub>yd</sub> | Verifica |
| [kN]                           | [kN]             | [kNm]            | [kN]             | [kN]                | [kN]               | [kNm]              | [kN]               | [MPa]                            | [MPa]           | -        | [MPa]              | [MPa]              | [MPa]                  | [MPa]           | -        |
| 0.78                           | 0.11             | 0.01             | -0.22            | 1.02                | 0.14               | 0.01               | -0.29              | 0.01                             | 13.83           | OK       | 0.08               | -0.14              | 0.25                   | 261.9           | OK       |
| 2.25                           | 0.31             | 0.04             | -0.40            | 2.92                | 0.40               | 0.06               | -0.52              | 0.01                             | 13.83           | OK       | 0.29               | -0.25              | 0.52                   | 261.9           | OK       |
| 3.61                           | 0.49             | 0.09             | -0.46            | 4.69                | 0.64               | 0.11               | -0.60              | 0.02                             | 13.83           | OK       | 0.55               | -0.28              | 0.74                   | 261.9           | OK       |
| 4.89                           | 0.67             | 0.13             | -0.47            | 6.36                | 0.87               | 0.17               | -0.61              | 0.03                             | 13.83           | OK       | 0.82               | -0.29              | 0.96                   | 261.9           | OK       |
| 6.11                           | 0.84             | 0.18             | -0.42            | 7.94                | 1.09               | 0.23               | -0.54              | 0.04                             | 13.83           | OK       | 1.08               | -0.26              | 1.17                   | 261.9           | OK       |
| 7.26                           | 1.00             | 0.22             | -0.35            | 9.44                | 1.29               | 0.28               | -0.45              | 0.05                             | 13.83           | OK       | 1.31               | -0.22              | 1.36                   | 261.9           | OK       |
| 8.37                           | 1.15             | 0.25             | -0.28            | 10.88               | 1.49               | 0.32               | -0.36              | 0.05                             | 13.83           | OK       | 1.51               | -0.17              | 1.53                   | 261.9           | OK       |
| 9.44                           | 1.29             | 0.27             | -0.20            | 12.27               | 1.68               | 0.35               | -0.27              | 0.06                             | 13.83           | OK       | 1.66               | -0.13              | 1.68                   | 261.9           | OK       |
| 10.47                          | 1.43             | 0.29             | -0.14            | 13.61               | 1.86               | 0.37               | -0.18              | 0.07                             | 13.83           | OK       | 1.78               | -0.08              | 1.79                   | 261.9           | OK       |
| 11.47                          | 1.57             | 0.30             | -0.07            | 14.91               | 2.04               | 0.39               | -0.10              | 0.07                             | 13.83           | OK       | 1.87               | -0.05              | 1.87                   | 261.9           | OK       |
| 12.43                          | 1.70             | 0.30             | -0.02            | 16.16               | 2.21               | 0.39               | -0.03              | 0.08                             | 13.83           | OK       | 1.93               | -0.01              | 1.93                   | 261.9           | OK       |
| 13.38                          | 1.83             | 0.30             | 0.02             | 17.39               | 2.38               | 0.39               | 0.02               | 0.09                             | 13.83           | OK       | 1.97               | 0.01               | 1.97                   | 261.9           | OK       |
| 14.30                          | 1.96             | 0.30             | 0.05             | 18.59               | 2.55               | 0.39               | 0.06               | 0.09                             | 13.83           | OK       | 1.99               | 0.03               | 1.99                   | 261.9           | OK       |
| 15.20                          | 2.08             | 0.29             | 0.07             | 19.75               | 2.71               | 0.38               | 0.09               | 0.10                             | 13.83           | OK       | 2.00               | 0.04               | 2.00                   | 261.9           | OK       |
| 16.08                          | 2.20             | 0.29             | 0.07             | 20.90               | 2.86               | 0.37               | 0.10               | 0.10                             | 13.83           | OK       | 2.00               | 0.05               | 2.00                   | 261.9           | OK       |
| 16.94                          | 2.32             | 0.28             | 0.07             | 22.02               | 3.02               | 0.36               | 0.09               | 0.11                             | 13.83           | OK       | 2.00               | 0.04               | 2.00                   | 261.9           | OK       |
| 17.78                          | 2.44             | 0.27             | 0.06             | 23.12               | 3.17               | 0.35               | 0.08               | 0.12                             | 13.83           | OK       | 2.00               | 0.04               | 2.00                   | 261.9           | OK       |
| 18.61                          | 2.55             | 0.27             | 0.05             | 24.19               | 3.31               | 0.35               | 0.06               | 0.12                             | 13.83           | OK       | 2.00               | 0.03               | 2.01                   | 261.9           | OK       |
| 19.42                          | 2.66             | 0.26             | 0.02             | 25.25               | 3.46               | 0.34               | 0.03               | 0.13                             | 13.83           | OK       | 2.02               | 0.01               | 2.02                   | 261.9           | OK       |
| 20.22                          | 2.77             | 0.26             | 0.00             | 26.29               | 3.60               | 0.34               | 0.00               | 0.13                             | 13.83           | OK       | 2.05               | 0.00               | 2.05                   | 261.9           | OK       |
| 21.01                          | 2.88             | 0.26             | -0.03            | 27.31               | 3.74               | 0.34               | -0.04              | 0.14                             | 13.83           | OK       | 2.09               | -0.02              | 2.09                   | 261.9           | OK       |
| 21.78                          | 2.98             | 0.27             | -0.07            | 28.32               | 3.88               | 0.35               | -0.09              | 0.14                             | 13.83           | OK       | 2.14               | -0.04              | 2.14                   | 261.9           | OK       |
| 22.55                          | 3.09             | 0.28             | -0.10            | 29.31               | 4.02               | 0.36               | -0.14              | 0.15                             | 13.83           | OK       | 2.21               | -0.06              | 2.21                   | 261.9           | OK       |
| 23.30                          | 3.19             | 0.29             | -0.14            | 30.29               | 4.15               | 0.38               | -0.19              | 0.15                             | 13.83           | OK       | 2.30               | -0.09              | 2.31                   | 261.9           | OK       |
| 24.04                          | 3.29             | 0.31             | -0.18            | 31.25               | 4.28               | 0.40               | -0.24              | 0.16                             | 13.83           | OK       | 2.41               | -0.11              | 2.42                   | 261.9           | OK       |
| 24.77                          | 3.39             | 0.33             | -0.22            | 32.21               | 4.41               | 0.43               | -0.28              | 0.16                             | 13.83           | OK       | 2.53               | -0.13              | 2.54                   | 261.9           | OK       |
| 25.50                          | 3.49             | 0.35             | -0.25            | 33.15               | 4.54               | 0.46               | -0.32              | 0.17                             | 13.83           | OK       | 2.67               | -0.15              | 2.68                   | 261.9           | OK       |
| 26.21                          | 3.59             | 0.38             | -0.27            | 34.08               | 4.67               | 0.49               | -0.35              | 0.17                             | 13.83           | OK       | 2.82               | -0.17              | 2.84                   | 261.9           | OK       |
| 26.92                          | 3.69             | 0.40             | -0.27            | 34.99               | 4.79               | 0.52               | -0.36              | 0.17                             | 13.83           | OK       | 2.98               | -0.17              | 3.00                   | 261.9           | OK       |
| 27.61                          | 3.78             | 0.43             | -0.26            | 35.90               | 4.92               | 0.56               | -0.34              | 0.18                             | 13.83           | OK       | 3.14               | -0.16              | 3.15                   | 261.9           | OK       |
| 28.30                          | 3.88             | 0.46             | -0.23            | 36.80               | 5.04               | 0.59               | -0.29              | 0.18                             | 13.83           | OK       | 3.28               | -0.14              | 3.29                   | 261.9           | OK       |
| 28.99                          | 3.97             | 0.47             | -0.16            | 37.68               | 5.16               | 0.62               | -0.21              | 0.19                             | 13.83           | OK       | 3.40               | -0.10              | 3.40                   | 261.9           | OK       |
| 29.66                          | 4.06             | 0.49             | -0.06            | 38.56               | 5.28               | 0.63               | -0.08              | 0.19                             | 13.83           | OK       | 3.48               | -0.04              | 3.48                   | 261.9           | OK       |
| 30.33                          | 4.16             | 0.48             | 0.09             | 39.43               | 5.40               | 0.63               | 0.11               | 0.20                             | 13.83           | OK       | 3.50               | 0.05               | 3.50                   | 261.9           | OK       |
| 31.00                          | 4.25             | 0.47             | 0.28             | 40.29               | 5.52               | 0.61               | 0.37               | 0.20                             | 13.83           | OK       | 3.44               | 0.18               | 3.45                   | 261.9           | OK       |
| 31.65                          | 4.34             | 0.42             | 0.54             | 41.15               | 5.64               | 0.55               | 0.70               | 0.21                             | 13.83           | OK       | 3.26               | 0.33               | 3.31                   | 261.9           | OK       |
| 32.30                          | 4.43             | 0.35             | 0.86             | 41.99               | 5.75               | 0.46               | 1.11               | 0.21                             | 13.83           | OK       | 2.95               | 0.53               | 3.09                   | 261.9           | OK       |
| 32.95                          | 4.51             | 0.25             | 1.22             | 42.83               | 5.87               | 0.32               | 1.59               | 0.21                             | 13.83           | OK       | 2.48               | 0.76               | 2.81                   | 261.9           | OK       |
| 33.60                          | 4.60             | 0.13             | 1.17             | 43.68               | 5.98               | 0.17               | 1.53               | 0.22                             | 13.83           | OK       | 1.93               | 0.72               | 2.30                   | 261.9           | OK       |
| 34.25                          | 4.69             | 0.02             | 0.95             | 44.53               | 6.10               | 0.03               | 1.24               | 0.22                             | 13.83           | OK       | 1.45               | 0.59               | 1.77                   | 261.9           | OK       |
| 34.89                          | 4.78             | -0.06            | 0.76             | 45.36               | 6.21               | -0.08              | 0.98               | 0.23                             | 13.83           | OK       | 1.66               | 0.47               | 1.85                   | 261.9           | OK       |
| 35.52                          | 4.87             | -0.13            | 0.58             | 46.17               | 6.33               | -0.17              | 0.76               | 0.23                             | 13.83           | OK       | 2.01               | 0.36               | 2.10                   | 261.9           | OK       |



| Sollecitazioni caratteristiche |                  |                  |                  | Sollecitazioni SLU  |                    |                    |                    | Verifica calcestruzzo proiettato |                 |          | Verifica centine   |                    |                       |                 |          |
|--------------------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-----------------|----------|--------------------|--------------------|-----------------------|-----------------|----------|
| N <sub>clsp</sub>              | N <sub>cen</sub> | M <sub>cen</sub> | T <sub>cen</sub> | N <sub>clsp,d</sub> | N <sub>cen,d</sub> | M <sub>cen,d</sub> | T <sub>cen,d</sub> | σ <sub>c,clsp,d</sub>            | f <sub>cd</sub> | Verifica | σ <sub>cen,d</sub> | τ <sub>cen,d</sub> | σ <sub>id,cen,d</sub> | f <sub>yd</sub> | Verifica |
| [kN]                           | [kN]             | [kNm]            | [kN]             | [kN]                | [kN]               | [kNm]              | [kN]               | [MPa]                            | [MPa]           | -        | [MPa]              | [MPa]              | [MPa]                 | [MPa]           | -        |
| 36.14                          | 4.95             | -0.18            | 0.44             | 46.98               | 6.44               | -0.23              | 0.57               | 0.23                             | 13.83           | OK       | 2.27               | 0.27               | 2.32                  | 261.9           | OK       |
| 36.75                          | 5.04             | -0.22            | 0.31             | 47.78               | 6.55               | -0.28              | 0.41               | 0.24                             | 13.83           | OK       | 2.48               | 0.19               | 2.50                  | 261.9           | OK       |
| 37.36                          | 5.12             | -0.24            | 0.21             | 48.56               | 6.65               | -0.32              | 0.27               | 0.24                             | 13.83           | OK       | 2.63               | 0.13               | 2.64                  | 261.9           | OK       |
| 37.95                          | 5.20             | -0.26            | 0.12             | 49.34               | 6.76               | -0.34              | 0.16               | 0.25                             | 13.83           | OK       | 2.73               | 0.08               | 2.73                  | 261.9           | OK       |
| 38.55                          | 5.28             | -0.27            | 0.05             | 50.11               | 6.87               | -0.35              | 0.06               | 0.25                             | 13.83           | OK       | 2.79               | 0.03               | 2.79                  | 261.9           | OK       |
| 39.14                          | 5.36             | -0.27            | -0.01            | 50.88               | 6.97               | -0.35              | -0.01              | 0.25                             | 13.83           | OK       | 2.82               | -0.01              | 2.82                  | 261.9           | OK       |
| 39.72                          | 5.44             | -0.27            | -0.05            | 51.64               | 7.08               | -0.35              | -0.07              | 0.26                             | 13.83           | OK       | 2.83               | -0.03              | 2.83                  | 261.9           | OK       |
| 40.30                          | 5.52             | -0.26            | -0.08            | 52.39               | 7.18               | -0.34              | -0.11              | 0.26                             | 13.83           | OK       | 2.82               | -0.05              | 2.82                  | 261.9           | OK       |
| 40.87                          | 5.60             | -0.25            | -0.11            | 53.13               | 7.28               | -0.33              | -0.15              | 0.27                             | 13.83           | OK       | 2.80               | -0.07              | 2.80                  | 261.9           | OK       |
| 41.45                          | 5.68             | -0.24            | -0.13            | 53.88               | 7.38               | -0.31              | -0.17              | 0.27                             | 13.83           | OK       | 2.76               | -0.08              | 2.77                  | 261.9           | OK       |
| 42.02                          | 5.76             | -0.23            | -0.14            | 54.63               | 7.48               | -0.29              | -0.19              | 0.27                             | 13.83           | OK       | 2.72               | -0.09              | 2.72                  | 261.9           | OK       |
| 42.61                          | 5.84             | -0.21            | -0.17            | 55.39               | 7.59               | -0.27              | -0.22              | 0.28                             | 13.83           | OK       | 2.67               | -0.10              | 2.67                  | 261.9           | OK       |
| 43.19                          | 5.92             | -0.19            | -0.19            | 56.15               | 7.69               | -0.25              | -0.25              | 0.28                             | 13.83           | OK       | 2.60               | -0.12              | 2.61                  | 261.9           | OK       |
| 43.75                          | 5.99             | -0.17            | -0.18            | 56.87               | 7.79               | -0.22              | -0.24              | 0.28                             | 13.83           | OK       | 2.54               | -0.11              | 2.54                  | 261.9           | OK       |
| 44.28                          | 6.07             | -0.16            | -0.16            | 57.57               | 7.89               | -0.20              | -0.20              | 0.29                             | 13.83           | OK       | 2.48               | -0.10              | 2.48                  | 261.9           | OK       |
| 44.81                          | 6.14             | -0.14            | -0.10            | 58.25               | 7.98               | -0.19              | -0.13              | 0.29                             | 13.83           | OK       | 2.43               | -0.06              | 2.44                  | 261.9           | OK       |
| 45.32                          | 6.21             | -0.14            | -0.04            | 58.92               | 8.07               | -0.18              | -0.06              | 0.29                             | 13.83           | OK       | 2.42               | -0.03              | 2.42                  | 261.9           | OK       |
| 45.82                          | 6.28             | -0.13            | -0.01            | 59.57               | 8.16               | -0.17              | -0.01              | 0.30                             | 13.83           | OK       | 2.42               | -0.01              | 2.42                  | 261.9           | OK       |
| 46.31                          | 6.34             | -0.13            | 0.00             | 60.20               | 8.25               | -0.17              | 0.00               | 0.30                             | 13.83           | OK       | 2.44               | 0.00               | 2.44                  | 261.9           | OK       |
| 46.77                          | 6.41             | -0.13            | -0.01            | 60.80               | 8.33               | -0.17              | -0.01              | 0.30                             | 13.83           | OK       | 2.46               | 0.00               | 2.46                  | 261.9           | OK       |
| 47.20                          | 6.47             | -0.13            | -0.05            | 61.36               | 8.41               | -0.17              | -0.06              | 0.31                             | 13.83           | OK       | 2.46               | -0.03              | 2.46                  | 261.9           | OK       |
| 47.63                          | 6.52             | -0.12            | -0.06            | 61.91               | 8.48               | -0.16              | -0.08              | 0.31                             | 13.83           | OK       | 2.45               | -0.04              | 2.46                  | 261.9           | OK       |
| 48.05                          | 6.58             | -0.12            | -0.08            | 62.46               | 8.56               | -0.15              | -0.10              | 0.31                             | 13.83           | OK       | 2.44               | -0.05              | 2.44                  | 261.9           | OK       |
| 48.43                          | 6.63             | -0.11            | -0.11            | 62.95               | 8.63               | -0.14              | -0.15              | 0.31                             | 13.83           | OK       | 2.41               | -0.07              | 2.41                  | 261.9           | OK       |
| 48.77                          | 6.68             | -0.09            | -0.16            | 63.40               | 8.69               | -0.12              | -0.21              | 0.32                             | 13.83           | OK       | 2.35               | -0.10              | 2.36                  | 261.9           | OK       |
| 49.10                          | 6.73             | -0.08            | -0.14            | 63.83               | 8.74               | -0.10              | -0.18              | 0.32                             | 13.83           | OK       | 2.30               | -0.08              | 2.30                  | 261.9           | OK       |
| 49.41                          | 6.77             | -0.07            | -0.10            | 64.23               | 8.80               | -0.09              | -0.13              | 0.32                             | 13.83           | OK       | 2.25               | -0.06              | 2.25                  | 261.9           | OK       |
| 49.71                          | 6.81             | -0.06            | -0.09            | 64.62               | 8.85               | -0.07              | -0.12              | 0.32                             | 13.83           | OK       | 2.22               | -0.06              | 2.22                  | 261.9           | OK       |
| 49.97                          | 6.85             | -0.05            | -0.09            | 64.96               | 8.90               | -0.06              | -0.11              | 0.32                             | 13.83           | OK       | 2.18               | -0.05              | 2.18                  | 261.9           | OK       |
| 50.18                          | 6.88             | -0.04            | -0.10            | 65.24               | 8.94               | -0.05              | -0.13              | 0.33                             | 13.83           | OK       | 2.15               | -0.06              | 2.15                  | 261.9           | OK       |
| 50.37                          | 6.90             | -0.03            | -0.07            | 65.48               | 8.97               | -0.04              | -0.09              | 0.33                             | 13.83           | OK       | 2.11               | -0.04              | 2.11                  | 261.9           | OK       |
| 50.54                          | 6.92             | -0.03            | -0.02            | 65.70               | 9.00               | -0.03              | -0.02              | 0.33                             | 13.83           | OK       | 2.10               | -0.01              | 2.10                  | 261.9           | OK       |
| 50.69                          | 6.95             | -0.03            | 0.02             | 65.90               | 9.03               | -0.03              | 0.02               | 0.33                             | 13.83           | OK       | 2.10               | 0.01               | 2.10                  | 261.9           | OK       |
| 50.84                          | 6.97             | -0.03            | 0.03             | 66.09               | 9.06               | -0.04              | 0.04               | 0.33                             | 13.83           | OK       | 2.12               | 0.02               | 2.12                  | 261.9           | OK       |
| 50.95                          | 6.98             | -0.03            | 0.05             | 66.23               | 9.07               | -0.04              | 0.06               | 0.33                             | 13.83           | OK       | 2.14               | 0.03               | 2.14                  | 261.9           | OK       |
| 51.01                          | 6.99             | -0.04            | 0.03             | 66.31               | 9.09               | -0.05              | 0.05               | 0.33                             | 13.83           | OK       | 2.17               | 0.02               | 2.17                  | 261.9           | OK       |
| 51.06                          | 7.00             | -0.04            | 0.04             | 66.38               | 9.10               | -0.05              | 0.05               | 0.33                             | 13.83           | OK       | 2.19               | 0.02               | 2.19                  | 261.9           | OK       |
| 51.11                          | 7.00             | -0.04            | 0.06             | 66.44               | 9.10               | -0.06              | 0.07               | 0.33                             | 13.83           | OK       | 2.21               | 0.03               | 2.21                  | 261.9           | OK       |
| 51.13                          | 7.01             | -0.05            | 0.05             | 66.47               | 9.11               | -0.07              | 0.07               | 0.33                             | 13.83           | OK       | 2.24               | 0.03               | 2.24                  | 261.9           | OK       |
| 51.12                          | 7.00             | -0.05            | 0.03             | 66.46               | 9.11               | -0.07              | 0.04               | 0.33                             | 13.83           | OK       | 2.26               | 0.02               | 2.26                  | 261.9           | OK       |
| 51.08                          | 7.00             | -0.06            | -0.01            | 66.40               | 9.10               | -0.07              | -0.02              | 0.33                             | 13.83           | OK       | 2.26               | -0.01              | 2.26                  | 261.9           | OK       |
| 51.03                          | 6.99             | -0.05            | -0.02            | 66.34               | 9.09               | -0.07              | -0.02              | 0.33                             | 13.83           | OK       | 2.25               | -0.01              | 2.25                  | 261.9           | OK       |
| 50.98                          | 6.99             | -0.05            | 0.01             | 66.28               | 9.08               | -0.07              | 0.01               | 0.33                             | 13.83           | OK       | 2.25               | 0.00               | 2.25                  | 261.9           | OK       |
| 50.92                          | 6.98             | -0.06            | 0.03             | 66.19               | 9.07               | -0.07              | 0.04               | 0.33                             | 13.83           | OK       | 2.26               | 0.02               | 2.26                  | 261.9           | OK       |

| Sollecitazioni caratteristiche |                  |                  |                  | Sollecitazioni SLU  |                    |                    |                    | Verifica calcestruzzo proiettato |                 |          | Verifica centine   |                    |                       |                 |          |
|--------------------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-----------------|----------|--------------------|--------------------|-----------------------|-----------------|----------|
| N <sub>clsp</sub>              | N <sub>cen</sub> | M <sub>cen</sub> | T <sub>cen</sub> | N <sub>clsp,d</sub> | N <sub>cen,d</sub> | M <sub>cen,d</sub> | T <sub>cen,d</sub> | σ <sub>c,clsp,d</sub>            | f <sub>cd</sub> | Verifica | σ <sub>cen,d</sub> | τ <sub>cen,d</sub> | σ <sub>id,cen,d</sub> | f <sub>yd</sub> | Verifica |
| [kN]                           | [kN]             | [kNm]            | [kN]             | [kN]                | [kN]               | [kNm]              | [kN]               | [MPa]                            | [MPa]           | -        | [MPa]              | [MPa]              | [MPa]                 | [MPa]           | -        |
| 50.84                          | 6.97             | -0.06            | 0.05             | 66.09               | 9.05               | -0.08              | 0.07               | 0.33                             | 13.83           | OK       | 2.27               | 0.03               | 2.27                  | 261.9           | OK       |
| 50.76                          | 6.95             | -0.07            | 0.05             | 65.99               | 9.04               | -0.08              | 0.07               | 0.33                             | 13.83           | OK       | 2.29               | 0.03               | 2.29                  | 261.9           | OK       |
| 50.67                          | 6.94             | -0.07            | 0.03             | 65.87               | 9.03               | -0.09              | 0.04               | 0.33                             | 13.83           | OK       | 2.31               | 0.02               | 2.31                  | 261.9           | OK       |
| 50.57                          | 6.93             | -0.07            | -0.02            | 65.74               | 9.01               | -0.09              | -0.03              | 0.33                             | 13.83           | OK       | 2.31               | -0.02              | 2.31                  | 261.9           | OK       |
| 50.46                          | 6.91             | -0.07            | -0.05            | 65.60               | 8.99               | -0.09              | -0.06              | 0.33                             | 13.83           | OK       | 2.29               | -0.03              | 2.29                  | 261.9           | OK       |
| 50.35                          | 6.90             | -0.06            | -0.06            | 65.46               | 8.97               | -0.08              | -0.07              | 0.33                             | 13.83           | OK       | 2.26               | -0.04              | 2.26                  | 261.9           | OK       |
| 50.24                          | 6.88             | -0.06            | -0.04            | 65.32               | 8.95               | -0.07              | -0.06              | 0.33                             | 13.83           | OK       | 2.23               | -0.03              | 2.23                  | 261.9           | OK       |
| 50.14                          | 6.87             | -0.05            | -0.03            | 65.18               | 8.93               | -0.07              | -0.04              | 0.33                             | 13.83           | OK       | 2.21               | -0.02              | 2.21                  | 261.9           | OK       |
| 50.04                          | 6.86             | -0.05            | -0.03            | 65.05               | 8.91               | -0.06              | -0.04              | 0.33                             | 13.83           | OK       | 2.19               | -0.02              | 2.19                  | 261.9           | OK       |
| 49.95                          | 6.84             | -0.05            | -0.03            | 64.93               | 8.90               | -0.06              | -0.04              | 0.32                             | 13.83           | OK       | 2.17               | -0.02              | 2.17                  | 261.9           | OK       |
| 49.86                          | 6.83             | -0.04            | -0.02            | 64.81               | 8.88               | -0.06              | -0.03              | 0.32                             | 13.83           | OK       | 2.15               | -0.02              | 2.15                  | 261.9           | OK       |
| 49.78                          | 6.82             | -0.04            | -0.03            | 64.71               | 8.87               | -0.05              | -0.03              | 0.32                             | 13.83           | OK       | 2.14               | -0.02              | 2.14                  | 261.9           | OK       |
| 49.71                          | 6.81             | -0.04            | -0.03            | 64.62               | 8.85               | -0.05              | -0.04              | 0.32                             | 13.83           | OK       | 2.12               | -0.02              | 2.12                  | 261.9           | OK       |
| 49.65                          | 6.80             | -0.03            | -0.03            | 64.54               | 8.84               | -0.04              | -0.04              | 0.32                             | 13.83           | OK       | 2.10               | -0.02              | 2.10                  | 261.9           | OK       |
| 49.59                          | 6.79             | -0.03            | -0.03            | 64.47               | 8.83               | -0.04              | -0.04              | 0.32                             | 13.83           | OK       | 2.08               | -0.02              | 2.09                  | 261.9           | OK       |
| 49.55                          | 6.79             | -0.03            | -0.04            | 64.41               | 8.82               | -0.04              | -0.05              | 0.32                             | 13.83           | OK       | 2.07               | -0.02              | 2.07                  | 261.9           | OK       |
| 49.51                          | 6.78             | -0.02            | -0.04            | 64.36               | 8.82               | -0.03              | -0.05              | 0.32                             | 13.83           | OK       | 2.05               | -0.02              | 2.05                  | 261.9           | OK       |
| 49.47                          | 6.78             | -0.02            | -0.04            | 64.31               | 8.81               | -0.03              | -0.05              | 0.32                             | 13.83           | OK       | 2.03               | -0.02              | 2.03                  | 261.9           | OK       |
| 49.44                          | 6.77             | -0.02            | -0.03            | 64.27               | 8.81               | -0.02              | -0.04              | 0.32                             | 13.83           | OK       | 2.01               | -0.02              | 2.01                  | 261.9           | OK       |
| 49.41                          | 6.77             | -0.01            | -0.03            | 64.23               | 8.80               | -0.02              | -0.04              | 0.32                             | 13.83           | OK       | 1.99               | -0.02              | 1.99                  | 261.9           | OK       |
| 49.38                          | 6.77             | -0.01            | -0.03            | 64.19               | 8.80               | -0.01              | -0.04              | 0.32                             | 13.83           | OK       | 1.98               | -0.02              | 1.98                  | 261.9           | OK       |
| 49.36                          | 6.76             | -0.01            | -0.03            | 64.16               | 8.79               | -0.01              | -0.04              | 0.32                             | 13.83           | OK       | 1.96               | -0.02              | 1.96                  | 261.9           | OK       |
| 49.34                          | 6.76             | 0.00             | -0.03            | 64.14               | 8.79               | -0.01              | -0.03              | 0.32                             | 13.83           | OK       | 1.95               | -0.02              | 1.95                  | 261.9           | OK       |
| 49.32                          | 6.76             | 0.00             | -0.02            | 64.11               | 8.78               | 0.00               | -0.03              | 0.32                             | 13.83           | OK       | 1.94               | -0.01              | 1.94                  | 261.9           | OK       |
| 49.30                          | 6.75             | 0.00             | -0.02            | 64.09               | 8.78               | 0.00               | -0.02              | 0.32                             | 13.83           | OK       | 1.93               | -0.01              | 1.93                  | 261.9           | OK       |
| 49.28                          | 6.75             | 0.00             | -0.01            | 64.07               | 8.78               | 0.00               | -0.02              | 0.32                             | 13.83           | OK       | 1.93               | -0.01              | 1.93                  | 261.9           | OK       |
| 49.27                          | 6.75             | 0.00             | -0.01            | 64.05               | 8.78               | 0.00               | -0.01              | 0.32                             | 13.83           | OK       | 1.94               | 0.00               | 1.94                  | 261.9           | OK       |
| 49.26                          | 6.75             | 0.00             | 0.00             | 64.03               | 8.77               | 0.00               | 0.00               | 0.32                             | 13.83           | OK       | 1.94               | 0.00               | 1.94                  | 261.9           | OK       |
| 49.24                          | 6.75             | 0.00             | 0.00             | 64.02               | 8.77               | 0.00               | 0.00               | 0.32                             | 13.83           | OK       | 1.94               | 0.00               | 1.94                  | 261.9           | OK       |
| 49.23                          | 6.75             | 0.00             | 0.00             | 64.00               | 8.77               | 0.00               | 0.00               | 0.32                             | 13.83           | OK       | 1.94               | 0.00               | 1.94                  | 261.9           | OK       |
| 49.22                          | 6.74             | 0.00             | 0.00             | 63.99               | 8.77               | 0.00               | 0.01               | 0.32                             | 13.83           | OK       | 1.94               | 0.00               | 1.94                  | 261.9           | OK       |
| 49.21                          | 6.74             | 0.00             | 0.01             | 63.98               | 8.77               | 0.00               | 0.01               | 0.32                             | 13.83           | OK       | 1.93               | 0.00               | 1.93                  | 261.9           | OK       |
| 49.20                          | 6.74             | 0.00             | 0.01             | 63.96               | 8.76               | 0.00               | 0.01               | 0.32                             | 13.83           | OK       | 1.93               | 0.00               | 1.93                  | 261.9           | OK       |
| 49.19                          | 6.74             | 0.00             | 0.01             | 63.95               | 8.76               | 0.00               | 0.01               | 0.32                             | 13.83           | OK       | 1.93               | 0.00               | 1.93                  | 261.9           | OK       |
| 49.18                          | 6.74             | 0.00             | 0.01             | 63.94               | 8.76               | 0.00               | 0.01               | 0.32                             | 13.83           | OK       | 1.92               | 0.00               | 1.92                  | 261.9           | OK       |
| 49.17                          | 6.74             | 0.00             | 0.01             | 63.93               | 8.76               | 0.00               | 0.01               | 0.32                             | 13.83           | OK       | 1.92               | 0.00               | 1.92                  | 261.9           | OK       |
| 49.17                          | 6.74             | 0.00             | 0.01             | 63.91               | 8.76               | 0.00               | 0.01               | 0.32                             | 13.83           | OK       | 1.92               | 0.00               | 1.92                  | 261.9           | OK       |
| 49.15                          | 6.73             | 0.00             | 0.01             | 63.90               | 8.75               | 0.00               | 0.01               | 0.32                             | 13.83           | OK       | 1.93               | 0.00               | 1.93                  | 261.9           | OK       |
| 49.14                          | 6.73             | 0.00             | 0.01             | 63.88               | 8.75               | 0.00               | 0.01               | 0.32                             | 13.83           | OK       | 1.93               | 0.01               | 1.93                  | 261.9           | OK       |
| 49.13                          | 6.73             | 0.00             | 0.01             | 63.87               | 8.75               | 0.00               | 0.01               | 0.32                             | 13.83           | OK       | 1.94               | 0.01               | 1.94                  | 261.9           | OK       |
| 49.12                          | 6.73             | 0.00             | 0.01             | 63.85               | 8.75               | -0.01              | 0.02               | 0.32                             | 13.83           | OK       | 1.94               | 0.01               | 1.94                  | 261.9           | OK       |
| 49.10                          | 6.73             | -0.01            | 0.02             | 63.83               | 8.75               | -0.01              | 0.02               | 0.32                             | 13.83           | OK       | 1.95               | 0.01               | 1.95                  | 261.9           | OK       |
| 49.08                          | 6.73             | -0.01            | 0.02             | 63.81               | 8.74               | -0.01              | 0.02               | 0.32                             | 13.83           | OK       | 1.95               | 0.01               | 1.95                  | 261.9           | OK       |
| 49.07                          | 6.72             | -0.01            | 0.02             | 63.79               | 8.74               | -0.01              | 0.03               | 0.32                             | 13.83           | OK       | 1.96               | 0.01               | 1.96                  | 261.9           | OK       |

| Sollecitazioni caratteristiche |                  |                  |                  | Sollecitazioni SLU  |                    |                    |                    | Verifica calcestruzzo proiettato |                 |          | Verifica centine   |                    |                       |                 |          |
|--------------------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-----------------|----------|--------------------|--------------------|-----------------------|-----------------|----------|
| N <sub>clsp</sub>              | N <sub>cen</sub> | M <sub>cen</sub> | T <sub>cen</sub> | N <sub>clsp,d</sub> | N <sub>cen,d</sub> | M <sub>cen,d</sub> | T <sub>cen,d</sub> | σ <sub>c,clsp,d</sub>            | f <sub>cd</sub> | Verifica | σ <sub>cen,d</sub> | τ <sub>cen,d</sub> | σ <sub>id,cen,d</sub> | f <sub>yd</sub> | Verifica |
| [kN]                           | [kN]             | [kNm]            | [kN]             | [kN]                | [kN]               | [kNm]              | [kN]               | [MPa]                            | [MPa]           | -        | [MPa]              | [MPa]              | [MPa]                 | [MPa]           | -        |
| 49.05                          | 6.72             | -0.01            | 0.02             | 63.76               | 8.74               | -0.02              | 0.03               | 0.32                             | 13.83           | OK       | 1.97               | 0.01               | 1.97                  | 261.9           | OK       |
| 49.02                          | 6.72             | -0.01            | 0.02             | 63.73               | 8.73               | -0.02              | 0.03               | 0.32                             | 13.83           | OK       | 1.98               | 0.01               | 1.98                  | 261.9           | OK       |
| 49.00                          | 6.71             | -0.02            | 0.03             | 63.70               | 8.73               | -0.02              | 0.03               | 0.32                             | 13.83           | OK       | 1.99               | 0.02               | 1.99                  | 261.9           | OK       |
| 48.97                          | 6.71             | -0.02            | 0.03             | 63.66               | 8.72               | -0.02              | 0.04               | 0.32                             | 13.83           | OK       | 2.00               | 0.02               | 2.00                  | 261.9           | OK       |
| 48.94                          | 6.71             | -0.02            | 0.03             | 63.62               | 8.72               | -0.03              | 0.04               | 0.32                             | 13.83           | OK       | 2.02               | 0.02               | 2.02                  | 261.9           | OK       |
| 48.91                          | 6.70             | -0.02            | 0.03             | 63.58               | 8.71               | -0.03              | 0.04               | 0.32                             | 13.83           | OK       | 2.03               | 0.02               | 2.03                  | 261.9           | OK       |
| 48.87                          | 6.70             | -0.03            | 0.03             | 63.53               | 8.70               | -0.04              | 0.04               | 0.32                             | 13.83           | OK       | 2.04               | 0.02               | 2.04                  | 261.9           | OK       |
| 48.83                          | 6.69             | -0.03            | 0.03             | 63.48               | 8.70               | -0.04              | 0.04               | 0.32                             | 13.83           | OK       | 2.05               | 0.02               | 2.05                  | 261.9           | OK       |
| 48.79                          | 6.68             | -0.03            | 0.03             | 63.42               | 8.69               | -0.04              | 0.04               | 0.32                             | 13.83           | OK       | 2.07               | 0.02               | 2.07                  | 261.9           | OK       |
| 48.74                          | 6.68             | -0.04            | 0.03             | 63.36               | 8.68               | -0.05              | 0.04               | 0.32                             | 13.83           | OK       | 2.08               | 0.02               | 2.08                  | 261.9           | OK       |
| 48.68                          | 6.67             | -0.04            | 0.03             | 63.29               | 8.67               | -0.05              | 0.04               | 0.32                             | 13.83           | OK       | 2.09               | 0.02               | 2.09                  | 261.9           | OK       |
| 48.62                          | 6.66             | -0.04            | 0.03             | 63.21               | 8.66               | -0.06              | 0.04               | 0.32                             | 13.83           | OK       | 2.11               | 0.02               | 2.11                  | 261.9           | OK       |
| 48.56                          | 6.65             | -0.05            | 0.03             | 63.12               | 8.65               | -0.06              | 0.03               | 0.32                             | 13.83           | OK       | 2.12               | 0.02               | 2.12                  | 261.9           | OK       |
| 48.49                          | 6.64             | -0.05            | 0.02             | 63.03               | 8.64               | -0.06              | 0.03               | 0.32                             | 13.83           | OK       | 2.13               | 0.01               | 2.13                  | 261.9           | OK       |
| 48.41                          | 6.63             | -0.05            | 0.02             | 62.93               | 8.62               | -0.07              | 0.03               | 0.31                             | 13.83           | OK       | 2.13               | 0.01               | 2.13                  | 261.9           | OK       |
| 48.33                          | 6.62             | -0.05            | 0.02             | 62.82               | 8.61               | -0.07              | 0.02               | 0.31                             | 13.83           | OK       | 2.14               | 0.01               | 2.14                  | 261.9           | OK       |
| 48.24                          | 6.61             | -0.05            | 0.02             | 62.71               | 8.59               | -0.07              | 0.02               | 0.31                             | 13.83           | OK       | 2.14               | 0.01               | 2.14                  | 261.9           | OK       |
| 48.14                          | 6.60             | -0.06            | 0.01             | 62.58               | 8.57               | -0.07              | 0.02               | 0.31                             | 13.83           | OK       | 2.15               | 0.01               | 2.15                  | 261.9           | OK       |
| 48.03                          | 6.58             | -0.06            | 0.01             | 62.45               | 8.56               | -0.07              | 0.01               | 0.31                             | 13.83           | OK       | 2.15               | 0.01               | 2.15                  | 261.9           | OK       |
| 47.92                          | 6.57             | -0.06            | 0.01             | 62.30               | 8.54               | -0.08              | 0.01               | 0.31                             | 13.83           | OK       | 2.15               | 0.01               | 2.15                  | 261.9           | OK       |
| 47.80                          | 6.55             | -0.06            | 0.01             | 62.14               | 8.51               | -0.08              | 0.01               | 0.31                             | 13.83           | OK       | 2.15               | 0.01               | 2.15                  | 261.9           | OK       |
| 47.68                          | 6.53             | -0.06            | 0.01             | 61.98               | 8.49               | -0.08              | 0.02               | 0.31                             | 13.83           | OK       | 2.15               | 0.01               | 2.15                  | 261.9           | OK       |
| 47.54                          | 6.51             | -0.06            | 0.02             | 61.80               | 8.47               | -0.08              | 0.02               | 0.31                             | 13.83           | OK       | 2.15               | 0.01               | 2.15                  | 261.9           | OK       |
| 47.40                          | 6.49             | -0.06            | 0.02             | 61.62               | 8.44               | -0.08              | 0.02               | 0.31                             | 13.83           | OK       | 2.15               | 0.01               | 2.15                  | 261.9           | OK       |
| 47.24                          | 6.47             | -0.07            | 0.02             | 61.42               | 8.41               | -0.08              | 0.03               | 0.31                             | 13.83           | OK       | 2.16               | 0.01               | 2.16                  | 261.9           | OK       |
| 47.08                          | 6.45             | -0.07            | 0.02             | 61.21               | 8.39               | -0.09              | 0.03               | 0.31                             | 13.83           | OK       | 2.16               | 0.02               | 2.16                  | 261.9           | OK       |
| 46.91                          | 6.43             | -0.07            | 0.03             | 60.98               | 8.36               | -0.09              | 0.04               | 0.30                             | 13.83           | OK       | 2.17               | 0.02               | 2.17                  | 261.9           | OK       |
| 46.73                          | 6.40             | -0.07            | 0.03             | 60.75               | 8.32               | -0.10              | 0.04               | 0.30                             | 13.83           | OK       | 2.18               | 0.02               | 2.18                  | 261.9           | OK       |
| 46.54                          | 6.38             | -0.08            | 0.04             | 60.50               | 8.29               | -0.10              | 0.05               | 0.30                             | 13.83           | OK       | 2.18               | 0.02               | 2.18                  | 261.9           | OK       |
| 46.34                          | 6.35             | -0.08            | 0.04             | 60.24               | 8.25               | -0.10              | 0.05               | 0.30                             | 13.83           | OK       | 2.19               | 0.02               | 2.19                  | 261.9           | OK       |
| 46.12                          | 6.32             | -0.08            | 0.04             | 59.96               | 8.22               | -0.11              | 0.05               | 0.30                             | 13.83           | OK       | 2.20               | 0.03               | 2.20                  | 261.9           | OK       |
| 45.90                          | 6.29             | -0.09            | 0.04             | 59.67               | 8.18               | -0.12              | 0.06               | 0.30                             | 13.83           | OK       | 2.22               | 0.03               | 2.22                  | 261.9           | OK       |
| 45.67                          | 6.26             | -0.09            | 0.05             | 59.37               | 8.13               | -0.12              | 0.06               | 0.30                             | 13.83           | OK       | 2.23               | 0.03               | 2.23                  | 261.9           | OK       |
| 45.42                          | 6.22             | -0.10            | 0.05             | 59.04               | 8.09               | -0.13              | 0.06               | 0.30                             | 13.83           | OK       | 2.24               | 0.03               | 2.24                  | 261.9           | OK       |
| 45.16                          | 6.19             | -0.10            | 0.05             | 58.71               | 8.04               | -0.13              | 0.07               | 0.29                             | 13.83           | OK       | 2.25               | 0.03               | 2.26                  | 261.9           | OK       |
| 44.89                          | 6.15             | -0.11            | 0.06             | 58.35               | 8.00               | -0.14              | 0.07               | 0.29                             | 13.83           | OK       | 2.27               | 0.03               | 2.27                  | 261.9           | OK       |
| 44.60                          | 6.11             | -0.11            | 0.06             | 57.99               | 7.94               | -0.15              | 0.08               | 0.29                             | 13.83           | OK       | 2.29               | 0.04               | 2.29                  | 261.9           | OK       |
| 44.31                          | 6.07             | -0.12            | 0.07             | 57.60               | 7.89               | -0.16              | 0.09               | 0.29                             | 13.83           | OK       | 2.30               | 0.04               | 2.31                  | 261.9           | OK       |
| 44.00                          | 6.03             | -0.13            | 0.07             | 57.20               | 7.84               | -0.17              | 0.09               | 0.29                             | 13.83           | OK       | 2.33               | 0.04               | 2.33                  | 261.9           | OK       |
| 43.68                          | 5.98             | -0.13            | 0.08             | 56.78               | 7.78               | -0.17              | 0.10               | 0.28                             | 13.83           | OK       | 2.35               | 0.05               | 2.35                  | 261.9           | OK       |
| 43.34                          | 5.94             | -0.14            | 0.08             | 56.35               | 7.72               | -0.19              | 0.11               | 0.28                             | 13.83           | OK       | 2.38               | 0.05               | 2.38                  | 261.9           | OK       |
| 43.00                          | 5.89             | -0.15            | 0.09             | 55.89               | 7.66               | -0.20              | 0.12               | 0.28                             | 13.83           | OK       | 2.40               | 0.06               | 2.41                  | 261.9           | OK       |
| 42.64                          | 5.84             | -0.16            | 0.10             | 55.43               | 7.59               | -0.21              | 0.13               | 0.28                             | 13.83           | OK       | 2.44               | 0.06               | 2.44                  | 261.9           | OK       |
| 42.26                          | 5.79             | -0.17            | 0.11             | 54.94               | 7.53               | -0.22              | 0.14               | 0.27                             | 13.83           | OK       | 2.47               | 0.07               | 2.48                  | 261.9           | OK       |

| Sollecitazioni caratteristiche |                  |                  |                  | Sollecitazioni SLU  |                    |                    |                    | Verifica calcestruzzo proiettato |                 |          | Verifica centine   |                    |                       |                 |          |
|--------------------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-----------------|----------|--------------------|--------------------|-----------------------|-----------------|----------|
| N <sub>clsp</sub>              | N <sub>cen</sub> | M <sub>cen</sub> | T <sub>cen</sub> | N <sub>clsp,d</sub> | N <sub>cen,d</sub> | M <sub>cen,d</sub> | T <sub>cen,d</sub> | σ <sub>c,clsp,d</sub>            | f <sub>cd</sub> | Verifica | σ <sub>cen,d</sub> | τ <sub>cen,d</sub> | σ <sub>id,cen,d</sub> | f <sub>yd</sub> | Verifica |
| [kN]                           | [kN]             | [kNm]            | [kN]             | [kN]                | [kN]               | [kNm]              | [kN]               | [MPa]                            | [MPa]           | -        | [MPa]              | [MPa]              | [MPa]                 | [MPa]           | -        |
| 41.88                          | 5.74             | -0.18            | 0.11             | 54.44               | 7.46               | -0.24              | 0.14               | 0.27                             | 13.83           | OK       | 2.51               | 0.07               | 2.51                  | 261.9           | OK       |
| 41.48                          | 5.68             | -0.19            | 0.10             | 53.92               | 7.39               | -0.25              | 0.13               | 0.27                             | 13.83           | OK       | 2.54               | 0.06               | 2.55                  | 261.9           | OK       |
| 41.07                          | 5.63             | -0.20            | 0.09             | 53.39               | 7.31               | -0.26              | 0.12               | 0.27                             | 13.83           | OK       | 2.58               | 0.06               | 2.58                  | 261.9           | OK       |
| 40.65                          | 5.57             | -0.21            | 0.08             | 52.84               | 7.24               | -0.28              | 0.10               | 0.26                             | 13.83           | OK       | 2.60               | 0.05               | 2.60                  | 261.9           | OK       |
| 40.21                          | 5.51             | -0.22            | 0.05             | 52.27               | 7.16               | -0.28              | 0.07               | 0.26                             | 13.83           | OK       | 2.61               | 0.03               | 2.61                  | 261.9           | OK       |
| 39.76                          | 5.45             | -0.22            | 0.01             | 51.69               | 7.08               | -0.29              | 0.02               | 0.26                             | 13.83           | OK       | 2.61               | 0.01               | 2.61                  | 261.9           | OK       |
| 39.30                          | 5.38             | -0.22            | -0.04            | 51.08               | 7.00               | -0.29              | -0.05              | 0.26                             | 13.83           | OK       | 2.59               | -0.03              | 2.59                  | 261.9           | OK       |
| 38.82                          | 5.32             | -0.21            | -0.11            | 50.47               | 6.91               | -0.28              | -0.15              | 0.25                             | 13.83           | OK       | 2.53               | -0.07              | 2.53                  | 261.9           | OK       |
| 38.33                          | 5.25             | -0.20            | -0.20            | 49.84               | 6.83               | -0.26              | -0.26              | 0.25                             | 13.83           | OK       | 2.44               | -0.13              | 2.45                  | 261.9           | OK       |
| 37.84                          | 5.18             | -0.17            | -0.32            | 49.19               | 6.74               | -0.22              | -0.41              | 0.25                             | 13.83           | OK       | 2.29               | -0.20              | 2.32                  | 261.9           | OK       |
| 37.33                          | 5.11             | -0.13            | -0.45            | 48.52               | 6.65               | -0.17              | -0.59              | 0.24                             | 13.83           | OK       | 2.09               | -0.28              | 2.14                  | 261.9           | OK       |
| 36.81                          | 5.04             | -0.08            | -0.62            | 47.85               | 6.56               | -0.10              | -0.81              | 0.24                             | 13.83           | OK       | 1.81               | -0.38              | 1.93                  | 261.9           | OK       |
| 36.27                          | 4.97             | -0.01            | -0.82            | 47.16               | 6.46               | -0.01              | -1.07              | 0.24                             | 13.83           | OK       | 1.45               | -0.51              | 1.69                  | 261.9           | OK       |
| 35.73                          | 4.90             | 0.09             | -1.05            | 46.45               | 6.36               | 0.11               | -1.37              | 0.23                             | 13.83           | OK       | 1.82               | -0.65              | 2.14                  | 261.9           | OK       |
| 35.19                          | 4.82             | 0.20             | -1.11            | 45.75               | 6.27               | 0.26               | -1.44              | 0.23                             | 13.83           | OK       | 2.31               | -0.69              | 2.60                  | 261.9           | OK       |
| 34.66                          | 4.75             | 0.29             | -0.73            | 45.06               | 6.17               | 0.38               | -0.95              | 0.23                             | 13.83           | OK       | 2.73               | -0.45              | 2.84                  | 261.9           | OK       |
| 34.13                          | 4.68             | 0.34             | -0.40            | 44.36               | 6.08               | 0.45               | -0.52              | 0.22                             | 13.83           | OK       | 2.98               | -0.25              | 3.01                  | 261.9           | OK       |
| 33.59                          | 4.60             | 0.37             | -0.15            | 43.67               | 5.98               | 0.48               | -0.19              | 0.22                             | 13.83           | OK       | 3.09               | -0.09              | 3.10                  | 261.9           | OK       |
| 33.06                          | 4.53             | 0.38             | 0.04             | 42.97               | 5.89               | 0.49               | 0.05               | 0.21                             | 13.83           | OK       | 3.10               | 0.02               | 3.10                  | 261.9           | OK       |
| 32.52                          | 4.46             | 0.37             | 0.16             | 42.28               | 5.79               | 0.48               | 0.21               | 0.21                             | 13.83           | OK       | 3.03               | 0.10               | 3.03                  | 261.9           | OK       |
| 31.99                          | 4.38             | 0.35             | 0.22             | 41.59               | 5.70               | 0.45               | 0.29               | 0.21                             | 13.83           | OK       | 2.91               | 0.14               | 2.92                  | 261.9           | OK       |
| 31.47                          | 4.31             | 0.33             | 0.24             | 40.90               | 5.60               | 0.42               | 0.31               | 0.20                             | 13.83           | OK       | 2.78               | 0.15               | 2.79                  | 261.9           | OK       |
| 30.94                          | 4.24             | 0.30             | 0.21             | 40.22               | 5.51               | 0.39               | 0.27               | 0.20                             | 13.83           | OK       | 2.66               | 0.13               | 2.67                  | 261.9           | OK       |
| 30.41                          | 4.17             | 0.29             | 0.15             | 39.53               | 5.42               | 0.37               | 0.19               | 0.20                             | 13.83           | OK       | 2.55               | 0.09               | 2.56                  | 261.9           | OK       |
| 29.88                          | 4.09             | 0.27             | 0.08             | 38.85               | 5.32               | 0.36               | 0.11               | 0.19                             | 13.83           | OK       | 2.47               | 0.05               | 2.48                  | 261.9           | OK       |
| 29.35                          | 4.02             | 0.27             | 0.03             | 38.15               | 5.23               | 0.35               | 0.04               | 0.19                             | 13.83           | OK       | 2.43               | 0.02               | 2.43                  | 261.9           | OK       |
| 28.80                          | 3.95             | 0.27             | -0.02            | 37.45               | 5.13               | 0.35               | -0.03              | 0.19                             | 13.83           | OK       | 2.40               | -0.01              | 2.40                  | 261.9           | OK       |
| 28.26                          | 3.87             | 0.27             | -0.07            | 36.73               | 5.03               | 0.35               | -0.09              | 0.18                             | 13.83           | OK       | 2.40               | -0.04              | 2.41                  | 261.9           | OK       |
| 27.71                          | 3.80             | 0.28             | -0.13            | 36.02               | 4.94               | 0.37               | -0.17              | 0.18                             | 13.83           | OK       | 2.43               | -0.08              | 2.44                  | 261.9           | OK       |
| 27.15                          | 3.72             | 0.30             | -0.21            | 35.30               | 4.84               | 0.39               | -0.28              | 0.18                             | 13.83           | OK       | 2.49               | -0.13              | 2.50                  | 261.9           | OK       |
| 26.60                          | 3.64             | 0.33             | -0.34            | 34.57               | 4.74               | 0.43               | -0.44              | 0.17                             | 13.83           | OK       | 2.60               | -0.21              | 2.63                  | 261.9           | OK       |
| 26.02                          | 3.57             | 0.37             | -0.48            | 33.83               | 4.63               | 0.48               | -0.62              | 0.17                             | 13.83           | OK       | 2.78               | -0.30              | 2.82                  | 261.9           | OK       |
| 25.43                          | 3.48             | 0.42             | -0.61            | 33.06               | 4.53               | 0.55               | -0.80              | 0.17                             | 13.83           | OK       | 3.01               | -0.38              | 3.08                  | 261.9           | OK       |
| 24.81                          | 3.40             | 0.49             | -0.71            | 32.25               | 4.42               | 0.64               | -0.92              | 0.16                             | 13.83           | OK       | 3.31               | -0.44              | 3.39                  | 261.9           | OK       |
| 24.16                          | 3.31             | 0.56             | -0.76            | 31.40               | 4.30               | 0.73               | -0.98              | 0.16                             | 13.83           | OK       | 3.63               | -0.47              | 3.72                  | 261.9           | OK       |
| 23.46                          | 3.21             | 0.64             | -0.75            | 30.50               | 4.18               | 0.83               | -0.98              | 0.15                             | 13.83           | OK       | 3.96               | -0.47              | 4.05                  | 261.9           | OK       |
| 22.73                          | 3.11             | 0.71             | -0.70            | 29.54               | 4.05               | 0.92               | -0.90              | 0.15                             | 13.83           | OK       | 4.28               | -0.43              | 4.35                  | 261.9           | OK       |
| 21.94                          | 3.01             | 0.77             | -0.58            | 28.52               | 3.91               | 1.01               | -0.75              | 0.14                             | 13.83           | OK       | 4.56               | -0.36              | 4.60                  | 261.9           | OK       |
| 21.09                          | 2.89             | 0.82             | -0.41            | 27.42               | 3.76               | 1.07               | -0.53              | 0.14                             | 13.83           | OK       | 4.76               | -0.25              | 4.78                  | 261.9           | OK       |
| 20.18                          | 2.76             | 0.85             | -0.19            | 26.23               | 3.59               | 1.11               | -0.25              | 0.13                             | 13.83           | OK       | 4.87               | -0.12              | 4.87                  | 261.9           | OK       |
| 19.18                          | 2.63             | 0.86             | 0.08             | 24.94               | 3.42               | 1.12               | 0.11               | 0.12                             | 13.83           | OK       | 4.86               | 0.05               | 4.86                  | 261.9           | OK       |
| 18.09                          | 2.48             | 0.83             | 0.41             | 23.52               | 3.22               | 1.08               | 0.54               | 0.12                             | 13.83           | OK       | 4.69               | 0.25               | 4.72                  | 261.9           | OK       |
| 16.88                          | 2.31             | 0.78             | 0.74             | 21.95               | 3.01               | 1.01               | 0.97               | 0.11                             | 13.83           | OK       | 4.37               | 0.46               | 4.44                  | 261.9           | OK       |
| 15.54                          | 2.13             | 0.69             | 1.06             | 20.20               | 2.77               | 0.89               | 1.38               | 0.10                             | 13.83           | OK       | 3.89               | 0.65               | 4.05                  | 261.9           | OK       |

| Sollecitazioni caratteristiche |                  |                  |                  | Sollecitazioni SLU  |                    |                    |                    | Verifica calcestruzzo proiettato |                 |          | Verifica centine   |                    |                       |                 |          |
|--------------------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-----------------|----------|--------------------|--------------------|-----------------------|-----------------|----------|
| N <sub>clsp</sub>              | N <sub>cen</sub> | M <sub>cen</sub> | T <sub>cen</sub> | N <sub>clsp,d</sub> | N <sub>cen,d</sub> | M <sub>cen,d</sub> | T <sub>cen,d</sub> | σ <sub>c,clsp,d</sub>            | f <sub>cd</sub> | Verifica | σ <sub>cen,d</sub> | τ <sub>cen,d</sub> | σ <sub>id,cen,d</sub> | f <sub>yd</sub> | Verifica |
| [kN]                           | [kN]             | [kNm]            | [kN]             | [kN]                | [kN]               | [kNm]              | [kN]               | [MPa]                            | [MPa]           | -        | [MPa]              | [MPa]              | [MPa]                 | [MPa]           | -        |
| 14.05                          | 1.92             | 0.57             | 1.31             | 18.26               | 2.50               | 0.74               | 1.70               | 0.09                             | 13.83           | OK       | 3.26               | 0.81               | 3.55                  | 261.9           | OK       |
| 12.40                          | 1.70             | 0.43             | 1.38             | 16.12               | 2.21               | 0.56               | 1.80               | 0.08                             | 13.83           | OK       | 2.55               | 0.85               | 2.95                  | 261.9           | OK       |
| 10.59                          | 1.45             | 0.31             | 1.13             | 13.77               | 1.89               | 0.40               | 1.47               | 0.07                             | 13.83           | OK       | 1.88               | 0.70               | 2.23                  | 261.9           | OK       |
| 8.74                           | 1.20             | 0.20             | 0.92             | 11.36               | 1.56               | 0.27               | 1.20               | 0.06                             | 13.83           | OK       | 1.32               | 0.57               | 1.64                  | 261.9           | OK       |
| 6.88                           | 0.94             | 0.12             | 0.71             | 8.94                | 1.22               | 0.16               | 0.92               | 0.04                             | 13.83           | OK       | 0.85               | 0.44               | 1.14                  | 261.9           | OK       |
| 4.98                           | 0.68             | 0.06             | 0.47             | 6.47                | 0.89               | 0.08               | 0.61               | 0.03                             | 13.83           | OK       | 0.50               | 0.29               | 0.71                  | 261.9           | OK       |
| 3.05                           | 0.42             | 0.03             | 0.28             | 3.96                | 0.54               | 0.03               | 0.37               | 0.02                             | 13.83           | OK       | 0.24               | 0.17               | 0.39                  | 261.9           | OK       |
| 1.03                           | 0.14             | 0.01             | 0.11             | 1.35                | 0.18               | 0.01               | 0.15               | 0.01                             | 13.83           | OK       | 0.07               | 0.07               | 0.14                  | 261.9           | OK       |

**Tabella 2: verifiche del sostegno di prima fase (M>0 fibre tese in intradosso) – GA03\_DIMA**

| Sollecitazioni caratteristiche |                  |                  |                  | Sollecitazioni SLU  |                    |                    |                    | Verifica calcestruzzo proiettato |                 |          | Verifica centine   |                    |                       |                 |          |
|--------------------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-----------------|----------|--------------------|--------------------|-----------------------|-----------------|----------|
| N <sub>clsp</sub>              | N <sub>cen</sub> | M <sub>cen</sub> | T <sub>cen</sub> | N <sub>clsp,d</sub> | N <sub>cen,d</sub> | M <sub>cen,d</sub> | T <sub>cen,d</sub> | σ <sub>c,clsp,d</sub>            | f <sub>cd</sub> | Verifica | σ <sub>cen,d</sub> | τ <sub>cen,d</sub> | σ <sub>id,cen,d</sub> | f <sub>yd</sub> | Verifica |
| [kN]                           | [kN]             | [kNm]            | [kN]             | [kN]                | [kN]               | [kNm]              | [kN]               | [MPa]                            | [MPa]           | -        | [MPa]              | [MPa]              | [MPa]                 | [MPa]           | -        |
| 26.42                          | 3.62             | 0.38             | -7.56            | 34.35               | 4.71               | 0.49               | -9.83              | 0.17                             | 13.83           | OK       | 2.84               | -4.67              | 8.57                  | 261.9           | OK       |
| 25.82                          | 3.54             | 0.74             | 0.34             | 33.57               | 4.60               | 0.96               | 0.44               | 0.17                             | 13.83           | OK       | 4.55               | 0.21               | 4.56                  | 261.9           | OK       |
| 25.50                          | 3.49             | 0.62             | 2.03             | 33.15               | 4.54               | 0.81               | 2.64               | 0.17                             | 13.83           | OK       | 3.97               | 1.25               | 4.52                  | 261.9           | OK       |
| 25.80                          | 3.54             | 0.43             | 1.75             | 33.54               | 4.60               | 0.56               | 2.28               | 0.17                             | 13.83           | OK       | 3.08               | 1.08               | 3.60                  | 261.9           | OK       |
| 26.80                          | 3.67             | 0.29             | 1.08             | 34.84               | 4.77               | 0.38               | 1.40               | 0.17                             | 13.83           | OK       | 2.44               | 0.67               | 2.70                  | 261.9           | OK       |
| 27.79                          | 3.81             | 0.21             | 0.62             | 36.13               | 4.95               | 0.27               | 0.81               | 0.18                             | 13.83           | OK       | 2.07               | 0.38               | 2.17                  | 261.9           | OK       |
| 29.19                          | 4.00             | 0.16             | 0.38             | 37.95               | 5.20               | 0.20               | 0.50               | 0.19                             | 13.83           | OK       | 1.88               | 0.24               | 1.93                  | 261.9           | OK       |
| 30.65                          | 4.20             | 0.12             | 0.26             | 39.84               | 5.46               | 0.16               | 0.34               | 0.20                             | 13.83           | OK       | 1.79               | 0.16               | 1.81                  | 261.9           | OK       |
| 32.23                          | 4.42             | 0.10             | 0.23             | 41.90               | 5.74               | 0.13               | 0.30               | 0.21                             | 13.83           | OK       | 1.73               | 0.14               | 1.75                  | 261.9           | OK       |
| 33.89                          | 4.64             | 0.08             | 0.23             | 44.05               | 6.04               | 0.10               | 0.30               | 0.22                             | 13.83           | OK       | 1.69               | 0.14               | 1.70                  | 261.9           | OK       |
| 35.67                          | 4.89             | 0.05             | 0.20             | 46.37               | 6.35               | 0.07               | 0.26               | 0.23                             | 13.83           | OK       | 1.65               | 0.13               | 1.67                  | 261.9           | OK       |
| 37.46                          | 5.13             | 0.03             | 0.20             | 48.70               | 6.67               | 0.04               | 0.25               | 0.24                             | 13.83           | OK       | 1.63               | 0.12               | 1.64                  | 261.9           | OK       |
| 39.25                          | 5.38             | 0.01             | 0.20             | 51.02               | 6.99               | 0.02               | 0.26               | 0.26                             | 13.83           | OK       | 1.60               | 0.12               | 1.61                  | 261.9           | OK       |
| 41.04                          | 5.62             | 0.00             | 0.17             | 53.35               | 7.31               | -0.01              | 0.23               | 0.27                             | 13.83           | OK       | 1.62               | 0.11               | 1.63                  | 261.9           | OK       |
| 42.84                          | 5.87             | -0.02            | 0.17             | 55.69               | 7.63               | -0.03              | 0.22               | 0.28                             | 13.83           | OK       | 1.78               | 0.10               | 1.79                  | 261.9           | OK       |
| 44.64                          | 6.12             | -0.04            | 0.17             | 58.03               | 7.95               | -0.05              | 0.22               | 0.29                             | 13.83           | OK       | 1.93               | 0.11               | 1.94                  | 261.9           | OK       |
| 46.39                          | 6.36             | -0.06            | 0.17             | 60.31               | 8.26               | -0.07              | 0.22               | 0.30                             | 13.83           | OK       | 2.08               | 0.10               | 2.08                  | 261.9           | OK       |
| 48.14                          | 6.60             | -0.07            | 0.15             | 62.59               | 8.57               | -0.09              | 0.19               | 0.31                             | 13.83           | OK       | 2.22               | 0.09               | 2.23                  | 261.9           | OK       |
| 49.90                          | 6.84             | -0.09            | 0.17             | 64.87               | 8.89               | -0.11              | 0.22               | 0.32                             | 13.83           | OK       | 2.36               | 0.10               | 2.37                  | 261.9           | OK       |
| 51.61                          | 7.07             | -0.10            | 0.14             | 67.10               | 9.19               | -0.13              | 0.18               | 0.34                             | 13.83           | OK       | 2.51               | 0.09               | 2.51                  | 261.9           | OK       |
| 53.37                          | 7.31             | -0.12            | 0.18             | 69.38               | 9.50               | -0.15              | 0.23               | 0.35                             | 13.83           | OK       | 2.65               | 0.11               | 2.66                  | 261.9           | OK       |
| 55.00                          | 7.54             | -0.13            | 0.15             | 71.50               | 9.80               | -0.17              | 0.19               | 0.36                             | 13.83           | OK       | 2.79               | 0.09               | 2.80                  | 261.9           | OK       |
| 56.67                          | 7.76             | -0.15            | 0.15             | 73.67               | 10.09              | -0.19              | 0.19               | 0.37                             | 13.83           | OK       | 2.93               | 0.09               | 2.93                  | 261.9           | OK       |
| 58.30                          | 7.99             | -0.16            | 0.13             | 75.79               | 10.38              | -0.21              | 0.17               | 0.38                             | 13.83           | OK       | 3.06               | 0.08               | 3.06                  | 261.9           | OK       |
| 60.01                          | 8.22             | -0.18            | 0.18             | 78.02               | 10.69              | -0.23              | 0.24               | 0.39                             | 13.83           | OK       | 3.20               | 0.11               | 3.21                  | 261.9           | OK       |
| 61.60                          | 8.44             | -0.20            | 0.15             | 80.08               | 10.97              | -0.25              | 0.19               | 0.40                             | 13.83           | OK       | 3.34               | 0.09               | 3.34                  | 261.9           | OK       |
| 63.21                          | 8.66             | -0.21            | 0.17             | 82.17               | 11.26              | -0.27              | 0.22               | 0.41                             | 13.83           | OK       | 3.48               | 0.10               | 3.48                  | 261.9           | OK       |
| 64.73                          | 8.87             | -0.23            | 0.14             | 84.15               | 11.53              | -0.29              | 0.19               | 0.42                             | 13.83           | OK       | 3.61               | 0.09               | 3.61                  | 261.9           | OK       |
| 66.32                          | 9.09             | -0.24            | 0.14             | 86.22               | 11.81              | -0.31              | 0.18               | 0.43                             | 13.83           | OK       | 3.74               | 0.08               | 3.74                  | 261.9           | OK       |
| 67.82                          | 9.29             | -0.25            | 0.13             | 88.17               | 12.08              | -0.33              | 0.16               | 0.44                             | 13.83           | OK       | 3.86               | 0.08               | 3.86                  | 261.9           | OK       |

| Sollecitazioni caratteristiche |                  |                  |                  | Sollecitazioni SLU  |                    |                    |                    | Verifica calcestruzzo proiettato |                 |          | Verifica centine   |                    |                       |                 |          |
|--------------------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-----------------|----------|--------------------|--------------------|-----------------------|-----------------|----------|
| N <sub>clsp</sub>              | N <sub>cen</sub> | M <sub>cen</sub> | T <sub>cen</sub> | N <sub>clsp,d</sub> | N <sub>cen,d</sub> | M <sub>cen,d</sub> | T <sub>cen,d</sub> | σ <sub>c,clsp,d</sub>            | f <sub>cd</sub> | Verifica | σ <sub>cen,d</sub> | τ <sub>cen,d</sub> | σ <sub>id,cen,d</sub> | f <sub>yd</sub> | Verifica |
| [kN]                           | [kN]             | [kNm]            | [kN]             | [kN]                | [kN]               | [kNm]              | [kN]               | [MPa]                            | [MPa]           | -        | [MPa]              | [MPa]              | [MPa]                 | [MPa]           | -        |
| 69.31                          | 9.50             | -0.27            | 0.16             | 90.10               | 12.34              | -0.35              | 0.21               | 0.45                             | 13.83           | OK       | 3.99               | 0.10               | 3.99                  | 261.9           | OK       |
| 70.72                          | 9.69             | -0.28            | 0.10             | 91.93               | 12.60              | -0.37              | 0.13               | 0.46                             | 13.83           | OK       | 4.11               | 0.06               | 4.11                  | 261.9           | OK       |
| 72.26                          | 9.90             | -0.29            | 0.10             | 93.93               | 12.87              | -0.38              | 0.13               | 0.47                             | 13.83           | OK       | 4.21               | 0.06               | 4.22                  | 261.9           | OK       |
| 73.71                          | 10.10            | -0.30            | 0.07             | 95.83               | 13.13              | -0.39              | 0.09               | 0.48                             | 13.83           | OK       | 4.31               | 0.04               | 4.31                  | 261.9           | OK       |
| 75.18                          | 10.30            | -0.31            | 0.04             | 97.74               | 13.39              | -0.40              | 0.05               | 0.49                             | 13.83           | OK       | 4.40               | 0.02               | 4.40                  | 261.9           | OK       |
| 76.67                          | 10.50            | -0.31            | 0.07             | 99.67               | 13.66              | -0.40              | 0.09               | 0.50                             | 13.83           | OK       | 4.48               | 0.04               | 4.48                  | 261.9           | OK       |
| 78.16                          | 10.71            | -0.33            | 0.39             | 101.61              | 13.92              | -0.43              | 0.51               | 0.51                             | 13.83           | OK       | 4.65               | 0.24               | 4.67                  | 261.9           | OK       |
| 79.88                          | 10.94            | -0.40            | 0.88             | 103.84              | 14.23              | -0.52              | 1.14               | 0.52                             | 13.83           | OK       | 5.02               | 0.54               | 5.11                  | 261.9           | OK       |
| 81.49                          | 11.16            | -0.47            | 0.60             | 105.94              | 14.51              | -0.61              | 0.79               | 0.53                             | 13.83           | OK       | 5.44               | 0.37               | 5.48                  | 261.9           | OK       |
| 82.81                          | 11.35            | -0.51            | 0.19             | 107.65              | 14.75              | -0.67              | 0.25               | 0.54                             | 13.83           | OK       | 5.68               | 0.12               | 5.69                  | 261.9           | OK       |
| 83.38                          | 11.42            | -0.52            | 0.02             | 108.39              | 14.85              | -0.68              | 0.03               | 0.54                             | 13.83           | OK       | 5.76               | 0.01               | 5.76                  | 261.9           | OK       |
| 83.99                          | 11.51            | -0.52            | -0.06            | 109.18              | 14.96              | -0.68              | -0.08              | 0.55                             | 13.83           | OK       | 5.77               | -0.04              | 5.77                  | 261.9           | OK       |
| 84.15                          | 11.53            | -0.51            | -0.09            | 109.40              | 14.99              | -0.67              | -0.12              | 0.55                             | 13.83           | OK       | 5.74               | -0.06              | 5.74                  | 261.9           | OK       |
| 83.87                          | 11.49            | -0.50            | -0.12            | 109.03              | 14.94              | -0.65              | -0.15              | 0.55                             | 13.83           | OK       | 5.68               | -0.07              | 5.68                  | 261.9           | OK       |
| 83.26                          | 11.41            | -0.49            | -0.08            | 108.24              | 14.83              | -0.64              | -0.10              | 0.54                             | 13.83           | OK       | 5.61               | -0.05              | 5.61                  | 261.9           | OK       |
| 82.35                          | 11.28            | -0.48            | -0.15            | 107.05              | 14.67              | -0.63              | -0.19              | 0.54                             | 13.83           | OK       | 5.52               | -0.09              | 5.52                  | 261.9           | OK       |
| 81.23                          | 11.13            | -0.47            | -0.17            | 105.60              | 14.47              | -0.61              | -0.23              | 0.53                             | 13.83           | OK       | 5.40               | -0.11              | 5.40                  | 261.9           | OK       |
| 79.96                          | 10.95            | -0.45            | -0.21            | 103.95              | 14.24              | -0.58              | -0.28              | 0.52                             | 13.83           | OK       | 5.26               | -0.13              | 5.26                  | 261.9           | OK       |
| 78.25                          | 10.72            | -0.43            | -0.15            | 101.73              | 13.94              | -0.56              | -0.19              | 0.51                             | 13.83           | OK       | 5.10               | -0.09              | 5.11                  | 261.9           | OK       |
| 76.58                          | 10.49            | -0.41            | -0.29            | 99.56               | 13.64              | -0.53              | -0.37              | 0.50                             | 13.83           | OK       | 4.93               | -0.18              | 4.94                  | 261.9           | OK       |
| 74.64                          | 10.23            | -0.38            | -0.21            | 97.03               | 13.29              | -0.50              | -0.27              | 0.49                             | 13.83           | OK       | 4.74               | -0.13              | 4.75                  | 261.9           | OK       |
| 72.52                          | 9.94             | -0.36            | -0.23            | 94.28               | 12.92              | -0.47              | -0.30              | 0.47                             | 13.83           | OK       | 4.55               | -0.14              | 4.56                  | 261.9           | OK       |
| 70.67                          | 9.68             | -0.34            | -0.25            | 91.87               | 12.59              | -0.44              | -0.32              | 0.46                             | 13.83           | OK       | 4.37               | -0.15              | 4.37                  | 261.9           | OK       |
| 68.59                          | 9.40             | -0.31            | -0.27            | 89.16               | 12.22              | -0.40              | -0.35              | 0.45                             | 13.83           | OK       | 4.16               | -0.17              | 4.17                  | 261.9           | OK       |
| 66.35                          | 9.09             | -0.29            | -0.15            | 86.25               | 11.82              | -0.38              | -0.20              | 0.43                             | 13.83           | OK       | 3.97               | -0.09              | 3.97                  | 261.9           | OK       |
| 64.44                          | 8.83             | -0.27            | -0.21            | 83.77               | 11.48              | -0.35              | -0.28              | 0.42                             | 13.83           | OK       | 3.81               | -0.13              | 3.82                  | 261.9           | OK       |
| 62.46                          | 8.56             | -0.25            | -0.15            | 81.20               | 11.13              | -0.33              | -0.20              | 0.41                             | 13.83           | OK       | 3.64               | -0.09              | 3.65                  | 261.9           | OK       |
| 60.70                          | 8.32             | -0.24            | -0.15            | 78.91               | 10.81              | -0.31              | -0.19              | 0.39                             | 13.83           | OK       | 3.50               | -0.09              | 3.51                  | 261.9           | OK       |
| 59.09                          | 8.10             | -0.23            | -0.09            | 76.82               | 10.52              | -0.29              | -0.12              | 0.38                             | 13.83           | OK       | 3.38               | -0.06              | 3.39                  | 261.9           | OK       |
| 57.47                          | 7.87             | -0.22            | -0.02            | 74.72               | 10.24              | -0.29              | -0.03              | 0.37                             | 13.83           | OK       | 3.30               | -0.01              | 3.30                  | 261.9           | OK       |
| 56.23                          | 7.70             | -0.22            | 0.00             | 73.10               | 10.01              | -0.28              | 0.00               | 0.37                             | 13.83           | OK       | 3.24               | 0.00               | 3.24                  | 261.9           | OK       |
| 54.87                          | 7.52             | -0.22            | -0.05            | 71.33               | 9.77               | -0.28              | -0.06              | 0.36                             | 13.83           | OK       | 3.18               | -0.03              | 3.18                  | 261.9           | OK       |
| 54.00                          | 7.40             | -0.22            | 0.13             | 70.20               | 9.62               | -0.29              | 0.16               | 0.35                             | 13.83           | OK       | 3.16               | 0.08               | 3.17                  | 261.9           | OK       |
| 52.99                          | 7.26             | -0.23            | 0.07             | 68.88               | 9.44               | -0.30              | 0.10               | 0.34                             | 13.83           | OK       | 3.17               | 0.05               | 3.17                  | 261.9           | OK       |
| 52.15                          | 7.14             | -0.24            | 0.13             | 67.79               | 9.29               | -0.31              | 0.17               | 0.34                             | 13.83           | OK       | 3.19               | 0.08               | 3.19                  | 261.9           | OK       |
| 51.49                          | 7.06             | -0.25            | 0.07             | 66.94               | 9.17               | -0.33              | 0.10               | 0.33                             | 13.83           | OK       | 3.21               | 0.05               | 3.21                  | 261.9           | OK       |
| 50.50                          | 6.92             | -0.26            | 0.18             | 65.65               | 8.99               | -0.34              | 0.24               | 0.33                             | 13.83           | OK       | 3.23               | 0.11               | 3.24                  | 261.9           | OK       |
| 49.87                          | 6.83             | -0.28            | 0.09             | 64.84               | 8.88               | -0.36              | 0.11               | 0.32                             | 13.83           | OK       | 3.27               | 0.05               | 3.27                  | 261.9           | OK       |
| 49.05                          | 6.72             | -0.29            | 0.14             | 63.76               | 8.74               | -0.38              | 0.18               | 0.32                             | 13.83           | OK       | 3.29               | 0.09               | 3.30                  | 261.9           | OK       |
| 48.09                          | 6.59             | -0.30            | 0.05             | 62.52               | 8.57               | -0.39              | 0.06               | 0.31                             | 13.83           | OK       | 3.30               | 0.03               | 3.30                  | 261.9           | OK       |
| 47.02                          | 6.44             | -0.30            | 0.05             | 61.12               | 8.37               | -0.39              | 0.07               | 0.31                             | 13.83           | OK       | 3.28               | 0.03               | 3.29                  | 261.9           | OK       |
| 45.91                          | 6.29             | -0.31            | 0.04             | 59.69               | 8.18               | -0.40              | 0.05               | 0.30                             | 13.83           | OK       | 3.26               | 0.02               | 3.26                  | 261.9           | OK       |
| 44.54                          | 6.10             | -0.31            | 0.00             | 57.90               | 7.93               | -0.40              | 0.01               | 0.29                             | 13.83           | OK       | 3.22               | 0.00               | 3.22                  | 261.9           | OK       |
| 42.84                          | 5.87             | -0.31            | -0.01            | 55.70               | 7.63               | -0.40              | -0.01              | 0.28                             | 13.83           | OK       | 3.15               | 0.00               | 3.15                  | 261.9           | OK       |

| Sollecitazioni caratteristiche |                  |                  |                  | Sollecitazioni SLU  |                    |                    |                    | Verifica calcestruzzo proiettato |                 |          | Verifica centine   |                    |                       |                 |          |
|--------------------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-----------------|----------|--------------------|--------------------|-----------------------|-----------------|----------|
| N <sub>clsp</sub>              | N <sub>cen</sub> | M <sub>cen</sub> | T <sub>cen</sub> | N <sub>clsp,d</sub> | N <sub>cen,d</sub> | M <sub>cen,d</sub> | T <sub>cen,d</sub> | σ <sub>c,clsp,d</sub>            | f <sub>cd</sub> | Verifica | σ <sub>cen,d</sub> | τ <sub>cen,d</sub> | σ <sub>id,cen,d</sub> | f <sub>yd</sub> | Verifica |
| [kN]                           | [kN]             | [kNm]            | [kN]             | [kN]                | [kN]               | [kNm]              | [kN]               | [MPa]                            | [MPa]           | -        | [MPa]              | [MPa]              | [MPa]                 | [MPa]           | -        |
| 41.26                          | 5.65             | -0.30            | -0.12            | 53.63               | 7.35               | -0.39              | -0.16              | 0.27                             | 13.83           | OK       | 3.06               | -0.08              | 3.06                  | 261.9           | OK       |
| 39.36                          | 5.39             | -0.29            | -0.13            | 51.17               | 7.01               | -0.38              | -0.17              | 0.26                             | 13.83           | OK       | 2.93               | -0.08              | 2.93                  | 261.9           | OK       |
| 37.17                          | 5.09             | -0.28            | -0.12            | 48.32               | 6.62               | -0.36              | -0.15              | 0.24                             | 13.83           | OK       | 2.78               | -0.07              | 2.79                  | 261.9           | OK       |
| 34.84                          | 4.77             | -0.26            | -0.20            | 45.29               | 6.20               | -0.34              | -0.26              | 0.23                             | 13.83           | OK       | 2.62               | -0.13              | 2.62                  | 261.9           | OK       |
| 32.40                          | 4.44             | -0.24            | -0.30            | 42.13               | 5.77               | -0.31              | -0.39              | 0.21                             | 13.83           | OK       | 2.40               | -0.18              | 2.42                  | 261.9           | OK       |
| 29.77                          | 4.08             | -0.21            | -0.28            | 38.70               | 5.30               | -0.27              | -0.36              | 0.19                             | 13.83           | OK       | 2.16               | -0.17              | 2.18                  | 261.9           | OK       |
| 26.98                          | 3.70             | -0.18            | -0.33            | 35.07               | 4.81               | -0.23              | -0.43              | 0.18                             | 13.83           | OK       | 1.90               | -0.20              | 1.94                  | 261.9           | OK       |
| 23.95                          | 3.28             | -0.14            | -0.34            | 31.13               | 4.27               | -0.19              | -0.44              | 0.16                             | 13.83           | OK       | 1.63               | -0.21              | 1.67                  | 261.9           | OK       |
| 21.02                          | 2.88             | -0.11            | -0.40            | 27.33               | 3.74               | -0.14              | -0.52              | 0.14                             | 13.83           | OK       | 1.34               | -0.25              | 1.40                  | 261.9           | OK       |
| 17.83                          | 2.44             | -0.07            | -0.40            | 23.17               | 3.18               | -0.09              | -0.52              | 0.12                             | 13.83           | OK       | 1.02               | -0.25              | 1.11                  | 261.9           | OK       |
| 14.67                          | 2.01             | -0.03            | -0.41            | 19.07               | 2.61               | -0.04              | -0.53              | 0.10                             | 13.83           | OK       | 0.70               | -0.25              | 0.83                  | 261.9           | OK       |
| 11.50                          | 1.58             | 0.01             | -0.43            | 14.95               | 2.05               | 0.02               | -0.56              | 0.07                             | 13.83           | OK       | 0.52               | -0.27              | 0.69                  | 261.9           | OK       |
| 8.34                           | 1.14             | 0.06             | -0.41            | 10.84               | 1.49               | 0.07               | -0.54              | 0.05                             | 13.83           | OK       | 0.60               | -0.26              | 0.74                  | 261.9           | OK       |
| 5.23                           | 0.72             | 0.10             | -0.38            | 6.80                | 0.93               | 0.13               | -0.49              | 0.03                             | 13.83           | OK       | 0.67               | -0.23              | 0.78                  | 261.9           | OK       |
| 2.10                           | 0.29             | 0.14             | -0.40            | 2.73                | 0.37               | 0.18               | -0.53              | 0.01                             | 13.83           | OK       | 0.73               | -0.25              | 0.85                  | 261.9           | OK       |
| -0.88                          | -0.12            | 0.18             | -0.39            | -1.14               | -0.16              | 0.23               | -0.50              | -0.01                            | 0.81            | OK       | 0.81               | -0.24              | 0.91                  | 261.9           | OK       |
| -3.82                          | -0.52            | 0.21             | -0.35            | -4.96               | -0.68              | 0.28               | -0.46              | -0.02                            | 0.81            | OK       | 0.87               | -0.22              | 0.95                  | 261.9           | OK       |
| -6.61                          | -0.91            | 0.25             | -0.30            | -8.59               | -1.18              | 0.32               | -0.39              | -0.04                            | 0.81            | OK       | 0.92               | -0.19              | 0.97                  | 261.9           | OK       |
| -9.38                          | -1.28            | 0.28             | -0.34            | -12.19              | -1.67              | 0.36               | -0.44              | -0.06                            | 0.81            | OK       | 0.96               | -0.21              | 1.03                  | 261.9           | OK       |
| -12.09                         | -1.66            | 0.31             | -0.35            | -15.71              | -2.15              | 0.41               | -0.45              | -0.08                            | 0.81            | OK       | 1.02               | -0.22              | 1.09                  | 261.9           | OK       |
| -14.63                         | -2.00            | 0.35             | -0.31            | -19.01              | -2.61              | 0.45               | -0.40              | -0.10                            | 0.81            | OK       | 1.08               | -0.19              | 1.13                  | 261.9           | OK       |
| -16.91                         | -2.32            | 0.37             | -0.27            | -21.98              | -3.01              | 0.49               | -0.35              | -0.11                            | 0.81            | OK       | 1.13               | -0.16              | 1.16                  | 261.9           | OK       |
| -19.27                         | -2.64            | 0.40             | -0.28            | -25.05              | -3.43              | 0.52               | -0.36              | -0.13                            | 0.81            | OK       | 1.17               | -0.17              | 1.21                  | 261.9           | OK       |
| -21.58                         | -2.96            | 0.43             | -0.25            | -28.05              | -3.84              | 0.56               | -0.32              | -0.14                            | 0.81            | OK       | 1.20               | -0.15              | 1.23                  | 261.9           | OK       |
| -23.68                         | -3.24            | 0.45             | -0.24            | -30.78              | -4.22              | 0.59               | -0.31              | -0.15                            | 0.81            | OK       | 1.24               | -0.15              | 1.26                  | 261.9           | OK       |
| -25.63                         | -3.51            | 0.48             | -0.28            | -33.31              | -4.56              | 0.62               | -0.36              | -0.17                            | 0.81            | OK       | 1.29               | -0.17              | 1.32                  | 261.9           | OK       |
| -27.38                         | -3.75            | 0.50             | -0.21            | -35.59              | -4.88              | 0.65               | -0.27              | -0.18                            | 0.81            | OK       | 1.34               | -0.13              | 1.35                  | 261.9           | OK       |
| -29.26                         | -4.01            | 0.52             | -0.21            | -38.04              | -5.21              | 0.68               | -0.27              | -0.19                            | 0.81            | OK       | 1.36               | -0.13              | 1.38                  | 261.9           | OK       |
| -30.59                         | -4.19            | 0.54             | -0.16            | -39.76              | -5.45              | 0.71               | -0.21              | -0.20                            | 0.81            | OK       | 1.40               | -0.10              | 1.41                  | 261.9           | OK       |
| -32.35                         | -4.43            | 0.55             | -0.08            | -42.06              | -5.76              | 0.72               | -0.10              | -0.21                            | 0.81            | OK       | 1.39               | -0.05              | 1.39                  | 261.9           | OK       |
| -33.28                         | -4.56            | 0.57             | -0.27            | -43.26              | -5.93              | 0.74               | -0.36              | -0.22                            | 0.81            | OK       | 1.43               | -0.17              | 1.46                  | 261.9           | OK       |
| -34.69                         | -4.75            | 0.59             | -0.12            | -45.09              | -6.18              | 0.77               | -0.16              | -0.23                            | 0.81            | OK       | 1.48               | -0.08              | 1.48                  | 261.9           | OK       |
| -35.65                         | -4.88            | 0.60             | -0.11            | -46.34              | -6.35              | 0.78               | -0.14              | -0.23                            | 0.81            | OK       | 1.49               | -0.07              | 1.50                  | 261.9           | OK       |
| -36.69                         | -5.03            | 0.62             | -0.12            | -47.69              | -6.53              | 0.80               | -0.15              | -0.24                            | 0.81            | OK       | 1.51               | -0.07              | 1.51                  | 261.9           | OK       |
| -37.03                         | -5.07            | 0.62             | -0.02            | -48.14              | -6.60              | 0.81               | -0.03              | -0.24                            | 0.81            | OK       | 1.53               | -0.01              | 1.53                  | 261.9           | OK       |
| -37.83                         | -5.18            | 0.62             | -0.02            | -49.18              | -6.74              | 0.81               | -0.03              | -0.25                            | 0.81            | OK       | 1.51               | -0.02              | 1.51                  | 261.9           | OK       |
| -38.33                         | -5.25            | 0.63             | -0.14            | -49.83              | -6.83              | 0.82               | -0.18              | -0.25                            | 0.81            | OK       | 1.53               | -0.09              | 1.53                  | 261.9           | OK       |
| -38.68                         | -5.30            | 0.64             | -0.02            | -50.29              | -6.89              | 0.83               | -0.02              | -0.25                            | 0.81            | OK       | 1.55               | -0.01              | 1.55                  | 261.9           | OK       |
| -38.75                         | -5.31            | 0.64             | 0.01             | -50.37              | -6.90              | 0.83               | 0.01               | -0.25                            | 0.81            | OK       | 1.55               | 0.01               | 1.55                  | 261.9           | OK       |
| -38.87                         | -5.33            | 0.64             | -0.02            | -50.53              | -6.92              | 0.83               | -0.03              | -0.25                            | 0.81            | OK       | 1.55               | -0.01              | 1.55                  | 261.9           | OK       |
| -38.57                         | -5.29            | 0.64             | 0.03             | -50.15              | -6.87              | 0.83               | 0.04               | -0.25                            | 0.81            | OK       | 1.56               | 0.02               | 1.56                  | 261.9           | OK       |
| -38.17                         | -5.23            | 0.63             | 0.15             | -49.63              | -6.80              | 0.82               | 0.19               | -0.25                            | 0.81            | OK       | 1.53               | 0.09               | 1.54                  | 261.9           | OK       |
| -37.89                         | -5.19            | 0.62             | -0.01            | -49.26              | -6.75              | 0.81               | -0.02              | -0.25                            | 0.81            | OK       | 1.51               | -0.01              | 1.51                  | 261.9           | OK       |
| -37.18                         | -5.09            | 0.62             | 0.04             | -48.33              | -6.62              | 0.81               | 0.05               | -0.24                            | 0.81            | OK       | 1.53               | 0.02               | 1.53                  | 261.9           | OK       |

| Sollecitazioni caratteristiche |                  |                  |                  | Sollecitazioni SLU  |                    |                    |                    | Verifica calcestruzzo proiettato |                 |          | Verifica centine   |                    |                       |                 |          |
|--------------------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-----------------|----------|--------------------|--------------------|-----------------------|-----------------|----------|
| N <sub>clsp</sub>              | N <sub>cen</sub> | M <sub>cen</sub> | T <sub>cen</sub> | N <sub>clsp,d</sub> | N <sub>cen,d</sub> | M <sub>cen,d</sub> | T <sub>cen,d</sub> | σ <sub>c,clsp,d</sub>            | f <sub>cd</sub> | Verifica | σ <sub>cen,d</sub> | τ <sub>cen,d</sub> | σ <sub>id,cen,d</sub> | f <sub>yd</sub> | Verifica |
| [kN]                           | [kN]             | [kNm]            | [kN]             | [kN]                | [kN]               | [kNm]              | [kN]               | [MPa]                            | [MPa]           | -        | [MPa]              | [MPa]              | [MPa]                 | [MPa]           | -        |
| -36.52                         | -5.00            | 0.62             | 0.12             | -47.48              | -6.51              | 0.80               | 0.16               | -0.24                            | 0.81            | OK       | 1.52               | 0.08               | 1.52                  | 261.9           | OK       |
| -35.82                         | -4.91            | 0.60             | 0.14             | -46.57              | -6.38              | 0.78               | 0.18               | -0.23                            | 0.81            | OK       | 1.48               | 0.09               | 1.49                  | 261.9           | OK       |
| -34.62                         | -4.74            | 0.59             | 0.10             | -45.01              | -6.17              | 0.77               | 0.12               | -0.23                            | 0.81            | OK       | 1.47               | 0.06               | 1.47                  | 261.9           | OK       |
| -33.25                         | -4.56            | 0.57             | 0.26             | -43.23              | -5.92              | 0.74               | 0.34               | -0.22                            | 0.81            | OK       | 1.44               | 0.16               | 1.47                  | 261.9           | OK       |
| -32.29                         | -4.42            | 0.56             | 0.07             | -41.98              | -5.75              | 0.72               | 0.10               | -0.21                            | 0.81            | OK       | 1.40               | 0.05               | 1.40                  | 261.9           | OK       |
| -30.82                         | -4.22            | 0.54             | 0.19             | -40.06              | -5.49              | 0.71               | 0.25               | -0.20                            | 0.81            | OK       | 1.39               | 0.12               | 1.41                  | 261.9           | OK       |
| -29.25                         | -4.01            | 0.52             | 0.20             | -38.02              | -5.21              | 0.68               | 0.26               | -0.19                            | 0.81            | OK       | 1.36               | 0.12               | 1.38                  | 261.9           | OK       |
| -27.25                         | -3.73            | 0.50             | 0.22             | -35.43              | -4.85              | 0.65               | 0.28               | -0.18                            | 0.81            | OK       | 1.34               | 0.13               | 1.36                  | 261.9           | OK       |
| -25.74                         | -3.53            | 0.48             | 0.30             | -33.47              | -4.59              | 0.62               | 0.39               | -0.17                            | 0.81            | OK       | 1.27               | 0.18               | 1.31                  | 261.9           | OK       |
| -23.50                         | -3.22            | 0.45             | 0.16             | -30.54              | -4.18              | 0.59               | 0.21               | -0.15                            | 0.81            | OK       | 1.25               | 0.10               | 1.26                  | 261.9           | OK       |
| -21.68                         | -2.97            | 0.43             | 0.29             | -28.19              | -3.86              | 0.56               | 0.38               | -0.14                            | 0.81            | OK       | 1.21               | 0.18               | 1.25                  | 261.9           | OK       |
| -19.14                         | -2.62            | 0.40             | 0.27             | -24.88              | -3.41              | 0.52               | 0.35               | -0.12                            | 0.81            | OK       | 1.18               | 0.17               | 1.21                  | 261.9           | OK       |
| -17.09                         | -2.34            | 0.37             | 0.29             | -22.22              | -3.04              | 0.49               | 0.38               | -0.11                            | 0.81            | OK       | 1.12               | 0.18               | 1.17                  | 261.9           | OK       |
| -14.62                         | -2.00            | 0.34             | 0.31             | -19.01              | -2.60              | 0.45               | 0.40               | -0.10                            | 0.81            | OK       | 1.08               | 0.19               | 1.13                  | 261.9           | OK       |
| -12.07                         | -1.65            | 0.31             | 0.35             | -15.69              | -2.15              | 0.41               | 0.45               | -0.08                            | 0.81            | OK       | 1.02               | 0.21               | 1.08                  | 261.9           | OK       |
| -9.40                          | -1.29            | 0.28             | 0.31             | -12.23              | -1.68              | 0.36               | 0.41               | -0.06                            | 0.81            | OK       | 0.96               | 0.19               | 1.02                  | 261.9           | OK       |
| -6.65                          | -0.91            | 0.25             | 0.33             | -8.64               | -1.18              | 0.32               | 0.43               | -0.04                            | 0.81            | OK       | 0.92               | 0.20               | 0.98                  | 261.9           | OK       |
| -3.84                          | -0.53            | 0.21             | 0.36             | -4.99               | -0.68              | 0.28               | 0.46               | -0.02                            | 0.81            | OK       | 0.86               | 0.22               | 0.94                  | 261.9           | OK       |
| -0.91                          | -0.12            | 0.18             | 0.37             | -1.18               | -0.16              | 0.23               | 0.48               | -0.01                            | 0.81            | OK       | 0.81               | 0.23               | 0.90                  | 261.9           | OK       |
| 2.09                           | 0.29             | 0.14             | 0.42             | 2.71                | 0.37               | 0.18               | 0.54               | 0.01                             | 13.83           | OK       | 0.74               | 0.26               | 0.86                  | 261.9           | OK       |
| 5.22                           | 0.71             | 0.10             | 0.38             | 6.78                | 0.93               | 0.13               | 0.49               | 0.03                             | 13.83           | OK       | 0.67               | 0.23               | 0.78                  | 261.9           | OK       |
| 8.31                           | 1.14             | 0.06             | 0.41             | 10.80               | 1.48               | 0.07               | 0.53               | 0.05                             | 13.83           | OK       | 0.60               | 0.25               | 0.74                  | 261.9           | OK       |
| 11.47                          | 1.57             | 0.02             | 0.43             | 14.91               | 2.04               | 0.02               | 0.56               | 0.07                             | 13.83           | OK       | 0.52               | 0.26               | 0.69                  | 261.9           | OK       |
| 14.66                          | 2.01             | -0.03            | 0.41             | 19.05               | 2.61               | -0.03              | 0.54               | 0.10                             | 13.83           | OK       | 0.70               | 0.26               | 0.83                  | 261.9           | OK       |
| 17.78                          | 2.44             | -0.07            | 0.39             | 23.12               | 3.17               | -0.09              | 0.51               | 0.12                             | 13.83           | OK       | 1.02               | 0.24               | 1.10                  | 261.9           | OK       |
| 20.98                          | 2.87             | -0.11            | 0.41             | 27.27               | 3.74               | -0.14              | 0.53               | 0.14                             | 13.83           | OK       | 1.33               | 0.25               | 1.40                  | 261.9           | OK       |
| 23.92                          | 3.28             | -0.14            | 0.32             | 31.10               | 4.26               | -0.19              | 0.42               | 0.16                             | 13.83           | OK       | 1.62               | 0.20               | 1.66                  | 261.9           | OK       |
| 26.93                          | 3.69             | -0.18            | 0.33             | 35.02               | 4.80               | -0.23              | 0.43               | 0.18                             | 13.83           | OK       | 1.90               | 0.20               | 1.93                  | 261.9           | OK       |
| 29.72                          | 4.07             | -0.21            | 0.29             | 38.64               | 5.29               | -0.27              | 0.38               | 0.19                             | 13.83           | OK       | 2.16               | 0.18               | 2.18                  | 261.9           | OK       |
| 32.40                          | 4.44             | -0.24            | 0.29             | 42.13               | 5.77               | -0.31              | 0.37               | 0.21                             | 13.83           | OK       | 2.40               | 0.18               | 2.42                  | 261.9           | OK       |
| 34.80                          | 4.77             | -0.26            | 0.21             | 45.24               | 6.20               | -0.34              | 0.27               | 0.23                             | 13.83           | OK       | 2.61               | 0.13               | 2.62                  | 261.9           | OK       |
| 37.14                          | 5.09             | -0.28            | 0.11             | 48.28               | 6.62               | -0.36              | 0.14               | 0.24                             | 13.83           | OK       | 2.78               | 0.07               | 2.78                  | 261.9           | OK       |
| 39.31                          | 5.39             | -0.29            | 0.14             | 51.11               | 7.00               | -0.38              | 0.18               | 0.26                             | 13.83           | OK       | 2.92               | 0.08               | 2.93                  | 261.9           | OK       |
| 41.26                          | 5.65             | -0.30            | 0.12             | 53.64               | 7.35               | -0.39              | 0.16               | 0.27                             | 13.83           | OK       | 3.06               | 0.08               | 3.06                  | 261.9           | OK       |
| 42.80                          | 5.86             | -0.31            | 0.02             | 55.64               | 7.62               | -0.40              | 0.02               | 0.28                             | 13.83           | OK       | 3.16               | 0.01               | 3.16                  | 261.9           | OK       |
| 44.49                          | 6.10             | -0.31            | -0.03            | 57.83               | 7.92               | -0.40              | -0.04              | 0.29                             | 13.83           | OK       | 3.22               | -0.02              | 3.22                  | 261.9           | OK       |
| 45.84                          | 6.28             | -0.31            | -0.02            | 59.60               | 8.17               | -0.40              | -0.03              | 0.30                             | 13.83           | OK       | 3.26               | -0.01              | 3.26                  | 261.9           | OK       |
| 47.08                          | 6.45             | -0.30            | -0.07            | 61.20               | 8.38               | -0.39              | -0.09              | 0.31                             | 13.83           | OK       | 3.29               | -0.04              | 3.29                  | 261.9           | OK       |
| 48.01                          | 6.58             | -0.30            | -0.04            | 62.42               | 8.55               | -0.39              | -0.05              | 0.31                             | 13.83           | OK       | 3.30               | -0.03              | 3.30                  | 261.9           | OK       |
| 49.03                          | 6.72             | -0.29            | -0.15            | 63.74               | 8.73               | -0.37              | -0.20              | 0.32                             | 13.83           | OK       | 3.29               | -0.09              | 3.29                  | 261.9           | OK       |
| 49.84                          | 6.83             | -0.28            | -0.08            | 64.79               | 8.88               | -0.36              | -0.10              | 0.32                             | 13.83           | OK       | 3.27               | -0.05              | 3.27                  | 261.9           | OK       |
| 50.59                          | 6.93             | -0.26            | -0.16            | 65.76               | 9.01               | -0.34              | -0.21              | 0.33                             | 13.83           | OK       | 3.24               | -0.10              | 3.24                  | 261.9           | OK       |
| 51.38                          | 7.04             | -0.25            | -0.11            | 66.79               | 9.15               | -0.33              | -0.14              | 0.33                             | 13.83           | OK       | 3.21               | -0.07              | 3.21                  | 261.9           | OK       |
| 52.14                          | 7.14             | -0.24            | -0.13            | 67.79               | 9.29               | -0.31              | -0.17              | 0.34                             | 13.83           | OK       | 3.18               | -0.08              | 3.18                  | 261.9           | OK       |



| Sollecitazioni caratteristiche |                  |                  |                  | Sollecitazioni SLU  |                    |                    |                    | Verifica calcestruzzo proiettato |                 |          | Verifica centine   |                    |                       |                 |          |
|--------------------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-----------------|----------|--------------------|--------------------|-----------------------|-----------------|----------|
| N <sub>clsp</sub>              | N <sub>cen</sub> | M <sub>cen</sub> | T <sub>cen</sub> | N <sub>clsp,d</sub> | N <sub>cen,d</sub> | M <sub>cen,d</sub> | T <sub>cen,d</sub> | σ <sub>c,clsp,d</sub>            | f <sub>cd</sub> | Verifica | σ <sub>cen,d</sub> | τ <sub>cen,d</sub> | σ <sub>id,cen,d</sub> | f <sub>yd</sub> | Verifica |
| [kN]                           | [kN]             | [kNm]            | [kN]             | [kN]                | [kN]               | [kNm]              | [kN]               | [MPa]                            | [MPa]           | -        | [MPa]              | [MPa]              | [MPa]                 | [MPa]           | -        |
| 52.96                          | 7.26             | -0.23            | -0.06            | 68.85               | 9.43               | -0.30              | -0.08              | 0.34                             | 13.83           | OK       | 3.17               | -0.04              | 3.17                  | 261.9           | OK       |
| 53.94                          | 7.39             | -0.22            | -0.11            | 70.13               | 9.61               | -0.29              | -0.14              | 0.35                             | 13.83           | OK       | 3.17               | -0.07              | 3.17                  | 261.9           | OK       |
| 54.94                          | 7.53             | -0.22            | 0.02             | 71.42               | 9.78               | -0.28              | 0.02               | 0.36                             | 13.83           | OK       | 3.18               | 0.01               | 3.18                  | 261.9           | OK       |
| 56.21                          | 7.70             | -0.22            | 0.00             | 73.08               | 10.01              | -0.28              | 0.00               | 0.37                             | 13.83           | OK       | 3.24               | 0.00               | 3.24                  | 261.9           | OK       |
| 57.48                          | 7.88             | -0.22            | 0.06             | 74.72               | 10.24              | -0.29              | 0.07               | 0.37                             | 13.83           | OK       | 3.30               | 0.03               | 3.30                  | 261.9           | OK       |
| 58.97                          | 8.08             | -0.23            | 0.04             | 76.66               | 10.50              | -0.29              | 0.05               | 0.38                             | 13.83           | OK       | 3.38               | 0.03               | 3.38                  | 261.9           | OK       |
| 60.70                          | 8.32             | -0.24            | 0.15             | 78.91               | 10.81              | -0.31              | 0.20               | 0.39                             | 13.83           | OK       | 3.49               | 0.09               | 3.50                  | 261.9           | OK       |
| 62.51                          | 8.56             | -0.25            | 0.19             | 81.26               | 11.13              | -0.33              | 0.24               | 0.41                             | 13.83           | OK       | 3.65               | 0.12               | 3.65                  | 261.9           | OK       |
| 64.38                          | 8.82             | -0.27            | 0.20             | 83.70               | 11.47              | -0.35              | 0.26               | 0.42                             | 13.83           | OK       | 3.81               | 0.12               | 3.82                  | 261.9           | OK       |
| 66.29                          | 9.08             | -0.29            | 0.13             | 86.18               | 11.81              | -0.37              | 0.17               | 0.43                             | 13.83           | OK       | 3.97               | 0.08               | 3.97                  | 261.9           | OK       |
| 68.59                          | 9.40             | -0.31            | 0.30             | 89.16               | 12.22              | -0.40              | 0.40               | 0.45                             | 13.83           | OK       | 4.16               | 0.19               | 4.17                  | 261.9           | OK       |
| 70.55                          | 9.67             | -0.34            | 0.24             | 91.71               | 12.57              | -0.44              | 0.31               | 0.46                             | 13.83           | OK       | 4.37               | 0.15               | 4.37                  | 261.9           | OK       |
| 72.54                          | 9.94             | -0.36            | 0.21             | 94.30               | 12.92              | -0.47              | 0.28               | 0.47                             | 13.83           | OK       | 4.55               | 0.13               | 4.56                  | 261.9           | OK       |
| 74.63                          | 10.22            | -0.38            | 0.22             | 97.01               | 13.29              | -0.50              | 0.28               | 0.49                             | 13.83           | OK       | 4.74               | 0.14               | 4.74                  | 261.9           | OK       |
| 76.62                          | 10.50            | -0.41            | 0.31             | 99.61               | 13.65              | -0.53              | 0.41               | 0.50                             | 13.83           | OK       | 4.94               | 0.19               | 4.95                  | 261.9           | OK       |
| 78.13                          | 10.70            | -0.43            | 0.07             | 101.57              | 13.92              | -0.56              | 0.10               | 0.51                             | 13.83           | OK       | 5.10               | 0.05               | 5.10                  | 261.9           | OK       |
| 80.03                          | 10.96            | -0.44            | 0.27             | 104.03              | 14.25              | -0.58              | 0.35               | 0.52                             | 13.83           | OK       | 5.25               | 0.17               | 5.26                  | 261.9           | OK       |
| 81.08                          | 11.11            | -0.47            | 0.16             | 105.40              | 14.44              | -0.61              | 0.21               | 0.53                             | 13.83           | OK       | 5.40               | 0.10               | 5.40                  | 261.9           | OK       |
| 82.49                          | 11.30            | -0.48            | 0.15             | 107.24              | 14.69              | -0.63              | 0.19               | 0.54                             | 13.83           | OK       | 5.53               | 0.09               | 5.53                  | 261.9           | OK       |
| 83.21                          | 11.40            | -0.49            | 0.05             | 108.17              | 14.82              | -0.64              | 0.07               | 0.54                             | 13.83           | OK       | 5.60               | 0.03               | 5.60                  | 261.9           | OK       |
| 83.90                          | 11.49            | -0.50            | 0.13             | 109.07              | 14.94              | -0.65              | 0.18               | 0.55                             | 13.83           | OK       | 5.67               | 0.08               | 5.68                  | 261.9           | OK       |
| 83.80                          | 11.48            | -0.51            | 0.11             | 108.94              | 14.93              | -0.67              | 0.14               | 0.54                             | 13.83           | OK       | 5.73               | 0.07               | 5.73                  | 261.9           | OK       |
| 83.99                          | 11.51            | -0.52            | 0.05             | 109.18              | 14.96              | -0.68              | 0.06               | 0.55                             | 13.83           | OK       | 5.77               | 0.03               | 5.77                  | 261.9           | OK       |
| 83.69                          | 11.47            | -0.52            | -0.03            | 108.79              | 14.91              | -0.68              | -0.04              | 0.54                             | 13.83           | OK       | 5.77               | -0.02              | 5.77                  | 261.9           | OK       |
| 82.56                          | 11.31            | -0.51            | -0.16            | 107.32              | 14.70              | -0.67              | -0.21              | 0.54                             | 13.83           | OK       | 5.68               | -0.10              | 5.68                  | 261.9           | OK       |
| 81.37                          | 11.15            | -0.47            | -0.65            | 105.79              | 14.49              | -0.61              | -0.85              | 0.53                             | 13.83           | OK       | 5.44               | -0.40              | 5.48                  | 261.9           | OK       |
| 79.94                          | 10.95            | -0.40            | -0.89            | 103.92              | 14.24              | -0.51              | -1.15              | 0.52                             | 13.83           | OK       | 5.01               | -0.55              | 5.10                  | 261.9           | OK       |
| 78.17                          | 10.71            | -0.33            | -0.35            | 101.62              | 13.92              | -0.43              | -0.46              | 0.51                             | 13.83           | OK       | 4.64               | -0.22              | 4.66                  | 261.9           | OK       |
| 76.59                          | 10.49            | -0.31            | -0.08            | 99.56               | 13.64              | -0.40              | -0.10              | 0.50                             | 13.83           | OK       | 4.48               | -0.05              | 4.48                  | 261.9           | OK       |
| 75.07                          | 10.28            | -0.31            | -0.04            | 97.59               | 13.37              | -0.40              | -0.05              | 0.49                             | 13.83           | OK       | 4.39               | -0.02              | 4.39                  | 261.9           | OK       |
| 73.71                          | 10.10            | -0.30            | -0.07            | 95.82               | 13.13              | -0.39              | -0.09              | 0.48                             | 13.83           | OK       | 4.31               | -0.04              | 4.31                  | 261.9           | OK       |
| 72.24                          | 9.90             | -0.29            | -0.09            | 93.91               | 12.87              | -0.38              | -0.11              | 0.47                             | 13.83           | OK       | 4.22               | -0.05              | 4.22                  | 261.9           | OK       |
| 70.71                          | 9.69             | -0.28            | -0.12            | 91.92               | 12.59              | -0.37              | -0.15              | 0.46                             | 13.83           | OK       | 4.11               | -0.07              | 4.11                  | 261.9           | OK       |
| 69.30                          | 9.49             | -0.27            | -0.17            | 90.09               | 12.34              | -0.35              | -0.22              | 0.45                             | 13.83           | OK       | 3.98               | -0.11              | 3.99                  | 261.9           | OK       |
| 67.83                          | 9.29             | -0.25            | -0.12            | 88.18               | 12.08              | -0.33              | -0.16              | 0.44                             | 13.83           | OK       | 3.86               | -0.07              | 3.86                  | 261.9           | OK       |
| 66.23                          | 9.07             | -0.24            | -0.13            | 86.10               | 11.80              | -0.31              | -0.17              | 0.43                             | 13.83           | OK       | 3.74               | -0.08              | 3.74                  | 261.9           | OK       |
| 64.74                          | 8.87             | -0.23            | -0.15            | 84.16               | 11.53              | -0.29              | -0.20              | 0.42                             | 13.83           | OK       | 3.61               | -0.09              | 3.61                  | 261.9           | OK       |
| 63.18                          | 8.66             | -0.21            | -0.16            | 82.13               | 11.25              | -0.27              | -0.21              | 0.41                             | 13.83           | OK       | 3.47               | -0.10              | 3.48                  | 261.9           | OK       |
| 61.60                          | 8.44             | -0.20            | -0.15            | 80.08               | 10.97              | -0.25              | -0.20              | 0.40                             | 13.83           | OK       | 3.34               | -0.09              | 3.34                  | 261.9           | OK       |
| 59.94                          | 8.21             | -0.18            | -0.17            | 77.92               | 10.68              | -0.23              | -0.22              | 0.39                             | 13.83           | OK       | 3.20               | -0.11              | 3.20                  | 261.9           | OK       |
| 58.30                          | 7.99             | -0.16            | -0.14            | 75.79               | 10.38              | -0.21              | -0.19              | 0.38                             | 13.83           | OK       | 3.06               | -0.09              | 3.06                  | 261.9           | OK       |
| 56.61                          | 7.76             | -0.15            | -0.14            | 73.59               | 10.08              | -0.19              | -0.18              | 0.37                             | 13.83           | OK       | 2.92               | -0.09              | 2.93                  | 261.9           | OK       |
| 54.99                          | 7.53             | -0.13            | -0.15            | 71.49               | 9.79               | -0.18              | -0.19              | 0.36                             | 13.83           | OK       | 2.79               | -0.09              | 2.80                  | 261.9           | OK       |
| 53.30                          | 7.30             | -0.12            | -0.19            | 69.29               | 9.49               | -0.15              | -0.25              | 0.35                             | 13.83           | OK       | 2.65               | -0.12              | 2.65                  | 261.9           | OK       |

| Sollecitazioni caratteristiche |                  |                  |                  | Sollecitazioni SLU  |                    |                    |                    | Verifica calcestruzzo proiettato |                 |          | Verifica centine   |                    |                       |                 |          |
|--------------------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-----------------|----------|--------------------|--------------------|-----------------------|-----------------|----------|
| N <sub>clsp</sub>              | N <sub>cen</sub> | M <sub>cen</sub> | T <sub>cen</sub> | N <sub>clsp,d</sub> | N <sub>cen,d</sub> | M <sub>cen,d</sub> | T <sub>cen,d</sub> | σ <sub>c,clsp,d</sub>            | f <sub>cd</sub> | Verifica | σ <sub>cen,d</sub> | τ <sub>cen,d</sub> | σ <sub>id,cen,d</sub> | f <sub>yd</sub> | Verifica |
| [kN]                           | [kN]             | [kNm]            | [kN]             | [kN]                | [kN]               | [kNm]              | [kN]               | [MPa]                            | [MPa]           | -        | [MPa]              | [MPa]              | [MPa]                 | [MPa]           | -        |
| 51.64                          | 7.07             | -0.10            | -0.14            | 67.13               | 9.20               | -0.13              | -0.18              | 0.34                             | 13.83           | OK       | 2.50               | -0.08              | 2.51                  | 261.9           | OK       |
| 49.87                          | 6.83             | -0.09            | -0.16            | 64.83               | 8.88               | -0.11              | -0.21              | 0.32                             | 13.83           | OK       | 2.36               | -0.10              | 2.37                  | 261.9           | OK       |
| 48.13                          | 6.59             | -0.07            | -0.17            | 62.57               | 8.57               | -0.09              | -0.22              | 0.31                             | 13.83           | OK       | 2.22               | -0.10              | 2.22                  | 261.9           | OK       |
| 46.34                          | 6.35             | -0.05            | -0.15            | 60.25               | 8.25               | -0.07              | -0.20              | 0.30                             | 13.83           | OK       | 2.07               | -0.09              | 2.08                  | 261.9           | OK       |
| 44.60                          | 6.11             | -0.04            | -0.16            | 57.98               | 7.94               | -0.05              | -0.21              | 0.29                             | 13.83           | OK       | 1.93               | -0.10              | 1.94                  | 261.9           | OK       |
| 42.83                          | 5.87             | -0.02            | -0.17            | 55.68               | 7.63               | -0.03              | -0.23              | 0.28                             | 13.83           | OK       | 1.78               | -0.11              | 1.79                  | 261.9           | OK       |
| 41.02                          | 5.62             | 0.00             | -0.19            | 53.32               | 7.31               | -0.01              | -0.25              | 0.27                             | 13.83           | OK       | 1.62               | -0.12              | 1.63                  | 261.9           | OK       |
| 39.22                          | 5.37             | 0.01             | -0.18            | 50.98               | 6.98               | 0.02               | -0.23              | 0.25                             | 13.83           | OK       | 1.60               | -0.11              | 1.61                  | 261.9           | OK       |
| 37.39                          | 5.12             | 0.03             | -0.21            | 48.61               | 6.66               | 0.04               | -0.27              | 0.24                             | 13.83           | OK       | 1.62               | -0.13              | 1.64                  | 261.9           | OK       |
| 35.69                          | 4.89             | 0.05             | -0.20            | 46.39               | 6.36               | 0.07               | -0.26              | 0.23                             | 13.83           | OK       | 1.65               | -0.12              | 1.67                  | 261.9           | OK       |
| 33.91                          | 4.65             | 0.08             | -0.22            | 44.08               | 6.04               | 0.10               | -0.29              | 0.22                             | 13.83           | OK       | 1.68               | -0.14              | 1.70                  | 261.9           | OK       |
| 32.21                          | 4.41             | 0.10             | -0.24            | 41.87               | 5.74               | 0.13               | -0.31              | 0.21                             | 13.83           | OK       | 1.73               | -0.15              | 1.75                  | 261.9           | OK       |
| 30.61                          | 4.19             | 0.12             | -0.25            | 39.80               | 5.45               | 0.16               | -0.33              | 0.20                             | 13.83           | OK       | 1.78               | -0.16              | 1.80                  | 261.9           | OK       |
| 29.08                          | 3.98             | 0.15             | -0.39            | 37.80               | 5.18               | 0.20               | -0.51              | 0.19                             | 13.83           | OK       | 1.88               | -0.24              | 1.92                  | 261.9           | OK       |
| 27.74                          | 3.80             | 0.21             | -0.62            | 36.06               | 4.94               | 0.27               | -0.80              | 0.18                             | 13.83           | OK       | 2.06               | -0.38              | 2.17                  | 261.9           | OK       |
| 26.60                          | 3.64             | 0.29             | -1.06            | 34.58               | 4.74               | 0.38               | -1.38              | 0.17                             | 13.83           | OK       | 2.42               | -0.66              | 2.68                  | 261.9           | OK       |
| 25.76                          | 3.53             | 0.43             | -1.73            | 33.49               | 4.59               | 0.56               | -2.25              | 0.17                             | 13.83           | OK       | 3.06               | -1.07              | 3.57                  | 261.9           | OK       |
| 25.26                          | 3.46             | 0.62             | -1.99            | 32.84               | 4.50               | 0.80               | -2.59              | 0.16                             | 13.83           | OK       | 3.93               | -1.23              | 4.47                  | 261.9           | OK       |
| 25.36                          | 3.47             | 0.73             | -0.27            | 32.97               | 4.52               | 0.95               | -0.35              | 0.16                             | 13.83           | OK       | 4.47               | -0.17              | 4.48                  | 261.9           | OK       |
| 25.84                          | 3.54             | 0.37             | 7.41             | 33.59               | 4.60               | 0.48               | 9.63               | 0.17                             | 13.83           | OK       | 2.78               | 4.57               | 8.39                  | 261.9           | OK       |

**ALLEGATO 4**  
**SOLLECITAZIONI NEL RIVESTIMENTO DEFINITIVO**

**Tabella 1: sollecitazioni nel rivestimento definitivo (N>0: compressione, M>0: tende le fibre in intradosso) – GA03\_CDA\_16 – Condizioni statiche**

| Calotta |                                |                |                |                                 |                |                | Arco rovescio |                                |                |                |                                 |                |                |
|---------|--------------------------------|----------------|----------------|---------------------------------|----------------|----------------|---------------|--------------------------------|----------------|----------------|---------------------------------|----------------|----------------|
| Dist.   | Sollecitazioni caratteristiche |                |                | Sollecitazioni di calcolo (SLU) |                |                | Dist.         | Sollecitazioni caratteristiche |                |                | Sollecitazioni di calcolo (SLU) |                |                |
|         | N <sub>k</sub>                 | M <sub>k</sub> | T <sub>k</sub> | N <sub>d</sub>                  | M <sub>d</sub> | T <sub>d</sub> |               | N <sub>k</sub>                 | M <sub>k</sub> | T <sub>k</sub> | N <sub>d</sub>                  | M <sub>d</sub> | T <sub>d</sub> |
| [m]     | [kN]                           | [kNm]          | [kN]           | [kN]                            | [kNm]          | [kN]           | [m]           | [kN]                           | [kNm]          | [kN]           | [kN]                            | [kNm]          | [kN]           |
| 0.05    | 42.37                          | -12.77         | -11.16         | 55.07                           | -16.60         | -14.50         | 0.05          | 33.70                          | -10.85         | -18.43         | 43.82                           | -14.10         | -23.96         |
| 0.15    | 43.21                          | -11.61         | -12.09         | 56.17                           | -15.09         | -15.71         | 0.15          | 32.78                          | -9.21          | -14.08         | 42.62                           | -11.98         | -18.30         |
| 0.25    | 44.05                          | -10.39         | -12.30         | 57.26                           | -13.51         | -15.98         | 0.25          | 31.95                          | -7.96          | -10.77         | 41.53                           | -10.35         | -14.00         |
| 0.35    | 44.89                          | -9.19          | -11.85         | 58.36                           | -11.95         | -15.40         | 0.35          | 31.18                          | -7.00          | -8.41          | 40.54                           | -9.10          | -10.94         |
| 0.45    | 45.73                          | -8.06          | -10.82         | 59.45                           | -10.48         | -14.07         | 0.45          | 30.48                          | -6.23          | -6.80          | 39.62                           | -8.10          | -8.84          |
| 0.55    | 46.57                          | -7.06          | -9.28          | 60.55                           | -9.17          | -12.06         | 0.55          | 29.82                          | -5.60          | -5.73          | 38.76                           | -7.28          | -7.45          |
| 0.65    | 47.42                          | -6.19          | -8.02          | 61.65                           | -8.05          | -10.42         | 0.65          | 29.20                          | -5.06          | -5.00          | 37.96                           | -6.58          | -6.50          |
| 0.75    | 48.27                          | -5.43          | -7.27          | 62.75                           | -7.06          | -9.45          | 0.76          | 28.60                          | -4.58          | -4.51          | 37.19                           | -5.96          | -5.86          |
| 0.85    | 49.10                          | -4.75          | -6.46          | 63.82                           | -6.17          | -8.40          | 0.86          | 28.04                          | -4.15          | -4.16          | 36.45                           | -5.39          | -5.41          |
| 0.95    | 49.91                          | -4.15          | -5.62          | 64.88                           | -5.39          | -7.31          | 0.96          | 27.49                          | -3.74          | -3.97          | 35.74                           | -4.86          | -5.16          |
| 1.05    | 50.71                          | -3.63          | -4.81          | 65.92                           | -4.71          | -6.25          | 1.06          | 26.97                          | -3.34          | -3.88          | 35.06                           | -4.34          | -5.04          |
| 1.15    | 51.49                          | -3.18          | -4.04          | 66.93                           | -4.14          | -5.25          | 1.16          | 26.46                          | -2.95          | -3.86          | 34.40                           | -3.84          | -5.02          |
| 1.25    | 52.26                          | -2.82          | -3.33          | 67.93                           | -3.66          | -4.33          | 1.26          | 25.98                          | -2.56          | -3.87          | 33.77                           | -3.33          | -5.02          |
| 1.35    | 53.01                          | -2.52          | -2.71          | 68.91                           | -3.27          | -3.52          | 1.36          | 25.51                          | -2.17          | -3.87          | 33.16                           | -2.83          | -5.04          |
| 1.45    | 53.74                          | -2.27          | -2.17          | 69.86                           | -2.95          | -2.82          | 1.46          | 25.06                          | -1.79          | -3.84          | 32.58                           | -2.32          | -5.00          |
| 1.55    | 54.45                          | -2.08          | -1.71          | 70.79                           | -2.70          | -2.22          | 1.56          | 24.63                          | -1.40          | -3.77          | 32.01                           | -1.82          | -4.90          |
| 1.65    | 55.14                          | -1.93          | -1.34          | 71.68                           | -2.51          | -1.74          | 1.66          | 24.21                          | -1.03          | -3.65          | 31.47                           | -1.34          | -4.75          |
| 1.75    | 55.81                          | -1.81          | -1.03          | 72.56                           | -2.35          | -1.34          | 1.76          | 23.82                          | -0.67          | -3.49          | 30.96                           | -0.87          | -4.54          |
| 1.85    | 56.47                          | -1.72          | -0.80          | 73.40                           | -2.23          | -1.05          | 1.86          | 23.44                          | -0.33          | -3.29          | 30.47                           | -0.43          | -4.28          |
| 1.95    | 57.10                          | -1.65          | -0.64          | 74.22                           | -2.14          | -0.83          | 1.96          | 23.08                          | -0.01          | -3.06          | 30.00                           | -0.01          | -3.97          |
| 2.05    | 57.70                          | -1.59          | -0.52          | 75.01                           | -2.06          | -0.68          | 2.06          | 22.74                          | 0.29           | -2.80          | 29.56                           | 0.37           | -3.64          |
| 2.14    | 58.29                          | -1.54          | -0.46          | 75.77                           | -2.00          | -0.60          | 2.16          | 22.42                          | 0.56           | -2.54          | 29.14                           | 0.72           | -3.30          |
| 2.24    | 58.85                          | -1.49          | -0.43          | 76.50                           | -1.94          | -0.56          | 2.27          | 22.12                          | 0.80           | -2.28          | 28.75                           | 1.04           | -2.96          |
| 2.34    | 59.39                          | -1.45          | -0.44          | 77.20                           | -1.89          | -0.57          | 2.37          | 21.84                          | 1.01           | -2.01          | 28.39                           | 1.32           | -2.61          |
| 2.44    | 59.90                          | -1.41          | -0.46          | 77.87                           | -1.83          | -0.60          | 2.47          | 21.58                          | 1.20           | -1.75          | 28.05                           | 1.56           | -2.27          |
| 2.54    | 60.39                          | -1.36          | -0.49          | 78.51                           | -1.77          | -0.63          | 2.57          | 21.34                          | 1.37           | -1.50          | 27.74                           | 1.78           | -1.95          |
| 2.64    | 60.86                          | -1.31          | -0.51          | 79.11                           | -1.70          | -0.67          | 2.67          | 21.12                          | 1.50           | -1.26          | 27.45                           | 1.96           | -1.64          |
| 2.74    | 61.30                          | -1.27          | -0.19          | 79.69                           | -1.66          | -0.24          | 2.77          | 20.91                          | 1.62           | -1.05          | 27.19                           | 2.11           | -1.36          |
| 2.84    | 61.73                          | -1.29          | 0.46           | 80.24                           | -1.67          | 0.60           | 2.87          | 20.73                          | 1.72           | -0.85          | 26.95                           | 2.23           | -1.11          |
| 2.94    | 62.13                          | -1.37          | 1.17           | 80.77                           | -1.78          | 1.53           | 2.97          | 20.57                          | 1.79           | -0.68          | 26.73                           | 2.33           | -0.88          |
| 3.04    | 62.51                          | -1.52          | 1.95           | 81.26                           | -1.98          | 2.54           | 3.07          | 20.42                          | 1.85           | -0.53          | 26.54                           | 2.41           | -0.69          |
| 3.14    | 62.87                          | -1.76          | 2.80           | 81.73                           | -2.29          | 3.63           | 3.17          | 20.29                          | 1.90           | -0.40          | 26.37                           | 2.47           | -0.52          |
| 3.24    | 63.21                          | -2.08          | 3.64           | 82.17                           | -2.71          | 4.73           | 3.27          | 20.18                          | 1.94           | -0.30          | 26.23                           | 2.52           | -0.39          |
| 3.34    | 63.59                          | -2.44          | 3.49           | 82.66                           | -3.17          | 4.54           | 3.37          | 20.08                          | 1.96           | -0.21          | 26.11                           | 2.55           | -0.27          |
| 3.44    | 63.97                          | -2.76          | 2.99           | 83.15                           | -3.59          | 3.88           | 3.47          | 20.01                          | 1.98           | -0.14          | 26.01                           | 2.57           | -0.18          |
| 3.54    | 64.31                          | -3.03          | 2.48           | 83.61                           | -3.94          | 3.22           | 3.57          | 19.95                          | 1.99           | -0.09          | 25.93                           | 2.59           | -0.12          |
| 3.64    | 64.64                          | -3.26          | 1.99           | 84.03                           | -4.23          | 2.58           | 3.67          | 19.90                          | 2.00           | -0.05          | 25.87                           | 2.60           | -0.07          |
| 3.74    | 64.93                          | -3.43          | 1.52           | 84.41                           | -4.46          | 1.97           | 3.78          | 19.87                          | 2.00           | -0.03          | 25.84                           | 2.60           | -0.04          |
| 3.84    | 65.20                          | -3.56          | 1.07           | 84.76                           | -4.63          | 1.39           | 3.88          | 19.86                          | 2.00           | -0.02          | 25.82                           | 2.61           | -0.02          |
| 3.94    | 65.45                          | -3.64          | 0.65           | 85.09                           | -4.74          | 0.84           | 3.98          | 19.87                          | 2.01           | -0.02          | 25.82                           | 2.61           | -0.02          |

| Calotta |                                |                |                |                                 |                |                | Arco rovescio |                                |                |                |                                 |                |                |
|---------|--------------------------------|----------------|----------------|---------------------------------|----------------|----------------|---------------|--------------------------------|----------------|----------------|---------------------------------|----------------|----------------|
| Dist.   | Sollecitazioni caratteristiche |                |                | Sollecitazioni di calcolo (SLU) |                |                | Dist.         | Sollecitazioni caratteristiche |                |                | Sollecitazioni di calcolo (SLU) |                |                |
|         | N <sub>k</sub>                 | M <sub>k</sub> | T <sub>k</sub> | N <sub>d</sub>                  | M <sub>d</sub> | T <sub>d</sub> |               | N <sub>k</sub>                 | M <sub>k</sub> | T <sub>k</sub> | N <sub>d</sub>                  | M <sub>d</sub> | T <sub>d</sub> |
| [m]     | [kN]                           | [kNm]          | [kN]           | [kN]                            | [kNm]          | [kN]           | [m]           | [kN]                           | [kNm]          | [kN]           | [kN]                            | [kNm]          | [kN]           |
| 4.04    | 65.68                          | -3.69          | 0.24           | 85.38                           | -4.80          | 0.31           | 4.08          | 19.89                          | 2.01           | -0.02          | 25.85                           | 2.61           | -0.02          |
| 4.14    | 65.88                          | -3.69          | -0.14          | 85.65                           | -4.80          | -0.19          | 4.18          | 19.92                          | 2.01           | -0.03          | 25.90                           | 2.61           | -0.03          |
| 4.24    | 66.07                          | -3.66          | -0.50          | 85.89                           | -4.76          | -0.64          | 4.28          | 19.97                          | 2.01           | -0.04          | 25.96                           | 2.62           | -0.05          |
| 4.34    | 66.23                          | -3.60          | -0.84          | 86.10                           | -4.67          | -1.09          | 4.38          | 20.04                          | 2.02           | -0.05          | 26.05                           | 2.62           | -0.06          |
| 4.44    | 66.38                          | -3.50          | -1.16          | 86.29                           | -4.54          | -1.51          | 4.48          | 20.12                          | 2.02           | -0.06          | 26.15                           | 2.63           | -0.07          |
| 4.54    | 66.50                          | -3.36          | -1.48          | 86.45                           | -4.37          | -1.92          | 4.58          | 20.21                          | 2.03           | -0.06          | 26.27                           | 2.64           | -0.08          |
| 4.64    | 66.61                          | -3.20          | -1.77          | 86.59                           | -4.16          | -2.30          | 4.68          | 20.32                          | 2.04           | -0.06          | 26.42                           | 2.65           | -0.08          |
| 4.74    | 66.70                          | -3.01          | -2.04          | 86.71                           | -3.92          | -2.65          | 4.78          | 20.45                          | 2.04           | -0.05          | 26.58                           | 2.65           | -0.06          |
| 4.84    | 66.77                          | -2.80          | -2.29          | 86.80                           | -3.64          | -2.98          | 4.88          | 20.59                          | 2.04           | -0.02          | 26.77                           | 2.66           | -0.03          |
| 4.94    | 66.83                          | -2.56          | -2.52          | 86.88                           | -3.32          | -3.27          | 4.98          | 20.74                          | 2.04           | 0.01           | 26.97                           | 2.66           | 0.02           |
| 5.04    | 66.87                          | -2.30          | -2.72          | 86.93                           | -2.98          | -3.53          | 5.08          | 20.91                          | 2.04           | 0.07           | 27.19                           | 2.65           | 0.09           |
| 5.14    | 66.90                          | -2.02          | -2.90          | 86.97                           | -2.62          | -3.76          | 5.18          | 21.10                          | 2.03           | 0.14           | 27.43                           | 2.64           | 0.18           |
| 5.24    | 66.91                          | -1.72          | -3.05          | 86.99                           | -2.23          | -3.97          | 5.28          | 21.30                          | 2.01           | 0.23           | 27.69                           | 2.61           | 0.29           |
| 5.34    | 66.91                          | -1.41          | -3.19          | 86.99                           | -1.83          | -4.15          | 5.39          | 21.52                          | 1.98           | 0.33           | 27.97                           | 2.58           | 0.43           |
| 5.44    | 66.90                          | -1.08          | -3.30          | 86.97                           | -1.41          | -4.29          | 5.49          | 21.75                          | 1.94           | 0.46           | 28.28                           | 2.53           | 0.60           |
| 5.54    | 66.87                          | -0.75          | -3.38          | 86.93                           | -0.98          | -4.39          | 5.59          | 22.00                          | 1.89           | 0.61           | 28.60                           | 2.46           | 0.80           |
| 5.64    | 66.83                          | -0.41          | -3.44          | 86.87                           | -0.53          | -4.48          | 5.69          | 22.27                          | 1.82           | 0.79           | 28.94                           | 2.36           | 1.03           |
| 5.74    | 66.77                          | -0.07          | -3.48          | 86.80                           | -0.08          | -4.53          | 5.79          | 22.55                          | 1.73           | 0.99           | 29.31                           | 2.25           | 1.29           |
| 5.84    | 66.71                          | 0.28           | -3.50          | 86.72                           | 0.37           | -4.55          | 5.89          | 22.84                          | 1.62           | 1.21           | 29.69                           | 2.10           | 1.58           |
| 5.93    | 66.63                          | 0.63           | -3.50          | 86.62                           | 0.82           | -4.55          | 5.99          | 23.15                          | 1.48           | 1.46           | 30.10                           | 1.93           | 1.90           |
| 6.03    | 66.54                          | 0.98           | -3.48          | 86.50                           | 1.27           | -4.52          | 6.09          | 23.48                          | 1.32           | 1.72           | 30.53                           | 1.72           | 2.24           |
| 6.13    | 66.44                          | 1.32           | -3.43          | 86.37                           | 1.72           | -4.46          | 6.19          | 23.83                          | 1.14           | 2.00           | 30.98                           | 1.48           | 2.60           |
| 6.23    | 66.33                          | 1.66           | -3.38          | 86.23                           | 2.16           | -4.39          | 6.29          | 24.19                          | 0.92           | 2.29           | 31.45                           | 1.20           | 2.98           |
| 6.33    | 66.21                          | 2.00           | -3.30          | 86.07                           | 2.60           | -4.29          | 6.39          | 24.57                          | 0.67           | 2.59           | 31.94                           | 0.88           | 3.36           |
| 6.43    | 66.08                          | 2.32           | -3.21          | 85.90                           | 3.02           | -4.17          | 6.49          | 24.96                          | 0.40           | 2.89           | 32.45                           | 0.52           | 3.75           |
| 6.53    | 65.94                          | 2.64           | -3.11          | 85.72                           | 3.43           | -4.04          | 6.59          | 25.37                          | 0.09           | 3.18           | 32.99                           | 0.12           | 4.14           |
| 6.63    | 65.79                          | 2.94           | -2.99          | 85.52                           | 3.82           | -3.88          | 6.69          | 25.80                          | -0.24          | 3.46           | 33.54                           | -0.31          | 4.50           |
| 6.73    | 65.63                          | 3.23           | -2.84          | 85.32                           | 4.20           | -3.69          | 6.79          | 26.24                          | -0.60          | 3.72           | 34.11                           | -0.78          | 4.83           |
| 6.83    | 65.46                          | 3.51           | -2.67          | 85.10                           | 4.56           | -3.47          | 6.90          | 26.70                          | -0.99          | 3.95           | 34.71                           | -1.28          | 5.13           |
| 6.93    | 65.29                          | 3.76           | -2.48          | 84.88                           | 4.89           | -3.23          | 7.00          | 27.17                          | -1.40          | 4.15           | 35.32                           | -1.81          | 5.40           |
| 7.03    | 65.11                          | 4.00           | -2.26          | 84.64                           | 5.20           | -2.94          | 7.10          | 27.66                          | -1.82          | 4.32           | 35.95                           | -2.37          | 5.62           |
| 7.13    | 64.92                          | 4.21           | -2.02          | 84.40                           | 5.48           | -2.62          | 7.20          | 28.16                          | -2.26          | 4.47           | 36.60                           | -2.94          | 5.81           |
| 7.23    | 64.73                          | 4.40           | -1.74          | 84.15                           | 5.72           | -2.26          | 7.30          | 28.67                          | -2.72          | 4.63           | 37.27                           | -3.54          | 6.02           |
| 7.33    | 64.54                          | 4.56           | -1.44          | 83.90                           | 5.93           | -1.87          | 7.40          | 29.20                          | -3.20          | 4.82           | 37.96                           | -4.16          | 6.26           |
| 7.43    | 64.34                          | 4.69           | -1.10          | 83.65                           | 6.09           | -1.44          | 7.50          | 29.75                          | -3.70          | 5.07           | 38.68                           | -4.80          | 6.59           |
| 7.53    | 64.15                          | 4.78           | -0.74          | 83.39                           | 6.21           | -0.97          | 7.60          | 30.32                          | -4.22          | 5.42           | 39.41                           | -5.49          | 7.05           |
| 7.63    | 63.95                          | 4.83           | -0.37          | 83.14                           | 6.28           | -0.48          | 7.70          | 30.90                          | -4.79          | 5.91           | 40.17                           | -6.23          | 7.68           |
| 7.73    | 63.76                          | 4.85           | 0.02           | 82.88                           | 6.31           | 0.02           | 7.80          | 31.51                          | -5.42          | 6.53           | 40.96                           | -7.05          | 8.49           |
| 7.83    | 63.56                          | 4.83           | 0.39           | 82.63                           | 6.28           | 0.51           | 7.90          | 32.14                          | -6.12          | 7.37           | 41.78                           | -7.95          | 9.58           |
| 7.93    | 63.37                          | 4.77           | 0.77           | 82.38                           | 6.20           | 1.01           | 8.00          | 32.81                          | -6.92          | 8.54           | 42.65                           | -9.00          | 11.10          |
| 8.03    | 63.18                          | 4.68           | 1.15           | 82.14                           | 6.08           | 1.50           | 8.10          | 33.52                          | -7.86          | 10.22          | 43.57                           | -10.22         | 13.29          |
| 8.13    | 63.00                          | 4.54           | 1.52           | 81.90                           | 5.91           | 1.98           | 8.20          | 34.29                          | -9.02          | 12.65          | 44.57                           | -11.72         | 16.45          |
| 8.23    | 62.82                          | 4.37           | 1.86           | 81.66                           | 5.69           | 2.41           | 8.30          | 35.12                          | -10.46         | 16.03          | 45.66                           | -13.60         | 20.84          |

| Calotta |                                |                |                |                                 |                |                | Arco rovescio |                                |                |                |                                 |                |                |
|---------|--------------------------------|----------------|----------------|---------------------------------|----------------|----------------|---------------|--------------------------------|----------------|----------------|---------------------------------|----------------|----------------|
| Dist.   | Sollecitazioni caratteristiche |                |                | Sollecitazioni di calcolo (SLU) |                |                | Dist.         | Sollecitazioni caratteristiche |                |                | Sollecitazioni di calcolo (SLU) |                |                |
|         | N <sub>k</sub>                 | M <sub>k</sub> | T <sub>k</sub> | N <sub>d</sub>                  | M <sub>d</sub> | T <sub>d</sub> |               | N <sub>k</sub>                 | M <sub>k</sub> | T <sub>k</sub> | N <sub>d</sub>                  | M <sub>d</sub> | T <sub>d</sub> |
| [m]     | [kN]                           | [kNm]          | [kN]           | [kN]                            | [kNm]          | [kN]           | [m]           | [kN]                           | [kNm]          | [kN]           | [kN]                            | [kNm]          | [kN]           |
| 8.33    | 62.64                          | 4.17           | 2.17           | 81.44                           | 5.43           | 2.82           | 8.41          | 36.05                          | -12.30         | 20.47          | 46.86                           | -15.98         | 26.61          |
| 8.43    | 62.47                          | 3.94           | 2.44           | 81.21                           | 5.13           | 3.17           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 8.53    | 62.31                          | 3.69           | 2.67           | 81.00                           | 4.80           | 3.47           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 8.63    | 62.15                          | 3.41           | 2.86           | 80.79                           | 4.44           | 3.72           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 8.73    | 61.99                          | 3.12           | 2.98           | 80.59                           | 4.06           | 3.88           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 8.83    | 61.85                          | 2.82           | 3.03           | 80.40                           | 3.67           | 3.94           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 8.93    | 61.70                          | 2.52           | 3.00           | 80.21                           | 3.28           | 3.90           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 9.03    | 61.56                          | 2.23           | 2.89           | 80.03                           | 2.90           | 3.75           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 9.13    | 61.42                          | 1.95           | 2.69           | 79.85                           | 2.53           | 3.50           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 9.23    | 61.29                          | 1.69           | 2.42           | 79.67                           | 2.20           | 3.14           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 9.33    | 61.15                          | 1.47           | 2.09           | 79.50                           | 1.91           | 2.71           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 9.43    | 61.02                          | 1.28           | 1.72           | 79.32                           | 1.66           | 2.23           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 9.53    | 60.88                          | 1.13           | 1.33           | 79.15                           | 1.47           | 1.73           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 9.63    | 60.75                          | 1.02           | 0.94           | 78.97                           | 1.32           | 1.22           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 9.72    | 60.62                          | 0.94           | 0.58           | 78.80                           | 1.22           | 0.75           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 9.82    | 60.49                          | 0.90           | 0.25           | 78.64                           | 1.17           | 0.32           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 9.92    | 60.37                          | 0.89           | -0.03          | 78.48                           | 1.15           | -0.04          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 10.02   | 60.25                          | 0.90           | -0.26          | 78.33                           | 1.17           | -0.33          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 10.12   | 60.14                          | 0.94           | -0.43          | 78.18                           | 1.22           | -0.56          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 10.22   | 60.04                          | 0.99           | -0.55          | 78.05                           | 1.28           | -0.72          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 10.32   | 59.95                          | 1.04           | -0.63          | 77.94                           | 1.36           | -0.82          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 10.42   | 59.87                          | 1.11           | -0.67          | 77.83                           | 1.44           | -0.87          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 10.52   | 59.80                          | 1.18           | -0.67          | 77.74                           | 1.53           | -0.87          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 10.62   | 59.74                          | 1.24           | -0.63          | 77.67                           | 1.61           | -0.82          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 10.72   | 59.70                          | 1.30           | -0.58          | 77.61                           | 1.69           | -0.75          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 10.82   | 59.67                          | 1.35           | -0.50          | 77.57                           | 1.76           | -0.65          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 10.92   | 59.65                          | 1.40           | -0.41          | 77.54                           | 1.82           | -0.54          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 11.02   | 59.64                          | 1.44           | -0.32          | 77.53                           | 1.87           | -0.41          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 11.12   | 59.64                          | 1.46           | -0.21          | 77.53                           | 1.90           | -0.28          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 11.22   | 59.65                          | 1.48           | -0.11          | 77.55                           | 1.92           | -0.14          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 11.32   | 59.68                          | 1.48           | -0.01          | 77.58                           | 1.93           | -0.01          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 11.42   | 59.71                          | 1.48           | 0.10           | 77.63                           | 1.92           | 0.12           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 11.52   | 59.76                          | 1.47           | 0.19           | 77.69                           | 1.91           | 0.25           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 11.62   | 59.81                          | 1.44           | 0.28           | 77.76                           | 1.88           | 0.37           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 11.72   | 59.88                          | 1.41           | 0.36           | 77.84                           | 1.83           | 0.47           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 11.82   | 59.95                          | 1.37           | 0.44           | 77.93                           | 1.78           | 0.57           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 11.92   | 60.02                          | 1.32           | 0.51           | 78.03                           | 1.72           | 0.67           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 12.02   | 60.11                          | 1.27           | 0.57           | 78.14                           | 1.65           | 0.75           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 12.12   | 60.20                          | 1.21           | 0.63           | 78.26                           | 1.57           | 0.82           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 12.22   | 60.30                          | 1.14           | 0.68           | 78.38                           | 1.49           | 0.88           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 12.32   | 60.40                          | 1.07           | 0.72           | 78.51                           | 1.39           | 0.94           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 12.42   | 60.50                          | 1.00           | 0.76           | 78.65                           | 1.30           | 0.98           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 12.52   | 60.61                          | 0.92           | 0.78           | 78.79                           | 1.20           | 1.02           |               |                                |                |                |                                 |                |                |

| Calotta |                                |                |                |                                 |                |                | Arco rovescio |                                |                |                |                                 |                |                |
|---------|--------------------------------|----------------|----------------|---------------------------------|----------------|----------------|---------------|--------------------------------|----------------|----------------|---------------------------------|----------------|----------------|
| Dist.   | Sollecitazioni caratteristiche |                |                | Sollecitazioni di calcolo (SLU) |                |                | Dist.         | Sollecitazioni caratteristiche |                |                | Sollecitazioni di calcolo (SLU) |                |                |
|         | N <sub>k</sub>                 | M <sub>k</sub> | T <sub>k</sub> | N <sub>d</sub>                  | M <sub>d</sub> | T <sub>d</sub> |               | N <sub>k</sub>                 | M <sub>k</sub> | T <sub>k</sub> | N <sub>d</sub>                  | M <sub>d</sub> | T <sub>d</sub> |
| [m]     | [kN]                           | [kNm]          | [kN]           | [kN]                            | [kNm]          | [kN]           | [m]           | [kN]                           | [kNm]          | [kN]           | [kN]                            | [kNm]          | [kN]           |
| 12.62   | 60.72                          | 0.84           | 0.81           | 78.93                           | 1.10           | 1.05           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 12.72   | 60.83                          | 0.76           | 0.83           | 79.08                           | 0.99           | 1.07           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 12.82   | 60.94                          | 0.68           | 0.84           | 79.23                           | 0.88           | 1.10           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 12.92   | 61.06                          | 0.59           | 0.85           | 79.37                           | 0.77           | 1.11           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 13.02   | 61.17                          | 0.51           | 0.86           | 79.52                           | 0.66           | 1.12           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 13.12   | 61.28                          | 0.42           | 0.87           | 79.67                           | 0.55           | 1.13           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 13.22   | 61.40                          | 0.33           | 0.87           | 79.81                           | 0.43           | 1.14           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 13.32   | 61.51                          | 0.25           | 0.88           | 79.96                           | 0.32           | 1.14           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 13.42   | 61.62                          | 0.16           | 0.88           | 80.10                           | 0.21           | 1.15           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 13.51   | 61.72                          | 0.07           | 0.89           | 80.24                           | 0.09           | 1.15           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 13.61   | 61.82                          | -0.02          | 0.89           | 80.37                           | -0.02          | 1.16           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 13.71   | 61.92                          | -0.11          | 0.90           | 80.50                           | -0.14          | 1.17           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 13.81   | 62.02                          | -0.20          | 0.91           | 80.62                           | -0.26          | 1.18           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 13.91   | 62.11                          | -0.29          | 0.91           | 80.74                           | -0.37          | 1.19           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 14.01   | 62.19                          | -0.38          | 0.92           | 80.85                           | -0.49          | 1.20           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 14.11   | 62.27                          | -0.47          | 0.93           | 80.95                           | -0.61          | 1.21           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 14.21   | 62.35                          | -0.56          | 0.94           | 81.05                           | -0.73          | 1.22           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 14.31   | 62.41                          | -0.66          | 0.95           | 81.14                           | -0.86          | 1.24           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 14.41   | 62.47                          | -0.75          | 0.97           | 81.21                           | -0.98          | 1.25           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 14.51   | 62.53                          | -0.85          | 0.98           | 81.28                           | -1.11          | 1.28           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 14.61   | 62.57                          | -0.95          | 1.00           | 81.34                           | -1.24          | 1.29           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 14.71   | 62.61                          | -1.05          | 1.01           | 81.39                           | -1.37          | 1.31           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 14.81   | 62.64                          | -1.15          | 1.03           | 81.43                           | -1.50          | 1.34           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 14.91   | 62.66                          | -1.26          | 1.04           | 81.46                           | -1.63          | 1.36           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 15.01   | 62.67                          | -1.36          | 1.06           | 81.47                           | -1.77          | 1.38           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 15.11   | 62.67                          | -1.47          | 1.08           | 81.47                           | -1.91          | 1.40           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 15.21   | 62.66                          | -1.57          | 1.09           | 81.46                           | -2.05          | 1.41           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 15.31   | 62.64                          | -1.68          | 1.10           | 81.43                           | -2.19          | 1.42           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 15.41   | 62.61                          | -1.79          | 1.10           | 81.39                           | -2.33          | 1.43           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 15.51   | 62.57                          | -1.90          | 1.09           | 81.34                           | -2.47          | 1.42           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 15.61   | 62.52                          | -2.01          | 1.07           | 81.27                           | -2.61          | 1.39           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 15.71   | 62.45                          | -2.12          | 1.03           | 81.19                           | -2.75          | 1.34           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 15.81   | 62.37                          | -2.21          | 0.97           | 81.08                           | -2.88          | 1.27           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 15.91   | 62.28                          | -2.31          | 0.89           | 80.96                           | -3.00          | 1.16           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 16.01   | 62.17                          | -2.39          | 0.79           | 80.82                           | -3.11          | 1.02           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 16.11   | 62.05                          | -2.46          | 0.64           | 80.66                           | -3.20          | 0.83           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 16.21   | 61.91                          | -2.52          | 0.46           | 80.48                           | -3.27          | 0.60           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 16.31   | 61.75                          | -2.55          | 0.24           | 80.27                           | -3.32          | 0.31           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 16.41   | 61.56                          | -2.56          | -0.04          | 80.03                           | -3.33          | -0.05          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 16.51   | 61.36                          | -2.54          | -0.36          | 79.77                           | -3.31          | -0.46          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 16.61   | 61.14                          | -2.49          | -0.72          | 79.48                           | -3.24          | -0.93          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 16.71   | 60.89                          | -2.40          | -1.12          | 79.16                           | -3.12          | -1.46          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 16.81   | 60.62                          | -2.26          | -1.57          | 78.80                           | -2.94          | -2.04          |               |                                |                |                |                                 |                |                |

| Calotta |                                |                |                |                                 |                |                | Arco rovescio |                                |                |                |                                 |                |                |
|---------|--------------------------------|----------------|----------------|---------------------------------|----------------|----------------|---------------|--------------------------------|----------------|----------------|---------------------------------|----------------|----------------|
| Dist.   | Sollecitazioni caratteristiche |                |                | Sollecitazioni di calcolo (SLU) |                |                | Dist.         | Sollecitazioni caratteristiche |                |                | Sollecitazioni di calcolo (SLU) |                |                |
|         | N <sub>k</sub>                 | M <sub>k</sub> | T <sub>k</sub> | N <sub>d</sub>                  | M <sub>d</sub> | T <sub>d</sub> |               | N <sub>k</sub>                 | M <sub>k</sub> | T <sub>k</sub> | N <sub>d</sub>                  | M <sub>d</sub> | T <sub>d</sub> |
| [m]     | [kN]                           | [kNm]          | [kN]           | [kN]                            | [kNm]          | [kN]           | [m]           | [kN]                           | [kNm]          | [kN]           | [kN]                            | [kNm]          | [kN]           |
| 16.91   | 60.32                          | -2.08          | -2.05          | 78.41                           | -2.71          | -2.66          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 17.01   | 59.99                          | -1.85          | -2.54          | 77.99                           | -2.41          | -3.31          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 17.11   | 59.65                          | -1.59          | -2.72          | 77.55                           | -2.07          | -3.54          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 17.21   | 59.34                          | -1.36          | -1.98          | 77.14                           | -1.76          | -2.57          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 17.30   | 59.00                          | -1.20          | -1.25          | 76.71                           | -1.55          | -1.63          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 17.40   | 58.65                          | -1.10          | -0.59          | 76.24                           | -1.43          | -0.77          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 17.50   | 58.27                          | -1.07          | -0.01          | 75.75                           | -1.40          | -0.02          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 17.60   | 57.88                          | -1.10          | 0.50           | 75.24                           | -1.43          | 0.64           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 17.70   | 57.46                          | -1.16          | 0.70           | 74.69                           | -1.50          | 0.90           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 17.80   | 57.02                          | -1.22          | 0.56           | 74.12                           | -1.58          | 0.72           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 17.90   | 56.55                          | -1.27          | 0.41           | 73.52                           | -1.65          | 0.53           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 18.00   | 56.07                          | -1.30          | 0.27           | 72.88                           | -1.69          | 0.35           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 18.10   | 55.55                          | -1.32          | 0.15           | 72.22                           | -1.72          | 0.20           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 18.20   | 55.01                          | -1.33          | 0.06           | 71.52                           | -1.73          | 0.08           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 18.30   | 54.45                          | -1.34          | 0.02           | 70.79                           | -1.74          | 0.02           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 18.40   | 53.86                          | -1.34          | 0.03           | 70.02                           | -1.74          | 0.04           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 18.50   | 53.25                          | -1.35          | 0.11           | 69.23                           | -1.75          | 0.14           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 18.60   | 52.62                          | -1.36          | 0.25           | 68.40                           | -1.77          | 0.33           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 18.70   | 51.96                          | -1.40          | 0.48           | 67.55                           | -1.82          | 0.63           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 18.80   | 51.28                          | -1.46          | 0.80           | 66.67                           | -1.90          | 1.04           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 18.90   | 50.58                          | -1.57          | 1.23           | 65.76                           | -2.04          | 1.59           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 19.00   | 49.86                          | -1.71          | 1.75           | 64.82                           | -2.23          | 2.27           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 19.10   | 49.12                          | -1.92          | 2.38           | 63.86                           | -2.50          | 3.09           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 19.20   | 48.36                          | -2.19          | 3.10           | 62.87                           | -2.85          | 4.03           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 19.30   | 47.59                          | -2.54          | 3.91           | 61.87                           | -3.30          | 5.08           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 19.40   | 46.80                          | -2.97          | 4.77           | 60.84                           | -3.87          | 6.20           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 19.50   | 46.00                          | -3.50          | 5.67           | 59.80                           | -4.54          | 7.37           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 19.60   | 45.18                          | -4.10          | 6.54           | 58.73                           | -5.34          | 8.50           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 19.70   | 44.35                          | -4.80          | 7.34           | 57.65                           | -6.24          | 9.55           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 19.80   | 43.49                          | -5.60          | 8.76           | 56.54                           | -7.28          | 11.39          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 19.90   | 42.64                          | -6.56          | 10.55          | 55.43                           | -8.53          | 13.71          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 20.00   | 41.79                          | -7.67          | 11.73          | 54.33                           | -9.98          | 15.25          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 20.10   | 40.95                          | -8.87          | 12.26          | 53.23                           | -11.53         | 15.94          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 20.20   | 40.10                          | -10.08         | 12.03          | 52.13                           | -13.11         | 15.64          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 20.30   | 39.25                          | -11.23         | 10.98          | 51.03                           | -14.60         | 14.28          |               |                                |                |                |                                 |                |                |



**Tabella 2: sollecitazioni nel rivestimento definitivo (N>0: compressione, M>0: tende le fibre in intradosso) – GA03\_CDA\_16 – Condizioni sismiche**

| Calotta      |                                   |                         |                        | Arco rovescio |                                   |                         |                        |
|--------------|-----------------------------------|-------------------------|------------------------|---------------|-----------------------------------|-------------------------|------------------------|
| Dist.<br>[m] | Sollecitazioni di calcolo (sisma) |                         |                        | Dist.<br>[m]  | Sollecitazioni di calcolo (Sisma) |                         |                        |
|              | N <sub>d</sub><br>[kN]            | M <sub>d</sub><br>[kNm] | T <sub>d</sub><br>[kN] |               | N <sub>d</sub><br>[kN]            | M <sub>d</sub><br>[kNm] | T <sub>d</sub><br>[kN] |
| 0.05         | 57.41                             | -2.78                   | 12.06                  | 0.05          | 100.59                            | -34.99                  | 26.64                  |
| 0.15         | 58.48                             | -1.60                   | 11.63                  | 0.15          | 100.54                            | -32.42                  | 24.48                  |
| 0.25         | 59.60                             | -0.48                   | 10.66                  | 0.25          | 100.52                            | -30.03                  | 22.99                  |
| 0.35         | 60.79                             | 0.51                    | 9.24                   | 0.35          | 100.51                            | -27.76                  | 22.07                  |
| 0.45         | 62.03                             | 1.34                    | 7.45                   | 0.45          | 100.50                            | -25.57                  | 21.49                  |
| 0.55         | 63.33                             | 1.98                    | 5.36                   | 0.55          | 100.47                            | -23.43                  | 20.96                  |
| 0.65         | 64.69                             | 2.43                    | 3.76                   | 0.65          | 100.41                            | -21.36                  | 20.22                  |
| 0.75         | 66.10                             | 2.76                    | 2.83                   | 0.76          | 100.29                            | -19.37                  | 19.23                  |
| 0.85         | 67.56                             | 3.00                    | 1.95                   | 0.86          | 100.13                            | -17.50                  | 18.06                  |
| 0.95         | 69.05                             | 3.16                    | 1.16                   | 0.96          | 99.91                             | -15.74                  | 16.89                  |
| 1.05         | 70.57                             | 3.24                    | 0.49                   | 1.06          | 99.64                             | -14.09                  | 15.77                  |
| 1.15         | 72.13                             | 3.26                    | 0.06                   | 1.16          | 99.31                             | -12.56                  | 14.77                  |
| 1.25         | 73.72                             | 3.23                    | 0.52                   | 1.26          | 98.94                             | -11.12                  | 13.82                  |
| 1.35         | 75.35                             | 3.16                    | 0.88                   | 1.36          | 98.51                             | -9.77                   | 12.89                  |
| 1.45         | 77.00                             | 3.06                    | 1.15                   | 1.46          | 98.02                             | -8.52                   | 11.96                  |
| 1.55         | 78.67                             | 2.94                    | 1.33                   | 1.56          | 97.48                             | -7.37                   | 11.02                  |
| 1.65         | 80.37                             | 2.80                    | 1.42                   | 1.66          | 96.90                             | -6.31                   | 10.05                  |
| 1.75         | 82.08                             | 2.66                    | 1.44                   | 1.76          | 96.26                             | -5.34                   | 9.10                   |
| 1.85         | 83.81                             | 2.52                    | 1.40                   | 1.86          | 95.58                             | -4.47                   | 8.18                   |
| 1.95         | 85.56                             | 2.38                    | 1.29                   | 1.96          | 94.85                             | -3.69                   | 7.28                   |
| 2.05         | 87.32                             | 2.26                    | 1.15                   | 2.06          | 94.08                             | -3.00                   | 6.44                   |
| 2.14         | 89.10                             | 2.16                    | 0.96                   | 2.16          | 93.27                             | -2.40                   | 5.66                   |
| 2.24         | 90.88                             | 2.07                    | 0.73                   | 2.27          | 92.41                             | -1.86                   | 4.94                   |
| 2.34         | 92.66                             | 2.01                    | 0.48                   | 2.37          | 91.52                             | -1.40                   | 4.28                   |
| 2.44         | 94.46                             | 1.98                    | 0.23                   | 2.47          | 90.60                             | -1.00                   | 3.69                   |
| 2.54         | 96.25                             | 1.97                    | 0.03                   | 2.57          | 89.64                             | -0.65                   | 3.16                   |
| 2.64         | 98.05                             | 1.98                    | 0.28                   | 2.67          | 88.65                             | -0.36                   | 2.69                   |
| 2.74         | 99.85                             | 1.99                    | 0.09                   | 2.77          | 87.63                             | -0.11                   | 2.30                   |
| 2.84         | 101.64                            | 1.93                    | 1.09                   | 2.87          | 86.58                             | 0.11                    | 1.96                   |
| 2.94         | 103.44                            | 1.76                    | 2.35                   | 2.97          | 85.50                             | 0.29                    | 1.68                   |
| 3.04         | 105.24                            | 1.45                    | 3.87                   | 3.07          | 84.40                             | 0.45                    | 1.45                   |
| 3.14         | 107.03                            | 0.98                    | 5.68                   | 3.17          | 83.27                             | 0.59                    | 1.27                   |
| 3.24         | 108.81                            | 0.31                    | 7.67                   | 3.27          | 82.12                             | 0.71                    | 1.12                   |
| 3.34         | 110.73                            | -0.47                   | 8.04                   | 3.37          | 80.96                             | 0.81                    | 1.01                   |
| 3.44         | 112.68                            | -1.26                   | 7.75                   | 3.47          | 79.77                             | 0.91                    | 0.93                   |
| 3.54         | 114.62                            | -2.02                   | 7.38                   | 3.57          | 78.57                             | 1.00                    | 0.87                   |
| 3.64         | 116.54                            | -2.73                   | 6.95                   | 3.67          | 77.36                             | 1.09                    | 0.84                   |
| 3.74         | 118.44                            | -3.40                   | 6.50                   | 3.78          | 76.13                             | 1.17                    | 0.82                   |
| 3.84         | 120.31                            | -4.03                   | 6.04                   | 3.88          | 74.90                             | 1.25                    | 0.82                   |
| 3.94         | 122.16                            | -4.61                   | 5.58                   | 3.98          | 73.66                             | 1.34                    | 0.83                   |

| Calotta      |                                   |                         |                        | Arco rovescio |                                   |                         |                        |
|--------------|-----------------------------------|-------------------------|------------------------|---------------|-----------------------------------|-------------------------|------------------------|
| Dist.<br>[m] | Sollecitazioni di calcolo (sisma) |                         |                        | Dist.<br>[m]  | Sollecitazioni di calcolo (Sisma) |                         |                        |
|              | N <sub>d</sub><br>[kN]            | M <sub>d</sub><br>[kNm] | T <sub>d</sub><br>[kN] |               | N <sub>d</sub><br>[kN]            | M <sub>d</sub><br>[kNm] | T <sub>d</sub><br>[kN] |
| 4.04         | 123.98                            | -5.14                   | 5.11                   | 4.08          | 72.41                             | 1.42                    | 0.85                   |
| 4.14         | 125.76                            | -5.63                   | 4.65                   | 4.18          | 71.16                             | 1.51                    | 0.87                   |
| 4.24         | 127.50                            | -6.07                   | 4.21                   | 4.28          | 69.91                             | 1.60                    | 0.89                   |
| 4.34         | 129.20                            | -6.47                   | 3.78                   | 4.38          | 68.67                             | 1.69                    | 0.92                   |
| 4.44         | 130.87                            | -6.82                   | 3.37                   | 4.48          | 67.42                             | 1.78                    | 0.94                   |
| 4.54         | 132.49                            | -7.14                   | 2.96                   | 4.58          | 66.19                             | 1.88                    | 0.96                   |
| 4.64         | 134.05                            | -7.42                   | 2.56                   | 4.68          | 64.96                             | 1.97                    | 0.98                   |
| 4.74         | 135.57                            | -7.65                   | 2.18                   | 4.78          | 63.74                             | 2.07                    | 0.99                   |
| 4.84         | 137.04                            | -7.85                   | 1.80                   | 4.88          | 62.54                             | 2.17                    | 0.99                   |
| 4.94         | 138.45                            | -8.01                   | 1.46                   | 4.98          | 61.35                             | 2.27                    | 0.99                   |
| 5.04         | 139.80                            | -8.14                   | 1.13                   | 5.08          | 60.18                             | 2.37                    | 0.98                   |
| 5.14         | 141.09                            | -8.24                   | 0.80                   | 5.18          | 59.03                             | 2.47                    | 0.98                   |
| 5.24         | 142.31                            | -8.30                   | 0.48                   | 5.28          | 57.91                             | 2.57                    | 0.97                   |
| 5.34         | 143.48                            | -8.33                   | 0.16                   | 5.39          | 56.81                             | 2.66                    | 0.95                   |
| 5.44         | 144.57                            | -8.33                   | 0.16                   | 5.49          | 55.73                             | 2.76                    | 0.94                   |
| 5.54         | 145.59                            | -8.30                   | 0.48                   | 5.59          | 54.69                             | 2.85                    | 0.92                   |
| 5.64         | 146.53                            | -8.24                   | 0.79                   | 5.69          | 53.68                             | 2.94                    | 0.91                   |
| 5.74         | 147.40                            | -8.15                   | 1.05                   | 5.79          | 52.70                             | 3.04                    | 0.90                   |
| 5.84         | 148.19                            | -8.03                   | 1.29                   | 5.89          | 51.76                             | 3.13                    | 0.92                   |
| 5.93         | 148.90                            | -7.89                   | 1.49                   | 5.99          | 50.86                             | 3.22                    | 0.93                   |
| 6.03         | 149.54                            | -7.73                   | 1.67                   | 6.09          | 50.00                             | 3.32                    | 0.97                   |
| 6.13         | 150.09                            | -7.56                   | 1.82                   | 6.19          | 49.18                             | 3.42                    | 1.03                   |
| 6.23         | 150.56                            | -7.37                   | 1.94                   | 6.29          | 48.41                             | 3.52                    | 1.12                   |
| 6.33         | 150.95                            | -7.17                   | 2.02                   | 6.39          | 47.68                             | 3.64                    | 1.22                   |
| 6.43         | 151.25                            | -6.97                   | 2.08                   | 6.49          | 47.01                             | 3.77                    | 1.34                   |
| 6.53         | 151.46                            | -6.76                   | 2.15                   | 6.59          | 46.38                             | 3.91                    | 1.49                   |
| 6.63         | 151.59                            | -6.54                   | 2.19                   | 6.69          | 45.80                             | 4.07                    | 1.66                   |
| 6.73         | 151.64                            | -6.32                   | 2.20                   | 6.79          | 45.29                             | 4.25                    | 1.85                   |
| 6.83         | 151.59                            | -6.10                   | 2.17                   | 6.90          | 44.83                             | 4.45                    | 2.04                   |
| 6.93         | 151.46                            | -5.89                   | 2.13                   | 7.00          | 44.42                             | 4.66                    | 2.20                   |
| 7.03         | 151.24                            | -5.68                   | 2.10                   | 7.10          | 44.09                             | 4.89                    | 2.32                   |
| 7.13         | 150.93                            | -5.47                   | 2.02                   | 7.20          | 43.81                             | 5.12                    | 2.37                   |
| 7.23         | 150.54                            | -5.28                   | 1.90                   | 7.30          | 43.60                             | 5.36                    | 2.29                   |
| 7.33         | 150.07                            | -5.10                   | 1.78                   | 7.40          | 43.47                             | 5.57                    | 2.04                   |
| 7.43         | 149.50                            | -4.93                   | 1.63                   | 7.50          | 43.41                             | 5.76                    | 1.58                   |
| 7.53         | 148.86                            | -4.77                   | 1.46                   | 7.60          | 43.43                             | 5.88                    | 0.82                   |
| 7.63         | 148.14                            | -4.63                   | 1.28                   | 7.70          | 43.54                             | 5.90                    | 0.36                   |
| 7.73         | 147.33                            | -4.52                   | 1.09                   | 7.80          | 43.75                             | 5.78                    | 2.03                   |
| 7.83         | 146.45                            | -4.42                   | 0.89                   | 7.90          | 44.06                             | 5.46                    | 4.33                   |
| 7.93         | 145.50                            | -4.34                   | 0.68                   | 8.00          | 44.48                             | 4.87                    | 7.38                   |
| 8.03         | 144.47                            | -4.28                   | 0.48                   | 8.10          | 45.03                             | 3.93                    | 11.27                  |
| 8.13         | 143.36                            | -4.24                   | 0.29                   | 8.20          | 45.70                             | 2.55                    | 16.11                  |
| 8.23         | 142.19                            | -4.22                   | 0.12                   | 8.30          | 46.52                             | 0.64                    | 21.98                  |

| Calotta      |                                   |                         |                        | Arco rovescio |                                   |                         |                        |
|--------------|-----------------------------------|-------------------------|------------------------|---------------|-----------------------------------|-------------------------|------------------------|
| Dist.<br>[m] | Sollecitazioni di calcolo (sisma) |                         |                        | Dist.<br>[m]  | Sollecitazioni di calcolo (Sisma) |                         |                        |
|              | N <sub>d</sub><br>[kN]            | M <sub>d</sub><br>[kNm] | T <sub>d</sub><br>[kN] |               | N <sub>d</sub><br>[kN]            | M <sub>d</sub><br>[kNm] | T <sub>d</sub><br>[kN] |
| 8.33         | 140.94                            | -4.22                   | 0.01                   | 8.41          | 47.50                             | -1.93                   | 28.90                  |
| 8.43         | 139.63                            | -4.22                   | 0.10                   |               |                                   |                         |                        |
| 8.53         | 138.25                            | -4.24                   | 0.16                   |               |                                   |                         |                        |
| 8.63         | 136.82                            | -4.25                   | 0.17                   |               |                                   |                         |                        |
| 8.73         | 135.32                            | -4.27                   | 0.14                   |               |                                   |                         |                        |
| 8.83         | 133.76                            | -4.28                   | 0.02                   |               |                                   |                         |                        |
| 8.93         | 132.15                            | -4.27                   | 0.16                   |               |                                   |                         |                        |
| 9.03         | 130.48                            | -4.24                   | 0.41                   |               |                                   |                         |                        |
| 9.13         | 128.76                            | -4.18                   | 0.73                   |               |                                   |                         |                        |
| 9.23         | 126.99                            | -4.09                   | 1.11                   |               |                                   |                         |                        |
| 9.33         | 125.17                            | -3.96                   | 1.56                   |               |                                   |                         |                        |
| 9.43         | 123.30                            | -3.78                   | 2.05                   |               |                                   |                         |                        |
| 9.53         | 121.39                            | -3.55                   | 2.54                   |               |                                   |                         |                        |
| 9.63         | 119.44                            | -3.27                   | 3.01                   |               |                                   |                         |                        |
| 9.72         | 117.46                            | -2.95                   | 3.46                   |               |                                   |                         |                        |
| 9.82         | 115.44                            | -2.58                   | 3.86                   |               |                                   |                         |                        |
| 9.92         | 113.40                            | -2.18                   | 4.20                   |               |                                   |                         |                        |
| 10.02        | 111.34                            | -1.75                   | 4.48                   |               |                                   |                         |                        |
| 10.12        | 109.27                            | -1.29                   | 4.71                   |               |                                   |                         |                        |
| 10.22        | 107.18                            | -0.81                   | 4.87                   |               |                                   |                         |                        |
| 10.32        | 105.09                            | -0.32                   | 4.98                   |               |                                   |                         |                        |
| 10.42        | 102.99                            | 0.18                    | 5.04                   |               |                                   |                         |                        |
| 10.52        | 100.90                            | 0.68                    | 5.04                   |               |                                   |                         |                        |
| 10.62        | 98.81                             | 1.18                    | 5.01                   |               |                                   |                         |                        |
| 10.72        | 96.73                             | 1.68                    | 4.96                   |               |                                   |                         |                        |
| 10.82        | 94.67                             | 2.17                    | 4.87                   |               |                                   |                         |                        |
| 10.92        | 92.63                             | 2.65                    | 4.76                   |               |                                   |                         |                        |
| 11.02        | 90.61                             | 3.12                    | 4.63                   |               |                                   |                         |                        |
| 11.12        | 88.61                             | 3.57                    | 4.48                   |               |                                   |                         |                        |
| 11.22        | 86.64                             | 4.01                    | 4.33                   |               |                                   |                         |                        |
| 11.32        | 84.70                             | 4.44                    | 4.18                   |               |                                   |                         |                        |
| 11.42        | 82.80                             | 4.84                    | 4.02                   |               |                                   |                         |                        |
| 11.52        | 80.93                             | 5.24                    | 3.86                   |               |                                   |                         |                        |
| 11.62        | 79.10                             | 5.61                    | 3.68                   |               |                                   |                         |                        |
| 11.72        | 77.32                             | 5.97                    | 3.50                   |               |                                   |                         |                        |
| 11.82        | 75.58                             | 6.31                    | 3.31                   |               |                                   |                         |                        |
| 11.92        | 73.89                             | 6.63                    | 3.13                   |               |                                   |                         |                        |
| 12.02        | 72.24                             | 6.94                    | 2.95                   |               |                                   |                         |                        |
| 12.12        | 70.66                             | 7.22                    | 2.77                   |               |                                   |                         |                        |
| 12.22        | 69.12                             | 7.49                    | 2.60                   |               |                                   |                         |                        |
| 12.32        | 67.65                             | 7.74                    | 2.42                   |               |                                   |                         |                        |
| 12.42        | 66.23                             | 7.97                    | 2.25                   |               |                                   |                         |                        |
| 12.52        | 64.88                             | 8.19                    | 2.08                   |               |                                   |                         |                        |

| Calotta |                                   |                |                | Arco rovescio |                                   |                |                |
|---------|-----------------------------------|----------------|----------------|---------------|-----------------------------------|----------------|----------------|
| Dist.   | Sollecitazioni di calcolo (sisma) |                |                | Dist.         | Sollecitazioni di calcolo (Sisma) |                |                |
|         | N <sub>d</sub>                    | M <sub>d</sub> | T <sub>d</sub> |               | N <sub>d</sub>                    | M <sub>d</sub> | T <sub>d</sub> |
| [m]     | [kN]                              | [kNm]          | [kN]           | [m]           | [kN]                              | [kNm]          | [kN]           |
| 12.62   | 63.58                             | 8.39           | 1.92           |               |                                   |                |                |
| 12.72   | 62.35                             | 8.57           | 1.74           |               |                                   |                |                |
| 12.82   | 61.19                             | 8.73           | 1.55           |               |                                   |                |                |
| 12.92   | 60.10                             | 8.88           | 1.37           |               |                                   |                |                |
| 13.02   | 59.07                             | 9.01           | 1.19           |               |                                   |                |                |
| 13.12   | 58.11                             | 9.12           | 1.00           |               |                                   |                |                |
| 13.22   | 57.23                             | 9.21           | 0.83           |               |                                   |                |                |
| 13.32   | 56.41                             | 9.28           | 0.66           |               |                                   |                |                |
| 13.42   | 55.67                             | 9.34           | 0.46           |               |                                   |                |                |
| 13.51   | 55.00                             | 9.38           | 0.30           |               |                                   |                |                |
| 13.61   | 54.40                             | 9.40           | 0.14           |               |                                   |                |                |
| 13.71   | 53.88                             | 9.40           | 0.05           |               |                                   |                |                |
| 13.81   | 53.43                             | 9.39           | 0.24           |               |                                   |                |                |
| 13.91   | 53.05                             | 9.35           | 0.44           |               |                                   |                |                |
| 14.01   | 52.75                             | 9.30           | 0.63           |               |                                   |                |                |
| 14.11   | 52.52                             | 9.23           | 0.83           |               |                                   |                |                |
| 14.21   | 52.36                             | 9.13           | 1.05           |               |                                   |                |                |
| 14.31   | 52.28                             | 9.02           | 1.28           |               |                                   |                |                |
| 14.41   | 52.26                             | 8.88           | 1.51           |               |                                   |                |                |
| 14.51   | 52.32                             | 8.72           | 1.75           |               |                                   |                |                |
| 14.61   | 52.45                             | 8.53           | 1.98           |               |                                   |                |                |
| 14.71   | 52.64                             | 8.32           | 2.23           |               |                                   |                |                |
| 14.81   | 52.90                             | 8.08           | 2.50           |               |                                   |                |                |
| 14.91   | 53.23                             | 7.82           | 2.76           |               |                                   |                |                |
| 15.01   | 53.62                             | 7.53           | 3.02           |               |                                   |                |                |
| 15.11   | 54.08                             | 7.22           | 3.26           |               |                                   |                |                |
| 15.21   | 54.59                             | 6.89           | 3.48           |               |                                   |                |                |
| 15.31   | 55.16                             | 6.53           | 3.68           |               |                                   |                |                |
| 15.41   | 55.79                             | 6.15           | 3.87           |               |                                   |                |                |
| 15.51   | 56.47                             | 5.76           | 4.03           |               |                                   |                |                |
| 15.61   | 57.19                             | 5.35           | 4.18           |               |                                   |                |                |
| 15.71   | 57.97                             | 4.92           | 4.32           |               |                                   |                |                |
| 15.81   | 58.79                             | 4.49           | 4.40           |               |                                   |                |                |
| 15.91   | 59.64                             | 4.05           | 4.45           |               |                                   |                |                |
| 16.01   | 60.54                             | 3.61           | 4.43           |               |                                   |                |                |
| 16.11   | 61.46                             | 3.17           | 4.36           |               |                                   |                |                |
| 16.21   | 62.41                             | 2.74           | 4.22           |               |                                   |                |                |
| 16.31   | 63.38                             | 2.33           | 3.99           |               |                                   |                |                |
| 16.41   | 64.37                             | 1.95           | 3.67           |               |                                   |                |                |
| 16.51   | 65.36                             | 1.60           | 3.25           |               |                                   |                |                |
| 16.61   | 66.37                             | 1.30           | 2.71           |               |                                   |                |                |
| 16.71   | 67.37                             | 1.07           | 2.04           |               |                                   |                |                |
| 16.81   | 68.36                             | 0.90           | 1.24           |               |                                   |                |                |

| Calotta      |                                   |                         |                        | Arco rovescio |                                   |                         |                        |
|--------------|-----------------------------------|-------------------------|------------------------|---------------|-----------------------------------|-------------------------|------------------------|
| Dist.<br>[m] | Sollecitazioni di calcolo (sisma) |                         |                        | Dist.<br>[m]  | Sollecitazioni di calcolo (Sisma) |                         |                        |
|              | N <sub>d</sub><br>[kN]            | M <sub>d</sub><br>[kNm] | T <sub>d</sub><br>[kN] |               | N <sub>d</sub><br>[kN]            | M <sub>d</sub><br>[kNm] | T <sub>d</sub><br>[kN] |
| 16.91        | 69.34                             | 0.83                    | 0.30                   |               |                                   |                         |                        |
| 17.01        | 70.30                             | 0.85                    | 0.79                   |               |                                   |                         |                        |
| 17.11        | 71.24                             | 0.97                    | 1.60                   |               |                                   |                         |                        |
| 17.21        | 72.19                             | 1.12                    | 1.27                   |               |                                   |                         |                        |
| 17.30        | 73.13                             | 1.22                    | 0.79                   |               |                                   |                         |                        |
| 17.40        | 74.06                             | 1.27                    | 0.24                   |               |                                   |                         |                        |
| 17.50        | 74.98                             | 1.26                    | 0.38                   |               |                                   |                         |                        |
| 17.60        | 75.88                             | 1.19                    | 1.06                   |               |                                   |                         |                        |
| 17.70        | 76.77                             | 1.07                    | 1.45                   |               |                                   |                         |                        |
| 17.80        | 77.64                             | 0.92                    | 1.44                   |               |                                   |                         |                        |
| 17.90        | 78.49                             | 0.78                    | 1.41                   |               |                                   |                         |                        |
| 18.00        | 79.31                             | 0.64                    | 1.39                   |               |                                   |                         |                        |
| 18.10        | 80.10                             | 0.50                    | 1.38                   |               |                                   |                         |                        |
| 18.20        | 80.86                             | 0.36                    | 1.41                   |               |                                   |                         |                        |
| 18.30        | 81.58                             | 0.22                    | 1.49                   |               |                                   |                         |                        |
| 18.40        | 82.27                             | 0.06                    | 1.66                   |               |                                   |                         |                        |
| 18.50        | 82.92                             | -0.12                   | 1.94                   |               |                                   |                         |                        |
| 18.60        | 83.54                             | -0.33                   | 2.34                   |               |                                   |                         |                        |
| 18.70        | 84.12                             | -0.59                   | 2.90                   |               |                                   |                         |                        |
| 18.80        | 84.66                             | -0.92                   | 3.66                   |               |                                   |                         |                        |
| 18.90        | 85.16                             | -1.33                   | 4.63                   |               |                                   |                         |                        |
| 19.00        | 85.62                             | -1.85                   | 5.85                   |               |                                   |                         |                        |
| 19.10        | 86.04                             | -2.51                   | 7.36                   |               |                                   |                         |                        |
| 19.20        | 86.43                             | -3.34                   | 9.18                   |               |                                   |                         |                        |
| 19.30        | 86.79                             | -4.36                   | 11.36                  |               |                                   |                         |                        |
| 19.40        | 87.11                             | -5.62                   | 13.87                  |               |                                   |                         |                        |
| 19.50        | 87.42                             | -7.15                   | 16.72                  |               |                                   |                         |                        |
| 19.60        | 87.69                             | -8.97                   | 19.89                  |               |                                   |                         |                        |
| 19.70        | 87.95                             | -11.13                  | 23.37                  |               |                                   |                         |                        |
| 19.80        | 88.18                             | -13.68                  | 27.88                  |               |                                   |                         |                        |
| 19.90        | 88.41                             | -16.73                  | 33.13                  |               |                                   |                         |                        |
| 20.00        | 88.66                             | -20.28                  | 38.16                  |               |                                   |                         |                        |
| 20.10        | 88.93                             | -24.33                  | 42.96                  |               |                                   |                         |                        |
| 20.20        | 89.23                             | -28.84                  | 47.41                  |               |                                   |                         |                        |
| 20.30        | 89.58                             | -33.77                  | 51.46                  |               |                                   |                         |                        |

**Tabella 3: sollecitazioni nel rivestimento definitivo (N>0: compressione, M>0: tende le fibre in intradosso) – GA03\_DIMA – Condizioni statiche**

| Calotta |                                |                |                |                                 |                |                | Arco rovescio |                                |                |                |                                 |                |                |
|---------|--------------------------------|----------------|----------------|---------------------------------|----------------|----------------|---------------|--------------------------------|----------------|----------------|---------------------------------|----------------|----------------|
| Dist.   | Sollecitazioni caratteristiche |                |                | Sollecitazioni di calcolo (SLU) |                |                | Dist.         | Sollecitazioni caratteristiche |                |                | Sollecitazioni di calcolo (SLU) |                |                |
|         | N <sub>k</sub>                 | M <sub>k</sub> | T <sub>k</sub> | N <sub>d</sub>                  | M <sub>d</sub> | T <sub>d</sub> |               | N <sub>k</sub>                 | M <sub>k</sub> | T <sub>k</sub> | N <sub>d</sub>                  | M <sub>d</sub> | T <sub>d</sub> |
| [m]     | [kN]                           | [kNm]          | [kN]           | [kN]                            | [kNm]          | [kN]           | [m]           | [kN]                           | [kNm]          | [kN]           | [kN]                            | [kNm]          | [kN]           |
| 0.05    | 71.20                          | -15.18         | -16.18         | 92.57                           | -19.73         | -21.03         | 0.05          | 56.21                          | -13.97         | -40.22         | 73.07                           | -18.16         | -52.29         |
| 0.15    | 72.46                          | -13.55         | -16.29         | 94.20                           | -17.62         | -21.17         | 0.15          | 54.97                          | -10.34         | -32.33         | 71.46                           | -13.44         | -42.02         |
| 0.25    | 73.73                          | -11.95         | -15.71         | 95.85                           | -15.53         | -20.42         | 0.25          | 53.87                          | -7.43          | -25.78         | 70.03                           | -9.66          | -33.52         |
| 0.35    | 75.01                          | -10.43         | -14.61         | 97.51                           | -13.56         | -18.99         | 0.35          | 52.90                          | -5.11          | -20.55         | 68.76                           | -6.64          | -26.71         |
| 0.45    | 76.29                          | -9.04          | -13.12         | 99.17                           | -11.75         | -17.06         | 0.45          | 52.02                          | -3.26          | -16.47         | 67.63                           | -4.24          | -21.41         |
| 0.55    | 77.67                          | -7.79          | -11.71         | 100.97                          | -10.13         | -15.22         | 0.55          | 51.23                          | -1.77          | -13.31         | 66.60                           | -2.30          | -17.30         |
| 0.65    | 79.16                          | -6.69          | -10.39         | 102.91                          | -8.69          | -13.51         | 0.65          | 50.50                          | -0.56          | -10.84         | 65.65                           | -0.73          | -14.09         |
| 0.75    | 80.63                          | -5.72          | -8.91          | 104.82                          | -7.43          | -11.59         | 0.75          | 49.83                          | 0.43           | -8.86          | 64.77                           | 0.55           | -11.52         |
| 0.85    | 82.09                          | -4.90          | -7.36          | 106.72                          | -6.37          | -9.57          | 0.85          | 49.19                          | 1.23           | -7.26          | 63.95                           | 1.60           | -9.44          |
| 0.95    | 83.54                          | -4.24          | -5.81          | 108.60                          | -5.52          | -7.55          | 0.95          | 48.59                          | 1.89           | -5.97          | 63.17                           | 2.46           | -7.77          |
| 1.05    | 84.96                          | -3.74          | -4.32          | 110.44                          | -4.86          | -5.62          | 1.05          | 48.03                          | 2.44           | -4.95          | 62.43                           | 3.17           | -6.44          |
| 1.15    | 86.35                          | -3.37          | -2.94          | 112.26                          | -4.38          | -3.82          | 1.15          | 47.49                          | 2.90           | -4.15          | 61.73                           | 3.77           | -5.39          |
| 1.25    | 87.72                          | -3.14          | -1.70          | 114.03                          | -4.08          | -2.21          | 1.25          | 46.97                          | 3.28           | -3.50          | 61.07                           | 4.26           | -4.56          |
| 1.35    | 89.05                          | -3.02          | -0.61          | 115.77                          | -3.93          | -0.80          | 1.35          | 46.48                          | 3.60           | -2.98          | 60.43                           | 4.69           | -3.87          |
| 1.45    | 90.35                          | -3.01          | 0.31           | 117.46                          | -3.91          | 0.40           | 1.45          | 46.02                          | 3.88           | -2.54          | 59.82                           | 5.04           | -3.30          |
| 1.55    | 91.61                          | -3.08          | 1.06           | 119.10                          | -4.00          | 1.38           | 1.55          | 45.57                          | 4.12           | -2.15          | 59.24                           | 5.35           | -2.79          |
| 1.65    | 92.83                          | -3.21          | 1.67           | 120.68                          | -4.18          | 2.17           | 1.65          | 45.14                          | 4.31           | -1.80          | 58.68                           | 5.61           | -2.34          |
| 1.75    | 94.00                          | -3.40          | 2.12           | 122.19                          | -4.42          | 2.76           | 1.75          | 44.73                          | 4.48           | -1.48          | 58.14                           | 5.82           | -1.92          |
| 1.85    | 95.11                          | -3.63          | 2.46           | 123.65                          | -4.72          | 3.19           | 1.85          | 44.33                          | 4.61           | -1.18          | 57.63                           | 5.99           | -1.53          |
| 1.95    | 96.18                          | -3.89          | 2.68           | 125.03                          | -5.06          | 3.48           | 1.95          | 43.96                          | 4.71           | -0.90          | 57.15                           | 6.13           | -1.17          |
| 2.05    | 97.18                          | -4.17          | 2.82           | 126.34                          | -5.42          | 3.66           | 2.05          | 43.60                          | 4.79           | -0.64          | 56.68                           | 6.23           | -0.83          |
| 2.16    | 98.13                          | -4.45          | 2.89           | 127.56                          | -5.79          | 3.76           | 2.15          | 43.26                          | 4.84           | -0.40          | 56.24                           | 6.30           | -0.52          |
| 2.26    | 99.00                          | -4.74          | 2.92           | 128.70                          | -6.17          | 3.80           | 2.25          | 42.94                          | 4.87           | -0.18          | 55.82                           | 6.33           | -0.24          |
| 2.36    | 99.81                          | -5.04          | 2.94           | 129.76                          | -6.55          | 3.82           | 2.35          | 42.63                          | 4.88           | 0.01           | 55.42                           | 6.34           | 0.01           |
| 2.46    | 100.55                         | -5.33          | 2.95           | 130.72                          | -6.93          | 3.84           | 2.45          | 42.35                          | 4.87           | 0.18           | 55.05                           | 6.33           | 0.24           |
| 2.56    | 101.22                         | -5.63          | 2.99           | 131.59                          | -7.32          | 3.89           | 2.55          | 42.07                          | 4.84           | 0.33           | 54.70                           | 6.30           | 0.43           |
| 2.66    | 101.81                         | -5.93          | 3.08           | 132.35                          | -7.71          | 4.00           | 2.65          | 41.82                          | 4.81           | 0.46           | 54.36                           | 6.25           | 0.60           |
| 2.76    | 102.32                         | -6.25          | 3.24           | 133.02                          | -8.13          | 4.21           | 2.75          | 41.58                          | 4.75           | 0.57           | 54.06                           | 6.18           | 0.73           |
| 2.86    | 102.76                         | -6.59          | 3.47           | 133.59                          | -8.56          | 4.51           | 2.85          | 41.36                          | 4.69           | 0.65           | 53.77                           | 6.10           | 0.84           |
| 2.96    | 103.11                         | -6.95          | 3.80           | 134.04                          | -9.04          | 4.94           | 2.95          | 41.15                          | 4.63           | 0.70           | 53.50                           | 6.01           | 0.91           |
| 3.06    | 103.38                         | -7.35          | 4.24           | 134.39                          | -9.56          | 5.51           | 3.05          | 40.97                          | 4.55           | 0.74           | 53.25                           | 5.92           | 0.96           |
| 3.16    | 103.56                         | -7.81          | 4.78           | 134.63                          | -10.15         | 6.21           | 3.15          | 40.79                          | 4.48           | 0.76           | 53.03                           | 5.82           | 0.99           |
| 3.26    | 103.71                         | -8.26          | 4.32           | 134.82                          | -10.74         | 5.62           | 3.25          | 40.63                          | 4.40           | 0.76           | 52.82                           | 5.72           | 0.98           |
| 3.36    | 103.79                         | -8.64          | 3.23           | 134.93                          | -11.23         | 4.20           | 3.35          | 40.49                          | 4.33           | 0.74           | 52.64                           | 5.63           | 0.96           |
| 3.46    | 103.76                         | -8.92          | 2.25           | 134.89                          | -11.59         | 2.93           | 3.45          | 40.36                          | 4.26           | 0.70           | 52.47                           | 5.53           | 0.92           |
| 3.56    | 103.62                         | -9.10          | 1.38           | 134.71                          | -11.83         | 1.80           | 3.55          | 40.25                          | 4.19           | 0.66           | 52.32                           | 5.44           | 0.85           |
| 3.66    | 103.38                         | -9.20          | 0.63           | 134.39                          | -11.96         | 0.82           | 3.65          | 40.15                          | 4.12           | 0.60           | 52.19                           | 5.36           | 0.77           |
| 3.76    | 103.03                         | -9.23          | -0.01          | 133.94                          | -12.00         | -0.01          | 3.75          | 40.06                          | 4.07           | 0.52           | 52.08                           | 5.29           | 0.68           |
| 3.86    | 102.59                         | -9.20          | -0.55          | 133.37                          | -11.96         | -0.71          | 3.85          | 40.00                          | 4.02           | 0.44           | 51.99                           | 5.23           | 0.58           |
| 3.96    | 102.06                         | -9.12          | -0.99          | 132.68                          | -11.86         | -1.29          | 3.95          | 39.94                          | 3.98           | 0.36           | 51.92                           | 5.17           | 0.46           |

| Calotta |                                |                |                |                                 |                |                | Arco rovescio |                                |                |                |                                 |                |                |
|---------|--------------------------------|----------------|----------------|---------------------------------|----------------|----------------|---------------|--------------------------------|----------------|----------------|---------------------------------|----------------|----------------|
| Dist.   | Sollecitazioni caratteristiche |                |                | Sollecitazioni di calcolo (SLU) |                |                | Dist.         | Sollecitazioni caratteristiche |                |                | Sollecitazioni di calcolo (SLU) |                |                |
|         | N <sub>k</sub>                 | M <sub>k</sub> | T <sub>k</sub> | N <sub>d</sub>                  | M <sub>d</sub> | T <sub>d</sub> |               | N <sub>k</sub>                 | M <sub>k</sub> | T <sub>k</sub> | N <sub>d</sub>                  | M <sub>d</sub> | T <sub>d</sub> |
| [m]     | [kN]                           | [kNm]          | [kN]           | [kN]                            | [kNm]          | [kN]           | [m]           | [kN]                           | [kNm]          | [kN]           | [kN]                            | [kNm]          | [kN]           |
| 4.06    | 101.43                         | -9.01          | -1.36          | 131.86                          | -11.71         | -1.76          | 4.05          | 39.90                          | 3.95           | 0.26           | 51.87                           | 5.13           | 0.34           |
| 4.16    | 100.72                         | -8.86          | -1.65          | 130.94                          | -11.51         | -2.14          | 4.15          | 39.87                          | 3.93           | 0.16           | 51.83                           | 5.11           | 0.21           |
| 4.26    | 99.92                          | -8.68          | -1.88          | 129.90                          | -11.28         | -2.44          | 4.25          | 39.86                          | 3.92           | 0.07           | 51.82                           | 5.09           | 0.09           |
| 4.36    | 99.04                          | -8.48          | -2.05          | 128.76                          | -11.03         | -2.67          | 4.35          | 39.86                          | 3.91           | -0.03          | 51.82                           | 5.09           | -0.04          |
| 4.46    | 98.09                          | -8.27          | -2.19          | 127.52                          | -10.75         | -2.85          | 4.45          | 39.88                          | 3.92           | -0.13          | 51.84                           | 5.10           | -0.17          |
| 4.56    | 97.06                          | -8.05          | -2.30          | 126.18                          | -10.46         | -2.99          | 4.55          | 39.91                          | 3.94           | -0.23          | 51.88                           | 5.12           | -0.30          |
| 4.66    | 95.97                          | -7.81          | -2.38          | 124.75                          | -10.15         | -3.10          | 4.65          | 39.96                          | 3.97           | -0.32          | 51.94                           | 5.16           | -0.42          |
| 4.76    | 94.80                          | -7.57          | -2.45          | 123.24                          | -9.84          | -3.19          | 4.75          | 40.02                          | 4.01           | -0.41          | 52.02                           | 5.21           | -0.53          |
| 4.86    | 93.58                          | -7.32          | -2.51          | 121.65                          | -9.52          | -3.27          | 4.86          | 40.09                          | 4.05           | -0.49          | 52.12                           | 5.27           | -0.64          |
| 4.96    | 92.29                          | -7.06          | -2.58          | 119.98                          | -9.18          | -3.35          | 4.96          | 40.18                          | 4.10           | -0.56          | 52.23                           | 5.33           | -0.73          |
| 5.06    | 90.95                          | -6.80          | -2.64          | 118.24                          | -8.84          | -3.43          | 5.06          | 40.28                          | 4.16           | -0.62          | 52.36                           | 5.41           | -0.81          |
| 5.16    | 89.56                          | -6.53          | -2.71          | 116.43                          | -8.50          | -3.53          | 5.16          | 40.40                          | 4.23           | -0.67          | 52.52                           | 5.50           | -0.87          |
| 5.26    | 88.11                          | -6.26          | -2.80          | 114.55                          | -8.14          | -3.64          | 5.26          | 40.53                          | 4.30           | -0.71          | 52.69                           | 5.59           | -0.92          |
| 5.36    | 86.62                          | -5.97          | -2.90          | 112.60                          | -7.77          | -3.76          | 5.36          | 40.68                          | 4.37           | -0.73          | 52.88                           | 5.68           | -0.94          |
| 5.46    | 85.08                          | -5.68          | -3.01          | 110.60                          | -7.38          | -3.91          | 5.46          | 40.84                          | 4.44           | -0.73          | 53.09                           | 5.77           | -0.95          |
| 5.56    | 83.49                          | -5.37          | -3.13          | 108.54                          | -6.98          | -4.07          | 5.56          | 41.02                          | 4.51           | -0.71          | 53.32                           | 5.87           | -0.93          |
| 5.66    | 81.86                          | -5.05          | -3.27          | 106.42                          | -6.56          | -4.25          | 5.66          | 41.21                          | 4.58           | -0.68          | 53.57                           | 5.96           | -0.88          |
| 5.76    | 80.19                          | -4.71          | -3.42          | 104.24                          | -6.13          | -4.45          | 5.76          | 41.42                          | 4.65           | -0.62          | 53.84                           | 6.04           | -0.81          |
| 5.86    | 78.47                          | -4.36          | -3.58          | 102.02                          | -5.67          | -4.66          | 5.86          | 41.64                          | 4.71           | -0.54          | 54.14                           | 6.12           | -0.70          |
| 5.96    | 76.72                          | -3.99          | -3.75          | 99.74                           | -5.19          | -4.88          | 5.96          | 41.89                          | 4.75           | -0.44          | 54.45                           | 6.18           | -0.57          |
| 6.06    | 74.94                          | -3.61          | -3.93          | 97.42                           | -4.69          | -5.11          | 6.06          | 42.14                          | 4.79           | -0.32          | 54.78                           | 6.23           | -0.41          |
| 6.16    | 73.12                          | -3.21          | -4.10          | 95.05                           | -4.17          | -5.33          | 6.16          | 42.42                          | 4.82           | -0.17          | 55.14                           | 6.26           | -0.22          |
| 6.26    | 71.27                          | -2.79          | -4.27          | 92.65                           | -3.62          | -5.56          | 6.26          | 42.71                          | 4.83           | 0.00           | 55.52                           | 6.27           | 0.00           |
| 6.36    | 69.39                          | -2.35          | -4.44          | 90.20                           | -3.06          | -5.77          | 6.36          | 43.01                          | 4.82           | 0.19           | 55.92                           | 6.26           | 0.25           |
| 6.46    | 67.48                          | -1.90          | -4.59          | 87.73                           | -2.47          | -5.96          | 6.46          | 43.34                          | 4.79           | 0.41           | 56.34                           | 6.22           | 0.53           |
| 6.56    | 65.55                          | -1.43          | -4.72          | 85.22                           | -1.86          | -6.14          | 6.56          | 43.68                          | 4.73           | 0.64           | 56.78                           | 6.15           | 0.83           |
| 6.66    | 63.61                          | -0.95          | -4.83          | 82.69                           | -1.24          | -6.28          | 6.66          | 44.04                          | 4.66           | 0.90           | 57.25                           | 6.05           | 1.17           |
| 6.77    | 61.65                          | -0.47          | -4.92          | 80.14                           | -0.60          | -6.40          | 6.76          | 44.41                          | 4.55           | 1.17           | 57.74                           | 5.92           | 1.52           |
| 6.87    | 59.68                          | 0.03           | -4.99          | 77.58                           | 0.04           | -6.48          | 6.86          | 44.81                          | 4.42           | 1.47           | 58.25                           | 5.75           | 1.91           |
| 6.97    | 57.70                          | 0.53           | -5.02          | 75.01                           | 0.69           | -6.53          | 6.96          | 45.22                          | 4.26           | 1.78           | 58.78                           | 5.54           | 2.32           |
| 7.07    | 55.73                          | 1.04           | -5.03          | 72.45                           | 1.35           | -6.53          | 7.06          | 45.65                          | 4.06           | 2.13           | 59.34                           | 5.28           | 2.77           |
| 7.17    | 53.76                          | 1.54           | -5.00          | 69.89                           | 2.00           | -6.50          | 7.16          | 46.10                          | 3.83           | 2.51           | 59.93                           | 4.98           | 3.27           |
| 7.27    | 51.80                          | 2.04           | -4.95          | 67.34                           | 2.65           | -6.44          | 7.26          | 46.57                          | 3.56           | 2.95           | 60.53                           | 4.62           | 3.84           |
| 7.37    | 49.85                          | 2.53           | -4.87          | 64.81                           | 3.29           | -6.34          | 7.36          | 47.05                          | 3.23           | 3.47           | 61.17                           | 4.20           | 4.51           |
| 7.47    | 47.93                          | 3.01           | -4.77          | 62.31                           | 3.92           | -6.21          | 7.46          | 47.57                          | 2.85           | 4.11           | 61.84                           | 3.71           | 5.34           |
| 7.57    | 46.03                          | 3.49           | -4.65          | 59.84                           | 4.53           | -6.05          | 7.56          | 48.10                          | 2.40           | 4.92           | 62.54                           | 3.12           | 6.39           |
| 7.67    | 44.16                          | 3.95           | -4.52          | 57.41                           | 5.13           | -5.87          | 7.66          | 48.67                          | 1.86           | 5.94           | 63.27                           | 2.42           | 7.72           |
| 7.77    | 42.33                          | 4.39           | -4.36          | 55.03                           | 5.71           | -5.67          | 7.76          | 49.27                          | 1.20           | 7.23           | 64.05                           | 1.56           | 9.39           |
| 7.87    | 40.54                          | 4.82           | -4.20          | 52.70                           | 6.27           | -5.46          | 7.86          | 49.90                          | 0.40           | 8.83           | 64.87                           | 0.52           | 11.47          |
| 7.97    | 38.79                          | 5.23           | -4.03          | 50.43                           | 6.80           | -5.24          | 7.96          | 50.57                          | -0.58          | 10.80          | 65.75                           | -0.76          | 14.05          |
| 8.07    | 37.09                          | 5.63           | -3.85          | 48.22                           | 7.31           | -5.01          | 8.06          | 51.30                          | -1.79          | 13.28          | 66.69                           | -2.33          | 17.26          |
| 8.17    | 35.45                          | 6.00           | -3.67          | 46.08                           | 7.80           | -4.77          | 8.16          | 52.09                          | -3.28          | 16.44          | 67.72                           | -4.26          | 21.37          |
| 8.27    | 33.86                          | 6.36           | -3.49          | 44.01                           | 8.27           | -4.53          | 8.26          | 52.96                          | -5.13          | 20.52          | 68.85                           | -6.66          | 26.68          |

| Calotta |                                |                |                |                                 |                |                | Arco rovescio |                                |                |                |                                 |                |                |
|---------|--------------------------------|----------------|----------------|---------------------------------|----------------|----------------|---------------|--------------------------------|----------------|----------------|---------------------------------|----------------|----------------|
| Dist.   | Sollecitazioni caratteristiche |                |                | Sollecitazioni di calcolo (SLU) |                |                | Dist.         | Sollecitazioni caratteristiche |                |                | Sollecitazioni di calcolo (SLU) |                |                |
|         | N <sub>k</sub>                 | M <sub>k</sub> | T <sub>k</sub> | N <sub>d</sub>                  | M <sub>d</sub> | T <sub>d</sub> |               | N <sub>k</sub>                 | M <sub>k</sub> | T <sub>k</sub> | N <sub>d</sub>                  | M <sub>d</sub> | T <sub>d</sub> |
| [m]     | [kN]                           | [kNm]          | [kN]           | [kN]                            | [kNm]          | [kN]           | [m]           | [kN]                           | [kNm]          | [kN]           | [kN]                            | [kNm]          | [kN]           |
| 8.37    | 32.33                          | 6.70           | -3.30          | 42.03                           | 8.71           | -4.29          | 8.36          | 53.93                          | -7.44          | 25.76          | 70.11                           | -9.67          | 33.48          |
| 8.47    | 30.87                          | 7.02           | -3.12          | 40.13                           | 9.13           | -4.05          | 8.46          | 55.03                          | -10.35         | 32.30          | 71.54                           | -13.45         | 41.99          |
| 8.57    | 29.47                          | 7.33           | -2.93          | 38.31                           | 9.52           | -3.81          | 8.56          | 56.27                          | -13.98         | 40.20          | 73.15                           | -18.17         | 52.25          |
| 8.67    | 28.15                          | 7.61           | -2.74          | 36.59                           | 9.89           | -3.57          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 8.77    | 26.90                          | 7.88           | -2.56          | 34.97                           | 10.24          | -3.33          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 8.87    | 25.72                          | 8.12           | -2.37          | 33.44                           | 10.56          | -3.08          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 8.97    | 24.63                          | 8.35           | -2.19          | 32.02                           | 10.86          | -2.84          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 9.07    | 23.62                          | 8.56           | -2.00          | 30.70                           | 11.13          | -2.60          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 9.17    | 22.69                          | 8.75           | -1.81          | 29.50                           | 11.38          | -2.35          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 9.27    | 21.85                          | 8.92           | -1.62          | 28.41                           | 11.60          | -2.11          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 9.37    | 21.10                          | 9.08           | -1.44          | 27.43                           | 11.80          | -1.87          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 9.47    | 20.44                          | 9.21           | -1.25          | 26.57                           | 11.98          | -1.62          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 9.57    | 19.87                          | 9.33           | -1.06          | 25.83                           | 12.13          | -1.37          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 9.67    | 19.39                          | 9.42           | -0.86          | 25.21                           | 12.25          | -1.12          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 9.77    | 19.01                          | 9.50           | -0.67          | 24.71                           | 12.35          | -0.87          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 9.87    | 18.72                          | 9.56           | -0.48          | 24.34                           | 12.43          | -0.63          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 9.97    | 18.53                          | 9.60           | -0.29          | 24.09                           | 12.48          | -0.38          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 10.07   | 18.43                          | 9.62           | -0.10          | 23.96                           | 12.50          | -0.12          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 10.17   | 18.44                          | 9.62           | 0.10           | 23.97                           | 12.50          | 0.13           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 10.27   | 18.53                          | 9.60           | 0.29           | 24.09                           | 12.48          | 0.38           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 10.37   | 18.72                          | 9.56           | 0.49           | 24.34                           | 12.43          | 0.63           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 10.47   | 19.01                          | 9.50           | 0.68           | 24.71                           | 12.35          | 0.88           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 10.57   | 19.39                          | 9.42           | 0.87           | 25.21                           | 12.25          | 1.13           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 10.67   | 19.87                          | 9.33           | 1.06           | 25.83                           | 12.12          | 1.38           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 10.77   | 20.44                          | 9.21           | 1.25           | 26.57                           | 11.97          | 1.62           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 10.87   | 21.10                          | 9.08           | 1.44           | 27.43                           | 11.80          | 1.87           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 10.97   | 21.86                          | 8.92           | 1.62           | 28.41                           | 11.60          | 2.11           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 11.07   | 22.70                          | 8.75           | 1.81           | 29.50                           | 11.38          | 2.35           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 11.17   | 23.62                          | 8.56           | 2.00           | 30.71                           | 11.13          | 2.60           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 11.27   | 24.63                          | 8.35           | 2.18           | 32.02                           | 10.86          | 2.84           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 11.38   | 25.73                          | 8.12           | 2.37           | 33.45                           | 10.56          | 3.08           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 11.48   | 26.90                          | 7.87           | 2.56           | 34.97                           | 10.24          | 3.33           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 11.58   | 28.15                          | 7.61           | 2.75           | 36.60                           | 9.89           | 3.57           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 11.68   | 29.48                          | 7.32           | 2.93           | 38.32                           | 9.52           | 3.81           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 11.78   | 30.87                          | 7.02           | 3.12           | 40.13                           | 9.13           | 4.06           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 11.88   | 32.33                          | 6.70           | 3.31           | 42.03                           | 8.71           | 4.30           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 11.98   | 33.86                          | 6.36           | 3.49           | 44.02                           | 8.27           | 4.54           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 12.08   | 35.45                          | 6.00           | 3.67           | 46.09                           | 7.80           | 4.77           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 12.18   | 37.10                          | 5.62           | 3.85           | 48.22                           | 7.31           | 5.01           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 12.28   | 38.80                          | 5.23           | 4.03           | 50.43                           | 6.80           | 5.24           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 12.38   | 40.54                          | 4.82           | 4.20           | 52.71                           | 6.26           | 5.46           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 12.48   | 42.34                          | 4.39           | 4.37           | 55.04                           | 5.70           | 5.68           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 12.58   | 44.17                          | 3.94           | 4.52           | 57.42                           | 5.12           | 5.87           |               |                                |                |                |                                 |                |                |



| Calotta |                                |                |                |                                 |                |                | Arco rovescio |                                |                |                |                                 |                |                |
|---------|--------------------------------|----------------|----------------|---------------------------------|----------------|----------------|---------------|--------------------------------|----------------|----------------|---------------------------------|----------------|----------------|
| Dist.   | Sollecitazioni caratteristiche |                |                | Sollecitazioni di calcolo (SLU) |                |                | Dist.         | Sollecitazioni caratteristiche |                |                | Sollecitazioni di calcolo (SLU) |                |                |
|         | N <sub>k</sub>                 | M <sub>k</sub> | T <sub>k</sub> | N <sub>d</sub>                  | M <sub>d</sub> | T <sub>d</sub> |               | N <sub>k</sub>                 | M <sub>k</sub> | T <sub>k</sub> | N <sub>d</sub>                  | M <sub>d</sub> | T <sub>d</sub> |
| [m]     | [kN]                           | [kNm]          | [kN]           | [kN]                            | [kNm]          | [kN]           | [m]           | [kN]                           | [kNm]          | [kN]           | [kN]                            | [kNm]          | [kN]           |
| 12.68   | 46.04                          | 3.48           | 4.66           | 59.85                           | 4.53           | 6.05           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 12.78   | 47.94                          | 3.01           | 4.78           | 62.32                           | 3.91           | 6.21           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 12.88   | 49.86                          | 2.52           | 4.88           | 64.82                           | 3.28           | 6.34           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 12.98   | 51.81                          | 2.03           | 4.95           | 67.35                           | 2.64           | 6.44           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 13.08   | 53.77                          | 1.53           | 5.00           | 69.90                           | 1.99           | 6.50           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 13.18   | 55.74                          | 1.03           | 5.03           | 72.46                           | 1.34           | 6.53           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 13.28   | 57.71                          | 0.53           | 5.02           | 75.02                           | 0.69           | 6.52           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 13.38   | 59.69                          | 0.03           | 4.98           | 77.59                           | 0.03           | 6.48           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 13.48   | 61.66                          | -0.47          | 4.92           | 80.15                           | -0.61          | 6.40           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 13.58   | 63.62                          | -0.96          | 4.83           | 82.70                           | -1.25          | 6.28           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 13.68   | 65.56                          | -1.44          | 4.72           | 85.23                           | -1.87          | 6.13           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 13.78   | 67.49                          | -1.90          | 4.58           | 87.74                           | -2.47          | 5.96           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 13.88   | 69.40                          | -2.35          | 4.43           | 90.21                           | -3.06          | 5.76           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 13.98   | 71.28                          | -2.79          | 4.27           | 92.66                           | -3.63          | 5.55           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 14.08   | 73.13                          | -3.21          | 4.10           | 95.06                           | -4.17          | 5.33           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 14.18   | 74.95                          | -3.61          | 3.93           | 97.43                           | -4.70          | 5.11           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 14.28   | 76.73                          | -4.00          | 3.76           | 99.75                           | -5.20          | 4.88           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 14.38   | 78.48                          | -4.37          | 3.59           | 102.03                          | -5.68          | 4.66           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 14.48   | 80.20                          | -4.72          | 3.42           | 104.25                          | -6.13          | 4.45           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 14.58   | 81.87                          | -5.05          | 3.27           | 106.43                          | -6.57          | 4.25           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 14.68   | 83.50                          | -5.37          | 3.13           | 108.55                          | -6.99          | 4.07           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 14.78   | 85.09                          | -5.68          | 3.01           | 110.61                          | -7.38          | 3.91           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 14.88   | 86.63                          | -5.98          | 2.89           | 112.62                          | -7.77          | 3.76           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 14.98   | 88.12                          | -6.26          | 2.80           | 114.56                          | -8.14          | 3.63           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 15.08   | 89.57                          | -6.54          | 2.71           | 116.44                          | -8.50          | 3.53           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 15.18   | 90.96                          | -6.81          | 2.64           | 118.25                          | -8.85          | 3.43           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 15.28   | 92.30                          | -7.07          | 2.58           | 119.99                          | -9.19          | 3.35           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 15.38   | 93.59                          | -7.32          | 2.51           | 121.66                          | -9.52          | 3.27           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 15.48   | 94.81                          | -7.57          | 2.45           | 123.25                          | -9.84          | 3.19           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 15.58   | 95.97                          | -7.81          | 2.39           | 124.77                          | -10.16         | 3.10           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 15.68   | 97.07                          | -8.05          | 2.30           | 126.19                          | -10.46         | 2.99           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 15.78   | 98.10                          | -8.27          | 2.19           | 127.53                          | -10.75         | 2.85           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 15.88   | 99.05                          | -8.49          | 2.06           | 128.77                          | -11.03         | 2.67           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 15.99   | 99.93                          | -8.68          | 1.88           | 129.91                          | -11.29         | 2.44           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 16.09   | 100.73                         | -8.86          | 1.65           | 130.95                          | -11.52         | 2.14           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 16.19   | 101.44                         | -9.01          | 1.36           | 131.87                          | -11.71         | 1.77           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 16.29   | 102.07                         | -9.13          | 1.00           | 132.69                          | -11.87         | 1.29           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 16.39   | 102.60                         | -9.21          | 0.55           | 133.38                          | -11.97         | 0.72           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 16.49   | 103.04                         | -9.23          | 0.01           | 133.95                          | -12.00         | 0.02           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 16.59   | 103.38                         | -9.20          | -0.63          | 134.39                          | -11.96         | -0.82          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 16.69   | 103.63                         | -9.10          | -1.39          | 134.72                          | -11.83         | -1.80          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 16.79   | 103.76                         | -8.92          | -2.25          | 134.89                          | -11.60         | -2.93          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 16.89   | 103.80                         | -8.64          | -3.24          | 134.94                          | -11.24         | -4.21          |               |                                |                |                |                                 |                |                |

| Calotta |                                |                |                |                                 |                |                | Arco rovescio |                                |                |                |                                 |                |                |
|---------|--------------------------------|----------------|----------------|---------------------------------|----------------|----------------|---------------|--------------------------------|----------------|----------------|---------------------------------|----------------|----------------|
| Dist.   | Sollecitazioni caratteristiche |                |                | Sollecitazioni di calcolo (SLU) |                |                | Dist.         | Sollecitazioni caratteristiche |                |                | Sollecitazioni di calcolo (SLU) |                |                |
|         | N <sub>k</sub>                 | M <sub>k</sub> | T <sub>k</sub> | N <sub>d</sub>                  | M <sub>d</sub> | T <sub>d</sub> |               | N <sub>k</sub>                 | M <sub>k</sub> | T <sub>k</sub> | N <sub>d</sub>                  | M <sub>d</sub> | T <sub>d</sub> |
| [m]     | [kN]                           | [kNm]          | [kN]           | [kN]                            | [kNm]          | [kN]           | [m]           | [kN]                           | [kNm]          | [kN]           | [kN]                            | [kNm]          | [kN]           |
| 16.99   | 103.72                         | -8.27          | -4.32          | 134.84                          | -10.75         | -5.62          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 17.09   | 103.57                         | -7.81          | -4.78          | 134.64                          | -10.15         | -6.21          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 17.19   | 103.38                         | -7.36          | -4.24          | 134.39                          | -9.56          | -5.51          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 17.29   | 103.11                         | -6.95          | -3.80          | 134.04                          | -9.04          | -4.94          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 17.39   | 102.76                         | -6.59          | -3.47          | 133.59                          | -8.57          | -4.51          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 17.49   | 102.33                         | -6.25          | -3.24          | 133.03                          | -8.13          | -4.21          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 17.59   | 101.81                         | -5.94          | -3.08          | 132.35                          | -7.72          | -4.01          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 17.69   | 101.22                         | -5.63          | -2.99          | 131.59                          | -7.32          | -3.89          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 17.79   | 100.56                         | -5.33          | -2.95          | 130.73                          | -6.94          | -3.84          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 17.89   | 99.82                          | -5.04          | -2.93          | 129.76                          | -6.55          | -3.82          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 17.99   | 99.01                          | -4.75          | -2.92          | 128.71                          | -6.17          | -3.80          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 18.09   | 98.13                          | -4.46          | -2.89          | 127.57                          | -5.79          | -3.75          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 18.19   | 97.18                          | -4.17          | -2.81          | 126.34                          | -5.42          | -3.66          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 18.29   | 96.18                          | -3.89          | -2.68          | 125.03                          | -5.06          | -3.48          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 18.39   | 95.12                          | -3.64          | -2.45          | 123.65                          | -4.73          | -3.19          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 18.49   | 94.00                          | -3.41          | -2.12          | 122.20                          | -4.43          | -2.76          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 18.59   | 92.83                          | -3.22          | -1.66          | 120.68                          | -4.18          | -2.16          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 18.69   | 91.61                          | -3.08          | -1.06          | 119.09                          | -4.01          | -1.38          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 18.79   | 90.35                          | -3.01          | -0.30          | 117.46                          | -3.92          | -0.39          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 18.89   | 89.05                          | -3.03          | 0.62           | 115.77                          | -3.94          | 0.80           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 18.99   | 87.72                          | -3.15          | 1.70           | 114.03                          | -4.09          | 2.22           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 19.09   | 86.35                          | -3.38          | 2.95           | 112.25                          | -4.39          | 3.83           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 19.19   | 84.95                          | -3.74          | 4.33           | 110.44                          | -4.87          | 5.62           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 19.29   | 83.53                          | -4.25          | 5.81           | 108.59                          | -5.53          | 7.56           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 19.39   | 82.09                          | -4.91          | 7.36           | 106.72                          | -6.39          | 9.57           |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 19.49   | 80.63                          | -5.73          | 8.92           | 104.82                          | -7.45          | 11.59          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 19.59   | 79.15                          | -6.70          | 10.39          | 102.90                          | -8.70          | 13.51          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 19.69   | 77.67                          | -7.80          | 11.71          | 100.96                          | -10.14         | 15.22          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 19.79   | 76.28                          | -9.05          | 13.12          | 99.16                           | -11.76         | 17.05          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 19.89   | 75.00                          | -10.44         | 14.59          | 97.49                           | -13.57         | 18.97          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 19.99   | 73.72                          | -11.95         | 15.68          | 95.83                           | -15.54         | 20.38          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 20.09   | 72.45                          | -13.55         | 16.25          | 94.18                           | -17.62         | 21.12          |               |                                |                |                |                                 |                |                |
| 20.19   | 71.19                          | -15.17         | 16.13          | 92.54                           | -19.73         | 20.97          |               |                                |                |                |                                 |                |                |

**Tabella 4: sollecitazioni nel rivestimento definitivo (N>0: compressione, M>0: tende le fibre in intradosso) – GA03\_DIMA – Condizioni sismiche**

| Calotta      |                                   |                         |                        | Arco rovescio |                                   |                         |                        |
|--------------|-----------------------------------|-------------------------|------------------------|---------------|-----------------------------------|-------------------------|------------------------|
| Dist.<br>[m] | Sollecitazioni di calcolo (sisma) |                         |                        | Dist.<br>[m]  | Sollecitazioni di calcolo (Sisma) |                         |                        |
|              | N <sub>d</sub><br>[kN]            | M <sub>d</sub><br>[kNm] | T <sub>d</sub><br>[kN] |               | N <sub>d</sub><br>[kN]            | M <sub>d</sub><br>[kNm] | T <sub>d</sub><br>[kN] |
| 0.05         | 95.46                             | 13.07                   | -0.39                  | 0.05          | 99.11                             | -49.83                  | -33.70                 |
| 0.15         | 97.30                             | 13.10                   | -0.04                  | 0.15          | 98.43                             | -46.74                  | -27.98                 |
| 0.25         | 99.18                             | 13.05                   | 0.90                   | 0.25          | 97.86                             | -44.13                  | -24.22                 |
| 0.35         | 101.10                            | 12.90                   | 2.18                   | 0.35          | 97.37                             | -41.80                  | -22.36                 |
| 0.45         | 103.05                            | 12.61                   | 3.62                   | 0.45          | 96.93                             | -39.57                  | -22.02                 |
| 0.55         | 105.17                            | 12.19                   | 4.76                   | 0.55          | 96.51                             | -37.34                  | -22.57                 |
| 0.65         | 107.43                            | 11.67                   | 5.60                   | 0.65          | 96.08                             | -35.04                  | -23.38                 |
| 0.75         | 109.74                            | 11.06                   | 6.46                   | 0.75          | 95.63                             | -32.67                  | -23.98                 |
| 0.85         | 112.09                            | 10.38                   | 7.29                   | 0.85          | 95.13                             | -30.26                  | -24.24                 |
| 0.95         | 114.49                            | 9.61                    | 8.06                   | 0.95          | 94.59                             | -27.83                  | -24.23                 |
| 1.05         | 116.92                            | 8.76                    | 8.74                   | 1.05          | 94.01                             | -25.42                  | -24.08                 |
| 1.15         | 119.38                            | 7.86                    | 9.33                   | 1.15          | 93.39                             | -23.02                  | -23.83                 |
| 1.25         | 121.87                            | 6.90                    | 9.83                   | 1.25          | 92.74                             | -20.65                  | -23.47                 |
| 1.35         | 124.38                            | 5.89                    | 10.23                  | 1.35          | 92.06                             | -18.33                  | -22.94                 |
| 1.45         | 126.90                            | 4.85                    | 10.53                  | 1.45          | 91.36                             | -16.07                  | -22.21                 |
| 1.55         | 129.42                            | 3.79                    | 10.75                  | 1.55          | 90.62                             | -13.89                  | -21.25                 |
| 1.65         | 131.95                            | 2.70                    | 10.89                  | 1.65          | 89.86                             | -11.83                  | -20.09                 |
| 1.75         | 134.47                            | 1.61                    | 10.96                  | 1.75          | 89.08                             | -9.88                   | -18.77                 |
| 1.85         | 136.97                            | 0.51                    | 10.97                  | 1.85          | 88.28                             | -8.07                   | -17.37                 |
| 1.95         | 139.44                            | -0.59                   | 10.95                  | 1.95          | 87.46                             | -6.41                   | -15.88                 |
| 2.05         | 141.89                            | -1.69                   | 10.91                  | 2.05          | 86.63                             | -4.89                   | -14.37                 |
| 2.16         | 144.29                            | -2.78                   | 10.87                  | 2.15          | 85.79                             | -3.53                   | -12.87                 |
| 2.26         | 146.65                            | -3.86                   | 10.84                  | 2.25          | 84.93                             | -2.31                   | -11.41                 |
| 2.36         | 148.95                            | -4.95                   | 10.85                  | 2.35          | 84.07                             | -1.24                   | -10.01                 |
| 2.46         | 151.19                            | -6.04                   | 10.92                  | 2.45          | 83.21                             | -0.31                   | -8.70                  |
| 2.56         | 153.36                            | -7.14                   | 11.07                  | 2.55          | 82.34                             | 0.50                    | -7.48                  |
| 2.66         | 155.46                            | -8.26                   | 11.32                  | 2.65          | 81.46                             | 1.20                    | -6.37                  |
| 2.76         | 157.46                            | -9.42                   | 11.72                  | 2.75          | 80.58                             | 1.79                    | -5.38                  |
| 2.86         | 159.38                            | -10.62                  | 12.26                  | 2.85          | 79.69                             | 2.28                    | -4.49                  |
| 2.96         | 161.21                            | -11.89                  | 12.97                  | 2.95          | 78.81                             | 2.69                    | -3.71                  |
| 3.06         | 162.93                            | -13.23                  | 13.87                  | 3.05          | 77.92                             | 3.03                    | -3.04                  |
| 3.16         | 164.55                            | -14.68                  | 14.97                  | 3.15          | 77.02                             | 3.30                    | -2.47                  |
| 3.26         | 166.20                            | -16.15                  | 14.45                  | 3.25          | 76.13                             | 3.53                    | -2.00                  |
| 3.36         | 167.82                            | -17.51                  | 12.76                  | 3.35          | 75.23                             | 3.71                    | -1.61                  |
| 3.46         | 169.28                            | -18.71                  | 11.07                  | 3.45          | 74.34                             | 3.85                    | -1.30                  |
| 3.56         | 170.57                            | -19.73                  | 9.41                   | 3.55          | 73.44                             | 3.97                    | -1.07                  |
| 3.66         | 171.70                            | -20.60                  | 7.82                   | 3.65          | 72.54                             | 4.07                    | -0.90                  |
| 3.76         | 172.66                            | -21.30                  | 6.31                   | 3.75          | 71.65                             | 4.15                    | -0.79                  |
| 3.86         | 173.45                            | -21.87                  | 4.92                   | 3.85          | 70.76                             | 4.23                    | -0.74                  |
| 3.96         | 174.06                            | -22.30                  | 3.66                   | 3.95          | 69.87                             | 4.31                    | -0.73                  |

| Calotta      |                                   |                         |                        | Arco rovescio |                                   |                         |                        |
|--------------|-----------------------------------|-------------------------|------------------------|---------------|-----------------------------------|-------------------------|------------------------|
| Dist.<br>[m] | Sollecitazioni di calcolo (sisma) |                         |                        | Dist.<br>[m]  | Sollecitazioni di calcolo (Sisma) |                         |                        |
|              | N <sub>d</sub><br>[kN]            | M <sub>d</sub><br>[kNm] | T <sub>d</sub><br>[kN] |               | N <sub>d</sub><br>[kN]            | M <sub>d</sub><br>[kNm] | T <sub>d</sub><br>[kN] |
| 4.06         | 174.52                            | -22.61                  | 2.54                   | 4.05          | 68.98                             | 4.38                    | -0.77                  |
| 4.16         | 174.80                            | -22.81                  | 1.58                   | 4.15          | 68.10                             | 4.46                    | -0.85                  |
| 4.26         | 174.93                            | -22.93                  | 0.78                   | 4.25          | 67.23                             | 4.55                    | -0.95                  |
| 4.36         | 174.91                            | -22.98                  | 0.16                   | 4.35          | 66.36                             | 4.65                    | -1.10                  |
| 4.46         | 174.73                            | -22.97                  | -0.30                  | 4.45          | 65.50                             | 4.77                    | -1.27                  |
| 4.56         | 174.41                            | -22.93                  | -0.59                  | 4.55          | 64.65                             | 4.91                    | -1.48                  |
| 4.66         | 173.96                            | -22.86                  | -0.73                  | 4.65          | 63.81                             | 5.07                    | -1.72                  |
| 4.76         | 173.37                            | -22.79                  | -0.71                  | 4.75          | 62.98                             | 5.26                    | -1.98                  |
| 4.86         | 172.65                            | -22.73                  | -0.56                  | 4.86          | 62.17                             | 5.47                    | -2.29                  |
| 4.96         | 171.82                            | -22.68                  | -0.31                  | 4.96          | 61.37                             | 5.71                    | -2.62                  |
| 5.06         | 170.87                            | -22.67                  | 0.04                   | 5.06          | 60.58                             | 6.00                    | -3.00                  |
| 5.16         | 169.80                            | -22.69                  | 0.45                   | 5.16          | 59.81                             | 6.32                    | -3.42                  |
| 5.26         | 168.63                            | -22.76                  | 0.90                   | 5.26          | 59.06                             | 6.68                    | -3.88                  |
| 5.36         | 167.36                            | -22.87                  | 1.36                   | 5.36          | 58.32                             | 7.10                    | -4.39                  |
| 5.46         | 165.98                            | -23.03                  | 1.80                   | 5.46          | 57.61                             | 7.56                    | -4.96                  |
| 5.56         | 164.49                            | -23.23                  | 2.21                   | 5.56          | 56.91                             | 8.09                    | -5.58                  |
| 5.66         | 162.90                            | -23.47                  | 2.55                   | 5.66          | 56.24                             | 8.68                    | -6.26                  |
| 5.76         | 161.21                            | -23.74                  | 2.80                   | 5.76          | 55.58                             | 9.35                    | -7.00                  |
| 5.86         | 159.41                            | -24.03                  | 2.95                   | 5.86          | 54.96                             | 10.09                   | -7.81                  |
| 5.96         | 157.50                            | -24.33                  | 2.97                   | 5.96          | 54.35                             | 10.91                   | -8.68                  |
| 6.06         | 155.48                            | -24.62                  | 2.86                   | 6.06          | 53.77                             | 11.83                   | -9.61                  |
| 6.16         | 153.35                            | -24.89                  | 2.62                   | 6.16          | 53.22                             | 12.84                   | -10.59                 |
| 6.26         | 151.10                            | -25.14                  | 2.24                   | 6.26          | 52.70                             | 13.95                   | -11.61                 |
| 6.36         | 148.74                            | -25.33                  | 1.72                   | 6.36          | 52.21                             | 15.17                   | -12.65                 |
| 6.46         | 146.26                            | -25.48                  | 1.08                   | 6.46          | 51.75                             | 16.48                   | -13.69                 |
| 6.56         | 143.67                            | -25.55                  | 0.32                   | 6.56          | 51.32                             | 17.91                   | -14.71                 |
| 6.66         | 140.95                            | -25.53                  | -0.54                  | 6.66          | 50.93                             | 19.43                   | -15.66                 |
| 6.77         | 138.13                            | -25.43                  | -1.48                  | 6.76          | 50.58                             | 21.03                   | -16.50                 |
| 6.87         | 135.19                            | -25.23                  | -2.48                  | 6.86          | 50.28                             | 22.72                   | -17.18                 |
| 6.97         | 132.14                            | -24.93                  | -3.53                  | 6.96          | 50.03                             | 24.46                   | -17.66                 |
| 7.07         | 128.99                            | -24.52                  | -4.62                  | 7.06          | 49.83                             | 26.24                   | -17.86                 |
| 7.17         | 125.74                            | -24.01                  | -5.71                  | 7.16          | 49.69                             | 28.02                   | -17.70                 |
| 7.27         | 122.40                            | -23.38                  | -6.77                  | 7.26          | 49.61                             | 29.76                   | -17.10                 |
| 7.37         | 118.97                            | -22.65                  | -7.80                  | 7.36          | 49.61                             | 31.42                   | -16.02                 |
| 7.47         | 115.46                            | -21.82                  | -8.78                  | 7.46          | 49.68                             | 32.94                   | -14.40                 |
| 7.57         | 111.88                            | -20.90                  | -9.70                  | 7.56          | 49.84                             | 34.27                   | -12.19                 |
| 7.67         | 108.25                            | -19.88                  | -10.54                 | 7.66          | 50.10                             | 35.35                   | -9.27                  |
| 7.77         | 104.56                            | -18.79                  | -11.30                 | 7.76          | 50.47                             | 36.09                   | -5.51                  |
| 7.87         | 100.83                            | -17.62                  | -11.97                 | 7.86          | 50.96                             | 36.40                   | -0.70                  |
| 7.97         | 97.07                             | -16.39                  | -12.56                 | 7.96          | 51.60                             | 36.16                   | 5.38                   |
| 8.07         | 93.28                             | -15.11                  | -13.04                 | 8.06          | 52.40                             | 35.25                   | 12.81                  |
| 8.17         | 89.48                             | -13.78                  | -13.44                 | 8.16          | 53.35                             | 33.54                   | 21.53                  |
| 8.27         | 85.68                             | -12.42                  | -13.75                 | 8.26          | 54.48                             | 30.89                   | 31.38                  |

| Calotta      |                                   |                         |                        | Arco rovescio |                                   |                         |                        |
|--------------|-----------------------------------|-------------------------|------------------------|---------------|-----------------------------------|-------------------------|------------------------|
| Dist.<br>[m] | Sollecitazioni di calcolo (sisma) |                         |                        | Dist.<br>[m]  | Sollecitazioni di calcolo (Sisma) |                         |                        |
|              | N <sub>d</sub><br>[kN]            | M <sub>d</sub><br>[kNm] | T <sub>d</sub><br>[kN] |               | N <sub>d</sub><br>[kN]            | M <sub>d</sub><br>[kNm] | T <sub>d</sub><br>[kN] |
| 8.37         | 81.88                             | -11.03                  | -13.98                 | 8.36          | 55.81                             | 27.21                   | 42.19                  |
| 8.47         | 78.10                             | -9.62                   | -14.14                 | 8.46          | 57.35                             | 22.40                   | 53.87                  |
| 8.57         | 74.34                             | -8.20                   | -14.23                 | 8.56          | 59.11                             | 16.38                   | 66.42                  |
| 8.67         | 70.60                             | -6.77                   | -14.27                 |               |                                   |                         |                        |
| 8.77         | 66.91                             | -5.34                   | -14.25                 |               |                                   |                         |                        |
| 8.87         | 63.26                             | -3.92                   | -14.19                 |               |                                   |                         |                        |
| 8.97         | 59.65                             | -2.50                   | -14.10                 |               |                                   |                         |                        |
| 9.07         | 56.11                             | -1.09                   | -13.97                 |               |                                   |                         |                        |
| 9.17         | 52.63                             | 0.30                    | -13.82                 |               |                                   |                         |                        |
| 9.27         | 49.22                             | 1.67                    | -13.65                 |               |                                   |                         |                        |
| 9.37         | 45.89                             | 3.03                    | -13.45                 |               |                                   |                         |                        |
| 9.47         | 42.63                             | 4.37                    | -13.24                 |               |                                   |                         |                        |
| 9.57         | 39.46                             | 5.69                    | -13.02                 |               |                                   |                         |                        |
| 9.67         | 36.39                             | 6.98                    | -12.79                 |               |                                   |                         |                        |
| 9.77         | 33.40                             | 8.25                    | -12.55                 |               |                                   |                         |                        |
| 9.87         | 30.52                             | 9.49                    | -12.30                 |               |                                   |                         |                        |
| 9.97         | 27.74                             | 10.71                   | -12.04                 |               |                                   |                         |                        |
| 10.07        | 25.07                             | 11.91                   | -11.77                 |               |                                   |                         |                        |
| 10.17        | 22.51                             | 13.07                   | -11.50                 |               |                                   |                         |                        |
| 10.27        | 20.06                             | 14.21                   | -11.22                 |               |                                   |                         |                        |
| 10.37        | 17.73                             | 15.32                   | -10.93                 |               |                                   |                         |                        |
| 10.47        | 15.52                             | 16.40                   | -10.64                 |               |                                   |                         |                        |
| 10.57        | 13.43                             | 17.45                   | -10.35                 |               |                                   |                         |                        |
| 10.67        | 11.47                             | 18.48                   | -10.04                 |               |                                   |                         |                        |
| 10.77        | 9.63                              | 19.47                   | -9.72                  |               |                                   |                         |                        |
| 10.87        | 7.92                              | 20.42                   | -9.40                  |               |                                   |                         |                        |
| 10.97        | 6.35                              | 21.35                   | -9.06                  |               |                                   |                         |                        |
| 11.07        | 4.90                              | 22.24                   | -8.71                  |               |                                   |                         |                        |
| 11.17        | 3.59                              | 23.09                   | -8.33                  |               |                                   |                         |                        |
| 11.27        | 2.41                              | 23.91                   | -7.93                  |               |                                   |                         |                        |
| 11.38        | 1.37                              | 24.68                   | -7.50                  |               |                                   |                         |                        |
| 11.48        | 0.46                              | 25.41                   | -7.04                  |               |                                   |                         |                        |
| 11.58        | -0.31                             | 26.09                   | -6.54                  |               |                                   |                         |                        |
| 11.68        | -0.94                             | 26.72                   | -5.99                  |               |                                   |                         |                        |
| 11.78        | -1.43                             | 27.29                   | -5.39                  |               |                                   |                         |                        |
| 11.88        | -1.78                             | 27.79                   | -4.74                  |               |                                   |                         |                        |
| 11.98        | -1.99                             | 28.23                   | -4.03                  |               |                                   |                         |                        |
| 12.08        | -2.07                             | 28.60                   | -3.26                  |               |                                   |                         |                        |
| 12.18        | -2.00                             | 28.88                   | -2.42                  |               |                                   |                         |                        |
| 12.28        | -1.79                             | 29.08                   | -1.51                  |               |                                   |                         |                        |
| 12.38        | -1.44                             | 29.18                   | -0.53                  |               |                                   |                         |                        |
| 12.48        | -0.96                             | 29.18                   | 0.50                   |               |                                   |                         |                        |
| 12.58        | -0.33                             | 29.08                   | 1.58                   |               |                                   |                         |                        |

| Calotta      |                                   |                         |                        | Arco rovescio |                                   |                         |                        |
|--------------|-----------------------------------|-------------------------|------------------------|---------------|-----------------------------------|-------------------------|------------------------|
| Dist.<br>[m] | Sollecitazioni di calcolo (sisma) |                         |                        | Dist.<br>[m]  | Sollecitazioni di calcolo (Sisma) |                         |                        |
|              | N <sub>d</sub><br>[kN]            | M <sub>d</sub><br>[kNm] | T <sub>d</sub><br>[kN] |               | N <sub>d</sub><br>[kN]            | M <sub>d</sub><br>[kNm] | T <sub>d</sub><br>[kN] |
| 12.68        | 0.43                              | 28.86                   | 2.70                   |               |                                   |                         |                        |
| 12.78        | 1.33                              | 28.54                   | 3.82                   |               |                                   |                         |                        |
| 12.88        | 2.35                              | 28.10                   | 4.95                   |               |                                   |                         |                        |
| 12.98        | 3.51                              | 27.55                   | 6.06                   |               |                                   |                         |                        |
| 13.08        | 4.79                              | 26.89                   | 7.12                   |               |                                   |                         |                        |
| 13.18        | 6.19                              | 26.12                   | 8.14                   |               |                                   |                         |                        |
| 13.28        | 7.70                              | 25.26                   | 9.08                   |               |                                   |                         |                        |
| 13.38        | 9.32                              | 24.31                   | 9.92                   |               |                                   |                         |                        |
| 13.48        | 11.05                             | 23.28                   | 10.64                  |               |                                   |                         |                        |
| 13.58        | 12.86                             | 22.18                   | 11.24                  |               |                                   |                         |                        |
| 13.68        | 14.76                             | 21.03                   | 11.71                  |               |                                   |                         |                        |
| 13.78        | 16.73                             | 19.84                   | 12.04                  |               |                                   |                         |                        |
| 13.88        | 18.78                             | 18.62                   | 12.24                  |               |                                   |                         |                        |
| 13.98        | 20.89                             | 17.39                   | 12.29                  |               |                                   |                         |                        |
| 14.08        | 23.05                             | 16.17                   | 12.21                  |               |                                   |                         |                        |
| 14.18        | 25.26                             | 14.95                   | 12.01                  |               |                                   |                         |                        |
| 14.28        | 27.51                             | 13.76                   | 11.70                  |               |                                   |                         |                        |
| 14.38        | 29.79                             | 12.61                   | 11.29                  |               |                                   |                         |                        |
| 14.48        | 32.11                             | 11.50                   | 10.80                  |               |                                   |                         |                        |
| 14.58        | 34.44                             | 10.45                   | 10.26                  |               |                                   |                         |                        |
| 14.68        | 36.79                             | 9.45                    | 9.67                   |               |                                   |                         |                        |
| 14.78        | 39.15                             | 8.51                    | 9.07                   |               |                                   |                         |                        |
| 14.88        | 41.51                             | 7.63                    | 8.48                   |               |                                   |                         |                        |
| 14.98        | 43.89                             | 6.81                    | 7.92                   |               |                                   |                         |                        |
| 15.08        | 46.26                             | 6.04                    | 7.40                   |               |                                   |                         |                        |
| 15.18        | 48.63                             | 5.33                    | 6.94                   |               |                                   |                         |                        |
| 15.28        | 50.99                             | 4.65                    | 6.56                   |               |                                   |                         |                        |
| 15.38        | 53.35                             | 4.01                    | 6.27                   |               |                                   |                         |                        |
| 15.48        | 55.70                             | 3.39                    | 6.07                   |               |                                   |                         |                        |
| 15.58        | 58.04                             | 2.78                    | 5.97                   |               |                                   |                         |                        |
| 15.68        | 60.36                             | 2.19                    | 5.95                   |               |                                   |                         |                        |
| 15.78        | 62.67                             | 1.59                    | 6.02                   |               |                                   |                         |                        |
| 15.88        | 64.96                             | 0.98                    | 6.15                   |               |                                   |                         |                        |
| 15.99        | 67.22                             | 0.35                    | 6.32                   |               |                                   |                         |                        |
| 16.09        | 69.46                             | -0.29                   | 6.51                   |               |                                   |                         |                        |
| 16.19        | 71.67                             | -0.95                   | 6.69                   |               |                                   |                         |                        |
| 16.29        | 73.84                             | -1.63                   | 6.83                   |               |                                   |                         |                        |
| 16.39        | 75.96                             | -2.32                   | 6.88                   |               |                                   |                         |                        |
| 16.49        | 78.04                             | -3.00                   | 6.82                   |               |                                   |                         |                        |
| 16.59        | 80.05                             | -3.68                   | 6.61                   |               |                                   |                         |                        |
| 16.69        | 82.00                             | -4.32                   | 6.20                   |               |                                   |                         |                        |
| 16.79        | 83.88                             | -4.91                   | 5.57                   |               |                                   |                         |                        |
| 16.89        | 85.67                             | -5.42                   | 4.69                   |               |                                   |                         |                        |

| Calotta |                                   |                |                | Arco rovescio |                                   |                |                |
|---------|-----------------------------------|----------------|----------------|---------------|-----------------------------------|----------------|----------------|
| Dist.   | Sollecitazioni di calcolo (sisma) |                |                | Dist.         | Sollecitazioni di calcolo (Sisma) |                |                |
|         | N <sub>d</sub>                    | M <sub>d</sub> | T <sub>d</sub> |               | N <sub>d</sub>                    | M <sub>d</sub> | T <sub>d</sub> |
| [m]     | [kN]                              | [kNm]          | [kN]           | [m]           | [kN]                              | [kNm]          | [kN]           |
| 16.99   | 87.36                             | -5.84          | 3.53           |               |                                   |                |                |
| 17.09   | 88.93                             | -6.15          | 2.76           |               |                                   |                |                |
| 17.19   | 90.39                             | -6.43          | 2.84           |               |                                   |                |                |
| 17.29   | 91.76                             | -6.72          | 2.89           |               |                                   |                |                |
| 17.39   | 93.03                             | -7.01          | 2.89           |               |                                   |                |                |
| 17.49   | 94.22                             | -7.30          | 2.85           |               |                                   |                |                |
| 17.59   | 95.32                             | -7.58          | 2.77           |               |                                   |                |                |
| 17.69   | 96.32                             | -7.85          | 2.64           |               |                                   |                |                |
| 17.79   | 97.22                             | -8.11          | 2.49           |               |                                   |                |                |
| 17.89   | 98.02                             | -8.35          | 2.34           |               |                                   |                |                |
| 17.99   | 98.72                             | -8.58          | 2.22           |               |                                   |                |                |
| 18.09   | 99.32                             | -8.79          | 2.14           |               |                                   |                |                |
| 18.19   | 99.82                             | -9.01          | 2.14           |               |                                   |                |                |
| 18.29   | 100.21                            | -9.23          | 2.26           |               |                                   |                |                |
| 18.39   | 100.50                            | -9.47          | 2.53           |               |                                   |                |                |
| 18.49   | 100.68                            | -9.75          | 3.01           |               |                                   |                |                |
| 18.59   | 100.77                            | -10.09         | 3.73           |               |                                   |                |                |
| 18.69   | 100.75                            | -10.51         | 4.73           |               |                                   |                |                |
| 18.79   | 100.64                            | -11.05         | 6.06           |               |                                   |                |                |
| 18.89   | 100.42                            | -11.74         | 7.74           |               |                                   |                |                |
| 18.99   | 100.12                            | -12.62         | 9.80           |               |                                   |                |                |
| 19.09   | 99.72                             | -13.72         | 12.25          |               |                                   |                |                |
| 19.19   | 99.24                             | -15.09         | 15.09          |               |                                   |                |                |
| 19.29   | 98.67                             | -16.77         | 18.31          |               |                                   |                |                |
| 19.39   | 98.03                             | -18.78         | 21.83          |               |                                   |                |                |
| 19.49   | 97.31                             | -21.16         | 25.60          |               |                                   |                |                |
| 19.59   | 96.52                             | -23.92         | 29.51          |               |                                   |                |                |
| 19.69   | 95.68                             | -27.07         | 33.45          |               |                                   |                |                |
| 19.79   | 94.90                             | -30.63         | 37.61          |               |                                   |                |                |
| 19.89   | 94.20                             | -34.62         | 41.93          |               |                                   |                |                |
| 19.99   | 93.48                             | -39.02         | 45.91          |               |                                   |                |                |
| 20.09   | 92.78                             | -43.80         | 49.42          |               |                                   |                |                |
| 20.19   | 92.10                             | -48.89         | 52.30          |               |                                   |                |                |