

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

MANDATARIA:

MANDANTE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

MANDANTI:



PROGETTO ESECUTIVO

**LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI, TRATTA NAPOLI-CANCELLO,  
IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE,  
NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014**

RELAZIONE

SL - SOTTOVIA

SL10 - SOTTOPASSO PEDONALE KM 9+203,95

RELAZIONE DI CALCOLO

|  |   |  |
|--|---|--|
| APPALTATORE                            | PROGETTAZIONE                                       |  |
| DIRETTORE<br>TECNICO<br>Ing. M. PANISI | DIRETTORE DELLA<br>PROGETTAZIONE<br>Ing. A. CHECCHI |  |

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV SCALA:

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | F | 1 | M | 0 | 0 | E | Z | Z | C | L | S | L | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | B | - |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

| Rev. | Descrizione       | Redatto    | Data     | Verificato  | Data     | Approvato   | Data     | Autorizzato Data |
|------|-------------------|------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|------------------|
| A    | EMISSIONE         | DI PLACIDO | 24/04/18 | MARTUSCELLI | 26/04/18 | D'ANGELO    | 26/04/18 | N. Cognome       |
|      |                   |            |          |             |          | MARTUSCELLI |          |                  |
| B    | EMISSIONE PER RdV | DI PLACIDO | 10/09/18 | MARTUSCELLI | 11/09/18 | D'ANGELO    | 11/09/18 |                  |
|      |                   |            |          |             |          |             |          |                  |
|      |                   |            |          |             |          |             |          |                  |
|      |                   |            |          |             |          |             |          | 12/09/18         |

File: IF1M .0.0.E.ZZ.CL.SL.10.0.0.001-B.DOC

n. Elab.:

| APPALTATORE:<br>Mandatario: SALINI IMPREGIO S.p.A.<br>Mandante: ASTALDI S.p.A.             | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE<br>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI<br>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014  |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |          |
|--|--|----------|--------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|----------|
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: SYSTRA S.A.<br>Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A. |  |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |          |
| PROGETTO ESECUTIVO<br>Relazione di calcolo   | <table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.10.00.001</td> <td>B</td> <td>2 di 147</td> </tr> </tbody> </table> | PROGETTO | LOTTO        | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | SL.10.00.001 | B | 2 di 147 |
| PROGETTO   | LOTTO  | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV.     | PAGINA    |      |        |      |          |    |              |   |          |
| IF1M   | 0.0.E.ZZ   | CL       | SL.10.00.001 | B        | 2 di 147  |      |        |      |          |    |              |   |          |

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>PREMESSA.....</b>                                     | <b>5</b>  |
| <b>2</b> | <b>DESCRIZIONE DELL'OPERA .....</b>                      | <b>6</b>  |
| <b>3</b> | <b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....</b>                     | <b>8</b>  |
| <b>4</b> | <b>MATERIALI .....</b>                                   | <b>9</b>  |
| 4.1      | CALCESTRUZZO C32/40 (SOTTOPASSO E MURI ANDATORI) .....   | 9         |
| 4.2      | ACCIAIO B450C.....                                       | 10        |
| <b>5</b> | <b>INQUADRAMENTO GEOTECNICO.....</b>                     | <b>11</b> |
| 5.1      | STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO.....     | 11        |
| 5.2      | INTERAZIONE TERRENO-STRUTTURA.....                       | 13        |
| <b>6</b> | <b>CARATTERIZZAZIONE SISMICA .....</b>                   | <b>15</b> |
| <b>7</b> | <b>VERIFICHE STRUTTURALI – CRITERI GENERALI.....</b>     | <b>17</b> |
| 7.1      | VERIFICHE SLE.....                                       | 18        |
| 7.1.1    | Verifiche alle tensioni.....                             | 18        |
| 7.1.2    | Verifiche a fessurazione.....                            | 19        |
| 7.2      | VERIFICHE ALLO SLU .....                                 | 21        |
| 7.2.1    | Pressoflessione.....                                     | 21        |
| 7.2.2    | Taglio.....  | 21        |
| <b>8</b> | <b>ANALISI E VERIFICA DELLA STRUTTURA SCATOLARE.....</b> | <b>24</b> |
| 8.1      | ANALISI DEI CARICHI .....                                | 24        |
| 8.1.1    | Peso propri strutturali e non strutturali .....          | 24        |
| 8.1.2    | Spinta del terreno .....                                 | 26        |

|   |   |   |                   |                        |                           |           |
|---|---|---|-------------------|------------------------|---------------------------|-----------|
| APPALTATORE:<br><i>Mandatario:</i><br><b>SALINI IMPREGIO S.p.A.</b> | <i>Mandante:</i><br><b>ASTALDI S.p.A.</b> | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b>  |                   |                        |                           |           |
| PROGETTISTA:<br><i>Mandatario:</i><br><b>SYSTRA S.A.</b>            |   | <i>Mandante:</i><br><b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>  |                   | <b>ROCKSOIL S.p.A.</b> |                           |           |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>                   |   | PROGETTO<br>IF1M  | LOTTO<br>0.0.E.ZZ | CODIFICA<br>CL         | DOCUMENTO<br>SL.10.00.001 | REV.<br>B |
|   |   | <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>   |                   |                        |                           |           |
|   |   | <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |                   |                        |                           |           |
|   |   | <b>PAGINA</b><br>3 di 147   |                   |                        |                           |           |

|               |  |            |
|---------------|--|------------|
| <b>8.1.3</b>  | <b><i>Spinta in presenza di falda</i></b> .....                        | <b>27</b>  |
| <b>8.1.4</b>  | <b><i>Carichi ferroviari</i></b> .....                                 | <b>28</b>  |
| <b>8.1.5</b>  | <b><i>Carichi stradali</i></b> .....                                   | <b>31</b>  |
| <b>8.1.6</b>  | <b><i>Spinta sui piedritti prodotta dal sovraccarico</i></b> .....     | <b>32</b>  |
| <b>8.1.7</b>  | <b><i>Frenatura e avviamento</i></b> .....                             | <b>32</b>  |
| <b>8.1.8</b>  | <b><i>Ritiro</i></b> .....   | <b>33</b>  |
| <b>8.1.9</b>  | <b><i>Azioni termiche</i></b> .....                                    | <b>33</b>  |
| <b>8.1.10</b> | <b><i>Azioni sismiche</i></b> .....                                    | <b>34</b>  |
| <b>8.2</b>    | <b>COMBINAZIONI DI CARICO</b> .....                                    | <b>37</b>  |
| <b>8.3</b>    | <b>MODELLAZIONE ADOTTATA</b> .....                                     | <b>45</b>  |
| <b>8.4</b>    | <b>ANALISI DELLE SOLLECITAZIONI</b> .....                              | <b>47</b>  |
| <b>8.5</b>    | <b>VERIFICHE</b> .....   | <b>58</b>  |
| <b>8.5.1</b>  | <b><i>Verifiche agli Stati Limite Ultimi</i></b> .....                 | <b>58</b>  |
| <b>8.5.2</b>  | <b><i>Verifiche agli Stati Limite D'esercizio</i></b> .....            | <b>73</b>  |
| <b>8.6</b>    | <b>VERIFICHE GEOTECNICHE</b> .....                                     | <b>89</b>  |
| <b>8.6.1</b>  | <b><i>Verifica a carico limite del terreno di fondazione</i></b> ..... | <b>89</b>  |
| <b>8.7</b>    | <b>INCIDENZE ARMATURE DELLA STRUTTURA SCATOLARE</b> .....              | <b>92</b>  |
| <b>9</b>      | <b>MURI ANDATORI IN DESTRA SU FONDAZIONE DIRETTA</b> .....             | <b>93</b>  |
| <b>9.1</b>    | <b>SCHEMATIZZAZIONE DELLE STRUTTURE</b> .....                          | <b>93</b>  |
| <b>9.1.1</b>  | <b><i>Geometria di calcolo</i></b> .....                               | <b>93</b>  |
| <b>9.2</b>    | <b>ANALISI DEI CARICHI</b> .....                                       | <b>94</b>  |
| <b>9.2.1</b>  | <b><i>Combinazioni di carichi SLU</i></b> .....                        | <b>101</b> |

|   |  |   |                   |   |                           |           |                    |
|---|--|---|-------------------|---|---------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE:<br><i>Mandatario:</i><br><b>SALINI IMPREGIO S.p.A.</b> |  | <i>Mandante:</i><br><b>ASTALDI S.p.A.</b>                           |                   | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE<br>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI<br>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 |                           |           |                    |
| PROGETTISTA:<br><i>Mandatario:</i><br><b>SYSTRA S.A.</b>            |  | <i>Mandante:</i><br><b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b> |                   |   |                           |           |                    |
| PROGETTO ESECUTIVO<br>Relazione di calcolo                          |  | PROGETTO<br>IF1M  | LOTTO<br>0.0.E.ZZ | CODIFICA<br>CL  | DOCUMENTO<br>SL.10.00.001 | REV.<br>B | PAGINA<br>4 di 147 |

|              |   |            |
|--------------|---|------------|
| <b>9.2.2</b> | <b><i>Combinazioni di carichi SLE</i></b> .....                                     | <b>102</b> |
| <b>9.3</b>   | <b>CRITERI DI CALCOLO GEOTECNICO E STRUTTURALE</b> .....                            | <b>102</b> |
| <b>9.3.1</b> | <b><i>Criterio di verifica a capacità portante della fondazione (GEO)</i></b> ..... | <b>106</b> |
| <b>9.3.2</b> | <b><i>Criterio di verifica a scorrimento sul piano di posa (GEO)</i></b> .....      | <b>107</b> |
| <b>9.3.3</b> | <b><i>Criterio di verifica a ribaltamento (EQU)</i></b> .....                       | <b>108</b> |
| <b>9.3.4</b> | <b><i>Criterio di verifica a stabilità globale (GEO)</i></b> .....                  | <b>108</b> |
| <b>9.3.5</b> | <b><i>Criteri di verifica a presso(tenso)flessione (STR)</i></b> .....              | <b>110</b> |
| <b>9.3.6</b> | <b><i>Criteri di verifica a taglio (STR)</i></b> .....                              | <b>111</b> |
| <b>9.4</b>   | <b>VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI</b> .....                                     | <b>112</b> |
| <b>9.4.1</b> | <b><i>Verifica GEO a capacità portante della fondazione</i></b> .....               | <b>121</b> |
| <b>9.4.2</b> | <b><i>Verifica GEO a scorrimento sul piano di posa della fondazione</i></b> .....   | <b>124</b> |
| <b>9.4.3</b> | <b><i>Verifica EQU a ribaltamento</i></b> .....                                     | <b>125</b> |
| <b>9.4.4</b> | <b><i>Verifica GEO a stabilità globale</i></b> .....                                | <b>126</b> |
| <b>9.4.5</b> | <b><i>Verifiche STR</i></b> .....   | <b>127</b> |
| <b>9.5</b>   | <b>VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO</b> .....                               | <b>131</b> |
| <b>9.5.1</b> | <b><i>Verifiche a fessurazione</i></b> .....  | <b>132</b> |
| <b>9.5.2</b> | <b><i>Verifiche alle tensioni</i></b> .....   | <b>134</b> |
| <b>9.6</b>   | <b>INCIDENZE ARMATURE DEI MURI ANDATORI IN DESTRA SU FONDAZIONE DIRETTA</b> .....   | <b>136</b> |
| <b>10</b>    | <b>MURI ANDATORI IN SINISTRA SU PALI</b> .....                                      | <b>138</b> |
| <b>11</b>    | <b>TABULATI DI CALCOLO DELLA STRUTTURA SCATOLARE</b> .....                          | <b>139</b> |

---

| APPALTATORE:<br><u>Mandatario:</u> <span style="margin-left: 100px;"><u>Mandante:</u></span><br><b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> <span style="margin-left: 100px;"><b>ASTALDI S.p.A.</b></span>  | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b><br><b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b><br><b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |          |
|--|--|----------|--------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|----------|
| PROGETTISTA:<br><u>Mandatario:</u> <span style="margin-left: 100px;"><u>Mandante:</u></span><br><b>SYSTRA S.A.</b> <span style="margin-left: 50px;"><b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b></span> <span style="margin-left: 50px;"><b>ROCKSOIL S.p.A.</b></span> |  |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |          |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>  | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">PROGETTO</th> <th style="text-align: left;">LOTTO</th> <th style="text-align: left;">CODIFICA</th> <th style="text-align: left;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: left;">REV.</th> <th style="text-align: left;">PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.10.00.001</td> <td>B</td> <td>5 di 147</td> </tr> </tbody> </table> | PROGETTO | LOTTO        | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | SL.10.00.001 | B | 5 di 147 |
| PROGETTO   | LOTTO  | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV.     | PAGINA    |      |        |      |          |    |              |   |          |
| IF1M   | 0.0.E.ZZ   | CL       | SL.10.00.001 | B        | 5 di 147  |      |        |      |          |    |              |   |          |

## 1 **PREMESSA**

Il presente documento fa parte degli elaborati tecnici a corredo della “Progettazione esecutiva della Linea Ferroviaria Napoli-Bari, tratta Napoli-Cancello, in variante tra le PK. 0+000 e PK 15+585”.

In particolare, l’opera oggetto del presente documento è un sottopasso scatolare 3.00 x 3.50 m denominato “SL10” nei pressi della PK 9+200.

I tombini scatoari che attraversano il rilevato di progetto dalla PK 8+850 alla PK 9+200 in affiancamento ai Regi Lagni hanno la funzione di mitigare l’interruzione del rapporto diretto, storicamente consolidato, tra l’alveo ed il circostante territorio di campagna, così come prescritto dalla nota Prot. n. 30803 del 11.12.2015 del MIBACT. In corrispondenza di questi attraversamenti non è prevista alcuna viabilità di ricucitura, così come indicato nell’Allegato 2 all’Ordinanza 21 di approvazione del Progetto Definitivo, facente parte della Convenzione per la Progettazione Esecutiva ed esecuzione dei lavori di realizzazione della linea ferroviaria Napoli-Bari – Variante Linea Cancello – Napoli.

Quanto riportato di seguito consentirà di verificare che il dimensionamento delle strutture è stato effettuato nel rispetto dei requisiti di resistenza e deformabilità richiesti all’opera.

|   |                                 |  |          |          |              |             |
|---|---------------------------------|--|----------|----------|--------------|-------------|
| APPALTATORE:<br>Mandatario: <b>SALINI IMPREGIO S.p.A.</b>   | Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b> | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> |          |          |              |             |
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b> Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> |                                 | <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>          |          |          |              |             |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>   |                                 | PROGETTO                               | LOTTO    | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV. PAGINA |
|   |                                 | IF1M                                   | 0.0.E.ZZ | CL       | SL.10.00.001 | B 6 di 147  |

## 2 DESCRIZIONE DELL'OPERA

L'opera è costituita da una struttura scatolare di tipo classico, di dimensioni interne 3.00 m x 3.50 m. Lo spessore dei piedritti e della soletta di copertura è pari a 40 cm, mentre la soletta di fondazione è spessa 50 cm. La lunghezza dello scatolare è pari a 14.48 m. La struttura attraversa in maniera ortogonale l'infrastruttura ferroviaria composta da rilevato tra muri.

Si riportano una vista planimetrica, una sezione longitudinale ed una trasversale della struttura.

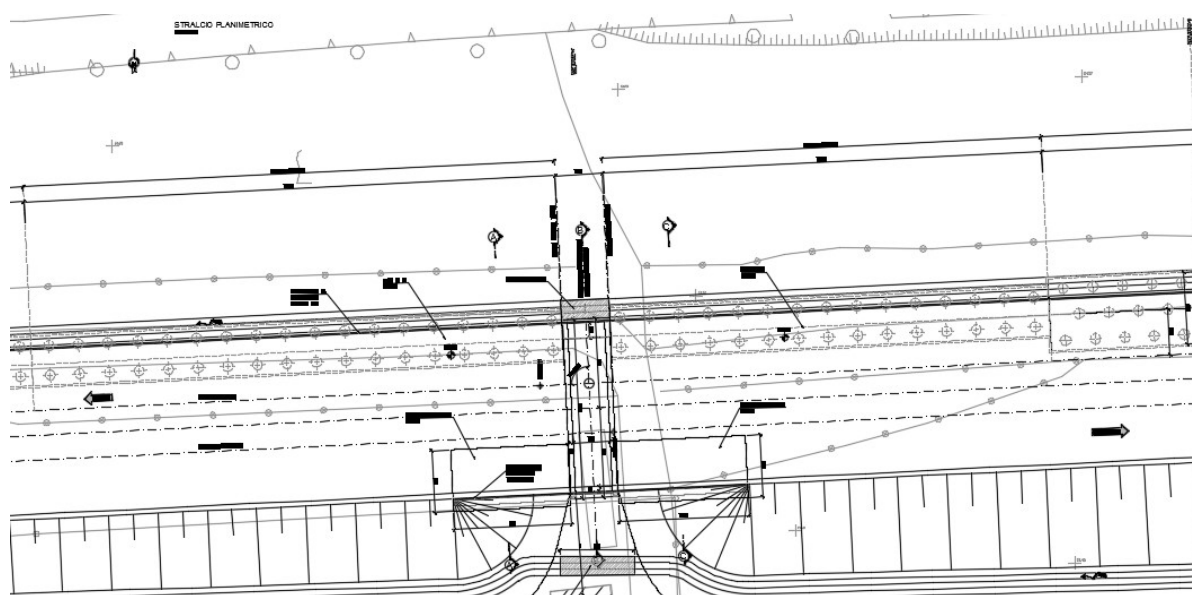


Figura 1-Sottopasso – Vista Planimetrica



|   |   |   |                          |   |                                  |                  |                           |
|---|---|---|--------------------------|---|----------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE:<br><u>Mandatario:</u><br><b>SALINI IMPREGIO S.p.A.</b> | <u>Mandante:</u><br><b>ASTALDI S.p.A.</b> | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b>                              |                          |   |                                  |                  |                           |
|   |   | <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>                                       |                          |   |                                  |                  |                           |
| PROGETTISTA:<br><u>Mandatario:</u><br><b>SYSTRA S.A.</b>            |   | <u>Mandante:</u><br><b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b> |                          | <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE<br/>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI<br/>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |                                  |                  |                           |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>                   |   | PROGETTO<br><b>IF1M</b>   | LOTTO<br><b>0.0.E.ZZ</b> | CODIFICA<br><b>CL</b>   | DOCUMENTO<br><b>SL.10.00.001</b> | REV.<br><b>B</b> | PAGINA<br><b>8 di 147</b> |

### **3    *NORMATIVA DI RIFERIMENTO***

- Legge 5-1-1971 n° 1086: Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica”;
- Legge. 2 febbraio 1974, n. 64: Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;
- Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 (D.M. 14 Gennaio 2008);
- Circolare applicativa delle NTC2008 n.617 del 02/02/2009: Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008;
- UNI EN 1992-1-1 “Progettazione delle strutture di calcestruzzo;
- Regolamento (UE) N.1299/2014 della Commissione del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell’Unione europea;
- RFI DTC SI MA IFS 001 A - Manuale di progettazione delle opere civili;
- RFI DTC INC CS SP IFS 001 A Specifica per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie



|  |   |  |          |                        |              |                               |          |  |  |  |  |  |  |
|--|---|--|----------|------------------------|--------------|-------------------------------|----------|--|--|--|--|--|--|
| APPALTATORE:<br><u>Mandatario:</u><br><b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> | <u>Mandante:</u><br><b>ASTALDI S.p.A.</b> | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b>           |          |                        |              |                               |          |  |  |  |  |  |  |
| PROGETTISTA:<br><u>Mandatario:</u><br><b>SYSTRA S.A.</b>             |   | <u>Mandante:</u><br><b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> |          | <b>ROCKSOIL S.p.A.</b> |              | <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> |          |  |  |  |  |  |  |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>                    |   | PROGETTO   | LOTTO    | CODIFICA               | DOCUMENTO    | REV.                          | PAGINA   | IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE<br>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI<br>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 |  |  |  |  |  |
|  |   | IF1M   | 0.0.E.ZZ | CL                     | SL.10.00.001 | B                             | 9 di 147 |  |  |  |  |  |  |

## 4 MATERIALI

Il calcestruzzo adottato corrisponde alla Classe C32/40, mentre l'acciaio in barre ad aderenza migliorata corrisponde alla classe B450C. Di seguito vengono elencate le specifiche.

### 4.1 CALCESTRUZZO C32/40 (sottopasso e muri andatori)

|  |                 |                     |                    |
|--|-----------------|---------------------|--------------------|
| Modulo di elasticità longitudinale                       | $E_C =$         | 33643               | [MPa]              |
| Coefficiente di dilatazione termica                      | $\alpha =$      | $10 \times 10^{-6}$ | [C <sup>-1</sup> ] |
| Coefficiente di Poisson                                  | $\nu =$         | 0.20                | [-]                |
| Coefficiente parziale di sicurezza                       | $\gamma_c =$    | 1.50                | [-]                |
| Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata | $\alpha_{cc} =$ | 0.85                | [-]                |
| Resistenza caratteristica cubica a compressione          | $R_{ck} =$      | 40.0                | [MPa]              |
| Resistenza caratteristica cilindrica a compressione      | $f_{ck} =$      | 33.2                | [MPa]              |
| Resistenza media cilindrica a compressione               | $f_{cm} =$      | 41.2                | [MPa]              |
| Resistenza media a trazione semplice                     | $f_{ctm} =$     | 3.10                | [MPa]              |
| Resistenza caratteristica a trazione semplice            | $f_{ctk} =$     | 2.17                | [MPa]              |
| Resistenza media a trazione per flessione                | $f_{ctfm} =$    | 3.72                | [MPa]              |
| Resistenza caratteristica a trazione per flessione       | $f_{ctfk} =$    | 2.60                | [MPa]              |
| Resistenza caratteristica tangenziale per aderenza       | $f_{bk} =$      | 4.88                | [MPa]              |
| Resistenza di calcolo a compressione                     | $f_{cd} =$      | 18.8                | [MPa]              |
| Resistenza di calcolo a trazione semplice                | $f_{ctd} =$     | 1.45                | [MPa]              |
| Resistenza di calcolo a trazione per flessione           | $f_{ctfd} =$    | 1.74                | [MPa]              |
| Resistenza di calcolo tangenziale per aderenza           | $f_{bd} =$      | 3.25                | [MPa]              |

|  |   |   |                          |                               |                                  |   |
|--|---|---|--------------------------|-------------------------------|----------------------------------|---|
| APPALTATORE:<br><u>Mandatario:</u><br><b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> | <u>Mandante:</u><br><b>ASTALDI S.p.A.</b> | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b>  |                          |                               |                                  |   |
| PROGETTISTA:<br><u>Mandatario:</u><br><b>SYSTRA S.A.</b>             |   | <u>Mandante:</u><br><b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>   |                          | <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> |                                  |   |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>                    |   | PROGETTO<br><b>IF1M</b>   | LOTTO<br><b>0.0.E.ZZ</b> | CODIFICA<br><b>CL</b>         | DOCUMENTO<br><b>SL.10.00.001</b> | REV.    PAGINA<br><b>B        10 di 147</b> |
|  |   | <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |                          |                               |                                  |   |

## 4.2 ACCIAIO B450C

|  |                  |        |       |
|--|------------------|--------|-------|
| Modulo di elasticità longitudinale     | $E_s =$          | 210000 | [MPa] |
| Coefficiente parziale di sicurezza     | $\gamma_s =$     | 1.15   | [-]   |
| Tensione caratteristica di snervamento | $f_{yk} =$       | 450    | [MPa] |
| Tensione caratteristica di rottura     | $f_{tk} =$       | 540    | [MPa] |
| Allungamento                           | $A_{gt\ k} \geq$ | 7.50%  | [-]   |
| Resistenza di calcolo                  | $f_{yd} =$       | 391.3  | [MPa] |

|   |   |  |
|---|---|--|
| APPALTATORE:<br><u>Mandatario:</u><br><b>SALINI IMPREGIO S.p.A.</b> | <u>Mandante:</u><br><b>ASTALDI S.p.A.</b>   | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b><br><b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b><br><b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |
| PROGETTISTA:<br><u>Mandatario:</u><br><b>SYSTRA S.A.</b>            | <u>Mandante:</u><br><b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>   |  |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>                   | PROGETTO    LOTTO    CODIFICA    DOCUMENTO    REV.    PAGINA<br><b>IF1M    0.0.E.ZZ    CL    SL.10.00.001    B    11 di 147</b> |  |

## 5 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

### 5.1 STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO

Le caratteristiche geotecniche del volume di terreno che interagisce con l'opera sono state desunte dalla relazione geotecnica e sono riportate di seguito.

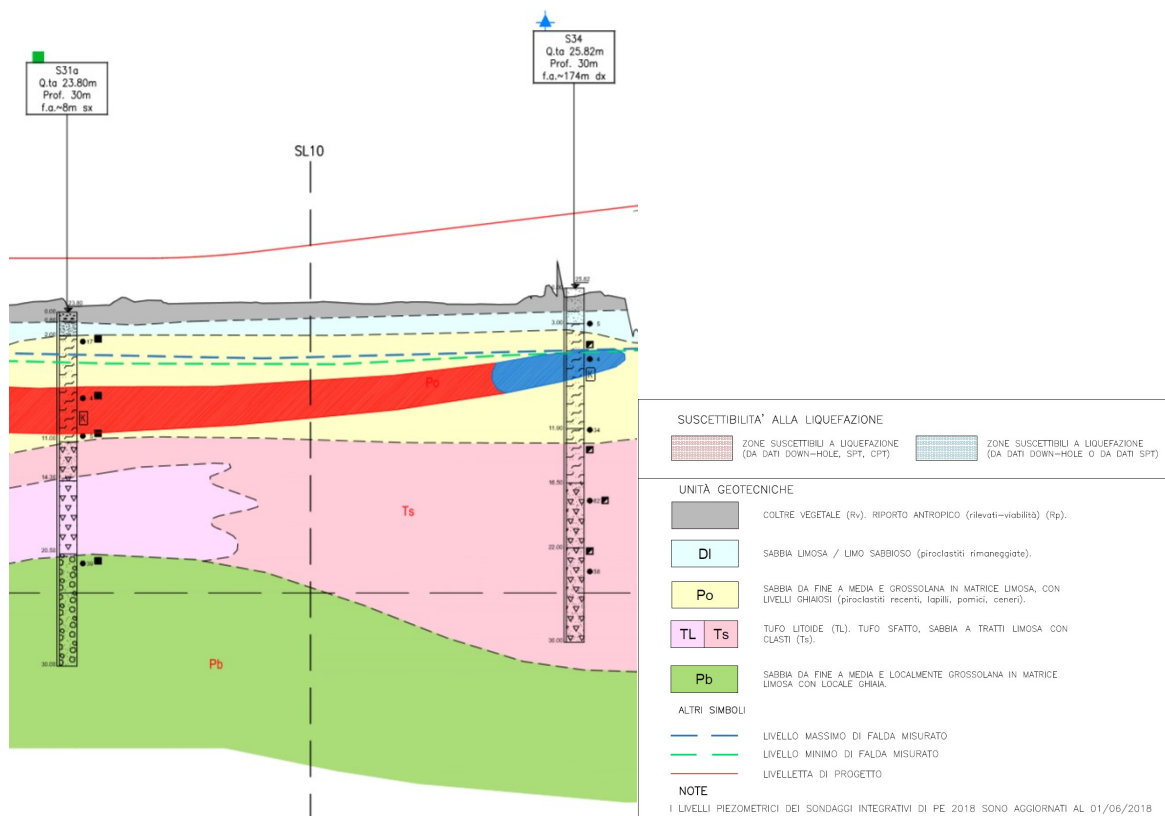


Figura 4-Stralcio profilo geotecnico

|  |   |  |          |                        |              |                               |           |  |  |  |  |
|--|---|--|----------|------------------------|--------------|-------------------------------|-----------|--|--|--|--|
| APPALTATORE:<br><u>Mandatario:</u><br><b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> | <u>Mandante:</u><br><b>ASTALDI S.p.A.</b> | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b>           |          |                        |              |                               |           |  |  |  |  |
| PROGETTISTA:<br><u>Mandatario:</u><br><b>SYSTRA S.A.</b>             |   | <u>Mandante:</u><br><b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> |          | <b>ROCKSOIL S.p.A.</b> |              | <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> |           |  |  |  |  |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>                    |   | PROGETTO   | LOTTO    | CODIFICA               | DOCUMENTO    | REV.                          | PAGINA    |  |  |  |  |
|  |   | IF1M   | 0.0.E.ZZ | CL                     | SL.10.00.001 | B                             | 12 di 147 |  |  |  |  |

#### Unità Rv – coltre vegetale

$\gamma = 17 \div 19 \text{ kN/m}^3$  peso di volume naturale,  
 $\varphi' = 30^\circ$  angolo di resistenza al taglio,  
 $c' = 0 \text{ kPa}$  coesione drenata,  
 $E_{op} = 10 \div 30 \text{ MPa}$  modulo di deformazione.

#### Unità Ra – riporto antropico dei rilevati ferroviari in progetto

$\gamma = 19 \div 20 \text{ kN/m}^3$  peso di volume naturale,  
 $\varphi' = 35 \div 38^\circ$  angolo di resistenza al taglio,  
 $c' = 0 \text{ kPa}$  coesione drenata,  
 $E_0 = 300 \div 400 \text{ MPa}$  modulo di deformazione elastico a piccole deformazioni.

#### Unità DI – piroclastiti rimaneggiate sabbioso-limose

$\gamma = 16 \text{ kN/m}^3$  peso di volume naturale,  
 $\varphi' = 30 \div 33^\circ$  angolo di resistenza al taglio,  
 $c' = 0 \div 5 \text{ kPa}$  coesione drenata,  
 $E_0 = 50 \div 300 \text{ MPa}$  modulo di deformazione elastico a piccole deformazioni.

#### Unità Po – Piroclastiti recenti sabbioso limose

$\gamma = 16 \text{ kN/m}^3$  peso di volume naturale,  
 $\varphi' = 33 \div 35^\circ$  angolo di resistenza al taglio,  
 $c' = 0 \div 10 \text{ kPa}$  coesione drenata,  
 $E_0 = 150 \div 600 \text{ MPa}$  modulo di deformazione elastico iniziale.

#### Unità Ts – Tufo sfatto

$\gamma = 15 \div 16 \text{ kN/m}^3$  peso di volume naturale,  
 $\varphi' = 35 \div 37^\circ$  angolo di resistenza al taglio,  
 $c' = 0 \div 5 \text{ kPa}$  coesione drenata,  
 $E'_0 = 300 \div 1800 \text{ MPa}$  modulo di deformazione elastico iniziale.

#### Unità TL – Tufo litoide

$\gamma = 15 \text{ kN/m}^3$  peso di volume naturale,  
 $\varphi' = 35 \div 41^\circ$  angolo di resistenza al taglio,

|   |  |  |          |          |              |             |
|---|--|--|----------|----------|--------------|-------------|
| APPALTATORE:<br><u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>            |  | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> |          |          |              |             |
| PROGETTISTA:<br><u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> |  | <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>          |          |          |              |             |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>   |  | PROGETTO                               | LOTTO    | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV. PAGINA |
|   |  | IF1M                                   | 0.0.E.ZZ | CL       | SL.10.00.001 | B 13 di 147 |

$c' = 20 \div 50$  kPa                      coesione drenata,  
 $E'_0 = 680 \div 4550$  MPa                modulo di deformazione elastico iniziale.

Unità Pb – Piroclastiti di base sabbioso limose

$\gamma = 16$  kN/m<sup>3</sup>                            peso di volume naturale,  
 $\varphi' = 35 \div 37$  °                            angolo di resistenza al taglio,  
 $c' = 0 \div 5$  kPa                            coesione drenata,  
 $E'_0 = 300 \div 2050$  MPa                modulo di deformazione elastico iniziale.

La falda è stata rilevata a 19.98 m.s.l.m, mentre il piano delle fondazioni dell'opera in esame è posto ad una profondità di 23.76 m.s.l.m.

## 5.2 INTERAZIONE TERRENO-STRUTTURA

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

Per la determinazione della costante di sottofondo si può fare riferimento alle seguenti formulazioni assimilando il comportamento del terreno a quello di un mezzo elastico omogeneo:

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

dove:

- $s$  = cedimento elastico totale;
- $B$  = lato minore della fondazione;
- $c_t$  = coefficiente adimensionale di forma ottenuto dalla interpolazione dei valori dei coefficienti proposti dal Bowles, 1960 ( $L$  = lato maggiore della fondazione):
  - $c_t = 0.853 + 0.534 \ln(L / B)$             rettangolare con  $L / B \leq 10$
  - $c_t = 2 + 0.0089 (L / B)$                 rettangolare con  $L / B > 10$
- $q$  = pressione media agente sul terreno;
- $\sigma_{v0}$  = tensione litostatica verticale alla quota di posa della fondazione;
- $\nu$  = coefficiente di Poisson del terreno;
- $E$  = modulo elastico medio del terreno sottostante.

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

|  |   |  |          |                        |              |   |           |
|--|---|--|----------|------------------------|--------------|---|-----------|
| APPALTATORE:<br><u>Mandatario:</u><br><b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> | <u>Mandante:</u><br><b>ASTALDI S.p.A.</b> | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b>           |          |                        |              |   |           |
|  |   | <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>                    |          |                        |              |   |           |
| PROGETTISTA:<br><u>Mandatario:</u><br><b>SYSTRA S.A.</b>             |   | <u>Mandante:</u><br><b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> |          | <b>ROCKSOIL S.p.A.</b> |              | <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE<br/>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI<br/>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |           |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>                    |   | PROGETTO   | LOTTO    | CODIFICA               | DOCUMENTO    | REV.  | PAGINA    |
|  |   | IF1M   | 0.0.E.ZZ | CL                     | SL.10.00.001 | B   | 14 di 147 |

- $k_w = E / [(1-\nu^2) \cdot B \cdot ct]$

Per l'opera in esame, si è considerato il modulo elastico del terreno  $P_o$ , in quanto unico strato ricadente all'interno del "bulbo delle pressioni" ovvero quella porzione del sottosuolo interessata dalla perturbazione indotta dai carichi applicati e considerata estesa per una profondità pari a circa 2 volte la larghezza caratteristica della fondazione. Per il valore di tale modulo elastico si pone un valore ottenuto mediando il valore dello stesso:

- $E_{eq} = 375 \text{ MPa}$

dal quale risulta, secondo le formulazioni sopra riportate, un valore della costante di sottofondo pari a:

- $k_w = 375000 / [(1-0.04) \cdot 3.80 \cdot 1.57] \text{ kN/m}^3 \approx 65475 \text{ kN/m}^3$ .

|  |  |   |                          |  |                                  |  |
|--|--|---|--------------------------|--|----------------------------------|--|
| APPALTATORE:<br><u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGIO S.p.A.</b> |  | <u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>                        |                          | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b><br><b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b><br><b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |                                  |  |
| PROGETTISTA:<br><u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>            |  | <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> |                          |  |                                  |  |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>                |  | PROGETTO<br><b>IF1M</b>                                       | LOTTO<br><b>0.0.E.ZZ</b> | CODIFICA<br><b>CL</b>  | DOCUMENTO<br><b>SL.10.00.001</b> | REV. <b>B</b><br>PAGINA <b>15 di 147</b> |

## 6 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Il valore dell'accelerazione orizzontale massima in condizioni sismiche è stato definito in accordo alla normativa NTC2008.

Ai fini del calcolo dell'azione sismica secondo il DM 14/01/2008, risultando per l'opera in progetto una vita nominale  $VN \geq 75$  anni ed una classe d'uso  $Cu = III$ , si ottiene un periodo di riferimento  $VR = VN \cdot CU = 75 \cdot 1.5 = 112.5$  anni. A seguito di tale assunzione si ha allo stato limite ultimo SLV in funzione della Latitudine e Longitudine del sito in esame un valore dell'accelerazione pari ad  $ag = 0.221$  g.



Figura 5- Parametri sismici

| Parametri di pericolosità Sismica |              |             |           |             |
|-----------------------------------|--------------|-------------|-----------|-------------|
| Stato Limite                      | $T_r$ [anni] | $a_g$ [g[-] | $F_o$ [-] | $T^*_c$ [s] |
| Operatività                       | 67.74        | 0.07        | 2.34      | 0.32        |
| Danno                             | 113.15       | 0.09        | 2.35      | 0.33        |
| Salvaguardia Vita                 | 1067.76      | 0.22        | 2.47      | 0.36        |
| Prevenzione Collasso              | 2193.27      | 0.27        | 2.56      | 0.36        |

Tabella 1- Parametri sismici

| APPALTATORE:<br>Mandatario: <span style="margin-left: 100px;">Mandante:</span><br><b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> <span style="margin-left: 100px;"><b>ASTALDI S.p.A.</b></span>  | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b><br><b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b><br><b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>  |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
|--|---|----------|--------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|-----------|
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: <span style="margin-left: 100px;">Mandante:</span><br><b>SYSTRA S.A.</b> <span style="margin-left: 50px;"><b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b></span> <span style="margin-left: 50px;"><b>ROCKSOIL S.p.A.</b></span> |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>  | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">PROGETTO</th> <th style="text-align: left;">LOTTO</th> <th style="text-align: left;">CODIFICA</th> <th style="text-align: left;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: left;">REV.</th> <th style="text-align: left;">PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.10.00.001</td> <td>B</td> <td>16 di 147</td> </tr> </tbody> </table> | PROGETTO | LOTTO        | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | SL.10.00.001 | B | 16 di 147 |
| PROGETTO   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV.     | PAGINA    |      |        |      |          |    |              |   |           |
| IF1M   | 0.0.E.ZZ  | CL       | SL.10.00.001 | B        | 16 di 147 |      |        |      |          |    |              |   |           |

Ai fini dell'analisi della risposta sismica locale, inoltre occorre definire la Categoria del Suolo di Fondazione, secondo quanto specificato al par. "3.2.2 CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE" del DM 14.01.08.

La categoria di suolo di fondazione viene definita, in base al riferimento normativo citato, sulla base della conoscenza di  $V_{s30}$ , ricavato dalle indagini sismiche eseguite nelle campagne geognostiche.

In particolare, nel caso in esame, è possibile considerare ai fini progettuali una categoria di suolo di tipo C: "Depositi di sabbie o ghiaie mediamente addensate o argille mediamente consistenti, con spessori variabili da diverse decine di metri fino a centinaia di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s30}$  compresi fra 180 m/s e 360 m/s (ovvero resistenza penetrometrica NSPT < 50 o coesione non drenata  $70 < c_u < 250$  kPa).



|  |   |   |                 |           |                     |          |                  |
|--|---|---|-----------------|-----------|---------------------|----------|------------------|
| APPALTATORE:<br><u>Mandatario:</u><br><b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> | <u>Mandante:</u><br><b>ASTALDI S.p.A.</b>                           | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b>  |                 |           |                     |          |                  |
|  |   | <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>   |                 |           |                     |          |                  |
|  |   | <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |                 |           |                     |          |                  |
| PROGETTISTA:<br><u>Mandatario:</u><br><b>SYSTRA S.A.</b>             | <u>Mandante:</u><br><b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b> | PROGETTO  | LOTTO           | CODIFICA  | DOCUMENTO           | REV.     | PAGINA           |
| <b>Relazione di calcolo</b>  |   | <b>IF1M</b>   | <b>0.0.E.ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL.10.00.001</b> | <b>B</b> | <b>17 di 147</b> |

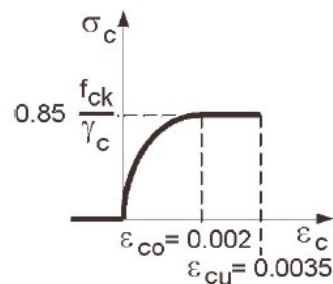
## **7 VERIFICHE STRUTTURALI – CRITERI GENERALI**

La corretta progettazione di un elemento strutturale deve essere sviluppata considerando tutti gli aspetti dai quali potrebbe dipendere il raggiungimento della crisi (SLU) o che non garantiscano il soddisfacimento di particolari requisiti funzionali (SLE). Appare quindi importante disporre di adeguate regole progettuali che, riferendosi a tutte le eventualità che potrebbero prodursi durante la vita di progetto, conducano ad un'attenta analisi di tutte le parti dell'elemento strutturale, ciascuna delle quali dovrà essere progettata con lo stesso grado di accuratezza.

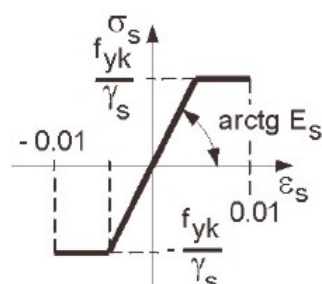
Il calcolo delle caratteristiche della sollecitazione interna e le verifiche di resistenza negli elementi strutturali sono eseguiti con i metodi della Scienza e della Tecnica delle Costruzioni, basati sulle seguenti ipotesi:

1. planarità delle sezioni (ipotesi di Bernoulli);
2. resistenza a trazione del calcestruzzo trascurabile (solo per c.a.);
3. il conglomerato cementizio soggetto a compressione si comporta, nel campo delle tensioni di esercizio, come un materiale elastico, isotropo ed omogeneo (validità della Legge di Hooke);
4. perfetta aderenza acciaio-calcestruzzo;
5. rottura del calcestruzzo determinata dal raggiungimento della sua capacità deformativa ultima a compressione;
6. rottura dell'armatura tesa determinata dal raggiungimento della sua capacità deformativa ultima;
7. utilizzo di modelli rappresentativi del legame costitutivo ( $\sigma$ - $\epsilon$ ) dei materiali

|   |  |  |          |          |              |             |
|---|--|--|----------|----------|--------------|-------------|
| APPALTATORE:<br><i>Mandatario:</i> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> <i>Mandante:</i> <b>ASTALDI S.p.A.</b>            |  | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> |          |          |              |             |
| PROGETTISTA:<br><i>Mandatario:</i> <b>SYSTRA S.A.</b> <i>Mandante:</i> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> |  | <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>          |          |          |              |             |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>   |  | PROGETTO                               | LOTTO    | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV. PAGINA |
|   |  | IF1M                                   | 0.0.E.ZZ | CL       | SL.10.00.001 | B 18 di 147 |



Legame costitutivo cls



Legame costitutivo acciaio

8. nella valutazione delle piccole deformazioni, si fa riferimento alla totale sezione di conglomerato, adottando il modulo elastico  $E_c$  del conglomerato compresso;
9. l'acciaio, sia teso che compresso, nel campo delle tensioni di esercizio, è in campo elastico, ossia si ammette anche per esso la validità della Legge di Hooke.

Il metodo di verifica adottato è quello agli Stati Limite Ultimo (SLU) ed agli Stati Limite di Esercizio (SLE), secondo quanto previsto dal D.M. del 14 gennaio 2008.

## 7.1 VERIFICHE SLE

La verifica nei confronti degli Stati limite di esercizio, consiste nel controllare, con riferimento alle sollecitazioni di calcolo corrispondenti alle Combinazioni di Esercizio il tasso di Lavoro nei Materiali e l'ampiezza delle fessure attesa, secondo quanto di seguito specificato.

### 7.1.1 Verifiche alle tensioni

La verifica delle tensioni in esercizio consiste nel controllare il rispetto dei limiti tensionali previsti per il calcestruzzo e per l'acciaio per ciascuna delle combinazioni di carico caratteristiche "Rara" e "Quasi Permanente"; i valori tensionali nei materiali sono valutati secondo le note teorie di analisi delle sezioni in c.a. in campo elastico e con calcestruzzo "non reagente" adottando come limiti di riferimento, trattandosi nel caso in specie di opere Ferroviarie, quelli indicati nel Manuale di RFI, ovvero:

|  |   |                   |                |                           |           |                     |
|--|---|-------------------|----------------|---------------------------|-----------|---------------------|
| APPALTATORE:<br>Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.<br>Mandante: ASTALDI S.p.A.            | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>   |                   |                |                           |           |                     |
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: SYSTRA S.A.<br>Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A. | <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE<br/>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI<br/>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |                   |                |                           |           |                     |
| PROGETTO ESECUTIVO<br>Relazione di calcolo   | PROGETTO<br>IF1M  | LOTTO<br>0.0.E.ZZ | CODIFICA<br>CL | DOCUMENTO<br>SL.10.00.001 | REV.<br>B | PAGINA<br>19 di 147 |

### Tensioni di compressione del calcestruzzo

Devono essere rispettati i seguenti limiti per le tensioni di compressione nel calcestruzzo:

- Per combinazione di carico caratteristica (rara):  $0.55 f_{ck}$ ;
- Per combinazioni di carico quasi permanente:  $0.40 f_{ck}$ ;
- Per spessori minori di 5 cm, le tensioni normali limite di esercizio sono ridotte del 30%.

### Tensioni di trazione nell'acciaio

Per le armature ordinarie, la massima tensione di trazione sotto la combinazione di carico caratteristica (rara) non deve superare  $0.75 f_{yk}$ .

Per il caso in esame risulta in particolare:

#### CALCESTRUZZO

$$\sigma_{\text{cmax QP}} = (0.40 f_{ck}) = 13.28 \text{ MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Quasi Permanente})$$

$$\sigma_{\text{cmax R}} = (0.55 f_{ck}) = 18.26 \text{ MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Caratteristica - Rara})$$

#### ACCIAIO

$$\sigma_{s \text{ max}} = (0.75 f_{yk}) = 338.00 \text{ MPa} \quad (\text{Combinazione di Carico Caratteristica(Rara)})$$

### **7.1.2 Verifiche a fessurazione**

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

In relazione all'aggressività ambientale e alla sensibilità dell'acciaio, l'apertura limite delle fessure è riportato nel prospetto seguente:

|  |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
|--|---|----------|--------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|-----------|
| APPALTATORE:<br>Mandatario: <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>            | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>          |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b><br>Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>  | <table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.10.00.001</td> <td>B</td> <td>20 di 147</td> </tr> </table> | PROGETTO | LOTTO        | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | SL.10.00.001 | B | 20 di 147 |
| PROGETTO   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV.     | PAGINA    |      |        |      |          |    |              |   |           |
| IF1M   | 0.0.E.ZZ  | CL       | SL.10.00.001 | B        | 20 di 147 |      |        |      |          |    |              |   |           |

| Gruppi di esigenza | Condizioni ambientali | Combinazione di azione | Armatura           |            |                |            |
|--------------------|-----------------------|------------------------|--------------------|------------|----------------|------------|
|                    |                       |                        | Sensibile          |            | Poco sensibile |            |
|                    |                       |                        | Stato limite       | wd         | Stato limite   | wd         |
| a                  | Ordinarie             | frequente              | ap. fessure        | $\leq w_2$ | ap. fessure    | $\leq w_3$ |
|                    |                       | quasi permanente       | ap. fessure        | $\leq w_1$ | ap. fessure    | $\leq w_2$ |
| b                  | Aggressive            | frequente              | ap. fessure        | $\leq w_1$ | ap. fessure    | $\leq w_2$ |
|                    |                       | quasi permanente       | decompressione     | -          | ap. fessure    | $\leq w_1$ |
| c                  | Molto Aggressive      | frequente              | formazione fessure | -          | ap. fessure    | $\leq w_1$ |
|                    |                       | quasi permanente       | decompressione     | -          | ap. fessure    | $\leq w_1$ |

**Tabella 2– Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione e Condizioni Ambientali - Tabella 4.1.IV**

| CONDIZIONI AMBIENTALI | CLASSE DI ESPOSIZIONE             |
|-----------------------|-----------------------------------|
| Ordinarie             | X0, XC1, XC2, XC3, XF1            |
| Aggressive            | XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3 |
| Molto aggressive      | XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4      |

**Tabella 3–Descrizione delle condizioni ambientali Tabella 4.1.III**

Risultando:

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

$$w_2 = 0.3 \text{ mm}$$

$$w_3 = 0.4 \text{ mm}$$

Alle prescrizioni normative presenti in NTC si sostituiscono in tal caso quelle fornite dalle specifiche RFI (Requisiti concernenti la fessurazione per strutture in c.a., c.a.p. e miste acciaio-calcestruzzo) secondo cui la verifica nei confronti dello stato limite di apertura delle fessure va effettuata utilizzando le sollecitazioni derivanti dalla combinazione caratteristica (rara).

Per strutture in condizioni ambientali aggressive o molto aggressive, così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.3 del DM 14.1.2008, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture, l'apertura convenzionale delle fessure dovrà risultare:

- Combinazione Caratteristica (Rara)  $\delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$

|  |   |  |                          |                        |                                  |   |
|--|---|--|--------------------------|------------------------|----------------------------------|---|
| APPALTATORE:<br><i>Mandatario:</i><br><b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> | <i>Mandante:</i><br><b>ASTALDI S.p.A.</b> | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b>           |                          |                        |                                  |   |
|  |   | <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>                    |                          |                        |                                  |   |
| PROGETTISTA:<br><i>Mandatario:</i><br><b>SYSTRA S.A.</b>             |   | <i>Mandante:</i><br><b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> |                          | <b>ROCKSOIL S.p.A.</b> |                                  | <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>                    |   | PROGETTO<br><b>IF1M</b>                          | LOTTO<br><b>0.0.E.ZZ</b> | CODIFICA<br><b>CL</b>  | DOCUMENTO<br><b>SL.10.00.001</b> | REV. PAGINA<br><b>B 21 di 147</b>   |

## 7.2 VERIFICHE ALLO SLU

### 7.2.1 Pressoflessione

Allo Stato Limite Ultimo le verifiche per tensioni normali vengono condotte confrontando per ogni sezione le resistenze ultime e le sollecitazioni massime agenti, valutando di conseguenza il corrispondente fattore di sicurezza secondo la nota relazione:

$$M_{rd} (N_{Ed}) \geq M_{Ed}$$

dove:

$M_{rd}$  = è il valore di calcolo del momento resistente corrispondente a  $N_{Ed}$ ;

$N_{Ed}$  = è il valore di calcolo della componente assiale (sforzo normale) dell'azione;

$M_{Ed}$  = è il valore di calcolo della componente flettente dell'azione.

Il momento resistente  $M_{rd}$  è valutato adottando per i materiali i modelli tensionali  $\sigma - \varepsilon$ .

### 7.2.2 Taglio

La resistenza a taglio  $V_{Rd}$  della membratura priva di armatura specifica risulta pari a:

$$V_{Rd} = \left\{ 0.18 \cdot k \cdot \frac{(100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp}} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \cdot b_w d$$

dove:

$$v_{\min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2};$$

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2;$$

$$\rho_1 = A_{sw}/(b_w \cdot d)$$

$d$  = altezza utile per piedritti soletta superiore ed inferiore;

$b_w$  = 1000 mm larghezza utile della sezione ai fini del taglio.

In presenza di armatura, invece, la resistenza a taglio  $V_{Rd}$  è il minimo tra la resistenza a taglio trazione  $V_{Rsd}$  e la resistenza a taglio compressione  $V_{Rcd}$

|  |   |  |                          |                        |                                  |   |                  |
|--|---|--|--------------------------|------------------------|----------------------------------|---|------------------|
| APPALTATORE:<br><u>Mandatario:</u><br><b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> | <u>Mandante:</u><br><b>ASTALDI S.p.A.</b> | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b>           |                          |                        |                                  |   |                  |
|  |   | <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>                    |                          |                        |                                  |   |                  |
| PROGETTISTA:<br><u>Mandatario:</u><br><b>SYSTRA S.A.</b>             |   | <u>Mandante:</u><br><b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> |                          | <b>ROCKSOIL S.p.A.</b> |                                  | <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |                  |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>                    |   | PROGETTO<br><b>IF1M</b>                          | LOTTO<br><b>0.0.E.ZZ</b> | CODIFICA<br><b>CL</b>  | DOCUMENTO<br><b>SL.10.00.001</b> |   | REV.<br><b>B</b> |

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

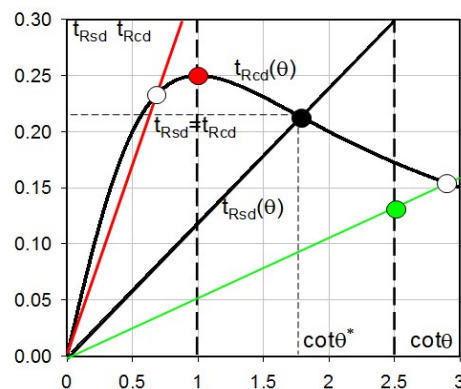
$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot \frac{(\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \theta)}{(1 + \operatorname{ctg}^2 \theta)}$$

essendo:

$$1 \leq \operatorname{ctg} \theta \leq 2.5$$

Per quanto riguarda in particolare le verifiche a taglio per elementi armati a taglio, si è fatto riferimento al metodo del traliccio ad inclinazione variabile, in accordo a quanto prescritto al punto 4.1.2.1.3 delle NTC08, considerando ai fini delle verifiche, un angolo  $\theta$  di inclinazione delle bielle compresse del traliccio resistente tale da rispettare la condizione.

$$1 \leq \operatorname{cotg} \theta \leq 2.5 \quad 45^\circ \geq \theta \geq 21.8^\circ$$



L'angolo effettivo di inclinazione delle bielle ( $\theta$ ) assunto nelle verifiche è stato in particolare valutato, nell'ambito di un problema di verifica, tenendo conto di quanto di seguito indicato :

$$\operatorname{cot} \theta^* = \sqrt{\frac{v \cdot \alpha_c}{\omega_{sw}} - 1}$$

( $\theta^*$  angolo di inclinazione delle bielle cui corrisponde la crisi contemporanea di bielle compresse ed armature)

dove:

$$v = f'_{cd} / f_{cd} = 0.5$$

$f'_{cd}$  = resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima

|  |   |  |                          |                        |                                  |   |                            |
|--|---|--|--------------------------|------------------------|----------------------------------|---|----------------------------|
| APPALTATORE:<br><i>Mandatario:</i><br><b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> | <i>Mandante:</i><br><b>ASTALDI S.p.A.</b> | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b>           |                          |                        |                                  |   |                            |
|  |   | <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>                    |                          |                        |                                  |   |                            |
| PROGETTISTA:<br><i>Mandatario:</i><br><b>SYSTRA S.A.</b>             |   | <i>Mandante:</i><br><b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> |                          | <b>ROCKSOIL S.p.A.</b> |                                  | <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |                            |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>                    |   | PROGETTO<br><b>IF1M</b>                          | LOTTO<br><b>0.0.E.ZZ</b> | CODIFICA<br><b>CL</b>  | DOCUMENTO<br><b>SL.10.00.001</b> | REV.<br><b>B</b>  | PAGINA<br><b>23 di 147</b> |

$f_{cd}$  = resistenza a compressione di calcolo del calcestruzzo d'anima

$a_c$  coefficiente maggiorativo pari a

1 per membrature non compresse

$1 + \sigma_p/f_{cd}$  per  $0 \leq \sigma_{cp} \leq 0.25 f_{cd}$

1.25 per  $0.25 f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0.5 f_{cd}$

$2.5(1 - \sigma_{cp}/f_{cd})$  per  $0.5 f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$

$\omega_{sw}$ : percentuale meccanica di armatura trasversale.

$$\omega_{sw} = \frac{A_{sw} f_{yd}}{b s f_{cd}}$$

|  |  |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
|--|--|----------|--------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|-----------|
| APPALTATORE:<br>Mandatario: <b>SALINI IMPREGIO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>             | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b><br><b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b><br><b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b><br>Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> |  |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>  | <table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.10.00.001</td> <td>B</td> <td>24 di 147</td> </tr> </table>            | PROGETTO | LOTTO        | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | SL.10.00.001 | B | 24 di 147 |
| PROGETTO   | LOTTO  | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV.     | PAGINA    |      |        |      |          |    |              |   |           |
| IF1M   | 0.0.E.ZZ   | CL       | SL.10.00.001 | B        | 24 di 147 |      |        |      |          |    |              |   |           |

## 8 ANALISI E VERIFICA DELLA STRUTTURA SCATOLARE

### 8.1 ANALISI DEI CARICHI

Si riportano di seguito i carichi utilizzati per il calcolo delle sollecitazioni e le verifiche delle sezioni della struttura in esame.

I pesi dei materiali da costruzione e del terreno sono indicati nella tabella seguente:

| Materiali                       | $\gamma$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] |
|---------------------------------|----------------------------------|
| calcestruzzo armato             | 25                               |
| ballast + armamento             | 20                               |
| terreno a ridosso dei piedritti | 20                               |

**Tabella 4 - Caratteristiche materiali e terreno**

#### 8.1.1 Peso propri strutturali e non strutturali

Il peso proprio delle solette e dei piedritti viene calcolato automaticamente dal programma di calcolo utilizzato considerando per il calcestruzzo  $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$ . L'analisi dei carichi viene condotta per un metro di struttura in direzione longitudinale (secondo la direzione dei binari).

- Pesi permanenti portati soletta superiore (ballast, sub-ballast) come indicato nelle NTC al §5.2.2.1.1:

$$G_2 = 0.80 \cdot 20.00 \text{ kN/m} = 16.00 \text{ kN/m}$$

- Pesi permanenti portati soletta superiore dovuti allo strato di circa 50 cm di terreno di ricoprimento:

$$G_2 = 0.50 \cdot 20.00 \text{ kN/m} = 10.00 \text{ kN/m}$$



|  |   |  |
|--|---|--|
| APPALTATORE:<br><u>Mandatario:</u><br><b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> | <u>Mandante:</u><br><b>ASTALDI S.p.A.</b>   | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b><br><b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b><br><b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |
| PROGETTISTA:<br><u>Mandatario:</u><br><b>SYSTRA S.A.</b>             | <u>Mandante:</u><br><b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>   |  |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>                    | PROGETTO    LOTTO    CODIFICA    DOCUMENTO    REV.    PAGINA<br><b>IF1M    0.0.E.ZZ    CL    SL.10.00.001    B    25 di 147</b> |  |

- Spinta sui piedritti dovuta alla presenza dello strato superiore costituito da ballast e sub-ballast in combinazione STR:

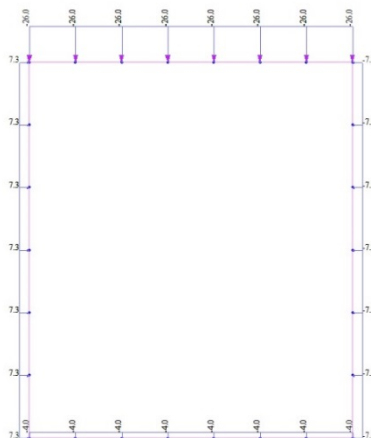
$$G_2 = \gamma \cdot h \cdot k_0 = 0.80 \cdot 20.00 \text{ kN/m} \cdot 0.455 = 7.29 \text{ kN/m} \quad (\text{STR})$$

- Spinta sui piedritti dovuta alla presenza dello strato superiore costituito da ballast e sub-ballast in combinazione GEO

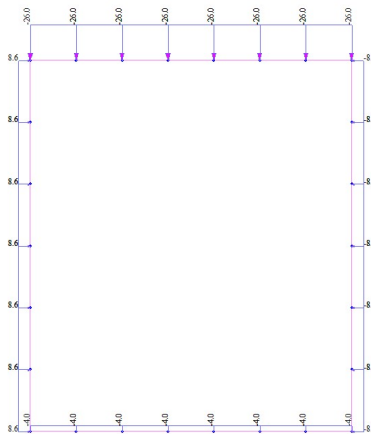
$$G_2 = \gamma \cdot h \cdot k_0 = 0.80 \cdot 20.00 \text{ kN/m} \cdot 0.539 = 8.62 \text{ kN/m} \quad (\text{GEO})$$

- Peso permanenti portati soletta inferiore dovuti al ricoprimento con misto granulare di circa 20 cm:

$$G_2 = 20 \cdot 0.20 \text{ kN/m} = 4.00 \text{ kN/m}$$



**Figura 6 - Carichi permanenti non strutturali secondo combinazione STR**



**Figura 7 - Carichi permanenti non strutturali secondo combinazione GEO**

| APPALTATORE:<br>Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.<br>Mandante: ASTALDI S.p.A.            | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE<br>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI<br>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
|--|---|----------|--------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|-----------|
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: SYSTRA S.A.<br>Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A. |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTO ESECUTIVO<br>Relazione di calcolo   | <table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.10.00.001</td> <td>B</td> <td>26 di 147</td> </tr> </tbody> </table> | PROGETTO | LOTTO        | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | SL.10.00.001 | B | 26 di 147 |
| PROGETTO   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV.     | PAGINA    |      |        |      |          |    |              |   |           |
| IF1M   | 0.0.E.ZZ  | CL       | SL.10.00.001 | B        | 26 di 147 |      |        |      |          |    |              |   |           |

### 8.1.2 Spinta del terreno

La struttura è stata analizzata nella condizione di spinta a riposo. Il coefficiente di spinta è stato calcolato utilizzando la formula  $k_0 = 1 - \sin(\varphi')$ , per cui, per  $\varphi' = 33^\circ$  (valore cautelativo considerato per la zona di transizione a ridosso della struttura) si ottiene il valore  $k_0 = 0.455$  in combinazione STR e  $k_0 = 0.539$  in combinazione GEO.

La pressione del terreno è stata calcolata come:

$$\sigma'_{1,h} = \sigma'_{1,v} \cdot k_0 = \gamma' \cdot z \cdot k_0$$

I valori delle spinte vengono di seguito esplicitati:

- Spinta al livello del piano mediano della soletta superiore:

$$\sigma'_{1,h} = \sigma'_{1,v} \cdot k_0 = \gamma' \cdot z \cdot k_0 = 20 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot \left( \frac{0.40}{2} + 0.50 \right) \text{m} \cdot 0.455 = 6.38 \text{ kPa} \quad (\text{STR})$$

$$\sigma'_{1,h} = \sigma'_{1,v} \cdot k_0 = \gamma' \cdot z \cdot k_0 = 20 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot \left( \frac{0.40}{2} + 0.50 \right) \text{m} \cdot 0.539 = 7.55 \text{ kPa} \quad (\text{GEO})$$

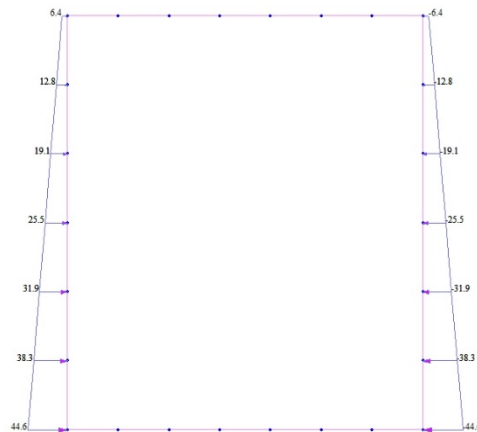
- Spinta al livello dell'intradosso della soletta inferiore:

$$\sigma'_{2,h} = \sigma'_{2,v} \cdot k_0 = 20 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot (4.40 + 0.50) \text{m} \cdot 0.455 = 44.63 \text{ kPa} \quad (\text{STR})$$

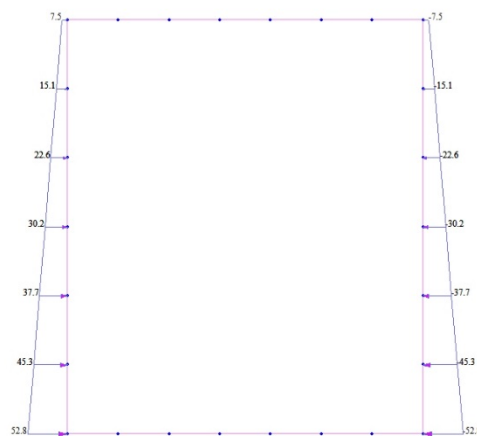
$$\sigma'_{2,h} = \sigma'_{2,v} \cdot k_0 = 20 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot (4.40 + 0.5) \text{m} \cdot 0.539 = 52.82 \text{ kPa} \quad (\text{GEO})$$

Nella Figura seguente si riporta il diagramma di spinta del terreno agente sui piedritti in kPa.

|  |   |  |                       |                                  |                  |                            |
|--|---|--|-----------------------|----------------------------------|------------------|----------------------------|
| APPALTATORE:<br><u>Mandatario:</u><br><b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> | <u>Mandante:</u><br><b>ASTALDI S.p.A.</b>                           | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b><br><b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b><br><b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |                       |                                  |                  |                            |
| PROGETTISTA:<br><u>Mandatario:</u><br><b>SYSTRA S.A.</b>             | <u>Mandante:</u><br><b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b> |  |                       |                                  |                  |                            |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>                    | PROGETTO<br><b>IF1M</b>   | LOTTO<br><b>0.0.E.ZZ</b>   | CODIFICA<br><b>CL</b> | DOCUMENTO<br><b>SL.10.00.001</b> | REV.<br><b>B</b> | PAGINA<br><b>27 di 147</b> |



**Figura 8 - Spinte del terreno secondo combinazione STR**



**Figura 9 - Spinte del terreno secondo combinazione GEO**

### **8.1.3 Spinta in presenza di falda**

Nel caso in cui a monte della parete sia presente la falda il diagramma delle pressioni sulla parete risulta modificato a causa della sottospinta che l'acqua esercita sul terreno. Il peso di volume del terreno al di sopra della linea di falda non subisce variazioni. Viceversa al di sotto del livello di falda va considerato il peso di volume di galleggiamento

$$Y_a = Y_{sat} - Y_w$$

| APPALTATORE:<br>Mandataria: <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>            | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>  |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
|--|---|----------|--------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|-----------|
| PROGETTISTA:<br>Mandataria: <b>SYSTRA S.A.</b><br>Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>  | <table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.10.00.001</td> <td>B</td> <td>28 di 147</td> </tr> </tbody> </table> | PROGETTO | LOTTO        | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | SL.10.00.001 | B | 28 di 147 |
| PROGETTO   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV.     | PAGINA    |      |        |      |          |    |              |   |           |
| IF1M   | 0.0.E.ZZ  | CL       | SL.10.00.001 | B        | 28 di 147 |      |        |      |          |    |              |   |           |

dove  $\gamma_{sat}$  è il peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori) e  $\gamma_w$  è il peso di volume dell'acqua. Quindi il diagramma delle pressioni al di sotto della linea di falda ha una pendenza minore. Al diagramma così ottenuto va sommato il diagramma triangolare legato alla pressione idrostatica esercitata dall'acqua.

$$u = \gamma_w \cdot Z$$

Nel caso in esame, trovandosi la falda ad una quota sul l.m. inferiore a quella prevista per il piano di posa delle fondazioni, come riportato in precedenza, l'azione dovuta alla spinta dell'acqua non è stata presa in considerazione.

#### 8.1.4 Carichi ferroviari

Il treno di carico più gravoso per il tipo di modellazione eseguita è senza dubbio l'LM71, di seguito descritto:

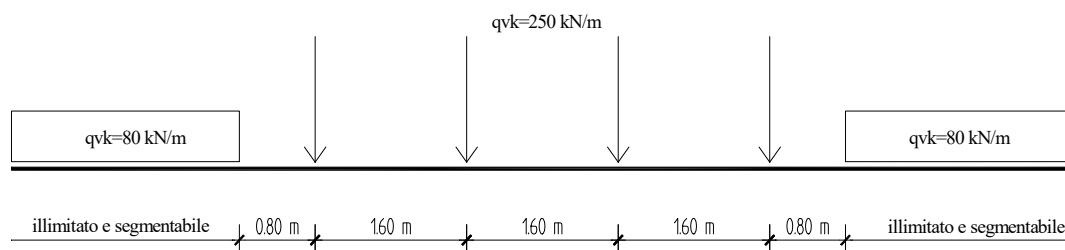


Figura 10 - Treno LM71

Il sovraccarico ferroviario (LM71) è stato distribuito attraverso il ricoprimento costituito dal ballast con una pendenza 1 a 4 e a 45° all'interno della soletta di copertura.

La diffusione del carico in senso trasversale all'asse binario risulta, dunque, pari a:

$$L_d = L_{traversa} + [(H_b + H_{ricopr})/4 + S_s/2] \cdot 2 = 2.40 + (0.90/4 + 0.40/2) \cdot 2 \text{ m} = 3.25 \text{ m}$$

In senso longitudinale, invece, si è assunto che il carico si distribuisce sull'intero ingombro dei suoi assi, pari a 6.40 m.

Per il calcolo del coefficiente dinamico  $\Phi$  si fa riferimento al § 2.5.1.4.2 delle istruzioni per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari.

|  |   |  |                          |                        |                                  |   |                            |
|--|---|--|--------------------------|------------------------|----------------------------------|---|----------------------------|
| APPALTATORE:<br><u>Mandatario:</u><br><b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> | <u>Mandante:</u><br><b>ASTALDI S.p.A.</b> | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b>           |                          |                        |                                  |   |                            |
|  |   | <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>                    |                          |                        |                                  |   |                            |
| PROGETTISTA:<br><u>Mandatario:</u><br><b>SYSTRA S.A.</b>             |   | <u>Mandante:</u><br><b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> |                          | <b>ROCKSOIL S.p.A.</b> |                                  | <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |                            |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>                    |   | PROGETTO<br><b>IF1M</b>                          | LOTTO<br><b>0.0.E.ZZ</b> | CODIFICA<br><b>CL</b>  | DOCUMENTO<br><b>SL.10.00.001</b> | REV.<br><b>B</b>  | PAGINA<br><b>29 di 147</b> |

In particolare per il calcolo della lunghezza caratteristica  $L_{\Phi}$  ci si è avvalsi dell'utilizzo delle formulazioni riportate in Tab. 2.5.1.4.2.5.3-1 per quanto concerne i portali a luce singola.

Risulta:

$$L_{\Phi} = 1.3 \cdot [(1/3) \cdot (3.40 + 3.95 + 3.95)] = 4.90 \text{ m}$$

Per il calcolo di  $\Phi$ , coefficiente di incremento dinamico, si è considerato un normale standard manutentivo:

$$\Phi_3 = [2.16 / (L_{\Phi}^{0.5} - 0.2)] + 0.73 = [2.16 / (4.90^{0.5} - 0.2)] + 0.73 = 1.80$$

Nei casi di ponti ad arco o scatolari, con o senza solettone di fondo, aventi copertura "h" maggiore di 1.00 m, il coefficiente dinamico può essere ridotto nella seguente maniera:

$$\Phi_{3,rid} = \Phi_3 - (h - 1.00) / 10 \geq 1.00 = 1.80 - (1.15 - 1.00) / 10 = 1.79$$

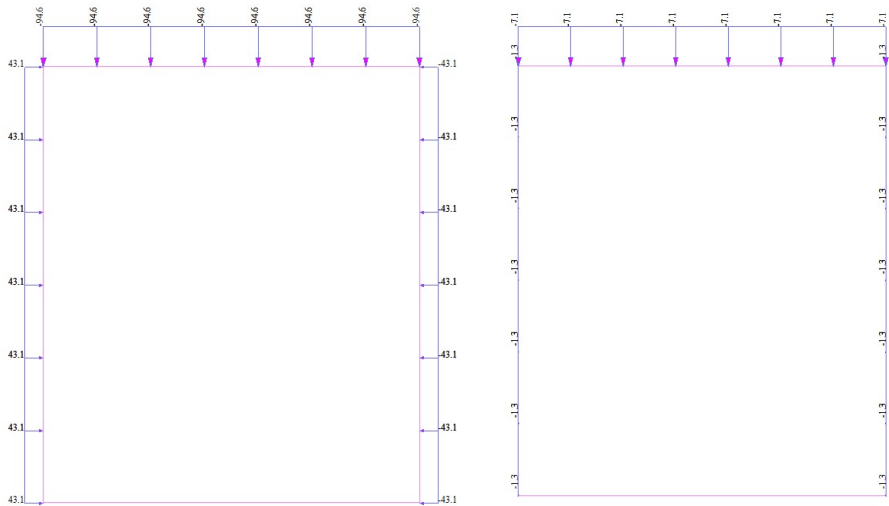
Dove h, in metri, è l'altezza della copertura, incluso il ballast, dall'estradosso della struttura alla faccia superiore delle traverse.

Il coefficiente di adattamento  $\alpha$  è posto pari ad 1.1 in accordo con la Tab. 2.5.1.4.1-1 del Manuale di progettazione RFI. Pertanto il carico ripartito dovuto al treno LM 71 risulta:

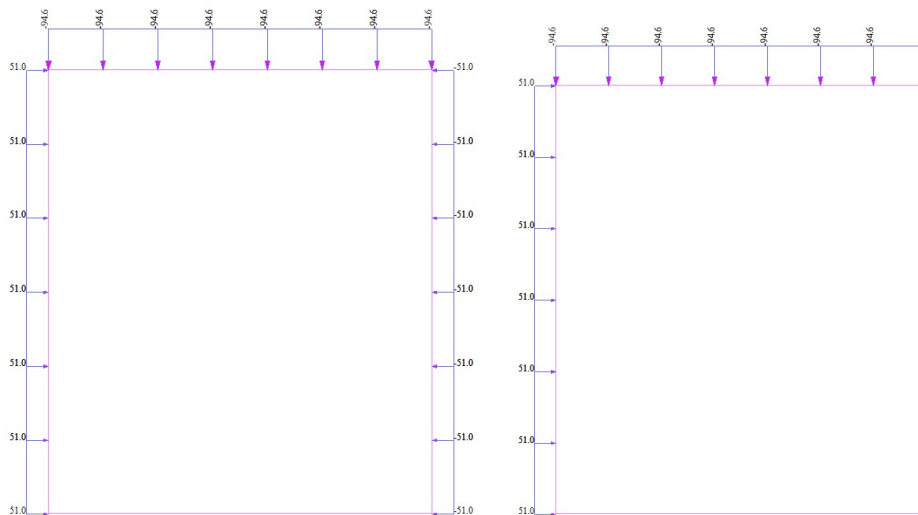
- Carico ripartito prodotto dalle forze concentrate =  $(4 \cdot 250 / 6.40) \cdot \alpha \cdot \Phi_{3,rid} / L_d = 94.56 \text{ kN/m}$
- Carico ripartito prodotto dal carico distribuito (80 kN/m) =  $80 \cdot \alpha \cdot \Phi_{3,rid} / L_d = 48.42 \text{ kN/m}$

Le distribuzioni del sovraccarico ferroviario considerate al di sopra della copertura, sono quelle in grado di massimizzare le sollecitazioni flettenti e taglianti. Sono inoltre state considerate condizioni di carico "asimmetriche" con spinta orizzontale da sovraccarico ferroviario solo da un lato.

|  |  |   |                                 |                              |   |                         |                                   |
|--|--|---|---------------------------------|------------------------------|---|-------------------------|-----------------------------------|
| <b>APPALTATORE:</b><br><u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b><br><u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>               |  | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>   |                                 |                              |   |                         |                                   |
| <b>PROGETTISTA:</b><br><u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b><br><u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b> |  | <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b><br><b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b><br><b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |                                 |                              |   |                         |                                   |
| <b>PROGETTO ESECUTIVO</b><br><b>Relazione di calcolo</b>   |  | <b>PROGETTO</b><br><b>IF1M</b>  | <b>LOTTO</b><br><b>0.0.E.ZZ</b> | <b>CODIFICA</b><br><b>CL</b> | <b>DOCUMENTO</b><br><b>SL.10.00.001</b> | <b>REV.</b><br><b>B</b> | <b>PAGINA</b><br><b>30 di 147</b> |



**Figura 11- Carichi ferroviari Combinazione STR**



**Figura 12 - Carichi ferroviari Combinazione GEO**

| APPALTATORE:<br>Mandatario: <b>SALINI IMPREGIO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>             | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE<br>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI<br>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
|--|---|----------|--------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|-----------|
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b><br>Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>  | <table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.10.00.001</td> <td>B</td> <td>31 di 147</td> </tr> </tbody> </table> | PROGETTO | LOTTO        | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | SL.10.00.001 | B | 31 di 147 |
| PROGETTO   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV.     | PAGINA    |      |        |      |          |    |              |   |           |
| IF1M   | 0.0.E.ZZ  | CL       | SL.10.00.001 | B        | 31 di 147 |      |        |      |          |    |              |   |           |

### 8.1.5 Carichi stradali

A vantaggio di sicurezza, come nel progetto definitivo, verranno considerati agenti sulla soletta di fondazione anche dei carichi stradali.

L'entità dei carichi mobili presenti all'interno dello scatolare e gravanti sulla soletta di fondazione, è stata determinata considerando solo lo schema di carico 1 indicato dal DM 14/01/2008. Si individuano su 6.5 metri circa di strada carrabile 2 corsie convenzionali di 3 m di larghezza ciascuna. I carichi da traffico sono composti da:

- carichi concentrati:  
due assi da 300 kN disposti ad interasse di 1.20 m per la corsia 1;  
due assi da 200 kN disposti ad interasse di 1.20 m per la corsia 2.
- carico distribuito:  
9 kN/m<sup>2</sup> sulla larghezza dell'intera corsia 1;  
2.5 kN/m<sup>2</sup> per le restanti corsie.

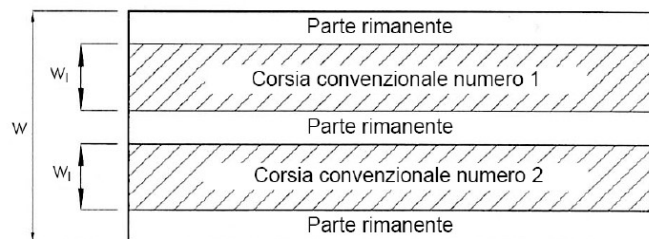


Figura 13- Numerazione delle corsie

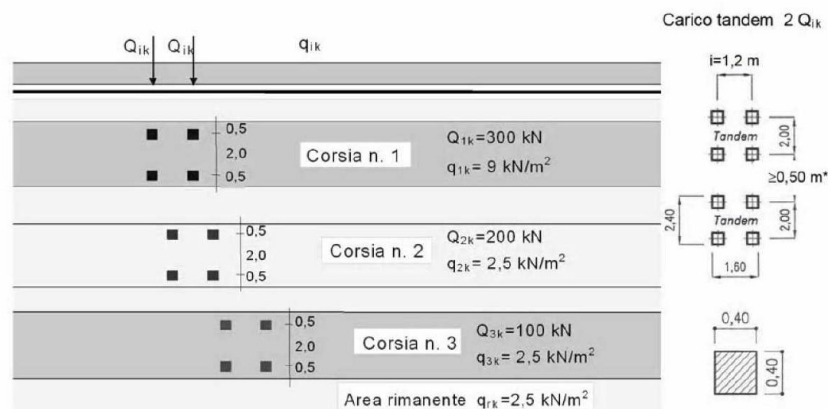


Figura 14- Schemi di Carico 1- Dimensioni in [m]

| APPALTATORE:<br>Mandatario: <b>SALINI IMPREGIO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>             | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b><br><b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b><br><b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>                        |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
|--|---|----------|--------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|-----------|
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b><br>Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>  | <table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.10.00.001</td> <td>B</td> <td>32 di 147</td> </tr> </tbody> </table> | PROGETTO | LOTTO        | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | SL.10.00.001 | B | 32 di 147 |
| PROGETTO   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV.     | PAGINA    |      |        |      |          |    |              |   |           |
| IF1M   | 0.0.E.ZZ  | CL       | SL.10.00.001 | B        | 32 di 147 |      |        |      |          |    |              |   |           |

Si considera una diffusione del carico concentrato dovuto agli assi tandem su una superficie di dimensioni pari a 1.70 m in direzione longitudinale e 2.50 m in direzione trasversale. Tali carichi vengono applicati al piano medio della soletta.

Date le dimensioni dell'opera si considerano solo i carichi relativi alla corsia 1.

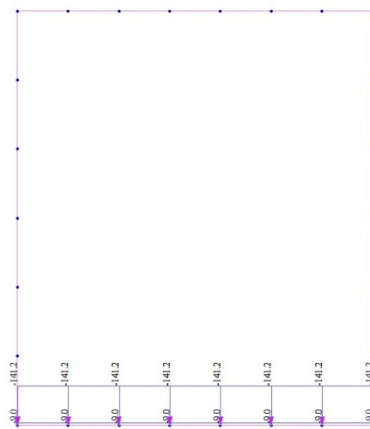


Figura 15- Carichi stradali

### 8.1.6 Spinta sui piedritti prodotta dal sovraccarico

Si è considerata la sola spinta prodotta dal carico ripartito equivalente alle forze concentrate, che vale (Figura 11) per le verifiche strutturali:

$$[(250 \cdot 4) \cdot \alpha \cdot \Phi_{3, \text{rid}} / L_d / L_{d, \text{long}}] \cdot K_0 = 43.06 \text{ kN/m} \quad (\text{STR})$$

e per le verifiche geotecniche (Figura 12):

$$[(250 \cdot 4) \cdot \alpha \cdot \Phi_{3, \text{rid}} / L_d / L_{d, \text{long}}] \cdot K_0 = 50.97 \text{ kN/m} \quad (\text{GEO})$$

### 8.1.7 Frenatura e avviamento

Per il tipo di modellazione eseguita, verrà considerata agente solo la più gravosa tra le azioni di frenatura ed avviamento.

Per la condizione di carico in esame, in coerenza con il tipo di carico accidentale impiegato nelle altre condizioni esaminate, si è presa in considerazione la forza di avviamento del



|  |   |   |                 |                        |                     |                  |
|--|---|---|-----------------|------------------------|---------------------|------------------|
| APPALTATORE:<br><u>Mandatario:</u><br><b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> | <u>Mandante:</u><br><b>ASTALDI S.p.A.</b> | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b>  |                 |                        |                     |                  |
|  |   | <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>   |                 |                        |                     |                  |
| PROGETTISTA:<br><u>Mandatario:</u><br><b>SYSTRA S.A.</b>             |   | <u>Mandante:</u><br><b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>  |                 | <b>ROCKSOIL S.p.A.</b> |                     |                  |
|  |   | <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |                 |                        |                     |                  |
| PROGETTO ESECUTIVO   |   | PROGETTO  | LOTTO           | CODIFICA               | DOCUMENTO           | REV.             |
| <b>Relazione di calcolo</b>  |   | <b>IF1M</b>   | <b>0.0.E.ZZ</b> | <b>CL</b>              | <b>SL.10.00.001</b> | <b>B</b>         |
|  |   |   |                 |                        | PAGINA              | <b>33 di 147</b> |

modello LM71 che è di 33 kN/m. Distribuendo tale forza sulla larghezza di diffusione del carico si ha:

Avviamento  $A_v = 33 \text{ kN/m}$

Carico distribuito su  $L_d$ :

$q_{Av} = A_v / L_d = 33 / 3.25 \text{ kN/m} = 10.15 \text{ kN/m}^2$  sulla fascia di 1m

Tale azione è stata applicata, come carico orizzontale uniformemente distribuito, alla soletta di copertura.

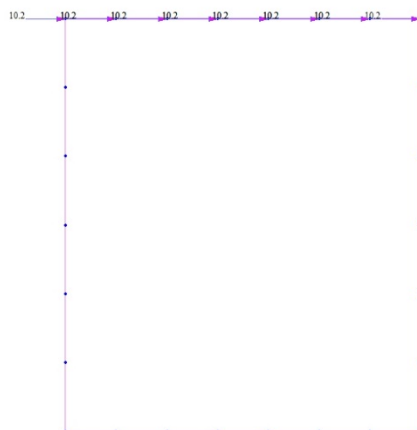


Figura 16 - Carichi avviamento

### 8.1.8 Ritiro

I fenomeni di ritiro da considerare sulla soletta di copertura, sono stati applicati nel modello come una variazione termica uniforme equivalente pari a:  $\Delta T_{\text{ritiro}} = -10.0 \text{ }^\circ\text{C}$ .

### 8.1.9 Azioni termiche

Come previsto al §5.2.2.5.2 delle NTC, in assenza di studi approfonditi, si è applicata una variazione termica uniforme pari a  $\Delta t = \pm 15^\circ\text{C}$ .

In aggiunta alla variazione termica uniforme, andrà considerato un  $\Delta t = \pm 5^\circ\text{C}$  fra estradosso ed intradosso di impalcato.

|  |   |  |          |                        |              |                               |           |  |  |  |  |
|--|---|--|----------|------------------------|--------------|-------------------------------|-----------|--|--|--|--|
| APPALTATORE:<br><u>Mandatario:</u><br><b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> | <u>Mandante:</u><br><b>ASTALDI S.p.A.</b> | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b>           |          |                        |              |                               |           |  |  |  |  |
| PROGETTISTA:<br><u>Mandatario:</u><br><b>SYSTRA S.A.</b>             |   | <u>Mandante:</u><br><b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> |          | <b>ROCKSOIL S.p.A.</b> |              | <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> |           |  |  |  |  |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>                    |   | PROGETTO   | LOTTO    | CODIFICA               | DOCUMENTO    | REV.                          | PAGINA    |  |  |  |  |
|  |   | IF1M   | 0.0.E.ZZ | CL                     | SL.10.00.001 | B                             | 34 di 147 |  |  |  |  |

## 8.1.10 Azioni sismiche

### 8.1.10.1 Forze di inerzia

Per il calcolo dell'azione sismica si è utilizzato il metodo dell'analisi pseudostatica in cui l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico  $k$ .

Le forze sismiche sono pertanto le seguenti:

$$\text{Forza sismica orizzontale} \quad F_h = k_h \cdot W$$

$$\text{Forza sismica verticale} \quad F_v = k_v \cdot W$$

I valori dei coefficienti sismici orizzontale  $k_h$  e verticale  $k_v$  possono essere valutati mediante le espressioni:

$$k_h = a_{\max}/g$$

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

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

$$a_{\max} = S \cdot a = S_s \cdot S_T \cdot a_g$$

dove:

$$S_s = 1.37 \quad \text{Coefficiente di amplificazione stratigrafica}$$

$$S_T = 1.00 \quad \text{Coefficiente di amplificazione topografica}$$

ne deriva che:

$$a_{\max} = 1.37 \cdot 1 \cdot 0.221g = 0.303 g$$

$$k_h = a_{\max} / g = 0.303$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h = 0.151$$

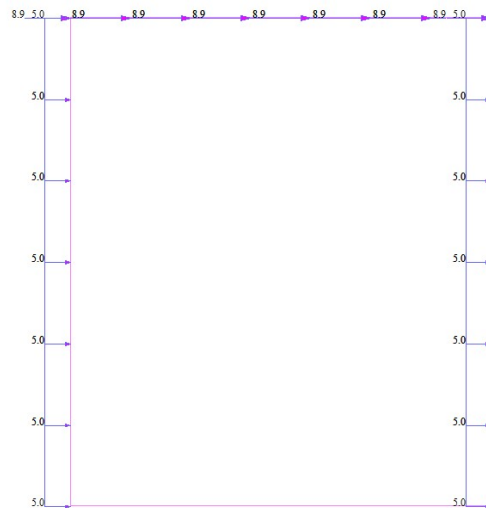
Gli effetti dell'azione sismica sono stati valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \psi_{2j} Q_{kj}$$

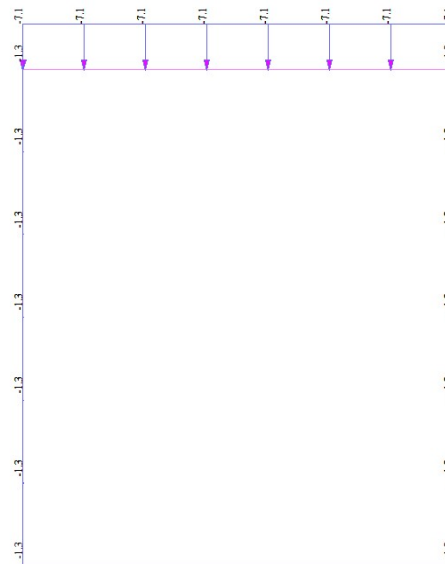
Nel caso dei ponti, nell'espressione precedente si assumerà per i carichi dovuti al transito dei convogli  $\psi_{2j}=0.2$ , così come specificato al § 2.5.1.8.3 del Manuale RFI DTC SI PS MA IFS 001 A.

|  |  |   |                                 |                              |   |                         |                                   |
|--|--|---|---------------------------------|------------------------------|---|-------------------------|-----------------------------------|
| <b>APPALTATORE:</b><br>Mandatario: <b>SALINI IMPREGIO S.p.A.</b> Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>             |  | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>   |                                 |                              |   |                         |                                   |
| <b>PROGETTISTA:</b><br>Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b> Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> |  | <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b><br><b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b><br><b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |                                 |                              |   |                         |                                   |
| <b>PROGETTO ESECUTIVO</b><br><b>Relazione di calcolo</b>   |  | <b>PROGETTO</b><br><b>IF1M</b>  | <b>LOTTO</b><br><b>0.0.E.ZZ</b> | <b>CODIFICA</b><br><b>CL</b> | <b>DOCUMENTO</b><br><b>SL.10.00.001</b> | <b>REV.</b><br><b>B</b> | <b>PAGINA</b><br><b>35 di 147</b> |

Si riporta nella seguente figura la schematizzazione dei carichi sismici sulla struttura.



**Figura 17 - Carichi sismici orizzontali**



**Figura 18- Carichi sismici verticali**

|  |   |   |                 |                        |                     |          |                  |
|--|---|---|-----------------|------------------------|---------------------|----------|------------------|
| APPALTATORE:<br><u>Mandatario:</u><br><b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> | <u>Mandante:</u><br><b>ASTALDI S.p.A.</b> | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b>  |                 |                        |                     |          |                  |
|  |   | <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>   |                 |                        |                     |          |                  |
| PROGETTISTA:<br><u>Mandatario:</u><br><b>SYSTRA S.A.</b>             |   | <u>Mandante:</u><br><b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>  |                 | <b>ROCKSOIL S.p.A.</b> |                     |          |                  |
|  |   | <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE<br/>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI<br/>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |                 |                        |                     |          |                  |
| PROGETTO ESECUTIVO   |   | PROGETTO  | LOTTO           | CODIFICA               | DOCUMENTO           | REV.     | PAGINA           |
| <b>Relazione di calcolo</b>  |   | <b>IF1M</b>   | <b>0.0.E.ZZ</b> | <b>CL</b>              | <b>SL.10.00.001</b> | <b>B</b> | <b>36 di 147</b> |

### 8.1.10.2 Spinta sismica terreno

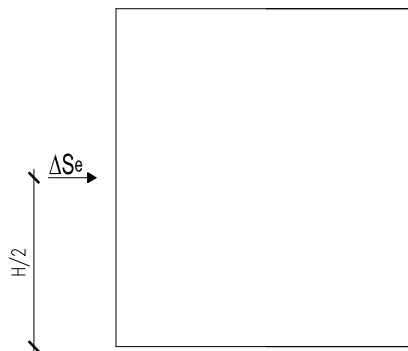
Le spinte delle terre sono state determinate con la teoria di Wood, secondo la quale la risultante dell'incremento di spinta per effetto del sisma su una parete di altezza H viene determinata con la seguente espressione:

$$\Delta SE = (a_{max}/g) \cdot \gamma \cdot H^2$$

Tale risultante, applicata ad un'altezza pari ad H/2, vale:

$$\Delta SE = 0.303 \cdot 20 \cdot 4.40^2 = 117.31 \text{ kN/m}$$

Nella seguente figura si riporta la schematizzazione adottata per la modellazione della forza sismica:



**Figura 19- Spinta sismica del terreno secondo la teoria di Wood**

nel modello di calcolo si è applicato il valore della forza sismica per unità di superficie agente su un piedritto, pari a:  $\Delta sE = \Delta SE/h_{\text{piedritto}} = 29.70 \text{ kN/m}^2$ .

|  |   |  |                          |                        |                                  |   |                            |
|--|---|--|--------------------------|------------------------|----------------------------------|---|----------------------------|
| APPALTATORE:<br><u>Mandatario:</u><br><b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> | <u>Mandante:</u><br><b>ASTALDI S.p.A.</b> | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b>           |                          |                        |                                  |   |                            |
|  |   | <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>                    |                          |                        |                                  |   |                            |
| PROGETTISTA:<br><u>Mandatario:</u><br><b>SYSTRA S.A.</b>             |   | <u>Mandante:</u><br><b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> |                          | <b>ROCKSOIL S.p.A.</b> |                                  | <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE<br/>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI<br/>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |                            |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>                    |   | PROGETTO<br><b>IF1M</b>                          | LOTTO<br><b>0.0.E.ZZ</b> | CODIFICA<br><b>CL</b>  | DOCUMENTO<br><b>SL.10.00.001</b> | REV.<br><b>B</b>  | PAGINA<br><b>37 di 147</b> |

## 8.2 COMBINAZIONI DI CARICO

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

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

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

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

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

Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili, utilizzata nella verifica a Fessurazione:

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

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

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

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

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

dove:

$$E = \pm 1.00 \times E_Y \pm 0.3 \times E_Z$$

avendo indicato con  $E_Y$  e  $E_Z$  rispettivamente le componenti orizzontale e verticale dell'azione sismica.

I coefficienti di amplificazione dei carichi  $\gamma$  e i coefficienti di combinazione  $\psi$  sono riportati nelle tabelle seguenti.

In particolare nel calcolo della struttura scatolare si è fatto riferimento alla combinazione A1 STR (Approccio 1 – Combinazione 1) per le verifiche strutturali ed A2 GEO (Approccio 1 – Combinazione 2) per le verifiche geotecniche.

|  |   |           |                     |          |                  |      |        |             |                 |           |                     |          |                  |
|--|---|-----------|---------------------|----------|------------------|------|--------|-------------|-----------------|-----------|---------------------|----------|------------------|
| APPALTATORE:<br>Mandatario: <b>SALINI IMPREGIO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>             | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b><br><b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b><br><b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>                                |           |                     |          |                  |      |        |             |                 |           |                     |          |                  |
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b><br>Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> |   |           |                     |          |                  |      |        |             |                 |           |                     |          |                  |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>  | <table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td><b>IF1M</b></td> <td><b>0.0.E.ZZ</b></td> <td><b>CL</b></td> <td><b>SL.10.00.001</b></td> <td><b>B</b></td> <td><b>38 di 147</b></td> </tr> </table> | PROGETTO  | LOTTO               | CODIFICA | DOCUMENTO        | REV. | PAGINA | <b>IF1M</b> | <b>0.0.E.ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL.10.00.001</b> | <b>B</b> | <b>38 di 147</b> |
| PROGETTO   | LOTTO   | CODIFICA  | DOCUMENTO           | REV.     | PAGINA           |      |        |             |                 |           |                     |          |                  |
| <b>IF1M</b>  | <b>0.0.E.ZZ</b>   | <b>CL</b> | <b>SL.10.00.001</b> | <b>B</b> | <b>38 di 147</b> |      |        |             |                 |           |                     |          |                  |

|   |             | Coefficiente  | EQU <sup>(1)</sup>  | A1 STR              | A2 GEO | Combinazione eccezionale | Combinazione Sismica |
|---|-------------|---------------|---------------------|---------------------|--------|--------------------------|----------------------|
| Carichi permanenti                                | favorevoli  | $\gamma_{G1}$ | 0,90                | 1,00                | 1,00   | 1,00                     | 1,00                 |
|   | sfavorevoli |               | 1,10                | 1,35                | 1,00   | 1,00                     | 1,00                 |
| Carichi permanenti non strutturali <sup>(2)</sup> | favorevoli  | $\gamma_{G2}$ | 0,00                | 0,00                | 0,00   | 1,00                     | 1,00                 |
|   | sfavorevoli |               | 1,50                | 1,50                | 1,30   | 1,00                     | 1,00                 |
| Ballast <sup>(3)</sup>                            | favorevoli  | $\gamma_B$    | 0,90                | 1,00                | 1,00   | 1,00                     | 1,00                 |
|   | sfavorevoli |               | 1,50                | 1,50                | 1,30   | 1,00                     | 1,00                 |
| Carichi variabili da traffico <sup>(4)</sup>      | favorevoli  | $\gamma_Q$    | 0,00                | 0,00                | 0,00   | 0,00                     | 0,00                 |
|   | sfavorevoli |               | 1,45                | 1,45                | 1,25   | 0,20 <sup>(5)</sup>      | 0,20 <sup>(5)</sup>  |
| Carichi variabili                                 | favorevoli  | $\gamma_{Qi}$ | 0,00                | 0,00                | 0,00   | 0,00                     | 0,00                 |
|   | sfavorevoli |               | 1,50                | 1,50                | 1,30   | 1,00                     | 0,00                 |
| Precompressione                                   | favorevole  | $\gamma_P$    | 0,90                | 1,00                | 1,00   | 1,00                     | 1,00                 |
|   | sfavorevole |               | 1,00 <sup>(6)</sup> | 1,00 <sup>(7)</sup> | 1,00   | 1,00                     | 1,00                 |

(1) Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.

(2) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

(3) Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.

(4) Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tab. 5.2.IV.

(5) Aliquota di carico da traffico da considerare.

(6) 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna

(7) 1,20 per effetti locali

**Tabella 5- NTC Tabella 5.2.V delle NTC – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU, eccezionali e sismica- Ponti ferroviari**

|  |             | Coefficiente                            | EQU <sup>(1)</sup>  | A1 STR              | A2 GEO |
|--|-------------|---|---------------------|---------------------|--------|
| Carichi permanenti   | favorevoli  | $\gamma_{G1}$                           | 0,90                | 1,00                | 1,00   |
|  | sfavorevoli |   | 1,10                | 1,35                | 1,00   |
| Carichi permanenti non strutturali <sup>(2)</sup>            | favorevoli  | $\gamma_{G2}$                           | 0,00                | 0,00                | 0,00   |
|  | sfavorevoli |   | 1,50                | 1,50                | 1,30   |
| Carichi variabili da traffico                                | favorevoli  | $\gamma_Q$                              | 0,00                | 0,00                | 0,00   |
|  | sfavorevoli |   | 1,35                | 1,35                | 1,15   |
| Carichi variabili  | favorevoli  | $\gamma_{Qi}$                           | 0,00                | 0,00                | 0,00   |
|  | sfavorevoli |   | 1,50                | 1,50                | 1,30   |
| Distorsioni e presollecitazioni di progetto                  | favorevoli  | $\gamma_{e1}$                           | 0,90                | 1,00                | 1,00   |
|  | sfavorevoli |   | 1,00 <sup>(3)</sup> | 1,00 <sup>(4)</sup> | 1,00   |
| Ritiro e viscosità, Variazioni termiche, Cedimenti vincolari | favorevoli  | $\gamma_{e2}, \gamma_{e3}, \gamma_{e4}$ | 0,00                | 0,00                | 0,00   |
|  | sfavorevoli |   | 1,20                | 1,20                | 1,00   |

(1) Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.

(2) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

(3) 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna

(4) 1,20 per effetti locali

**Tabella 6- NTC Tabella 5.1.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU- Ponti stradali**

|  |  |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
|--|--|----------|--------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|-----------|
| APPALTATORE:<br>Mandatario: <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>            | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b><br><b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b><br><b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b><br>Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> |  |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>  | <table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.10.00.001</td> <td>B</td> <td>39 di 147</td> </tr> </table>            | PROGETTO | LOTTO        | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | SL.10.00.001 | B | 39 di 147 |
| PROGETTO   | LOTTO  | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV.     | PAGINA    |      |        |      |          |    |              |   |           |
| IF1M   | 0.0.E.ZZ   | CL       | SL.10.00.001 | B        | 39 di 147 |      |        |      |          |    |              |   |           |

| Azioni                     |   | $\Psi_0$            | $\Psi_1$            | $\Psi_2$ |
|----------------------------|---|---------------------|---------------------|----------|
| Azioni singole da traffico | Carico sul rilevato a tergo delle spalle                | 0,80                | 0,50                | 0,0      |
|                            | Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli | 0,80                | 0,50                | 0,0      |
| Gruppi di carico           | gr <sub>1</sub>   | 0,80 <sup>(2)</sup> | 0,80 <sup>(1)</sup> | 0,0      |
|                            | gr <sub>2</sub>   | 0,80 <sup>(2)</sup> | 0,80 <sup>(1)</sup> | -        |
|                            | gr <sub>3</sub>   | 0,80 <sup>(2)</sup> | 0,80 <sup>(1)</sup> | 0,0      |
|                            | gr <sub>4</sub>   | 1,00                | 1,00 <sup>(1)</sup> | 0,0      |
| Azioni del vento           | $F_{Wk}$  | 0,60                | 0,50                | 0,0      |
| Azioni da neve             | in fase di esecuzione                                   | 0,80                | 0,0                 | 0,0      |
|                            | SLU e SLE   | 0,0                 | 0,0                 | 0,0      |
| Azioni termiche            | $T_k$   | 0,60                | 0,60                | 0,50     |

**Tabella 7- Tabella 5.2.VI delle NTC- Coefficienti di combinazione  $\psi$  e delle azioni- Ponti ferroviari**

| Azioni                              | Gruppo di azioni (Tabella 5.1.IV)     | Coefficiente $\Psi_0$ di combinazione | Coefficiente $\Psi_1$ (valori frequenti) | Coefficiente $\Psi_2$ (valori quasi permanenti) |
|-------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--|---|
| Azioni da traffico (Tabella 5.1.IV) | Schema 1 (Carichi tandem)             | 0,75                                  | 0,75                                     | 0,0   |
|                                     | Schemi 1, 5 e 6 (Carichi distribuiti) | 0,40                                  | 0,40                                     | 0,0   |
|                                     | Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)    | 0,40                                  | 0,40                                     | 0,0   |
|                                     | Schema 2                              | 0,0                                   | 0,75                                     | 0,0   |
|                                     | 2                                     | 0,0                                   | 0,0                                      | 0,0   |
|                                     | 3                                     | 0,0                                   | 0,0                                      | 0,0   |
|                                     | 4 (folla)                             | ----                                  | 0,75                                     | 0,0   |
| Vento $q_s$                         | Vento a ponte scarico                 |                                       |  |   |
|                                     | SLU e SLE                             | 0,6                                   | 0,2                                      | 0,0   |
|                                     | Esecuzione                            | 0,8                                   | ----                                     | 0,0   |
| Neve $q_s$                          | SLU e SLE                             | 0,0                                   | 0,0                                      | 0,0   |
|                                     | esecuzione                            | 0,8                                   | 0,6                                      | 0,5   |
| Temperatura                         | $T_k$                                 | 0,6                                   | 0,6                                      | 0,5   |

**Tabella 8- NTC Tabella 5.1.VI delle NTC - Coefficienti di combinazione e delle azioni - Ponti stradali e pedonali**

Al fine della valutazione delle azioni caratteristiche da usare nelle combinazioni in riferimento al traffico ferroviario gli effetti dei carichi verticali dovuti alla presenza dei convogli vanno sempre combinati con le altre azioni derivanti dal traffico ferroviario, adottando i coefficienti indicati in Tabella 5.2.IV - Valutazione dei carichi da traffico delle NTC. In particolare, avendo considerato, tra i carichi riportati nella detta tabella, unicamente il carico verticale e quello proveniente dalla Frenatura/Avviamento saranno considerati solo il Gruppo1 ed il Gruppo 3.

Nella valutazione degli effetti di interazione, alle azioni conseguenti all'applicazione dei carichi da traffico ferroviario si adotteranno gli stessi coefficienti parziali dei carichi che li generano.

|  |  |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
|--|--|----------|--------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|-----------|
| APPALTATORE:<br>Mandataria: <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>            | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b><br><b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b><br><b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTISTA:<br>Mandataria: <b>SYSTRA S.A.</b><br>Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> |  |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>  | <table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.10.00.001</td> <td>B</td> <td>40 di 147</td> </tr> </table>            | PROGETTO | LOTTO        | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | SL.10.00.001 | B | 40 di 147 |
| PROGETTO   | LOTTO  | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV.     | PAGINA    |      |        |      |          |    |              |   |           |
| IF1M   | 0.0.E.ZZ   | CL       | SL.10.00.001 | B        | 40 di 147 |      |        |      |          |    |              |   |           |

| TIPO DI CARICO         | Azioni verticali     |               | Azioni orizzontali     |                |                | Commenti                            |
|------------------------|----------------------|---------------|------------------------|----------------|----------------|-------------------------------------|
|                        | Carico verticale (1) | Treno scarico | Frenatura e avviamento | Centrifuga     | Serpeggio      |                                     |
| <b>Gruppo 1</b><br>(2) | 1,00                 | -             | 0,5 (0,0)              | 1,0 (0,0)      | 1,0 (0,0)      | massima azione verticale e laterale |
| <b>Gruppo 2</b><br>(2) | -                    | 1,00          | 0,00                   | 1,0 (0,0)      | 1,0(0,0)       | stabilità laterale                  |
| <b>Gruppo 3</b><br>(2) | 1,0 (0,5)            | -             | 1,00                   | 0,5 (0,0)      | 0,5 (0,0)      | massima azione longitudinale        |
| <b>Gruppo 4</b>        | 0,8 (0,6; 0,4)       | -             | 0,8 (0,6; 0,4)         | 0,8 (0,6; 0,4) | 0,8 (0,6; 0,4) | fessurazione                        |

Azione dominante  
(1) Includendo tutti i fattori ad essi relativi ( $\Phi, \alpha$ , ecc.)  
(2) La simultaneità di due o tre valori caratteristici interi (assunzione di diversi coefficienti pari ad 1), sebbene improbabile, è stata considerata come semplificazione per i gruppi di carico 1, 2, 3 senza che ciò abbia significative conseguenze progettuali.

**Tabella 9- NTC Tabella 5.2.IV delle NTC - Valutazione dei carichi da traffico**

| Azioni                     |   | $\Psi_0$            | $\Psi_1$            | $\Psi_2$ |
|----------------------------|---|---------------------|---------------------|----------|
| Azioni singole da traffico | Carico sul rilevato a tergo delle spalle                | 0,80                | 0,50                | 0,0      |
|                            | Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli | 0,80                | 0,50                | 0,0      |
| Gruppi di carico           | $g_1$   | 0,80 <sup>(2)</sup> | 0,80 <sup>(1)</sup> | 0,0      |
|                            | $g_2$   | 0,80 <sup>(2)</sup> | 0,80 <sup>(1)</sup> | -        |
|                            | $g_3$   | 0,80 <sup>(2)</sup> | 0,80 <sup>(1)</sup> | 0,0      |
|                            | $g_4$   | 1,00                | 1,00 <sup>(1)</sup> | 0,0      |
| Azioni del vento           | $F_{Wk}$  | 0,60                | 0,50                | 0,0      |
| Azioni da neve             | in fase di esecuzione                                   | 0,80                | 0,0                 | 0,0      |
|                            | SLU e SLE   | 0,0                 | 0,0                 | 0,0      |
| Azioni termiche            | $T_k$   | 0,60                | 0,60                | 0,50     |

**Tabella 10- NTC Tabella 5.2.VI delle NTC - Coefficienti di combinazione y delle azioni**

Nella combinazione sismica le azioni indotte dal traffico ferroviario sono combinate con un coefficiente  $\Psi_2 = 0.2$  coerentemente con l'aliquota di massa afferente ai carichi da traffico.

Le azioni descritte nel paragrafo precedente ed utilizzate nelle combinazioni di carico vengono di seguito riassunte:



|  |  |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
|--|--|----------|--------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|-----------|
| APPALTATORE:<br>Mandatario: <b>SALINI IMPREGIO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>             | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b><br><b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b><br><b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b><br>Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> |  |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>  | <table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.10.00.001</td> <td>B</td> <td>41 di 147</td> </tr> </table>            | PROGETTO | LOTTO        | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | SL.10.00.001 | B | 41 di 147 |
| PROGETTO   | LOTTO  | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV.     | PAGINA    |      |        |      |          |    |              |   |           |
| IF1M   | 0.0.E.ZZ   | CL       | SL.10.00.001 | B        | 41 di 147 |      |        |      |          |    |              |   |           |

| Abbreviazione | Tipo di carico                                    |
|---------------|---|
| G1            | Carichi permanenti elementi strutturali           |
| G1,st         | Carichi permanenti dovuti alla spinta delle terre |
| G2            | Carichi permanenti non strutturali                |
| Q, LM71 (1)   | Carico ferroviario centrato                       |
| Ritiro        | Ritiro  |
| Q,R           | Carico stradale                                   |
| Q, av         | Avviamento  |
| $\Delta T$    | Variazione termica                                |
| EH,pp         | Forza di inerzia orizzontale dovuta al sisma      |
| EH,st         | Spinta sismica statica orizzontale                |
| EH,D          | Incremento di spinta dovuto al sisma              |
| Ev,pp         | Forza di inerzia verticale dovuta al sisma        |

**Tabella 11- Legenda carichi**

Si riportano di seguito le combinazioni di carico ritenute più significative con i coefficienti di combinazione  $\gamma\psi$ . Essendo la struttura simmetrica, si adottano tipologie di combinazione asimmetriche in modo da massimizzare le sollecitazioni. Il dimensionamento delle armature e le verifiche strutturali verranno poi eseguite tenendo conto della simmetria e verificando le condizioni peggiori per ogni lato della struttura.

Nel seguito si riportano le combinazioni di calcolo utilizzate per le verifiche a seguire.

LIST OF LOAD COMBINATIONS

| NUM | NAME         | ACTIVE<br>LOADCASE (FACTOR) +                                   | TYPE | LOADCASE (FACTOR) +                                       | LOADCASE (FACTOR)            |
|-----|--------------|---|------|---|------------------------------|
| 1   | SLU-STR      | Active<br>G1 ( 1.350) +<br>Ritiro( 1.200)                       | Add  | G1, st ( 1.350) +   | G2 ( 1.500)                  |
| 2   | SLU-STR-T(1) | Active<br>G1 ( 1.350) +<br>Ritiro( 1.200) +<br>Q, fr ( 1.160) + | Add  | G1, st ( 1.350) +<br>Q, LM71 (1) ( 1.160) +<br>T ( 1.200) | G2 ( 1.500)<br>Q, R ( 1.010) |
| 3   | SLU-STR-T(3) | Active<br>G1 ( 1.350) +<br>Ritiro( 1.200) +<br>Q, fr ( 1.160) + | Add  | G1, st ( 1.350) +<br>Q, LM71 (1) ( 0.580) +<br>T ( 1.200) | G2 ( 1.500)<br>Q, R ( 1.010) |
| 4   | SLU-STR-R(1) | Active<br>G1 ( 1.350) +<br>Ritiro( 1.200) +<br>Q, fr ( 1.160) + | Add  | G1, st ( 1.350) +<br>Q, LM71 (1) ( 1.160) +<br>T ( 0.720) | G2 ( 1.500)<br>Q, R ( 1.350) |
| 5   | SLU-STR-R(3) | Active<br>G1 ( 1.350) +<br>Ritiro( 1.200) +                     | Add  | G1, st ( 1.350) +<br>Q, LM71 (1) ( 0.580) +               | G2 ( 1.500)<br>Q, R ( 1.350) |



|   |  |  |  |          |          |              |      |           |
|---|--|--|--|----------|----------|--------------|------|-----------|
| APPALTATORE:  |  |  | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> |          |          |              |      |           |
| Mandataria: <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>            |  |  |  |          |          |              |      |           |
| PROGETTISTA:  |  |  | <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>          |          |          |              |      |           |
| Mandataria: <b>SYSTRA S.A.</b> Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> |  |  |  |          |          |              |      |           |
| PROGETTO ESECUTIVO  |  |  | PROGETTO                               | LOTTO    | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV. | PAGINA    |
| Relazione di calcolo  |  |  | IF1M                                   | 0.0.E.ZZ | CL       | SL.10.00.001 | B    | 43 di 147 |

|       |                 |                     |     |                       |  |                   |  |
|-------|-----------------|---------------------|-----|-----------------------|--|-------------------|--|
|       |                 | G1 ( 1.000) +       |     | Ritiro( 1.000) +      |  | Q,R( 0.860)       |  |
| +     |                 | Q,fr( 1.250) +      |     | T( 0.600) +           |  | G1,st-GEO( 1.000) |  |
| +     |                 | G2-GEO( 1.300) +    |     | Q,LM71-GEO(1)( 0.625) |  |                   |  |
| ----- |                 |                     |     |                       |  |                   |  |
| 20    | SLU-GEO-LM71(3) | Active              | Add |                       |  |                   |  |
|       |                 | G1 ( 1.000) +       |     | Ritiro( 1.000) +      |  | Q,R( 0.860)       |  |
| +     |                 | Q,fr( 1.250) +      |     | T( 0.600) +           |  | G1,st-GEO( 1.000) |  |
| +     |                 | G2-GEO( 1.300) +    |     | Q,LM71-GEO(2)( 1.250) |  |                   |  |
| ----- |                 |                     |     |                       |  |                   |  |
| 21    | SLU-GEO-LM71(4) | Active              | Add |                       |  |                   |  |
|       |                 | G1 ( 1.000) +       |     | Ritiro( 1.000) +      |  | Q,R( 0.860)       |  |
| +     |                 | Q,fr( 1.250) +      |     | T( 0.600) +           |  | G1,st-GEO( 1.000) |  |
| +     |                 | G2-GEO( 1.300) +    |     | Q,LM71-GEO(2)( 0.625) |  |                   |  |
| ----- |                 |                     |     |                       |  |                   |  |
| 22    | EH-GEO(1)       | Active              | Add |                       |  |                   |  |
|       |                 | G1 ( 1.000) +       |     | Ritiro( 1.000) +      |  | Q,R( 0.200)       |  |
| +     |                 | Q,fr( 0.200) +      |     | T( 0.500) +           |  | EH,pp( 1.000)     |  |
| +     |                 | EHD( 1.000) +       |     | Ev,pp( 0.300) +       |  | G2-GEO( 1.000)    |  |
| +     |                 | EH,st-GEO( 1.000) + |     | Q,LM71-GEO(1)( 0.200) |  |                   |  |
| ----- |                 |                     |     |                       |  |                   |  |
| 23    | EH-GEO(3)       | Active              | Add |                       |  |                   |  |
|       |                 | G1 ( 1.000) +       |     | Ritiro( 1.000) +      |  | Q,R( 0.200)       |  |
| +     |                 | Q,fr( 0.200) +      |     | T( 0.500) +           |  | EH,pp( 1.000)     |  |
| +     |                 | EHD( 1.000) +       |     | Ev,pp(-0.300) +       |  | G2-GEO( 1.000)    |  |
| +     |                 | EH,st-GEO( 1.000) + |     | Q,LM71-GEO(1)( 0.200) |  |                   |  |
| ----- |                 |                     |     |                       |  |                   |  |
| 24    | EV-GEO(1)       | Active              | Add |                       |  |                   |  |
|       |                 | G1 ( 1.000) +       |     | Ritiro( 1.000) +      |  | Q,R( 0.200)       |  |
| +     |                 | Q,fr( 0.200) +      |     | T( 0.500) +           |  | EH,pp( 0.300)     |  |
| +     |                 | EHD( 0.300) +       |     | Ev,pp( 1.000) +       |  | G2-GEO( 1.000)    |  |
| +     |                 | EH,st-GEO( 1.000) + |     | Q,LM71-GEO(1)( 0.200) |  |                   |  |
| ----- |                 |                     |     |                       |  |                   |  |
| 25    | EV-GEO(3)       | Active              | Add |                       |  |                   |  |
|       |                 | G1 ( 1.000) +       |     | Ritiro( 1.000) +      |  | Q,R( 0.200)       |  |
| +     |                 | Q,fr( 0.200) +      |     | T( 0.500) +           |  | EH,pp( 0.300)     |  |
| +     |                 | EHD( 0.300) +       |     | Ev,pp(-1.000) +       |  | G2-GEO( 1.000)    |  |
| +     |                 | EH,st-GEO( 1.000) + |     | Q,LM71-GEO(1)( 0.200) |  |                   |  |
| ----- |                 |                     |     |                       |  |                   |  |
| 26    | SLE-QP          | Active              | Add |                       |  |                   |  |
|       |                 | G1 ( 1.000) +       |     | G1,st( 1.000) +       |  | G2( 1.000)        |  |
| +     |                 | Ritiro( 1.000) +    |     | T( 0.500)             |  |                   |  |
| ----- |                 |                     |     |                       |  |                   |  |
| 27    | SLE-FR-T        | Active              | Add |                       |  |                   |  |
|       |                 | G1 ( 1.000) +       |     | G1,st( 1.000) +       |  | G2( 1.000)        |  |
| +     |                 | Ritiro( 1.000) +    |     | T( 0.600)             |  |                   |  |
| ----- |                 |                     |     |                       |  |                   |  |
| 28    | SLE-FR-R        | Active              | Add |                       |  |                   |  |
|       |                 | G1 ( 1.000) +       |     | G1,st( 1.000) +       |  | G2( 1.000)        |  |
| +     |                 | Ritiro( 1.000) +    |     | Q,R( 0.750) +         |  | T( 0.500)         |  |
| ----- |                 |                     |     |                       |  |                   |  |
| 29    | SLE-FR-LM71(1)  | Active              | Add |                       |  |                   |  |
|       |                 | G1 ( 1.000) +       |     | G1,st( 1.000) +       |  | G2( 1.000)        |  |
| +     |                 | Ritiro( 1.000) +    |     | Q,LM71(1)( 0.800) +   |  | Q,fr( 0.800)      |  |
| +     |                 | T( 0.500)           |     |                       |  |                   |  |
| ----- |                 |                     |     |                       |  |                   |  |
| 30    | SLE-R-T(1)      | Active              | Add |                       |  |                   |  |
|       |                 | G1 ( 1.000) +       |     | G1,st( 1.000) +       |  | G2( 1.000)        |  |
| +     |                 | Ritiro( 1.000) +    |     | Q,LM71(1)( 0.640) +   |  | Q,R( 0.750)       |  |
| +     |                 | Q,fr( 0.640) +      |     | T( 1.000)             |  |                   |  |
| ----- |                 |                     |     |                       |  |                   |  |
| 31    | SLE-R-R(1)      | Active              | Add |                       |  |                   |  |
|       |                 | G1 ( 1.000) +       |     | G1,st( 1.000) +       |  | G2( 1.000)        |  |
| +     |                 | Ritiro( 1.000) +    |     | Q,LM71(1)( 0.640) +   |  | Q,R( 1.000)       |  |
| +     |                 | Q,fr( 0.640) +      |     | T( 0.600)             |  |                   |  |
| ----- |                 |                     |     |                       |  |                   |  |
| 32    | SLE-R-LM71(1)   | Active              | Add |                       |  |                   |  |
|       |                 | G1 ( 1.000) +       |     | G1,st( 1.000) +       |  | G2( 1.000)        |  |
| +     |                 | Ritiro( 1.000) +    |     | Q,LM71(1)( 0.800) +   |  | Q,R( 0.750)       |  |
| +     |                 | Q,fr( 0.800) +      |     | T( 0.600)             |  |                   |  |
| ----- |                 |                     |     |                       |  |                   |  |
| 33    | SLE-R-LM71(2)   | Active              | Add |                       |  |                   |  |
|       |                 | G1 ( 1.000) +       |     | G1,st( 1.000) +       |  | G2( 1.000)        |  |

|  |  |  |  |                 |           |                     |          |                  |
|--|--|--|--|-----------------|-----------|---------------------|----------|------------------|
| APPALTATORE:<br>Mandataria: <b>SALINI IMPREGIO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>             |  |  | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> |                 |           |                     |          |                  |
| PROGETTISTA:<br>Mandataria: <b>SYSTRA S.A.</b><br>Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> |  |  | <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>          |                 |           |                     |          |                  |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>  |  |  | PROGETTO                               | LOTTO           | CODIFICA  | DOCUMENTO           | REV.     | PAGINA           |
|  |  |  | <b>IF1M</b>                            | <b>0.0.E.ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL.10.00.001</b> | <b>B</b> | <b>44 di 147</b> |

|    |             |                           |          |                           |  |  |  |                         |
|----|-------------|---------------------------|----------|---------------------------|--|--|--|-------------------------|
|    |             |                           |          |                           |  |  |  |                         |
|    |             | Ritiro( 1.000) +          |          | Q,LM71(2)( 0.800) +       |  |  |  | Q,R( 0.750)             |
|    |             | Q,fr( 0.800) +            |          | T( 0.600)                 |  |  |  |                         |
| 34 | INV_SLUstr  | Active                    | Envelope |                           |  |  |  |                         |
|    |             | SLU-STR-T(1)( 1.000) +    |          | SLU-STR-T(3)( 1.000) +    |  |  |  | SLU-STR-R(1)( 1.000)    |
|    |             | SLU-STR-R(3)( 1.000) +    |          | SLU-STR-LM71(1)( 1.000) + |  |  |  | SLU-STR-LM71(2)( 1.000) |
|    |             | SLU-STR-LM71(3)( 1.000) + |          | SLU-STR-LM71(4)( 1.000)   |  |  |  |                         |
| 35 | INV_SLUgeo  | Active                    | Envelope |                           |  |  |  |                         |
|    |             | SLU-GEO-T(1)( 1.000) +    |          | SLU-GEO-T(3)( 1.000) +    |  |  |  | SLU-GEO-R(1)( 1.000)    |
|    |             | SLU-GEO-R(3)( 1.000) +    |          | SLU-GEO-LM71(1)( 1.000) + |  |  |  | SLU-GEO-LM71(2)( 1.000) |
|    |             | SLU-GEO-LM71(3)( 1.000) + |          | SLU-GEO-LM71(4)( 1.000)   |  |  |  |                         |
| 36 | INV-SLV-str | Active                    | Envelope |                           |  |  |  |                         |
|    |             | EH-STR(1)( 1.000) +       |          | EH-STR(3)( 1.000) +       |  |  |  | EV-STR(1)( 1.000)       |
|    |             | EV-STR(3)( 1.000) +       |          | ( 1.000) +                |  |  |  | ( 1.000)                |
|    |             | ( 1.000) +                |          | ( 1.000)                  |  |  |  |                         |
| 37 | INV-SLV-geo | Active                    | Envelope |                           |  |  |  |                         |
|    |             | EH-GEO(1)( 1.000) +       |          | EH-GEO(3)( 1.000) +       |  |  |  | EV-GEO(1)( 1.000)       |
|    |             | EV-GEO(3)( 1.000) +       |          | ( 1.000) +                |  |  |  | ( 1.000)                |
|    |             | ( 1.000) +                |          | ( 1.000)                  |  |  |  |                         |
| 38 | INV-SLE-FR  | Active                    | Envelope |                           |  |  |  |                         |
|    |             | SLE-FR-T( 1.000) +        |          | SLE-FR-R( 1.000) +        |  |  |  | SLE-FR-LM71(1)( 1.000)  |
|    |             | ( 1.000)                  |          |                           |  |  |  |                         |
| 39 | INV-SLE-R   | Active                    | Envelope |                           |  |  |  |                         |
|    |             | SLE-R-T(1)( 1.000) +      |          | SLE-R-R(1)( 1.000) +      |  |  |  | SLE-R-LM71(1)( 1.000)   |
|    |             | SLE-R-LM71(2)( 1.000)     |          |                           |  |  |  |                         |
| 40 | INV-SLV/SLU | Active                    | Envelope |                           |  |  |  |                         |
|    |             | INV_SLUstr( 1.000) +      |          | INV-SLV-str( 1.000)       |  |  |  |                         |

|  |   |  |                          |                        |                                  |   |                            |
|--|---|--|--------------------------|------------------------|----------------------------------|---|----------------------------|
| APPALTATORE:<br><u>Mandatario:</u><br><b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> | <u>Mandante:</u><br><b>ASTALDI S.p.A.</b> | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b>           |                          |                        |                                  |   |                            |
|  |   | <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>                    |                          |                        |                                  |   |                            |
| PROGETTISTA:<br><u>Mandatario:</u><br><b>SYSTRA S.A.</b>             |   | <u>Mandante:</u><br><b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> |                          | <b>ROCKSOIL S.p.A.</b> |                                  | <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE<br/>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI<br/>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |                            |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>                    |   | PROGETTO<br><b>IF1M</b>                          | LOTTO<br><b>0.0.E.ZZ</b> | CODIFICA<br><b>CL</b>  | DOCUMENTO<br><b>SL.10.00.001</b> | REV.<br><b>B</b>  | PAGINA<br><b>45 di 147</b> |

### 8.3 MODELLAZIONE ADOTTATA

L'analisi della struttura si effettua attraverso una modellazione spaziale agli elementi finiti. Il programma di calcolo impiegato per le analisi strutturali è il Midas Gen 2011 ver.2.1, prodotto dalla Midas Information Technology Co. Ltd (licenza n. UG03-0748 rilasciata dalla Harpaceas alla Interprogetti srl).

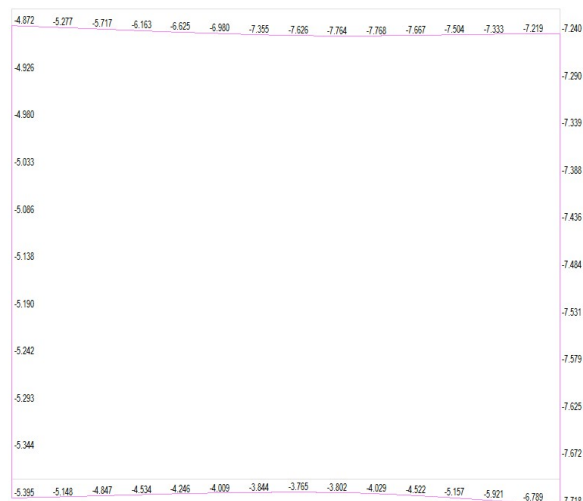
Lo scatolare in esame è stato modellato con un modello bidimensionale, stante l'angolo di incidenza con il rilevato ferroviario pari a 90° e la posizione dei binari che non consente ai carichi diffusi attraverso la copertura di generare concentrazioni di sollecitazione sui bordi della struttura.

Al fine della modellazione dei piedritti e dei traversi sono stati quindi utilizzati elementi beam. Per elementi beam si definisce compiutamente la sezione geometrica reale, nel caso in esame data dallo spessore dell'elemento in esame ed una profondità pari a 1.00m ovvero la fascia presa in considerazione, in modo da calcolare in via automatizzata le caratteristiche inerziali della sezione stessa. Successivamente ad ogni membratura si assegna il materiale di riferimento.

L'interazione con il terreno di fondazione è stata modellata con molle alla Winkler collegate alla controsoletta di rigidezza calcolata come precedentemente specificato.

Nelle figure seguenti si mostra che le molle adottate sono sempre compresse sia in inviluppo SLU che in inviluppo SLV.

#### Deformazioni Dz in mm per INV SLU



|  |   |  |                          |                        |                                  |   |                            |
|--|---|--|--------------------------|------------------------|----------------------------------|---|----------------------------|
| APPALTATORE:<br><i>Mandatario:</i><br><b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> | <i>Mandante:</i><br><b>ASTALDI S.p.A.</b> | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b>           |                          |                        |                                  |   |                            |
|  |   | <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>                    |                          |                        |                                  |   |                            |
| PROGETTISTA:<br><i>Mandatario:</i><br><b>SYSTRA S.A.</b>             |   | <i>Mandante:</i><br><b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> |                          | <b>ROCKSOIL S.p.A.</b> |                                  | <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE<br/>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI<br/>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |                            |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>                    |   | PROGETTO<br><b>IF1M</b>                          | LOTTO<br><b>0.0.E.ZZ</b> | CODIFICA<br><b>CL</b>  | DOCUMENTO<br><b>SL.10.00.001</b> | REV.<br><b>B</b>  | PAGINA<br><b>46 di 147</b> |

### Deformazioni Dz in mm per INV SLV



I modelli di calcolo approntati prevedono diverse condizioni di carico dedotte sulla base dell'analisi dei carichi riportate in precedenza. Tali condizioni sono state poi combinate al fine di ottenere le combinazioni necessarie alle verifiche, secondo cui si modella e verifica la struttura nei confronti del collasso e del comportamento in esercizio della stessa.

La gestione e la verifica delle analisi svolte avvengono mediante il controllo dei file di input e output che il software restituisce sia in forma grafica che in forma tabulare. I tabulati di output contengono le caratteristiche della sollecitazione, gli stati tensionali e deformativi durante le singole fasi costruttive e per le combinazioni di carico nonché le verifiche agli stati limite di tutte le sezioni.

La validazione delle modellazioni svolte e dei relativi risultati è stata eseguita comparando tali risultati con quelli derivanti da analisi semplificate effettuate con altri software e/o con schemi elementari di calcolo.

|  |  |  |                          |  |                                  |   |
|--|--|--|--------------------------|--|----------------------------------|---|
| APPALTATORE:<br><u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGIO S.p.A.</b> |  | <u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>                           |                          | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b><br><b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b><br><b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |                                  |   |
| PROGETTISTA:<br><u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>            |  | <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b> |                          |  |                                  |   |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>                |  | PROGETTO<br><b>IF1M</b>  | LOTTO<br><b>0.0.E.ZZ</b> | CODIFICA<br><b>CL</b>  | DOCUMENTO<br><b>SL.10.00.001</b> | REV.    PAGINA<br><b>B        47 di 147</b> |

## 8.4 ANALISI DELLE SOLLECITAZIONI

Si riportano, di seguito, i diagrammi di involuppo delle caratteristiche delle sollecitazioni di Flessione, Taglio e Sforzo Normale:

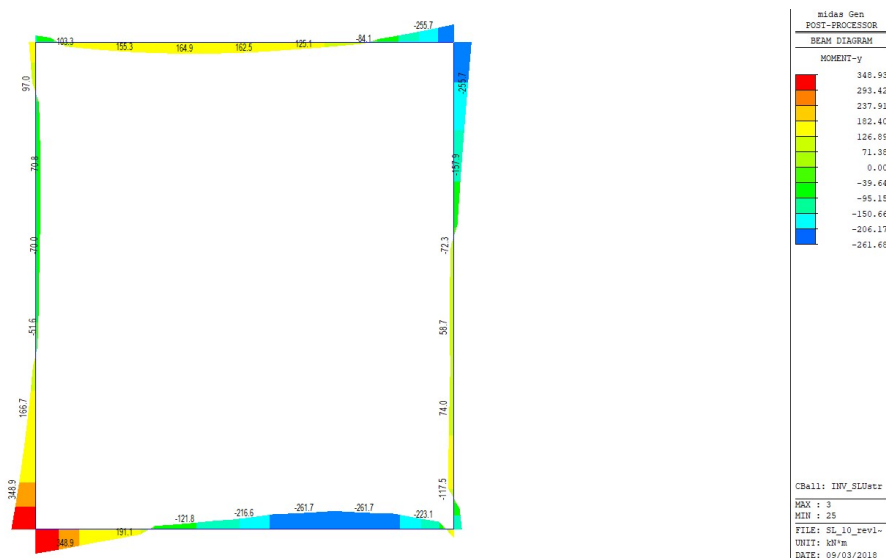


Figura 20- Involuppo Momenti SLU STR

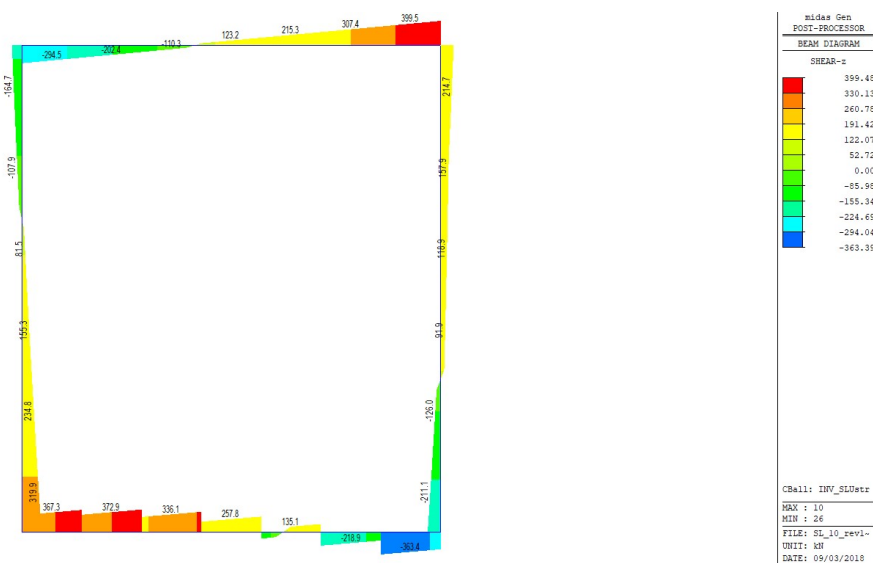
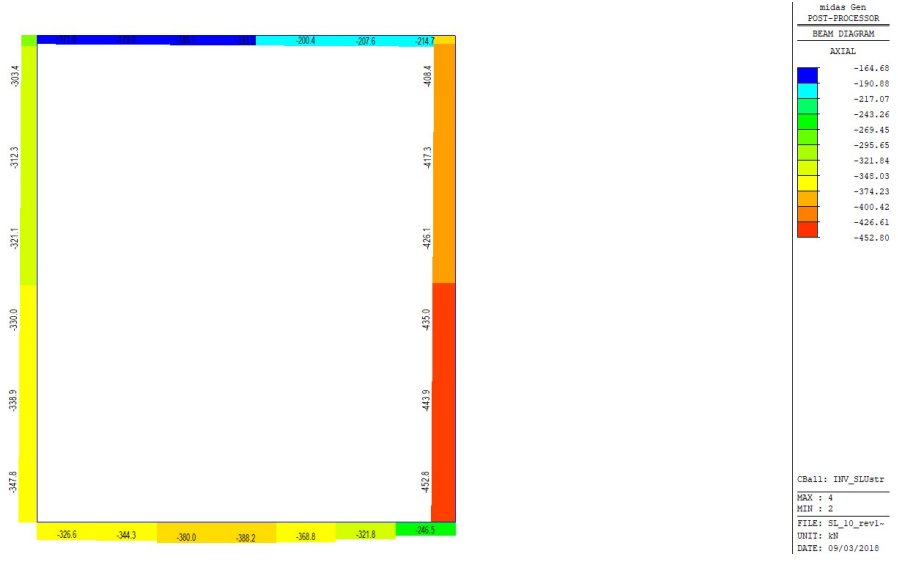
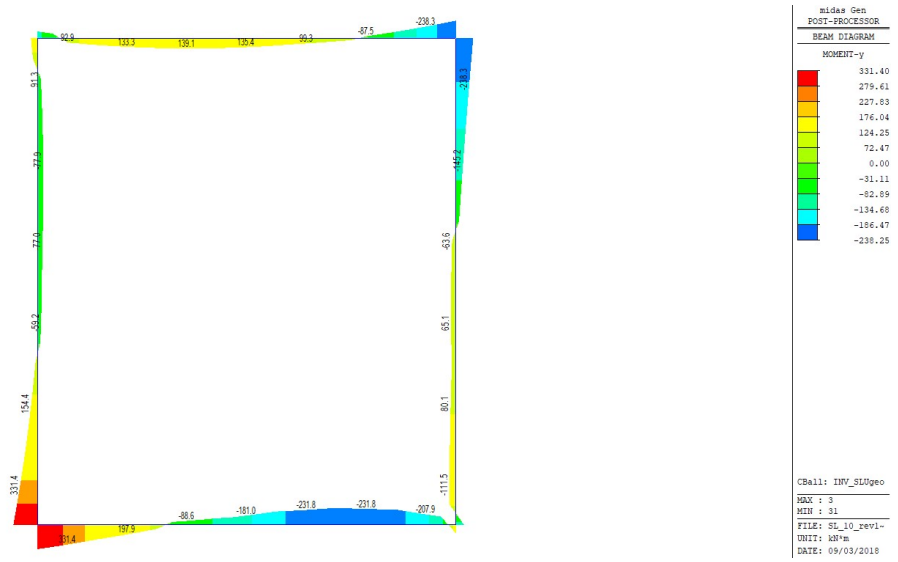


Figura 21-Involuppo Tagli SLU STR

|  |  |  |                          |  |                                  |   |
|--|--|--|--------------------------|--|----------------------------------|---|
| APPALTATORE:<br><u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGIO S.p.A.</b> |  | <u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>                           |                          | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b><br><b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b><br><b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |                                  |   |
| PROGETTISTA:<br><u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>            |  | <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b> |                          |  |                                  |   |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>                |  | PROGETTO<br><b>IF1M</b>  | LOTTO<br><b>0.0.E.ZZ</b> | CODIFICA<br><b>CL</b>  | DOCUMENTO<br><b>SL.10.00.001</b> | REV.    PAGINA<br><b>B        48 di 147</b> |



**Figura 22- Involuppo Sforzo normale SLU STR**



**Figura 23- Involuppo Momenti SLU GEO**



| APPALTATORE:<br>Mandataria: <b>SALINI IMPREGIO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>             | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
|--|---|----------|--------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|-----------|
| PROGETTISTA:<br>Mandataria: <b>SYSTRA S.A.</b><br>Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>  | <table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.10.00.001</td> <td>B</td> <td>49 di 147</td> </tr> </tbody> </table> | PROGETTO | LOTTO        | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | SL.10.00.001 | B | 49 di 147 |
| PROGETTO   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV.     | PAGINA    |      |        |      |          |    |              |   |           |
| IF1M   | 0.0.E.ZZ  | CL       | SL.10.00.001 | B        | 49 di 147 |      |        |      |          |    |              |   |           |

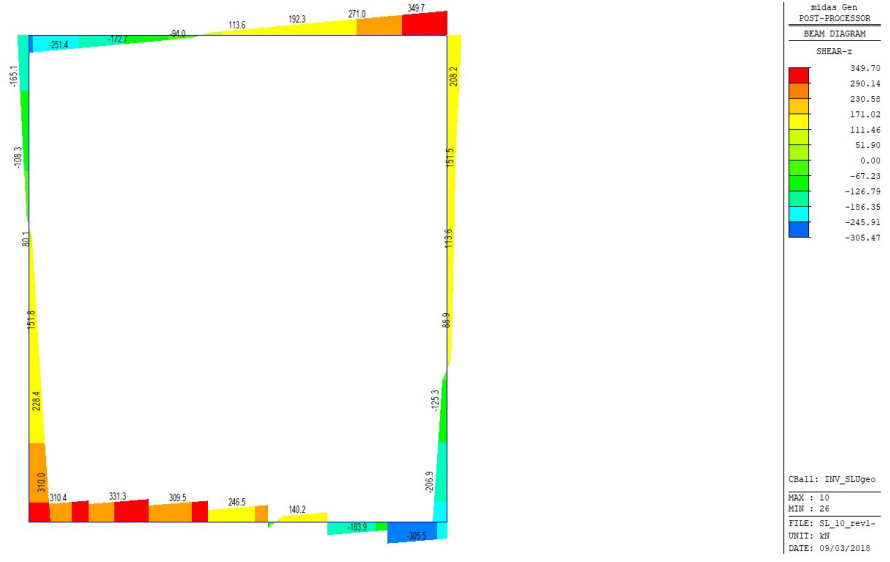


Figura 24- Involuppo Tagli SLU GEO

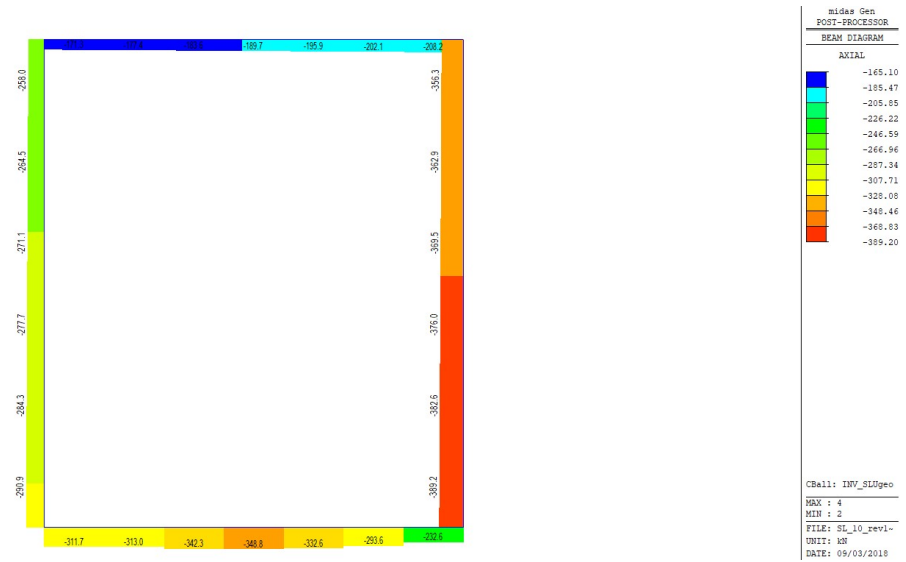
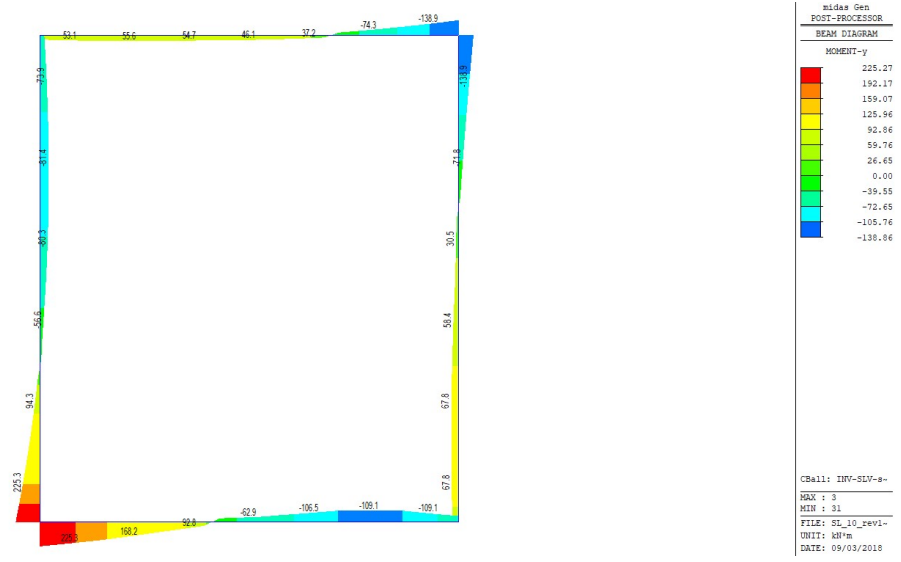
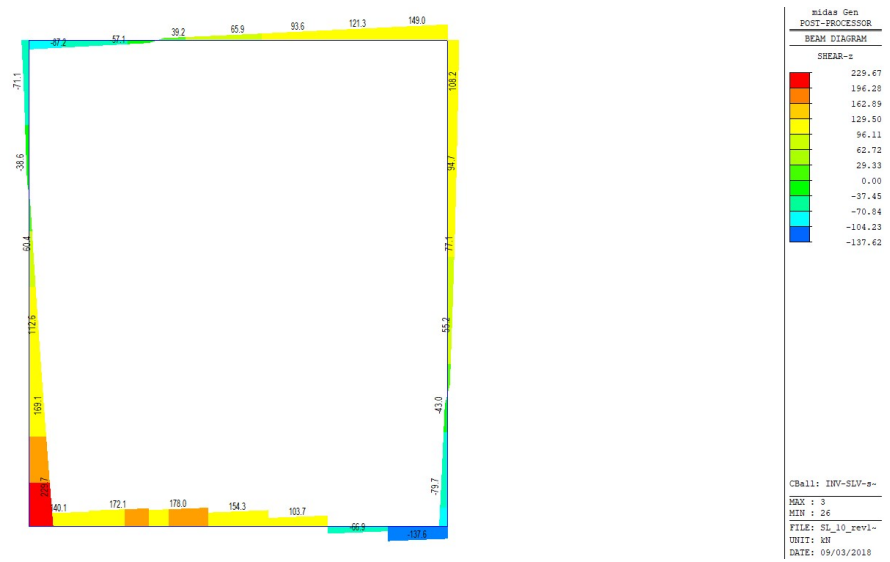


Figura 25- Involuppo Sforzo normale SLU GEO

|   |   |  |                    |                               |               |                         |
|---|---|--|--------------------|-------------------------------|---------------|-------------------------|
| APPALTATORE:<br>Mandatario: <b>SALINI IMPREGIO S.p.A.</b> | Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>                           | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b><br><b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b><br><b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |                    |                               |               |                         |
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b>            | Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b> |  |                    |                               |               |                         |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>         | PROGETTO <b>IF1M</b>                                      | LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>  | CODIFICA <b>CL</b> | DOCUMENTO <b>SL.10.00.001</b> | REV. <b>B</b> | PAGINA <b>50 di 147</b> |

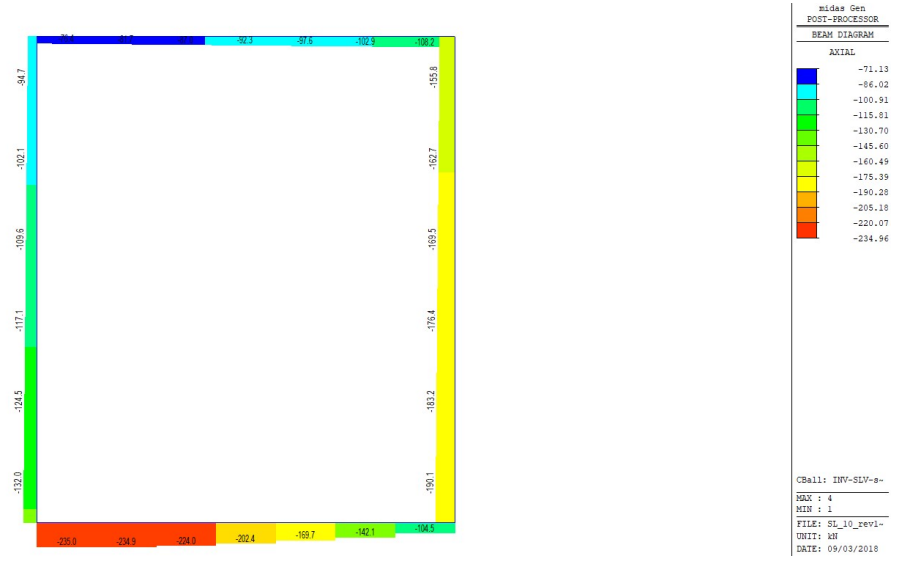


**Figura 26- Inviluppo Momenti SLV STR**

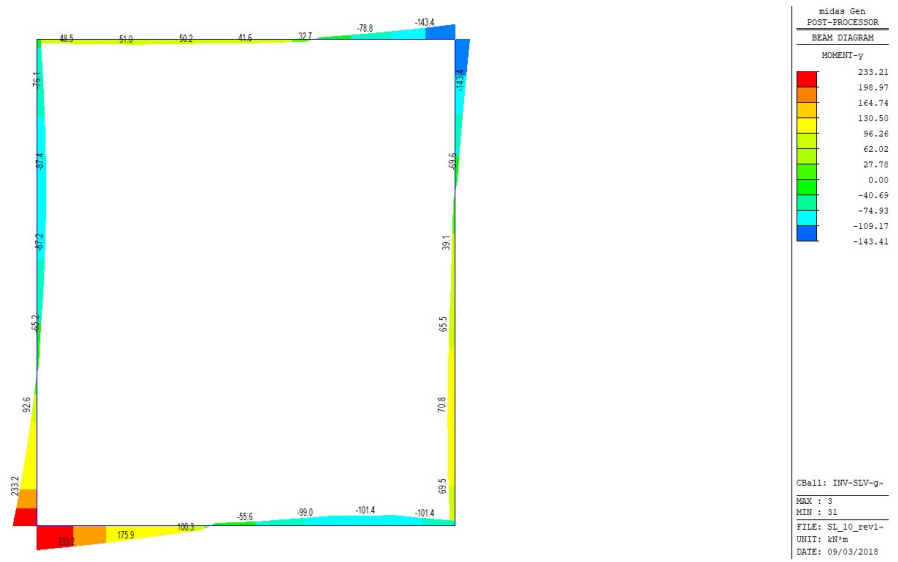


**Figura 27- Inviluppo Tagli SLV STR**

|  |  |   |                          |  |                                  |   |
|--|--|---|--------------------------|--|----------------------------------|---|
| APPALTATORE:<br><u>Mandatario:</u><br><b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> |  | <u>Mandante:</u><br><b>ASTALDI S.p.A.</b>                           |                          | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b><br><b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b><br><b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |                                  |   |
| PROGETTISTA:<br><u>Mandatario:</u><br><b>SYSTRA S.A.</b>             |  | <u>Mandante:</u><br><b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b> |                          |  |                                  |   |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>                    |  | PROGETTO<br><b>IF1M</b>   | LOTTO<br><b>0.0.E.ZZ</b> | CODIFICA<br><b>CL</b>  | DOCUMENTO<br><b>SL.10.00.001</b> | REV.    PAGINA<br><b>B        51 di 147</b> |



**Figura 28- Involuppo Sforzo normale SLV STR**



**Figura 29- Involuppo Momenti SLV GEO**

|   |  |  |                          |  |                                  |   |
|---|--|--|--------------------------|--|----------------------------------|---|
| APPALTATORE:<br><u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> |  | <u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>                           |                          | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |                                  |   |
| PROGETTISTA:<br><u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>             |  | <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b> |                          |  |                                  |   |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>                 |  | PROGETTO<br><b>IF1M</b>  | LOTTO<br><b>0.0.E.ZZ</b> | CODIFICA<br><b>CL</b>  | DOCUMENTO<br><b>SL.10.00.001</b> | REV.    PAGINA<br><b>B        52 di 147</b> |

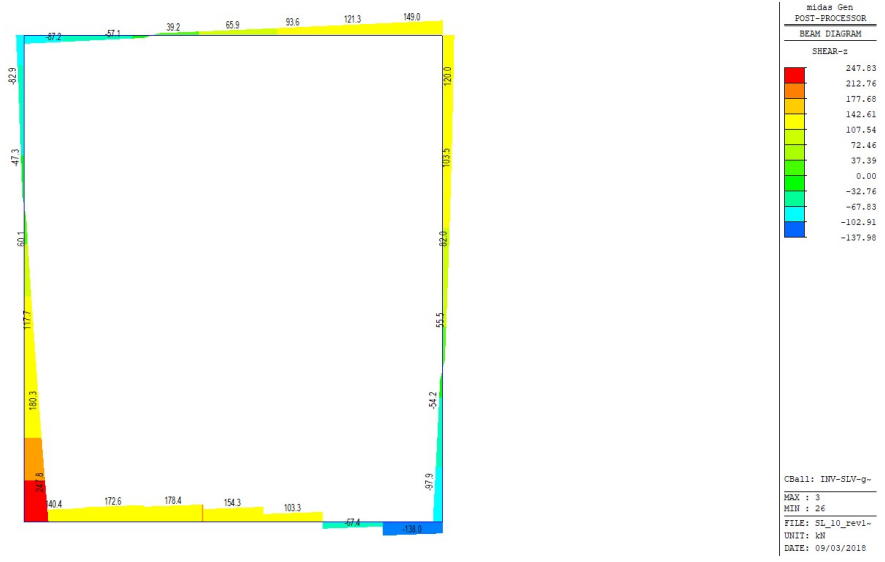


Figura 30- Involuppo Tagli SLV GEO

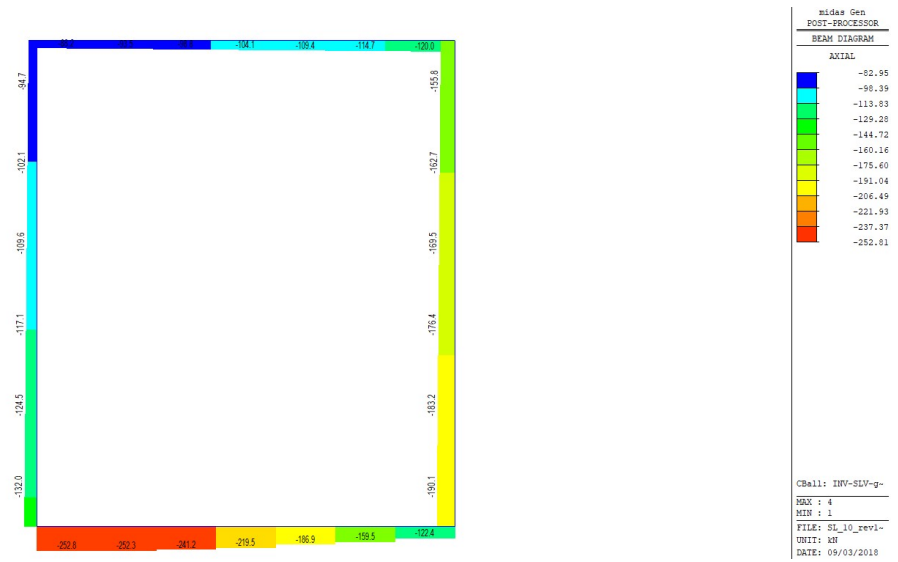


Figura 31- Involuppo Sforzo normale SLV GEO

|   |  |  |  |  |                          |                       |                                  |                  |                            |
|---|--|--|--|--|--------------------------|-----------------------|----------------------------------|------------------|----------------------------|
| APPALTATORE:<br><u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> |  | <u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>                           |  | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b><br><b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b><br><b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |                          |                       |                                  |                  |                            |
| PROGETTISTA:<br><u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>             |  | <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b> |  |  |                          |                       |                                  |                  |                            |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>                 |  |  |  | PROGETTO<br><b>IF1M</b>  | LOTTO<br><b>0.0.E.ZZ</b> | CODIFICA<br><b>CL</b> | DOCUMENTO<br><b>SL.10.00.001</b> | REV.<br><b>B</b> | PAGINA<br><b>53 di 147</b> |

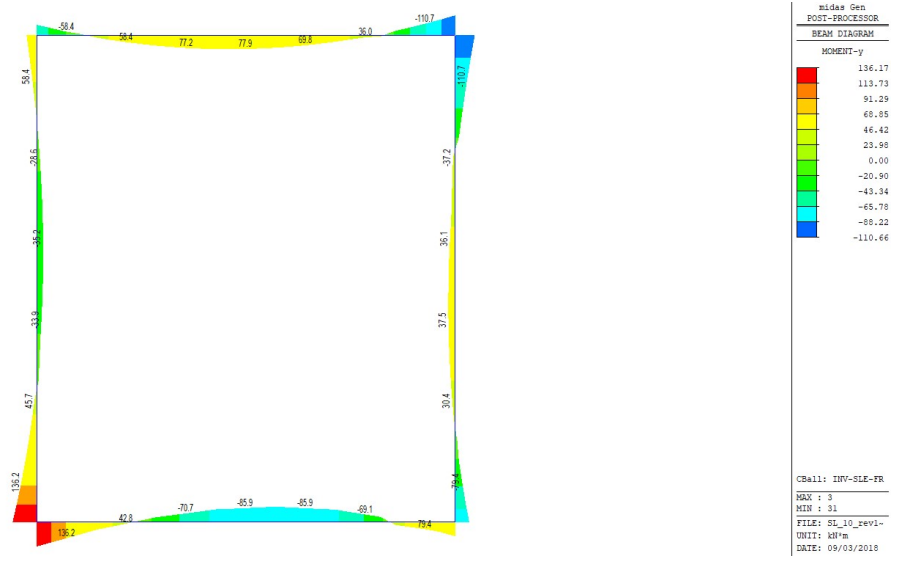


Figura 32- Involuppo Momento flettente-Combinazione frequente

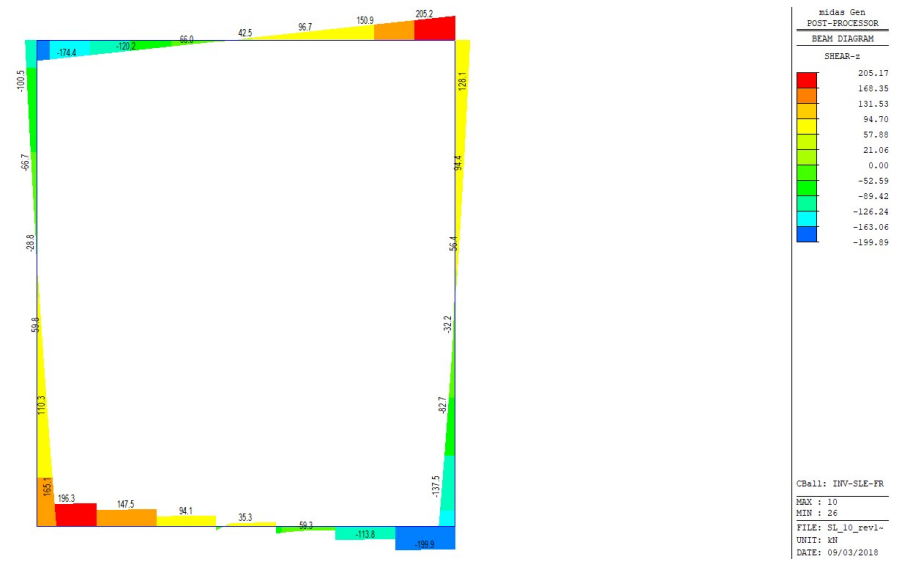


Figura 33- Involuppo Tagli-Combinazione frequente

|  |  |  |                          |   |                                  |                  |   |
|--|--|--|--------------------------|---|----------------------------------|------------------|---|
| APPALTATORE:<br><u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGIO S.p.A.</b> |  | <u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>                           |                          | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> |                                  |                  |   |
| PROGETTISTA:<br><u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>            |  | <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b> |                          |   |                                  |                  | <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>                |  | PROGETTO<br><b>IF1M</b>  | LOTTO<br><b>0.0.E.ZZ</b> | CODIFICA<br><b>CL</b>   | DOCUMENTO<br><b>SL.10.00.001</b> | REV.<br><b>B</b> |   |

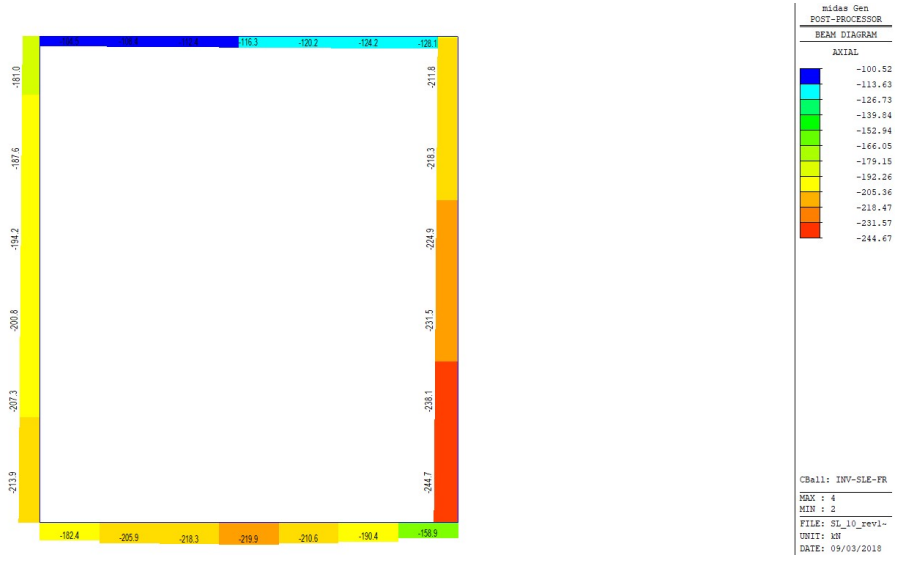


Figura 34- Involuppo Sforzi normali-Combinazione frequente

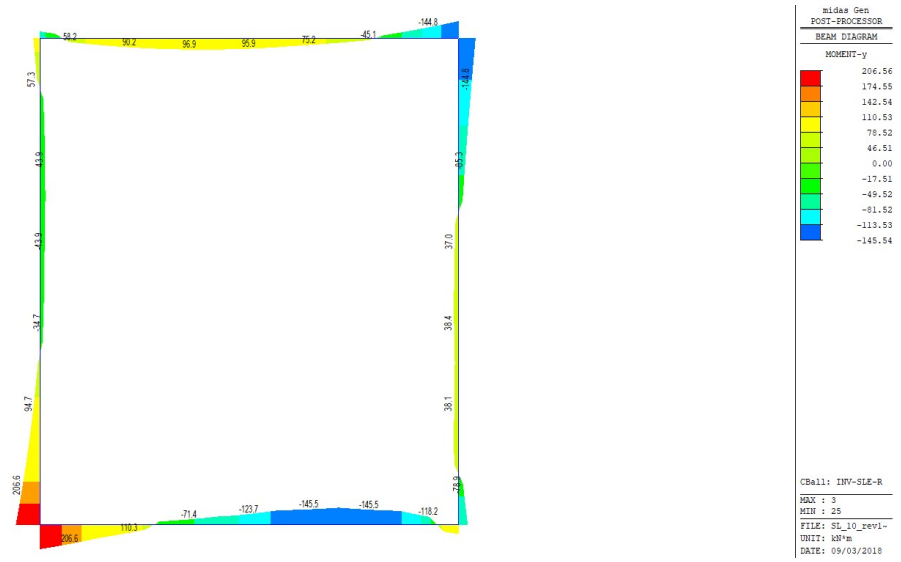


Figura 35- Involuppo Momento flettente-Combinazione rara

|  |  |  |                          |   |                                  |                  |   |
|--|--|--|--------------------------|---|----------------------------------|------------------|---|
| APPALTATORE:<br>Mandatario: <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> |  | Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>                        |                          | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> |                                  |                  |   |
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b>             |  | Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> |                          |   |                                  |                  | <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>          |  | PROGETTO<br><b>IF1M</b>                                | LOTTO<br><b>0.0.E.ZZ</b> | CODIFICA<br><b>CL</b>   | DOCUMENTO<br><b>SL.10.00.001</b> | REV.<br><b>B</b> |   |

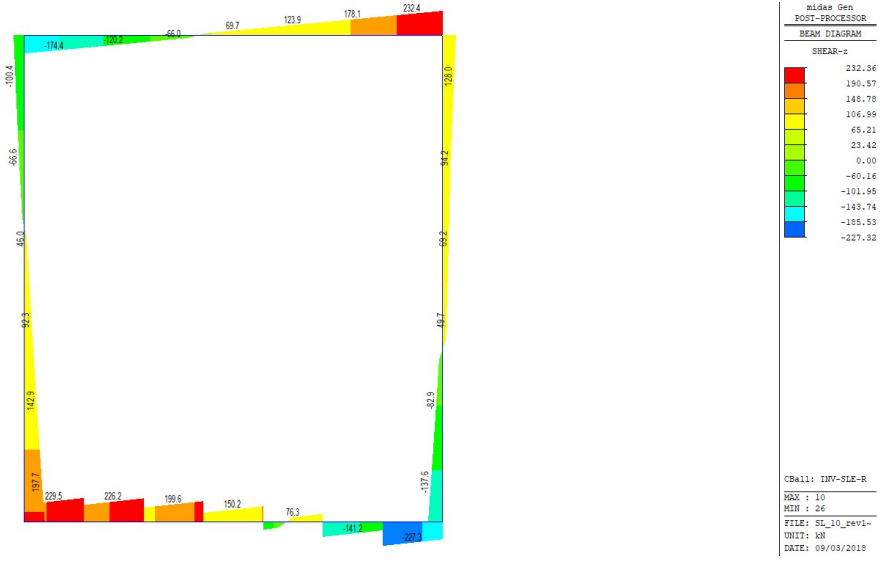


Figura 36- Involupto Tagli-Combinazione rara

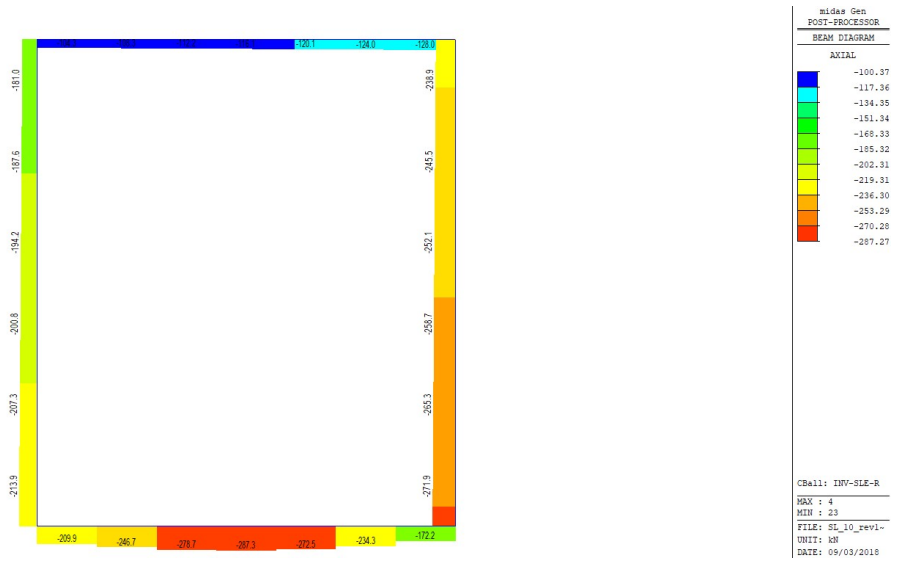


Figura 37- Involupto Sforzi normali-Combinazione rara

|  |  |  |                          |  |                                  |  |
|--|--|--|--------------------------|--|----------------------------------|--|
| APPALTATORE:<br><u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGIO S.p.A.</b> |  | <u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>                           |                          | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b><br><b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b><br><b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |                                  |  |
| PROGETTISTA:<br><u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>            |  | <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b> |                          |  |                                  |  |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>                |  | PROGETTO<br><b>IF1M</b>  | LOTTO<br><b>0.0.E.ZZ</b> | CODIFICA<br><b>CL</b>  | DOCUMENTO<br><b>SL.10.00.001</b> | REV.    PAGINA<br><b>B       56 di 147</b> |

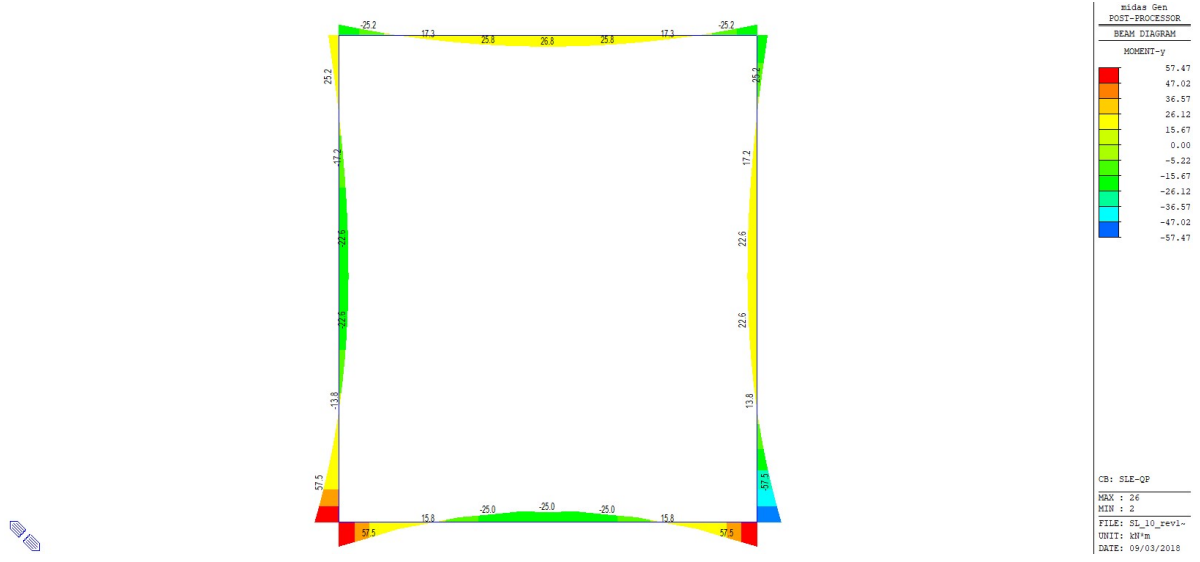


Figura 38- Involuppo Momento flettente-Combinazione quasi permanente

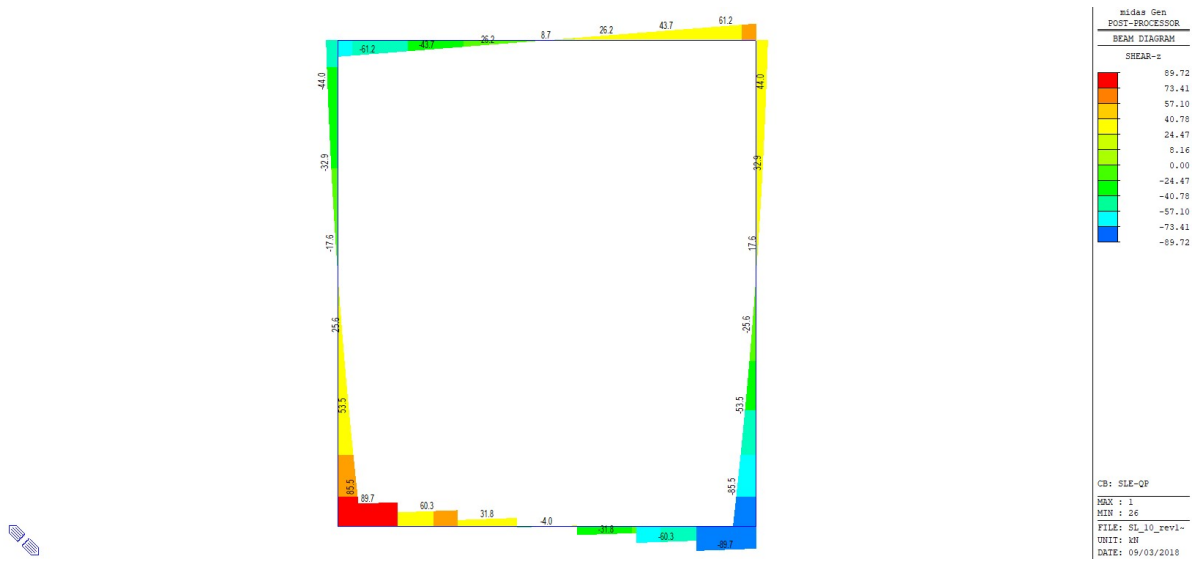
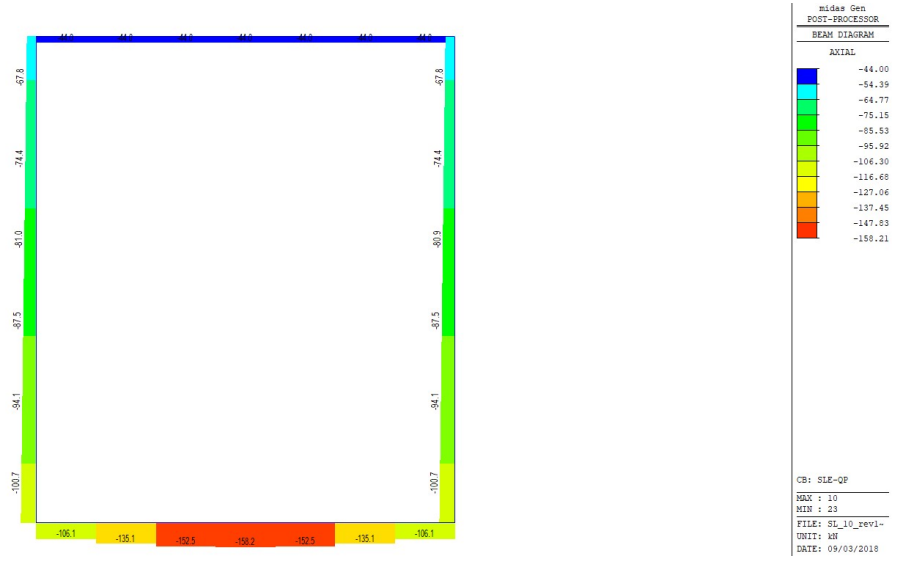


Figura 39- Involuppo Tagli-Combinazione quasi permanente



|  |  |  |                          |  |                                  |  |
|--|--|--|--------------------------|--|----------------------------------|--|
| APPALTATORE:<br><u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGIO S.p.A.</b> |  | <u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>                           |                          | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b><br><b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b><br><b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |                                  |  |
| PROGETTISTA:<br><u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>            |  | <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b> |                          |  |                                  |  |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>                |  | PROGETTO<br><b>IF1M</b>  | LOTTO<br><b>0.0.E.ZZ</b> | CODIFICA<br><b>CL</b>  | DOCUMENTO<br><b>SL.10.00.001</b> | REV.    PAGINA<br><b>B       57 di 147</b> |



**Figura 40- Involuppo Sforzi normali-Combinazione quasi permanente**

|  |   |  |                          |                        |                                  |   |                            |
|--|---|--|--------------------------|------------------------|----------------------------------|---|----------------------------|
| APPALTATORE:<br><u>Mandatario:</u><br><b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> | <u>Mandante:</u><br><b>ASTALDI S.p.A.</b> | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b>           |                          |                        |                                  |   |                            |
|  |   | <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>                    |                          |                        |                                  |   |                            |
| PROGETTISTA:<br><u>Mandatario:</u><br><b>SYSTRA S.A.</b>             |   | <u>Mandante:</u><br><b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> |                          | <b>ROCKSOIL S.p.A.</b> |                                  | <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE<br/>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI<br/>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |                            |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>                    |   | PROGETTO<br><b>IF1M</b>                          | LOTTO<br><b>0.0.E.ZZ</b> | CODIFICA<br><b>CL</b>  | DOCUMENTO<br><b>SL.10.00.001</b> | REV.<br><b>B</b>  | PAGINA<br><b>58 di 147</b> |

## 8.5 VERIFICHE

Si riportano di seguito, i risultati delle verifiche più gravose agli SLU e SLE dei principali elementi strutturali, condotte nelle sezioni maggiormente sollecitate con i criteri di verifica precedentemente riportati.

### 8.5.1 Verifiche agli Stati Limite Ultimi

#### 8.5.1.1 Verifica a flessione e pressoflessione

Si riportano le verifiche più gravose sui piedritti e sui traversi.

| Elemento              | z<br>m | N<br>KN | M<br>KNm | V<br>KN |
|-----------------------|--------|---------|----------|---------|
| Traversa superiore    | 0.00   | -       | -255.70  | 399.50  |
|                       | 1.90   | -       | 164.90   | 110.30  |
|                       | 3.80   | -       | -255.70  | 399.50  |
| Soletta di fondazione | 0.00   | -       | 348.90   | 367.00  |
|                       | 1.90   | -       | -261.70  | 257.80  |
|                       | 3.80   | -       | 348.90   | 367.00  |
| Piedritti             | 0.00   | 298.50  | 348.90   | 319.90  |
|                       | 2.20   | 56.70   | -80.30   | 118.90  |
|                       | 4.40   | 408.40  | 255.70   | 214.70  |

**Tabella 12 - Riepilogo sollecitazioni SLU/SLV**

|  |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
|--|---|----------|--------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|-----------|
| APPALTATORE:<br>Mandataria: <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>            | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE<br>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI<br>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014           |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTISTA:<br>Mandataria: <b>SYSTRA S.A.</b><br>Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTO ESECUTIVO<br>Relazione di calcolo   | <table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.10.00.001</td> <td>B</td> <td>59 di 147</td> </tr> </table> | PROGETTO | LOTTO        | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | SL.10.00.001 | B | 59 di 147 |
| PROGETTO   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV.     | PAGINA    |      |        |      |          |    |              |   |           |
| IF1M   | 0.0.E.ZZ  | CL       | SL.10.00.001 | B        | 59 di 147 |      |        |      |          |    |              |   |           |

### Traverso superiore

Ai fini della verifica a flessione sul traverso superiore si prevede l'utilizzo a m di 10  $\phi 20$  superiormente e 10  $\phi 16$  inferiormente. Nel seguito il dettaglio della verifica.

**Titolo :** Traverso superiore (estremità)

N° figure elementari  Zoom      N° strati barre  Zoom

| N° | b [cm] | h [cm] | N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|--------|--------|----|----------|--------|
| 1  | 100    | 40     | 1  | 31,42    | 7      |
|    |        |        | 2  | 20,11    | 33     |

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

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

|                  |                                     |                                    |
|------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| N <sub>Ed</sub>  | <input type="text" value="0"/>      | <input type="text" value="0"/> kN  |
| M <sub>xEd</sub> | <input type="text" value="-255,7"/> | <input type="text" value="0"/> kNm |
| M <sub>yEd</sub> | <input type="text" value="0"/>      | <input type="text" value="0"/>     |

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

**Tipo rottura**  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

**Tipo flessione**  
 Retta    Deviata

**Materiali**  
  

|                  |  |                  |                                     |
|------------------|--|------------------|-------------------------------------|
| $\epsilon_{su}$  | <input type="text" value="67,5"/> ‰        | $\epsilon_{c2}$  | <input type="text" value="2"/> ‰    |
| $f_{yd}$         | <input type="text" value="391,3"/> N/mm²   | $\epsilon_{cu}$  | <input type="text" value="3,5"/> ‰  |
| $E_s$            | <input type="text" value="200.000"/> N/mm² | $f_{cd}$         | <input type="text" value="18,13"/>  |
| $E_s/E_c$        | <input type="text" value="15"/>            | $f_{cc}/f_{cd}$  | <input type="text" value="0,8"/> ?  |
| $\epsilon_{syd}$ | <input type="text" value="1,957"/> ‰       | $\sigma_{c,adm}$ | <input type="text" value="12,25"/>  |
| $\sigma_{s,adm}$ | <input type="text" value="255"/> N/mm²     | $\tau_{co}$      | <input type="text" value="0,7333"/> |
|                  |  | $\tau_{c1}$      | <input type="text" value="2,114"/>  |

$M_{xRd}$   kN m

$\sigma_c$   N/mm²

$\sigma_s$   N/mm²

$\epsilon_c$   ‰

$\epsilon_s$   ‰

d  cm

x    x/d

$\delta$

**Calcola MRd**   **Dominio M-N**

$L_0$   cm   **Col. modello**

Precompresso

Figura 41-Verifica a flessione sezione di estremità (traverso superiore)

|  |   |
|--|---|
| APPALTATORE:<br>Mandataria: SALINI IMPREGIO S.p.A.<br>Mandante: ASTALDI S.p.A.             | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 |
| PROGETTISTA:<br>Mandataria: SYSTRA S.A.<br>Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A. | PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA<br>IF1M 0.0.E.ZZ CL SL.10.00.001 B 60 di 147  |
| PROGETTO ESECUTIVO<br>Relazione di calcolo   |   |

**Titolo :** Traverso superiore (mezzeria)

N° figure elementari  Zoom N° strati barre  Zoom

| N° | b [cm] | h [cm] | N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|--------|--------|----|----------|--------|
| 1  | 100    | 40     | 1  | 31,42    | 7      |
|    |        |        | 2  | 20,11    | 33     |

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

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

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

**Tipo rottura**  
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Materiali**

| B450C            |                           | C32/40           |        |
|------------------|---------------------------|------------------|--------|
| $\epsilon_{su}$  | 67,5 ‰                    | $\epsilon_{c2}$  | 2 ‰    |
| $f_{yd}$         | 391,3 N/mm <sup>2</sup>   | $\epsilon_{cu}$  | 3,5 ‰  |
| $E_s$            | 200.000 N/mm <sup>2</sup> | $f_{cd}$         | 18,13  |
| $E_s/E_c$        | 15                        | $f_{cc}/f_{cd}$  | 0,8    |
| $\epsilon_{syd}$ | 1,957 ‰                   | $\sigma_{c,adm}$ | 12,25  |
| $\sigma_{s,adm}$ | 255 N/mm <sup>2</sup>     | $\tau_{co}$      | 0,7333 |
|                  |                           | $\tau_{c1}$      | 2,114  |

M<sub>xRd</sub>  kN m

$\sigma_c$   N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_s$   N/mm<sup>2</sup>  
 $\epsilon_c$   ‰  
 $\epsilon_s$   ‰  
d  cm  
x  x/d   
 $\delta$

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

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

**Tipo flessione**  
 Retta  Deviata

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

Figura 42- Verifica a flessione sezione di mezzeria (traverso superiore)

|   |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
|---|---|----------|--------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|-----------|
| APPALTATORE:<br>Mandatario: <b>SALINI IMPREGIO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>                    | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE<br>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI<br>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014           |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b><br>Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b> |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTO ESECUTIVO<br>Relazione di calcolo  | <table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.10.00.001</td> <td>B</td> <td>61 di 147</td> </tr> </table> | PROGETTO | LOTTO        | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | SL.10.00.001 | B | 61 di 147 |
| PROGETTO  | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV.     | PAGINA    |      |        |      |          |    |              |   |           |
| IF1M  | 0.0.E.ZZ  | CL       | SL.10.00.001 | B        | 61 di 147 |      |        |      |          |    |              |   |           |

### Soletta di fondazione

Ai fini della verifica a flessione sulla soletta di fondazione si prevede l'utilizzo a m di 10  $\phi$  20 sia superiormente che inferiormente. Nel seguito il dettaglio della verifica.

**Titolo :** Soletta di fondazione (estremità)

N° figure elementari  Zoom

N° strati barre  Zoom

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 50     |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 31,42    | 7      |
| 2  | 31,42    | 43     |

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

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

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

**Tipo rottura**  
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M<sub>xRd</sub>  kN m

$\sigma_c$   N/mm²  
 $\sigma_s$   N/mm²  
e<sub>c</sub>  ‰  
e<sub>s</sub>  ‰  
d  cm  
x       x/d   
δ

**Materiali**  
B450C      C32/40  
ε<sub>su</sub>  ‰      ε<sub>c2</sub>  ‰  
f<sub>yd</sub>  N/mm²      ε<sub>cu</sub>  ‰  
E<sub>s</sub>  N/mm²      f<sub>cd</sub>  N/mm²  
E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>       f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub>  ?  
ε<sub>syd</sub>  ‰      σ<sub>c,adm</sub>  N/mm²  
σ<sub>s,adm</sub>  N/mm²      τ<sub>co</sub>       τ<sub>c1</sub>

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

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

**Tipo flessione**  
 Retta  Deviata

N° rett.

Calcola MRd      Dominio M-N

L<sub>0</sub>  cm      Col. modello

Precompresso

Figura 43-Verifica a flessione sezione di estremità (soletta di fondazione)

|  |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
|--|---|----------|--------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|-----------|
| APPALTATORE:<br>Mandatario: <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>            | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014                 |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b><br>Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTO ESECUTIVO<br>Relazione di calcolo   | <table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.10.00.001</td> <td>B</td> <td>62 di 147</td> </tr> </table> | PROGETTO | LOTTO        | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | SL.10.00.001 | B | 62 di 147 |
| PROGETTO   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV.     | PAGINA    |      |        |      |          |    |              |   |           |
| IF1M   | 0.0.E.ZZ  | CL       | SL.10.00.001 | B        | 62 di 147 |      |        |      |          |    |              |   |           |

**Titolo :** Soletta di fondazione (mezzeria)

N\* figure elementari  Zoom      N\* strati barre  Zoom

| N* | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 50     |

| N* | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 31,42    | 7      |
| 2  | 31,42    | 43     |

**Tipologia Sezione**  
 Rettan.re     Trapezi  
 a T             Circolare  
 Rettangoli     Coord.

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

|           |                                     |                                    |
|-----------|-------------------------------------|------------------------------------|
| $N_{Ed}$  | <input type="text" value="0"/>      | <input type="text" value="0"/> kN  |
| $M_{xEd}$ | <input type="text" value="-261,7"/> | <input type="text" value="0"/> kNm |
| $M_{yEd}$ | <input type="text" value="0"/>      | <input type="text" value="0"/>     |

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

**Tipologia rottura**  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Materiali**

| B450C            |  | C32/40           |                                      |
|------------------|--|------------------|--------------------------------------|
| $\epsilon_{su}$  | <input type="text" value="67,5"/> ‰        | $\epsilon_{c2}$  | <input type="text" value="2"/> ‰     |
| $f_{yd}$         | <input type="text" value="391,3"/> N/mm²   | $\epsilon_{cu}$  | <input type="text" value="3,5"/> ‰   |
| $E_s$            | <input type="text" value="200.000"/> N/mm² | $f_{cd}$         | <input type="text" value="18,13"/> ‰ |
| $E_s/E_c$        | <input type="text" value="15"/>            | $f_{cc}/f_{cd}$  | <input type="text" value="0,8"/> ?   |
| $\epsilon_{syd}$ | <input type="text" value="1,957"/> ‰       | $\sigma_{c,adm}$ | <input type="text" value="12,25"/>   |
| $\sigma_{s,adm}$ | <input type="text" value="255"/> N/mm²     | $\tau_{co}$      | <input type="text" value="0,7333"/>  |
|                  |  | $\tau_{c1}$      | <input type="text" value="2,114"/>   |

$M_{xRd}$   kN m

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

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

**Tipologia flessione**  
 Retta     Deviata

N\* rett.

Calcola MRd    Dominio M-N

$L_0$   cm    Col. modello

Precompresso

Figura 44-Verifica a flessione sezione di mezzeria (soletta di fondazione)

|  |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
|--|---|----------|--------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|-----------|
| APPALTATORE:<br>Mandatario: <b>SALINI IMPREGIOLO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>           | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE<br>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI<br>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014           |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b><br>Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTO ESECUTIVO<br>Relazione di calcolo   | <table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.10.00.001</td> <td>B</td> <td>63 di 147</td> </tr> </table> | PROGETTO | LOTTO        | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | SL.10.00.001 | B | 63 di 147 |
| PROGETTO   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV.     | PAGINA    |      |        |      |          |    |              |   |           |
| IF1M   | 0.0.E.ZZ  | CL       | SL.10.00.001 | B        | 63 di 147 |      |        |      |          |    |              |   |           |

## Piedritti

Ai fini della verifica a presso flessione si prevede l'utilizzo a m di 5  $\phi$  20 lato interno per tutta l'altezza e di 10  $\phi$  24 lato terreno in prossimità della sezione di spiccato e di 10  $\phi$  20 nella parte restante dell'elemento. Nel seguito il dettaglio della verifica.

**Titolo :** piedritti (spiccato)

N° figure elementari  Zoom      N° strati barre  Zoom

| N° | b [cm] | h [cm] | N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|--------|--------|----|----------|--------|
| 1  | 100    | 40     | 1  | 15,71    | 7      |
|    |        |        | 2  | 45,24    | 33     |

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

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

|                  |       |   |     |
|------------------|-------|---|-----|
| N <sub>Ed</sub>  | 298,5 | 0 | kN  |
| M <sub>xEd</sub> | 348,9 | 0 | kNm |
| M <sub>yEd</sub> | 0     | 0 |     |

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

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

**Tipo flessione**  
 Retta     Deviata

**Materiali**  
**B450C**    **C32/40**  
 $\epsilon_{su}$  67,5 ‰     $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391,3 N/mm²     $\epsilon_{cu}$  3,5 ‰  
 $E_s$  200.000 N/mm²     $f_{cd}$  18,13  
 $E_s/E_c$  15     $f_{cc}/f_{cd}$  0,8 ?  
 $\epsilon_{syd}$  1,957 ‰     $\sigma_{c,adm}$  12,25  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²     $\tau_{co}$  0,7333  
     $\tau_{c1}$  2,114

**Tipo rottura**  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Calcoli:**  
 $M_{xRd}$  537,3 kN m  
 $\sigma_c$  -18,13 N/mm²  
 $\sigma_s$  391,3 N/mm²  
 $\epsilon_c$  3,5 ‰  
 $\epsilon_s$  6,759 ‰  
 d 33 cm  
 x 11,26    x/d 0,3412  
 $\delta$  0,8665

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

Figura 45-Verifica a presso flessione sezione di spiccato (piedritti)

|  |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
|--|---|----------|--------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|-----------|
| APPALTATORE:<br>Mandataria: <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>            | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE<br>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI<br>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014           |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTISTA:<br>Mandataria: <b>SYSTRA S.A.</b><br>Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTO ESECUTIVO<br>Relazione di calcolo   | <table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.10.00.001</td> <td>B</td> <td>64 di 147</td> </tr> </table> | PROGETTO | LOTTO        | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | SL.10.00.001 | B | 64 di 147 |
| PROGETTO   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV.     | PAGINA    |      |        |      |          |    |              |   |           |
| IF1M   | 0.0.E.ZZ  | CL       | SL.10.00.001 | B        | 64 di 147 |      |        |      |          |    |              |   |           |

**Titolo :** piedritti (mezzeria)

N° figure elementari  Zoom      N° strati barre  Zoom

| N° | b [cm] | h [cm] | N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|--------|--------|----|----------|--------|
| 1  | 100    | 40     | 1  | 15,71    | 7      |
|    |        |        | 2  | 31,42    | 33     |

**Sollecitazioni**

S.L.U.  Metodo n

|                  |                                    |                                    |
|------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| N <sub>Ed</sub>  | <input type="text" value="56,7"/>  | <input type="text" value="0"/> kN  |
| M <sub>xEd</sub> | <input type="text" value="-80,3"/> | <input type="text" value="0"/> kNm |
| M <sub>yEd</sub> | <input type="text" value="0"/>     | <input type="text" value="0"/>     |

**P.to applicazione N**

Centro     Baricentro cls

Coord.[cm]    xN     yN

**Tipo rottura**

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Tipo Sezione**

Rettan.re     Trapezi

a T     Circolare

Rettangoli     Coord.

**Materiali**

|   |   |
|---|---|
| <b>B450C</b>  | <b>C32/40</b>                                       |
| $\epsilon_{su}$ <input type="text" value="67,5"/> ‰     | $\epsilon_{c2}$ <input type="text" value="2"/> ‰    |
| $f_{yd}$ <input type="text" value="391,3"/> N/mm²       | $\epsilon_{cu}$ <input type="text" value="3,5"/> ‰  |
| $E_s$ <input type="text" value="200.000"/> N/mm²        | $f_{cd}$ <input type="text" value="18,13"/>         |
| $E_s/E_c$ <input type="text" value="15"/>               | $f_{cc}/f_{cd}$ <input type="text" value="0,8"/> ?  |
| $\epsilon_{syd}$ <input type="text" value="1,957"/> ‰   | $\sigma_{c,adm}$ <input type="text" value="12,25"/> |
| $\sigma_{s,adm}$ <input type="text" value="255"/> N/mm² | $\tau_{co}$ <input type="text" value="0,7333"/>     |
|   | $\tau_{c1}$ <input type="text" value="2,114"/>      |

M<sub>xRd</sub>  kN m

$\sigma_c$   N/mm²

$\sigma_s$   N/mm²

$\epsilon_c$   ‰

$\epsilon_s$   ‰

d  cm

x     x/d

$\delta$

**Metodo di calcolo**

S.L.U.+     S.L.U.-

Metodo n

**Tipo flessione**

Retta     Deviata

N° rett.

Calcola MRd    Dominio M-N

L<sub>0</sub>  cm    Col. modello

Precompresso

Figura 46 - Verifica a presso flessione sezione di mezzeria (piedritti)



|  |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
|--|---|----------|--------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|-----------|
| APPALTATORE:<br>Mandataria: <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>            | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE<br>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI<br>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014           |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTISTA:<br>Mandataria: <b>SYSTRA S.A.</b><br>Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTO ESECUTIVO<br>Relazione di calcolo   | <table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.10.00.001</td> <td>B</td> <td>65 di 147</td> </tr> </table> | PROGETTO | LOTTO        | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | SL.10.00.001 | B | 65 di 147 |
| PROGETTO   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV.     | PAGINA    |      |        |      |          |    |              |   |           |
| IF1M   | 0.0.E.ZZ  | CL       | SL.10.00.001 | B        | 65 di 147 |      |        |      |          |    |              |   |           |

**Titolo :** piedritti (testa)

N° figure elementari  Zoom      N° strati barre  Zoom

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1  | 100    | 40     |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1  | 15,71    | 7      |
| 2  | 31,42    | 33     |

**Sollecitazioni**

S.L.U.  Metodo n

|                  |                                    |                                |     |
|------------------|------------------------------------|--------------------------------|-----|
| N <sub>Ed</sub>  | <input type="text" value="408,4"/> | <input type="text" value="0"/> | kN  |
| M <sub>xEd</sub> | <input type="text" value="255,7"/> | <input type="text" value="0"/> | kNm |
| M <sub>yEd</sub> | <input type="text" value="0"/>     | <input type="text" value="0"/> |     |

**P.to applicazione N**

Centro     Baricentro cls

Coord.[cm]    xN     yN

**Tipo rottura**

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Tipo Sezione**

Rettan.re     Trapezi

a T     Circolare

Rettangoli     Coord.

**Metodo di calcolo**

S.L.U.+     S.L.U.-

Metodo n

**Tipo flessione**

Retta     Deviata

N° rett.

Calcola MRd    Dominio M-N

L<sub>0</sub>  cm    Col. modello

Precompresso

**Materiali**

|  |   |
|--|---|
| <b>B450C</b>   | <b>C32/40</b>   |
| ε <sub>su</sub> <input type="text" value="67,5"/> ‰            | ε <sub>c2</sub> <input type="text" value="2"/> ‰                    |
| f <sub>yd</sub> <input type="text" value="391,3"/> N/mm²       | ε <sub>cu</sub> <input type="text" value="3,5"/> ‰                  |
| E <sub>s</sub> <input type="text" value="200.000"/> N/mm²      | f <sub>cd</sub> <input type="text" value="18,13"/> ‰                |
| E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub> <input type="text" value="15"/> | f <sub>cc</sub> /f <sub>cd</sub> <input type="text" value="0,8"/> ? |
| ε <sub>syd</sub> <input type="text" value="1,957"/> ‰          | σ <sub>c,adm</sub> <input type="text" value="12,25"/>               |
| σ <sub>s,adm</sub> <input type="text" value="255"/> N/mm²      | τ <sub>co</sub> <input type="text" value="0,7333"/>                 |
|  | τ <sub>c1</sub> <input type="text" value="2,114"/>                  |

M<sub>xRd</sub>  kN m

σ<sub>c</sub>  N/mm²

σ<sub>s</sub>  N/mm²

ε<sub>c</sub>  ‰

ε<sub>s</sub>  ‰

d  cm

x     x/d

δ

Figura 47- Verifica a presso flessione sezione di testa (piedritti)

|  |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
|--|---|----------|--------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|-----------|
| APPALTATORE:<br>Mandatario: <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>            | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE<br>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI<br>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014           |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b><br>Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>  | <table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.10.00.001</td> <td>B</td> <td>66 di 147</td> </tr> </table> | PROGETTO | LOTTO        | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | SL.10.00.001 | B | 66 di 147 |
| PROGETTO   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV.     | PAGINA    |      |        |      |          |    |              |   |           |
| IF1M   | 0.0.E.ZZ  | CL       | SL.10.00.001 | B        | 66 di 147 |      |        |      |          |    |              |   |           |

### 8.5.1.2 Verifica a taglio

Si riportano le verifiche più gravose sui piedritti e sui traversi.

#### Traverso superiore

Ai fini della verifica a taglio sul traverso superiore si prevede l'utilizzo di staffe  $\phi 14/30 \times 30$  in prossimità delle sezioni di estremità e di staffe  $\phi 14/60 \times 60$  in prossimità della sezione di mezzeria. Nel seguito il dettaglio della verifica.

| Verifiche a taglio - D.M. 14-01-2008   |   |                       |                   |                       |             |                                    |               |        |                               |       |                 |       |  |          |           |          |   |                         |      |        |     |        |    |        |     |
|--|---|-----------------------|-------------------|-----------------------|-------------|------------------------------------|---------------|--------|-------------------------------|-------|-----------------|-------|--|----------|-----------|----------|---|-------------------------|------|--------|-----|--------|----|--------|-----|
| <b>Materiali</b>   | <b>Geometria sezione</b>  |                       |                   |                       |             |                                    |               |        |                               |       |                 |       |  |          |           |          |   |                         |      |        |     |        |    |        |     |
| <table border="1"> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;"><i>Calcestruzzo</i></td></tr> <tr><td>Rck [Mpa]</td><td style="text-align: center;">40</td></tr> <tr><td>fck [Mpa]</td><td style="text-align: center;">33.2</td></tr> <tr><td>fc'd [Mpa]</td><td style="text-align: center;">18.8</td></tr> <tr><td colspan="2"> </td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;"><i>Acciaio</i></td></tr> <tr><td>fyk [Mpa]</td><td style="text-align: center;">450</td></tr> <tr><td>fyd [Mpa]</td><td style="text-align: center;">391.3</td></tr> </table> | <i>Calcestruzzo</i>   |                       | Rck [Mpa]         | 40                    | fck [Mpa]   | 33.2                               | fc'd [Mpa]    | 18.8   |                               |       | <i>Acciaio</i>  |       | fyk [Mpa]  | 450      | fyd [Mpa] | 391.3    | <table border="1"> <tr><td>b [mm]</td><td style="text-align: center;">1000</td></tr> <tr><td>h [mm]</td><td style="text-align: center;">400</td></tr> <tr><td>c [mm]</td><td style="text-align: center;">70</td></tr> <tr><td>d [mm]</td><td style="text-align: center;">330</td></tr> </table> | b [mm]                  | 1000 | h [mm] | 400 | c [mm] | 70 | d [mm] | 330 |
| <i>Calcestruzzo</i>  |   |                       |                   |                       |             |                                    |               |        |                               |       |                 |       |  |          |           |          |   |                         |      |        |     |        |    |        |     |
| Rck [Mpa]  | 40  |                       |                   |                       |             |                                    |               |        |                               |       |                 |       |  |          |           |          |   |                         |      |        |     |        |    |        |     |
| fck [Mpa]  | 33.2  |                       |                   |                       |             |                                    |               |        |                               |       |                 |       |  |          |           |          |   |                         |      |        |     |        |    |        |     |
| fc'd [Mpa]   | 18.8  |                       |                   |                       |             |                                    |               |        |                               |       |                 |       |  |          |           |          |   |                         |      |        |     |        |    |        |     |
|  |   |                       |                   |                       |             |                                    |               |        |                               |       |                 |       |  |          |           |          |   |                         |      |        |     |        |    |        |     |
| <i>Acciaio</i>   |   |                       |                   |                       |             |                                    |               |        |                               |       |                 |       |  |          |           |          |   |                         |      |        |     |        |    |        |     |
| fyk [Mpa]  | 450   |                       |                   |                       |             |                                    |               |        |                               |       |                 |       |  |          |           |          |   |                         |      |        |     |        |    |        |     |
| fyd [Mpa]  | 391.3   |                       |                   |                       |             |                                    |               |        |                               |       |                 |       |  |          |           |          |   |                         |      |        |     |        |    |        |     |
| b [mm]   | 1000  |                       |                   |                       |             |                                    |               |        |                               |       |                 |       |  |          |           |          |   |                         |      |        |     |        |    |        |     |
| h [mm]   | 400   |                       |                   |                       |             |                                    |               |        |                               |       |                 |       |  |          |           |          |   |                         |      |        |     |        |    |        |     |
| c [mm]   | 70  |                       |                   |                       |             |                                    |               |        |                               |       |                 |       |  |          |           |          |   |                         |      |        |     |        |    |        |     |
| d [mm]   | 330   |                       |                   |                       |             |                                    |               |        |                               |       |                 |       |  |          |           |          |   |                         |      |        |     |        |    |        |     |
| <table border="1"> <tr><td>k</td><td style="text-align: center;">1.78</td></tr> <tr><td>v<sub>min</sub></td><td style="text-align: center;">0.48</td></tr> <tr><td><math>\rho_l</math></td><td style="text-align: center;">0.0095</td></tr> <tr><td><math>\sigma_{cp}</math></td><td style="text-align: center;">0.0000</td></tr> </table>   | k   | 1.78                  | v <sub>min</sub>  | 0.48                  | $\rho_l$    | 0.0095                             | $\sigma_{cp}$ | 0.0000 | <b>Armatura longitudinale</b> |       |                 |       |  |          |           |          |   |                         |      |        |     |        |    |        |     |
| k  | 1.78  |                       |                   |                       |             |                                    |               |        |                               |       |                 |       |  |          |           |          |   |                         |      |        |     |        |    |        |     |
| v <sub>min</sub>   | 0.48  |                       |                   |                       |             |                                    |               |        |                               |       |                 |       |  |          |           |          |   |                         |      |        |     |        |    |        |     |
| $\rho_l$   | 0.0095  |                       |                   |                       |             |                                    |               |        |                               |       |                 |       |  |          |           |          |   |                         |      |        |     |        |    |        |     |
| $\sigma_{cp}$  | 0.0000  |                       |                   |                       |             |                                    |               |        |                               |       |                 |       |  |          |           |          |   |                         |      |        |     |        |    |        |     |
| <table border="1"> <tr><td><math>\nu</math></td><td style="text-align: center;">0.5</td></tr> <tr><td><math>(\sigma_{cp})^*</math></td><td style="text-align: center;">0</td></tr> <tr><td><math>\alpha_c</math></td><td style="text-align: center;">1</td></tr> <tr><td><math>\omega_{sw}</math></td><td style="text-align: center;">0.036</td></tr> <tr><td>cotg<math>\theta</math></td><td style="text-align: center;">3.614</td></tr> <tr><td>cotg<math>\theta^*</math></td><td style="text-align: center;">2.500</td></tr> </table>                                   | $\nu$   | 0.5                   | $(\sigma_{cp})^*$ | 0                     | $\alpha_c$  | 1                                  | $\omega_{sw}$ | 0.036  | cotg $\theta$                 | 3.614 | cotg $\theta^*$ | 2.500 | <table border="1"> <tr><td>n° barre</td><td style="text-align: center;">10</td></tr> <tr><td>diametro</td><td style="text-align: center;">20</td></tr> <tr><td>Area [mm<sup>2</sup>]</td><td style="text-align: center;">3140</td></tr> </table> | n° barre | 10        | diametro | 20  | Area [mm <sup>2</sup> ] | 3140 |        |     |        |    |        |     |
| $\nu$  | 0.5   |                       |                   |                       |             |                                    |               |        |                               |       |                 |       |  |          |           |          |   |                         |      |        |     |        |    |        |     |
| $(\sigma_{cp})^*$  | 0   |                       |                   |                       |             |                                    |               |        |                               |       |                 |       |  |          |           |          |   |                         |      |        |     |        |    |        |     |
| $\alpha_c$   | 1   |                       |                   |                       |             |                                    |               |        |                               |       |                 |       |  |          |           |          |   |                         |      |        |     |        |    |        |     |
| $\omega_{sw}$  | 0.036   |                       |                   |                       |             |                                    |               |        |                               |       |                 |       |  |          |           |          |   |                         |      |        |     |        |    |        |     |
| cotg $\theta$  | 3.614   |                       |                   |                       |             |                                    |               |        |                               |       |                 |       |  |          |           |          |   |                         |      |        |     |        |    |        |     |
| cotg $\theta^*$  | 2.500   |                       |                   |                       |             |                                    |               |        |                               |       |                 |       |  |          |           |          |   |                         |      |        |     |        |    |        |     |
| n° barre   | 10  |                       |                   |                       |             |                                    |               |        |                               |       |                 |       |  |          |           |          |   |                         |      |        |     |        |    |        |     |
| diametro   | 20  |                       |                   |                       |             |                                    |               |        |                               |       |                 |       |  |          |           |          |   |                         |      |        |     |        |    |        |     |
| Area [mm <sup>2</sup> ]  | 3140  |                       |                   |                       |             |                                    |               |        |                               |       |                 |       |  |          |           |          |   |                         |      |        |     |        |    |        |     |
|  | <b>Armatura trasversale</b>   |                       |                   |                       |             |                                    |               |        |                               |       |                 |       |  |          |           |          |   |                         |      |        |     |        |    |        |     |
|  | <table border="1"> <tr><td>Staffe <math>\Phi</math></td><td style="text-align: center;">14</td></tr> <tr><td>n° bracci</td><td style="text-align: center;">3.333333333</td></tr> <tr><td>A<sub>sw</sub> [mm<sup>2</sup>]</td><td style="text-align: center;">512.8666667</td></tr> <tr><td>s [mm]</td><td style="text-align: center;">300</td></tr> </table>                              | Staffe $\Phi$         | 14                | n° bracci             | 3.333333333 | A <sub>sw</sub> [mm <sup>2</sup> ] | 512.8666667   | s [mm] | 300                           |       |                 |       |  |          |           |          |   |                         |      |        |     |        |    |        |     |
| Staffe $\Phi$  | 14  |                       |                   |                       |             |                                    |               |        |                               |       |                 |       |  |          |           |          |   |                         |      |        |     |        |    |        |     |
| n° bracci  | 3.333333333   |                       |                   |                       |             |                                    |               |        |                               |       |                 |       |  |          |           |          |   |                         |      |        |     |        |    |        |     |
| A <sub>sw</sub> [mm <sup>2</sup> ]   | 512.8666667   |                       |                   |                       |             |                                    |               |        |                               |       |                 |       |  |          |           |          |   |                         |      |        |     |        |    |        |     |
| s [mm]   | 300   |                       |                   |                       |             |                                    |               |        |                               |       |                 |       |  |          |           |          |   |                         |      |        |     |        |    |        |     |
|  | <b>Sollecitazioni di calcolo</b>  |                       |                   |                       |             |                                    |               |        |                               |       |                 |       |  |          |           |          |   |                         |      |        |     |        |    |        |     |
|  | <table border="1"> <tr><td>N<sub>Ed</sub> [kN]</td><td style="text-align: center;">0</td></tr> <tr><td>V<sub>Ed</sub> [kN]</td><td style="text-align: center;">399.5</td></tr> </table>   | N <sub>Ed</sub> [kN]  | 0                 | V <sub>Ed</sub> [kN]  | 399.5       |                                    |               |        |                               |       |                 |       |  |          |           |          |   |                         |      |        |     |        |    |        |     |
| N <sub>Ed</sub> [kN]   | 0   |                       |                   |                       |             |                                    |               |        |                               |       |                 |       |  |          |           |          |   |                         |      |        |     |        |    |        |     |
| V <sub>Ed</sub> [kN]   | 399.5   |                       |                   |                       |             |                                    |               |        |                               |       |                 |       |  |          |           |          |   |                         |      |        |     |        |    |        |     |
|  | <b>VERIFICA</b>   |                       |                   |                       |             |                                    |               |        |                               |       |                 |       |  |          |           |          |   |                         |      |        |     |        |    |        |     |
|  | <b>Sezione non armata a taglio</b>  |                       |                   |                       |             |                                    |               |        |                               |       |                 |       |  |          |           |          |   |                         |      |        |     |        |    |        |     |
|  | <table border="1"> <tr><td>V<sub>Rsd</sub> [kN]</td><td style="text-align: center;">222.64</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: center; background-color: red; color: white;">Armare!!!</td></tr> </table>   | V <sub>Rsd</sub> [kN] | 222.64            |                       | Armare!!!   |                                    |               |        |                               |       |                 |       |  |          |           |          |   |                         |      |        |     |        |    |        |     |
| V <sub>Rsd</sub> [kN]  | 222.64  |                       |                   |                       |             |                                    |               |        |                               |       |                 |       |  |          |           |          |   |                         |      |        |     |        |    |        |     |
|  | Armare!!!   |                       |                   |                       |             |                                    |               |        |                               |       |                 |       |  |          |           |          |   |                         |      |        |     |        |    |        |     |
|  | <b>Sezione armata a taglio</b>  |                       |                   |                       |             |                                    |               |        |                               |       |                 |       |  |          |           |          |   |                         |      |        |     |        |    |        |     |
|  | <b>Crisi armatura a taglio</b>  |                       |                   |                       |             |                                    |               |        |                               |       |                 |       |  |          |           |          |   |                         |      |        |     |        |    |        |     |
|  | <table border="1"> <tr><td>V<sub>Rsd</sub> [kN]</td><td style="text-align: center;">496.70</td></tr> <tr><td>V<sub>Rcd</sub> [kN]</td><td style="text-align: center;">963.37</td></tr> <tr><td>V<sub>Rd</sub> [kN]</td><td style="text-align: center;">496.70</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: center; background-color: green; color: white;">Verificato</td></tr> </table> | V <sub>Rsd</sub> [kN] | 496.70            | V <sub>Rcd</sub> [kN] | 963.37      | V <sub>Rd</sub> [kN]               | 496.70        |        | Verificato                    |       |                 |       |  |          |           |          |   |                         |      |        |     |        |    |        |     |
| V <sub>Rsd</sub> [kN]  | 496.70  |                       |                   |                       |             |                                    |               |        |                               |       |                 |       |  |          |           |          |   |                         |      |        |     |        |    |        |     |
| V <sub>Rcd</sub> [kN]  | 963.37  |                       |                   |                       |             |                                    |               |        |                               |       |                 |       |  |          |           |          |   |                         |      |        |     |        |    |        |     |
| V <sub>Rd</sub> [kN]   | 496.70  |                       |                   |                       |             |                                    |               |        |                               |       |                 |       |  |          |           |          |   |                         |      |        |     |        |    |        |     |
|  | Verificato  |                       |                   |                       |             |                                    |               |        |                               |       |                 |       |  |          |           |          |   |                         |      |        |     |        |    |        |     |

Figura 48- Verifica a taglio sezione di estremità (traverso superiore)

|  |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
|--|---|----------|--------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|-----------|
| APPALTATORE:<br>Mandataria: <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>            | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE<br>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI<br>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014           |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTISTA:<br>Mandataria: <b>SYSTRA S.A.</b><br>Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>  | <table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.10.00.001</td> <td>B</td> <td>67 di 147</td> </tr> </table> | PROGETTO | LOTTO        | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | SL.10.00.001 | B | 67 di 147 |
| PROGETTO   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV.     | PAGINA    |      |        |      |          |    |              |   |           |
| IF1M   | 0.0.E.ZZ  | CL       | SL.10.00.001 | B        | 67 di 147 |      |        |      |          |    |              |   |           |

### Verifiche a taglio - D.M. 14-01-2008

#### Materiali

|                     |      |
|---------------------|------|
| <b>Calcestruzzo</b> |      |
| Rck [Mpa]           | 40   |
| fck [Mpa]           | 33.2 |
| fed [Mpa]           | 18.8 |

|                |       |
|----------------|-------|
| <b>Acciaio</b> |       |
| fyk [Mpa]      | 450   |
| fyd [Mpa]      | 391.3 |

|                  |        |
|------------------|--------|
| k                | 1.78   |
| v <sub>min</sub> | 0.48   |
| ρ <sub>l</sub>   | 0.0061 |
| σ <sub>cp</sub>  | 0.0000 |

|                                 |       |
|---------------------------------|-------|
| ν                               | 0.5   |
| (σ <sub>cp</sub> ) <sup>*</sup> | 0     |
| α <sub>c</sub>                  | 1     |
| ω <sub>sw</sub>                 | 0.009 |
| cotgθ                           | 7.433 |
| cotgθ <sup>*</sup>              | 2.500 |

#### Geometria sezione

|        |      |
|--------|------|
| b [mm] | 1000 |
| h [mm] | 400  |
| c [mm] | 70   |
| d [mm] | 330  |

#### Armatura longitudinale

|                         |        |
|-------------------------|--------|
| n° barre                | 10     |
| diametro                | 16     |
| Area [mm <sup>2</sup> ] | 2009.6 |

#### Armatura trasversale

|                                    |             |
|------------------------------------|-------------|
| Staffe Φ                           | 14          |
| n° bracci                          | 1.666666667 |
| A <sub>sw</sub> [mm <sup>2</sup> ] | 256.4333333 |
| s [mm]                             | 600         |

#### Sollecitazioni di calcolo

|                      |       |
|----------------------|-------|
| N <sub>Ed</sub> [kN] | 0     |
| V <sub>Ed</sub> [kN] | 110.3 |

#### VERIFICA

##### Sezione non armata a taglio

|                      |            |
|----------------------|------------|
| V <sub>Rd</sub> [kN] | 191.86     |
|                      | Verificato |

##### Sezione armata a taglio

##### Crisi armatura a taglio

|                       |            |
|-----------------------|------------|
| V <sub>Rsd</sub> [kN] | 124.18     |
| V <sub>Rcd</sub> [kN] | 963.37     |
| V <sub>Rd</sub> [kN]  | 124.18     |
|                       | Verificato |

Figura 49- Verifica a taglio sezione di mezzeria (traverso superiore)

|  |  |
|--|--|
| APPALTATORE:<br>Mandatario: <span style="margin-left: 100px;">Mandante:</span><br><b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> <span style="margin-left: 100px;"><b>ASTALDI S.p.A.</b></span>  | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: <span style="margin-left: 100px;">Mandante:</span><br><b>SYSTRA S.A.</b> <span style="margin-left: 50px;"><b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b></span> <span style="margin-left: 50px;"><b>ROCKSOIL S.p.A.</b></span> |  |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>  | PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA<br><b>IF1M 0.0.E.ZZ CL SL.10.00.001 B 68 di 147</b>  |

### Soletta di fondazione

Ai fini della verifica a taglio sulla soletta di fondazione si prevede l'utilizzo di staffe  $\phi 12/30 \times 30$ . Nel seguito il dettaglio della verifica.

| Verifiche a taglio - D.M. 14-01-2008   |                          |                               |  |           |            |   |   |        |               |             |                                    |        |        |        |   |  |          |                  |          |    |                         |        |   |          |   |          |     |
|--|--------------------------|-------------------------------|--|-----------|------------|---|---|--------|---------------|-------------|------------------------------------|--------|--------|--------|---|--|----------|------------------|----------|----|-------------------------|--------|---|----------|---|----------|-----|
| <b>Materiali</b>   | <b>Geometria sezione</b> | <b>Armatura longitudinale</b> | <b>Sollecitazioni di calcolo</b>   |           |            |   |   |        |               |             |                                    |        |        |        |   |  |          |                  |          |    |                         |        |   |          |   |          |     |
| <b>Calcestruzzo</b><br><table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Rck [Mpa]</td><td style="text-align: center;">40</td></tr> <tr><td>fcck [Mpa]</td><td style="text-align: center;">33.2</td></tr> <tr><td>fcdd [Mpa]</td><td style="text-align: center;">18.8</td></tr> </table>  | Rck [Mpa]                | 40                            | fcck [Mpa]   | 33.2      | fcdd [Mpa] | 18.8  | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>b [mm]</td><td style="text-align: center;">1000</td></tr> <tr><td>h [mm]</td><td style="text-align: center;">500</td></tr> <tr><td>c [mm]</td><td style="text-align: center;">70</td></tr> <tr><td>d [mm]</td><td style="text-align: center;">430</td></tr> </table> | b [mm] | 1000          | h [mm]      | 500                                | c [mm] | 70     | d [mm] | 430   | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>n° barre</td><td style="text-align: center;">10</td></tr> <tr><td>diámetro</td><td style="text-align: center;">24</td></tr> <tr><td>Area [mm<sup>2</sup>]</td><td style="text-align: center;">4521.6</td></tr> </table> | n° barre | 10               | diámetro | 24 | Area [mm <sup>2</sup> ] | 4521.6 | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>NEd [kN]</td><td style="text-align: center;">0</td></tr> <tr><td>VED [kN]</td><td style="text-align: center;">367</td></tr> </table> | NEd [kN] | 0 | VED [kN] | 367 |
| Rck [Mpa]  | 40                       |                               |  |           |            |   |   |        |               |             |                                    |        |        |        |   |  |          |                  |          |    |                         |        |   |          |   |          |     |
| fcck [Mpa]   | 33.2                     |                               |  |           |            |   |   |        |               |             |                                    |        |        |        |   |  |          |                  |          |    |                         |        |   |          |   |          |     |
| fcdd [Mpa]   | 18.8                     |                               |  |           |            |   |   |        |               |             |                                    |        |        |        |   |  |          |                  |          |    |                         |        |   |          |   |          |     |
| b [mm]   | 1000                     |                               |  |           |            |   |   |        |               |             |                                    |        |        |        |   |  |          |                  |          |    |                         |        |   |          |   |          |     |
| h [mm]   | 500                      |                               |  |           |            |   |   |        |               |             |                                    |        |        |        |   |  |          |                  |          |    |                         |        |   |          |   |          |     |
| c [mm]   | 70                       |                               |  |           |            |   |   |        |               |             |                                    |        |        |        |   |  |          |                  |          |    |                         |        |   |          |   |          |     |
| d [mm]   | 430                      |                               |  |           |            |   |   |        |               |             |                                    |        |        |        |   |  |          |                  |          |    |                         |        |   |          |   |          |     |
| n° barre   | 10                       |                               |  |           |            |   |   |        |               |             |                                    |        |        |        |   |  |          |                  |          |    |                         |        |   |          |   |          |     |
| diámetro   | 24                       |                               |  |           |            |   |   |        |               |             |                                    |        |        |        |   |  |          |                  |          |    |                         |        |   |          |   |          |     |
| Area [mm <sup>2</sup> ]  | 4521.6                   |                               |  |           |            |   |   |        |               |             |                                    |        |        |        |   |  |          |                  |          |    |                         |        |   |          |   |          |     |
| NEd [kN]   | 0                        |                               |  |           |            |   |   |        |               |             |                                    |        |        |        |   |  |          |                  |          |    |                         |        |   |          |   |          |     |
| VED [kN]   | 367                      |                               |  |           |            |   |   |        |               |             |                                    |        |        |        |   |  |          |                  |          |    |                         |        |   |          |   |          |     |
| <b>Acciaio</b><br><table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>fyk [Mpa]</td><td style="text-align: center;">450</td></tr> <tr><td>fyd [Mpa]</td><td style="text-align: center;">391.3</td></tr> </table>  | fyk [Mpa]                | 450                           | fyd [Mpa]  | 391.3     |            | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Staffe <math>\Phi</math></td><td style="text-align: center;">12</td></tr> <tr><td>n° bracci</td><td style="text-align: center;">3.333333333</td></tr> <tr><td>Asw [mm<sup>2</sup>]</td><td style="text-align: center;">376.8</td></tr> <tr><td>s [mm]</td><td style="text-align: center;">300</td></tr> </table> | Staffe $\Phi$   | 12     | n° bracci     | 3.333333333 | Asw [mm <sup>2</sup> ]             | 376.8  | s [mm] | 300    | <b>VERIFICA</b>   |  |          |                  |          |    |                         |        |   |          |   |          |     |
| fyk [Mpa]  | 450                      |                               |  |           |            |   |   |        |               |             |                                    |        |        |        |   |  |          |                  |          |    |                         |        |   |          |   |          |     |
| fyd [Mpa]  | 391.3                    |                               |  |           |            |   |   |        |               |             |                                    |        |        |        |   |  |          |                  |          |    |                         |        |   |          |   |          |     |
| Staffe $\Phi$  | 12                       |                               |  |           |            |   |   |        |               |             |                                    |        |        |        |   |  |          |                  |          |    |                         |        |   |          |   |          |     |
| n° bracci  | 3.333333333              |                               |  |           |            |   |   |        |               |             |                                    |        |        |        |   |  |          |                  |          |    |                         |        |   |          |   |          |     |
| Asw [mm <sup>2</sup> ]   | 376.8                    |                               |  |           |            |   |   |        |               |             |                                    |        |        |        |   |  |          |                  |          |    |                         |        |   |          |   |          |     |
| s [mm]   | 300                      |                               |  |           |            |   |   |        |               |             |                                    |        |        |        |   |  |          |                  |          |    |                         |        |   |          |   |          |     |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>k</td><td style="text-align: center;">1.68</td></tr> <tr><td>v<sub>min</sub></td><td style="text-align: center;">0.44</td></tr> <tr><td><math>\rho_l</math></td><td style="text-align: center;">0.0105</td></tr> <tr><td><math>\sigma_{cp}</math></td><td style="text-align: center;">0.0000</td></tr> </table>   | k                        | 1.68                          | v <sub>min</sub>   | 0.44      | $\rho_l$   | 0.0105  | $\sigma_{cp}$   | 0.0000 |               |             | <b>Sezione non armata a taglio</b> |        |        |        |   |  |          |                  |          |    |                         |        |   |          |   |          |     |
| k  | 1.68                     |                               |  |           |            |   |   |        |               |             |                                    |        |        |        |   |  |          |                  |          |    |                         |        |   |          |   |          |     |
| v <sub>min</sub>   | 0.44                     |                               |  |           |            |   |   |        |               |             |                                    |        |        |        |   |  |          |                  |          |    |                         |        |   |          |   |          |     |
| $\rho_l$   | 0.0105                   |                               |  |           |            |   |   |        |               |             |                                    |        |        |        |   |  |          |                  |          |    |                         |        |   |          |   |          |     |
| $\sigma_{cp}$  | 0.0000                   |                               |  |           |            |   |   |        |               |             |                                    |        |        |        |   |  |          |                  |          |    |                         |        |   |          |   |          |     |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td><math>\nu</math></td><td style="text-align: center;">0.5</td></tr> <tr><td><math>(\sigma_{cp})^*</math></td><td style="text-align: center;">0</td></tr> <tr><td><math>\alpha_c</math></td><td style="text-align: center;">1</td></tr> <tr><td><math>\omega_{sw}</math></td><td style="text-align: center;">0.026</td></tr> <tr><td>cotg<math>\theta</math></td><td style="text-align: center;">4.259</td></tr> <tr><td>cotg<math>\theta^*</math></td><td style="text-align: center;">2.500</td></tr> </table> | $\nu$                    | 0.5                           | $(\sigma_{cp})^*$  | 0         | $\alpha_c$ | 1   | $\omega_{sw}$   | 0.026  | cotg $\theta$ | 4.259       | cotg $\theta^*$                    | 2.500  |        |        | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>VRd [kN]</td><td style="text-align: center;">283.66</td></tr> <tr style="background-color: red; color: white;"><td colspan="2" style="text-align: center;"><b>Armare!!!</b></td></tr> </table> | VRd [kN]   | 283.66   | <b>Armare!!!</b> |          |    |                         |        |   |          |   |          |     |
| $\nu$  | 0.5                      |                               |  |           |            |   |   |        |               |             |                                    |        |        |        |   |  |          |                  |          |    |                         |        |   |          |   |          |     |
| $(\sigma_{cp})^*$  | 0                        |                               |  |           |            |   |   |        |               |             |                                    |        |        |        |   |  |          |                  |          |    |                         |        |   |          |   |          |     |
| $\alpha_c$   | 1                        |                               |  |           |            |   |   |        |               |             |                                    |        |        |        |   |  |          |                  |          |    |                         |        |   |          |   |          |     |
| $\omega_{sw}$  | 0.026                    |                               |  |           |            |   |   |        |               |             |                                    |        |        |        |   |  |          |                  |          |    |                         |        |   |          |   |          |     |
| cotg $\theta$  | 4.259                    |                               |  |           |            |   |   |        |               |             |                                    |        |        |        |   |  |          |                  |          |    |                         |        |   |          |   |          |     |
| cotg $\theta^*$  | 2.500                    |                               |  |           |            |   |   |        |               |             |                                    |        |        |        |   |  |          |                  |          |    |                         |        |   |          |   |          |     |
| VRd [kN]   | 283.66                   |                               |  |           |            |   |   |        |               |             |                                    |        |        |        |   |  |          |                  |          |    |                         |        |   |          |   |          |     |
| <b>Armare!!!</b>   |                          |                               |  |           |            |   |   |        |               |             |                                    |        |        |        |   |  |          |                  |          |    |                         |        |   |          |   |          |     |
|  |                          |                               | <b>Sezione armata a taglio</b>   |           |            |   |   |        |               |             |                                    |        |        |        |   |  |          |                  |          |    |                         |        |   |          |   |          |     |
|  |                          |                               | <b>Crisi armatura a taglio</b>   |           |            |   |   |        |               |             |                                    |        |        |        |   |  |          |                  |          |    |                         |        |   |          |   |          |     |
|  |                          |                               | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>VRsd [kN]</td><td style="text-align: center;">475.51</td></tr> <tr><td>VRcd [kN]</td><td style="text-align: center;">1255.30</td></tr> </table>   | VRsd [kN] | 475.51     | VRcd [kN]   | 1255.30   |        |               |             |                                    |        |        |        |   |  |          |                  |          |    |                         |        |   |          |   |          |     |
| VRsd [kN]  | 475.51                   |                               |  |           |            |   |   |        |               |             |                                    |        |        |        |   |  |          |                  |          |    |                         |        |   |          |   |          |     |
| VRcd [kN]  | 1255.30                  |                               |  |           |            |   |   |        |               |             |                                    |        |        |        |   |  |          |                  |          |    |                         |        |   |          |   |          |     |
|  |                          |                               | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>VRd [kN]</td><td style="text-align: center;">475.51</td></tr> <tr style="background-color: green; color: white;"><td colspan="2" style="text-align: center;"><b>Verificato</b></td></tr> </table> | VRd [kN]  | 475.51     | <b>Verificato</b>   |   |        |               |             |                                    |        |        |        |   |  |          |                  |          |    |                         |        |   |          |   |          |     |
| VRd [kN]   | 475.51                   |                               |  |           |            |   |   |        |               |             |                                    |        |        |        |   |  |          |                  |          |    |                         |        |   |          |   |          |     |
| <b>Verificato</b>  |                          |                               |  |           |            |   |   |        |               |             |                                    |        |        |        |   |  |          |                  |          |    |                         |        |   |          |   |          |     |

Figura 50 - Verifica a taglio sezione di estremità (soletta di fondazione)

|  |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
|--|---|----------|--------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|-----------|
| APPALTATORE:<br>Mandatario: <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>            | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE<br>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI<br>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014           |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b><br>Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>  | <table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.10.00.001</td> <td>B</td> <td>69 di 147</td> </tr> </table> | PROGETTO | LOTTO        | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | SL.10.00.001 | B | 69 di 147 |
| PROGETTO   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV.     | PAGINA    |      |        |      |          |    |              |   |           |
| IF1M   | 0.0.E.ZZ  | CL       | SL.10.00.001 | B        | 69 di 147 |      |        |      |          |    |              |   |           |

**Verifiche a taglio - D.M. 14-01-2008**

**Materiali**

|                     |      |
|---------------------|------|
| <b>Calcestruzzo</b> |      |
| Rck [Mpa]           | 40   |
| fck [Mpa]           | 33.2 |
| fed [Mpa]           | 18.8 |

|                |       |
|----------------|-------|
| <b>Acciaio</b> |       |
| fyk [Mpa]      | 450   |
| fyd [Mpa]      | 391.3 |

|                  |        |
|------------------|--------|
| k                | 1.68   |
| v <sub>min</sub> | 0.44   |
| ρ <sub>l</sub>   | 0.0073 |
| σ <sub>cp</sub>  | 0.0000 |

|                                 |       |
|---------------------------------|-------|
| ν                               | 0.5   |
| (σ <sub>cp</sub> ) <sup>*</sup> | 0     |
| α <sub>c</sub>                  | 1     |
| ω <sub>sw</sub>                 | 0.026 |
| cotgθ                           | 4.259 |
| cotgθ <sup>*</sup>              | 2.500 |

**Geometria sezione**

|        |      |
|--------|------|
| b [mm] | 1000 |
| h [mm] | 500  |
| c [mm] | 70   |
| d [mm] | 430  |

**Armatura longitudinale**

|                         |      |
|-------------------------|------|
| n° barre                | 10   |
| diametro                | 20   |
| Area [mm <sup>2</sup> ] | 3140 |

**Armatura trasversale**

|                                    |            |
|------------------------------------|------------|
| Staffe Φ                           | 12         |
| n° bracci                          | 3.33333333 |
| A <sub>sw</sub> [mm <sup>2</sup> ] | 376.8      |
| s [mm]                             | 300        |

**Sollecitazioni di calcolo**

|                      |       |
|----------------------|-------|
| N <sub>Ed</sub> [kN] | 0     |
| V <sub>Ed</sub> [kN] | 257.8 |

**VERIFICA**

|                                    |                   |
|------------------------------------|-------------------|
| <b>Sezione non armata a taglio</b> |                   |
| V <sub>Rd</sub> [kN]               | 251.19            |
|                                    | <b>Armare!!!</b>  |
| <b>Sezione armata a taglio</b>     |                   |
| <b>Crisi armatura a taglio</b>     |                   |
| V <sub>Rsd</sub> [kN]              | 475.51            |
| V <sub>Rcd</sub> [kN]              | 1255.30           |
| V <sub>Rd</sub> [kN]               | 475.51            |
|                                    | <b>Verificato</b> |

**Figura 51- Verifica a taglio sezione di mezzera (soletta di fondazione)**

|  |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
|--|---|----------|--------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|-----------|
| APPALTATORE:<br>Mandatario: <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>            | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>          |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b><br>Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>  | <table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.10.00.001</td> <td>B</td> <td>70 di 147</td> </tr> </table> | PROGETTO | LOTTO        | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | SL.10.00.001 | B | 70 di 147 |
| PROGETTO   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV.     | PAGINA    |      |        |      |          |    |              |   |           |
| IF1M   | 0.0.E.ZZ  | CL       | SL.10.00.001 | B        | 70 di 147 |      |        |      |          |    |              |   |           |

## Piedritti

Ai fini della verifica a taglio sui piedritti si prevede l'utilizzo di staffe  $\phi$  12/30x30. Nel seguito il dettaglio della verifica.

| Verifiche a taglio - D.M. 14-01-2008   |  |                       |                   |                       |                   |                                    |               |        |                |       |                 |       |           |       |   |        |      |        |     |        |    |        |     |
|--|--|-----------------------|-------------------|-----------------------|-------------------|------------------------------------|---------------|--------|----------------|-------|-----------------|-------|-----------|-------|---|--------|------|--------|-----|--------|----|--------|-----|
| <b>Materiali</b>   | <b>Geometria sezione</b>   |                       |                   |                       |                   |                                    |               |        |                |       |                 |       |           |       |   |        |      |        |     |        |    |        |     |
| <table border="1"> <tr><td colspan="2"><i>Calcestruzzo</i></td></tr> <tr><td>Rck [Mpa]</td><td>40</td></tr> <tr><td>fck [Mpa]</td><td>33,2</td></tr> <tr><td>fed [Mpa]</td><td>18,8</td></tr> <tr><td colspan="2"><i>Acciaio</i></td></tr> <tr><td>fyk [Mpa]</td><td>450</td></tr> <tr><td>fyd [Mpa]</td><td>391,3</td></tr> </table>                            | <i>Calcestruzzo</i>  |                       | Rck [Mpa]         | 40                    | fck [Mpa]         | 33,2                               | fed [Mpa]     | 18,8   | <i>Acciaio</i> |       | fyk [Mpa]       | 450   | fyd [Mpa] | 391,3 | <table border="1"> <tr><td>b [mm]</td><td>1000</td></tr> <tr><td>h [mm]</td><td>400</td></tr> <tr><td>c [mm]</td><td>70</td></tr> <tr><td>d [mm]</td><td>330</td></tr> </table> | b [mm] | 1000 | h [mm] | 400 | c [mm] | 70 | d [mm] | 330 |
| <i>Calcestruzzo</i>  |  |                       |                   |                       |                   |                                    |               |        |                |       |                 |       |           |       |   |        |      |        |     |        |    |        |     |
| Rck [Mpa]  | 40   |                       |                   |                       |                   |                                    |               |        |                |       |                 |       |           |       |   |        |      |        |     |        |    |        |     |
| fck [Mpa]  | 33,2   |                       |                   |                       |                   |                                    |               |        |                |       |                 |       |           |       |   |        |      |        |     |        |    |        |     |
| fed [Mpa]  | 18,8   |                       |                   |                       |                   |                                    |               |        |                |       |                 |       |           |       |   |        |      |        |     |        |    |        |     |
| <i>Acciaio</i>   |  |                       |                   |                       |                   |                                    |               |        |                |       |                 |       |           |       |   |        |      |        |     |        |    |        |     |
| fyk [Mpa]  | 450  |                       |                   |                       |                   |                                    |               |        |                |       |                 |       |           |       |   |        |      |        |     |        |    |        |     |
| fyd [Mpa]  | 391,3  |                       |                   |                       |                   |                                    |               |        |                |       |                 |       |           |       |   |        |      |        |     |        |    |        |     |
| b [mm]   | 1000   |                       |                   |                       |                   |                                    |               |        |                |       |                 |       |           |       |   |        |      |        |     |        |    |        |     |
| h [mm]   | 400  |                       |                   |                       |                   |                                    |               |        |                |       |                 |       |           |       |   |        |      |        |     |        |    |        |     |
| c [mm]   | 70   |                       |                   |                       |                   |                                    |               |        |                |       |                 |       |           |       |   |        |      |        |     |        |    |        |     |
| d [mm]   | 330  |                       |                   |                       |                   |                                    |               |        |                |       |                 |       |           |       |   |        |      |        |     |        |    |        |     |
|  | <b>Armatura longitudinale</b>  |                       |                   |                       |                   |                                    |               |        |                |       |                 |       |           |       |   |        |      |        |     |        |    |        |     |
|  | <table border="1"> <tr><td>n° barre</td><td>10</td></tr> <tr><td>diámetro</td><td>24</td></tr> <tr><td>Area [mm<sup>2</sup>]</td><td>4521,6</td></tr> </table>   | n° barre              | 10                | diámetro              | 24                | Area [mm <sup>2</sup> ]            | 4521,6        |        |                |       |                 |       |           |       |   |        |      |        |     |        |    |        |     |
| n° barre   | 10   |                       |                   |                       |                   |                                    |               |        |                |       |                 |       |           |       |   |        |      |        |     |        |    |        |     |
| diámetro   | 24   |                       |                   |                       |                   |                                    |               |        |                |       |                 |       |           |       |   |        |      |        |     |        |    |        |     |
| Area [mm <sup>2</sup> ]  | 4521,6   |                       |                   |                       |                   |                                    |               |        |                |       |                 |       |           |       |   |        |      |        |     |        |    |        |     |
|  | <b>Armatura trasversale</b>  |                       |                   |                       |                   |                                    |               |        |                |       |                 |       |           |       |   |        |      |        |     |        |    |        |     |
|  | <table border="1"> <tr><td>Staffe <math>\Phi</math></td><td>12</td></tr> <tr><td>n° bracci</td><td>3,333333333</td></tr> <tr><td>A<sub>sw</sub> [mm<sup>2</sup>]</td><td>376,8</td></tr> <tr><td>s [mm]</td><td>300</td></tr> </table> | Staffe $\Phi$         | 12                | n° bracci             | 3,333333333       | A <sub>sw</sub> [mm <sup>2</sup> ] | 376,8         | s [mm] | 300            |       |                 |       |           |       |   |        |      |        |     |        |    |        |     |
| Staffe $\Phi$  | 12   |                       |                   |                       |                   |                                    |               |        |                |       |                 |       |           |       |   |        |      |        |     |        |    |        |     |
| n° bracci  | 3,333333333  |                       |                   |                       |                   |                                    |               |        |                |       |                 |       |           |       |   |        |      |        |     |        |    |        |     |
| A <sub>sw</sub> [mm <sup>2</sup> ]   | 376,8  |                       |                   |                       |                   |                                    |               |        |                |       |                 |       |           |       |   |        |      |        |     |        |    |        |     |
| s [mm]   | 300  |                       |                   |                       |                   |                                    |               |        |                |       |                 |       |           |       |   |        |      |        |     |        |    |        |     |
|  | <b>Sollecitazioni di calcolo</b>   |                       |                   |                       |                   |                                    |               |        |                |       |                 |       |           |       |   |        |      |        |     |        |    |        |     |
|  | <table border="1"> <tr><td>N<sub>Ed</sub> [kN]</td><td>0</td></tr> <tr><td>V<sub>Ed</sub> [kN]</td><td>319,9</td></tr> </table>  | N <sub>Ed</sub> [kN]  | 0                 | V <sub>Ed</sub> [kN]  | 319,9             |                                    |               |        |                |       |                 |       |           |       |   |        |      |        |     |        |    |        |     |
| N <sub>Ed</sub> [kN]   | 0  |                       |                   |                       |                   |                                    |               |        |                |       |                 |       |           |       |   |        |      |        |     |        |    |        |     |
| V <sub>Ed</sub> [kN]   | 319,9  |                       |                   |                       |                   |                                    |               |        |                |       |                 |       |           |       |   |        |      |        |     |        |    |        |     |
|  | <b>VERIFICA</b>  |                       |                   |                       |                   |                                    |               |        |                |       |                 |       |           |       |   |        |      |        |     |        |    |        |     |
|  | <b>Sezione non armata a taglio</b>   |                       |                   |                       |                   |                                    |               |        |                |       |                 |       |           |       |   |        |      |        |     |        |    |        |     |
|  | <table border="1"> <tr><td>V<sub>Rd</sub> [kN]</td><td>251,41</td></tr> <tr><td></td><td style="background-color: red; color: white; text-align: center;"><b>Armare!!!</b></td></tr> </table>  | V <sub>Rd</sub> [kN]  | 251,41            |                       | <b>Armare!!!</b>  |                                    |               |        |                |       |                 |       |           |       |   |        |      |        |     |        |    |        |     |
| V <sub>Rd</sub> [kN]   | 251,41   |                       |                   |                       |                   |                                    |               |        |                |       |                 |       |           |       |   |        |      |        |     |        |    |        |     |
|  | <b>Armare!!!</b>   |                       |                   |                       |                   |                                    |               |        |                |       |                 |       |           |       |   |        |      |        |     |        |    |        |     |
|  | <b>Sezione armata a taglio</b>   |                       |                   |                       |                   |                                    |               |        |                |       |                 |       |           |       |   |        |      |        |     |        |    |        |     |
|  | <b>Crisi armatura a taglio</b>   |                       |                   |                       |                   |                                    |               |        |                |       |                 |       |           |       |   |        |      |        |     |        |    |        |     |
|  | <table border="1"> <tr><td>V<sub>Rsd</sub> [kN]</td><td>364,92</td></tr> <tr><td>V<sub>Rcd</sub> [kN]</td><td>963,37</td></tr> </table>  | V <sub>Rsd</sub> [kN] | 364,92            | V <sub>Rcd</sub> [kN] | 963,37            |                                    |               |        |                |       |                 |       |           |       |   |        |      |        |     |        |    |        |     |
| V <sub>Rsd</sub> [kN]  | 364,92   |                       |                   |                       |                   |                                    |               |        |                |       |                 |       |           |       |   |        |      |        |     |        |    |        |     |
| V <sub>Rcd</sub> [kN]  | 963,37   |                       |                   |                       |                   |                                    |               |        |                |       |                 |       |           |       |   |        |      |        |     |        |    |        |     |
|  | <table border="1"> <tr><td>V<sub>Rd</sub> [kN]</td><td>364,92</td></tr> <tr><td></td><td style="background-color: green; color: white; text-align: center;"><b>Verificato</b></td></tr> </table>                                       | V <sub>Rd</sub> [kN]  | 364,92            |                       | <b>Verificato</b> |                                    |               |        |                |       |                 |       |           |       |   |        |      |        |     |        |    |        |     |
| V <sub>Rd</sub> [kN]   | 364,92   |                       |                   |                       |                   |                                    |               |        |                |       |                 |       |           |       |   |        |      |        |     |        |    |        |     |
|  | <b>Verificato</b>  |                       |                   |                       |                   |                                    |               |        |                |       |                 |       |           |       |   |        |      |        |     |        |    |        |     |
|  |  |                       |                   |                       |                   |                                    |               |        |                |       |                 |       |           |       |   |        |      |        |     |        |    |        |     |
| <table border="1"> <tr><td>k</td><td>1,78</td></tr> <tr><td>v<sub>min</sub></td><td>0,48</td></tr> <tr><td><math>\rho_l</math></td><td>0,0137</td></tr> <tr><td><math>\sigma_{cp}</math></td><td>0,0000</td></tr> </table>   | k  | 1,78                  | v <sub>min</sub>  | 0,48                  | $\rho_l$          | 0,0137                             | $\sigma_{cp}$ | 0,0000 |                |       |                 |       |           |       |   |        |      |        |     |        |    |        |     |
| k  | 1,78   |                       |                   |                       |                   |                                    |               |        |                |       |                 |       |           |       |   |        |      |        |     |        |    |        |     |
| v <sub>min</sub>   | 0,48   |                       |                   |                       |                   |                                    |               |        |                |       |                 |       |           |       |   |        |      |        |     |        |    |        |     |
| $\rho_l$   | 0,0137   |                       |                   |                       |                   |                                    |               |        |                |       |                 |       |           |       |   |        |      |        |     |        |    |        |     |
| $\sigma_{cp}$  | 0,0000   |                       |                   |                       |                   |                                    |               |        |                |       |                 |       |           |       |   |        |      |        |     |        |    |        |     |
| <table border="1"> <tr><td><math>\nu</math></td><td>0,5</td></tr> <tr><td><math>(\sigma_{cp})^*</math></td><td>0</td></tr> <tr><td><math>\alpha_c</math></td><td>1</td></tr> <tr><td><math>\omega_{sw}</math></td><td>0,026</td></tr> <tr><td>cotg<math>\theta</math></td><td>4,259</td></tr> <tr><td>cotg<math>\theta^*</math></td><td>2,500</td></tr> </table> | $\nu$  | 0,5                   | $(\sigma_{cp})^*$ | 0                     | $\alpha_c$        | 1                                  | $\omega_{sw}$ | 0,026  | cotg $\theta$  | 4,259 | cotg $\theta^*$ | 2,500 |           |       |   |        |      |        |     |        |    |        |     |
| $\nu$  | 0,5  |                       |                   |                       |                   |                                    |               |        |                |       |                 |       |           |       |   |        |      |        |     |        |    |        |     |
| $(\sigma_{cp})^*$  | 0  |                       |                   |                       |                   |                                    |               |        |                |       |                 |       |           |       |   |        |      |        |     |        |    |        |     |
| $\alpha_c$   | 1  |                       |                   |                       |                   |                                    |               |        |                |       |                 |       |           |       |   |        |      |        |     |        |    |        |     |
| $\omega_{sw}$  | 0,026  |                       |                   |                       |                   |                                    |               |        |                |       |                 |       |           |       |   |        |      |        |     |        |    |        |     |
| cotg $\theta$  | 4,259  |                       |                   |                       |                   |                                    |               |        |                |       |                 |       |           |       |   |        |      |        |     |        |    |        |     |
| cotg $\theta^*$  | 2,500  |                       |                   |                       |                   |                                    |               |        |                |       |                 |       |           |       |   |        |      |        |     |        |    |        |     |

Figura 52 - Verifica a taglio sezione di spiccatto (piedritti)

|  |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
|--|---|----------|--------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|-----------|
| APPALTATORE:<br>Mandatario: <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>            | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE<br>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI<br>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014           |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b><br>Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>  | <table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.10.00.001</td> <td>B</td> <td>71 di 147</td> </tr> </table> | PROGETTO | LOTTO        | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | SL.10.00.001 | B | 71 di 147 |
| PROGETTO   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV.     | PAGINA    |      |        |      |          |    |              |   |           |
| IF1M   | 0.0.E.ZZ  | CL       | SL.10.00.001 | B        | 71 di 147 |      |        |      |          |    |              |   |           |

**Verifiche a taglio - D.M. 14-01-2008**

**Materiali**

|                     |      |
|---------------------|------|
| <b>Calcestruzzo</b> |      |
| Rck [Mpa]           | 40   |
| fck [Mpa]           | 33,2 |
| fed [Mpa]           | 18,8 |

|                |       |
|----------------|-------|
| <b>Acciaio</b> |       |
| fyk [Mpa]      | 450   |
| fyd [Mpa]      | 391,3 |

|                  |        |
|------------------|--------|
| k                | 1,78   |
| v <sub>min</sub> | 0,48   |
| ρ <sub>l</sub>   | 0,0048 |
| σ <sub>cp</sub>  | 0,0000 |

|                                 |       |
|---------------------------------|-------|
| ν                               | 0,5   |
| (σ <sub>cp</sub> ) <sup>*</sup> | 0     |
| α <sub>c</sub>                  | 1     |
| ω <sub>sw</sub>                 | 0,026 |
| cotgθ                           | 4,259 |
| cotgθ <sup>*</sup>              | 2,500 |

**Geometria sezione**

|        |      |
|--------|------|
| b [mm] | 1000 |
| h [mm] | 400  |
| c [mm] | 70   |
| d [mm] | 330  |

**Armatura longitudinale**

|                         |      |
|-------------------------|------|
| n° barre                | 5    |
| diametro                | 20   |
| Area [mm <sup>2</sup> ] | 1570 |

**Armatura trasversale**

|                                    |             |
|------------------------------------|-------------|
| Staffe Φ                           | 12          |
| n° bracci                          | 3,333333333 |
| A <sub>sw</sub> [mm <sup>2</sup> ] | 376,8       |
| s [mm]                             | 300         |

**Sollecitazioni di calcolo**

|                      |       |
|----------------------|-------|
| N <sub>Ed</sub> [kN] | 0     |
| V <sub>Ed</sub> [kN] | 118,9 |

**VERIFICA**

**Sezione non armata a taglio**

|                      |            |
|----------------------|------------|
| V <sub>Rd</sub> [kN] | 176,71     |
|                      | Verificato |

**Sezione armata a taglio**

**Crisi armatura a taglio**

|                       |            |
|-----------------------|------------|
| V <sub>Rsd</sub> [kN] | 364,92     |
| V <sub>Rcd</sub> [kN] | 963,37     |
| V <sub>Rd</sub> [kN]  | 364,92     |
|                       | Verificato |

**Figura 53 - Verifica a taglio sezione di mezzeria (piedritti)**

|  |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
|--|---|----------|--------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|-----------|
| APPALTATORE:<br>Mandatario: <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>            | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE<br>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI<br>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014           |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b><br>Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>  | <table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.10.00.001</td> <td>B</td> <td>72 di 147</td> </tr> </table> | PROGETTO | LOTTO        | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | SL.10.00.001 | B | 72 di 147 |
| PROGETTO   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV.     | PAGINA    |      |        |      |          |    |              |   |           |
| IF1M   | 0.0.E.ZZ  | CL       | SL.10.00.001 | B        | 72 di 147 |      |        |      |          |    |              |   |           |

**Verifiche a taglio - D.M. 14-01-2008**

|  |                          |                               |  |                       |            |                       |               |   |   |        |                 |        |           |            |                                    |        |        |  |                 |    |          |    |                         |      |   |                      |   |                      |       |
|--|--------------------------|-------------------------------|--|-----------------------|------------|-----------------------|---------------|---|---|--------|-----------------|--------|-----------|------------|------------------------------------|--------|--------|--|-----------------|----|----------|----|-------------------------|------|---|----------------------|---|----------------------|-------|
| <b>Materiali</b>   | <b>Geometria sezione</b> | <b>Armatura longitudinale</b> | <b>Sollecitazioni di calcolo</b>   |                       |            |                       |               |   |   |        |                 |        |           |            |                                    |        |        |  |                 |    |          |    |                         |      |   |                      |   |                      |       |
| <table border="1"> <tr><td colspan="2"><b>Calcestruzzo</b></td></tr> <tr><td>Rck [Mpa]</td><td>40</td></tr> <tr><td>fck [Mpa]</td><td>33,2</td></tr> <tr><td>fed [Mpa]</td><td>18,8</td></tr> </table>   | <b>Calcestruzzo</b>      |                               | Rck [Mpa]  | 40                    | fck [Mpa]  | 33,2                  | fed [Mpa]     | 18,8  | <table border="1"> <tr><td>b [mm]</td><td>1000</td></tr> <tr><td>h [mm]</td><td>400</td></tr> <tr><td>c [mm]</td><td>70</td></tr> <tr><td>d [mm]</td><td>330</td></tr> </table> | b [mm] | 1000            | h [mm] | 400       | c [mm]     | 70                                 | d [mm] | 330    | <table border="1"> <tr><td>n° barre</td><td>10</td></tr> <tr><td>diametro</td><td>20</td></tr> <tr><td>Area [mm<sup>2</sup>]</td><td>3140</td></tr> </table> | n° barre        | 10 | diametro | 20 | Area [mm <sup>2</sup> ] | 3140 | <table border="1"> <tr><td>N<sub>Ed</sub> [kN]</td><td>0</td></tr> <tr><td>V<sub>Ed</sub> [kN]</td><td>214,7</td></tr> </table> | N <sub>Ed</sub> [kN] | 0 | V <sub>Ed</sub> [kN] | 214,7 |
| <b>Calcestruzzo</b>  |                          |                               |  |                       |            |                       |               |   |   |        |                 |        |           |            |                                    |        |        |  |                 |    |          |    |                         |      |   |                      |   |                      |       |
| Rck [Mpa]  | 40                       |                               |  |                       |            |                       |               |   |   |        |                 |        |           |            |                                    |        |        |  |                 |    |          |    |                         |      |   |                      |   |                      |       |
| fck [Mpa]  | 33,2                     |                               |  |                       |            |                       |               |   |   |        |                 |        |           |            |                                    |        |        |  |                 |    |          |    |                         |      |   |                      |   |                      |       |
| fed [Mpa]  | 18,8                     |                               |  |                       |            |                       |               |   |   |        |                 |        |           |            |                                    |        |        |  |                 |    |          |    |                         |      |   |                      |   |                      |       |
| b [mm]   | 1000                     |                               |  |                       |            |                       |               |   |   |        |                 |        |           |            |                                    |        |        |  |                 |    |          |    |                         |      |   |                      |   |                      |       |
| h [mm]   | 400                      |                               |  |                       |            |                       |               |   |   |        |                 |        |           |            |                                    |        |        |  |                 |    |          |    |                         |      |   |                      |   |                      |       |
| c [mm]   | 70                       |                               |  |                       |            |                       |               |   |   |        |                 |        |           |            |                                    |        |        |  |                 |    |          |    |                         |      |   |                      |   |                      |       |
| d [mm]   | 330                      |                               |  |                       |            |                       |               |   |   |        |                 |        |           |            |                                    |        |        |  |                 |    |          |    |                         |      |   |                      |   |                      |       |
| n° barre   | 10                       |                               |  |                       |            |                       |               |   |   |        |                 |        |           |            |                                    |        |        |  |                 |    |          |    |                         |      |   |                      |   |                      |       |
| diametro   | 20                       |                               |  |                       |            |                       |               |   |   |        |                 |        |           |            |                                    |        |        |  |                 |    |          |    |                         |      |   |                      |   |                      |       |
| Area [mm <sup>2</sup> ]  | 3140                     |                               |  |                       |            |                       |               |   |   |        |                 |        |           |            |                                    |        |        |  |                 |    |          |    |                         |      |   |                      |   |                      |       |
| N <sub>Ed</sub> [kN]   | 0                        |                               |  |                       |            |                       |               |   |   |        |                 |        |           |            |                                    |        |        |  |                 |    |          |    |                         |      |   |                      |   |                      |       |
| V <sub>Ed</sub> [kN]   | 214,7                    |                               |  |                       |            |                       |               |   |   |        |                 |        |           |            |                                    |        |        |  |                 |    |          |    |                         |      |   |                      |   |                      |       |
| <table border="1"> <tr><td colspan="2"><b>Acciaio</b></td></tr> <tr><td>fyk [Mpa]</td><td>450</td></tr> <tr><td>fyd [Mpa]</td><td>391,3</td></tr> </table>   | <b>Acciaio</b>           |                               | fyk [Mpa]  | 450                   | fyd [Mpa]  | 391,3                 |               | <table border="1"> <tr><td colspan="2"><b>Armatura trasversale</b></td></tr> <tr><td>Staffe <math>\Phi</math></td><td>12</td></tr> <tr><td>n° bracci</td><td>3,33333333</td></tr> <tr><td>A<sub>sw</sub> [mm<sup>2</sup>]</td><td>376,8</td></tr> <tr><td>s [mm]</td><td>300</td></tr> </table> | <b>Armatura trasversale</b>   |        | Staffe $\Phi$   | 12     | n° bracci | 3,33333333 | A <sub>sw</sub> [mm <sup>2</sup> ] | 376,8  | s [mm] | 300  | <b>VERIFICA</b> |    |          |    |                         |      |   |                      |   |                      |       |
| <b>Acciaio</b>   |                          |                               |  |                       |            |                       |               |   |   |        |                 |        |           |            |                                    |        |        |  |                 |    |          |    |                         |      |   |                      |   |                      |       |
| fyk [Mpa]  | 450                      |                               |  |                       |            |                       |               |   |   |        |                 |        |           |            |                                    |        |        |  |                 |    |          |    |                         |      |   |                      |   |                      |       |
| fyd [Mpa]  | 391,3                    |                               |  |                       |            |                       |               |   |   |        |                 |        |           |            |                                    |        |        |  |                 |    |          |    |                         |      |   |                      |   |                      |       |
| <b>Armatura trasversale</b>  |                          |                               |  |                       |            |                       |               |   |   |        |                 |        |           |            |                                    |        |        |  |                 |    |          |    |                         |      |   |                      |   |                      |       |
| Staffe $\Phi$  | 12                       |                               |  |                       |            |                       |               |   |   |        |                 |        |           |            |                                    |        |        |  |                 |    |          |    |                         |      |   |                      |   |                      |       |
| n° bracci  | 3,33333333               |                               |  |                       |            |                       |               |   |   |        |                 |        |           |            |                                    |        |        |  |                 |    |          |    |                         |      |   |                      |   |                      |       |
| A <sub>sw</sub> [mm <sup>2</sup> ]   | 376,8                    |                               |  |                       |            |                       |               |   |   |        |                 |        |           |            |                                    |        |        |  |                 |    |          |    |                         |      |   |                      |   |                      |       |
| s [mm]   | 300                      |                               |  |                       |            |                       |               |   |   |        |                 |        |           |            |                                    |        |        |  |                 |    |          |    |                         |      |   |                      |   |                      |       |
|  |                          |                               | <b>Sezione non armata a taglio</b>   |                       |            |                       |               |   |   |        |                 |        |           |            |                                    |        |        |  |                 |    |          |    |                         |      |   |                      |   |                      |       |
|  |                          |                               | <table border="1"> <tr><td>V<sub>Rd</sub> [kN]</td><td>222,64</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: center;">Verificato</td></tr> </table>   | V <sub>Rd</sub> [kN]  | 222,64     |                       | Verificato    |   |   |        |                 |        |           |            |                                    |        |        |  |                 |    |          |    |                         |      |   |                      |   |                      |       |
| V <sub>Rd</sub> [kN]   | 222,64                   |                               |  |                       |            |                       |               |   |   |        |                 |        |           |            |                                    |        |        |  |                 |    |          |    |                         |      |   |                      |   |                      |       |
|  | Verificato               |                               |  |                       |            |                       |               |   |   |        |                 |        |           |            |                                    |        |        |  |                 |    |          |    |                         |      |   |                      |   |                      |       |
|  |                          |                               | <b>Sezione armata a taglio</b>   |                       |            |                       |               |   |   |        |                 |        |           |            |                                    |        |        |  |                 |    |          |    |                         |      |   |                      |   |                      |       |
|  |                          |                               | <b>Crisi armatura a taglio</b>   |                       |            |                       |               |   |   |        |                 |        |           |            |                                    |        |        |  |                 |    |          |    |                         |      |   |                      |   |                      |       |
|  |                          |                               | <table border="1"> <tr><td>V<sub>Rsd</sub> [kN]</td><td>364,92</td></tr> <tr><td>V<sub>Rcd</sub> [kN]</td><td>963,37</td></tr> <tr><td>V<sub>Rd</sub> [kN]</td><td>364,92</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: center;">Verificato</td></tr> </table> | V <sub>Rsd</sub> [kN] | 364,92     | V <sub>Rcd</sub> [kN] | 963,37        | V <sub>Rd</sub> [kN]  | 364,92  |        | Verificato      |        |           |            |                                    |        |        |  |                 |    |          |    |                         |      |   |                      |   |                      |       |
| V <sub>Rsd</sub> [kN]  | 364,92                   |                               |  |                       |            |                       |               |   |   |        |                 |        |           |            |                                    |        |        |  |                 |    |          |    |                         |      |   |                      |   |                      |       |
| V <sub>Rcd</sub> [kN]  | 963,37                   |                               |  |                       |            |                       |               |   |   |        |                 |        |           |            |                                    |        |        |  |                 |    |          |    |                         |      |   |                      |   |                      |       |
| V <sub>Rd</sub> [kN]   | 364,92                   |                               |  |                       |            |                       |               |   |   |        |                 |        |           |            |                                    |        |        |  |                 |    |          |    |                         |      |   |                      |   |                      |       |
|  | Verificato               |                               |  |                       |            |                       |               |   |   |        |                 |        |           |            |                                    |        |        |  |                 |    |          |    |                         |      |   |                      |   |                      |       |
| <table border="1"> <tr><td>k</td><td>1,78</td></tr> <tr><td>v<sub>min</sub></td><td>0,48</td></tr> <tr><td><math>\rho_l</math></td><td>0,0095</td></tr> <tr><td><math>\sigma_{cp}</math></td><td>0,0000</td></tr> </table>   | k                        | 1,78                          | v <sub>min</sub>   | 0,48                  | $\rho_l$   | 0,0095                | $\sigma_{cp}$ | 0,0000  |   |        |                 |        |           |            |                                    |        |        |  |                 |    |          |    |                         |      |   |                      |   |                      |       |
| k  | 1,78                     |                               |  |                       |            |                       |               |   |   |        |                 |        |           |            |                                    |        |        |  |                 |    |          |    |                         |      |   |                      |   |                      |       |
| v <sub>min</sub>   | 0,48                     |                               |  |                       |            |                       |               |   |   |        |                 |        |           |            |                                    |        |        |  |                 |    |          |    |                         |      |   |                      |   |                      |       |
| $\rho_l$   | 0,0095                   |                               |  |                       |            |                       |               |   |   |        |                 |        |           |            |                                    |        |        |  |                 |    |          |    |                         |      |   |                      |   |                      |       |
| $\sigma_{cp}$  | 0,0000                   |                               |  |                       |            |                       |               |   |   |        |                 |        |           |            |                                    |        |        |  |                 |    |          |    |                         |      |   |                      |   |                      |       |
| <table border="1"> <tr><td><math>\nu</math></td><td>0,5</td></tr> <tr><td><math>(\sigma_{cp})^*</math></td><td>0</td></tr> <tr><td><math>\alpha_c</math></td><td>1</td></tr> <tr><td><math>\omega_{sw}</math></td><td>0,026</td></tr> <tr><td>cotg<math>\theta</math></td><td>4,259</td></tr> <tr><td>cotg<math>\theta^*</math></td><td>2,500</td></tr> </table> | $\nu$                    | 0,5                           | $(\sigma_{cp})^*$  | 0                     | $\alpha_c$ | 1                     | $\omega_{sw}$ | 0,026   | cotg $\theta$   | 4,259  | cotg $\theta^*$ | 2,500  |           |            |                                    |        |        |  |                 |    |          |    |                         |      |   |                      |   |                      |       |
| $\nu$  | 0,5                      |                               |  |                       |            |                       |               |   |   |        |                 |        |           |            |                                    |        |        |  |                 |    |          |    |                         |      |   |                      |   |                      |       |
| $(\sigma_{cp})^*$  | 0                        |                               |  |                       |            |                       |               |   |   |        |                 |        |           |            |                                    |        |        |  |                 |    |          |    |                         |      |   |                      |   |                      |       |
| $\alpha_c$   | 1                        |                               |  |                       |            |                       |               |   |   |        |                 |        |           |            |                                    |        |        |  |                 |    |          |    |                         |      |   |                      |   |                      |       |
| $\omega_{sw}$  | 0,026                    |                               |  |                       |            |                       |               |   |   |        |                 |        |           |            |                                    |        |        |  |                 |    |          |    |                         |      |   |                      |   |                      |       |
| cotg $\theta$  | 4,259                    |                               |  |                       |            |                       |               |   |   |        |                 |        |           |            |                                    |        |        |  |                 |    |          |    |                         |      |   |                      |   |                      |       |
| cotg $\theta^*$  | 2,500                    |                               |  |                       |            |                       |               |   |   |        |                 |        |           |            |                                    |        |        |  |                 |    |          |    |                         |      |   |                      |   |                      |       |

**Figura 54- Verifica a taglio sezione di testa (piedritti)**



|   |   |  |                          |                        |                                  |   |                            |
|---|---|--|--------------------------|------------------------|----------------------------------|---|----------------------------|
| APPALTATORE:<br><i>Mandatario:</i><br><b>SALINI IMPREGIO S.p.A.</b> | <i>Mandante:</i><br><b>ASTALDI S.p.A.</b> | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b>           |                          |                        |                                  |   |                            |
|   |   | <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>                    |                          |                        |                                  |   |                            |
| PROGETTISTA:<br><i>Mandatario:</i><br><b>SYSTRA S.A.</b>            |   | <i>Mandante:</i><br><b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> |                          | <b>ROCKSOIL S.p.A.</b> |                                  | <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |                            |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>                   |   | PROGETTO<br><b>IF1M</b>                          | LOTTO<br><b>0.0.E.ZZ</b> | CODIFICA<br><b>CL</b>  | DOCUMENTO<br><b>SL.10.00.001</b> | REV.<br><b>B</b>  | PAGINA<br><b>73 di 147</b> |

## 8.5.2 Verifiche agli Stati Limite D'esercizio

### 8.5.2.1 Verifica alle tensioni

Nel seguito si riportata la verifica alle tensioni per la combinazione di carico quasi permanente e rara, eseguita nelle sezioni più significative, ovvero le estremità degli elementi e nella mezzeria degli stessi.

| Elemento              | Combinazione     | z<br>m | N<br>KN | Mx<br>KNm | $\sigma_c$<br>Mpa | $\sigma_{c, lim}$<br>Mpa | Verifica |
|-----------------------|------------------|--------|---------|-----------|-------------------|--------------------------|----------|
| Traversa superiore    | Quasi permanente | 0.00   | -       | -25,20    | 1,17              | 13.28                    | ok       |
|                       |                  | 1.90   | -       | 26,80     | 1,40              | 13.28                    | ok       |
|                       |                  | 3.80   | -       | -25,20    | 1,17              | 13.28                    | ok       |
|                       | Rara             | 0.00   | -       | -144,80   | 6,70              | 18.26                    | ok       |
|                       |                  | 1.90   | -       | 95,90     | 5,01              | 18.26                    | ok       |
|                       |                  | 3.80   | -       | -144,80   | 6,70              | 18.26                    | ok       |
| Soletta di fondazione | Quasi permanente | 0.00   | -       | 57,50     | 1,60              | 13.28                    | ok       |
|                       |                  | 1.90   | -       | -25,00    | 0,70              | 13.28                    | ok       |
|                       |                  | 3.80   | -       | 57,50     | 1,60              | 13.28                    | ok       |
|                       | Rara             | 0.00   | -       | 206,60    | 5,76              | 18.26                    | ok       |
|                       |                  | 1.90   | -       | -145,50   | 4,06              | 18.26                    | ok       |
|                       |                  | 3.80   | -       | 206,60    | 5,76              | 18.26                    | ok       |
| Piedritti             | Quasi permanente | 0.00   | 100.70  | 57,50     | 2,60              | 13.28                    | ok       |
|                       |                  | 2.20   | 87.50   | -22,60    | 1,25              | 13.28                    | ok       |
|                       |                  | 4.40   | 67.80   | 25,20     | 1,27              | 13.28                    | ok       |
|                       | Rara             | 0.00   | 186.70  | 206,60    | 9,04              | 18.26                    | ok       |
|                       |                  | 2.20   | 167.00  | -43,90    | 2,42              | 18.26                    | ok       |
|                       |                  | 4.40   | 238.90  | 144,80    | 7,18              | 18.26                    | ok       |

**Tabella 13- Verifica alle tensioni (calcestruzzo)**

|   |   |  |              |       |           |           |      |        |      |          |    |              |   |
|---|---|--|--------------|-------|-----------|-----------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|
| APPALTATORE:<br><u>Mandatario:</u><br><b>SALINI IMPREGIO S.p.A.</b> | <u>Mandante:</u><br><b>ASTALDI S.p.A.</b>   | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b><br><b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b><br><b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |              |       |           |           |      |        |      |          |    |              |   |
| PROGETTISTA:<br><u>Mandatario:</u><br><b>SYSTRA S.A.</b>            | <u>Mandante:</u><br><b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>   |  |              |       |           |           |      |        |      |          |    |              |   |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>                   | <table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.10.00.001</td> <td>B</td> <td>74 di 147</td> </tr> </table> |  | PROGETTO     | LOTTO | CODIFICA  | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | SL.10.00.001 | B |
| PROGETTO  | LOTTO   | CODIFICA   | DOCUMENTO    | REV.  | PAGINA    |           |      |        |      |          |    |              |   |
| IF1M  | 0.0.E.ZZ  | CL   | SL.10.00.001 | B     | 74 di 147 |           |      |        |      |          |    |              |   |

| Elemento              | Combinazione | z<br>m | N<br>KN | Mx<br>KNm | $\sigma_s$<br>Mpa | $\sigma_s, \text{lim}$<br>Mpa | Verifica |
|-----------------------|--------------|--------|---------|-----------|-------------------|-------------------------------|----------|
| Traversa superiore    | Rara         | 0.00   | -       | -144,80   | 162,80            | 337.5                         | ok       |
|                       |              | 1.90   | -       | 95,90     | 165,80            | 337.5                         | ok       |
|                       |              | 3.80   | -       | -144,80   | 162,80            | 337.5                         | ok       |
| Soletta di fondazione | Rara         | 0.00   | -       | 206,60    | 174,50            | 337.5                         | ok       |
|                       |              | 1.90   | -       | -145,50   | 122,90            | 337.5                         | ok       |
|                       |              | 3.80   | -       | 206,60    | 174,50            | 337.5                         | ok       |
| Piedritti             | Rara         | 0.00   | 186.70  | 206,60    | 144,70            | 337.5                         | ok       |
|                       |              | 2.20   | 167.00  | -43,90    | 45,18             | 337.5                         | ok       |
|                       |              | 4.40   | 238.90  | 144,80    | 126,30            | 337.5                         | ok       |

**Tabella 14- Verifica alle tensioni (acciaio)**

|  |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
|--|---|----------|--------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|-----------|
| APPALTATORE:<br>Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.<br>Mandante: ASTALDI S.p.A.            | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014                 |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: SYSTRA S.A.<br>Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A. |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTO ESECUTIVO<br>Relazione di calcolo   | <table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.10.00.001</td> <td>B</td> <td>75 di 147</td> </tr> </table> | PROGETTO | LOTTO        | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | SL.10.00.001 | B | 75 di 147 |
| PROGETTO   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV.     | PAGINA    |      |        |      |          |    |              |   |           |
| IF1M   | 0.0.E.ZZ  | CL       | SL.10.00.001 | B        | 75 di 147 |      |        |      |          |    |              |   |           |

### 8.5.2.2 Verifica di apertura delle fessure

Nel seguito si riportata la verifica di apertura delle fessure per la combinazione di carico rara, eseguita nelle sezioni più significative, ovvero le estremità degli elementi e nella mezzeria degli stessi.

#### Traverso superiore

|   |                             |   |
|---|-----------------------------|---|
| <b>Tipo di combinazione SLE</b>   |                             |   |
| <b>Comb.</b>  | Rara (IF)                   | <b>Verifica speciale:</b> Italferr (sotto bin.)       |
| <b>Materiali</b>  |                             |   |
| <b>Cls</b>  | C32/40                      | $f_{ctk} = f_{ctm} / 1,2$ 2,58 MPa $f_{ck}$ 33,2 MPa  |
| <b>Acciaio</b>  | B450C                       | $f_{yk}$ 450 MPa                                      |
| <b>Sollecitazioni e caratteristiche della sezione</b>                               |                             |   |
| <b><math>M_{Ed}</math></b>  | 144,8 kNm                   | Sollecitazione flettente                              |
| <b><math>N_{ed}</math></b>  | 0 kN                        | Sforzo normale ( <b>negativo</b> se di compressione)  |
| <b><math>c</math></b>   | 70 mm                       | Distanza dell'asse delle armature tese dal bordo      |
| <b><math>H</math></b>   | 400 mm                      | Altezza totale della sezione                          |
| <b><math>B</math></b>   | 1000 mm                     | Base della sezione                                    |
| <b><math>d</math></b>   | 330 mm                      | Altezza utile della sezione                           |
| <b><math>A_s</math></b>   | 3141,59 mm <sup>2</sup>     | Armatura tesa   |
| <b><math>A'_s</math></b>  | 2010,62 mm <sup>2</sup>     | Armatura compressa                                    |
| <b><math>n</math></b>   | 15                          | Omogeneizzazione acciaio/cls compr.                   |
| <b><math>y</math></b>   | 200 mm                      | Posizione del baricentro                              |
| <b>Calcolo del momento di fessurazione (sezione non fessurata)</b>                  |                             |   |
| <b><math>A^*</math></b>   | 477283,1793 mm <sup>2</sup> | Area omogeneizzata                                    |
| <b><math>I^*</math></b>   | 6,6394E+09 mm <sup>4</sup>  | Inerzia omogeneizzata                                 |
| <b><math>M_{fess}</math></b>  | <b>85,73</b> kNm            | Momento di prima fessurazione < $M_{Ed}$              |
| <b>SEZIONE FESSURATA! DETERMINA L'ASSE NEUTRO E PASSA AL CALCOLO DELLE AMPIEZZE</b> |                             |   |
| <b>Calcolo delle tensioni nel caso di flessione semplice (sezione fessurata)</b>    |                             |   |
| <b><math>x_c</math></b>   | 126 mm                      | Posizione dell'asse neutro                            |
| <b><math>I_{ci}</math></b>  | 2,7225E+09 mm <sup>4</sup>  | Inerzia omogeneizzata                                 |
| <b><math>f</math></b>   | 77 mm                       |   |
| <b><math>h_o</math></b>   | 229 mm                      |   |
| <b><math>\sigma_{tmax}</math></b>   | <b>162,81</b> MPa           | Tensione nell'acciaio      Verifica tensionale OK     |
| <b><math>\sigma_{cmax}</math></b>   | <b>6,70</b> MPa             | Tensione nel calcestruzzo      Verifica tensionale OK |
| <b><math>M_y</math></b>   | <b>400</b> kNm              | Momento allo snervamento                              |

Figura 55- Verifica a fessurazione sezione di estremità (traverso superiore)

|  |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
|--|---|----------|--------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|-----------|
| APPALTATORE:<br>Mandatario: SALINI IMPREGIO S.p.A.<br>Mandante: ASTALDI S.p.A.             | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE<br>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI<br>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014           |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: SYSTRA S.A.<br>Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A. |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTO ESECUTIVO<br>Relazione di calcolo   | <table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.10.00.001</td> <td>B</td> <td>76 di 147</td> </tr> </table> | PROGETTO | LOTTO        | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | SL.10.00.001 | B | 76 di 147 |
| PROGETTO   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV.     | PAGINA    |      |        |      |          |    |              |   |           |
| IF1M   | 0.0.E.ZZ  | CL       | SL.10.00.001 | B        | 76 di 147 |      |        |      |          |    |              |   |           |

|   |  |   |                                 |
|---|--|---|---------------------------------|
| <b>Tipo di combinazione SLE</b>                                 |  |   |                                 |
| <b>Comb.</b>  | Rara (IF)  |   |                                 |
| <b>Materiali</b>  |  |   |                                 |
| <b>Cls</b>  | C32/40   | $f_{ctm}$   | 3,10 MPa $E_c$ 33643 MPa        |
| <b>Acciaio</b>  | B450C  | $f_{yk}$  | 450 MPa $E_s$ 210000 MPa        |
|   |  |   | $\alpha_e$ 6,24                 |
| <b>Ipotesi di calcolo</b>                                       |  |   |                                 |
| Cond. ambientali  | Aggressive   |   |                                 |
| Tipo di armature  | Poco sensibili                                       |   |                                 |
| Tipi di carichi   | Lunga durata   |   |                                 |
| <b>Sollecitazioni e caratteristiche della sezione</b>           |  |   |                                 |
| $M_{Ed}$  | 144,8 kNm  | Sollecitazione flettente                                  |                                 |
| $N_{Ed}$  | 0 kN   | Sforzo normale ( <b>negativo</b> se di compressione)      |                                 |
| <b>B</b>  | 1000 mm  | <b>d</b>  | 330 mm                          |
| <b>h</b>  | 400 mm   | $h_{c,eff}$   | 91,4 mm                         |
| <b>x</b>  | 126 mm   | $A_{c,eff}$   | 91355,7 mm <sup>2</sup>         |
| <b>ricopr.</b>  | 60 mm  |   |                                 |
| <b>Caratteristiche dell'armatura tesa</b>                       |  |   |                                 |
| <b>Spaziatura</b>   | 100 mm   | $A_s$   | 3140 mm <sup>2</sup>            |
| <b>n. ferri</b>   | 10   | $\rho_{eff}$  | 0,034                           |
| <b><math>\phi</math></b>  | 20 mm  | $\sigma_s$  | 162,81 MPa                      |
| <b>Calcolo della deformazione unitaria media delle barre</b>    |  |   |                                 |
| $k_t$   | 0,4 coefficiente dipendente dalla durata dei carichi |   |                                 |
| $\epsilon_{sm}$   | 0,0005667 deformazione unitaria media delle barre    |   |                                 |
| <b>Calcolo della distanza massima tra le fessure</b>            |  |   |                                 |
| $5(c+\phi/2)$   | 350 mm   | > della spaziatura fra i ferri                            |                                 |
| $k_1$   | 0,8  |   |                                 |
| $k_2$   | 0,5  | (<= 1 per trazione eccentrica; 0,5 nel caso di flessione) |                                 |
| $k_3$   | 3,4  |   |                                 |
| $k_4$   | 0,425  |   |                                 |
| $\Delta_{smax}$   | 302,92 mm  | (Eq. C.4.1.17)  | distanza massima fra le fessure |
| <b>Valore di calcolo dell'apertura delle fessure e verifica</b> |  |   |                                 |
| $w_d = \epsilon_{sm} \Delta_{smax}$                             | 0,172 mm   | (Eq. C.4.1.15)  |                                 |
| $w_{amm}$   | 0,200 mm   | > $w_d$ : LA VERIFICA E' SODDISFATTA                      |                                 |

Figura 56-Verifica a fessurazione sezione di estremità (traverso superiore)

|  |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
|--|---|----------|--------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|-----------|
| APPALTATORE:<br>Mandatario: <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>            | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE<br>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI<br>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014           |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b><br>Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTO ESECUTIVO<br>Relazione di calcolo   | <table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.10.00.001</td> <td>B</td> <td>77 di 147</td> </tr> </table> | PROGETTO | LOTTO        | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | SL.10.00.001 | B | 77 di 147 |
| PROGETTO   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV.     | PAGINA    |      |        |      |          |    |              |   |           |
| IF1M   | 0.0.E.ZZ  | CL       | SL.10.00.001 | B        | 77 di 147 |      |        |      |          |    |              |   |           |

|   |                             |   |
|---|-----------------------------|---|
| <b>Tipo di combinazione SLE</b>   |                             |   |
| <b>Comb.</b>  | Rara (IF)                   | <b>Verifica speciale:</b> Italferr (sotto bin.)       |
| <b>Materiali</b>  |                             |   |
| <b>Cls</b>  | C32/40                      | $f_{ctk} = f_{ctm} / 1,2$ 2,58 MPa $f_{ck}$ 33,2 MPa  |
| <b>Acciaio</b>  | B450C                       | $f_{yk}$ 450 MPa                                      |
| <b>Sollecitazioni e caratteristiche della sezione</b>                               |                             |   |
| $M_{Ed}$  | 95,9 kNm                    | Sollecitazione flettente                              |
| $N_{ed}$  | 0 kN                        | Sforzo normale ( <b>negativo</b> se di compressione)  |
| $c$   | 70 mm                       | Distanza dell'asse delle armature tese dal bordo      |
| $H$   | 400 mm                      | Altezza totale della sezione                          |
| $B$   | 1000 mm                     | Base della sezione                                    |
| $d$   | 330 mm                      | Altezza utile della sezione                           |
| $A_s$   | 2010,62 mm <sup>2</sup>     | Armatura tesa   |
| $A's$   | 3141,59 mm <sup>2</sup>     | Armatura compressa                                    |
| $n$   | 15                          | Omogeneizzazione acciaio/clc compr.                   |
| $y$   | 200 mm                      | Posizione del baricentro                              |
| <b>Calcolo del momento di fessurazione (sezione non fessurata)</b>                  |                             |   |
| $A^*$   | 477283,1793 mm <sup>2</sup> | Area omogeneizzata                                    |
| $I^*$   | 6,6394E+09 mm <sup>4</sup>  | Inerzia omogeneizzata                                 |
| $M_{fess}$  | <b>85,73</b> kNm            | Momento di prima fessurazione <MEd                    |
| <b>SEZIONE FESSURATA! DETERMINA L'ASSE NEUTRO E PASSA AL CALCOLO DELLE AMPIEZZE</b> |                             |   |
| <b>Calcolo delle tensioni nel caso di flessione semplice (sezione fessurata)</b>    |                             |   |
| $x_c$   | 103 mm                      | Posizione dell'asse neutro                            |
| $I_{ci}$  | 1,9696E+09 mm <sup>4</sup>  | Inerzia omogeneizzata                                 |
| $f$   | 77 mm                       |   |
| $h_o$   | 171 mm                      |   |
| $\sigma_{tmax}$   | <b>165,84</b> MPa           | Tensione nell'acciaio      Verifica tensionale OK     |
| $\sigma_{cmax}$   | <b>5,01</b> MPa             | Tensione nel calcestruzzo      Verifica tensionale OK |
| $M_y$   | <b>260</b> kNm              | Momento allo snervamento                              |

Figura 57-Verifica a fessurazione sezione di mezzeria (traverso superiore)

|  |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
|--|---|----------|--------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|-----------|
| APPALTATORE:<br>Mandatario: SALINI IMPREGIO S.p.A.<br>Mandante: ASTALDI S.p.A.             | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE<br>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI<br>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014           |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: SYSTRA S.A.<br>Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A. |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTO ESECUTIVO<br>Relazione di calcolo   | <table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.10.00.001</td> <td>B</td> <td>78 di 147</td> </tr> </table> | PROGETTO | LOTTO        | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | SL.10.00.001 | B | 78 di 147 |
| PROGETTO   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV.     | PAGINA    |      |        |      |          |    |              |   |           |
| IF1M   | 0.0.E.ZZ  | CL       | SL.10.00.001 | B        | 78 di 147 |      |        |      |          |    |              |   |           |

|   |  |   |                                 |
|---|--|---|---------------------------------|
| <b>Tipo di combinazione SLE</b>                                 |  |   |                                 |
| <b>Comb.</b>  | Rara (IF)  |   |                                 |
| <b>Materiali</b>  |  |   |                                 |
| <b>Cls</b>  | C32/40   | $f_{ctm}$   | 3,10 MPa $E_c$ 33643 MPa        |
| <b>Acciaio</b>  | B450C  | $f_{yk}$  | 450 MPa $E_s$ 210000 MPa        |
|   |  |   | $\alpha_e$ 6,24                 |
| <b>Ipotesi di calcolo</b>                                       |  |   |                                 |
| Cond. ambientali  | Aggressive   |   |                                 |
| Tipo di armature  | Poco sensibili                                       |   |                                 |
| Tipi di carichi   | Lunga durata   |   |                                 |
| <b>Sollecitazioni e caratteristiche della sezione</b>           |  |   |                                 |
| $M_{Ed}$  | 95,9 kNm   | Sollecitazione flettente                                  |                                 |
| $N_{Ed}$  | 0 kN   | Sforzo normale ( <b>negativo</b> se di compressione)      |                                 |
| <b>B</b>  | 1000 mm  | <b>d</b>  | 330 mm                          |
| <b>h</b>  | 400 mm   | $h_{c,eff}$   | 99,0 mm                         |
| <b>x</b>  | 103 mm   | $A_{c,eff}$   | 99024,8 mm <sup>2</sup>         |
| <b>ricopr.</b>  | 62 mm  |   |                                 |
| <b>Caratteristiche dell'armatura tesa</b>                       |  |   |                                 |
| <b>Spaziatura</b>   | 100 mm   | $A_s$   | 2009,6 mm <sup>2</sup>          |
| <b>n. ferri</b>   | 10   | $\rho_{eff}$  | 0,020                           |
| $\phi$  | 16 mm  | $\sigma_s$  | 165,84 MPa                      |
| <b>Calcolo della deformazione unitaria media delle barre</b>    |  |   |                                 |
| $k_t$   | 0,4 coefficiente dipendente dalla durata dei carichi |   |                                 |
| $\epsilon_{sm}$   | 0,0004738 deformazione unitaria media delle barre    |   |                                 |
| <b>Calcolo della distanza massima tra le fessure</b>            |  |   |                                 |
| $5(c+\phi/2)$   | 350 mm   | > della spaziatura fra i ferri                            |                                 |
| $k_1$   | 0,8  |   |                                 |
| $k_2$   | 0,5  | (<= 1 per trazione eccentrica; 0,5 nel caso di flessione) |                                 |
| $k_3$   | 3,4  |   |                                 |
| $k_4$   | 0,425  |   |                                 |
| $\Delta_{smax}$   | 344,83 mm  | (Eq. C.4.1.17)  | distanza massima fra le fessure |
| <b>Valore di calcolo dell'apertura delle fessure e verifica</b> |  |   |                                 |
| $w_d = \epsilon_{sm} \Delta_{smax}$                             | 0,163 mm   | (Eq. C.4.1.15)  |                                 |
| $w_{amm}$   | 0,200 mm   | > $w_d$ : LA VERIFICA E' SODDISFATTA                      |                                 |

Figura 58- Verifica a fessurazione sezione di mezzeria (traverso superiore)

|  |  |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
|--|--|----------|--------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|-----------|
| APPALTATORE:<br>Mandatario: <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>            | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b><br><b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b><br><b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b><br>Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> |  |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>  | <table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.10.00.001</td> <td>B</td> <td>79 di 147</td> </tr> </table>            | PROGETTO | LOTTO        | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | SL.10.00.001 | B | 79 di 147 |
| PROGETTO   | LOTTO  | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV.     | PAGINA    |      |        |      |          |    |              |   |           |
| IF1M   | 0.0.E.ZZ   | CL       | SL.10.00.001 | B        | 79 di 147 |      |        |      |          |    |              |   |           |

### Soletta di fondazione

|   |                             |   |
|---|-----------------------------|---|
| <b>Tipo di combinazione SLE</b>   |                             |   |
| <b>Comb.</b>  | Rara (IF)                   | <b>Verifica speciale:</b> Italferr (sotto bin.)       |
| <b>Materiali</b>  |                             |   |
| <b>Cls</b>  | C32/40                      | $f_{ctk} = f_{ctm} / 1,2$ 2,58 MPa $f_{ck}$ 33,2 MPa  |
| <b>Acciaio</b>  | B450C                       | $f_{yk}$ 450 MPa                                      |
| <b>Sollecitazioni e caratteristiche della sezione</b>                               |                             |   |
| <b><math>M_{Ed}</math></b>  | 206,6 kNm                   | Sollecitazione flettente                              |
| <b><math>N_{Ed}</math></b>  | 0 kN                        | Sforzo normale ( <b>negativo</b> se di compressione)  |
| <b><math>c</math></b>   | 70 mm                       | Distanza dell'asse delle armature tese dal bordo      |
| <b><math>H</math></b>   | 500 mm                      | Altezza totale della sezione                          |
| <b><math>B</math></b>   | 1000 mm                     | Base della sezione                                    |
| <b><math>d</math></b>   | 430 mm                      | Altezza utile della sezione                           |
| <b><math>A_s</math></b>   | 3141,59 mm <sup>2</sup>     | Armatura tesa   |
| <b><math>A'_s</math></b>  | 3141,59 mm <sup>2</sup>     | Armatura compressa                                    |
| <b><math>n</math></b>   | 15                          | Omogeneizzazione acciaio/cls compr.                   |
| <b><math>y</math></b>   | 250 mm                      | Posizione del baricentro                              |
| <b>Calcolo del momento di fessurazione (sezione non fessurata)</b>                  |                             |   |
| <b><math>A^*</math></b>   | 594247,7796 mm <sup>2</sup> | Area omogeneizzata                                    |
| <b><math>I^*</math></b>   | 1,3470E+10 mm <sup>4</sup>  | Inerzia omogeneizzata                                 |
| <b><math>M_{fess}</math></b>  | <b>139,15</b> kNm           | Momento di prima fessurazione < $M_{Ed}$              |
| <b>SEZIONE FESSURATA! DETERMINA L'ASSE NEUTRO E PASSA AL CALCOLO DELLE AMPIEZZE</b> |                             |   |
| <b>Calcolo delle tensioni nel caso di flessione semplice (sezione fessurata)</b>    |                             |   |
| <b><math>x_c</math></b>   | 142 mm                      | Posizione dell'asse neutro                            |
| <b><math>I_{ci}</math></b>  | 5,1073E+09 mm <sup>4</sup>  | Inerzia omogeneizzata                                 |
| <b><math>f</math></b>   | 94 mm                       |   |
| <b><math>h_o</math></b>   | 250 mm                      |   |
| <b><math>\sigma_{tmax}</math></b>   | <b>174,50</b> MPa           | Tensione nell'acciaio      Verifica tensionale OK     |
| <b><math>\sigma_{cmax}</math></b>   | <b>5,76</b> MPa             | Tensione nel calcestruzzo      Verifica tensionale OK |
| <b><math>M_y</math></b>   | <b>533</b> kNm              | Momento allo snervamento                              |

**Figura 59- Verifica a fessurazione sezione di estremità (soletta di fondazione)**

|  |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
|--|---|----------|--------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|-----------|
| APPALTATORE:<br>Mandatario: SALINI IMPREGIO S.p.A.<br>Mandante: ASTALDI S.p.A.             | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE<br>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI<br>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014           |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: SYSTRA S.A.<br>Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A. |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTO ESECUTIVO<br>Relazione di calcolo   | <table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.10.00.001</td> <td>B</td> <td>80 di 147</td> </tr> </table> | PROGETTO | LOTTO        | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | SL.10.00.001 | B | 80 di 147 |
| PROGETTO   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV.     | PAGINA    |      |        |      |          |    |              |   |           |
| IF1M   | 0.0.E.ZZ  | CL       | SL.10.00.001 | B        | 80 di 147 |      |        |      |          |    |              |   |           |

|   |  |   |                                 |
|---|--|---|---------------------------------|
| <b>Tipo di combinazione SLE</b>                                 |  |   |                                 |
| <b>Comb.</b>  | Rara (IF)  |   |                                 |
| <b>Materiali</b>  |  |   |                                 |
| <b>Cls</b>  | C32/40   | $f_{ctm}$   | 3,10 MPa $E_c$ 33643 MPa        |
| <b>Acciaio</b>  | B450C  | $f_{yk}$  | 450 MPa $E_s$ 210000 MPa        |
|   |  |   | $\alpha_e$ 6,24                 |
| <b>Ipotesi di calcolo</b>                                       |  |   |                                 |
| Cond. ambientali  | Aggressive   |   |                                 |
| Tipo di armature  | Poco sensibili                                       |   |                                 |
| Tipi di carichi   | Lunga durata   |   |                                 |
| <b>Sollecitazioni e caratteristiche della sezione</b>           |  |   |                                 |
| $M_{Ed}$  | 206,6 kNm  | Sollecitazione flettente                                  |                                 |
| $N_{Ed}$  | 0 kN   | Sforzo normale ( <b>negativo</b> se di compressione)      |                                 |
| <b>B</b>  | 1000 mm  | <b>d</b>  | 430 mm                          |
| <b>h</b>  | 500 mm   | $h_{c,eff}$   | 119,2 mm                        |
| <b>x</b>  | 142 mm   | $A_{c,eff}$   | 119196,9 mm <sup>2</sup>        |
| <b>ricopr.</b>  | 60 mm  |   |                                 |
| <b>Caratteristiche dell'armatura tesa</b>                       |  |   |                                 |
| <b>Spaziatura</b>   | 100 mm   | $A_s$   | 3140 mm <sup>2</sup>            |
| <b>n. ferri</b>   | 10   | $\rho_{eff}$  | 0,026                           |
| $\phi$  | 20 mm  | $\sigma_s$  | 174,50 MPa                      |
| <b>Calcolo della deformazione unitaria media delle barre</b>    |  |   |                                 |
| $k_t$   | 0,4 coefficiente dipendente dalla durata dei carichi |   |                                 |
| $\epsilon_{sm}$   | 0,0005700 deformazione unitaria media delle barre    |   |                                 |
| <b>Calcolo della distanza massima tra le fessure</b>            |  |   |                                 |
| $5(c+\phi/2)$   | 350 mm   | > della spaziatura fra i ferri                            |                                 |
| $k_1$   | 0,8  |   |                                 |
| $k_2$   | 0,5  | (<= 1 per trazione eccentrica; 0,5 nel caso di flessione) |                                 |
| $k_3$   | 3,4  |   |                                 |
| $k_4$   | 0,425  |   |                                 |
| $\Delta_{smax}$   | 333,07 mm  | (Eq. C.4.1.17)  | distanza massima fra le fessure |
| <b>Valore di calcolo dell'apertura delle fessure e verifica</b> |  |   |                                 |
| $w_d = \epsilon_{sm} \Delta_{smax}$                             | 0,190 mm   | (Eq. C.4.1.15)  |                                 |
| $w_{amm}$   | 0,200 mm   | > $w_d$ : LA VERIFICA E' SODDISFATTA                      |                                 |

Figura 60- Verifica a fessurazione sezione di estremità (soletta di fondazione)



|  |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
|--|---|----------|--------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|-----------|
| APPALTATORE:<br>Mandatario: <b>SALINI IMPREGIO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>             | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE<br>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI<br>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014           |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b><br>Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTO ESECUTIVO<br>Relazione di calcolo   | <table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.10.00.001</td> <td>B</td> <td>81 di 147</td> </tr> </table> | PROGETTO | LOTTO        | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | SL.10.00.001 | B | 81 di 147 |
| PROGETTO   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV.     | PAGINA    |      |        |      |          |    |              |   |           |
| IF1M   | 0.0.E.ZZ  | CL       | SL.10.00.001 | B        | 81 di 147 |      |        |      |          |    |              |   |           |

|   |                             |   |
|---|-----------------------------|---|
| <b>Tipo di combinazione SLE</b>   |                             |   |
| <b>Comb.</b>  | Rara (IF)                   | <b>Verifica speciale:</b> Italferr (sotto bin.)       |
| <b>Materiali</b>  |                             |   |
| <b>Cls</b>  | C32/40                      | $f_{ctk} = f_{ctm} / 1,2$ 2,58 MPa $f_{ck}$ 33,2 MPa  |
| <b>Acciaio</b>  | B450C                       | $f_{yk}$ 450 MPa                                      |
| <b>Sollecitazioni e caratteristiche della sezione</b>                               |                             |   |
| $M_{Ed}$  | 145,5 kNm                   | Sollecitazione flettente                              |
| $N_{ed}$  | 0 kN                        | Sforzo normale ( <b>negativo</b> se di compressione)  |
| $c$   | 70 mm                       | Distanza dell'asse delle armature tese dal bordo      |
| $H$   | 500 mm                      | Altezza totale della sezione                          |
| $B$   | 1000 mm                     | Base della sezione                                    |
| $d$   | 430 mm                      | Altezza utile della sezione                           |
| $A_s$   | 3141,59 mm <sup>2</sup>     | Armatura tesa   |
| $A's$   | 3141,59 mm <sup>2</sup>     | Armatura compressa                                    |
| $n$   | 15                          | Omogeneizzazione acciaio/clc compr.                   |
| $y$   | 250 mm                      | Posizione del baricentro                              |
| <b>Calcolo del momento di fessurazione (sezione non fessurata)</b>                  |                             |   |
| $A^*$   | 594247,7796 mm <sup>2</sup> | Area omogeneizzata                                    |
| $I^*$   | 1,3470E+10 mm <sup>4</sup>  | Inerzia omogeneizzata                                 |
| $M_{fess}$  | <b>139,15</b> kNm           | Momento di prima fessurazione <MEd                    |
| <b>SEZIONE FESSURATA! DETERMINA L'ASSE NEUTRO E PASSA AL CALCOLO DELLE AMPIEZZE</b> |                             |   |
| <b>Calcolo delle tensioni nel caso di flessione semplice (sezione fessurata)</b>    |                             |   |
| $x_c$   | 142 mm                      | Posizione dell'asse neutro                            |
| $I_{ci}$  | 5,1073E+09 mm <sup>4</sup>  | Inerzia omogeneizzata                                 |
| $f$   | 94 mm                       |   |
| $h_o$   | 250 mm                      |   |
| $\sigma_{tmax}$   | <b>122,90</b> MPa           | Tensione nell'acciaio      Verifica tensionale OK     |
| $\sigma_{cmax}$   | <b>4,06</b> MPa             | Tensione nel calcestruzzo      Verifica tensionale OK |
| $M_y$   | <b>533</b> kNm              | Momento allo snervamento                              |

Figura 61- Verifica a fessurazione sezione di mezzeria (soletta di fondazione)

|  |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
|--|---|----------|--------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|-----------|
| APPALTATORE:<br>Mandatario: SALINI IMPREGIO S.p.A.<br>Mandante: ASTALDI S.p.A.             | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE<br>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI<br>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014           |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: SYSTRA S.A.<br>Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A. |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTO ESECUTIVO<br>Relazione di calcolo   | <table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.10.00.001</td> <td>B</td> <td>82 di 147</td> </tr> </table> | PROGETTO | LOTTO        | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | SL.10.00.001 | B | 82 di 147 |
| PROGETTO   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV.     | PAGINA    |      |        |      |          |    |              |   |           |
| IF1M   | 0.0.E.ZZ  | CL       | SL.10.00.001 | B        | 82 di 147 |      |        |      |          |    |              |   |           |

|   |  |   |                                 |
|---|--|---|---------------------------------|
| <b>Tipo di combinazione SLE</b>                                 |  |   |                                 |
| <b>Comb.</b>  | Rara (IF)  |   |                                 |
| <b>Materiali</b>  |  |   |                                 |
| <b>Cls</b>  | C32/40   | $f_{ctm}$   | 3,10 MPa $E_c$ 33643 MPa        |
| <b>Acciaio</b>  | B450C  | $f_{yk}$  | 450 MPa $E_s$ 210000 MPa        |
|   |  |   | $\alpha_e$ 6,24                 |
| <b>Ipotesi di calcolo</b>                                       |  |   |                                 |
| Cond. ambientali  | Aggressive   |   |                                 |
| Tipo di armature  | Poco sensibili                                       |   |                                 |
| Tipi di carichi   | Lunga durata   |   |                                 |
| <b>Sollecitazioni e caratteristiche della sezione</b>           |  |   |                                 |
| $M_{Ed}$  | 145,5 kNm  | Sollecitazione flettente                                  |                                 |
| $N_{Ed}$  | 0 kN   | Sforzo normale ( <b>negativo</b> se di compressione)      |                                 |
| <b>B</b>  | 1000 mm  | <b>d</b>  | 430 mm                          |
| <b>h</b>  | 500 mm   | $h_{c,eff}$   | 119,2 mm                        |
| <b>x</b>  | 142 mm   | $A_{c,eff}$   | 119196,9 mm <sup>2</sup>        |
| <b>ricopr.</b>  | 60 mm  |   |                                 |
| <b>Caratteristiche dell'armatura tesa</b>                       |  |   |                                 |
| <b>Spaziatura</b>   | 100 mm   | $A_s$   | 3140 mm <sup>2</sup>            |
| <b>n. ferri</b>   | 10   | $\rho_{eff}$  | 0,026                           |
| <b><math>\phi</math></b>  | 20 mm  | $\sigma_s$  | 122,90 MPa                      |
| <b>Calcolo della deformazione unitaria media delle barre</b>    |  |   |                                 |
| $k_t$   | 0,4 coefficiente dipendente dalla durata dei carichi |   |                                 |
| $\epsilon_{sm}$   | 0,0003511 deformazione unitaria media delle barre    |   |                                 |
| <b>Calcolo della distanza massima tra le fessure</b>            |  |   |                                 |
| $5(c+\phi/2)$   | 350 mm   | > della spaziatura fra i ferri                            |                                 |
| $k_1$   | 0,8  |   |                                 |
| $k_2$   | 0,5  | (<= 1 per trazione eccentrica; 0,5 nel caso di flessione) |                                 |
| $k_3$   | 3,4  |   |                                 |
| $k_4$   | 0,425  |   |                                 |
| $\Delta_{smax}$   | 333,07 mm  | (Eq. C.4.1.17)  | distanza massima fra le fessure |
| <b>Valore di calcolo dell'apertura delle fessure e verifica</b> |  |   |                                 |
| $w_d = \epsilon_{sm} \Delta_{smax}$                             | 0,117 mm   | (Eq. C.4.1.15)  |                                 |
| $w_{amm}$   | 0,200 mm   | > $w_d$ : LA VERIFICA E' SODDISFATTA                      |                                 |

Figura 62- Verifica a fessurazione sezione di mezzeria (soletta di fondazione)

|  |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
|--|---|----------|--------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|-----------|
| APPALTATORE:<br>Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.<br>Mandante: ASTALDI S.p.A.            | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE<br>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI<br>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014           |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: SYSTRA S.A.<br>Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A. |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTO ESECUTIVO<br>Relazione di calcolo   | <table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.10.00.001</td> <td>B</td> <td>83 di 147</td> </tr> </table> | PROGETTO | LOTTO        | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | SL.10.00.001 | B | 83 di 147 |
| PROGETTO   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV.     | PAGINA    |      |        |      |          |    |              |   |           |
| IF1M   | 0.0.E.ZZ  | CL       | SL.10.00.001 | B        | 83 di 147 |      |        |      |          |    |              |   |           |

### Piedritti

|   |                             |  |
|---|-----------------------------|--|
| <b>Tipo di combinazione SLE</b>   |                             |  |
| <b>Comb.</b>  | Rara (IF)                   | <b>Verifica speciale</b> Italferr (sotto bin.)   |
| <b>Materiali</b>  |                             |  |
| <b>Cls</b>  | C32/40                      | $f_{ctk} = f_{ctm} / 1,2$ 2,58 MPa $f_{ck}$ 33,2 MPa   |
| <b>Acciaio</b>  | B450C                       | $f_{yk}$ 450 MPa   |
| <b>Sollecitazioni e caratteristiche della sezione</b>                                 |                             |  |
| $M_{Ed}$  | 206,6 kNm                   | Sollecitazione flettente   |
| $N_{ed}$  | -186,7 kN                   | Sforzo normale ( <b>negativo</b> se di compressione)   |
| $c$   | 70 mm                       | Distanza dell'asse delle armature tese dal bordo   |
| $H$   | 400 mm                      | Altezza totale della sezione   |
| $B$   | 1000 mm                     | Base della sezione   |
| $d$   | 330 mm                      | Altezza utile della sezione  |
| $A_s$   | 4523,89 mm <sup>2</sup>     | Armatura tesa  |
| $A's$   | 1570,80 mm <sup>2</sup>     | Armatura compressa   |
| $n$   | 15                          | Omogeneizzazione acciaio/cls compr.  |
| $y$   | 200 mm                      | Posizione del baricentro   |
| <b>Calcolo del momento di fessurazione (sezione non fessurata)</b>                    |                             |  |
| $A^*$   | 491420,3462 mm <sup>2</sup> | Area omogeneizzata   |
| $I^*$   | 6,8783E+09 mm <sup>4</sup>  | Inerzia omogeneizzata  |
| $M_{fess}$  | <b>101,88</b> kNm           | Momento di prima fessurazione < $M_{Ed}$   |
| <b>SEZIONE FESSURATA! DETERMINA L'ASSE NEUTRO E PASSA AL CALCOLO DELLE AMPIEZZE</b>   |                             |  |
| <b>Calcolo delle tensioni nel caso di presso(tenso)-flessione (sezione fessurata)</b> |                             |  |
| $e = M/N$   | 1106,59 mm                  | Grande eccentricità -> Calcola posizione asse neutro   |
| $a$   | 906,59 mm                   | Distanza dal baricentro del centro di pressione  |
| $x_c$   | 160 mm                      | Posizione dell'asse neutro <span style="float: right; border: 1px solid black; padding: 2px;">CALCOLA</span> |
| $I_n$   | 3,5171E+09 mm <sup>4</sup>  | Inerzia omogeneizzata  |
| $S_n$   | 3,3773E+06 mm <sup>3</sup>  | Momento statico  |
| $\sigma_{tmax}$   | <b>140,99</b> MPa           | Tensione nell'acciaio      Verifica tensionale OK  |
| $\sigma_{cmax}$   | <b>-8,84</b> MPa            | Tensione nel calcestruzzo      Verifica tensionale OK  |
| $M_y$   | <b>621</b> kNm              | Momento allo snervamento   |

Figura 63- Verifica a fessurazione sezione di spiccato (piedritti)

|  |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
|--|---|----------|--------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|-----------|
| APPALTATORE:<br>Mandatario: SALINI IMPREGIO S.p.A.<br>Mandante: ASTALDI S.p.A.             | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE<br>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI<br>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014           |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: SYSTRA S.A.<br>Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A. |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTO ESECUTIVO<br>Relazione di calcolo   | <table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.10.00.001</td> <td>B</td> <td>84 di 147</td> </tr> </table> | PROGETTO | LOTTO        | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | SL.10.00.001 | B | 84 di 147 |
| PROGETTO   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV.     | PAGINA    |      |        |      |          |    |              |   |           |
| IF1M   | 0.0.E.ZZ  | CL       | SL.10.00.001 | B        | 84 di 147 |      |        |      |          |    |              |   |           |

|   |  |   |                                 |
|---|--|---|---------------------------------|
| <b>Tipo di combinazione SLE</b>                                 |  |   |                                 |
| <b>Comb.</b>  | Rara (IF)  |   |                                 |
| <b>Materiali</b>  |  |   |                                 |
| <b>Cls</b>  | C32/40   | $f_{ctm}$   | 3,10 MPa                        |
| <b>Acciaio</b>  | B450C  | $f_{yk}$  | 450 MPa                         |
|   |  | $E_c$   | 33643 MPa                       |
|   |  | $E_s$   | 210000 MPa                      |
|   |  | $\alpha_e$  | 6,24                            |
| <b>Ipotesi di calcolo</b>                                       |  |   |                                 |
| Cond. ambientali  | Aggressive   |   |                                 |
| Tipo di armature  | Poco sensibili                                       |   |                                 |
| Tipi di carichi   | Lunga durata   |   |                                 |
| <b>Sollecitazioni e caratteristiche della sezione</b>           |  |   |                                 |
| $M_{Ed}$  | 206,6 kNm  | Sollecitazione flettente                                  |                                 |
| $N_{Ed}$  | -186,7 kN  | Sforzo normale ( <b>negativo</b> se di compressione)      |                                 |
| <b>B</b>  | 1000 mm  | <b>d</b>  | 330 mm                          |
| <b>h</b>  | 400 mm   | $h_{c,eff}$   | 80,0 mm                         |
| <b>x</b>  | 160 mm   | $A_{c,eff}$   | 80009,7 mm <sup>2</sup>         |
| <b>ricopr.</b>  | 58 mm  |   |                                 |
| <b>Caratteristiche dell'armatura tesa</b>                       |  |   |                                 |
| <b>Spaziatura</b>   | 100 mm   | $A_s$   | 4521,6 mm <sup>2</sup>          |
| <b>n. ferri</b>   | 10   | $\rho_{eff}$  | 0,057                           |
| <b><math>\phi</math></b>  | 24 mm  | $\sigma_s$  | 140,99 MPa                      |
| <b>Calcolo della deformazione unitaria media delle barre</b>    |  |   |                                 |
| $k_t$   | 0,4 coefficiente dipendente dalla durata dei carichi |   |                                 |
| $\epsilon_{sm}$   | 0,0005301 deformazione unitaria media delle barre    |   |                                 |
| <b>Calcolo della distanza massima tra le fessure</b>            |  |   |                                 |
| $5(c+\phi/2)$   | 350 mm   | > della spaziatura fra i ferri                            |                                 |
| $k_1$   | 0,8  |   |                                 |
| $k_2$   | 0,5  | (<= 1 per trazione eccentrica; 0,5 nel caso di flessione) |                                 |
| $k_3$   | 3,4  |   |                                 |
| $k_4$   | 0,425  |   |                                 |
| $\Delta_{smax}$   | 269,40 mm  | (Eq. C.4.1.17)  | distanza massima fra le fessure |
| <b>Valore di calcolo dell'apertura delle fessure e verifica</b> |  |   |                                 |
| $w_d = \epsilon_{sm} \Delta_{smax}$                             | 0,143 mm   | (Eq. C.4.1.15)  |                                 |
| $w_{amm}$   | 0,200 mm   | > $w_d$ : LA VERIFICA E' SODDISFATTA                      |                                 |

Figura 64- Verifica a fessurazione sezione di spiccato (piedritti)

|  |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
|--|---|----------|--------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|-----------|
| APPALTATORE:<br>Mandatario: <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>            | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>          |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b><br>Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>  | <table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.10.00.001</td> <td>B</td> <td>85 di 147</td> </tr> </table> | PROGETTO | LOTTO        | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | SL.10.00.001 | B | 85 di 147 |
| PROGETTO   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV.     | PAGINA    |      |        |      |          |    |              |   |           |
| IF1M   | 0.0.E.ZZ  | CL       | SL.10.00.001 | B        | 85 di 147 |      |        |      |          |    |              |   |           |

|  |                             |  |
|--|-----------------------------|--|
| <b>Tipo di combinazione SLE</b>                                    |                             |  |
| <b>Comb.</b>   | <b>Rara (IF)</b>            | <b>Verifica speciale Italferr (sotto bin.)</b>       |
| <b>Materiali</b>   |                             |  |
| <b>Cls</b>   | <b>C32/40</b>               | $f_{ctk} = f_{ctm} / 1,2$ 2,58 MPa $f_{ck}$ 33,2 MPa |
| <b>Acciaio</b>   | <b>B450C</b>                | $f_{yk}$ 450 MPa                                     |
| <b>Sollecitazioni e caratteristiche della sezione</b>              |                             |  |
| $M_{Ed}$   | 43,9 kNm                    | Sollecitazione flettente                             |
| $N_{ed}$   | -167 kN                     | Sforzo normale ( <b>negativo</b> se di compressione) |
| $c$  | 70 mm                       | Distanza dell'asse delle armature tese dal bordo     |
| $H$  | 400 mm                      | Altezza totale della sezione                         |
| $B$  | 1000 mm                     | Base della sezione                                   |
| $d$  | 330 mm                      | Altezza utile della sezione                          |
| $A_s$  | 1570,80 mm <sup>2</sup>     | Armatura tesa  |
| $A's$  | 3141,59 mm <sup>2</sup>     | Armatura compressa                                   |
| $n$  | 15                          | Omogeneizzazione acciaio/cls compr.                  |
| $y$  | 200 mm                      | Posizione del baricentro                             |
| <b>Calcolo del momento di fessurazione (sezione non fessurata)</b> |                             |  |
| $A^*$  | 470685,8347 mm <sup>2</sup> | Area omogeneizzata                                   |
| $I^*$  | 6,5279E+09 mm <sup>4</sup>  | Inerzia omogeneizzata                                |
| $M_{fess}$   | <b>95,87</b> kNm            | Momento di prima fessurazione >MEd                   |
| <b>SEZIONE NON FESSURATA</b>                                       |                             |  |

**Figura 65- Verifica a fessurazione sezione di mezzeria (piedritti)**

|  |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
|--|---|----------|--------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|-----------|
| APPALTATORE:<br>Mandataria: <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>            | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014                 |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTISTA:<br>Mandataria: <b>SYSTRA S.A.</b><br>Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTO ESECUTIVO<br>Relazione di calcolo   | <table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.10.00.001</td> <td>B</td> <td>86 di 147</td> </tr> </table> | PROGETTO | LOTTO        | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | SL.10.00.001 | B | 86 di 147 |
| PROGETTO   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV.     | PAGINA    |      |        |      |          |    |              |   |           |
| IF1M   | 0.0.E.ZZ  | CL       | SL.10.00.001 | B        | 86 di 147 |      |        |      |          |    |              |   |           |

|   |                             |  |
|---|-----------------------------|--|
| <b>Tipo di combinazione SLE</b>   |                             |  |
| <b>Comb.</b>  | Rara (IF)                   | <b>Verifica speciale</b> Italferr (sotto bin.)   |
| <b>Materiali</b>  |                             |  |
| <b>Cls</b>  | C32/40                      | $f_{ctk} = f_{ctm} / 1,2$ 2,58 MPa $f_{ck}$ 33,2 MPa   |
| <b>Acciaio</b>  | B450C                       | $f_{yk}$ 450 MPa   |
| <b>Sollecitazioni e caratteristiche della sezione</b>                                 |                             |  |
| $M_{Ed}$  | 144,8 kNm                   | Sollecitazione flettente   |
| $N_{ed}$  | -238,9 kN                   | Sforzo normale ( <b>negativo</b> se di compressione)   |
| $c$   | 70 mm                       | Distanza dell'asse delle armature tese dal bordo   |
| $H$   | 400 mm                      | Altezza totale della sezione   |
| $B$   | 1000 mm                     | Base della sezione   |
| $d$   | 330 mm                      | Altezza utile della sezione  |
| $A_s$   | 3141,59 mm <sup>2</sup>     | Armatura tesa  |
| $A's$   | 1570,80 mm <sup>2</sup>     | Armatura compressa   |
| $n$   | 15                          | Omogeneizzazione acciaio/cls compr.  |
| $y$   | 200 mm                      | Posizione del baricentro   |
| <b>Calcolo del momento di fessurazione (sezione non fessurata)</b>                    |                             |  |
| $A^*$   | 470685,8347 mm <sup>2</sup> | Area omogeneizzata   |
| $I^*$   | 6,5279E+09 mm <sup>4</sup>  | Inerzia omogeneizzata  |
| $M_{fess}$  | <b>100,86</b> kNm           | Momento di prima fessurazione <MEd   |
| <b>SEZIONE FESSURATA! DETERMINA L'ASSE NEUTRO E PASSA AL CALCOLO DELLE AMPIEZZE</b>   |                             |  |
| <b>Calcolo delle tensioni nel caso di presso(tenso)-flessione (sezione fessurata)</b> |                             |  |
| $e = M/N$   | 606,11 mm                   | Grande eccentricità -> Calcola posizione asse neutro   |
| $a$   | 406,11 mm                   | Distanza dal baricentro del centro di pressione  |
| $x_c$   | 151 mm                      | Posizione dell'asse neutro <span style="float: right; border: 1px solid black; padding: 2px;">CALCOLA</span> |
| $I_n$   | 2,8140E+09 mm <sup>4</sup>  | Inerzia omogeneizzata  |
| $S_n$   | 4,9164E+06 mm <sup>3</sup>  | Momento statico  |
| $\sigma_{tmax}$   | <b>130,33</b> MPa           | Tensione nell'acciaio      Verifica tensionale OK  |
| $\sigma_{cmax}$   | <b>-7,35</b> MPa            | Tensione nel calcestruzzo      Verifica tensionale OK  |
| $M_y$   | <b>472</b> kNm              | Momento allo snervamento   |

Figura 66- Verifica a fessurazione sezione di testa (piedritti)

|  |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
|--|---|----------|--------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|-----------|
| APPALTATORE:<br>Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.<br>Mandante: ASTALDI S.p.A.            | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE<br>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI<br>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014           |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: SYSTRA S.A.<br>Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A. |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTO ESECUTIVO<br>Relazione di calcolo   | <table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.10.00.001</td> <td>B</td> <td>87 di 147</td> </tr> </table> | PROGETTO | LOTTO        | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | SL.10.00.001 | B | 87 di 147 |
| PROGETTO   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV.     | PAGINA    |      |        |      |          |    |              |   |           |
| IF1M   | 0.0.E.ZZ  | CL       | SL.10.00.001 | B        | 87 di 147 |      |        |      |          |    |              |   |           |

|   |  |   |                                 |
|---|--|---|---------------------------------|
| <b>Tipo di combinazione SLE</b>                                 |  |   |                                 |
| <b>Comb.</b>  | Rara (IF)  |   |                                 |
| <b>Materiali</b>  |  |   |                                 |
| <b>Cls</b>  | C32/40   | $f_{ctm}$   | 3,10 MPa $E_c$ 33643 MPa        |
| <b>Acciaio</b>  | B450C  | $f_{yk}$  | 450 MPa $E_s$ 210000 MPa        |
|   |  |   | $\alpha_e$ 6,24                 |
| <b>Ipotesi di calcolo</b>                                       |  |   |                                 |
| Cond. ambientali  | Aggressive   |   |                                 |
| Tipo di armature  | Poco sensibili                                       |   |                                 |
| Tipi di carichi   | Lunga durata   |   |                                 |
| <b>Sollecitazioni e caratteristiche della sezione</b>           |  |   |                                 |
| $M_{Ed}$  | 144,8 kNm  | Sollecitazione flettente                                  |                                 |
| $N_{Ed}$  | -238,9 kN  | Sforzo normale ( <b>negativo</b> se di compressione)      |                                 |
| <b>B</b>  | 1000 mm  | <b>d</b>  | 330 mm                          |
| <b>h</b>  | 400 mm   | $h_{c,eff}$   | 82,9 mm                         |
| <b>x</b>  | 151 mm   | $A_{c,eff}$   | 82936,0 mm <sup>2</sup>         |
| <b>ricopr.</b>  | 60 mm  |   |                                 |
| <b>Caratteristiche dell'armatura tesa</b>                       |  |   |                                 |
| <b>Spaziatura</b>   | 100 mm   | $A_s$   | 3140 mm <sup>2</sup>            |
| <b>n. ferri</b>   | 10   | $\rho_{eff}$  | 0,038                           |
| <b><math>\phi</math></b>  | 20 mm  | $\sigma_s$  | 130,33 MPa                      |
| <b>Calcolo della deformazione unitaria media delle barre</b>    |  |   |                                 |
| $k_t$   | 0,4 coefficiente dipendente dalla durata dei carichi |   |                                 |
| $\epsilon_{sm}$   | 0,0004279 deformazione unitaria media delle barre    |   |                                 |
| <b>Calcolo della distanza massima tra le fessure</b>            |  |   |                                 |
| $5(c+\phi/2)$   | 350 mm   | > della spaziatura fra i ferri                            |                                 |
| $k_1$   | 0,8  |   |                                 |
| $k_2$   | 0,5  | (<= 1 per trazione eccentrica; 0,5 nel caso di flessione) |                                 |
| $k_3$   | 3,4  |   |                                 |
| $k_4$   | 0,425  |   |                                 |
| $\Delta_{smax}$   | 293,80 mm  | (Eq. C.4.1.17)  | distanza massima fra le fessure |
| <b>Valore di calcolo dell'apertura delle fessure e verifica</b> |  |   |                                 |
| $w_d = \epsilon_{sm} \Delta_{smax}$                             | 0,126 mm   | (Eq. C.4.1.15)  |                                 |
| $w_{amm}$   | 0,200 mm   | > $w_d$ : LA VERIFICA E' SODDISFATTA                      |                                 |

Figura 67- Verifica a fessurazione sezione di testa (piedritti)

|   |   |  |                          |                        |                                  |   |                            |
|---|---|--|--------------------------|------------------------|----------------------------------|---|----------------------------|
| APPALTATORE:<br><u>Mandatario:</u><br><b>SALINI IMPREGIO S.p.A.</b> | <u>Mandante:</u><br><b>ASTALDI S.p.A.</b> | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b>           |                          |                        |                                  |   |                            |
|   |   | <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>                    |                          |                        |                                  |   |                            |
| PROGETTISTA:<br><u>Mandatario:</u><br><b>SYSTRA S.A.</b>            |   | <u>Mandante:</u><br><b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> |                          | <b>ROCKSOIL S.p.A.</b> |                                  | <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE<br/>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI<br/>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |                            |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>                   |   | PROGETTO<br><b>IF1M</b>                          | LOTTO<br><b>0.0.E.ZZ</b> | CODIFICA<br><b>CL</b>  | DOCUMENTO<br><b>SL.10.00.001</b> | REV.<br><b>B</b>  | PAGINA<br><b>88 di 147</b> |

### 8.5.2.3 Verifica di deformabilità

Il confort dei passeggeri è controllato limitando i valori della freccia massima verticale, in funzione della luce e del numero di campate consecutive.

Nel seguito l'inflessione si calcolerà in asse binario, considerando il treno di carico LM 71 con il relativo incremento dinamico.

In base a quanto indicato in tabella 1.8.3.2.2-2 del Manuale di Progettazione, i valori limite del rapporto luce/freccia (L/d) nel nostro caso è 1000, ulteriormente moltiplicato per un coefficiente 0.7 in quanto trattasi di impalcato a singola campata.

$$f_{LIM} = L / (1000 \cdot 0.7) = 380 / (1000 \cdot 0.7) = 0.54 \text{ cm}$$

La freccia massima ammessa risulta essere quindi 0.54 cm.

La freccia massima risulta pari a  $(0.382 - 0.353) = 0.029 \text{ cm} < 0.54 \text{ cm}$ .

Si mostra, nella seguente figura, la deformata sotto la combinazione più gravosa allo stato limite di esercizio (i valori degli spostamenti sono espressi in cm).

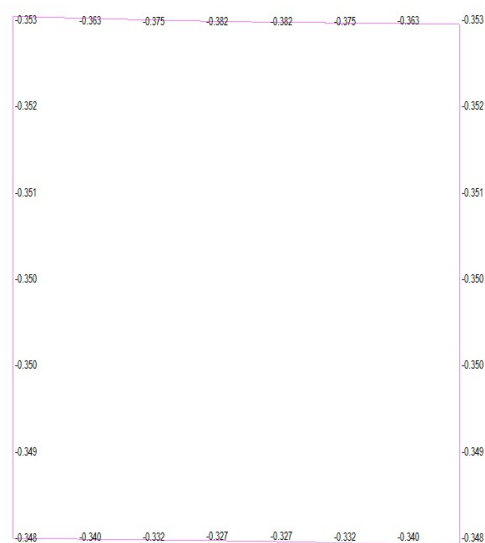


Figura 68 – Deformata con valore degli spostamenti – SLE



|  |   |  |          |                        |              |      |   |  |  |  |  |  |  |
|--|---|--|----------|------------------------|--------------|------|---|--|--|--|--|--|--|
| APPALTATORE:<br><u>Mandatario:</u><br><b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> | <u>Mandante:</u><br><b>ASTALDI S.p.A.</b> | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b>           |          |                        |              |      |   |  |  |  |  |  |  |
|  |   | <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>                    |          |                        |              |      |   |  |  |  |  |  |  |
| PROGETTISTA:<br><u>Mandatario:</u><br><b>SYSTRA S.A.</b>             |   | <u>Mandante:</u><br><b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> |          | <b>ROCKSOIL S.p.A.</b> |              |      | <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE<br/>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI<br/>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |  |  |  |  |  |  |
| PROGETTO ESECUTIVO   |   | PROGETTO   | LOTTO    | CODIFICA               | DOCUMENTO    | REV. | PAGINA  |  |  |  |  |  |  |
| Relazione di calcolo   |   | IF1M   | 0.0.E.ZZ | CL                     | SL.10.00.001 | B    | 89 di 147   |  |  |  |  |  |  |

## 8.6 VERIFICHE GEOTECNICHE

Il terreno di fondazione deve essere in grado di sopportare il carico che gli viene trasmesso dalle strutture sovrastanti senza che si verifichi rottura e senza che i cedimenti della struttura siano eccessivi.

### 8.6.1 *Verifica a carico limite del terreno di fondazione*

La verifica a carico limite è eseguita attraverso l'utilizzo di una formula trinomia. Come è noto in letteratura esistono diverse formule che si differenziano tra loro per l'introduzione di fattori correttivi per tener conto della profondità della fondazione, dell'eccentricità ed inclinazione del carico, ecc.

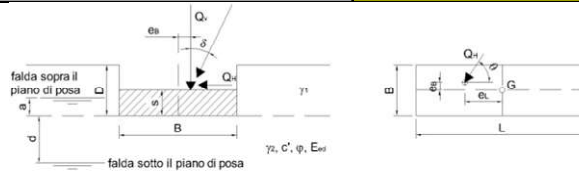
Si riportano qui di seguito i risultati ottenuti:

|  |   |          |              |      |           |
|--|---|----------|--------------|------|-----------|
| APPALTATORE:<br>Mandatario: <b>SALINI IMPREGIO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>             | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE<br>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI<br>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 |          |              |      |           |
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b><br>Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> |   |          |              |      |           |
| PROGETTO ESECUTIVO<br>Relazione di calcolo   |   |          |              |      |           |
| PROGETTO   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV. | PAGINA    |
| IF1M   | 0.0.E.ZZ  | CL       | SL.10.00.001 | B    | 90 di 147 |

### CARICO LIMITE DI FONDAZIONI DIRETTE (SLU)

#### GEOMETRIA E PARAMETRI GEOTECNICI

| Geometria della fondazione          |                   |                   |                   |                   | Geometria del sito                 |                |    |                   |
|-------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------------------------|----------------|----|-------------------|
| B                                   | L                 | s                 | e <sub>B</sub>    | e <sub>L</sub>    | D                                  | ϕ              | ε  | Muro di sostegno? |
| m                                   | m                 | m                 | m                 | m                 | m                                  | °              | °  | no                |
| 3,80                                | 14,48             | 0,00              | 0,00              | 0,00              | 0,75                               | 0              | 0  |                   |
| Posizione della falda               |                   |                   |                   |                   | a                                  | d              |    |                   |
| Sotto il piano di posa (d<B e a=0)  |                   |                   |                   |                   | m                                  | m              |    |                   |
|                                     |                   |                   |                   |                   | 0,00                               | 3,78           |    |                   |
| Caratteristiche fisiche dei terreni |                   |                   |                   |                   | Caratteristiche meccaniche terreni |                |    |                   |
| γ <sub>1</sub>                      | γ <sub>1sat</sub> | γ <sub>w</sub>    | γ <sub>2</sub>    | γ <sub>2sat</sub> | c'                                 | c <sub>u</sub> | φ' | E <sub>ed</sub>   |
| kN/m <sup>3</sup>                   | kN/m <sup>3</sup> | kN/m <sup>3</sup> | kN/m <sup>3</sup> | kN/m <sup>3</sup> | kPa                                | kPa            | °  | MPa               |
| 20                                  | 20                | 10                | 16                | 16                | 0,00                               | 0,00           | 34 | 581,97            |
| Forma della fondazione              |                   |                   |                   |                   | Condizioni                         |                |    |                   |
| Rettangolo(B<L')                    |                   |                   |                   |                   | Drenate                            |                |    |                   |



#### DEFINIZIONE DELL'APPROCCIO DI VERIFICA E DEI CARICHI (NTC 2008)

| Combinazione                           | Componenti e direzione dei carichi |                   |                   |                   | θ=angolo rispetto a L<br>Se Q <sub>H</sub> /B θ=90°<br>Se Q <sub>H</sub> /L θ=0° |                |      |
|--|------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--|----------------|------|
|  | Q <sub>V</sub>                     | Q <sub>H</sub>    | δ                 | θ                 |  |                |      |
| Appr.1-A2+M2+R2                        | kN                                 | kN                | °                 | °                 |  |                |      |
|  | 17330                              | 499,7             | 1,7               | 90                |  |                |      |
| Caratteristiche di calcolo dei terreni |                                    |                   |                   |                   |  |                |      |
| γ <sub>1</sub>                         | γ <sub>1sat</sub>                  | γ <sub>w</sub>    | γ <sub>2</sub>    | γ <sub>2sat</sub> | c'   | c <sub>u</sub> | φ'   |
| kN/m <sup>3</sup>                      | kN/m <sup>3</sup>                  | kN/m <sup>3</sup> | kN/m <sup>3</sup> | kN/m <sup>3</sup> | kPa  | kPa            | °    |
| 20                                     | 20                                 | 10                | 16                | 16                | 0,00   | 0,00           | 28,4 |

#### VERIFICA DEL TIPO DI ROTTURA

| G      | σ    | l <sub>r</sub> | l <sub>crit</sub> | Tipo di rottura: Generale |
|--------|------|----------------|-------------------|---------------------------|
| MPa    | MPa  |                |                   |                           |
| 162,72 | 0,05 | 6642,03        | 103,49            |                           |

#### CALCOLO DEL CARICO LIMITE SECONDO TERZAGHI

$$Q_{lim} = N_q \Psi_q \zeta_{dq} \alpha_q \beta_q [\gamma_1(D-a) + (\gamma_{sat} - \gamma_w)a] + N_c \Psi_c \zeta_{cq} \alpha_c \beta_c C' + N_\gamma \Psi_\gamma \zeta_{\gamma q} \alpha_\gamma \beta_\gamma \gamma'_2 (B'/2) + \gamma_{wa}$$

|                         | Coeff. di carico limite | Coeff. di punzonamento | Coeff. di forma | Coeff. di inclinazione carichi | Coeff. piano di posa | Coeff. piano di campagna | B'         | L'    | Termini del trinomio e spinta idraulica |     |
|-------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------|--------------------------------|----------------------|--------------------------|------------|-------|---|-----|
|                         |                         |                        |                 |                                |                      |                          | m          | m     |   |     |
|                         | N                       | Ψ                      | ζ               | ξ                              | α                    | β                        | 3,80       | 14,48 |   |     |
| q                       | 14,72                   | 1,00                   | 1,14            | 0,95                           | 1,00                 | 1,00                     | I° term.   | 239,2 | kPa                                     |     |
| c                       | 25,80                   | 1,00                   | 1,15            | 0,95                           | 1,00                 | 1,00                     | II° term.  | 0,0   | kPa                                     |     |
| γ                       | 16,72                   | 1,00                   | 0,90            | 0,92                           | 1,00                 | 1,00                     | III° term. | 417,8 | kPa                                     |     |
| <b>Spinta idraulica</b> |                         |                        |                 |                                |                      |                          |            |       | 0,0                                     | kPa |

#### Verifica della capacità portante

|  |       |                                   |
|--|-------|-----------------------------------|
| Coeff. parz. di sicurezza γ <sub>R</sub>                           | 1,80  |                                   |
| Resistenza R <sub>d</sub> = Q <sub>lim</sub> (B'L')/γ <sub>R</sub> | 20083 | kN in cond. Drenate               |
| Sollecitazione E <sub>d</sub> = PP+Q <sub>V</sub>                  | 17330 | kN < R <sub>d</sub> : VERIFICA OK |

#### Verifica allo scorrimento

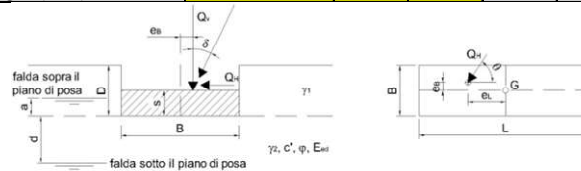
|  |        |                                   |
|--|--------|-----------------------------------|
| Coeff. parz. di sicurezza γ <sub>R</sub>                         | 1,00   |                                   |
| Resistenza R <sub>d</sub> = Q <sub>V</sub> tg(φ')/γ <sub>R</sub> | 9351,4 | kN                                |
| Sollecitazione E <sub>d</sub> = Q <sub>H</sub>                   | 499,7  | kN < R <sub>d</sub> : VERIFICA OK |

|  |   |
|--|---|
| APPALTATORE:<br>Mandataria: <b>SALINI IMPREGIO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>             | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 |
| PROGETTISTA:<br>Mandataria: <b>SYSTRA S.A.</b><br>Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> |   |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>  | PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA<br><b>IF1M 0.0.E.ZZ CL SL.10.00.001 B 91 di 147</b>   |

### CARICO LIMITE DI FONDAZIONI DIRETTE (SLV)

#### GEOMETRIA E PARAMETRI GEOTECNICI

| Geometria della fondazione          |                   |                   |                   |                   | Geometria del sito                 |                |                 |                   |                 |                 |
|-------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------------------------|----------------|-----------------|-------------------|-----------------|-----------------|
| B                                   | L                 | s                 | e <sub>B</sub>    | e <sub>L</sub>    | D                                  | ω              | ε               | Muro di sostegno? |                 |                 |
| m                                   | m                 | m                 | m                 | m                 | m                                  | °              | °               |                   |                 |                 |
| 3,80                                | 14,48             | 0,00              | 0,00              | 0,00              | 0,70                               | 0,00           | 0,00            | no                |                 |                 |
| Posizione della falda               |                   |                   |                   |                   | a                                  | d              |                 |                   |                 |                 |
| Sotto il piano di posa (d<B e a=0)  |                   |                   |                   |                   | 0,00                               | 3,78           |                 |                   |                 |                 |
| Caratteristiche fisiche dei terreni |                   |                   |                   |                   | Caratteristiche meccaniche terreni |                |                 |                   |                 |                 |
| γ <sub>1</sub>                      | γ <sub>1sat</sub> | γ <sub>w</sub>    | γ <sub>2</sub>    | γ <sub>2sat</sub> | c'                                 | c <sub>u</sub> | φ'              | E <sub>pd</sub>   |                 |                 |
| kN/m <sup>3</sup>                   | kN/m <sup>3</sup> | kN/m <sup>3</sup> | kN/m <sup>3</sup> | kN/m <sup>3</sup> | kPa                                | kPa            | °               | MPa               |                 |                 |
| 20                                  | 20                | 10                | 16                | 16                | 0                                  | 0              | 34              | 581,97            |                 |                 |
| Forma della fondazione              |                   |                   |                   |                   | Condizioni                         |                | k <sub>hi</sub> | k <sub>hk</sub>   | e <sub>yi</sub> | e <sub>yk</sub> |
| Rettangolo(B'<L')                   |                   |                   |                   |                   | Drenate                            |                | 0,137           | 0,303             | 0,951           | 0,690           |



#### DEFINIZIONE DELL'APPROCCIO DI VERIFICA E DEI CARICHI (NTC 2008)

| Combinazione                           | Componenti e direzione dei carichi |                   |                   |                   | θ = angolo rispetto a L<br>Se Q <sub>v</sub> //B θ = 90°<br>Se Q <sub>v</sub> //L θ = 0° |                |      |
|--|------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--|----------------|------|
|  | Q <sub>v</sub>                     | Q <sub>h</sub>    | δ                 | θ                 |  |                |      |
|  | kN                                 | kN                | °                 | °                 |  |                |      |
| Appr.1-A2+M2+R2                        | 6643,2                             | 912,84            | 7,8               | 90                |  |                |      |
| Caratteristiche di calcolo dei terreni |                                    |                   |                   |                   |  |                |      |
| γ <sub>1</sub>                         | γ <sub>1sat</sub>                  | γ <sub>w</sub>    | γ <sub>2</sub>    | γ <sub>2sat</sub> | c'   | c <sub>u</sub> | φ'   |
| kN/m <sup>3</sup>                      | kN/m <sup>3</sup>                  | kN/m <sup>3</sup> | kN/m <sup>3</sup> | kN/m <sup>3</sup> | kPa  | kPa            | °    |
| 20                                     | 20                                 | 10                | 16                | 16                | 0,00   | 0,00           | 28,4 |

#### VERIFICA DEL TIPO DI ROTTURA

| G      | σ    | l <sub>r</sub> | l <sub>crit</sub> | Tipo di rottura: Generale |
|--------|------|----------------|-------------------|---------------------------|
| MPa    | MPa  |                |                   |                           |
| 162,72 | 0,04 | 6791,63        | 103,49            |                           |

#### CALCOLO DEL CARICO LIMITE SECONDO TERZAGHI

$$Q_{lim} = N_q \Psi_q \zeta_{dq} \alpha_q \beta_q [\gamma_1 (D-a) + (\gamma_{sat} - \gamma_w) a] + N_c \Psi_c \zeta_{cq} \alpha_c \beta_c C' + N_r \Psi_r \zeta_{rq} \alpha_r \beta_r \gamma'_2 (B'/2) + \gamma_{wa}$$

|   |                               |                              |                       |                                      |                            | B'                                      | L'               |       |     |
|---|-------------------------------|------------------------------|-----------------------|--------------------------------------|----------------------------|---|------------------|-------|-----|
|   |                               |                              |                       |                                      |                            | m                                       | m                |       |     |
|   |                               |                              |                       |                                      |                            | 3,80                                    | 14,48            |       |     |
|   |                               |                              |                       |                                      |                            | Termini del trinomio e spinta idraulica |                  |       |     |
|   | Coefficienti di carico limite | Coefficienti di punzonamento | Coefficienti di forma | Coefficienti di inclinazione carichi | Coefficienti piano di posa | Coefficienti piano di campagna          |                  |       |     |
|   | N*                            | Ψ                            | ζ                     | ξ**                                  | α                          | β                                       |                  |       |     |
| q | 14,72                         | 1,00                         | 1,14                  | 0,73                                 | 1,00                       | 1,00                                    | I° term.         | 171,6 | kPa |
| c | 25,80                         | 1,00                         | 1,15                  | 0,68                                 | 1,00                       | 1,00                                    | II° term.        | 0,0   | kPa |
| γ | 11,54                         | 1,00                         | 0,90                  | 0,63                                 | 1,00                       | 1,00                                    | III° term.       | 196,8 | kPa |
|   |                               |                              |                       |                                      |                            |   | Spinta idraulica | 0,0   | kPa |

#### Verifica della capacità portante

|  |  |
|--|--|
| Coeff. parz. di sicurezza γ <sub>R</sub>                           | 1,80                                   |
| Resistenza R <sub>d</sub> = Q <sub>lim</sub> (B'L')/γ <sub>R</sub> | 11263 kN in cond. Drenate              |
| Sollecitazione E <sub>d</sub> = PP+Q <sub>v</sub>                  | 6643 kN < R <sub>d</sub> : VERIFICA OK |

#### Verifica allo scorrimento

|  |   |
|--|---|
| Coeff. parz. di sicurezza γ <sub>R</sub>                         | 1,00                                    |
| Resistenza R <sub>d</sub> = Q <sub>v</sub> tg(φ')/γ <sub>R</sub> | 3584,7 kN                               |
| Sollecitazione E <sub>d</sub> = Q <sub>h</sub>                   | 912,8 kN < R <sub>d</sub> : VERIFICA OK |

\* Valori corretti con e<sub>yi</sub> e<sub>yk</sub>; - \*\* Valori corretti con e<sub>yi</sub>

|  |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
|--|---|----------|--------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|-----------|
| APPALTATORE:<br>Mandataria: <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>            | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>          |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTISTA:<br>Mandataria: <b>SYSTRA S.A.</b><br>Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>  | <table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.10.00.001</td> <td>B</td> <td>92 di 147</td> </tr> </table> | PROGETTO | LOTTO        | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | SL.10.00.001 | B | 92 di 147 |
| PROGETTO   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV.     | PAGINA    |      |        |      |          |    |              |   |           |
| IF1M   | 0.0.E.ZZ  | CL       | SL.10.00.001 | B        | 92 di 147 |      |        |      |          |    |              |   |           |

## 8.7 INCIDENZE ARMATURE DELLA STRUTTURA SCATOLARE

Il calcolo delle incidenze viene eseguito tenendo conto dell'intero elemento strutturale, con incrementi che tengono conto degli eventuali infittimenti e delle chiusure.

| COPERTURA SCATOLARE                      |      |       |     |        |
|--|------|-------|-----|--------|
| VOLUME CLS (mc)                          |      |       |     | 20,7   |
|  | φ    | L     | n.  | P      |
|  | (mm) | (m)   | -   | (kg)   |
|  |      |       |     | 0,0    |
| trav sup                                 | 20   | 4,32  | 135 | 1437,5 |
| trav inf                                 | 16   | 4,32  | 135 | 920,0  |
| long. inf                                | 20   | 13,77 | 18  | 611,0  |
| long. sup                                | 20   | 13,77 | 18  | 611,0  |
| sovrapp. long sup                        | 20   | 1,2   | 18  | 53,2   |
| sovrapp. long inf                        | 20   | 1,2   | 18  | 53,2   |
| legature                                 | 14   | 0,6   | 140 | 101,5  |
|  |      |       |     | 0,0    |
|  |      |       |     | 0,0    |
|  |      |       |     | 0,0    |
|  |      |       |     | 0,0    |
|  |      |       |     | 0,0    |
| INCREMENTO % per infittimenti e chiusure |      |       |     | 0%     |
| PESO TOTALE ARMATURA                     |      |       |     | 3787   |
| INCIDENZA (kg/mc)                        |      |       |     | 185    |

| SOLETTA DI FONDAZIONE SCATOLARE          |      |      |      |        |
|--|------|------|------|--------|
| VOLUME CLS (mc)                          |      |      |      | 27,5   |
|  | φ    | L    | n.   | P      |
|  | (mm) | (m)  | -    | (kg)   |
|  |      |      |      | 0,0    |
| trav sup                                 | 20   | 4,52 | 144  | 1604,4 |
| trav inf                                 | 20   | 4,52 | 144  | 1604,4 |
| long. inf                                | 20   | 15,2 | 18,0 | 674,4  |
| long. sup                                | 20   | 15,2 | 18   | 674,4  |
| sovrapp. long sup                        | 20   | 1,2  | 18   | 53,2   |
| sovrapp. long inf                        | 20   | 1,2  | 18   | 53,2   |
| legature                                 | 12   | 0,6  | 612  | 325,8  |
|  |      |      |      | 0,0    |
|  |      |      |      | 0,0    |
|  |      |      |      | 0,0    |
|  |      |      |      | 0,0    |
|  |      |      |      | 0,0    |
| INCREMENTO % per infittimenti e chiusure |      |      |      | 0%     |
| PESO TOTALE ARMATURA                     |      |      |      | 4990   |
| INCIDENZA (kg/mc)                        |      |      |      | 185    |

| PIEDRITTO SCATOLARE  |      |      |      |        |
|----------------------|------|------|------|--------|
| VOLUME CLS (mc)      |      |      |      | 19,7   |
|                      | φ    | L    | n.   | P      |
|                      | (mm) | (m)  | -    | (kg)   |
| vert. int.           | 24   | 1,5  | 140  | 745,4  |
| vert. est.           | 20   | 3,5  | 70   | 603,9  |
| long. inf.           | 20   | 14,6 | 17   | 611,8  |
| long. sup.           | 20   | 14,6 | 17,0 | 611,8  |
| sovrapp. long sup    | 20   | 1,2  | 17   | 50,3   |
| sovrapp. long inf    | 20   | 1,2  | 17   | 50,3   |
| legature             | 12   | 0,6  | 549  | 292,3  |
| vert. est.           | 20   | 3,5  | 140  | 1207,8 |
|                      |      |      |      | 0,0    |
|                      |      |      |      | 0,0    |
|                      |      |      |      | 0,0    |
|                      |      |      |      | 0,0    |
| INCREMENTO %         |      |      |      | 0%     |
| PESO TOTALE ARMATURA |      |      |      | 4174   |
| INCIDENZA (kg/mc)    |      |      |      | 215    |

|  |   |   |          |                        |              |      |           |
|--|---|---|----------|------------------------|--------------|------|-----------|
| APPALTATORE:<br><u>Mandatario:</u><br><b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> | <u>Mandante:</u><br><b>ASTALDI S.p.A.</b> | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b>  |          |                        |              |      |           |
|  |   | <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>   |          |                        |              |      |           |
| PROGETTISTA:<br><u>Mandatario:</u><br><b>SYSTRA S.A.</b>             |   | <u>Mandante:</u><br><b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>  |          | <b>ROCKSOIL S.p.A.</b> |              |      |           |
|  |   | <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE<br/>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI<br/>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |          |                        |              |      |           |
| PROGETTO ESECUTIVO   |   | PROGETTO  | LOTTO    | CODIFICA               | DOCUMENTO    | REV. | PAGINA    |
| Relazione di calcolo   |   | IF1M  | 0.0.E.ZZ | CL                     | SL.10.00.001 | B    | 93 di 147 |

## **9 MURI ANDATORI IN DESTRA SU FONDAZIONE DIRETTA**

Nel seguito del presente paragrafo si riportano i criteri generali di Analisi ed i risultati del dimensionamento del muro di sostegno da realizzare in prossimità della struttura scatolare, al fine di contenere localmente il corpo del rilevato ferroviario.

Trattasi del muro andatore in destra su fondazione diretta.

### **9.1 SCHEMATIZZAZIONE DELLE STRUTTURE**

L'analisi delle opere è stata eseguita con modelli semplificati avvalendosi di fogli di calcolo, considerando le azioni derivanti dai pesi propri di muro e terreno di riempimento e dai sovraccarichi accidentali.

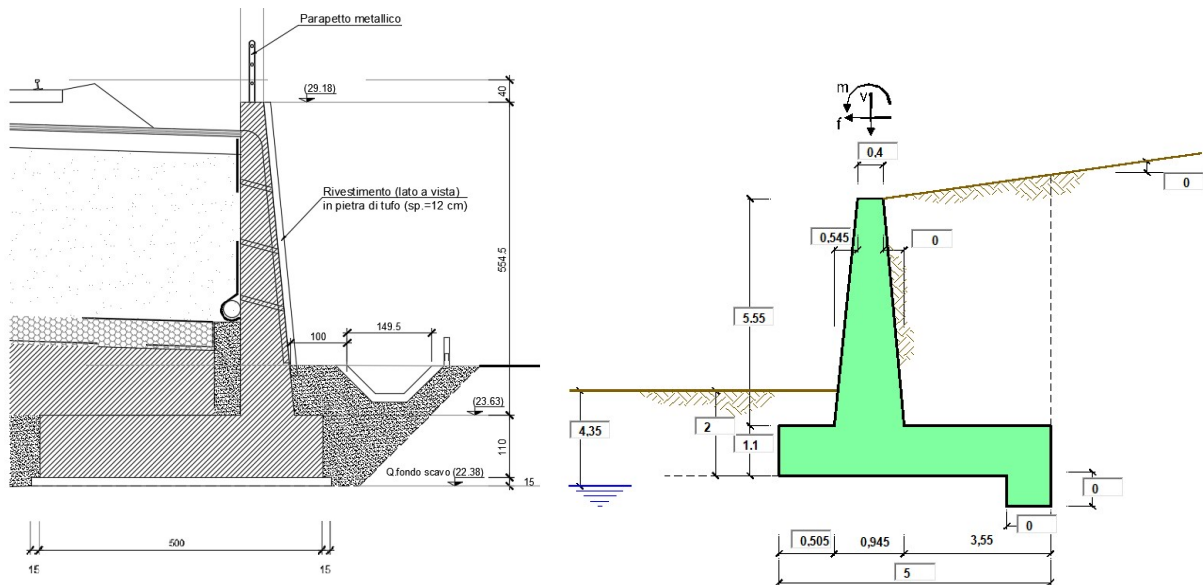
In condizioni sismiche, l'analisi è stata eseguita mediante metodo pseudo-statico, ipotizzando il cuneo di terreno a tergo del paramento dell'opera in equilibrio limite attivo, così come specificato al paragrafo 7.11.6.2.1 delle NTC 2008.

#### **9.1.1 Geometria di calcolo**

Verranno presentate nel seguito le verifiche relative al concio di muro caratterizzato da una maggiore altezza dei paramenti. Ai fini delle verifiche geotecniche e strutturali è considerata dunque, a vantaggio di sicurezza, l'altezza massima del concio, pari a 5.55 m.

Si adotta la seguente geometria di calcolo.

|  |  |  |                                 |                              |   |                         |                                   |
|--|--|--|---------------------------------|------------------------------|---|-------------------------|-----------------------------------|
| <b>APPALTATORE:</b><br>Mandataria: <b>SALINI IMPREGIO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>                |  | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b><br><b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b><br><b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |                                 |                              |   |                         |                                   |
| <b>PROGETTISTA:</b><br>Mandataria: <b>SYSTRA S.A.</b><br>Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b> |  | <b>PROGETTO</b><br><b>IF1M</b>   | <b>LOTTO</b><br><b>0.0.E.ZZ</b> | <b>CODIFICA</b><br><b>CL</b> | <b>DOCUMENTO</b><br><b>SL.10.00.001</b> | <b>REV.</b><br><b>B</b> | <b>PAGINA</b><br><b>94 di 147</b> |
| <b>PROGETTO ESECUTIVO</b><br><b>Relazione di calcolo</b>   |  |  |                                 |                              |   |                         |                                   |



**Figura 69- Geometria di calcolo del muro**

## 9.2 ANALISI DEI CARICHI

Si riporta nel seguito la valutazione dell'entità dei carichi fissi e variabili che intervengono ai fini delle analisi e verifiche delle opere di sostegno oggetto del presente documento.

### Peso permanente strutturale

Per pesi permanenti strutturali si intendono le azioni associate ai pesi propri del muro e del terreno di riempimento.

Ai fini del calcolo del peso del muro si considera un peso per unità di volume  $\gamma_m = 25 \text{ kN/m}^3$ .  
Il terreno di riempimento ha peso per unità di volume  $\gamma_{rint} = 20 \text{ kN/ m}^3$ .

Con riferimento alla figura mostrata sotto:

| APPALTATORE:<br>Mandatario: <b>SALINI IMPREGIO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>             | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE<br>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI<br>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014           |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
|--|---|----------|--------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|-----------|
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b><br>Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTO ESECUTIVO<br>Relazione di calcolo   | <table border="1"> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.10.00.001</td> <td>B</td> <td>95 di 147</td> </tr> </table> | PROGETTO | LOTTO        | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | SL.10.00.001 | B | 95 di 147 |
| PROGETTO   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV.     | PAGINA    |      |        |      |          |    |              |   |           |
| IF1M   | 0.0.E.ZZ  | CL       | SL.10.00.001 | B        | 95 di 147 |      |        |      |          |    |              |   |           |

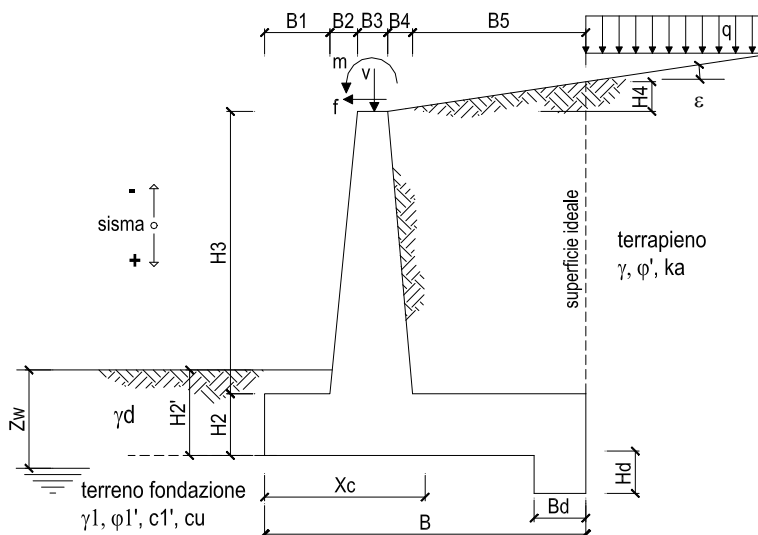


Figura 70-Geometria muro

### Geometria del Muro

|                            |      |      |     |
|----------------------------|------|------|-----|
| Elevazione                 | H3 = | 5,55 | (m) |
| Aggetto Valle              | B2 = | 0,55 | (m) |
| Spessore del Muro in Testa | B3 = | 0,40 | (m) |
| Aggetto monte              | B4 = | 0,00 | (m) |

### Geometria della Fondazione

|                      |      |      |     |
|----------------------|------|------|-----|
| Larghezza Fondazione | B =  | 5,00 | (m) |
| Spessore Fondazione  | H2 = | 1,10 | (m) |
| Suola Lato Valle     | B1 = | 0,51 | (m) |
| Suola Lato Monte     | B5 = | 3,55 | (m) |
| Altezza dente        | Hd = | 0,00 | (m) |
| Larghezza dente      | Bd = | 0,00 | (m) |
| Mezzeria Sezione     | Xc = | 2,50 | (m) |

|                                 |                  |       |                      |
|---------------------------------|------------------|-------|----------------------|
| Peso Specifico del Calcestruzzo | $\gamma_{cls}$ = | 25,00 | (kN/m <sup>3</sup> ) |
|---------------------------------|------------------|-------|----------------------|

si calcola:

|  |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
|--|---|----------|--------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|-----------|
| APPALTATORE:<br>Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.<br>Mandante: ASTALDI S.p.A.            | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE<br>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI<br>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014           |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: SYSTRA S.A.<br>Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A. |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTO ESECUTIVO<br>Relazione di calcolo   | <table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.10.00.001</td> <td>B</td> <td>96 di 147</td> </tr> </table> | PROGETTO | LOTTO        | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | SL.10.00.001 | B | 96 di 147 |
| PROGETTO   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV.     | PAGINA    |      |        |      |          |    |              |   |           |
| IF1M   | 0.0.E.ZZ  | CL       | SL.10.00.001 | B        | 96 di 147 |      |        |      |          |    |              |   |           |

### FORZE VERTICALI

|  |  |        |            |
|--|--|--------|------------|
|  |  |        | <b>SLE</b> |
| - Peso del Muro (Pm)   |  |        |            |
| Pm1 =  | $(B2 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls}) / 2$         | (kN/m) | 37,81      |
| Pm2 =  | $(B3 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})$             | (kN/m) | 55,50      |
| Pm3 =  | $(B4 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls}) / 2$         | (kN/m) | 0,00       |
| Pm4 =  | $(B \cdot H2 \cdot \gamma_{cls})$              | (kN/m) | 137,50     |
| Pm5 =  | $(Bd \cdot Hd \cdot \gamma_{cls})$             | (kN/m) | 0,00       |
| Pm =   | $Pm1 + Pm2 + Pm3 + Pm4 + Pm5$                  | (kN/m) | 230,81     |
| <br>   |  |        |            |
| - Peso del terreno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro (Pt) |  |        |            |
| Pt1 =  | $(B5 \cdot H3 \cdot \gamma')$                  | (kN/m) | 394,05     |
| Pt2 =  | $(0,5 \cdot (B4 + B5) \cdot H4 \cdot \gamma')$ | (kN/m) | 0,00       |
| Pt3 =  | $(B4 \cdot H3 \cdot \gamma')$                  | (kN/m) | 0,00       |
| Sovr =   | $qp \cdot (B4 + B5)$                           | (kN/m) | 56,80      |
| Pt =   | $Pt1 + Pt2 + Pt3 + Sovr$                       | (kN/m) | 450,85     |
| <br>   |  |        |            |
| - Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro            |  |        |            |
| Sovr acc. Stat   | $q \cdot (B4 + B5)$                            | (kN/m) | 60,421     |
| Sovr acc. Sism   | $qs \cdot (B4 + B5)$                           | (kN/m) | 12,0842    |

Le spinte del terreno a monte sono state valutate coerentemente con la caratterizzazione mostrata al paragrafo 9.3.

Il coefficiente di spinta attiva è stato valutato utilizzando la teoria del cuneo di rottura di Coulomb, che tiene conto, oltre alle ipotesi base della teoria di Rankine, anche della presenza dell'attrito fra terra e muro  $\delta$  e della superficie interna del paramento del muro comunque inclinata di un angolo  $\psi$ . Lo sviluppo analitico della teoria di Coulomb è stato definito da Muller-Breslau, i quali valutano il coefficiente di spinta attiva in condizione statica come:

$$K_a = \frac{\sin^2(\psi + \varphi)}{\sin^2(\psi) \cdot \sin(\psi - \delta) \cdot \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi - \beta)}{\sin(\psi - \delta) \cdot \sin(\psi + \beta)}} \right]^2}$$

dove:

$\varphi$  è l'angolo di resistenza a taglio del terreno;

$\delta$  è l'angolo di attrito terra-muro, assunto pari a  $2/3 \varphi$ ;

$\varepsilon$  è l'inclinazione rispetto all'orizzontale della superficie del terreno;

$\beta$  è l'inclinazione rispetto alla verticale della parete interna del muro.



| APPALTATORE:<br>Mandatario: SALINI IMPREGIO S.p.A.<br>Mandante: ASTALDI S.p.A.             | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE<br>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI<br>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
|--|---|----------|--------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|-----------|
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: SYSTRA S.A.<br>Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A. |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTO ESECUTIVO<br>Relazione di calcolo   | <table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.10.00.001</td> <td>B</td> <td>97 di 147</td> </tr> </tbody> </table> | PROGETTO | LOTTO        | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | SL.10.00.001 | B | 97 di 147 |
| PROGETTO   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV.     | PAGINA    |      |        |      |          |    |              |   |           |
| IF1M   | 0.0.E.ZZ  | CL       | SL.10.00.001 | B        | 97 di 147 |      |        |      |          |    |              |   |           |

### Peso permanente non strutturale

Per pesi permanenti non strutturali si intendono le azioni associate alla presenza del ballast, del rivestimento del parapetto esterno del muro.

Il peso permanente dato dalla presenza del ballast è stato considerato un carico permanente  $qp = 16.00 \frac{kN}{m^2}$

L'azione che deriva dal rivestimento del parapetto è modellata all'interno del foglio di calcolo mediante l'utilizzo di una forza concentrata in testa al muro pari al peso totale che da essa deriva più un momento di trasporto atto a tenere in conto il reale punto di applicazione di questa forza.

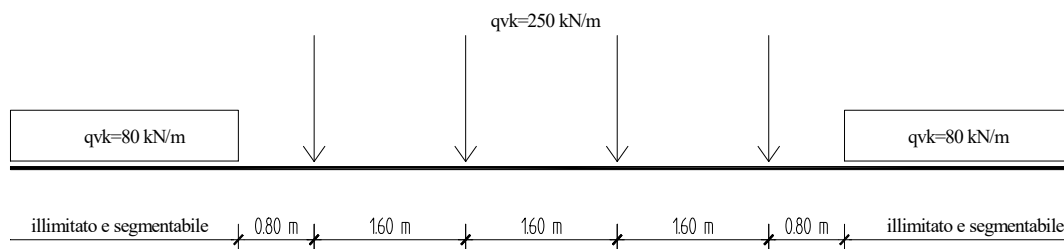
Considerando un rivestimento di 12 cm in pietra di tufo, risulta:

$$vp = 17.00 \cdot 0.12 \cdot 4.86 \frac{kN}{m} = 9.91 \frac{kN}{m}$$

$$mp = 9.91 \cdot 0.50 \frac{kN m}{m} = 4.96 \frac{kN m}{m}$$

### Sovraccarichi accidentali- Carichi ferroviari

Trattandosi di opere di sostegno poste a margine della sede Ferroviaria, per la valutazione dell'entità dei carichi variabili da considerare nel calcolo, si fa riferimento al modello di carico LM71 definito dalle S.T.I. è definito nella norma EN 1991-2:2003/AC:2010 di cui allo schema seguente:



**Figura 71 - Treno LM71**

| APPALTATORE:<br>Mandataria: <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>            | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b><br><b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b><br><b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>                        |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
|--|---|----------|--------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|-----------|
| PROGETTISTA:<br>Mandataria: <b>SYSTRA S.A.</b><br>Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>  | <table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.10.00.001</td> <td>B</td> <td>98 di 147</td> </tr> </tbody> </table> | PROGETTO | LOTTO        | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | SL.10.00.001 | B | 98 di 147 |
| PROGETTO   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV.     | PAGINA    |      |        |      |          |    |              |   |           |
| IF1M   | 0.0.E.ZZ  | CL       | SL.10.00.001 | B        | 98 di 147 |      |        |      |          |    |              |   |           |

A tali carichi si deve applicare il coefficiente  $\alpha=1$  ai sensi del par. 3.5.2.3.6 del Manuale RFI sull'incremento dinamico delle azioni sui muri di sostegno e delle S.T.I. per tipi di traffico analogo a quello della linea in oggetto.

In senso longitudinale, si è assunto che il carico si distribuisca sull'intero ingombro dei suoi assi, pari a 6.40 m.

$$q = 250 \times 4 / 6.40 = 156.25 \text{ kN/m}$$

In senso trasversale, questo carico è stato distribuito attraverso il ricoprimento costituito dal ballast con una pendenza 1 a 4 ( $Q = 156.25/3 = 52.08 \text{ kN/m}^2$ ) e nel corpo del rilevato secondo l'angolo d'attrito del terreno (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**).

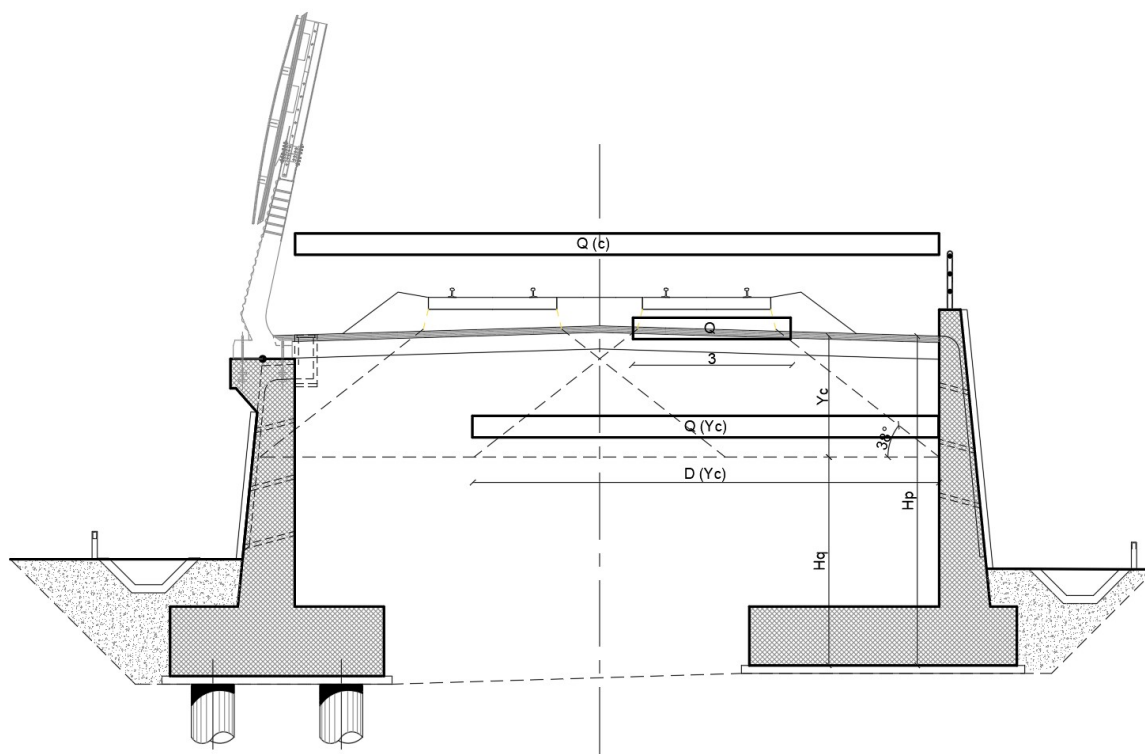


Figura 72 -Schema di diffusione del carico accidentale

Detto  $Q_c$  il valore convenzionale del sovraccarico accidentale da considerare sul piano limite del terrapieno a monte dell'opera di sostegno, risulta:

|  |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
|--|---|----------|--------------|----------|-----------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|-----------|
| APPALTATORE:<br>Mandataria: <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>            | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>          |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTISTA:<br>Mandataria: <b>SYSTRA S.A.</b><br>Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> |   |          |              |          |           |      |        |      |          |    |              |   |           |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>  | <table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.10.00.001</td> <td>B</td> <td>99 di 147</td> </tr> </table> | PROGETTO | LOTTO        | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | SL.10.00.001 | B | 99 di 147 |
| PROGETTO   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV.     | PAGINA    |      |        |      |          |    |              |   |           |
| IF1M   | 0.0.E.ZZ  | CL       | SL.10.00.001 | B        | 99 di 147 |      |        |      |          |    |              |   |           |

$$Q_c = \frac{Q(y_c) \cdot H_q}{H_p}$$

$$Q'(y_c) = \frac{52.08 \cdot 3 \text{ KN}}{D(y_c) \text{ m}^2}$$

Rimandando per le simbologie utilizzate a quanto rappresentato nei grafici precedenti si riporta nel seguito una tabella riassuntiva di quanto detto.

| D(y <sub>c</sub> ) | H <sub>q</sub> | H <sub>p</sub> | Q (y <sub>c</sub> ) | Q'c               |
|--------------------|----------------|----------------|---------------------|-------------------|
| m                  | m              | m              | KN/m <sup>2</sup>   | KN/m <sup>2</sup> |
| 8.71               | 3.89           | 6.15           | 17.94               | 11.35             |

Il valore Q'c così calcolato viene cautelativamente amplificato per 1.5 per tenere conto della parziale sovrapposizione con un analogo carico accidentale sul binario più lontano. Pertanto, a vantaggio di sicurezza, sul muro in questione si considera un sovraccarico accidentale:

$$Q_c = 17.02 \text{ kN/m}^2$$

### Azione sismica

L'analisi sismica dei muri è stata eseguita con il metodo pseudo-statico. I coefficienti sismici orizzontale k<sub>h</sub> e verticale k<sub>v</sub> sono valutati con le relazioni:

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

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

dove:

β<sub>m</sub> è un coefficiente dipendente dal valore dell'accelerazione orizzontale a<sub>g</sub> e dalla tipologia di sottosuolo. Nel caso in esame, essendo il sottosuolo di categoria C e a<sub>g</sub>(g) compresa tra 0.2 e 0.4, si assume β<sub>m</sub>=0.31;

k<sub>h</sub> è il coefficiente sismico in direzione orizzontale;

k<sub>v</sub> è il coefficiente sismico in direzione verticale;

L'accelerazione massima viene valutata come:

| APPALTATORE:<br>Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.<br>Mandante: ASTALDI S.p.A.            | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b><br><b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b><br><b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>                         |          |              |          |            |      |        |      |          |    |              |   |            |
|--|--|----------|--------------|----------|------------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|------------|
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: SYSTRA S.A.<br>Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A. |  |          |              |          |            |      |        |      |          |    |              |   |            |
| PROGETTO ESECUTIVO<br>Relazione di calcolo   | <table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.10.00.001</td> <td>B</td> <td>100 di 147</td> </tr> </tbody> </table> | PROGETTO | LOTTO        | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | SL.10.00.001 | B | 100 di 147 |
| PROGETTO   | LOTTO  | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV.     | PAGINA     |      |        |      |          |    |              |   |            |
| IF1M   | 0.0.E.ZZ   | CL       | SL.10.00.001 | B        | 100 di 147 |      |        |      |          |    |              |   |            |

$$\frac{a_{max}}{g} = S_s \cdot S_T \cdot \frac{a_g}{g}$$

dove:

$S_s = 1.37$  tiene conto dell'amplificazione stratigrafica;

$S_T = 1.00$  tiene conto dell'amplificazione topografica;

$\frac{a_g}{g} = 0.22$  è l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito per lo SLV.

La valutazione della spinta in condizioni dinamiche viene effettuata con il metodo di Mononobe e Okabe:

per  $\beta \leq \varphi - \theta$

$$k_{a,s} = \frac{\sin^2(\psi + \varphi - \theta)}{\cos(\theta) \cdot \sin^2(\psi - \theta - \delta) \cdot \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi - \beta - \theta)}{\sin(\psi - \theta - \delta) \cdot \sin(\psi + \beta)}} \right]^2}$$

per  $\beta > \varphi - \theta$

$$k_{a,s} = \frac{\sin^2(\psi + \varphi - \theta)}{\cos(\theta) \cdot \sin^2(\psi) \cdot \sin(\psi - \theta - \delta)}$$

dove:

$\theta$  è l'angolo tale che  $\tan \theta = \frac{k_h}{1 \pm k_v}$ ;

La tabella seguente riporta i suddetti parametri, distinguendo le combinazioni di verifica in base all'approccio perseguito:

|  |  |          |              |          |            |      |        |      |          |    |              |   |            |
|--|--|----------|--------------|----------|------------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|------------|
| APPALTATORE:<br>Mandatario: <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>            | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b><br><b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b><br><b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |          |              |          |            |      |        |      |          |    |              |   |            |
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b><br>Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> |  |          |              |          |            |      |        |      |          |    |              |   |            |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>  | <table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.10.00.001</td> <td>B</td> <td>101 di 147</td> </tr> </table>           | PROGETTO | LOTTO        | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | SL.10.00.001 | B | 101 di 147 |
| PROGETTO   | LOTTO  | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV.     | PAGINA     |      |        |      |          |    |              |   |            |
| IF1M   | 0.0.E.ZZ   | CL       | SL.10.00.001 | B        | 101 di 147 |      |        |      |          |    |              |   |            |

|  |  |           |
|--|--|-----------|
| Accelerazione sismica                                | $a_g/g$  | 0.221 (-) |
| Coefficiente Amplificazione Stratigrafico            | $S_s$  | 1.37 (-)  |
| Coefficiente Amplificazione Topografico              | $S_T$  | 1 (-)     |
| Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima | $\beta_s$  | 0.31 (-)  |
| Coefficiente sismico orizzontale                     | $k_h$  | 0.093 (-) |
| Coefficiente sismico verticale                       | $k_v$  | 0.047 (-) |
| Muro libero di traslare o ruotare                    | <input checked="" type="radio"/> <b>si</b> <input type="radio"/> <b>no</b> |           |

|                        |  | SLE       | STR   | EQU/GEO |       |
|------------------------|--|-----------|-------|---------|-------|
| Coefficienti di Spinta | Coeff. di Spinta Attiva Statico          | $k_a$     | 0,217 | 0,217   | 0,275 |
|                        | Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sisma +  | $k_{as+}$ | 0,268 | 0,268   | 0,333 |
|                        | Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sisma -  | $k_{as-}$ | 0,274 | 0,274   | 0,340 |
|                        | Coeff. Di Spinta Passiva                 | $k_p$     | 3,392 | 3,392   | 2,711 |
|                        | Coeff. Di Spinta Passiva Sismica sisma + | $k_{ps+}$ | 3,223 | 3,223   | 2,558 |
|                        | Coeff. Di Spinta Passiva Sismica sisma - | $k_{ps-}$ | 3,206 | 3,206   | 2,543 |

Sono state altresì considerate le forze di inerzia dovute al peso del muro e del terreno gravante sulla zattera di monte, valutate come:

$$F_i = k_R \cdot W_i$$

Per quanto riguarda l'incremento sismico di spinta dovuto ai terrapieni, esso è stato applicato alla stessa altezza dell'aliquota statica, così come prescritto dalla norma per muri liberi di traslare e ruotare intorno al piede.

### 9.2.1 Combinazioni di carichi SLU

Tutte le condizioni di carico elementari di carico possono essere raggruppate nei seguenti gruppi di condizioni:

G1: azioni dovute al peso proprio e ai carichi permanenti strutturali;

G2: azioni dovute ai carichi permanenti non strutturali;

P: azioni dovute ai carichi di precompressione;

$Q_{ik}$ : azioni dovute ai sovraccarichi accidentali;

E: azioni dovute ai carichi sismici orizzontali e verticali.

Secondo quanto previsto dalle NTC 2008, si considerano tutte le combinazioni non sismiche del tipo:

|  |  |  |          |          |              |              |
|--|--|--|----------|----------|--------------|--------------|
| APPALTATORE:<br>Mandatario: <b>SALINI IMPREGIO S.p.A.</b> Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>                    |  | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> |          |          |              |              |
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b> Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b> |  | <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>          |          |          |              |              |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>  |  | PROGETTO                               | LOTTO    | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV. PAGINA  |
|  |  | IF1M                                   | 0.0.E.ZZ | CL       | SL.10.00.001 | B 102 di 147 |

$$F_d = \gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_p \cdot P_k + \gamma_q \left[ Q_k + \sum (\Psi_{0i} \cdot Q_{ik}) \right]$$

essendo:

| Carichi              | Coef.                 | Condizione |          |          |
|----------------------|-----------------------|------------|----------|----------|
|                      | $\gamma_F (\gamma_E)$ | EQU        | STR (A1) | GEO (A2) |
| Permanenti           | $\gamma_{G,1}$        | 0.9÷1.1    | 1.0÷1.3  | 1.0÷1.0  |
| Perm.non strutturali | $\gamma_{G,2}$        | 0.0÷1.5    | 0,0÷1.5  | 0.0÷1.3  |
| Variabili            | $\gamma_{Q,i}$        | 0.0÷1.5    | 0.0÷1.5  | 0.0÷1.3  |

Tabella 15-Coefficienti parziali per le azioni favorevoli-sfavorevoli

$\gamma_p = 1.00$  (precompressione)

$\Psi_{0i} = 0 \div 1.00$  (coefficiente di combinazione allo SLU per tutte le condizioni di carico elementari variabili per tipologia e categoria  $Q_{ik}$ )

Le combinazioni sismiche considerate sono:

$$F_d = G_1 + G_2 + P_k + E + \left[ \sum (\Psi_{2i} \cdot Q_{ik}) \right]$$

essendo:

$\Psi_{2i} = 0$  nel caso di sovraccarichi stradali.

### 9.2.2 Combinazioni di carichi SLE

Secondo quanto previsto dal D.M. 14.01.2008, si considerano le combinazioni:

$$F_d = G_1 + G_2 + P_k + \left[ \sum (\Psi_{2i} \cdot Q_{ik}) \right]$$

Essendo, nel caso di carichi stradali,  $\Psi_{2i}$  pari a 0 per la combinazione quasi permanente, pari a 0.75 per la combinazione frequente e pari a 1 per la combinazione rara.

### 9.3 CRITERI DI CALCOLO GEOTECNICO E STRUTTURALE

In generale, per ogni stato limite deve essere verificata la condizione:

|  |  |          |              |          |            |      |        |      |          |    |              |   |            |
|--|--|----------|--------------|----------|------------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|------------|
| APPALTATORE:<br>Mandatario: <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>            | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b><br><b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b><br><b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>                                       |          |              |          |            |      |        |      |          |    |              |   |            |
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b><br>Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> |  |          |              |          |            |      |        |      |          |    |              |   |            |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>  | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.10.00.001</td> <td>B</td> <td>103 di 147</td> </tr> </table> | PROGETTO | LOTTO        | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | SL.10.00.001 | B | 103 di 147 |
| PROGETTO   | LOTTO  | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV.     | PAGINA     |      |        |      |          |    |              |   |            |
| IF1M   | 0.0.E.ZZ   | CL       | SL.10.00.001 | B        | 103 di 147 |      |        |      |          |    |              |   |            |

$$E_d \leq R_d$$

dove  $E_d$  rappresenta l'insieme amplificato delle azioni agenti, ed  $R_d$  l'insieme delle resistenze, queste ultime corrette in funzione della tipologia del metodo di approccio al calcolo eseguito, della geometria del sistema e delle proprietà meccaniche dei materiali e dei terreni in uso.

A seconda dell'approccio perseguito, sarà necessario applicare dei coefficienti di sicurezza o amplificativi, a secondo si tratti del calcolo delle caratteristiche di resistenza o delle azioni agenti.

In particolare, in funzione del tipo di verifica da eseguire, avremo, per le azioni derivanti da carichi gravitazionali, i seguenti coefficienti parziali:

| Carichi               | Coefficiente parziale<br>$\gamma_F$ (o $\gamma_E$ ) | EQU     | (A1)<br>STR | (A2)<br>GEO |
|-----------------------|---|---------|-------------|-------------|
| Permanenti            | $\gamma_{G1}$                                       | 0.9÷1.1 | 1.0÷1.3     | 1.0         |
| Perm. non strutturali | $\gamma_{G2}$                                       | 0.0÷1.5 | 0.0÷1.5     | 0.0÷1.3     |
| Variabili             | $\gamma_{Q,i}$                                      | 0.0÷1.5 | 0.0÷1.5     | 0.0÷1.3     |

**Tabella 16- Coefficienti parziali per le azioni favorevoli-sfavorevoli**

Ai fini delle resistenze, in funzione del tipo di verifica da eseguire, il valore di progetto può ricavarsi in base alle indicazioni sotto riportate.

| Parametro                               | Parametro di riferimento | Coefficiente parziale<br>$\gamma_M$ | M1   | M2   |
|---|--------------------------|-------------------------------------|------|------|
| Tangente dell'angolo di resistenza $f'$ | $\tan \gamma'_k$         | $\gamma_f$                          | 1.00 | 1.25 |
| Coesione efficace                       | $c'_k$                   | $\gamma_c$                          | 1.00 | 1.25 |
| Resistenza non drenata                  | $C_{uk}$                 | $\gamma_{cu}$                       | 1.00 | 1.40 |
| Peso dell'unità di volume               | $\gamma$                 | $\gamma_g$                          | 1.00 | 1.00 |

**Tabella 17-Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Partendo da questi coefficienti, è possibile definire le caratteristiche meccaniche dei terreni in funzione del tipo di approccio. In particolare avremo:

|  |   |  |          |                        |              |                               |            |  |  |  |  |
|--|---|--|----------|------------------------|--------------|-------------------------------|------------|--|--|--|--|
| APPALTATORE:<br><i>Mandatario:</i><br><b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> | <i>Mandante:</i><br><b>ASTALDI S.p.A.</b> | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b>           |          |                        |              |                               |            |  |  |  |  |
| PROGETTISTA:<br><i>Mandatario:</i><br><b>SYSTRA S.A.</b>             |   | <i>Mandante:</i><br><b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> |          | <b>ROCKSOIL S.p.A.</b> |              | <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b> |            |  |  |  |  |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>                    |   | PROGETTO   | LOTTO    | CODIFICA               | DOCUMENTO    | REV.                          | PAGINA     |  |  |  |  |
|  |   | IF1M   | 0.0.E.ZZ | CL                     | SL.10.00.001 | B                             | 104 di 147 |  |  |  |  |

### Terreno di fondazione

#### *Metodo M1*

Peso per unità di volume totale  $\gamma = 16 \text{ kN/m}^3$

Coesione  $c' = 0 \text{ kPa}$

Angolo di attrito di calcolo  $\phi' = 33^\circ$

#### *Metodo M2*

Peso per unità di volume  $\gamma = 16 \text{ kN/m}^3$

Coesione  $c' = 0 \text{ kPa}$

Angolo di attrito interno  $\phi' = 27.45^\circ$

### Terreno di riporto

#### *Metodo M1*

Peso per unità di volume totale  $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$

Coesione  $c' = 0 \text{ kPa}$

Angolo di attrito di calcolo  $\phi' = 38^\circ$

Angolo di attrito terra-muro  $\delta = 25.33^\circ$

#### *Metodo M2*

Peso per unità di volume totale  $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$

Coesione  $c' = 0 \text{ kPa}$

Angolo di attrito di calcolo  $\phi' = 32.01^\circ$

Angolo di attrito terra-muro  $\delta = 21.34^\circ$

Le verifiche SLU e GEO vengono effettuate con l'Approccio 1, che prevede due combinazioni di coefficienti:

Combinazione 1 (A1+M1+R1)



|  |   |  |                          |                        |                                  |   |                             |
|--|---|--|--------------------------|------------------------|----------------------------------|---|-----------------------------|
| APPALTATORE:<br><u>Mandatario:</u><br><b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> | <u>Mandante:</u><br><b>ASTALDI S.p.A.</b> | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b>           |                          |                        |                                  |   |                             |
|  |   | <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>                    |                          |                        |                                  |   |                             |
| PROGETTISTA:<br><u>Mandatario:</u><br><b>SYSTRA S.A.</b>             |   | <u>Mandante:</u><br><b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> |                          | <b>ROCKSOIL S.p.A.</b> |                                  | <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |                             |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>                    |   | PROGETTO<br><b>IF1M</b>                          | LOTTO<br><b>0.0.E.ZZ</b> | CODIFICA<br><b>CL</b>  | DOCUMENTO<br><b>SL.10.00.001</b> | REV.<br><b>B</b>  | PAGINA<br><b>105 di 147</b> |

### Combinazione 2 (A2+M2+R2)

La prima viene utilizzata per le verifiche agli stati limite per il dimensionamento strutturale, la seconda per le verifiche agli stati limite per il dimensionamento geotecnico, come specificato al punto C6.5.3.1.1 delle Istruzioni. I coefficienti parziali di sicurezza R3 sono pari a:

| Verifica                           | Coefficiente parziale (R1) | Coefficiente parziale (R2) |
|------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Capacità portante della fondazione | $\gamma_R = 1.0$           | $\gamma_R = 1.0$           |
| Scorrimento                        | $\gamma_R = 1.0$           | $\gamma_R = 1.0$           |

**Tabella 18-Coefficienti R**

Lo stato limite di ribaltamento non prevede la mobilitazione della resistenza del terreno di fondazione e deve essere trattato come uno stato limite di equilibrio come corpo rigido (EQU), adoperando coefficienti parziali del gruppo M2 per il calcolo delle spinte ed il fattore parziale di sicurezza R2=1.0.

Nelle verifiche finalizzate al dimensionamento strutturale, il coefficiente  $\gamma_R$  non deve essere portato in conto.

Per quanto riguarda le verifiche in condizioni sismiche, esse verranno effettuate considerando, per i diversi stati limite, i coefficienti amplificativi delle azioni (A) di valore unitario, come indicato al punto C7.11.6.2 delle Istruzioni per l'applicazione delle NTC 2008.

Ricapitolando, le verifiche riportate nel seguito della presente saranno effettuate nei confronti dei seguenti stati limite e con gli approcci metodologici di fianco riportati.

|  |                 |
|--|-----------------|
| SLU di tipo geotecnico (GEO) – Approccio 1                   |                 |
| Collasso per carico limite dell'insieme fondazione – terreno | <b>A2+M2+R2</b> |
| Scorrimento sul piano di posa                                | <b>A2+M2+R2</b> |
| SLU di tipo strutturale (STR) - Approccio 1                  |                 |
| Raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali   | <b>A1+M1+R1</b> |

|  |   |  |                          |                        |                                  |   |                             |
|--|---|--|--------------------------|------------------------|----------------------------------|---|-----------------------------|
| APPALTATORE:<br><u>Mandatario:</u><br><b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> | <u>Mandante:</u><br><b>ASTALDI S.p.A.</b> | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b>           |                          |                        |                                  |   |                             |
|  |   | <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>                    |                          |                        |                                  |   |                             |
| PROGETTISTA:<br><u>Mandatario:</u><br><b>SYSTRA S.A.</b>             |   | <u>Mandante:</u><br><b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> |                          | <b>ROCKSOIL S.p.A.</b> |                                  | <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE<br/>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI<br/>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |                             |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>                    |   | PROGETTO<br><b>IF1M</b>                          | LOTTO<br><b>0.0.E.ZZ</b> | CODIFICA<br><b>CL</b>  | DOCUMENTO<br><b>SL.10.00.001</b> | REV.<br><b>B</b>  | PAGINA<br><b>106 di 147</b> |

SLU di equilibrio di corpo rigido (EQU)

Ribaltamento

*EQU+M2+R2*

### 9.3.1 Criterio di verifica a capacità portante della fondazione (GEO)

La verifica a carico limite della fondazione dei muri è stata eseguita facendo riferimento alla nota formula trinomia di Terzaghi.

$$q_{lim} = \psi_q \cdot \zeta_q \cdot \xi_q \cdot \alpha_q \cdot \beta_q \cdot N_q \cdot \gamma_1 \cdot D + \psi_c \cdot \zeta_c \cdot \xi_c \cdot \alpha_c \cdot \beta_c \cdot N_c \cdot c + \psi_\gamma \cdot \zeta_\gamma \cdot \xi_\gamma \cdot \alpha_\gamma \cdot \beta_\gamma \cdot N_\gamma \cdot \gamma_2 \cdot \frac{B}{2}$$

in cui:

- $\gamma_1$  è il peso dell'unità di volume del terreno presente al di sopra del piano di posa della fondazione;
- $\gamma_2$  è il peso dell'unità di volume del terreno presente al di sotto del piano di posa della fondazione;
- D è la profondità del piano di posa della fondazione;
- B è la larghezza della fondazione;
- $N_q$ ,  $N_c$ ,  $N_\gamma$  sono coefficienti tabellati in funzione dell'angolo di attrito del terreno presente al di sotto del piano di posa;
- $\psi_q$ ,  $\psi_c$ ,  $\psi_\gamma$  sono i coefficienti correttivi legati al tipo di rottura (generale o per punzonamento);
- $\zeta_q$ ,  $\zeta_c$ ,  $\zeta_\gamma$  sono i coefficienti correttivi di forma; essi dipendono dalla lunghezza L e dalla larghezza B della fondazione;
- $\xi_q$ ,  $\xi_c$ ,  $\xi_\gamma$  sono i coefficienti correttivi di inclinazione del carico; essi dipendono dalla lunghezza L e dalla larghezza B della fondazione, dall'entità dei carichi verticale ed orizzontale agenti, dalla coesione e dall'angolo di attrito del terreno presente al di sotto del piano di posa;
- $\alpha_q$ ,  $\alpha_c$ ,  $\alpha_\gamma$  sono i coefficienti correttivi che tengono conto dell'inclinazione del piano di posa;
- $\beta_q$ ,  $\beta_c$ ,  $\beta_\gamma$  sono i coefficienti correttivi che tengono conto dell'inclinazione del piano campagna.

In particolare, per la determinazione del carico verticale di esercizio, si pone:

$$q_{es} = \frac{N}{L' \cdot B'}$$

|  |   |                   |                |                           |           |                      |
|--|---|-------------------|----------------|---------------------------|-----------|----------------------|
| APPALTATORE:<br>Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.<br>Mandante: ASTALDI S.p.A.            | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>   |                   |                |                           |           |                      |
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: SYSTRA S.A.<br>Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A. | <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE<br/>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI<br/>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |                   |                |                           |           |                      |
| PROGETTO ESECUTIVO<br>Relazione di calcolo   | PROGETTO<br>IF1M  | LOTTO<br>0.0.E.ZZ | CODIFICA<br>CL | DOCUMENTO<br>SL.10.00.001 | REV.<br>B | PAGINA<br>107 di 147 |

dove:

- N è la risultante delle azioni verticali agenti sulla fondazione nella condizione di carico considerata, comprensivi del peso della platea;
- L' è la lunghezza ridotta della fondazione;
- B' è la larghezza della fondazione.

Per tener conto dell'eccentricità del carico viene considerata, ai fini del calcolo, una fondazione di dimensioni ridotte pari a:

$$L' = L - 2e_L$$

$$B' = B - 2e_B$$

con  $e_L$  ed  $e_B$  eccentricità del carico nelle due direzioni.

### 9.3.2 Criterio di verifica a scorrimento sul piano di posa (GEO)

La verifica allo scorrimento del muro consiste nell'assicurare la stabilità dell'opera nei confronti di un meccanismo di collasso tale per cui l'intera opera di sostegno va a scorrere sul piano di contatto con il terreno di fondazione. Pertanto essa risulta soddisfatta se la componente delle forze agenti nella direzione parallela al piano di scorrimento risulta inferiore alla forza di attrito che si genera al contatto tra opera e terreno di fondazione. Tale forza risulta proporzionale al peso del muro ed è espressa dalla relazione (per terreni caratterizzati da  $\varphi' \neq 0$  e  $c' = 0$ )

$$R = N \cdot \tan \varphi'_d$$

dove:

- R è la forza resistente allo scorrimento;
- N è la risultante delle azioni verticali agenti sul piano di fondazione;
- $\varphi'_d$  è l'angolo di resistenza a taglio del terreno di fondazione relativamente all'approccio di progetto.

|  |   |  |                          |                        |                                  |   |                             |
|--|---|--|--------------------------|------------------------|----------------------------------|---|-----------------------------|
| APPALTATORE:<br><u>Mandatario:</u><br><b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> | <u>Mandante:</u><br><b>ASTALDI S.p.A.</b> | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b>           |                          |                        |                                  |   |                             |
|  |   | <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>                    |                          |                        |                                  |   |                             |
| PROGETTISTA:<br><u>Mandatario:</u><br><b>SYSTRA S.A.</b>             |   | <u>Mandante:</u><br><b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> |                          | <b>ROCKSOIL S.p.A.</b> |                                  | <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |                             |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>                    |   | PROGETTO<br><b>IF1M</b>                          | LOTTO<br><b>0.0.E.ZZ</b> | CODIFICA<br><b>CL</b>  | DOCUMENTO<br><b>SL.10.00.001</b> | REV.<br><b>B</b>  | PAGINA<br><b>108 di 147</b> |

### 9.3.3 Criterio di verifica a ribaltamento (EQU)

Il meccanismo di collasso per ribaltamento per i muri di sostegno prevede la rotazione intorno all'estremità di valle del muro, che diventa il centro di rotazione dell'opera. La verifica risulta soddisfatta se:

$$\frac{M_g}{M_r} \geq R_2 = 1.00$$

dove:

Ms è il momento stabilizzante rispetto al centro di rotazione dovuto al peso del muro;

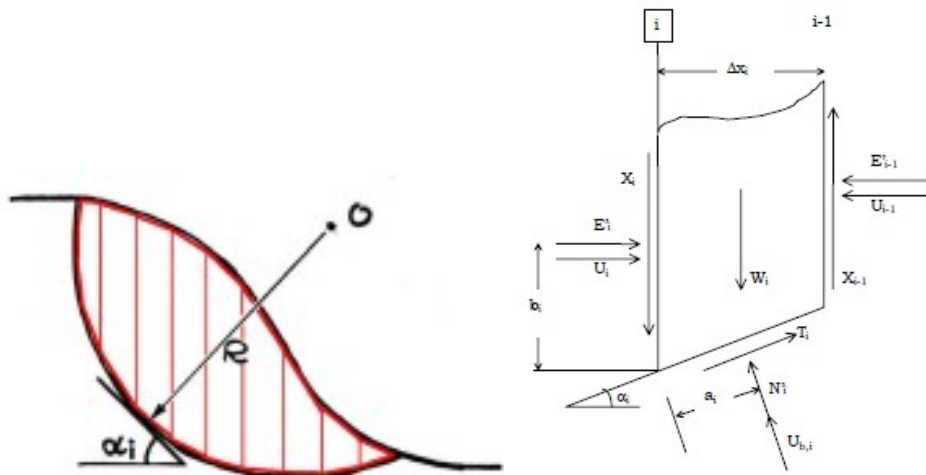
Mr è il momento ribaltante rispetto al centro di rotazione dovuto alla spinta del terrapieno e di eventuali sovraccarichi.

Nelle verifiche condotte per azioni sismiche, la spinta del terrapieno è stata valutata secondo il metodo pseudo-statico, come illustrato nel seguito; è stata altresì tenuto in conto il contributo instabilizzante svolto dalla forza di inerzia dovuta al peso del paramento.

### 9.3.4 Criterio di verifica a stabilità globale (GEO)

Si fa riferimento al metodo dell'equilibrio limite, che permette di valutare il valore del fattore di sicurezza analizzando le azioni agenti sui conci in cui il pendio viene suddiviso. Il fattore di sicurezza deriva dallo studio delle condizioni di equilibrio di ciascun concio come sintetizzato nella figura a destra.

|  |  |   |                          |   |                                  |  |
|--|--|---|--------------------------|---|----------------------------------|--|
| APPALTATORE:<br><u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGIO S.p.A.</b> |  | Mandante:<br><b>ASTALDI S.p.A.</b>                            |                          | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 |                                  |  |
| PROGETTISTA:<br><u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b>            |  | <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> |                          |   |                                  |  |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>                |  | PROGETTO<br><b>IF1M</b>                                       | LOTTO<br><b>0.0.E.ZZ</b> | CODIFICA<br><b>CL</b>   | DOCUMENTO<br><b>SL.10.00.001</b> | REV. <b>B</b> PAGINA <b>109 di 147</b> |



Le analisi presentate fanno riferimento al metodo di Bishop. Le ipotesi alla base del metodo sono:

- Stato di deformazione piano, ovvero superficie cilindrica e trascurabilità degli effetti tridimensionali;
- Arco della superficie di scorrimento alla base del concio approssimabile con la relativa corda;
- Comportamento del terreno rigido-perfettamente plastico e criterio di rottura di Mohr-Coulomb.

In base a tali ipotesi, il coefficiente di sicurezza viene valutato come il rapporto fra momento stabilizzante e momento ribaltante rispetto al centro della circonferenza.

Per la schematizzazione dell'azione sismica, la normativa prevede il ricorso al metodo di calcolo pseudostatico. Secondo tale metodo l'azione sismica è rappresentata da un'azione statica equivalente, costante nello spazio e nel tempo, proporzionale al peso  $W$  del volume di terreno potenzialmente instabile.

Nelle verifiche allo stato limite ultimo, le componenti orizzontale e verticale di tale azione possono esprimersi come

$$F_h = k_h W$$

$$F_v = k_v W$$

con  $k_h$  e  $k_v$  rispettivamente pari ai coefficienti sismici orizzontale e verticale:

$$k_h = \beta_s S_s S_T a_g/g$$

$$k_v = \pm 0.5 k_h$$

|  |  |          |              |          |            |      |        |      |          |    |              |   |            |
|--|--|----------|--------------|----------|------------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|------------|
| APPALTATORE:<br>Mandatario: <b>SALINI IMPREGIO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>             | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b><br><b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b><br><b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |          |              |          |            |      |        |      |          |    |              |   |            |
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b><br>Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> |  |          |              |          |            |      |        |      |          |    |              |   |            |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>  | <table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.10.00.001</td> <td>B</td> <td>110 di 147</td> </tr> </table>           | PROGETTO | LOTTO        | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | SL.10.00.001 | B | 110 di 147 |
| PROGETTO   | LOTTO  | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV.     | PAGINA     |      |        |      |          |    |              |   |            |
| IF1M   | 0.0.E.ZZ   | CL       | SL.10.00.001 | B        | 110 di 147 |      |        |      |          |    |              |   |            |

dove:

- $a_g$  è l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido;
- $g$  è l'accelerazione di gravità;
- $S_S$  e  $S_T$  sono coefficienti legati alla topografia e alla categoria di suolo già descritti;
- $\beta_s$  è il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa in sito, ricavabile dalla Tabella 7.11.I delle NTC 2008 e nel seguito riportata in funzione della categoria di suolo e del valore di  $a_g$ .

|                         | Categoria di sottosuolo |            |
|-------------------------|-------------------------|------------|
|                         | A                       | B, C, D, E |
|                         | $\beta_s$               | $\beta_s$  |
| $0,2 < a_g(g) \leq 0,4$ | 0,30                    | 0,28       |
| $0,1 < a_g(g) \leq 0,2$ | 0,27                    | 0,24       |
| $a_g(g) \leq 0,1$       | 0,20                    | 0,20       |

Nel caso in esame, pertanto, si ha:

$$\beta_s = 0.28$$

$$k_h = 0.0844$$

$$k_v = 0.0422$$

$$S_S = 1.37$$

$$S_T = 1.00$$

### 9.3.5 Criteri di verifica a presso(tenso)flessione (STR)

La verifica a flessione, condotta per la platea di fondazione, consiste nell'assicurare che in ogni sezione il momento resistente risulti superiore o uguale al momento flettente di calcolo.

Con riferimento alle sezioni presso-inflesse del paramento e semplicemente inflesse della zattera, le verifiche di resistenza (SLU) si eseguono controllando che:

$$M_{Rd} = M_{Rd}(N_{Ed}) \geq M_{Ed}$$

|  |   |  |                          |                        |                                  |   |                             |
|--|---|--|--------------------------|------------------------|----------------------------------|---|-----------------------------|
| APPALTATORE:<br><u>Mandatario:</u><br><b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> | <u>Mandante:</u><br><b>ASTALDI S.p.A.</b> | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b>           |                          |                        |                                  |   |                             |
|  |   | <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>                    |                          |                        |                                  |   |                             |
| PROGETTISTA:<br><u>Mandatario:</u><br><b>SYSTRA S.A.</b>             |   | <u>Mandante:</u><br><b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> |                          | <b>ROCKSOIL S.p.A.</b> |                                  | <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |                             |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>                    |   | PROGETTO<br><b>IF1M</b>                          | LOTTO<br><b>0.0.E.ZZ</b> | CODIFICA<br><b>CL</b>  | DOCUMENTO<br><b>SL.10.00.001</b> | REV.<br><b>B</b>  | PAGINA<br><b>111 di 147</b> |

dove:

$M_{Rd}$  è il valore di calcolo del momento resistente corrispondente a NEd;

$M_{Ed}$  è il valore di calcolo della componente flettente dell'azione.

Le verifiche di tutti gli elementi sono state effettuate in base a semplici schemi noti della Scienza delle Costruzioni.

### 9.3.6 Criteri di verifica a taglio (STR)

Per elementi sprovvisti di armature trasversali resistenti a taglio, la resistenza a taglio  $V_{Rd}$  viene valutata sulla base della resistenza a trazione del calcestruzzo.

La verifica di resistenza si pone con:

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

con:

$$k = 1 + \left( \frac{200}{d} \right)^{\frac{1}{2}} \leq 2 ;$$

$$v_{\min} = 0.035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} ;$$

dove:

d è l'altezza utile della sezione;

$\rho_l = \frac{A_{sl}}{(b_w \cdot d)}$  è il rapporto geometrico di armatura longitudinale di trazione;

$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c}$  è la tensione media di compressione della sezione;

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

$f_{ck}$  è la resistenza a compressione cilindrica del calcestruzzo;

$\gamma_c = 1.5$ .

|  |   |                   |                |                           |           |                      |
|--|---|-------------------|----------------|---------------------------|-----------|----------------------|
| APPALTATORE:<br>Mandatario: SALINI IMPREGILO S.p.A.<br>Mandante: ASTALDI S.p.A.            | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>   |                   |                |                           |           |                      |
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: SYSTRA S.A.<br>Mandante: SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A. | <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE<br/>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI<br/>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |                   |                |                           |           |                      |
| PROGETTO ESECUTIVO<br>Relazione di calcolo   | PROGETTO<br>IF1M  | LOTTO<br>0.0.E.ZZ | CODIFICA<br>CL | DOCUMENTO<br>SL.10.00.001 | REV.<br>B | PAGINA<br>112 di 147 |

## 9.4 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI

Le sollecitazioni di calcolo per le verifiche SLU e SLV sono state ottenute calcolando le risultanti di tutte le azioni normali, taglianti e flettenti rispetto al piano di fondazione. Si riportano di seguito i valori caratteristici.

### MOMENTI DELLE FORZE VERT. RISPETTO AL PIEDE DI VALLE DEL MURO

|  |   |         | SLE        |
|--|---|---------|------------|
| <b>- Muro (Mm)</b>   |   |         |            |
| Mm1 =  | $Pm1 \cdot (B1 + 2/3 B2)$                         | (kNm/m) | 32,83      |
| Mm2 =  | $Pm2 \cdot (B1 + B2 + 0,5 \cdot B3)$              | (kNm/m) | 69,38      |
| Mm3 =  | $Pm3 \cdot (B1 + B2 + B3 + 1/3 B4)$               | (kNm/m) | 0,00       |
| Mm4 =  | $Pm4 \cdot (B/2)$                                 | (kNm/m) | 343,75     |
| Mm5 =  | $Pm5 \cdot (B - Bd/2)$                            | (kNm/m) | 0,00       |
| Mm =   | $Mm1 + Mm2 + Mm3 + Mm4 + Mm5$                     | (kNm/m) | 445,96     |
| <b>- Terrapieno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro</b> |   |         |            |
| Mt1 =  | $Pt1 \cdot (B1 + B2 + B3 + B4 + 0,5 \cdot B5)$    | (kNm/m) | 1270,81    |
| Mt2 =  | $Pt2 \cdot (B1 + B2 + B3 + 2/3 \cdot (B4 + B5))$  | (kNm/m) | 0,00       |
| Mt3 =  | $Pt3 \cdot (B1 + B2 + B3 + 2/3 \cdot B4)$         | (kNm/m) | 0,00       |
| Msovr =  | $Sovr \cdot (B1 + B2 + B3 + 1/2 \cdot (B4 + B5))$ | (kNm/m) | 183,18     |
| Mt =   | $Mt1 + Mt2 + Mt3 + Msovr$                         | (kNm/m) | 1453,99    |
| <b>- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro</b> |   |         |            |
| Sovr acc. Stat   | $\cdot (B1 + B2 + B3 + 1/2 \cdot (B4 + B5))$      | (kNm/m) | 194,857725 |
| Sovr acc. Sism   | $\cdot (B1 + B2 + B3 + 1/2 \cdot (B4 + B5))$      | (kNm/m) | 38,971545  |



|  |  |  |
|--|--|--|
| APPALTATORE:<br><u>Mandatario:</u><br><b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> | <u>Mandante:</u><br><b>ASTALDI S.p.A.</b>  | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b><br><b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b><br><b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |
| PROGETTISTA:<br><u>Mandatario:</u><br><b>SYSTRA S.A.</b>             | <u>Mandante:</u><br><b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>  |  |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>                    | PROGETTO    LOTTO    CODIFICA    DOCUMENTO    REV.    PAGINA<br><b>IF1M    0.0.E.ZZ    CL    SL.10.00.001    B    113 di 147</b> |  |

**SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO**

|            |
|------------|
| <b>SLE</b> |
|------------|

|  |  |        |       |
|--|--|--------|-------|
| <b>- Spinta totale condizione statica</b>          |  |        |       |
| St =   | $0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot ka$  | (kN/m) | 95,87 |
| Sq perm =  | $q \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot ka$   | (kN/m) | 23,07 |
| Sq acc =   | $q \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot ka$   | (kN/m) | 24,54 |
| <b>- Componente orizzontale condizione statica</b> |  |        |       |
| Sth =  | $St \cdot \cos \delta$   | (kN/m) | 86,65 |
| Sqh perm =   | $Sq \text{ perm} \cdot \cos \delta$  | (kN/m) | 20,85 |
| Sqh acc =  | $Sq \text{ acc} \cdot \cos \delta$   | (kN/m) | 22,18 |
| <b>- Componente verticale condizione statica</b>   |  |        |       |
| Stv =  | $St \cdot \sin \delta$   | (kN/m) | 41,02 |
| Sqv perm =   | $Sq \text{ perm} \cdot \sin \delta$  | (kN/m) | 9,87  |
| Sqv acc =  | $Sq \text{ acc} \cdot \sin \delta$   | (kN/m) | 10,50 |
| <b>- Spinta passiva sul dente</b>                  |  |        |       |
| Sp =   | $\frac{1}{2} \cdot g1 \cdot Hd^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \gamma1 \cdot Hd^2 \cdot kp + (2 \cdot c1 \cdot kp^{0.5} + \gamma1 \cdot kp \cdot H2) \cdot Hd$ | (kN/m) | 0,00  |

**MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO**

|            |
|------------|
| <b>SLE</b> |
|------------|

|             |  |           |        |
|-------------|--|-----------|--------|
| MSt1 =      | $Sth \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/3 - Hd)$   | ( kNm/m ) | 192,08 |
| MSt2 =      | $Stv \cdot B$  | ( kNm/m ) | 205,09 |
| MSq1 perm = | $Sqh \text{ perm} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/2 - Hd)$  | ( kNm/m ) | 69,32  |
| MSq1 acc =  | $Sqh \text{ acc} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/2 - Hd)$   | ( kNm/m ) | 73,74  |
| MSq2 perm = | $Sqv \text{ perm} \cdot B$   | ( kNm/m ) | 49,34  |
| MSq2 acc =  | $Sqv \text{ acc} \cdot B$  | ( kNm/m ) | 52,49  |
| MSp =       | $\gamma1 \cdot Hd^3 \cdot kp / 3 + (2 \cdot c1 \cdot kp^{0.5} + \gamma1 \cdot kp \cdot H2) \cdot Hd^2 / 2$ | ( kNm/m ) | 0,00   |

**MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE**

|          |                                   |           |       |
|----------|-----------------------------------|-----------|-------|
| Mfext1 = | $mp + m$                          | ( kNm/m ) | 4,96  |
| Mfext2 = | $(fp + f) \cdot (H3 + H2)$        | ( kNm/m ) | 0,00  |
| Mfext3 = | $(vp + v) \cdot (B1 + B2 + B3/2)$ | ( kNm/m ) | 12,39 |

|   |  |  |          |          |              |              |
|---|--|--|----------|----------|--------------|--------------|
| APPALTATORE:<br><u>Mandatario:</u> <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>ASTALDI S.p.A.</b>            |  | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> |          |          |              |              |
| PROGETTISTA:<br><u>Mandatario:</u> <b>SYSTRA S.A.</b> <u>Mandante:</u> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> |  | <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>          |          |          |              |              |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>   |  | PROGETTO                               | LOTTO    | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV. PAGINA  |
|   |  | IF1M                                   | 0.0.E.ZZ | CL       | SL.10.00.001 | B 114 di 147 |

### INERZIA DEL MURO E DEL TERRAPIENO

- Inerzia orizzontale e verticale del muro (Ps)

|        |               |        |       |
|--------|---------------|--------|-------|
| Ps h = | $Pm \cdot kh$ | (kN/m) | 21,66 |
| Ps v = | $Pm \cdot kv$ | (kN/m) | 10,83 |

- Inerzia orizzontale e verticale del terrapieno a tergo del muro (Pts)

|        |               |        |       |
|--------|---------------|--------|-------|
| Ptsh = | $Pt \cdot kh$ | (kN/m) | 43,92 |
| Ptsv = | $Pt \cdot kv$ | (kN/m) | 21,96 |

- Incremento orizzontale di momento dovuto all'inerzia del muro (MPs h)

|         |                                    |         |       |
|---------|------------------------------------|---------|-------|
| MPs1 h= | $kh \cdot Pm1 \cdot (H2 + H3/3)$   | (kNm/m) | 10,47 |
| MPs2 h= | $kh \cdot Pm2 \cdot (H2 + H3/2)$   | (kNm/m) | 20,19 |
| MPs3 h= | $kh \cdot Pm3 \cdot (H2 + H3/3)$   | (kNm/m) | 0,00  |
| MPs4 h= | $kh \cdot Pm4 \cdot (H2/2)$        | (kNm/m) | 7,10  |
| MPs5 h= | $-kh \cdot Pm5 \cdot (Hd/2)$       | (kNm/m) | 0,00  |
| MPs h=  | $MPs1 + MPs2 + MPs3 + MPs4 + MPs5$ | (kNm/m) | 37,75 |

- Incremento verticale di momento dovuto all'inerzia del muro (MPs v)

|         |  |         |       |
|---------|--|---------|-------|
| MPs1 v= | $kv \cdot Pm1 \cdot (B1 + 2/3 \cdot B2)$   | (kNm/m) | 1,54  |
| MPs2 v= | $kv \cdot Pm2 \cdot (B1 + B2 + B3/2)$      | (kNm/m) | 3,26  |
| MPs3 v= | $kv \cdot Pm3 \cdot (B1 + B2 + B3 + B4/3)$ | (kNm/m) | 0,00  |
| MPs4 v= | $kv \cdot Pm4 \cdot (B/2)$                 | (kNm/m) | 16,13 |
| MPs5 v= | $kv \cdot Pm5 \cdot (B - Bd/2)$            | (kNm/m) | 0,00  |
| MPs v=  | $MPs1 + MPs2 + MPs3 + MPs4 + MPs5$         | (kNm/m) | 20,93 |

- Incremento orizzontale di momento dovuto all'inerzia del terrapieno (MPts h)

|          |  |         |        |
|----------|--|---------|--------|
| MPts1 h= | $kh \cdot Pt1 \cdot (H2 + H3/2)$         | (kNm/m) | 143,32 |
| MPts2 h= | $kh \cdot Pt2 \cdot (H2 + H3 + H4/3)$    | (kNm/m) | 0,00   |
| MPts3 h= | $kh \cdot Pt3 \cdot (H2 + H3 \cdot 2/3)$ | (kNm/m) | 0,00   |
| MPts h=  | $MPts1 + MPts2 + MPts3$                  | (kNm/m) | 143,32 |

- Incremento verticale di momento dovuto all'inerzia del terrapieno (MPts v)

|          |  |         |       |
|----------|--|---------|-------|
| MPts1 v= | $kv \cdot Pt1 \cdot ((H2 + H3/2) - (B - B5/2) \cdot 0.5)$                            | (kNm/m) | 59,64 |
| MPts2 v= | $kv \cdot Pt2 \cdot ((H2 + H3 + H4/3) - (B - B5/3) \cdot 0.5)$                       | (kNm/m) | 0,00  |
| MPts3 v= | $kv \cdot Pt3 \cdot ((H2 + H3 \cdot 2/3) - (B1 + B2 + B3 + 2/3 \cdot B4) \cdot 0.5)$ | (kNm/m) | 0,00  |
| MPts v=  | $MPts1 + MPts2 + MPts3$  | (kNm/m) | 59,64 |

|  |   |                          |                       |                                  |                  |                             |
|--|---|--------------------------|-----------------------|----------------------------------|------------------|-----------------------------|
| APPALTATORE:<br>Mandatario: <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>            | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>   |                          |                       |                                  |                  |                             |
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b><br>Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> | <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b><br><b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b><br><b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |                          |                       |                                  |                  |                             |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>  | PROGETTO<br><b>IF1M</b>   | LOTTO<br><b>0.0.E.ZZ</b> | CODIFICA<br><b>CL</b> | DOCUMENTO<br><b>SL.10.00.001</b> | REV.<br><b>B</b> | PAGINA<br><b>115 di 147</b> |

### Spinte e momenti SLU A1

#### SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta totale condizione statica

|  |        | SLE   | STR/GEO | EQU    |
|--|--------|-------|---------|--------|
| $St = 0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot ka$ | (kN/m) | 95,87 | 124,63  | 133,75 |
| $Sq \text{ perm} = q \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot ka$     | (kN/m) | 23,07 | 29,99   | 32,18  |
| $Sq \text{ acc} = q \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot ka$      | (kN/m) | 24,54 | 36,81   | 46,68  |

- Componente orizzontale condizione statica

|  |        |       |        |        |
|--|--------|-------|--------|--------|
| $Sth = St \cdot \cos \delta$                           | (kN/m) | 86,65 | 112,65 | 124,58 |
| $Sqh \text{ perm} = Sq \text{ perm} \cdot \cos \delta$ | (kN/m) | 20,85 | 27,10  | 29,97  |
| $Sqh \text{ acc} = Sq \text{ acc} \cdot \cos \delta$   | (kN/m) | 22,18 | 33,27  | 43,48  |

- Componente verticale condizione statica

|  |        |       |       |       |
|--|--------|-------|-------|-------|
| $Stv = St \cdot \sin \delta$                           | (kN/m) | 41,02 | 53,32 | 48,66 |
| $Sqv \text{ perm} = Sq \text{ perm} \cdot \sin \delta$ | (kN/m) | 9,87  | 12,83 | 11,71 |
| $Sqv \text{ acc} = Sq \text{ acc} \cdot \sin \delta$   | (kN/m) | 10,50 | 15,75 | 16,98 |

- Spinta passiva sul dente

|   |        |      |      |      |
|---|--------|------|------|------|
| $Sp = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot H^2 \cdot kp + (2 \cdot c_1 \cdot kp^{0.5} + \gamma_1 \cdot kp \cdot H^2) \cdot Hd$ | (kN/m) | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
|---|--------|------|------|------|

#### MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

|   |         | SLE    | STR/GEO | EQU    |
|---|---------|--------|---------|--------|
| $MSt1 = St \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/3 - Hd)$  | (kNm/m) | 192,08 | 249,70  | 276,16 |
| $MSt2 = St \cdot B$   | (kNm/m) | 205,09 | 266,61  | 243,31 |
| $MSq1 \text{ perm} = Sqh \text{ perm} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/2 - Hd)$   | (kNm/m) | 69,32  | 90,12   | 99,67  |
| $MSq1 \text{ acc} = Sqh \text{ acc} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/2 - Hd)$   | (kNm/m) | 73,74  | 110,61  | 144,57 |
| $MSq2 \text{ perm} = Sqv \text{ perm} \cdot B$  | (kNm/m) | 49,34  | 64,15   | 58,54  |
| $MSq2 \text{ acc} = Sqv \text{ acc} \cdot B$  | (kNm/m) | 52,49  | 78,73   | 84,92  |
| $MSp = \gamma_1 \cdot H^3 \cdot kp / 3 + (2 \cdot c_1 \cdot kp^{0.5} + \gamma_1 \cdot kp \cdot H^2) \cdot Hd^2 / 2$ | (kNm/m) | 0,00   | 0,00    | 0,00   |

#### MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

|  |         |       |       |       |
|--|---------|-------|-------|-------|
| $Mfext1 = mp + m$                          | (kNm/m) | 4,96  | 6,44  | 5,45  |
| $Mfext2 = (fp + f) \cdot (H3 + H2)$        | (kNm/m) | 0,00  | 0,00  | 0,00  |
| $Mfext3 = (vp + v) \cdot (B1 + B2 + B3/2)$ | (kNm/m) | 12,39 | 12,39 | 11,15 |

|  |  |          |              |          |            |      |        |      |          |    |              |   |            |
|--|--|----------|--------------|----------|------------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|------------|
| APPALTATORE:<br>Mandatario: <b>SALINI IMPREGIO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>             | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b><br><b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b><br><b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |          |              |          |            |      |        |      |          |    |              |   |            |
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b><br>Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> |  |          |              |          |            |      |        |      |          |    |              |   |            |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>  | <table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.10.00.001</td> <td>B</td> <td>116 di 147</td> </tr> </table>           | PROGETTO | LOTTO        | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | SL.10.00.001 | B | 116 di 147 |
| PROGETTO   | LOTTO  | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV.     | PAGINA     |      |        |      |          |    |              |   |            |
| IF1M   | 0.0.E.ZZ   | CL       | SL.10.00.001 | B        | 116 di 147 |      |        |      |          |    |              |   |            |

### Spinte e momenti SLV A1+

#### SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta condizione sismica +

|   |        | SLE   | STR/GEO | EQU    |
|---|--------|-------|---------|--------|
| Sst1 stat = $0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot ka$                                     | (kN/m) | 95,87 | 95,87   | 121,59 |
| Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma \cdot (1+kv) \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^+ - Sst1 \text{ stat}$ | (kN/m) | 28,30 | 28,30   | 32,63  |
| Ssq1 perm = $qp \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^+$  | (kN/m) | 28,54 | 28,54   | 35,44  |
| Ssq1 acc = $qs \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^+$   | (kN/m) | 6,07  | 6,07    | 7,54   |

- Componente orizzontale condizione sismica +

|  |        |       |       |        |
|--|--------|-------|-------|--------|
| Sst1h stat = $Sst1 \text{ stat} \cdot \cos \delta$ | (kN/m) | 86,65 | 86,65 | 113,26 |
| Sst1h sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \cos \delta$ | (kN/m) | 25,58 | 25,58 | 30,40  |
| Ssq1h perm = $Ssq1 \text{ perm} \cdot \cos \delta$ | (kN/m) | 25,79 | 25,79 | 33,01  |
| Ssq1h acc = $Ssq1 \text{ acc} \cdot \cos \delta$   | (kN/m) | 5,49  | 5,49  | 7,02   |

- Componente verticale condizione sismica +

|  |        |       |       |       |
|--|--------|-------|-------|-------|
| Sst1v stat = $Sst1 \text{ stat} \cdot \sin \delta$ | (kN/m) | 41,02 | 41,02 | 44,24 |
| Sst1v sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \sin \delta$ | (kN/m) | 12,11 | 12,11 | 11,87 |
| Ssq1v perm = $Ssq1 \text{ perm} \cdot \sin \delta$ | (kN/m) | 12,21 | 12,21 | 12,90 |
| Ssq1v acc = $Ssq1 \text{ acc} \cdot \sin \delta$   | (kN/m) | 2,60  | 2,60  | 2,74  |

- Spinta passiva sul dente

|  |        |      |      |      |
|--|--------|------|------|------|
| $Sp = \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot (1+kv) \cdot Hd^2 \cdot kps^+ + (2 \cdot c_1 \cdot kps^{+0.5} + \gamma_1 \cdot (1+kv) \cdot kps^+ \cdot H2) \cdot Hd$ | (kN/m) | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
|--|--------|------|------|------|

#### MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Condizione sismica +

|   |         | SLE    | STR/GEO | EQU    |
|---|---------|--------|---------|--------|
| MSst1 stat = $Sst1h \text{ stat} \cdot ((H2+H3+H4+hd)/3-hd)$  | (kNm/m) | 192,08 | 192,08  | 251,05 |
| MSst1 sism = $Sst1h \text{ sism} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/3-Hd)$  | (kNm/m) | 56,70  | 56,70   | 67,38  |
| MSst2 stat = $Sst1v \text{ stat} \cdot B$   | (kNm/m) | 205,09 | 205,09  | 221,19 |
| MSst2 sism = $Sst1v \text{ sism} \cdot B$   | (kNm/m) | 60,54  | 60,54   | 59,37  |
| MSsq1 = $Ssq1h \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/2-Hd)$  | (kNm/m) | 104,01 | 104,01  | 133,13 |
| MSsq2 = $Ssq1v \cdot B$   | (kNm/m) | 74,03  | 74,03   | 78,19  |
| MSp = $\gamma_1 \cdot Hd^3 \cdot kps^+ / 3 + (2 \cdot c_1 \cdot kps^{+0.5} + \gamma_1 \cdot kps^+ \cdot H2) \cdot Hd^2 / 2$ | (kNm/m) | 0,00   | 0,00    | 0,00   |

#### MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

|   |         |       |  |  |
|---|---------|-------|--|--|
| Mfext1 = $mp+ms$                          | (kNm/m) | 4,96  |  |  |
| Mfext2 = $(fp+fs) \cdot (H3 + H2)$        | (kNm/m) | 0,00  |  |  |
| Mfext3 = $(vp+vs) \cdot (B1 + B2 + B3/2)$ | (kNm/m) | 12,39 |  |  |

|  |  |          |              |          |            |      |        |      |          |    |              |   |            |
|--|--|----------|--------------|----------|------------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|------------|
| APPALTATORE:<br>Mandatario: <b>SALINI IMPREGIO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>             | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b><br><b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b><br><b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |          |              |          |            |      |        |      |          |    |              |   |            |
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b><br>Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> |  |          |              |          |            |      |        |      |          |    |              |   |            |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>  | <table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.10.00.001</td> <td>B</td> <td>117 di 147</td> </tr> </table>           | PROGETTO | LOTTO        | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | SL.10.00.001 | B | 117 di 147 |
| PROGETTO   | LOTTO  | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV.     | PAGINA     |      |        |      |          |    |              |   |            |
| IF1M   | 0.0.E.ZZ   | CL       | SL.10.00.001 | B        | 117 di 147 |      |        |      |          |    |              |   |            |

### Spinte e momenti SLV A1-

#### SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta condizione sismica -

|   |        | SLE   | STR/GEO | EQU    |
|---|--------|-------|---------|--------|
| Sst1 stat = $0,5 \cdot \gamma \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 \cdot k_a$  | (kN/m) | 95,87 | 95,87   | 121,59 |
| Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma \cdot (1 - k_v) \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 \cdot k_{as} - Sst1 \text{ stat}$ | (kN/m) | 19,55 | 19,55   | 21,51  |
| Ssq1 perm = $q_p \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_{as}$  | (kN/m) | 29,14 | 29,14   | 36,13  |
| Ssq1 acc = $q_s \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_{as}$   | (kN/m) | 6,20  | 6,20    | 7,69   |

- Componente orizzontale condizione sismica -

|  |        |       |       |        |
|--|--------|-------|-------|--------|
| Sst1h stat = $Sst1 \text{ stat} \cdot \cos \delta$ | (kN/m) | 86,65 | 86,65 | 113,26 |
| Sst1h sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \cos \delta$ | (kN/m) | 17,67 | 17,67 | 20,04  |
| Ssq1h perm = $Ssq1 \text{ perm} \cdot \cos \delta$ | (kN/m) | 26,34 | 26,34 | 33,65  |
| Ssq1h acc = $Ssq1 \text{ acc} \cdot \cos \delta$   | (kN/m) | 5,60  | 5,60  | 7,16   |

- Componente verticale condizione sismica -

|  |        |       |       |       |
|--|--------|-------|-------|-------|
| Sst1v stat = $Sst1 \text{ stat} \cdot \sin \delta$ | (kN/m) | 41,02 | 41,02 | 44,24 |
| Sst1v sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \sin \delta$ | (kN/m) | 8,36  | 8,36  | 7,83  |
| Ssq1v perm = $Ssq1 \text{ perm} \cdot \sin \delta$ | (kN/m) | 12,47 | 12,47 | 13,14 |
| Ssq1v acc = $Ssq1 \text{ acc} \cdot \sin \delta$   | (kN/m) | 2,65  | 2,65  | 2,80  |

- Spinta passiva sul dente

|  |        |      |      |      |
|--|--------|------|------|------|
| $Sp = \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot (1 - k_v) \cdot H_d^2 \cdot k_{ps} + (2 \cdot c_1 \cdot k_{ps}^{-0.5} + \gamma_1 \cdot (1 - k_v) \cdot k_{ps} \cdot H_2) \cdot H_d$ | (kN/m) | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
|--|--------|------|------|------|

#### MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Condizione sismica -

|  |         | SLE    | STR/GEO | EQU    |
|--|---------|--------|---------|--------|
| MSst1 stat = $Sst1h \text{ stat} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 3 - H_d)$  | (kNm/m) | 192,08 | 192,08  | 251,05 |
| MSst1 sism = $Sst1h \text{ sism} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 3 - H_d)$  | (kNm/m) | 39,17  | 39,17   | 44,41  |
| MSst2 stat = $Sst1v \text{ stat} \cdot B$  | (kNm/m) | 205,09 | 205,09  | 221,19 |
| MSst2 sism = $Sst1v \text{ sism} \cdot B$  | (kNm/m) | 41,82  | 41,82   | 39,13  |
| MSsq1 = $Ssq1h \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 2 - H_d)$  | (kNm/m) | 106,20 | 106,20  | 135,69 |
| MSsq2 = $Ssq1v \cdot B$  | (kNm/m) | 75,59  | 75,59   | 79,70  |
| MSp = $\gamma_1 \cdot H_d^3 \cdot k_{ps} / 3 + (2 \cdot c_1 \cdot k_{ps}^{0.5} + \gamma_1 \cdot k_{ps} \cdot H_2) \cdot H_d^2 / 2$ | (kNm/m) | 0,00   | 0,00    | 0,00   |

#### MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

|  |         |       |  |  |
|--|---------|-------|--|--|
| Mfext1 = $mp + ms$                               | (kNm/m) | 4,96  |  |  |
| Mfext2 = $(fp + fs) \cdot (H_3 + H_2)$           | (kNm/m) | 0,00  |  |  |
| Mfext3 = $(vp + vs) \cdot (B_1 + B_2 + B_3 / 2)$ | (kNm/m) | 12,39 |  |  |

|  |  |          |              |      |            |
|--|--|----------|--------------|------|------------|
| APPALTATORE:<br>Mandataria: <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>            | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b><br><b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b><br><b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |          |              |      |            |
| PROGETTISTA:<br>Mandataria: <b>SYSTRA S.A.</b><br>Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> |  |          |              |      |            |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>  |  |          |              |      |            |
| PROGETTO   | LOTTO  | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV. | PAGINA     |
| IF1M   | 0.0.E.ZZ   | CL       | SL.10.00.001 | B    | 118 di 147 |

### Spinte e momenti SLU A2

#### SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta totale condizione statica

|           |  | SLE          | STR/GEO | EQU    |
|-----------|--|--------------|---------|--------|
| St =      | $0,5 \cdot \gamma \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_a$ | (kN/m) 95,87 | 121,59  | 133,75 |
| Sq perm = | $q \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_a$                | (kN/m) 23,07 | 29,25   | 32,18  |
| Sq acc =  | $q \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_a$                | (kN/m) 24,54 | 40,46   | 46,68  |

- Componente orizzontale condizione statica

|            |                                     |              |        |        |
|------------|-------------------------------------|--------------|--------|--------|
| Sth =      | $St \cdot \cos \delta$              | (kN/m) 86,65 | 113,26 | 124,58 |
| Sqh perm = | $Sq \text{ perm} \cdot \cos \delta$ | (kN/m) 20,85 | 27,25  | 29,97  |
| Sqh acc =  | $Sq \text{ acc} \cdot \cos \delta$  | (kN/m) 22,18 | 37,68  | 43,48  |

- Componente verticale condizione statica

|            |                                     |              |       |       |
|------------|-------------------------------------|--------------|-------|-------|
| Stv =      | $St \cdot \sin \delta$              | (kN/m) 41,02 | 44,24 | 48,66 |
| Sqv perm = | $Sq \text{ perm} \cdot \sin \delta$ | (kN/m) 9,87  | 10,64 | 11,71 |
| Sqv acc =  | $Sq \text{ acc} \cdot \sin \delta$  | (kN/m) 10,50 | 14,72 | 16,98 |

- Spinta passiva sul dente

|      |   |             |      |      |
|------|---|-------------|------|------|
| Sp = | $\frac{1}{2} \cdot g_1 \cdot H_d^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot H_d^2 \cdot k_p + (2 \cdot c_1 \cdot k_p^{0.5} + \gamma_1 \cdot k_p \cdot H_d^2) \cdot H_d$ | (kN/m) 0,00 | 0,00 | 0,00 |
|------|---|-------------|------|------|

#### MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

|             |   | SLE            | STR/GEO | EQU    |
|-------------|---|----------------|---------|--------|
| MSt1 =      | $St \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 3 - H_d)$  | (kNm/m) 192,08 | 251,05  | 276,16 |
| MSt2 =      | $St \cdot B$  | (kNm/m) 205,09 | 221,19  | 243,31 |
| MSq1 perm = | $Sqh \text{ perm} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 2 - H_d)$  | (kNm/m) 69,32  | 90,61   | 99,67  |
| MSq1 acc =  | $Sqh \text{ acc} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 2 - H_d)$   | (kNm/m) 73,74  | 125,30  | 144,57 |
| MSq2 perm = | $Sqv \text{ perm} \cdot B$  | (kNm/m) 49,34  | 53,22   | 58,54  |
| MSq2 acc =  | $Sqv \text{ acc} \cdot B$   | (kNm/m) 52,49  | 73,60   | 84,92  |
| MSp =       | $\gamma_1 \cdot H_d^3 \cdot k_p / 3 + (2 \cdot c_1 \cdot k_p^{0.5} + \gamma_1 \cdot k_p \cdot H_d^2) \cdot H_d^2 / 2$ | (kNm/m) 0,00   | 0,00    | 0,00   |

#### MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

|          |  |               |       |       |
|----------|--|---------------|-------|-------|
| Mfext1 = | $mp + m$                               | (kNm/m) 4,96  | 4,96  | 5,45  |
| Mfext2 = | $(fp + f) \cdot (H_3 + H_2)$           | (kNm/m) 0,00  | 0,00  | 0,00  |
| Mfext3 = | $(vp + v) \cdot (B_1 + B_2 + B_3 / 2)$ | (kNm/m) 12,39 | 12,39 | 11,15 |

|  |   |                          |                       |                                  |                  |                             |
|--|---|--------------------------|-----------------------|----------------------------------|------------------|-----------------------------|
| APPALTATORE:<br>Mandatario: <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>            | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>   |                          |                       |                                  |                  |                             |
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b><br>Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> | <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b><br><b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b><br><b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |                          |                       |                                  |                  |                             |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>  | PROGETTO<br><b>IF1M</b>   | LOTTO<br><b>0.0.E.ZZ</b> | CODIFICA<br><b>CL</b> | DOCUMENTO<br><b>SL.10.00.001</b> | REV.<br><b>B</b> | PAGINA<br><b>119 di 147</b> |

### Spinte e momenti SLV A2+

#### SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta condizione sismica +

|   |        | SLE   | STR/GEO | EQU    |
|---|--------|-------|---------|--------|
| Sst1 stat = $0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot ka$                                     | (kN/m) | 95,87 | 121,59  | 121,59 |
| Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma \cdot (1+kv) \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot kas^+ - Sst1 \text{ stat}$ | (kN/m) | 28,30 | 32,63   | 32,63  |
| Ssq1 perm = $qp \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^+$  | (kN/m) | 28,54 | 35,44   | 35,44  |
| Ssq1 acc = $qs \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^+$   | (kN/m) | 6,07  | 7,54    | 7,54   |

- Componente orizzontale condizione sismica +

|  |        |       |        |        |
|--|--------|-------|--------|--------|
| Sst1h stat = $Sst1 \text{ stat} \cdot \cos \delta$ | (kN/m) | 86,65 | 113,26 | 113,26 |
| Sst1h sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \cos \delta$ | (kN/m) | 25,58 | 30,40  | 30,40  |
| Ssq1h perm = $Ssq1 \text{ perm} \cdot \cos \delta$ | (kN/m) | 25,79 | 33,01  | 33,01  |
| Ssq1h acc = $Ssq1 \text{ acc} \cdot \cos \delta$   | (kN/m) | 5,49  | 7,02   | 7,02   |

- Componente verticale condizione sismica +

|  |        |       |       |       |
|--|--------|-------|-------|-------|
| Sst1v stat = $Sst1 \text{ stat} \cdot \sin \delta$ | (kN/m) | 41,02 | 44,24 | 44,24 |
| Sst1v sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \sin \delta$ | (kN/m) | 12,11 | 11,87 | 11,87 |
| Ssq1v perm = $Ssq1 \text{ perm} \cdot \sin \delta$ | (kN/m) | 12,21 | 12,90 | 12,90 |
| Ssq1v acc = $Ssq1 \text{ acc} \cdot \sin \delta$   | (kN/m) | 2,60  | 2,74  | 2,74  |

- Spinta passiva sul dente

|  |        |      |      |      |
|--|--------|------|------|------|
| $Sp = \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot (1+kv) \cdot Hd^2 \cdot kps^+ + (2 \cdot c_1 \cdot kps^{+0.5} + \gamma_1 \cdot (1+kv) \cdot kps^+ \cdot H2) \cdot Hd$ | (kN/m) | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
|--|--------|------|------|------|

#### MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Condizione sismica +

|   |         | SLE    | STR/GEO | EQU    |
|---|---------|--------|---------|--------|
| MSst1 stat = $Sst1h \text{ stat} \cdot ((H2+H3+H4+hd)/3-hd)$  | (kNm/m) | 192,08 | 251,05  | 251,05 |
| MSst1 sism = $Sst1h \text{ sism} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/3-hd)$  | (kNm/m) | 56,70  | 67,38   | 67,38  |
| MSst2 stat = $Sst1v \text{ stat} \cdot B$   | (kNm/m) | 205,09 | 221,19  | 221,19 |
| MSst2 sism = $Sst1v \text{ sism} \cdot B$   | (kNm/m) | 60,54  | 59,37   | 59,37  |
| MSsq1 = $Ssq1h \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/2-Hd)$  | (kNm/m) | 104,01 | 133,13  | 133,13 |
| MSsq2 = $Ssq1v \cdot B$   | (kNm/m) | 74,03  | 78,19   | 78,19  |
| MSp = $\gamma_1 \cdot Hd^3 \cdot kps^+ / 3 + (2 \cdot c_1 \cdot kps^{+0.5} + \gamma_1 \cdot kps^+ \cdot H2) \cdot Hd^2 / 2$ | (kNm/m) | 0,00   | 0,00    | 0,00   |

#### MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

|   |         |       |  |  |
|---|---------|-------|--|--|
| Mfext1 = $mp+ms$                          | (kNm/m) | 4,96  |  |  |
| Mfext2 = $(fp+fs) \cdot (H3 + H2)$        | (kNm/m) | 0,00  |  |  |
| Mfext3 = $(vp+vs) \cdot (B1 + B2 + B3/2)$ | (kNm/m) | 12,39 |  |  |

|  |  |          |              |          |            |      |        |      |          |    |              |   |            |
|--|--|----------|--------------|----------|------------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|------------|
| APPALTATORE:<br>Mandatario: <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>            | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b><br><b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b><br><b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |          |              |          |            |      |        |      |          |    |              |   |            |
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b><br>Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> |  |          |              |          |            |      |        |      |          |    |              |   |            |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>  | <table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.10.00.001</td> <td>B</td> <td>120 di 147</td> </tr> </table>           | PROGETTO | LOTTO        | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | SL.10.00.001 | B | 120 di 147 |
| PROGETTO   | LOTTO  | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV.     | PAGINA     |      |        |      |          |    |              |   |            |
| IF1M   | 0.0.E.ZZ   | CL       | SL.10.00.001 | B        | 120 di 147 |      |        |      |          |    |              |   |            |

### Spinte e momenti SLV A2-

#### SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta condizione sismica -

|   |        | SLE   | STR/GEO | EQU    |
|---|--------|-------|---------|--------|
| Sst1 stat = $0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot ka$                                   | (kN/m) | 95,87 | 121,59  | 121,59 |
| Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma \cdot (1-kv) \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot kas - Sst1 \text{ stat}$ | (kN/m) | 19,55 | 21,51   | 21,51  |
| Ssq1 perm = $qp \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas$  | (kN/m) | 29,14 | 36,13   | 36,13  |
| Ssq1 acc = $qs \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas$   | (kN/m) | 6,20  | 7,69    | 7,69   |

- Componente orizzontale condizione sismica -

|  |        |       |        |        |
|--|--------|-------|--------|--------|
| Sst1h stat = $Sst1 \text{ stat} \cdot \cos \delta$ | (kN/m) | 86,65 | 113,26 | 113,26 |
| Sst1h sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \cos \delta$ | (kN/m) | 17,67 | 20,04  | 20,04  |
| Ssq1h perm = $Ssq1 \text{ perm} \cdot \cos \delta$ | (kN/m) | 26,34 | 33,65  | 33,65  |
| Ssq1h acc = $Ssq1 \text{ acc} \cdot \cos \delta$   | (kN/m) | 5,60  | 7,16   | 7,16   |

- Componente verticale condizione sismica -

|  |        |       |       |       |
|--|--------|-------|-------|-------|
| Sst1v stat = $Sst1 \text{ stat} \cdot \sin \delta$ | (kN/m) | 41,02 | 44,24 | 44,24 |
| Sst1v sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \sin \delta$ | (kN/m) | 8,36  | 7,83  | 7,83  |
| Ssq1v perm = $Ssq1 \text{ perm} \cdot \sin \delta$ | (kN/m) | 12,47 | 13,14 | 13,14 |
| Ssq1v acc = $Ssq1 \text{ acc} \cdot \sin \delta$   | (kN/m) | 2,65  | 2,80  | 2,80  |

- Spinta passiva sul dente

|  |        |      |      |      |
|--|--------|------|------|------|
| $Sp = \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot (1-kv) \cdot Hd^2 \cdot kps + (2 \cdot c_1 \cdot kps^{-0.5} + \gamma_1 \cdot (1-kv) \cdot kps \cdot H2) \cdot Hd$ | (kN/m) | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
|--|--------|------|------|------|

#### MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Condizione sismica -

|   |         | SLE    | STR/GEO | EQU    |
|---|---------|--------|---------|--------|
| MSst1 stat = $Sst1h \text{ stat} \cdot ((H2+H3+H4+hd)/3-hd)$  | (kNm/m) | 192,08 | 251,05  | 251,05 |
| MSst1 sism = $Sst1h \text{ sism} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/3-Hd)$  | (kNm/m) | 39,17  | 44,41   | 44,41  |
| MSst2 stat = $Sst1v \text{ stat} \cdot B$   | (kNm/m) | 205,09 | 221,19  | 221,19 |
| MSst2 sism = $Sst1v \text{ sism} \cdot B$   | (kNm/m) | 41,82  | 39,13   | 39,13  |
| MSsq1 = $Ssq1h \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/2-Hd)$  | (kNm/m) | 106,20 | 135,69  | 135,69 |
| MSsq2 = $Ssq1v \cdot B$   | (kNm/m) | 75,59  | 79,70   | 79,70  |
| MSp = $\gamma_1 \cdot Hd^3 \cdot kps + 3 + (2 \cdot c_1 \cdot kps^{+0.5} + \gamma_1 \cdot kps \cdot H2) \cdot Hd^2 / 2$ | (kNm/m) | 0,00   | 0,00    | 0,00   |

#### MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

|   |         |       |  |  |
|---|---------|-------|--|--|
| Mfext1 = $mp + ms$                          | (kNm/m) | 4,96  |  |  |
| Mfext2 = $(fp + fs) \cdot (H3 + H2)$        | (kNm/m) | 0,00  |  |  |
| Mfext3 = $(vp + vs) \cdot (B1 + B2 + B3/2)$ | (kNm/m) | 12,39 |  |  |



|  |  |          |              |          |            |      |        |      |          |    |              |   |            |
|--|--|----------|--------------|----------|------------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|------------|
| APPALTATORE:<br>Mandatario: <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>            | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>           |          |              |          |            |      |        |      |          |    |              |   |            |
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b><br>Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> |  |          |              |          |            |      |        |      |          |    |              |   |            |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>  | <table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.10.00.001</td> <td>B</td> <td>121 di 147</td> </tr> </table> | PROGETTO | LOTTO        | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | SL.10.00.001 | B | 121 di 147 |
| PROGETTO   | LOTTO  | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV.     | PAGINA     |      |        |      |          |    |              |   |            |
| IF1M   | 0.0.E.ZZ   | CL       | SL.10.00.001 | B        | 121 di 147 |      |        |      |          |    |              |   |            |

### 9.4.1 Verifica GEO a capacità portante della fondazione

La verifica si effettua tanto in condizioni statiche quanto in condizioni dinamiche nella combinazione A2+M2+R2.

#### verifica SLU

|  |         |         |         |
|--|---------|---------|---------|
| Risultante forze verticali (N)                         | Nmin    | Nmax    |         |
| $N = P_m + P_t + v + St_v + Sq_v (+ Sovr\ acc)$        | 761,18  | 839,72  | (kN/m)  |
| Risultante forze orizzontali (T)                       |         |         |         |
| $T = S_{th} + S_{qh} + f - Sp$                         | 178,19  | 178,19  | (kN/m)  |
| Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM) |         |         |         |
| $MM = \Sigma M$  | 1788,43 | 2041,75 | (kNm/m) |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)    |         |         |         |
| $M = X_c * N - MM$                                     | 114,51  | 57,56   | (kNm/m) |

#### Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$$q_{lim} = c'N_c i_c + q_0 N_q i_q + 0,5 \gamma_1 B^* N_\gamma i_\gamma$$

|                          |                                      |       |      |                      |
|--------------------------|--------------------------------------|-------|------|----------------------|
| $c' =$                   | coesione terreno di fondaz.          | 0,00  |      | (kPa)                |
| $\phi_1 =$               | angolo di attrito terreno di fondaz. | 27,45 |      | (°)                  |
| $\gamma_1 =$             | peso unità di volume terreno fondaz. | 10,70 |      | (kN/m <sup>3</sup> ) |
| $q_0 = \gamma d^* H_2^*$ | sovraccarico stabilizzante           | 32,00 |      | (kN/m <sup>2</sup> ) |
| $e = M / N$              | eccentricità                         | 0,15  | 0,07 | (m)                  |
| $B^* = B - 2e$           | larghezza equivalente                | 4,70  | 4,86 | (m)                  |

I valori di  $N_c$ ,  $N_q$  e  $N_\gamma$  sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

|  |                        |       |  |     |
|--|------------------------|-------|--|-----|
| $N_q = \tan^2(45 + \phi/2) * e^{(\pi * \tan(\phi))}$ | (1 in cond. nd)        | 13,86 |  | (-) |
| $N_c = (N_q - 1) / \tan(\phi)$                       | (2+ $\pi$ in cond. nd) | 24,76 |  | (-) |
| $N_\gamma = 2 * (N_q + 1) * \tan(\phi)$              | (0 in cond. nd)        | 15,45 |  | (-) |

I valori di  $i_c$ ,  $i_q$  e  $i_\gamma$  sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

|  |                 |      |      |     |
|--|-----------------|------|------|-----|
| $i_q = (1 - T / (N + B^* c' \cot(\phi)))^m$          | (1 in cond. nd) | 0,59 | 0,62 | (-) |
| $i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$                  |                 | 0,55 | 0,55 | (-) |
| $i_\gamma = (1 - T / (N + B^* c' \cot(\phi)))^{m+1}$ |                 | 0,45 | 0,45 | (-) |

(fondazione nastriforme  $m = 2$ )

|           |                          |        |        |                      |
|-----------|--------------------------|--------|--------|----------------------|
| $q_{lim}$ | (carico limite unitario) | 434,72 | 449,81 | (kN/m <sup>2</sup> ) |
|-----------|--------------------------|--------|--------|----------------------|

|                         |   |      |             |   |          |
|-------------------------|---|------|-------------|---|----------|
| <b>FS carico limite</b> | <b><math>F = q_{lim} * B^* / N</math></b> | Nmin | <b>2,68</b> | > | <b>1</b> |
|                         |   | Nmax | <b>2,60</b> | > |          |

|  |  |                 |           |                     |          |                   |
|--|--|-----------------|-----------|---------------------|----------|-------------------|
| APPALTATORE:<br>Mandatario: <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>            | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b><br><b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b><br><b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |                 |           |                     |          |                   |
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b><br>Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> | PROGETTO   | LOTTO           | CODIFICA  | DOCUMENTO           | REV.     | PAGINA            |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>  | <b>IF1M</b>  | <b>0.0.E.ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL.10.00.001</b> | <b>B</b> | <b>122 di 147</b> |

### verifica SLV +

|  |         |         |         |
|--|---------|---------|---------|
| Risultante forze verticali (N)   | Nmin    | Nmax    |         |
| $N = P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv} + (S_{ov acc})$ | 795,31  | 807,40  | (kN/m)  |
| Risultante forze orizzontali (T)   |         |         |         |
| $T = S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh} - S_p$                      | 247,67  |         | (kN/m)  |
| Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)                             |         |         |         |
| $MM = \sum M$  | 1714,07 | 1753,04 | (kNm/m) |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)                                |         |         |         |
| $M = X_c \cdot N - MM$   | 274,22  | 265,45  | (kNm/m) |

### Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$$q_{lim} = c' N_c i_c + q_0 N_q i_q + 0,5 \gamma_1 B^* N_\gamma i_\gamma$$

|                      |                                      |       |      |                      |
|----------------------|--------------------------------------|-------|------|----------------------|
| $c'$                 | coesione terreno di fondaz.          | 0,00  |      | (kN/mq)              |
| $\varphi_1'$         | angolo di attrito terreno di fondaz. | 27,45 |      | (°)                  |
| $\gamma_1$           | peso unità di volume terreno fondaz. | 10,70 |      | (kN/m <sup>3</sup> ) |
| $q_0 = \gamma d H^2$ | sovraccarico stabilizzante           | 32,00 |      | (kN/m <sup>2</sup> ) |
| $e = M / N$          | eccentricità                         | 0,34  | 0,33 | (m)                  |
| $B^* = B - 2e$       | larghezza equivalente                | 4,31  | 4,34 | (m)                  |

I valori di  $N_c$ ,  $N_q$  e  $N_\gamma$  sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

|   |                        |       |  |     |
|---|------------------------|-------|--|-----|
| $N_q = \tan^2(45 + \varphi/2) e^{(\pi \tan \varphi)}$ | (1 in cond. nd)        | 13,86 |  | (-) |
| $N_c = (N_q - 1) / \tan(\varphi)$                     | (2+ $\pi$ in cond. nd) | 24,76 |  | (-) |
| $N_\gamma = 2^*(N_q + 1) * \tan(\varphi)$             | (0 in cond. nd)        | 15,45 |  | (-) |

I valori di  $i_c$ ,  $i_q$  e  $i_\gamma$  sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

|  |                 |      |      |     |
|--|-----------------|------|------|-----|
| $i_q = (1 - T / (N + B^* c' \cot \varphi))^m$          | (1 in cond. nd) | 0,47 | 0,48 | (-) |
| $i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$                    |                 | 0,43 | 0,44 | (-) |
| $i_\gamma = (1 - T / (N + B^* c' \cot \varphi))^{m+1}$ |                 | 0,33 | 0,33 | (-) |

(fondazione nastriforme  $m = 2$ )

|           |                          |        |        |                      |
|-----------|--------------------------|--------|--------|----------------------|
| $q_{lim}$ | (carico limite unitario) | 326,66 | 330,38 | (kN/m <sup>2</sup> ) |
|-----------|--------------------------|--------|--------|----------------------|

|                         |   |      |             |   |          |
|-------------------------|---|------|-------------|---|----------|
| <b>FS carico limite</b> | <b>F = <math>q_{lim} * B^* / N</math></b> | Nmin | <b>1,77</b> | > | <b>1</b> |
|                         |   | Nmax | <b>1,78</b> | > |          |

|  |  |                 |           |                     |          |                   |
|--|--|-----------------|-----------|---------------------|----------|-------------------|
| APPALTATORE:<br>Mandatario: <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>            | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b><br><b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b><br><b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |                 |           |                     |          |                   |
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b><br>Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> | PROGETTO   | LOTTO           | CODIFICA  | DOCUMENTO           | REV.     | PAGINA            |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>  | <b>IF1M</b>  | <b>0.0.E.ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL.10.00.001</b> | <b>B</b> | <b>123 di 147</b> |

### verifica SLV -

|   |         |         |         |
|---|---------|---------|---------|
| Risultante forze verticali (N)                                      | Nmin    | Nmax    |         |
| $N = P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv}$ | 727,59  | 739,67  | (kN/m)  |
| Risultante forze orizzontali (T)                                    | 238,08  |         | (kN/m)  |
| $T = S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh} - S_p$       |         |         |         |
| Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)              | 1554,61 | 1593,58 | (kNm/m) |
| $MM = \sum M$   |         |         |         |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)                 | 264,36  | 255,60  | (kNm/m) |
| $M = X_c \cdot N - MM$  |         |         |         |

### Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$$q_{lim} = c' N_c i_c + q_0 N_q i_q + 0,5 \gamma_1 B N_\gamma i_\gamma$$

|                      |                                      |       |      |                      |
|----------------------|--------------------------------------|-------|------|----------------------|
| $c'$                 | coesione terreno di fondaz.          | 0,00  |      | (kN/mq)              |
| $\varphi_1'$         | angolo di attrito terreno di fondaz. | 27,45 |      | (°)                  |
| $\gamma_1$           | peso unità di volume terreno fondaz. | 10,70 |      | (kN/m <sup>3</sup> ) |
| $q_0 = \gamma d H^2$ | sovraccarico stabilizzante           | 32,00 |      | (kN/m <sup>2</sup> ) |
| $e = M / N$          | eccentricità                         | 0,36  | 0,35 | (m)                  |
| $B^* = B - 2e$       | larghezza equivalente                | 4,27  | 4,31 | (m)                  |

I valori di  $N_c$ ,  $N_q$  e  $N_\gamma$  sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

|   |                        |       |  |     |
|---|------------------------|-------|--|-----|
| $N_q = \tan^2(45 + \varphi/2) e^{(\pi \tan \varphi)}$ | (1 in cond. nd)        | 13,86 |  | (-) |
| $N_c = (N_q - 1) / \tan(\varphi)$                     | (2+ $\pi$ in cond. nd) | 24,76 |  | (-) |
| $N_\gamma = 2^*(N_q + 1) * \tan(\varphi)$             | (0 in cond. nd)        | 15,45 |  | (-) |

I valori di  $i_c$ ,  $i_q$  e  $i_\gamma$  sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

|  |                 |      |      |     |
|--|-----------------|------|------|-----|
| $i_q = (1 - T / (N + B^* c' \cot \varphi))^m$          | (1 in cond. nd) | 0,45 | 0,46 | (-) |
| $i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$                    |                 | 0,41 | 0,42 | (-) |
| $i_\gamma = (1 - T / (N + B^* c' \cot \varphi))^{m+1}$ |                 | 0,30 | 0,30 | (-) |

(fondazione nastriforme  $m = 2$ )

|           |                          |        |        |                      |
|-----------|--------------------------|--------|--------|----------------------|
| $q_{lim}$ | (carico limite unitario) | 308,35 | 312,45 | (kN/m <sup>2</sup> ) |
|-----------|--------------------------|--------|--------|----------------------|

|                         |   |      |             |   |          |
|-------------------------|---|------|-------------|---|----------|
| <b>FS carico limite</b> | <b><math>F = q_{lim} * B^* / N</math></b> | Nmin | <b>1,81</b> | > | <b>1</b> |
|                         |   | Nmax | <b>1,82</b> | > |          |

| APPALTATORE:<br>Mandatario: <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>            | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b><br><b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b><br><b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>                         |          |              |          |            |      |        |      |          |    |              |   |            |
|--|--|----------|--------------|----------|------------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|------------|
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b><br>Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> |  |          |              |          |            |      |        |      |          |    |              |   |            |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>  | <table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.10.00.001</td> <td>B</td> <td>124 di 147</td> </tr> </tbody> </table> | PROGETTO | LOTTO        | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | SL.10.00.001 | B | 124 di 147 |
| PROGETTO   | LOTTO  | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV.     | PAGINA     |      |        |      |          |    |              |   |            |
| IF1M   | 0.0.E.ZZ   | CL       | SL.10.00.001 | B        | 124 di 147 |      |        |      |          |    |              |   |            |

#### 9.4.2 Verifica GEO a scorrimento sul piano di posa della fondazione

La verifica si effettua tanto in condizioni statiche quanto in condizioni dinamiche nella combinazione A2+M2+R2. Nella risultante delle forze verticale N non si tiene conto, a vantaggio di sicurezza, del sovraccarico accidentale sulla zattera di monte.

##### verifica SLU

|   |   |             |             |          |
|---|---|-------------|-------------|----------|
| Risultante forze verticali (N)                                    |   |             |             |          |
| $N = P_m + P_t + v + St_v + Sq_v \text{ perm} + Sq_v \text{ acc}$ |   | 761,18      | (kN/m)      |          |
| Risultante forze orizzontali (T)                                  |   |             |             |          |
| $T = S_{th} + S_{qh} + f$   |   | 178,19      | (kN/m)      |          |
| Coefficiente di attrito alla base (f)                             |   |             |             |          |
| $f = \text{tg} \rho_1'$   |   | 0,52        | (-)         |          |
| <b>Fs scorr.</b>  | <b><math>(N \cdot f + S_p) / T</math></b> | <b>2,22</b> | <b>&gt;</b> | <b>1</b> |

##### verifica SLV+

|   |   |             |             |          |
|---|---|-------------|-------------|----------|
| Risultante forze verticali (N)                                      |   |             |             |          |
| $N = P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv}$ |   | 795,31      | (kN/m)      |          |
| Risultante forze orizzontali (T)                                    |   |             |             |          |
| $T = S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh}$             |   | 247,67      | (kN/m)      |          |
| Coefficiente di attrito alla base (f)                               |   |             |             |          |
| $f = \text{tg} \rho_1'$   |   | 0,52        | (-)         |          |
| <b>Fs =</b>   | <b><math>(N \cdot f + S_p) / T</math></b> | <b>1,67</b> | <b>&gt;</b> | <b>1</b> |

##### verifica SLV-

|   |   |             |             |          |
|---|---|-------------|-------------|----------|
| Risultante forze verticali (N)                                      |   |             |             |          |
| $N = P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv}$ |   | 727,59      | (kN/m)      |          |
| Risultante forze orizzontali (T)                                    |   |             |             |          |
| $T = S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh}$             |   | 238,08      | (kN/m)      |          |
| Coefficiente di attrito alla base (f)                               |   |             |             |          |
| $f = \text{tg} \rho_1'$   |   | 0,52        | (-)         |          |
| <b>Fs =</b>   | <b><math>(N \cdot f + S_p) / T</math></b> | <b>1,59</b> | <b>&gt;</b> | <b>1</b> |

| APPALTATORE:<br>Mandataria: <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>            | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b><br><b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b><br><b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>                         |          |              |          |            |      |        |      |          |    |              |   |            |
|--|--|----------|--------------|----------|------------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|------------|
| PROGETTISTA:<br>Mandataria: <b>SYSTRA S.A.</b><br>Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> |  |          |              |          |            |      |        |      |          |    |              |   |            |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>  | <table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.10.00.001</td> <td>B</td> <td>125 di 147</td> </tr> </tbody> </table> | PROGETTO | LOTTO        | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | SL.10.00.001 | B | 125 di 147 |
| PROGETTO   | LOTTO  | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV.     | PAGINA     |      |        |      |          |    |              |   |            |
| IF1M   | 0.0.E.ZZ   | CL       | SL.10.00.001 | B        | 125 di 147 |      |        |      |          |    |              |   |            |

### 9.4.3 Verifica EQU a ribaltamento

La verifica si effettua tanto in condizioni statiche quanto in condizioni dinamiche nella combinazione EQU+M2+R2. Anche qui, a vantaggio di sicurezza, non si tiene conto del contributo stabilizzante del sovraccarico accidentale sulla zattera di monte.

#### verifica SLU

|                            |                                  |              |               |
|----------------------------|----------------------------------|--------------|---------------|
| Momento stabilizzante (Ms) |                                  |              |               |
| Ms =                       | Mm + Mt + Mfext3                 | 1757,74      | ( kNm/m )     |
| Momento ribaltante (Mr)    |                                  |              |               |
| Mr =                       | MSt + MSq + Mfext1+ Mfext2 + MSp | 139,08       | ( kNm/m )     |
| <b>Fs ribaltamento</b>     | <b>Ms / Mr</b>                   | <b>12,64</b> | <b>&gt; 1</b> |

#### verifica SLV+

|                            |                                      |             |               |
|----------------------------|--------------------------------------|-------------|---------------|
| Momento stabilizzante (Ms) |                                      |             |               |
| Ms =                       | Mm + Mt + Mfext3                     | 1912,34     | ( kNm/m )     |
| Momento ribaltante (Mr)    |                                      |             |               |
| Mr =                       | MSst+MSsq+Mfext1+Mfext2+MSp+MPs+Mpts | 198,27      | ( kNm/m )     |
| <b>Fr =</b>                | <b>Ms / Mr</b>                       | <b>9,65</b> | <b>&gt; 1</b> |

#### verifica SLV-

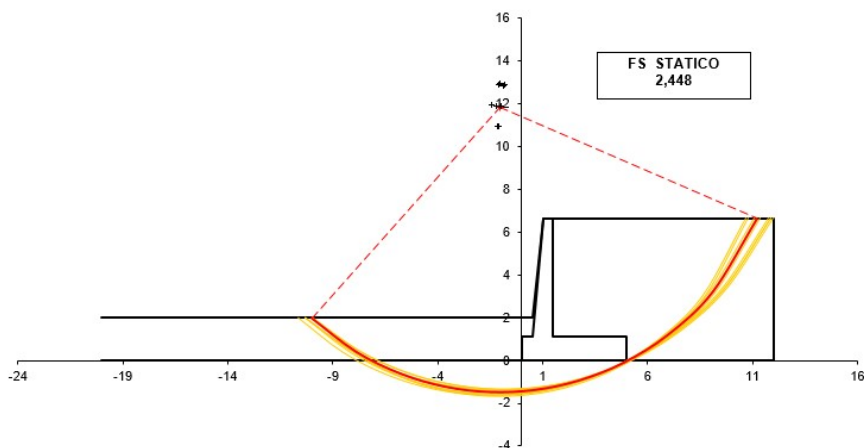
|                            |                                      |             |               |
|----------------------------|--------------------------------------|-------------|---------------|
| Momento stabilizzante (Ms) |                                      |             |               |
| Ms =                       | Mm + Mt + Mfext3                     | 1912,34     | ( kNm/m )     |
| Momento ribaltante (Mr)    |                                      |             |               |
| Mr =                       | MSst+MSsq+Mfext1+Mfext2+MSp+MPs+Mpts | 357,73      | ( kNm/m )     |
| <b>Fr =</b>                | <b>Ms / Mr</b>                       | <b>5,35</b> | <b>&gt; 1</b> |

| APPALTATORE:<br>Mandatario: <b>SALINI IMPREGIO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>             | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b><br><b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b><br><b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>                         |          |              |          |            |      |        |      |          |    |              |   |            |
|--|--|----------|--------------|----------|------------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|------------|
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b><br>Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> |  |          |              |          |            |      |        |      |          |    |              |   |            |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>  | <table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.10.00.001</td> <td>B</td> <td>126 di 147</td> </tr> </tbody> </table> | PROGETTO | LOTTO        | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | SL.10.00.001 | B | 126 di 147 |
| PROGETTO   | LOTTO  | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV.     | PAGINA     |      |        |      |          |    |              |   |            |
| IF1M   | 0.0.E.ZZ   | CL       | SL.10.00.001 | B        | 126 di 147 |      |        |      |          |    |              |   |            |

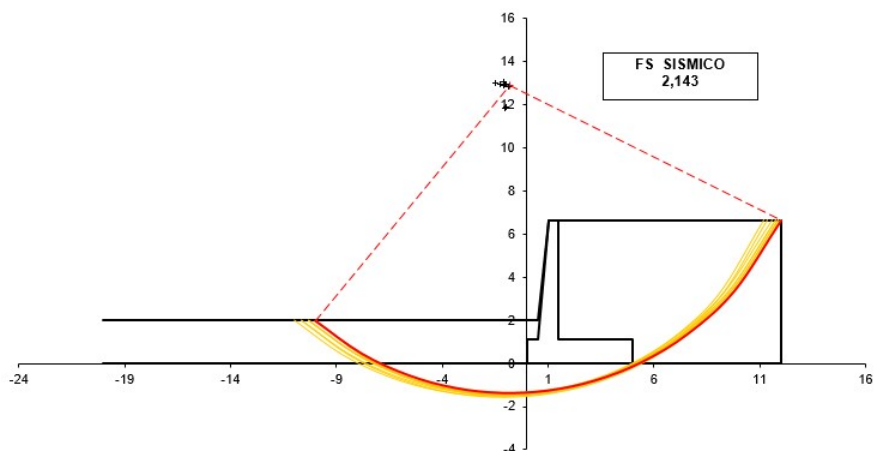
#### 9.4.4 Verifica GEO a stabilità globale

Le verifiche effettuate vengono di seguito presentate in forma sintetica. Nelle figure, in alto, è indicato il coefficiente di sicurezza minimo FS che fa riferimento alla superficie di scorrimento critica evidenziata in rosso; il valore FS minimo deve essere confrontato con il coefficiente di sicurezza previsto dalla normativa per la combinazione considerata:  $R_2=1.10$ .

##### Verifica in condizioni statiche



##### Verifica in condizioni sismiche



Tutte le verifiche sono soddisfatte.

|   |   |          |              |      |            |
|---|---|----------|--------------|------|------------|
| APPALTATORE:<br>Mandataria: <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>                   | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE<br>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI<br>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 |          |              |      |            |
| PROGETTISTA:<br>Mandataria: <b>SYSTRA S.A.</b><br>Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b> |   |          |              |      |            |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>   |   |          |              |      |            |
| PROGETTO  | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV. | PAGINA     |
| IF1M  | 0.0.E.ZZ  | CL       | SL.10.00.001 | B    | 127 di 147 |

### 9.4.5 Verifiche STR

Le verifiche vengono condotte, tanto in condizione statica che in condizione dinamica, nella combinazione A1+M1+R1.

#### CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE

Reazione del terreno

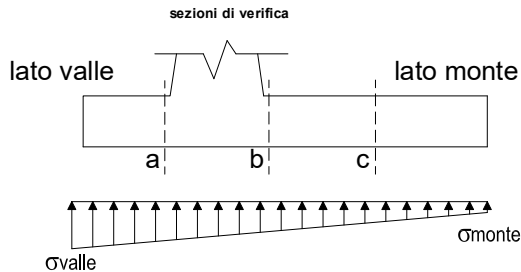
$$\sigma_{valle} = N / A + M / W_{gg}$$

$$\sigma_{monte} = N / A - M / W_{gg}$$

$$A = 1.0 \cdot B = 5,00 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$W_{gg} = 1.0 \cdot B^2 / 6 = 4,17 \text{ (m}^3\text{)}$$

| caso    | N<br>[kN] | M<br>[kNm] | $\sigma_{valle}$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $\sigma_{monte}$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] |
|---------|-----------|------------|--|--|
| statico | 790,51    | 56,37      | 171,63                                   | 144,57                                   |
|         | 881,14    | -9,34      | 173,99                                   | 178,47                                   |
| sisma+  | 792,29    | 186,98     | 203,33                                   | 113,58                                   |
|         | 804,38    | 178,22     | 203,65                                   | 118,10                                   |
| sisma-  | 723,28    | 177,41     | 187,23                                   | 102,08                                   |
|         | 735,37    | 168,65     | 187,55                                   | 106,60                                   |



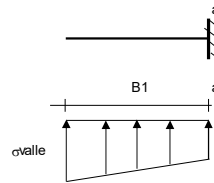
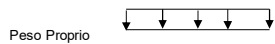
#### Mensola Lato Valle

Peso Proprio. PP = 27,50 (kN/m)

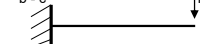
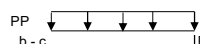
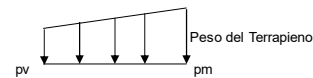
$$M_a = \sigma_1 \cdot B^2 / 2 + (\sigma_{valle} - \sigma_1) \cdot B^2 / 3 - PP \cdot B^2 / 2 \cdot (1 \pm kv)$$

$$V_a = \sigma_1 \cdot B + (\sigma_{valle} - \sigma_1) \cdot B / 2 - PP \cdot B \cdot (1 \pm kv)$$

| caso    | $\sigma_{valle}$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $\sigma_1$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $M_a$<br>[kNm] | $V_a$<br>[kN] |
|---------|--|------------------------------------|----------------|---------------|
| statico | 171,63                                   | 168,90                             | 18,26          | 72,10         |
|         | 173,99                                   | 174,44                             | 18,70          | 74,09         |
| sisma+  | 203,33                                   | 194,27                             | 21,87          | 88,10         |
|         | 203,65                                   | 195,01                             | 22,09          | 88,26         |
| sisma-  | 187,23                                   | 178,63                             | 20,17          | 79,97         |
|         | 187,55                                   | 179,37                             | 20,06          | 80,13         |



$$St_v + St_q$$



#### Mensola Lato Monte

PP = 27,50 (kN/m<sup>2</sup>)  
PD = 0,00 (kN/m) peso proprio soletta fondazione  
peso proprio dente

|     | Nmin   | N max stat | N max sism |                      |
|-----|--------|------------|------------|----------------------|
| pm  | 131,80 | 157,33     | 135,20     | (kN/m <sup>2</sup> ) |
| pvb | 131,80 | 157,33     | 135,20     | (kN/m <sup>2</sup> ) |
| pvc | 131,80 | 157,33     | 135,20     | (kN/m <sup>2</sup> ) |

$$M_b = (\sigma_{monte} \cdot (p_{vb} + PP)) \cdot (1 \pm kv) \cdot B^2 / 2 + (\sigma_2 - \sigma_{monte}) \cdot B^2 / 6 - (p_m - p_{vb}) \cdot (1 \pm kv) \cdot B^2 / 3 + (St_v + Sq_v) \cdot B^2 \cdot PD \cdot (1 \pm kv) \cdot (B^2 - Bd / 2) - PD \cdot kh \cdot (Hd + H2 / 2) + M_{sp} + Sp \cdot H2 / 2$$

$$M_c = (\sigma_{monte} \cdot (p_{vc} + PP)) \cdot (1 \pm kv) \cdot (B5 / 2)^2 / 2 + (\sigma_2 - \sigma_{monte}) \cdot (B5 / 2)^2 / 6 - (p_m - p_{vc}) \cdot (1 \pm kv) \cdot (B5 / 2)^2 / 3 + (St_v + Sq_v) \cdot (B5 / 2) \cdot PD \cdot (1 \pm kv) \cdot (B5 / 2 - Bd / 2) - PD \cdot kh \cdot (Hd + H2 / 2) + M_{sp} + Sp \cdot H2 / 2$$

$$V_b = (\sigma_{monte} \cdot (p_{vb} + PP)) \cdot (1 \pm kv) \cdot B^2 + (\sigma_2 - \sigma_{monte}) \cdot B^2 / 2 - (p_m - p_{vb}) \cdot (1 \pm kv) \cdot B^2 - (St_v + Sq_v) \cdot PD \cdot (1 \pm kv)$$

$$V_c = (\sigma_{monte} \cdot (p_{vc} + PP)) \cdot (1 \pm kv) \cdot (B5 / 2) + (\sigma_2 - \sigma_{monte}) \cdot (B5 / 2) / 2 - (p_m - p_{vc}) \cdot (1 \pm kv) \cdot (B5 / 2) - (St_v + Sq_v) \cdot PD \cdot (1 \pm kv)$$

| caso    | $\sigma_{monte}$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $\sigma_2$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $M_b$<br>[kNm] | $V_b$<br>[kN] | $\sigma_2$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $M_c$<br>[kNm] | $V_c$<br>[kN] |
|---------|--|------------------------------------|----------------|---------------|------------------------------------|----------------|---------------|
| statico | 144,57                                   | 163,78                             | -343,18        | -100,08       | 154,18                             | -163,52        | -99,51        |
|         | 178,47                                   | 175,29                             | -337,50        | -110,13       | 176,88                             | -156,22        | -94,60        |
| sisma+  | 113,58                                   | 177,31                             | -442,49        | -143,66       | 145,45                             | -187,64        | -134,07       |
|         | 118,10                                   | 178,84                             | -442,74        | -145,56       | 148,47                             | -186,92        | -133,70       |
| sisma-  | 102,08                                   | 162,54                             | -415,44        | -133,78       | 132,31                             | -176,98        | -125,97       |
|         | 106,60                                   | 164,07                             | -413,67        | -134,55       | 135,34                             | -175,75        | -125,03       |

|   |   |
|---|---|
| APPALTATORE:<br>Mandataria: <b>SALINI IMPREGIO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>                    | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE<br>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI<br>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 |
| PROGETTISTA:<br>Mandataria: <b>SYSTRA S.A.</b><br>Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b> |   |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>   | PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA<br><b>IF1M 0.0.E.ZZ CL SL.10.00.001 B 128 di 147</b>  |

**CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO**

**Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo**

$$M_{t \text{ stat}} = \frac{1}{2} K_{a_{orizz}} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2 / 3$$

$$M_{t \text{ sism}} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot (K_{a_{orizz}} \cdot (1 \pm kv) - K_{a_{orizz}}) \cdot h^2 / 2 \quad o \cdot h/3$$

$$M_q = \frac{1}{2} K_{a_{orizz}} \cdot q \cdot h^2$$

$$M_{ext} = m + f \cdot h$$

$$M_{inerzia} = \Sigma P_m \cdot b_i \cdot kh$$

$$N_{ext} = v$$

$$N_{pp+inerzia} = \Sigma P_m \cdot (1 \pm kv)$$

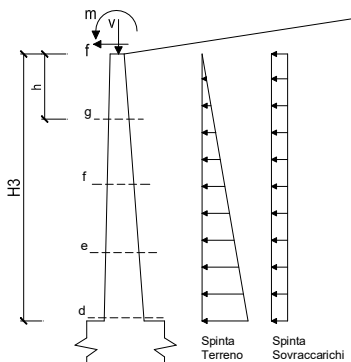
$$V_{t \text{ stat}} = \frac{1}{2} K_{a_{orizz}} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2$$

$$V_{t \text{ sism}} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot (K_{a_{orizz}} \cdot (1 \pm kv) - K_{a_{orizz}}) \cdot h^2$$

$$V_q = K_{a_{orizz}} \cdot q \cdot h$$

$$V_{ext} = f$$

$$V_{inerzia} = \Sigma P_m \cdot kh$$



**condizione statica**

| sezione | h    | Mt      | Mq      | Mext    | Mtot    | Next   | Npp    | Ntot   |
|---------|------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|
|         | [m]  | [kNm/m] | [kNm/m] | [kNm/m] | [kNm/m] | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m] |
| d-d     | 5,55 | 145,16  | 139,81  | 6,44    | 291,42  | 9,91   | 93,31  | 103,22 |
| e-e     | 4,16 | 61,24   | 78,65   | 6,44    | 146,33  | 9,91   | 62,89  | 72,81  |
| f-f     | 2,78 | 18,14   | 34,95   | 6,44    | 59,54   | 9,91   | 37,20  | 47,12  |
| g-g     | 1,39 | 2,27    | 8,74    | 6,44    | 17,45   | 9,91   | 16,24  | 26,15  |

| sezione | h    | Vt     | Vq     | Vext   | Vtot   |
|---------|------|--------|--------|--------|--------|
|         | [m]  | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m] |
| d-d     | 5,55 | 78,46  | 50,38  | 0,00   | 128,85 |
| e-e     | 4,16 | 44,14  | 37,79  | 0,00   | 81,92  |
| f-f     | 2,78 | 19,62  | 25,19  | 0,00   | 44,81  |
| g-g     | 1,39 | 4,90   | 12,60  | 0,00   | 17,50  |

**condizione sismica +**

| sezione | h    | Mt stat | Mt sism | Mq      | Mext    | Minerzia | Mtot    | Next   | Npp+inerzia | Ntot   |
|---------|------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|--------|-------------|--------|
|         | [m]  | [kNm/m] | [kNm/m] | [kNm/m] | [kNm/m] | [kNm/m]  | [kNm/m] | [kN/m] | [kN/m]      | [kN/m] |
| d-d     | 5,55 | 111,66  | 36,47   | 72,44   | 4,96    | 21,02    | 246,55  | 9,91   | 97,69       | 107,60 |
| e-e     | 4,16 | 47,11   | 15,38   | 40,75   | 4,96    | 10,90    | 119,10  | 9,91   | 65,84       | 75,76  |
| f-f     | 2,78 | 13,96   | 4,56    | 18,11   | 4,96    | 4,43     | 46,02   | 9,91   | 38,95       | 48,86  |
| g-g     | 1,39 | 1,74    | 0,57    | 4,53    | 4,96    | 1,01     | 12,81   | 9,91   | 17,00       | 26,91  |

| sezione | h    | Vt stat | Vt sism | Vq     | Vext   | Vinerzia | Vtot   |
|---------|------|---------|---------|--------|--------|----------|--------|
|         | [m]  | [kN/m]  | [kN/m]  | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m]   | [kN/m] |
| d-d     | 5,55 | 60,36   | 19,71   | 26,11  | 0,00   | 8,76     | 114,93 |
| e-e     | 4,16 | 33,95   | 11,09   | 19,58  | 0,00   | 5,90     | 70,52  |
| f-f     | 2,78 | 15,09   | 4,93    | 13,05  | 0,00   | 3,49     | 36,56  |
| g-g     | 1,39 | 3,77    | 1,23    | 6,53   | 0,00   | 1,52     | 13,05  |

**condizione sismica -**

| sezione | h    | Mt stat | Mt sism | Mq      | Mext    | Minerzia | Mtot    | Next   | Npp+inerzia | Ntot   |
|---------|------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|--------|-------------|--------|
|         | [m]  | [kNm/m] | [kNm/m] | [kNm/m] | [kNm/m] | [kNm/m]  | [kNm/m] | [kN/m] | [kN/m]      | [kN/m] |
| d-d     | 5,55 | 111,66  | 25,19   | 73,97   | 4,96    | 21,02    | 236,80  | 9,91   | 88,93       | 98,84  |
| e-e     | 4,16 | 47,11   | 10,63   | 41,61   | 4,96    | 10,90    | 115,20  | 9,91   | 59,94       | 69,86  |
| f-f     | 2,78 | 13,96   | 3,15    | 18,49   | 4,96    | 4,43     | 44,99   | 9,91   | 35,46       | 45,37  |
| g-g     | 1,39 | 1,74    | 0,39    | 4,62    | 4,96    | 1,01     | 12,72   | 9,91   | 15,48       | 25,39  |

| sezione | h    | Vt stat | Vt sism | Vq     | Vext   | Vinerzia | Vtot   |
|---------|------|---------|---------|--------|--------|----------|--------|
|         | [m]  | [kN/m]  | [kN/m]  | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m]   | [kN/m] |
| d-d     | 5,55 | 60,36   | 13,62   | 26,66  | 0,00   | 8,76     | 109,39 |
| e-e     | 4,16 | 33,95   | 7,66    | 19,99  | 0,00   | 5,90     | 67,50  |
| f-f     | 2,78 | 15,09   | 3,40    | 13,33  | 0,00   | 3,49     | 35,31  |
| g-g     | 1,39 | 3,77    | 0,85    | 6,66   | 0,00   | 1,52     | 12,81  |



|  |   |   |          |                        |              |      |            |
|--|---|---|----------|------------------------|--------------|------|------------|
| APPALTATORE:<br><u>Mandatario:</u><br><b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> | <u>Mandante:</u><br><b>ASTALDI S.p.A.</b> | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b>  |          |                        |              |      |            |
|  |   | <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>   |          |                        |              |      |            |
| PROGETTISTA:<br><u>Mandatario:</u><br><b>SYSTRA S.A.</b>             |   | <u>Mandante:</u><br><b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>  |          | <b>ROCKSOIL S.p.A.</b> |              |      |            |
|  |   | <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE<br/>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI<br/>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |          |                        |              |      |            |
| PROGETTO ESECUTIVO   |   | PROGETTO  | LOTTO    | CODIFICA               | DOCUMENTO    | REV. | PAGINA     |
| Relazione di calcolo   |   | IF1M  | 0.0.E.ZZ | CL                     | SL.10.00.001 | B    | 129 di 147 |

In definitiva risulta:

- Armatura longitudinale

Posizione 1: 1 registro 5 Ø20

Posizione 4: 1 registro 5 Ø20

Posizione 5: 1 registro 5 Ø20

Posizione 7: 1 registro 5 Ø20

- Armatura trasversale

Non necessaria

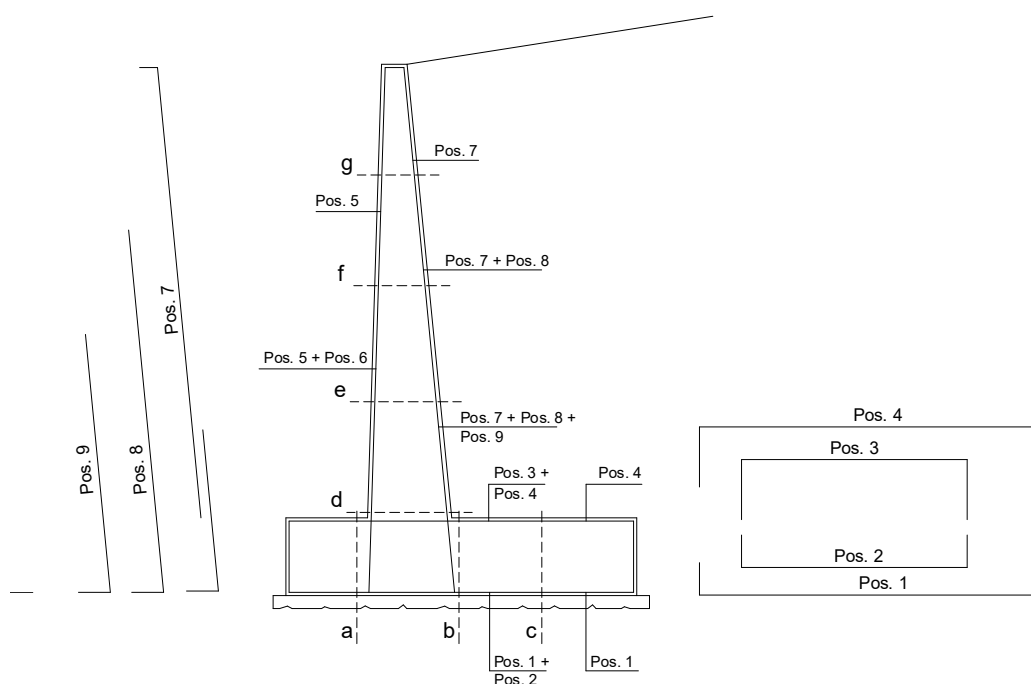


Figura 73-Schema armature

|  |  |  |
|--|--|--|
| APPALTATORE:<br><u>Mandatario:</u><br><b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> | <u>Mandante:</u><br><b>ASTALDI S.p.A.</b>  | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b><br><b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b><br><b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |
| PROGETTISTA:<br><u>Mandatario:</u><br><b>SYSTRA S.A.</b>             | <u>Mandante:</u><br><b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>  |  |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>                    | PROGETTO    LOTTO    CODIFICA    DOCUMENTO    REV.    PAGINA<br><b>IF1M    0.0.E.ZZ    CL    SL.10.00.001    B    130 di 147</b> |  |

| Sez.  | M       | N      | h    | Af                 | A'f                | Mu     |
|-------|---------|--------|------|--------------------|--------------------|--------|
| (-)   | (kNm)   | (kN)   | (m)  | (cm <sup>2</sup> ) | (cm <sup>2</sup> ) | (kNm)  |
| a - a | 22,09   | 0,00   | 1,10 | 15,71              | 15,71              | 632,85 |
| b - b | -442,74 | 0,00   | 1,10 | 15,71              | 15,71              | 632,85 |
| c - c | -187,64 | 0,00   | 1,10 | 15,71              | 15,71              | 632,85 |
| d - d | 291,42  | 103,22 | 0,95 | 15,71              | 15,71              | 581,47 |
| e - e | 146,33  | 72,81  | 0,81 | 15,71              | 15,71              | 479,83 |
| f - f | 59,54   | 47,12  | 0,67 | 15,71              | 15,71              | 383,71 |
| g - g | 17,45   | 26,15  | 0,54 | 15,71              | 15,71              | 292,12 |

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

| Sez.  | V <sub>Ed</sub> | h    | V <sub>rd</sub> | ø staffe | i orizz. | i vert. | θ    | V <sub>Rsd</sub> |                                  |
|-------|-----------------|------|-----------------|----------|----------|---------|------|------------------|----------------------------------|
| (-)   | (kN)            | (m)  | (kN)            | (mm)     | (cm)     | (cm)    | (°)  | (kN)             |                                  |
| a - a | 88,26           | 1,10 | 357,90          | 10       | 20       | 20      | 21,8 | 1815,17          | Armatura a taglio non necessaria |
| b - b | 145,56          | 1,10 | 357,90          | 10       | 20       | 20      | 21,8 | 1815,17          | Armatura a taglio non necessaria |
| c - c | 134,07          | 1,10 | 357,90          | 10       | 20       | 20      | 21,8 | 1815,17          | Armatura a taglio non necessaria |
| d - d | 128,85          | 0,95 | 331,36          | 10       | 20       | 20      | 21,8 | 1547,21          | Armatura a taglio non necessaria |
| e - e | 81,92           | 0,81 | 289,94          | 10       | 20       | 20      | 21,8 | 1311,67          | Armatura a taglio non necessaria |
| f - f | 44,81           | 0,67 | 248,26          | 10       | 20       | 20      | 21,8 | 1076,13          | Armatura a taglio non necessaria |
| g - g | 17,50           | 0,54 | 212,19          | 10       | 20       | 20      | 21,8 | 840,59           | Armatura a taglio non necessaria |

|  |   |   |           |                     |          |                   |
|--|---|---|-----------|---------------------|----------|-------------------|
| APPALTATORE:<br><u>Mandatario:</u><br><b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> | <u>Mandante:</u><br><b>ASTALDI S.p.A.</b> | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b>  |           |                     |          |                   |
|  |   | <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>   |           |                     |          |                   |
| PROGETTISTA:<br><u>Mandatario:</u><br><b>SYSTRA S.A.</b>             |   | <b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |           |                     |          |                   |
| <u>Mandante:</u><br><b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b>  |   |   |           |                     |          |                   |
| PROGETTO ESECUTIVO   | PROGETTO                                  | LOTTO   | CODIFICA  | DOCUMENTO           | REV.     | PAGINA            |
| <b>Relazione di calcolo</b>  | <b>IF1M</b>                               | <b>0.0.E.ZZ</b>   | <b>CL</b> | <b>SL.10.00.001</b> | <b>B</b> | <b>131 di 147</b> |

## 9.5 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO

Alle prescrizioni normative presenti in NTC si sostituiscono quelle fornite dalle specifiche RFI (Requisiti concernenti la fessurazione per strutture in c.a., c.a.p. e miste acciaio-calcestruzzo) secondo cui la verifica nei confronti dello stato limite di apertura delle fessure va effettuata utilizzando le sollecitazioni derivanti dalla combinazione caratteristica (rara).

In particolare, per strutture in condizioni ambientali aggressive o molto aggressive, così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.3 del DM 14.1.2008, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture, l'apertura convenzionale delle fessure dovrà risultare:

- Combinazione Caratteristica (Rara)  $\delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$

Le verifiche tensionali di cui ai par. 4.1.2.2.5.1 e 4.1.2.2.5.2 delle NTC 2008 sono state eseguite per la combinazione rara e la combinazione quasi permanente, controllando che le tensioni nel calcestruzzo e nell'acciaio siano inferiori ai seguenti valori limite:

Le verifiche di tensione si ritengono soddisfatte se sono verificate le seguenti condizioni:

### Calcestruzzo

- Combinazione di carico caratteristica (RARA):  $0.55 f_{ck}$
- Combinazione di carico quasi permanente:  $0.40 f_{ck}$

### Acciaio

- Combinazione di carico caratteristica (RARA):  $0.75 f_{yk}$

|  |   |          |              |      |            |
|--|---|----------|--------------|------|------------|
| APPALTATORE:<br>Mandataria: <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>            | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE<br>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI<br>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 |          |              |      |            |
| PROGETTISTA:<br>Mandataria: <b>SYSTRA S.A.</b><br>Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> |   |          |              |      |            |
| PROGETTO ESECUTIVO<br>Relazione di calcolo   |   |          |              |      |            |
| PROGETTO   | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV. | PAGINA     |
| IF1M   | 0.0.E.ZZ  | CL       | SL.10.00.001 | B    | 132 di 147 |

### 9.5.1 Verifiche a fessurazione

#### CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE

##### Reazione del terreno

$$\sigma_{valle} = N / A + M / W_{gg}$$

$$\sigma_{monte} = N / A - M / W_{gg}$$

$$A = 1.0 \cdot B = 5,00 \quad (m^2)$$

$$W_{gg} = 1.0 \cdot B^2 / 6 = 4,17 \quad (m^3)$$

| caso | N      | M      | $\sigma_{valle}$     | $\sigma_{monte}$     |
|------|--------|--------|----------------------|----------------------|
|      | [kN]   | [kNm]  | [kN/m <sup>2</sup> ] | [kN/m <sup>2</sup> ] |
| Rara | 752,96 | 3,23   | 151,37               | 149,82               |
|      | 813,38 | -40,57 | 152,94               | 172,41               |

##### Mensola Lato Valle

$$PP = 27,50 \quad (kN/m)$$

$$Ma = \sigma_1 \cdot B^2 / 2 + (\sigma_{valle} - \sigma_1) \cdot B^2 / 3 - PP \cdot B^2 / 2 \cdot (1 \pm kv)$$

| caso | $\sigma_{valle}$     | $\sigma_1$           | Ma    |
|------|----------------------|----------------------|-------|
|      | [kN/m <sup>2</sup> ] | [kN/m <sup>2</sup> ] | [kNm] |
| Rara | 151,37               | 151,21               | 15,79 |
|      | 152,94               | 154,91               | 16,08 |

##### Mensola Lato Monte

$$PP = 27,50 \quad (kN/m^2) \quad \text{peso proprio soletta fondazione}$$

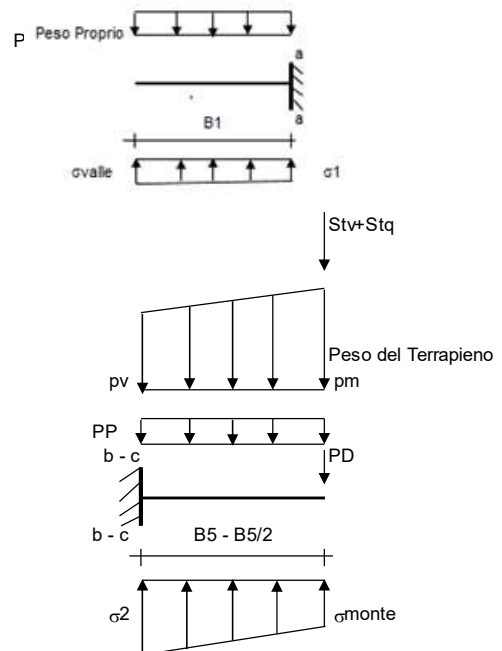
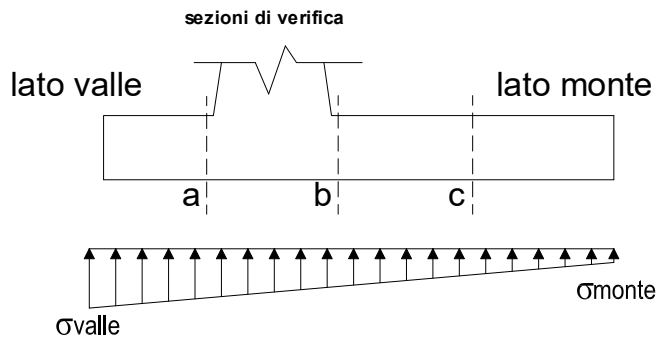
$$PD = 0,00 \quad (kN/m) \quad \text{peso proprio dente}$$

|     | Nmin   | N max  | Freq   | N max | QP                   |
|-----|--------|--------|--------|-------|----------------------|
| pm  | 127,00 | 144,02 | 144,02 |       | (kN/m <sup>2</sup> ) |
| pvb | 127,00 | 144,02 | 144,02 |       | (kN/m <sup>2</sup> ) |
| pvc | 127,00 | 144,02 | 144,02 |       | (kN/m <sup>2</sup> ) |

$$Mb = (\sigma_{monte} - (p_{vb} + PP)) \cdot B^2 / 2 + (\sigma_{2b} - \sigma_{monte}) \cdot B^2 / 6 - (pm - p_{vb}) \cdot B^2 / 3 + (Stv + Sqv) \cdot B^2 \cdot PD \cdot (B/2 - Bd/2) + M_{sp} + Sp \cdot H^2 / 2$$

$$Mc = (\sigma_{monte} - (p_{vc} + PP)) \cdot (B/2)^2 / 2 + (\sigma_{2c} - \sigma_{monte}) \cdot (B/2)^2 / 6 - (pm - p_{vc}) \cdot (B/2)^2 / 3 + (Stv + Sqv) \cdot (B/2) \cdot PD \cdot (B/2 - Bd/2) + M_{sp} + Sp \cdot H^2 / 2$$

| caso | $\sigma_{monte}$     | $\sigma_{2b}$        | Mb      | $\sigma_{2c}$        | Mc      |
|------|----------------------|----------------------|---------|----------------------|---------|
|      | [kN/m <sup>2</sup> ] | [kN/m <sup>2</sup> ] | [kNm]   | [kN/m <sup>2</sup> ] | [kNm]   |
| Rara | 149,82               | 150,92               | -245,12 | 150,37               | -116,05 |
|      | 172,41               | 158,59               | -241,33 | 165,50               | -111,18 |



| APPALTATORE:<br>Mandataria: <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>            | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE<br>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI<br>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014            |          |              |          |            |      |        |      |          |    |              |   |            |
|--|--|----------|--------------|----------|------------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|------------|
| PROGETTISTA:<br>Mandataria: <b>SYSTRA S.A.</b><br>Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> |  |          |              |          |            |      |        |      |          |    |              |   |            |
| PROGETTO ESECUTIVO<br>Relazione di calcolo   | <table border="1"> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.10.00.001</td> <td>B</td> <td>133 di 147</td> </tr> </table> | PROGETTO | LOTTO        | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | SL.10.00.001 | B | 133 di 147 |
| PROGETTO   | LOTTO  | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV.     | PAGINA     |      |        |      |          |    |              |   |            |
| IF1M   | 0.0.E.ZZ   | CL       | SL.10.00.001 | B        | 133 di 147 |      |        |      |          |    |              |   |            |

### CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

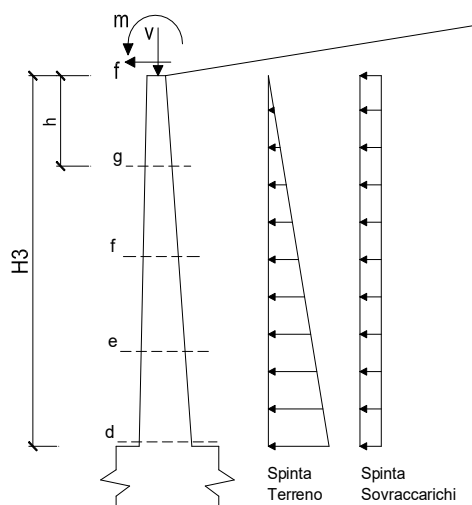
#### Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

$$M_t = \frac{1}{2} K_{a_{orizz}} \cdot \gamma \cdot h^2 \cdot h/3$$

$$M_q = \frac{1}{2} K_{a_{orizz}} \cdot q \cdot h^2$$

$$M_{ext} = m + f \cdot h$$

$$N_{ext} = v$$



#### condizione Rara

| sezione | h    | Mt      | Mq      | M <sub>ext</sub> | M <sub>tot</sub> | N <sub>ext</sub> | N <sub>pp</sub> | N <sub>tot</sub> |
|---------|------|---------|---------|------------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|
|         | [m]  | [kNm/m] | [kNm/m] | [kNm/m]          | [kNm/m]          | [kN/m]           | [kN/m]          | [kN/m]           |
| d-d     | 5,55 | 111,66  | 99,65   | 4,96             | 216,26           | 9,91             | 93,31           | 103,22           |
| e-e     | 4,16 | 47,11   | 56,05   | 4,96             | 108,12           | 9,91             | 62,89           | 72,81            |
| f-f     | 2,78 | 13,96   | 24,91   | 4,96             | 43,83            | 9,91             | 37,20           | 47,12            |
| g-g     | 1,39 | 1,74    | 6,23    | 4,96             | 12,93            | 9,91             | 16,24           | 26,15            |

#### condizione Rara

| Sez.  | M       | N      | h    | A <sub>f</sub>     | A <sub>f</sub> '   | σ <sup>c</sup>       | σ <sup>f</sup>       | w <sub>k</sub> | w <sub>amm</sub> |
|-------|---------|--------|------|--------------------|--------------------|----------------------|----------------------|----------------|------------------|
| (-)   | (kNm)   | (kN)   | (m)  | (cm <sup>2</sup> ) | (cm <sup>2</sup> ) | (N/mm <sup>2</sup> ) | (N/mm <sup>2</sup> ) | (mm)           | (mm)             |
| a - a | 16,08   | 0,00   | 1,10 | 15,71              | 15,71              | 0,15                 | 10,34                | 0,012          | 0,200            |
| b - b | -245,12 | 0,00   | 1,10 | 15,71              | 15,71              | 2,25                 | 157,61               | 0,183          | 0,200            |
| c - c | -116,05 | 0,00   | 1,10 | 15,71              | 15,71              | 1,07                 | 74,62                | 0,087          | 0,200            |
| d - d | 216,26  | 103,22 | 0,95 | 15,71              | 15,71              | 2,62                 | 133,64               | 0,155          | 0,200            |
| e - e | 108,12  | 72,81  | 0,81 | 15,71              | 15,71              | 1,70                 | 75,93                | 0,088          | 0,200            |
| f - f | 43,83   | 47,12  | 0,67 | 15,71              | 15,71              | 0,95                 | 34,71                | 0,040          | 0,200            |
| g - g | 12,93   | 26,15  | 0,54 | 15,71              | 15,71              | 0,41                 | 11,00                | 0,012          | 0,200            |

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

|  |   |
|--|---|
| APPALTATORE:<br>Mandataria: <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>            | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE<br>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI<br>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 |
| PROGETTISTA:<br>Mandataria: <b>SYSTRA S.A.</b><br>Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> |   |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>  | PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA<br><b>IF1M 0.0.E.ZZ CL SL.10.00.001 B 134 di 147</b>  |

## 9.5.2 Verifiche alle tensioni

### VERIFICHE TENSIONE

#### CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE

##### Reazione del terreno

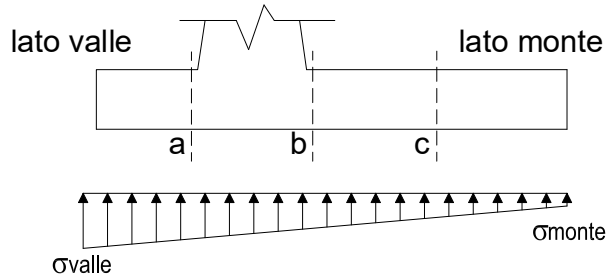
$$\sigma_{valle} = N / A + M / W_{gg}$$

$$\sigma_{monte} = N / A - M / W_{gg}$$

$$A = 1.0 \cdot B = 5,00 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$W_{gg} = 1.0 \cdot B^2 / 6 = 4,17 \text{ (m}^3\text{)}$$

| caso    | N<br>[kN] | M<br>[kNm] | $\sigma_{valle}$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $\sigma_{monte}$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] |
|---------|-----------|------------|--|--|
| statico | 752,96    | 3,23       | 151,37                                   | 149,82                                   |
|         | 813,38    | -40,57     | 152,94                                   | 172,41                                   |

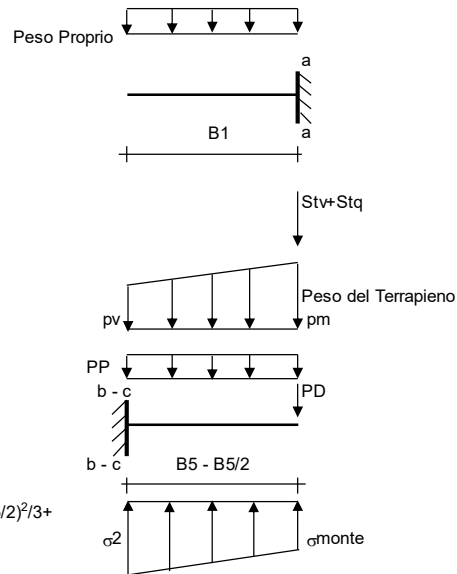


##### Mensola Lato Valle

$$\text{Peso Proprio. PP} = 27,50 \text{ (kN/m)}$$

$$M_a = \sigma_1 \cdot B^2 / 2 + (\sigma_{valle} - \sigma_1) \cdot B^2 / 3 - PP \cdot B^2 / 2 \cdot (1 \pm kv)$$

| caso    | $\sigma_{valle}$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $\sigma_1$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $M_a$<br>[kNm] |
|---------|--|------------------------------------|----------------|
| statico | 151,37                                   | 151,21                             | 15,79          |
|         | 152,94                                   | 154,91                             | 16,08          |



##### Mensola Lato Monte

$$PP = 27,50 \text{ (kN/m}^2\text{)} \quad \text{peso proprio soletta fondazione}$$

$$PD = 0,00 \text{ (kN/m)} \quad \text{peso proprio dente}$$

$$N_{min} \quad N_{max \text{ stat}} \quad N_{max \text{ sism}}$$

$$p_m = 127,00 \quad 144,02 \quad 130,40 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$p_{vb} = 127,00 \quad 144,02 \quad 130,40 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$p_{vc} = 127,00 \quad 144,02 \quad 130,40 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$M_b = (\sigma_{monte} - (p_{vb} + PP) \cdot (1 \pm kv)) \cdot B^2 / 2 + (\sigma_{2b} - \sigma_{monte}) \cdot B^2 / 6 - (p_m - p_{vb}) \cdot (1 \pm kv) \cdot B^2 / 3 +$$

$$-(Stv + Sqv) \cdot B^5 - PD \cdot (1 \pm kv) \cdot (B^5 - Bd^2) - PD \cdot kh \cdot (Hd + H2/2) + M_{sp} + Sp \cdot H2/2$$

$$M_c = (\sigma_{monte} - (p_{vc} + PP) \cdot (1 \pm kv)) \cdot (B5/2)^2 / 2 + (\sigma_{2c} - \sigma_{monte}) \cdot (B5/2)^2 / 6 - (p_m - p_{vc}) \cdot (1 \pm kv) \cdot (B5/2)^2 / 3 +$$

$$-(Stv + Sqv) \cdot (B5/2) - PD \cdot (1 \pm kv) \cdot (B5/2 - Bd/2) - PD \cdot kh \cdot (Hd + H2/2) + M_{sp} + Sp \cdot H2/2$$

| caso    | $\sigma_{monte}$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $\sigma_{2b}$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $M_b$<br>[kNm] | $\sigma_{2c}$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $M_c$<br>[kNm] |
|---------|--|---------------------------------------|----------------|---------------------------------------|----------------|
| statico | 149,82                                   | 150,92                                | -245,12        | 150,37                                | -116,05        |
|         | 172,41                                   | 158,59                                | -241,33        | 165,50                                | -111,18        |

|  |   |
|--|---|
| APPALTATORE:<br>Mandataria: <b>SALINI IMPREGIO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>             | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE<br>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI<br>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014 |
| PROGETTISTA:<br>Mandataria: <b>SYSTRA S.A.</b><br>Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> |   |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>  | PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA<br><b>IF1M 0.0.E.ZZ CL SL.10.00.001 B 135 di 147</b>  |

### Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

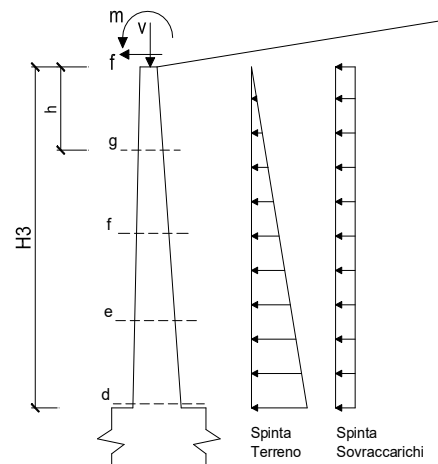
$$M_{t \text{ stat}} = \frac{1}{2} K_{a_{\text{orizz}}} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2 \cdot h/3$$

$$M_q = \frac{1}{2} K_{a_{\text{orizz}}} \cdot q \cdot h^2$$

$$M_{\text{ext}} = m + f \cdot h$$

$$N_{\text{ext}} = v$$

$$N_{\text{pp+inerzia}} = \sum P m_i \cdot (1 \pm kv)$$



### condizione statica

| sezione | h    | Mt      | Mq      | M <sub>ext</sub> | M <sub>tot</sub> | N <sub>ext</sub> | N <sub>pp</sub> | N <sub>tot</sub> |
|---------|------|---------|---------|------------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|
|         | [m]  | [kNm/m] | [kNm/m] | [kNm/m]          | [kNm/m]          | [kN/m]           | [kN/m]          | [kN/m]           |
| d-d     | 5,55 | 111,66  | 99,65   | 4,96             | 216,26           | 9,91             | 93,31           | 103,22           |
| e-e     | 4,16 | 47,11   | 56,05   | 4,96             | 108,12           | 9,91             | 62,89           | 72,81            |
| f-f     | 2,78 | 13,96   | 24,91   | 4,96             | 43,83            | 9,91             | 37,20           | 47,12            |
| g-g     | 1,39 | 1,74    | 6,23    | 4,96             | 12,93            | 9,91             | 16,24           | 26,15            |

### Condizione Statica

| Sez.  | M       | N      | h    | Af                 | A'f                | σ <sub>c</sub>       | σ <sub>f</sub>       |
|-------|---------|--------|------|--------------------|--------------------|----------------------|----------------------|
| (-)   | (kNm)   | (kN)   | (m)  | (cm <sup>2</sup> ) | (cm <sup>2</sup> ) | (N/mm <sup>2</sup> ) | (N/mm <sup>2</sup> ) |
| a - a | 16,08   | 0,00   | 1,10 | 15,71              | 15,71              | 0,15                 | 10,34                |
| b - b | -245,12 | 0,00   | 1,10 | 15,71              | 15,71              | 2,25                 | 157,61               |
| c - c | -116,05 | 0,00   | 1,10 | 15,71              | 15,71              | 1,07                 | 74,62                |
| d - d | 216,26  | 103,22 | 0,95 | 15,71              | 15,71              | 2,62                 | 133,64               |
| e - e | 108,12  | 72,81  | 0,81 | 15,71              | 15,71              | 1,70                 | 75,93                |
| f - f | 43,83   | 47,12  | 0,67 | 15,71              | 15,71              | 0,95                 | 34,71                |
| g - g | 12,93   | 26,15  | 0,54 | 15,71              | 15,71              | 0,41                 | 11,00                |

La verifica tensionale nella combinazione di carico Quasi Permanente per il calcestruzzo risulta automaticamente soddisfatta, in quanto la tensione in combinazione di carico Rara risulta inferiore al limite inerente alla combinazione di carico Quasi Permanente ( $0.40f_{ck}=12.80 \text{ MPa}$ ). La verifica risulta, pertanto, certamente soddisfatta secondo entrambe le combinazioni.

La verifica tensionale nella combinazione di carico Rara per l'acciaio risulta soddisfatta in quanto la tensione è inferiore al limite di  $337.5 \text{ MPa}$ .

|  |  |          |              |      |            |
|--|--|----------|--------------|------|------------|
| APPALTATORE:<br>Mandatario: <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>            | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b><br><b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b><br><b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |          |              |      |            |
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b><br>Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> |  |          |              |      |            |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>  |  |          |              |      |            |
| PROGETTO   | LOTTO  | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV. | PAGINA     |
| IF1M   | 0.0.E.ZZ   | CL       | SL.10.00.001 | B    | 136 di 147 |

## 9.6 INCIDENZE ARMATURE DEI MURI ANDATORI IN DESTRA SU FONDAZIONE DIRETTA

Il calcolo delle incidenze viene eseguito tenendo conto dell'intero elemento strutturale, con incrementi che tengono conto degli eventuali infittimenti e delle chiusure.

| PARAMENTO MURO DIRETTO                   |        |     |     |       |
|--|--------|-----|-----|-------|
| VOLUME CLS (mc)                          |        |     |     | 35,7  |
|  | $\phi$ | L   | n.  | P     |
|  | (mm)   | (m) | -   | (kg)  |
| vert. int.                               | 20     | 4,5 | 52  | 576,8 |
| vert. est.                               | 20     | 4,5 | 52  | 576,8 |
| long. int.                               | 16     | 12  | 27  | 511,1 |
| long. est.                               | 16     | 12  | 27  | 511,1 |
| long. inf.                               | 0      | 0   | 0   | 0,0   |
| long. sup.                               | 16     | 12  | 3   | 56,8  |
|  |        |     |     | 0,0   |
| legature                                 | 12     | 0,9 | 511 | 408,1 |
|  |        |     |     | 0,0   |
|  |        |     |     | 0,0   |
|  |        |     |     | 0,0   |
|  |        |     |     | 0,0   |
| INCREMENTO % per infittimenti e chiusure |        |     |     | 30%   |
| PESO TOTALE ARMATURA                     |        |     |     | 3433  |
| INCIDENZA (kg/mc)                        |        |     |     | 100   |

| FONDAZIONE MURO DIRETTO                  |        |      |     |       |
|--|--------|------|-----|-------|
| VOLUME CLS (mc)                          |        |      |     | 57,8  |
|  | $\phi$ | L    | n.  | P     |
|  | (mm)   | (m)  | -   | (kg)  |
| long. inf.                               | 20     | 4,94 | 52  | 633,2 |
| long. sup.                               | 20     | 4,94 | 52  | 633,2 |
| trasv. inf.                              | 20     | 12   | 25  | 739,5 |
| trasv. sup.                              | 20     | 12   | 25  | 739,5 |
| chiusura                                 | 20     | 9    | 6   | 133,1 |
| chiusura                                 | 20     | 10,4 | 6   | 153,8 |
| cavallotti                               | 14     | 2,8  | 83  | 280,7 |
| attesa                                   | 20     | 1,5  | 104 | 384,5 |
|  |        |      |     | 0,0   |
|  |        |      |     | 0,0   |
|  |        |      |     | 0,0   |
|  |        |      |     | 0,0   |
|  |        |      |     | 0,0   |
| INCREMENTO % per infittimenti e chiusure |        |      |     | 35%   |
| PESO TOTALE ARMATURA                     |        |      |     | 4992  |
| INCIDENZA (kg/mc)                        |        |      |     | 90    |



| APPALTATORE:<br><u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u><br><b>SALINI IMPREGIO S.p.A.</b> <b>ASTALDI S.p.A.</b>                    | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b><br><b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b><br><b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>              |          |              |          |            |      |        |      |          |    |              |   |            |
|---|---|----------|--------------|----------|------------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|------------|
| PROGETTISTA:<br><u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u><br><b>SYSTRA S.A.</b> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b> |   |          |              |          |            |      |        |      |          |    |              |   |            |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>   | <table> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.10.00.001</td> <td>B</td> <td>137 di 147</td> </tr> </tbody> </table> | PROGETTO | LOTTO        | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | SL.10.00.001 | B | 137 di 147 |
| PROGETTO  | LOTTO   | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV.     | PAGINA     |      |        |      |          |    |              |   |            |
| IF1M  | 0.0.E.ZZ  | CL       | SL.10.00.001 | B        | 137 di 147 |      |        |      |          |    |              |   |            |

| APPALTATORE:<br>Mandataria: <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>                   | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b><br><b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b><br><b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>                         |          |              |          |            |      |        |      |          |    |              |   |            |
|---|--|----------|--------------|----------|------------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|------------|
| PROGETTISTA:<br>Mandataria: <b>SYSTRA S.A.</b><br>Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b> |  |          |              |          |            |      |        |      |          |    |              |   |            |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>   | <table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAGINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.10.00.001</td> <td>B</td> <td>138 di 147</td> </tr> </tbody> </table> | PROGETTO | LOTTO        | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | SL.10.00.001 | B | 138 di 147 |
| PROGETTO  | LOTTO  | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV.     | PAGINA     |      |        |      |          |    |              |   |            |
| IF1M  | 0.0.E.ZZ   | CL       | SL.10.00.001 | B        | 138 di 147 |      |        |      |          |    |              |   |            |

## **10 MURI ANDATORI IN SINISTRA SU PALI**

Per i calcoli dei muri andatori in sinistra su pali, facenti parte di altra WBS, si rimanda alla relazione IF1M.0.0.E.ZZ.CL.RI.03.0.0.001.A: "RI03 – Muro di sostegno in sx tra progr. 8+926.80 e progr. 9+529.59 - Relazione di calcolo muro".

|   |  |          |              |          |            |      |        |      |          |    |              |   |            |
|---|--|----------|--------------|----------|------------|------|--------|------|----------|----|--------------|---|------------|
| APPALTATORE:<br>Mandatario: <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>                   | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b><br><b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b><br><b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |          |              |          |            |      |        |      |          |    |              |   |            |
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b><br>Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b> |  |          |              |          |            |      |        |      |          |    |              |   |            |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>   | <table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td>IF1M</td> <td>0.0.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL.10.00.001</td> <td>A</td> <td>139 di 147</td> </tr> </table>           | PROGETTO | LOTTO        | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV. | PAGINA | IF1M | 0.0.E.ZZ | CL | SL.10.00.001 | A | 139 di 147 |
| PROGETTO  | LOTTO  | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV.     | PAGINA     |      |        |      |          |    |              |   |            |
| IF1M  | 0.0.E.ZZ   | CL       | SL.10.00.001 | A        | 139 di 147 |      |        |      |          |    |              |   |            |

## 11 TABULATI DI CALCOLO DELLA STRUTTURA SCATOLARE

### \*\*\* PROJECT INFORMATION

Project Name :  
Date : 2018/9/5

### \*\*\* CONTROL DATA

Panel Zone Effect : Do not Calculate  
Unit System : KN, M  
Definition of Frame  
- X Direction of Frame : Unbraced I Sway  
- Y Direction of Frame : Unbraced I Sway  
- Design Type : 3-D  
Design Code  
- Steel : Eurocode3:05  
- Concrete : Eurocode2:04  
- SRC : SSRC79

### \*\*\* LOAD CASE DATA

| NO | NAME          | TYPE | SELF WEIGHT FACTOR |       |        | DESCRIPTION                         |
|----|---------------|------|--------------------|-------|--------|-------------------------------------|
|    |               |      | X                  | Y     | Z      |                                     |
| 2  | G1            | D    | 0.000              | 0.000 | -1.000 | Peso elementi strutturali           |
| 3  | G1,st         | D    | 0.000              | 0.000 | 0.000  | spinta delle terre                  |
| 10 | G2            | D    | 0.000              | 0.000 | 0.000  | pp non strutturale (Ballast+armame~ |
| 14 | Ritiro        | D    | 0.000              | 0.000 | 0.000  | Ritiro                              |
| 13 | Q,LM71(1)     | D    | 0.000              | 0.000 | 0.000  | peso sovraccarico ferroviario Comb~ |
| 11 | Q,LM71(2)     | D    | 0.000              | 0.000 | 0.000  | peso sovraccarico ferroviario Comb~ |
| 21 | Q,R           | D    | 0.000              | 0.000 | 0.000  | Peso sovraccarico stradale          |
| 8  | Q,fr          | D    | 0.000              | 0.000 | 0.000  | Frenatura                           |
| 17 | T             | D    | 0.000              | 0.000 | 0.000  | temperatura                         |
| 5  | EH,pp         | D    | 0.000              | 0.000 | 0.000  | Forza di inerzia EH (proveniente d~ |
| 18 | EH,st         | D    | 0.000              | 0.000 | 0.000  | Spinta terreni in condizioni sismi~ |
| 19 | EHD           | D    | 0.000              | 0.000 | 0.000  | Incremento di spinta dovuta al sis~ |
| 1  | Ev,pp         | D    | 0.000              | 0.000 | 0.000  | Forza di inerzia Ev (proveniente d~ |
| 4  | G1,st-GEO     | D    | 0.000              | 0.000 | 0.000  | spinta delle terre                  |
| 6  | G2-GEO        | D    | 0.000              | 0.000 | 0.000  | pp non strutturale (Ballast+armame~ |
| 7  | EH,st-GEO     | D    | 0.000              | 0.000 | 0.000  | Spinta terreni in condizioni sismi~ |
| 9  | Q,LM71-GEO(1) | D    | 0.000              | 0.000 | 0.000  | peso sovraccarico ferroviario Comb~ |
| 12 | Q,LM71-GEO(2) | D    | 0.000              | 0.000 | 0.000  | peso sovraccarico ferroviario Comb~ |

### \*\*\* MATERIAL PROPERTY DATA

| NO | NAME   | TYPE | MODULUS OF | SHEAR      | THERMAL | POISSON | WEIGHT  |
|----|--------|------|------------|------------|---------|---------|---------|
|    |        |      | ELASTICITY | MODULUS    | COEFF.  | RATIO   | DENSITY |
| 1  | C32/40 | CONC | 3.364e+007 | 1.402e+007 | 1e-005  | 0.2     | 25      |
| 2  | NULL   | CONC | 1e+014     | 4.167e+013 | 0       | 0.2     | 0       |

| NO | NAME   | TYPE | STRENGTH OF DESIGN MATERIAL |          |            |           |
|----|--------|------|-----------------------------|----------|------------|-----------|
|    |        |      | STEEL                       | CONCRETE | MAIN REBAR | SUB REBAR |
| 1  | C32/40 | CONC | -                           | 0        | 4e+005     | 4e+005    |
| 2  | NULL   | CONC | -                           | 0        | 4e+005     | 4e+005    |

### \*\*\* NODE DATA

| NO | X   | Y | Z    | TEMPERATURE |
|----|-----|---|------|-------------|
| 1  | 0   | 0 | 0    | 0           |
| 2  | 3.4 | 0 | 0    | 0           |
| 3  | 3.4 | 0 | 3.95 | 0           |
| 4  | 0   | 0 | 3.95 | 0           |

|  |   |           |                     |          |                   |      |        |             |                |           |                     |          |                   |
|--|---|-----------|---------------------|----------|-------------------|------|--------|-------------|----------------|-----------|---------------------|----------|-------------------|
| APPALTATORE:<br>Mandatario: <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>            | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b><br><b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b><br><b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b>                                |           |                     |          |                   |      |        |             |                |           |                     |          |                   |
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b><br>Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> |   |           |                     |          |                   |      |        |             |                |           |                     |          |                   |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>  | <table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAGINA</td> </tr> <tr> <td><b>IF1M</b></td> <td><b>0.0.EZZ</b></td> <td><b>CL</b></td> <td><b>SL.10.00.001</b></td> <td><b>A</b></td> <td><b>140 di 147</b></td> </tr> </table> | PROGETTO  | LOTTO               | CODIFICA | DOCUMENTO         | REV. | PAGINA | <b>IF1M</b> | <b>0.0.EZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL.10.00.001</b> | <b>A</b> | <b>140 di 147</b> |
| PROGETTO   | LOTTO   | CODIFICA  | DOCUMENTO           | REV.     | PAGINA            |      |        |             |                |           |                     |          |                   |
| <b>IF1M</b>  | <b>0.0.EZZ</b>  | <b>CL</b> | <b>SL.10.00.001</b> | <b>A</b> | <b>140 di 147</b> |      |        |             |                |           |                     |          |                   |

|    |        |   |        |   |
|----|--------|---|--------|---|
| 5  | 0.4857 | 0 | 3.95   | 0 |
| 6  | 0.9714 | 0 | 3.95   | 0 |
| 7  | 1.457  | 0 | 3.95   | 0 |
| 8  | 1.943  | 0 | 3.95   | 0 |
| 9  | 2.429  | 0 | 3.95   | 0 |
| 10 | 2.914  | 0 | 3.95   | 0 |
| 21 | 0.4857 | 0 | 0      | 0 |
| 22 | 0.9714 | 0 | 0      | 0 |
| 23 | 1.457  | 0 | 0      | 0 |
| 24 | 1.943  | 0 | 0      | 0 |
| 25 | 2.429  | 0 | 0      | 0 |
| 26 | 2.914  | 0 | 0      | 0 |
| 27 | 3.4    | 0 | 0.6583 | 0 |
| 28 | 3.4    | 0 | 1.317  | 0 |
| 29 | 3.4    | 0 | 1.975  | 0 |
| 30 | 3.4    | 0 | 2.633  | 0 |
| 31 | 3.4    | 0 | 3.292  | 0 |
| 32 | 0      | 0 | 0.6583 | 0 |
| 33 | 0      | 0 | 1.317  | 0 |
| 34 | 0      | 0 | 1.975  | 0 |
| 35 | 0      | 0 | 2.633  | 0 |
| 36 | 0      | 0 | 3.292  | 0 |

\*\* POINT SPRING SUPPORT

| NODE | TRANSLATIONAL DIRECTION |             |            | ROTATIONAL DIRECTION |        |        |
|------|-------------------------|-------------|------------|----------------------|--------|--------|
|      | SDx                     | SDy         | SDz        | SRx                  | SRy    | SRz    |
| 1    | 159006.0000             | 159006.0000 | 15900.6000 | 0.0000               | 0.0000 | 0.0000 |
| 2    | 159006.0000             | 159006.0000 | 15900.6000 | 0.0000               | 0.0000 | 0.0000 |
| 21   | 318012.0000             | 318012.0000 | 31801.2000 | 0.0000               | 0.0000 | 0.0000 |
| 22   | 318012.0000             | 318012.0000 | 31801.2000 | 0.0000               | 0.0000 | 0.0000 |
| 23   | 318012.0000             | 318012.0000 | 31801.2000 | 0.0000               | 0.0000 | 0.0000 |
| 24   | 318012.0000             | 318012.0000 | 31801.2000 | 0.0000               | 0.0000 | 0.0000 |
| 25   | 318012.0000             | 318012.0000 | 31801.2000 | 0.0000               | 0.0000 | 0.0000 |
| 26   | 318012.0000             | 318012.0000 | 31801.2000 | 0.0000               | 0.0000 | 0.0000 |

\*\*\* SECTION PROPERTY DATA

| NO | NAME   | SHAPE | H   | B | tw | tf1 | r1 |
|----|--------|-------|-----|---|----|-----|----|
| 1  | rig    | SB    | 1   | 1 | 0  | 0   | 0  |
| 2  | 0.40x1 | SB    | 0.4 | 1 | 0  | 0   | 0  |
| 3  | 0.50x1 | SB    | 0.5 | 1 | 0  | 0   | 0  |

| NO | NAME   | STIFFNESS SCALE FACTOR |     |     |    |    |    | Boundary Group |
|----|--------|------------------------|-----|-----|----|----|----|----------------|
|    |        | A                      | Asy | Asz | Ix | Iy | Iz |                |
| 1  | rig    |                        |     |     |    |    |    |                |
| 2  | 0.40x1 |                        |     |     |    |    |    |                |
| 3  | 0.50x1 |                        |     |     |    |    |    |                |

| NO | NAME   | AREA<br>[SRC:EQIV.] | MOMENT OF INERTIA |          |         | SHAPE FACTOR |        |
|----|--------|---------------------|-------------------|----------|---------|--------------|--------|
|    |        |                     | Ix                | Iy       | Iz      | k-Y          | k-Z    |
| 1  | rig    | 1                   | 0.1406            | 0.08333  | 0.08333 | 0.8333       | 0.8333 |
| 2  | 0.40x1 | 0.4                 | 0.01597           | 0.005333 | 0.03333 | 0.8333       | 0.8333 |
| 3  | 0.50x1 | 0.5                 | 0.02861           | 0.01042  | 0.04167 | 0.8333       | 0.8333 |

| NO | NAME   | SECTION MODULUS Sy |            | SECTION MODULUS Sz |            |
|----|--------|--------------------|------------|--------------------|------------|
|    |        | I or CONC.         | J or STEEL | I or CONC.         | J or STEEL |
| 1  | rig    | 0.1667             | 0.1667     | 0.1667             | 0.1667     |
| 2  | 0.40x1 | 0.02667            | 0.02667    | 0.06667            | 0.06667    |
| 3  | 0.50x1 | 0.04167            | 0.04167    | 0.08333            | 0.08333    |

|   |  |  |           |                     |          |                   |
|---|--|--|-----------|---------------------|----------|-------------------|
| APPALTATORE:<br>Mandatario:<br><b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> | Mandante:<br><b>ASTALDI S.p.A.</b>                           | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b><br><b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b><br><b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |           |                     |          |                   |
| PROGETTISTA:<br>Mandatario:<br><b>SYSTRA S.A.</b>             | Mandante:<br><b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b> |  |           |                     |          |                   |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>             | PROGETTO   | LOTTO  | CODIFICA  | DOCUMENTO           | REV.     | PAGINA            |
|   | <b>IF1M</b>  | <b>0.0.E.ZZ</b>  | <b>CL</b> | <b>SL.10.00.001</b> | <b>A</b> | <b>141 di 147</b> |

\*\*\* BEAM MEMBER DATA

| NO | NODAL CONNECTIVITY |    | BEAM END RELEASE |   | MATERIAL | SECTION | LENGTH |
|----|--------------------|----|------------------|---|----------|---------|--------|
|    | I                  | J  | I                | J |          |         |        |
| 1  | 1                  | 21 | -                | - | C32/40   | 0.50x1  | 0.4857 |
| 2  | 2                  | 27 | -                | - | C32/40   | 0.40x1  | 0.6583 |
| 3  | 1                  | 32 | -                | - | C32/40   | 0.40x1  | 0.6583 |
| 4  | 4                  | 5  | -                | - | C32/40   | 0.40x1  | 0.4857 |
| 5  | 5                  | 6  | -                | - | C32/40   | 0.40x1  | 0.4857 |
| 6  | 6                  | 7  | -                | - | C32/40   | 0.40x1  | 0.4857 |
| 7  | 7                  | 8  | -                | - | C32/40   | 0.40x1  | 0.4857 |
| 8  | 8                  | 9  | -                | - | C32/40   | 0.40x1  | 0.4857 |
| 9  | 9                  | 10 | -                | - | C32/40   | 0.40x1  | 0.4857 |
| 10 | 10                 | 3  | -                | - | C32/40   | 0.40x1  | 0.4857 |
| 21 | 21                 | 22 | -                | - | C32/40   | 0.50x1  | 0.4857 |
| 22 | 22                 | 23 | -                | - | C32/40   | 0.50x1  | 0.4857 |
| 23 | 23                 | 24 | -                | - | C32/40   | 0.50x1  | 0.4857 |
| 24 | 24                 | 25 | -                | - | C32/40   | 0.50x1  | 0.4857 |
| 25 | 25                 | 26 | -                | - | C32/40   | 0.50x1  | 0.4857 |
| 26 | 26                 | 2  | -                | - | C32/40   | 0.50x1  | 0.4857 |
| 27 | 27                 | 28 | -                | - | C32/40   | 0.40x1  | 0.6583 |
| 28 | 28                 | 29 | -                | - | C32/40   | 0.40x1  | 0.6583 |
| 29 | 29                 | 30 | -                | - | C32/40   | 0.40x1  | 0.6583 |
| 30 | 30                 | 31 | -                | - | C32/40   | 0.40x1  | 0.6583 |
| 31 | 31                 | 3  | -                | - | C32/40   | 0.40x1  | 0.6583 |
| 32 | 32                 | 33 | -                | - | C32/40   | 0.40x1  | 0.6583 |
| 33 | 33                 | 34 | -                | - | C32/40   | 0.40x1  | 0.6583 |
| 34 | 34                 | 35 | -                | - | C32/40   | 0.40x1  | 0.6583 |
| 35 | 35                 | 36 | -                | - | C32/40   | 0.40x1  | 0.6583 |
| 36 | 36                 | 4  | -                | - | C32/40   | 0.40x1  | 0.6583 |

\*\*\* TOTAL WEIGHT / VOLUME / SURFACE AREA SUMMARY

| SECTION NO | SECTION NAME | SURFACE AREA | VOLUMN | WEIGHT | FRAME NUMBER | TRUSS NUMBER |
|------------|--------------|--------------|--------|--------|--------------|--------------|
| 1          | rig          | 0            | 0      | 0      | 0            | 0            |
| 2          | 0.40x1       | 31.64        | 4.52   | 113    | 19           | 0            |
| 3          | 0.50x1       | 10.2         | 1.7    | 42.5   | 7            | 0            |

\*\*\* LOAD DATA

; Self Weight, Nodal Load, Specified Displacement, Beam Load, Floor Load, Finishing Material Load, System Temperature, Nodal Temperature, Element Temperature, Beam Section Temperature, Wind Load, Static Seismic Load, Time History Analysis Data

[ LOAD CASE : G1 ]

\*\* SELF WEIGHT DATA

; X=0, Y=0, Z=-1

[ LOAD CASE : G1,st ]

\*\* BEAM LOAD DATA

| MEMBER | TYPE         | DIR. | PROJ. | D1 | P1    | D2 | P2    | D3 | P3 | D4 | P4 |
|--------|--------------|------|-------|----|-------|----|-------|----|----|----|----|
| 2      | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | -44.6 | 1  | -38.3 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 3      | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | 44.6  | 1  | 38.3  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 27     | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | -38.3 | 1  | -31.9 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 28     | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | -31.9 | 1  | -25.5 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 29     | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | -25.5 | 1  | -19.1 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 30     | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | -19.1 | 1  | -12.8 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 31     | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | -12.8 | 1  | -6.38 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 32     | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | 38.3  | 1  | 31.9  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 33     | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | 31.9  | 1  | 25.5  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 34     | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | 25.5  | 1  | 19.1  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 35     | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | 19.1  | 1  | 12.8  | 0  | 0  | 0  | 0  |

|   |  |
|---|--|
| APPALTATORE:<br>Mandatario: <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>                   | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b><br><b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b><br><b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b> <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b><br>Mandante: |  |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>   | PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA<br><b>IF1M 0.0.E.ZZ CL SL.10.00.001 A 142 di 147</b>   |

36 Uniform Load LZ NO 0 12.8 1 6.38 0 0 0 0

[ LOAD CASE : G2 ]

\*\* BEAM LOAD DATA

| MEMBER | TYPE         | DIR. | PROJ. | D1 | P1    | D2 | P2    | D3 | P3 | D4 | P4 |
|--------|--------------|------|-------|----|-------|----|-------|----|----|----|----|
| 1      | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -4    | 1  | -4    | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 2      | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | -7.29 | 1  | -7.29 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 3      | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | 7.29  | 1  | 7.29  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 4      | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -26   | 1  | -26   | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 5      | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -26   | 1  | -26   | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 6      | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -26   | 1  | -26   | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 7      | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -26   | 1  | -26   | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 8      | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -26   | 1  | -26   | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 9      | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -26   | 1  | -26   | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 10     | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -26   | 1  | -26   | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 21     | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -4    | 1  | -4    | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 22     | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -4    | 1  | -4    | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 23     | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -4    | 1  | -4    | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 24     | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -4    | 1  | -4    | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 25     | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -4    | 1  | -4    | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 26     | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -4    | 1  | -4    | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 27     | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | -7.29 | 1  | -7.29 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 28     | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | -7.29 | 1  | -7.29 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 29     | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | -7.29 | 1  | -7.29 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 30     | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | -7.29 | 1  | -7.29 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 31     | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | -7.29 | 1  | -7.29 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 32     | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | 7.29  | 1  | 7.29  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 33     | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | 7.29  | 1  | 7.29  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 34     | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | 7.29  | 1  | 7.29  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 35     | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | 7.29  | 1  | 7.29  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 36     | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | 7.29  | 1  | 7.29  | 0  | 0  | 0  | 0  |

[ LOAD CASE : Ritiro ]

\*\* MEMBER TEMPERATURE LOAD DATA

| MEMBER | TEMPERATURE |
|--------|-------------|
| 10     | -10         |
| 9      | -10         |
| 8      | -10         |
| 7      | -10         |
| 6      | -10         |
| 5      | -10         |
| 4      | -10         |

[ LOAD CASE : Q,LM71(1) ]

\*\* BEAM LOAD DATA

| MEMBER | TYPE         | DIR. | PROJ. | D1 | P1    | D2 | P2    | D3 | P3 | D4 | P4 |
|--------|--------------|------|-------|----|-------|----|-------|----|----|----|----|
| 2      | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | -43.1 | 1  | -43.1 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 3      | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | 43.1  | 1  | 43.1  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 4      | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -94.6 | 1  | -94.6 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 5      | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -94.6 | 1  | -94.6 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 6      | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -94.6 | 1  | -94.6 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 7      | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -94.6 | 1  | -94.6 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 8      | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -94.6 | 1  | -94.6 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 9      | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -94.6 | 1  | -94.6 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 10     | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -94.6 | 1  | -94.6 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 27     | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | -43.1 | 1  | -43.1 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 28     | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | -43.1 | 1  | -43.1 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 29     | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | -43.1 | 1  | -43.1 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 30     | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | -43.1 | 1  | -43.1 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 31     | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | -43.1 | 1  | -43.1 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 32     | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | 43.1  | 1  | 43.1  | 0  | 0  | 0  | 0  |

|  |  |  |                    |                               |               |                          |
|--|--|--|--------------------|-------------------------------|---------------|--------------------------|
| APPALTATORE:<br>Mandatario: <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> | Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>                        | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b><br><b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b><br><b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |                    |                               |               |                          |
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b>             | Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A. ROCKSOIL S.p.A.</b> |  |                    |                               |               |                          |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>          | PROGETTO <b>IF1M</b>                                   | LOTTO <b>0.0.E.ZZ</b>  | CODIFICA <b>CL</b> | DOCUMENTO <b>SL.10.00.001</b> | REV. <b>A</b> | PAGINA <b>143 di 147</b> |

|    |              |    |    |   |      |   |      |   |   |   |   |
|----|--------------|----|----|---|------|---|------|---|---|---|---|
| 33 | Uniform Load | LZ | NO | 0 | 43.1 | 1 | 43.1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 34 | Uniform Load | LZ | NO | 0 | 43.1 | 1 | 43.1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 35 | Uniform Load | LZ | NO | 0 | 43.1 | 1 | 43.1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 36 | Uniform Load | LZ | NO | 0 | 43.1 | 1 | 43.1 | 0 | 0 | 0 | 0 |

[ LOAD CASE : Q,LM71(2) ]

\*\* BEAM LOAD DATA

| MEMBER | TYPE         | DIR. | PROJ. | D1 | P1    | D2 | P2    | D3 | P3 | D4 | P4 |
|--------|--------------|------|-------|----|-------|----|-------|----|----|----|----|
| 3      | Uniform Load | GX   | NO    | 0  | 43.1  | 1  | 43.1  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 4      | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -94.6 | 1  | -94.6 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 5      | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -94.6 | 1  | -94.6 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 6      | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -94.6 | 1  | -94.6 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 7      | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -94.6 | 1  | -94.6 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 8      | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -94.6 | 1  | -94.6 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 9      | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -94.6 | 1  | -94.6 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 10     | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -94.6 | 1  | -94.6 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 32     | Uniform Load | GX   | NO    | 0  | 43.1  | 1  | 43.1  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 33     | Uniform Load | GX   | NO    | 0  | 43.1  | 1  | 43.1  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 34     | Uniform Load | GX   | NO    | 0  | 43.1  | 1  | 43.1  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 35     | Uniform Load | GX   | NO    | 0  | 43.1  | 1  | 43.1  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 36     | Uniform Load | GX   | NO    | 0  | 43.1  | 1  | 43.1  | 0  | 0  | 0  | 0  |

[ LOAD CASE : Q,R ]

\*\* BEAM LOAD DATA

| MEMBER | TYPE         | DIR. | PROJ. | D1 | P1   | D2 | P2   | D3 | P3 | D4 | P4 |
|--------|--------------|------|-------|----|------|----|------|----|----|----|----|
| 1      | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -9   | 1  | -9   | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 1      | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -141 | 1  | -141 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 21     | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -9   | 1  | -9   | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 21     | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -141 | 1  | -141 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 22     | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -141 | 1  | -141 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 22     | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -9   | 1  | -9   | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 23     | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -141 | 1  | -141 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 23     | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -9   | 1  | -9   | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 24     | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -141 | 1  | -141 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 24     | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -9   | 1  | -9   | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 25     | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -141 | 1  | -141 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 25     | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -9   | 1  | -9   | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 26     | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -141 | 1  | -141 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 26     | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -9   | 1  | -9   | 0  | 0  | 0  | 0  |

[ LOAD CASE : Q,fr ]

\*\* BEAM LOAD DATA

| MEMBER | TYPE         | DIR. | PROJ. | D1 | P1   | D2 | P2   | D3 | P3 | D4 | P4 |
|--------|--------------|------|-------|----|------|----|------|----|----|----|----|
| 4      | Uniform Load | GX   | NO    | 0  | 10.2 | 1  | 10.2 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 5      | Uniform Load | GX   | NO    | 0  | 10.2 | 1  | 10.2 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 6      | Uniform Load | GX   | NO    | 0  | 10.2 | 1  | 10.2 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 7      | Uniform Load | GX   | NO    | 0  | 10.2 | 1  | 10.2 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 8      | Uniform Load | GX   | NO    | 0  | 10.2 | 1  | 10.2 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 9      | Uniform Load | GX   | NO    | 0  | 10.2 | 1  | 10.2 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 10     | Uniform Load | GX   | NO    | 0  | 10.2 | 1  | 10.2 | 0  | 0  | 0  | 0  |

[ LOAD CASE : T ]

\*\* MEMBER TEMPERATURE LOAD DATA

| MEMBER | TEMPERATURE |
|--------|-------------|
| 1      | 15          |
| 2      | 15          |
| 3      | 15          |

|   |  |  |                       |                                  |                  |                             |
|---|--|--|-----------------------|----------------------------------|------------------|-----------------------------|
| APPALTATORE:<br>Mandatario:<br><b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> | Mandante:<br><b>ASTALDI S.p.A.</b>                           | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b><br><b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b><br><b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |                       |                                  |                  |                             |
| PROGETTISTA:<br>Mandatario:<br><b>SYSTRA S.A.</b>             | Mandante:<br><b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b> |  |                       |                                  |                  |                             |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>             | PROGETTO<br><b>IF1M</b>                                      | LOTTO<br><b>0.0.E.ZZ</b>   | CODIFICA<br><b>CL</b> | DOCUMENTO<br><b>SL.10.00.001</b> | REV.<br><b>A</b> | PAGINA<br><b>144 di 147</b> |

|    |    |
|----|----|
| 4  | 15 |
| 5  | 15 |
| 6  | 15 |
| 7  | 15 |
| 8  | 15 |
| 9  | 15 |
| 10 | 15 |
| 21 | 15 |
| 22 | 15 |
| 23 | 15 |
| 24 | 15 |
| 25 | 15 |
| 26 | 15 |
| 27 | 15 |
| 28 | 15 |
| 29 | 15 |
| 30 | 15 |
| 31 | 15 |
| 32 | 15 |
| 33 | 15 |
| 34 | 15 |
| 35 | 15 |
| 36 | 15 |

[ LOAD CASE : EH,pp ]

\*\* BEAM LOAD DATA

| MEMBER | TYPE         | DIR. | PROJ. | D1 | P1   | D2 | P2   | D3 | P3 | D4 | P4 |
|--------|--------------|------|-------|----|------|----|------|----|----|----|----|
| 2      | Uniform Load | GX   | NO    | 0  | 5.02 | 1  | 5.02 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 3      | Uniform Load | GX   | NO    | 0  | 5.02 | 1  | 5.02 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 4      | Uniform Load | GX   | NO    | 0  | 8.87 | 1  | 8.87 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 5      | Uniform Load | GX   | NO    | 0  | 8.87 | 1  | 8.87 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 6      | Uniform Load | GX   | NO    | 0  | 8.87 | 1  | 8.87 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 7      | Uniform Load | GX   | NO    | 0  | 8.87 | 1  | 8.87 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 8      | Uniform Load | GX   | NO    | 0  | 8.87 | 1  | 8.87 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 9      | Uniform Load | GX   | NO    | 0  | 8.87 | 1  | 8.87 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 10     | Uniform Load | GX   | NO    | 0  | 8.87 | 1  | 8.87 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 27     | Uniform Load | GX   | NO    | 0  | 5.02 | 1  | 5.02 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 28     | Uniform Load | GX   | NO    | 0  | 5.02 | 1  | 5.02 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 29     | Uniform Load | GX   | NO    | 0  | 5.02 | 1  | 5.02 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 30     | Uniform Load | GX   | NO    | 0  | 5.02 | 1  | 5.02 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 31     | Uniform Load | GX   | NO    | 0  | 5.02 | 1  | 5.02 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 32     | Uniform Load | GX   | NO    | 0  | 5.02 | 1  | 5.02 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 33     | Uniform Load | GX   | NO    | 0  | 5.02 | 1  | 5.02 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 34     | Uniform Load | GX   | NO    | 0  | 5.02 | 1  | 5.02 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 35     | Uniform Load | GX   | NO    | 0  | 5.02 | 1  | 5.02 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 36     | Uniform Load | GX   | NO    | 0  | 5.02 | 1  | 5.02 | 0  | 0  | 0  | 0  |

[ LOAD CASE : EH,st ]

\*\* BEAM LOAD DATA

| MEMBER | TYPE         | DIR. | PROJ. | D1 | P1    | D2 | P2    | D3 | P3 | D4 | P4 |
|--------|--------------|------|-------|----|-------|----|-------|----|----|----|----|
| 2      | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | -44.6 | 1  | -38.3 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 3      | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | 44.6  | 1  | 38.3  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 27     | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | -38.3 | 1  | -31.9 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 28     | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | -31.9 | 1  | -25.5 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 29     | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | -25.5 | 1  | -19.1 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 30     | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | -19.1 | 1  | -12.8 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 31     | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | -12.8 | 1  | -6.38 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 32     | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | 38.3  | 1  | 31.9  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 33     | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | 31.9  | 1  | 25.5  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 34     | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | 25.5  | 1  | 19.1  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 35     | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | 19.1  | 1  | 12.8  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 36     | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | 12.8  | 1  | 6.38  | 0  | 0  | 0  | 0  |

[ LOAD CASE : EHD ]



|  |                                 |  |                 |           |                     |          |                   |
|--|---------------------------------|--|-----------------|-----------|---------------------|----------|-------------------|
| APPALTATORE:<br>Mandatario: <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b>   | Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b> | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b> |                 |           |                     |          |                   |
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b> Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b> |                                 | <b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b>          |                 |           |                     |          |                   |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>  |                                 | PROGETTO                               | LOTTO           | CODIFICA  | DOCUMENTO           | REV.     | PAGINA            |
|  |                                 | <b>IF1M</b>                            | <b>0.0.E.ZZ</b> | <b>CL</b> | <b>SL.10.00.001</b> | <b>A</b> | <b>145 di 147</b> |

\*\* BEAM LOAD DATA

| MEMBER | TYPE         | DIR. | PROJ. | D1 | P1   | D2 | P2   | D3 | P3 | D4 | P4 |
|--------|--------------|------|-------|----|------|----|------|----|----|----|----|
| 3      | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | 29.7 | 1  | 29.7 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 32     | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | 29.7 | 1  | 29.7 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 33     | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | 29.7 | 1  | 29.7 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 34     | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | 29.7 | 1  | 29.7 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 35     | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | 29.7 | 1  | 29.7 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 36     | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | 29.7 | 1  | 29.7 | 0  | 0  | 0  | 0  |

[ LOAD CASE : Ev,pp ]

\*\* BEAM LOAD DATA

| MEMBER | TYPE         | DIR. | PROJ. | D1 | P1    | D2 | P2    | D3 | P3 | D4 | P4 |
|--------|--------------|------|-------|----|-------|----|-------|----|----|----|----|
| 2      | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -1.34 | 1  | -1.34 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 3      | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -1.34 | 1  | -1.34 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 4      | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -7.14 | 1  | -7.14 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 5      | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -7.14 | 1  | -7.14 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 6      | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -7.14 | 1  | -7.14 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 7      | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -7.14 | 1  | -7.14 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 8      | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -7.14 | 1  | -7.14 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 9      | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -7.14 | 1  | -7.14 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 10     | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -7.14 | 1  | -7.14 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 27     | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -1.34 | 1  | -1.34 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 28     | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -1.34 | 1  | -1.34 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 29     | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -1.34 | 1  | -1.34 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 30     | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -1.34 | 1  | -1.34 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 31     | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -1.34 | 1  | -1.34 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 32     | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -1.34 | 1  | -1.34 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 33     | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -1.34 | 1  | -1.34 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 34     | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -1.34 | 1  | -1.34 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 35     | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -1.34 | 1  | -1.34 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 36     | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -1.34 | 1  | -1.34 | 0  | 0  | 0  | 0  |

[ LOAD CASE : G1,st-GEO ]

\*\* BEAM LOAD DATA

| MEMBER | TYPE         | DIR. | PROJ. | D1 | P1    | D2 | P2    | D3 | P3 | D4 | P4 |
|--------|--------------|------|-------|----|-------|----|-------|----|----|----|----|
| 2      | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | -52.8 | 1  | -45.3 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 3      | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | 52.8  | 1  | 45.3  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 27     | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | -45.3 | 1  | -37.7 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 28     | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | -37.7 | 1  | -30.2 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 29     | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | -30.2 | 1  | -22.6 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 30     | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | -22.6 | 1  | -15.1 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 31     | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | -15.1 | 1  | -7.55 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 32     | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | 45.3  | 1  | 37.7  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 33     | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | 37.7  | 1  | 30.2  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 34     | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | 30.2  | 1  | 22.6  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 35     | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | 22.6  | 1  | 15.1  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 36     | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | 15.1  | 1  | 7.55  | 0  | 0  | 0  | 0  |

[ LOAD CASE : G2-GEO ]

\*\* BEAM LOAD DATA

| MEMBER | TYPE         | DIR. | PROJ. | D1 | P1    | D2 | P2    | D3 | P3 | D4 | P4 |
|--------|--------------|------|-------|----|-------|----|-------|----|----|----|----|
| 1      | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -4    | 1  | -4    | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 2      | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | -8.62 | 1  | -8.62 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 3      | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | 8.62  | 1  | 8.62  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 4      | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -26   | 1  | -26   | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 5      | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -26   | 1  | -26   | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 6      | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -26   | 1  | -26   | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 7      | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -26   | 1  | -26   | 0  | 0  | 0  | 0  |

|   |  |
|---|--|
| APPALTATORE:<br>Mandatario: <b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b><br>Mandante: <b>ASTALDI S.p.A.</b>                   | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b><br><b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b><br><b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |
| PROGETTISTA:<br>Mandatario: <b>SYSTRA S.A.</b><br>Mandante: <b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b> <b>ROCKSOIL S.p.A.</b> |  |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>   | PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAGINA<br><b>IF1M 0.0.E.ZZ CL SL.10.00.001 A 146 di 147</b>   |

|    |              |    |    |   |       |   |       |   |   |   |   |
|----|--------------|----|----|---|-------|---|-------|---|---|---|---|
| 8  | Uniform Load | GZ | NO | 0 | -26   | 1 | -26   | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9  | Uniform Load | GZ | NO | 0 | -26   | 1 | -26   | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | Uniform Load | GZ | NO | 0 | -26   | 1 | -26   | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21 | Uniform Load | GZ | NO | 0 | -4    | 1 | -4    | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22 | Uniform Load | GZ | NO | 0 | -4    | 1 | -4    | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23 | Uniform Load | GZ | NO | 0 | -4    | 1 | -4    | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 24 | Uniform Load | GZ | NO | 0 | -4    | 1 | -4    | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 | Uniform Load | GZ | NO | 0 | -4    | 1 | -4    | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 | Uniform Load | GZ | NO | 0 | -4    | 1 | -4    | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 27 | Uniform Load | LZ | NO | 0 | -8.62 | 1 | -8.62 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 28 | Uniform Load | LZ | NO | 0 | -8.62 | 1 | -8.62 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 29 | Uniform Load | LZ | NO | 0 | -8.62 | 1 | -8.62 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 30 | Uniform Load | LZ | NO | 0 | -8.62 | 1 | -8.62 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 31 | Uniform Load | LZ | NO | 0 | -8.62 | 1 | -8.62 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 32 | Uniform Load | LZ | NO | 0 | 8.62  | 1 | 8.62  | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 33 | Uniform Load | LZ | NO | 0 | 8.62  | 1 | 8.62  | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 34 | Uniform Load | LZ | NO | 0 | 8.62  | 1 | 8.62  | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 35 | Uniform Load | LZ | NO | 0 | 8.62  | 1 | 8.62  | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 36 | Uniform Load | LZ | NO | 0 | 8.62  | 1 | 8.62  | 0 | 0 | 0 | 0 |

[ LOAD CASE : EH,st-GEO ]

\*\* BEAM LOAD DATA

| MEMBER | TYPE         | DIR. | PROJ. | D1 | P1    | D2 | P2    | D3 | P3 | D4 | P4 |
|--------|--------------|------|-------|----|-------|----|-------|----|----|----|----|
| 2      | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | -52.8 | 1  | -45.3 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 3      | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | 52.8  | 1  | 45.3  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 27     | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | -45.3 | 1  | -37.7 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 28     | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | -37.7 | 1  | -30.2 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 29     | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | -30.2 | 1  | -22.6 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 30     | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | -22.6 | 1  | -15.1 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 31     | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | -15.1 | 1  | -7.55 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 32     | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | 45.3  | 1  | 37.7  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 33     | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | 37.7  | 1  | 30.2  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 34     | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | 30.2  | 1  | 22.6  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 35     | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | 22.6  | 1  | 15.1  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 36     | Uniform Load | LZ   | NO    | 0  | 15.1  | 1  | 7.55  | 0  | 0  | 0  | 0  |

[ LOAD CASE : Q,LM71-GEO(1) ]

\*\* BEAM LOAD DATA

| MEMBER | TYPE         | DIR. | PROJ. | D1 | P1    | D2 | P2    | D3 | P3 | D4 | P4 |
|--------|--------------|------|-------|----|-------|----|-------|----|----|----|----|
| 2      | Uniform Load | GX   | NO    | 0  | -51   | 1  | -51   | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 3      | Uniform Load | GX   | NO    | 0  | 51    | 1  | 51    | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 4      | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -94.6 | 1  | -94.6 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 5      | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -94.6 | 1  | -94.6 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 6      | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -94.6 | 1  | -94.6 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 7      | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -94.6 | 1  | -94.6 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 8      | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -94.6 | 1  | -94.6 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 9      | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -94.6 | 1  | -94.6 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 10     | Uniform Load | GZ   | NO    | 0  | -94.6 | 1  | -94.6 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 27     | Uniform Load | GX   | NO    | 0  | -51   | 1  | -51   | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 28     | Uniform Load | GX   | NO    | 0  | -51   | 1  | -51   | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 29     | Uniform Load | GX   | NO    | 0  | -51   | 1  | -51   | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 30     | Uniform Load | GX   | NO    | 0  | -51   | 1  | -51   | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 31     | Uniform Load | GX   | NO    | 0  | -51   | 1  | -51   | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 32     | Uniform Load | GX   | NO    | 0  | 51    | 1  | 51    | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 33     | Uniform Load | GX   | NO    | 0  | 51    | 1  | 51    | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 34     | Uniform Load | GX   | NO    | 0  | 51    | 1  | 51    | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 35     | Uniform Load | GX   | NO    | 0  | 51    | 1  | 51    | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 36     | Uniform Load | GX   | NO    | 0  | 51    | 1  | 51    | 0  | 0  | 0  | 0  |

[ LOAD CASE : Q,LM71-GEO(2) ]

\*\* BEAM LOAD DATA

| MEMBER | TYPE | DIR. | PROJ. | D1 | P1 | D2 | P2 | D3 | P3 | D4 | P4 |
|--------|------|------|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|
|--------|------|------|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|

|   |  |  |           |                     |          |                   |
|---|--|--|-----------|---------------------|----------|-------------------|
| APPALTATORE:<br>Mandatario:<br><b>SALINI IMPREGILO S.p.A.</b> | Mandante:<br><b>ASTALDI S.p.A.</b>                           | <b>LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI</b><br><b>TRATTA NAPOLI-CANCELLO</b><br><b>IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE</b><br><b>OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI</b><br><b>CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014</b> |           |                     |          |                   |
| PROGETTISTA:<br>Mandatario:<br><b>SYSTRA S.A.</b>             | Mandante:<br><b>SYSTRA-SOTECNI S.p.A.    ROCKSOIL S.p.A.</b> |  |           |                     |          |                   |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Relazione di calcolo</b>             | PROGETTO   | LOTTO  | CODIFICA  | DOCUMENTO           | REV.     | PAGINA            |
|   | <b>IF1M</b>  | <b>0.0.E.ZZ</b>  | <b>CL</b> | <b>SL.10.00.001</b> | <b>A</b> | <b>147 di 147</b> |

|    |              |    |    |   |       |   |       |   |   |   |   |
|----|--------------|----|----|---|-------|---|-------|---|---|---|---|
| 3  | Uniform Load | GX | NO | 0 | 51    | 1 | 51    | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4  | Uniform Load | GZ | NO | 0 | -94.6 | 1 | -94.6 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5  | Uniform Load | GZ | NO | 0 | -94.6 | 1 | -94.6 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6  | Uniform Load | GZ | NO | 0 | -94.6 | 1 | -94.6 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7  | Uniform Load | GZ | NO | 0 | -94.6 | 1 | -94.6 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8  | Uniform Load | GZ | NO | 0 | -94.6 | 1 | -94.6 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9  | Uniform Load | GZ | NO | 0 | -94.6 | 1 | -94.6 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | Uniform Load | GZ | NO | 0 | -94.6 | 1 | -94.6 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 32 | Uniform Load | GX | NO | 0 | 51    | 1 | 51    | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 33 | Uniform Load | GX | NO | 0 | 51    | 1 | 51    | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 34 | Uniform Load | GX | NO | 0 | 51    | 1 | 51    | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 35 | Uniform Load | GX | NO | 0 | 51    | 1 | 51    | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 36 | Uniform Load | GX | NO | 0 | 51    | 1 | 51    | 0 | 0 | 0 | 0 |

\*\*\* LOAD COMBINATION DATA

\*\* GENERAL

| NO | NAME       | TYPE     | ACTIVE | DESCRIPTION                     |
|----|------------|----------|--------|---------------------------------|
| 1  | SLU-STR    | Add      | ACTIVE | Slu con solo carichi permanenti |
| 2  | SLU-STR-T~ | Add      | ACTIVE | Slu Strutturale-T(1)            |
| 3  | SLU-STR-T~ | Add      | ACTIVE | Slu Strutturale-T(3)            |
| 4  | SLU-STR-R~ | Add      | ACTIVE | Slu Strutturale-R(1)            |
| 5  | SLU-STR-R~ | Add      | ACTIVE | Slu Strutturale-R(3)            |
| 6  | SLU-STR-L~ | Add      | ACTIVE | Slu Strutturale-LM71(1)         |
| 7  | SLU-STR-L~ | Add      | ACTIVE | Slu Strutturale-LM71(2)         |
| 8  | SLU-STR-L~ | Add      | ACTIVE | Slu Strutturale-LM71(3)         |
| 9  | SLU-STR-L~ | Add      | ACTIVE | Slu Strutturale-LM71(4)         |
| 10 | EH-STR(1)  | Add      | ACTIVE | Sismica Strutturale Eh+0.3Ev    |
| 11 | EH-STR(3)  | Add      | ACTIVE | Sismica Strutturale Eh-0.3Ev    |
| 12 | EV-STR(1)  | Add      | ACTIVE | Sismica Strutturale EV+0.3EH    |
| 13 | EV-STR(3)  | Add      | ACTIVE | Sismica Strutturale EV-0.3EH    |
| 14 | SLU-GEO-T~ | Add      | ACTIVE | Slu Geo-T(1)                    |
| 15 | SLU-GEO-T~ | Add      | ACTIVE | Slu Geo-T(3)                    |
| 16 | SLU-GEO-R~ | Add      | ACTIVE | Slu Geo-R(1)                    |
| 17 | SLU-GEO-R~ | Add      | ACTIVE | Slu Geo-R(3)                    |
| 18 | SLU-GEO-L~ | Add      | ACTIVE | Slu Geo-LM71(1)                 |
| 19 | SLU-GEO-L~ | Add      | ACTIVE | Slu Geo-LM71(2)                 |
| 20 | SLU-GEO-L~ | Add      | ACTIVE | Slu Geo-LM71(3)                 |
| 21 | SLU-GEO-L~ | Add      | ACTIVE | Slu Geo-LM71(4)                 |
| 22 | EH-GEO(1)  | Add      | ACTIVE | Sismica Strutturale Eh+0.3Ev    |
| 23 | EH-GEO(3)  | Add      | ACTIVE | Sismica Strutturale Eh-0.3Ev    |
| 24 | EV-GEO(1)  | Add      | ACTIVE | Sismica Strutturale EV+0.3EH    |
| 25 | EV-GEO(3)  | Add      | ACTIVE | Sismica Strutturale -EV+0.3EH   |
| 26 | SLE-QP     | Add      | ACTIVE | Quasi permanente                |
| 27 | SLE-FR-T   | Add      | ACTIVE | Combinazione frequente - T      |
| 28 | SLE-FR-R   | Add      | ACTIVE | Combinazione frequente - R      |
| 29 | SLE-FR-LM~ | Add      | ACTIVE | Combinazione frequente -LM71(1) |
| 30 | SLE-R-T(1) | Add      | ACTIVE | Combinazione rara- T(1)         |
| 31 | SLE-R-R(1) | Add      | ACTIVE | Combinazione rara- R(1)         |
| 32 | SLE-R-LM7~ | Add      | ACTIVE | Combinazione rara- LM71(1)      |
| 33 | SLE-R-LM7~ | Add      | ACTIVE | Combinazione rara- LM71(2)      |
| 34 | INV_SLUstr | Envelope | ACTIVE | Inviluppo SLU strutturale       |
| 35 | INV_SLUgeo | Envelope | ACTIVE | Inviluppo SLU geotecnic         |
| 36 | INV-SLV-s~ | Envelope | ACTIVE | Inviluppo SLV strutturale       |
| 37 | INV-SLV-g~ | Envelope | ACTIVE | Inviluppo SLV geotecnico        |
| 38 | INV-SLE-FR | Envelope | ACTIVE | Inviluppo SLE frequente         |
| 39 | INV-SLE-R  | Envelope | ACTIVE | Inviluppo SLE rara              |
| 40 | INV-SLV/S~ | Envelope | ACTIVE |                                 |