

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:  
CONSORZIO:



SOCI:



PROGETTAZIONE:  
MANDATARIA:



MANDANTI:



## PROGETTO ESECUTIVO

### ITINERARIO NAPOLI - BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE - HIRPINIA

VIABILITA'

NV04-VIABILITA DI ACCESSO RI52

Opere di sostegno – Relazione di calcolo

| APPALTATORE                                                                               | DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE                                                              | PROGETTISTA       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Consorzio HIRPINIA AV<br>Il Direttore Tecnico<br>Ing. Vincenzo Moriello<br><br>06/09/2019 | Il Responsabile integrazione fra le varie<br>prestazioni specialistiche<br>Ing. G. Cassani | <br>Ing. R. Zanon |

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC. | OPERA/DISCIPLINA | PROGR. | REV. | SCALA: |
|----------|-------|------|------|-----------|------------------|--------|------|--------|
| IF28     | 01    | E    | ZZ   | CL        | NV0405           | 001    | A    | -      |

| Rev. | Descrizione            | Redatto  | Data       | Verificato | Data       | Approvato       | Data       | Autorizzato Data |
|------|------------------------|----------|------------|------------|------------|-----------------|------------|------------------|
| A    | Emissione per consegna | C. Giomo | 21/02/2020 | M.Ceschi   | 21/02/2020 | T. Finocchietti | 21/02/2020 | Ing. R. Zanon    |
|      |                        |          |            |            |            |                 |            |                  |
|      |                        |          |            |            |            |                 |            |                  |
|      |                        |          |            |            |            |                 |            |                  |

06/09/2019

|                                                                                                                                         |                                                                                      |                           |                                   |                                       |                         |                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| <b>APPALTATORE:</b><br><u>Consorzio</u> <u>Soci</u><br><b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>          | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>                                                      |                           |                                   |                                       |                         |                                 |
| <b>PROGETTAZIONE:</b><br><u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u><br><b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b> | <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b><br><b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> |                           |                                   |                                       |                         |                                 |
| <b>PROGETTO ESECUTIVO</b><br><b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>                                                            | <b>COMMESSA</b><br><b>IF28</b>                                                       | <b>LOTTO</b><br><b>01</b> | <b>CODIFICA</b><br><b>E ZZ CL</b> | <b>DOCUMENTO</b><br><b>NV0405 001</b> | <b>REV.</b><br><b>A</b> | <b>FOGLIO</b><br><b>2 di 69</b> |

## Indice

|          |                                                                           |           |
|----------|---------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>PREMESSA .....</b>                                                     | <b>4</b>  |
| 1.1      | <b>NORMATIVA E STANDARD DI RIFERIMENTO .....</b>                          | 4         |
| 1.2      | <b>DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO .....</b>                                | 4         |
| <b>2</b> | <b>MATERIALI .....</b>                                                    | <b>5</b>  |
| 2.1      | <b>ACCIAIO .....</b>                                                      | 5         |
| 2.1.1    | <b>ACCIAIO PER ARMATURA STRUTTURE IN C.A. ....</b>                        | 5         |
| 2.2      | <b>CALCESTRUZZO .....</b>                                                 | 5         |
| 2.2.1    | <b>CALCESTRUZZO MAGRO PER GETTI DI LIVELLAMENTO .....</b>                 | 5         |
| 2.2.2    | <b>CALCESTRUZZO PALI E CORDOLI .....</b>                                  | 5         |
| 2.2.3    | <b>CALCESTRUZZO MURO AD “U” .....</b>                                     | 5         |
| <b>3</b> | <b>DESCRIZIONE DELLE OPERE E SEZIONE DI CALCOLO .....</b>                 | <b>6</b>  |
| <b>4</b> | <b>ANALISI DELL’INTERAZIONE PARATIA-TERRENO .....</b>                     | <b>7</b>  |
| <b>5</b> | <b>CRITERI DI VERIFICA .....</b>                                          | <b>8</b>  |
| 5.1      | <b>VERIFICHE NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU) .....</b>      | 8         |
| 5.1.1    | <b>APPROCCIO PROGETTUALE .....</b>                                        | 9         |
| 5.2      | <b>VERIFICHE AGLI SLE .....</b>                                           | 9         |
| <b>6</b> | <b>CARICHI E AZIONI .....</b>                                             | <b>10</b> |
| 6.1      | <b>CARICHI VARIABILI .....</b>                                            | 10        |
| 6.2      | <b>AZIONE SISMICA .....</b>                                               | 10        |
| 6.3      | <b>COMBINAZIONI DELLE AZIONI .....</b>                                    | 10        |
| <b>7</b> | <b>SEZIONE DI CALCOLO .....</b>                                           | <b>10</b> |
| 7.1      | <b>DATI DI INPUT DEL MODELLO E LIVELLI PIEZOMETRICI .....</b>             | 12        |
| 7.2      | <b>DESCRIZIONE DELLE FASI DI CALCOLO .....</b>                            | 14        |
| <b>8</b> | <b>ANALISI IN CONDIZIONI STATICHE E SISMICHE .....</b>                    | <b>18</b> |
| 8.1      | <b>SINTESI RISULTATI ALLO SLE - SPOSTAMENTI .....</b>                     | 18        |
| 8.2      | <b>SINTESI DEI RISULTATI PER GLI STATI LIMITE STRUTTURALI (STR) .....</b> | 20        |
| 8.2.1    | <b>SLU (A1+M1+R1) – SLV - SLE SOLLECITAZIONI PALI .....</b>               | 20        |
| 8.3      | <b>SINTESI DEI RISULTATI PER GLI STATI LIMITE GEOTECNICI (GEO) .....</b>  | 26        |
| <b>9</b> | <b>VERIFICHE .....</b>                                                    | <b>26</b> |
| 9.1      | <b>VERIFICHE STRUTTURALI PARATIA DI DESTRA L=12 M .....</b>               | 26        |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |            |      |         |  |          |       |          |           |      |        |      |         |    |            |   |         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------|------|---------|--|----------|-------|----------|-----------|------|--------|------|---------|----|------------|---|---------|
| <b>APPALTATORE:</b><br>Consorzio <span style="margin-left: 100px;">Soci</span><br>          | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b><br><b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |          |            |      |         |  |          |       |          |           |      |        |      |         |    |            |   |         |
| <b>PROGETTAZIONE:</b><br>Mandataria <span style="margin-left: 100px;">Mandanti</span><br>   | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>MD0000 001</td> <td>A</td> <td>3 di 69</td> </tr> </table> |          |            |      |         |  | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF1N | 01 E ZZ | RG | MD0000 001 | A | 3 di 69 |
| COMMESSA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | LOTTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV. | FOGLIO  |  |          |       |          |           |      |        |      |         |    |            |   |         |
| IF1N                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 01 E ZZ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | RG       | MD0000 001 | A    | 3 di 69 |  |          |       |          |           |      |        |      |         |    |            |   |         |

|           |                                                                 |           |
|-----------|-----------------------------------------------------------------|-----------|
| 9.2       | VERIFICHE STRUTTURALI PARATIA DI SINISTRA L=8 M .....           | 29        |
| 9.3       | DIMENSIONAMENTO CORDOLO PARATIA .....                           | 32        |
| 9.4       | VERIFICA ALLO SLU DI TIPO GEO (STATICA).....                    | 32        |
| 9.4.1     | VERIFICA DELLE SPINTE A VALLE DELLA PARATIA .....               | 32        |
| 9.5       | VERIFICA ALLO SLU DI TIPO GEO (SISMICA) .....                   | 35        |
| 9.5.1     | VERIFICA DELLE SPINTE A VALLE DELLA PARATIA .....               | 35        |
| 9.6       | VERIFICHE DI STABILITÀ GLOBALE.....                             | 37        |
| <b>10</b> | <b>MURO AD “U” INTERNO ALLA PARATIA.....</b>                    | <b>44</b> |
| 10.1      | DESCRIZIONE DELL’OPERA .....                                    | 44        |
| 10.2      | MODELLAZIONE DELL’INTERAZIONE SUOLO – STRUTTURA .....           | 46        |
| 10.3      | CODICE DI CALCOLO.....                                          | 47        |
| 10.4      | ANALISI DEI CARICHI.....                                        | 48        |
| 10.4.1    | PESO PROPRIO, G1-DEAD.....                                      | 48        |
| 10.4.2    | PERMANENTI PORTATI, G2 .....                                    | 48        |
| 10.5      | AZIONI VARIABILI DA TRAFFICO .....                              | 48        |
| 10.6      | SPINTA SUI PIEDRITTI DOVUTA ALLA PRESENZA DELLA FALDA .....     | 51        |
| 10.7      | AZIONE SISMICA .....                                            | 51        |
| 10.8      | COMBINAZIONI DI CARICO .....                                    | 53        |
| 10.9      | CRITERI DI VERIFICA .....                                       | 54        |
| 10.10     | COMBINAZIONI DEI CARICHI E DIAGRAMMI DELLE SOLLECITAZIONI ..... | 56        |
| <b>11</b> | <b>INCIDENZE .....</b>                                          | <b>69</b> |

|                                                                                                                                         |                                                                                      |                           |                                   |                                       |                         |                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| <b>APPALTATORE:</b><br><u>Consorzio</u> <u>Soci</u><br><b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>          | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>                                                      |                           |                                   |                                       |                         |                                 |
| <b>PROGETTAZIONE:</b><br><u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u><br><b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b> | <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b><br><b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> |                           |                                   |                                       |                         |                                 |
| <b>PROGETTO ESECUTIVO</b><br><b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>                                                            | <b>COMMESSA</b><br><b>IF28</b>                                                       | <b>LOTTO</b><br><b>01</b> | <b>CODIFICA</b><br><b>E ZZ CL</b> | <b>DOCUMENTO</b><br><b>NV0405 001</b> | <b>REV.</b><br><b>A</b> | <b>FOGLIO</b><br><b>4 di 69</b> |

## 1 PREMESSA

La presente relazione illustra e riassume i risultati del calcolo e del dimensionamento delle opere di sostegno previste per la realizzazione della strada di accesso al piazzale RI52, strada denominata NV04 nell'ambito della progettazione esecutiva del raddoppio del 1° lotto funzionale Apice-Hirpinia della tratta Apice - Orsara (itinerario Napoli – Bari).

### 1.1 NORMATIVA E STANDARD DI RIFERIMENTO

- Ref. 1 - Decreto Ministeriale del 14/01/2008: "Approvazione delle Nuove Norma Tecniche per le Costruzioni", G.U. n.29 del 04/02/20018, Supplemento Ordinario n.30.
- Ref. 2 - Circolare 01/02/2009, n.617 – Istruzione per l'applicazione delle "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al D.M. 14/01/2008.
- Ref. 3 - DM 06/05/2008 – "Integrazione al DM 14/01/2008 di approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni".
- Ref. 4 - RFI DTC SI MA IFS 001 A – "Manuale di progettazione delle opere civili"
- Ref. 5 - RFI DTC SI SP IFS 001 A – "Capitolato generale tecnico d'appalto delle opere civili"
- Ref. 6 - UNI EN 1997-1: Eurocodice 7 – Progettazione Geotecnica – Parte 1: Regole generali.
- Ref. 7 - UNI EN 1998-5: Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

### 1.2 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

1. Progetto Definitivo. Relazione Geotecnica viabilità e piazzali (IF0G01D09RBOC0001009A)
2. Progetto Esecutivo. Relazione Geotecnica viabilità e piazzali (IF2801EZZRBOC0001005A)

|                                                                                                                                        |                                                                                                                             |                           |                                   |                                       |                         |                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| <b>APPALTATORE:</b><br><u>Consorzio</u> <u>Soci</u><br><b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A</b>          | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b><br><b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> |                           |                                   |                                       |                         |                                 |
| <b>PROGETTAZIONE:</b><br><u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u><br><b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b> |                                                                                                                             |                           |                                   |                                       |                         |                                 |
| <b>PROGETTO ESECUTIVO</b><br><b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>                                                           | <b>COMMESSA</b><br><b>IF28</b>                                                                                              | <b>LOTTO</b><br><b>01</b> | <b>CODIFICA</b><br><b>E ZZ CL</b> | <b>DOCUMENTO</b><br><b>NV0405 001</b> | <b>REV.</b><br><b>A</b> | <b>FOGLIO</b><br><b>5 di 69</b> |

## 2 MATERIALI

Il progetto strutturale prevede l'uso dei materiali con le caratteristiche meccaniche minime riportate nei paragrafi seguenti.

### 2.1 ACCIAIO

#### 2.1.1 Acciaio per armatura strutture in c.a.

Barre ad aderenza migliorata, saldabile, tipo B450C dotato delle seguenti caratteristiche meccaniche:

- tensione caratteristica di rottura:  $f_{tk} \geq 540$  MPa
- tensione caratteristica di snervamento:  $f_{yk} \geq 450$  MPa
- allungamento caratteristico:  $\geq 7.5$  %
- rapporto tensione di rottura/ tensione di snervamento:  $1.15 \leq f_{tk}/f_{yk} < 1.35$

### 2.2 CALCESTRUZZO

#### 2.2.1 Calcestruzzo magro per getti di livellamento

Classe di resistenza: C12/15  
 classe di esposizione: X0

#### 2.2.2 Calcestruzzo pali e cordoli

Classe di resistenza: C25/30  
 classe di consistenza: S4  
 classe di esposizione: XC2  
 dimensione massima dell'inerte:  $D_{max} = 32$  mm  
 copriferro minimo:  $C_{f,min} \geq 60$  mm

#### 2.2.3 Calcestruzzo muro ad "U"

Fondazione

Classe di resistenza: C25/30  
 classe di consistenza: S4  
 classe di esposizione: XC2  
 dimensione massima dell'inerte:  $D_{max} = 32$  mm  
 copriferro minimo:  $C_{f,min} \geq 35$  mm

Elevazione

Classe di resistenza: C32/40  
 classe di consistenza: S4  
 classe di esposizione: XC4  
 dimensione massima dell'inerte:  $D_{max} = 32$  mm  
 copriferro minimo:  $C_{f,min} \geq 45$  mm

|                                                                                                                                                          |                                                                                                                             |             |                     |                         |           |                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|-------------------|
| <b>APPALTATORE:</b><br>Consorzio                      Soci<br><b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGIO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.</b>           | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b><br><b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> |             |                     |                         |           |                   |
| <b>PROGETTAZIONE:</b><br>Mandataria                      Mandanti<br><b>ROCKSOIL S.P.A.                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b> |                                                                                                                             |             |                     |                         |           |                   |
| <b>PROGETTO ESECUTIVO</b><br><b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>                                                                             | COMMESSA<br>IF28                                                                                                            | LOTTO<br>01 | CODIFICA<br>E ZZ CL | DOCUMENTO<br>NV0405 001 | REV.<br>A | FOGLIO<br>6 di 69 |

### 3 DESCRIZIONE DELLE OPERE E SEZIONE DI CALCOLO

L'opera di sostegno prevista è costituita da una paratia di pali trivellati di diametro 600 mm posti ad interasse di 0.80 m lunghezza 8 m sulla paratia di sinistra e 12m sulla paratia di destra. I pali sono collegati in testa da un cordolo a sezione quadrata 0.80 x 0.95 m. La soletta orizzontale fa da puntello.

L'altezza massima di scavo è pari a circa 3.07 m sul lato sinistro (corrispondente alla sezione a prog 60.) e 4.14 m sul lato destro (corrispondente alla sezione a prog. 15). Per convenienza di calcolo sono state implementate le due sezioni in un unico modello.

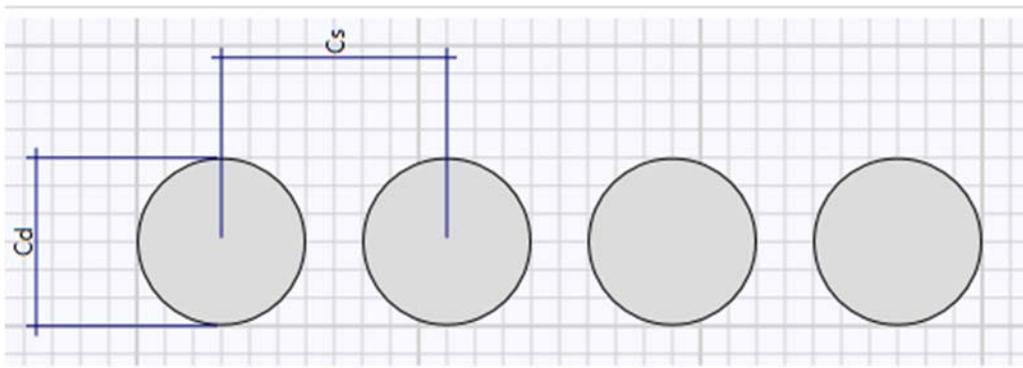


Figura 1: Paratia di pali –caratteristiche e schema geometrico

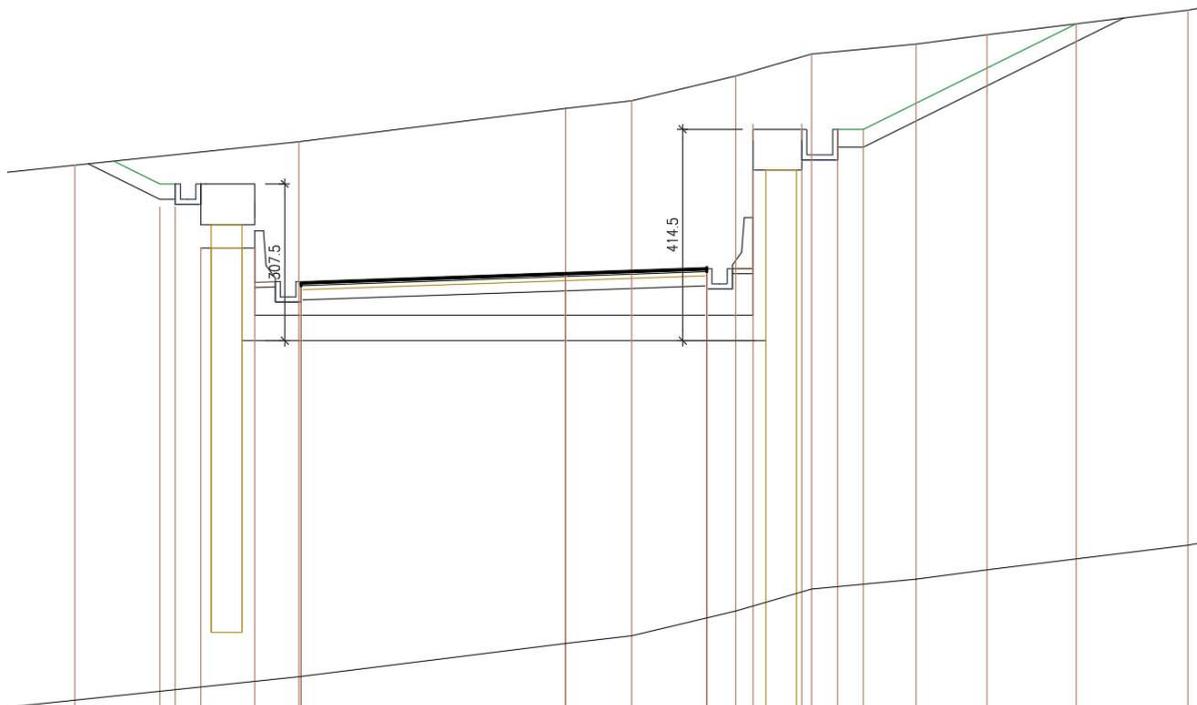


Figura 2: Sezione di calcolo considerata

|                                                                                                                                         |                                                                                                                             |                           |                                   |                                       |                         |                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| <b>APPALTATORE:</b><br><u>Consorzio</u> <u>Soci</u><br><b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>          | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b><br><b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> |                           |                                   |                                       |                         |                                 |
| <b>PROGETTAZIONE:</b><br><u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u><br><b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b> |                                                                                                                             |                           |                                   |                                       |                         |                                 |
| <b>PROGETTO ESECUTIVO</b><br><b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>                                                            | <b>COMMESSA</b><br><b>IF28</b>                                                                                              | <b>LOTTO</b><br><b>01</b> | <b>CODIFICA</b><br><b>E ZZ CL</b> | <b>DOCUMENTO</b><br><b>NV0405 001</b> | <b>REV.</b><br><b>A</b> | <b>FOGLIO</b><br><b>7 di 69</b> |

## 4 ANALISI DELL'INTERAZIONE PARATIA-TERRENO

Al fine di rappresentare il comportamento dell'opera di sostegno durante le varie fasi di lavoro si è utilizzato un metodo di calcolo capace di simulare l'interazione terreno-paratia. L'analisi è stata sviluppata con il software Paratie Plus 2019 di Harpaceas.

PARATIE è un codice agli elementi finiti che simula il problema di uno scavo sostenuto da diaframmi flessibili e permette di valutare il comportamento della parete di sostegno durante tutte le fasi intermedie e nella configurazione finale.

Il problema è visto come un problema piano in cui viene analizzata una "striscia" di parete di sviluppo unitario, come mostrato nella seguente figura.

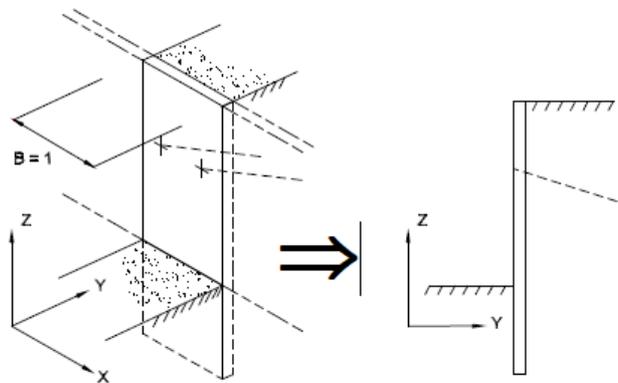


Figura 3: Modellazione piana della paratia.

La modellazione numerica dell'interazione terreno-struttura è del tipo "trave su suolo elastico"; le pareti di sostegno vengono rappresentate con elementi finiti trave il cui comportamento è definito dalla rigidezza flessionale  $EJ$ , mentre il terreno viene simulato attraverso elementi elastoplastici monodimensionali (molle) connessi ai nodi delle paratie: ad ogni nodo convergono uno o al massimo due elementi terreno.

Il limite di questo schema sta nell'ammettere che ogni porzione di terreno, schematizzata da una "molla", abbia comportamento del tutto indipendente dalle porzioni adiacenti; l'interazione fra le varie regioni di terreno è affidata alla rigidezza flessionale della parete.

|                                                                                               |                                                                                |             |                     |                         |           |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|-------------------|
| APPALTATORE:<br>Consorzio Soci<br>HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.          | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>                                                |             |                     |                         |           |                   |
| PROGETTAZIONE:<br>Mandatario Mandanti<br>ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA<br/>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> |             |                     |                         |           |                   |
| PROGETTO ESECUTIVO<br>Opere di sostegno – Relazione di calcolo                                | COMMESSA<br>IF28                                                               | LOTTO<br>01 | CODIFICA<br>E ZZ CL | DOCUMENTO<br>NV0405 001 | REV.<br>A | FOGLIO<br>8 di 69 |

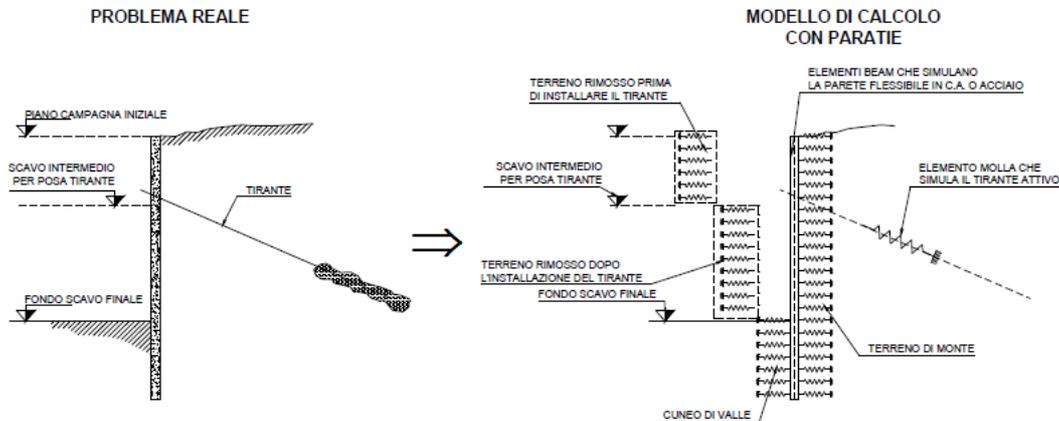


Figura 4: Schematizzazione terreno ed ancoraggi.

La realizzazione dello scavo sostenuto da una o due paratie, eventualmente tirantate/puntellate, viene seguita in tutte le varie fasi attraverso un'analisi "statica incrementale": ogni passo di carico coincide con una ben precisa configurazione caratterizzata da una certa quota di scavo, da un certo insieme di tiranti/vincoli applicati, da una ben precisa disposizione di carichi applicati. Poiché il comportamento degli elementi finiti è di tipo elastoplastico, ogni configurazione dipende in generale dalle configurazioni precedenti e lo sviluppo di deformazioni plastiche ad un certo passo condiziona la risposta della struttura nei passi successivi. La soluzione ad ogni nuova configurazione (step) viene raggiunta attraverso un calcolo iterativo alla Newton-Raphson (Bathe, 1996).

L'analisi ha lo scopo di indagare la risposta strutturale in termini di deformazioni laterali subite dalla parete durante le varie fasi di scavo e di conseguenza la variazione delle pressioni orizzontali nel terreno. Per far questo, in corrispondenza di ogni nodo è necessario definire due gradi di libertà, cioè lo spostamento orizzontale e la rotazione attorno all'asse X ortogonale al piano della struttura (positiva se antioraria).

## 5 CRITERI DI VERIFICA

Le verifiche di sicurezza relative agli stati limite ultimi (SLU) e le analisi relative alle condizioni di esercizio (SLE) sono state effettuate nel rispetto dei criteri delle NTC2008.

In generale, le analisi degli stati limite di esercizio (SLE) sono utilizzate per ottenere informazioni circa gli spostamenti attesi sotto i carichi di esercizio e per verificarne l'ammissibilità nei confronti della funzionalità dell'opera.

Le analisi agli stati limite ultimi (SLU) sono impiegate per le verifiche di resistenza degli elementi strutturali e per le verifiche geotecniche.

### 5.1 VERIFICHE NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU)

Per ogni stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove  $E_d$  è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione, ovvero:

$$E_d = E \left( \gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right)$$

|                                                                                                                                  |                                                                                      |                    |                            |                                |                  |                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|--------------------------|
| APPALTATORE:<br><u>Consorzio</u> <u>Soci</u><br><b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>          | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>                                                      |                    |                            |                                |                  |                          |
| PROGETTAZIONE:<br><u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u><br><b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b> | <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b><br><b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> |                    |                            |                                |                  |                          |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>                                                            | COMMESSA<br><b>IF28</b>                                                              | LOTTO<br><b>01</b> | CODIFICA<br><b>E ZZ CL</b> | DOCUMENTO<br><b>NV0405 001</b> | REV.<br><b>A</b> | FOGLIO<br><b>9 di 69</b> |

$$E_d = \gamma_E E \left( F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right)$$

con  $\gamma_E = \gamma_F$ , e dove  $R_d$  è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico:

$$R_d = \frac{1}{\gamma_R} R \left( \gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right),$$

Effetto delle azioni e resistenza sono espresse in funzione delle azioni di progetto  $\gamma_F F_k$ , dei parametri di progetto  $X_k/\gamma_M$  e della geometria di progetto  $a_d$ .

L'effetto delle azioni può anche essere valutato direttamente come  $E_d = \gamma_E E_k$ . Nella formulazione delle resistenze  $R_d$ , compare esplicitamente un coefficiente  $\gamma_R$  che opera direttamente sulle resistenze del sistema.

La verifica della suddetta condizione deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3).

I diversi gruppi di coefficienti di sicurezza parziali sono scelti nell'ambito degli approcci previsti dalla normativa.

### 5.1.1 Approccio progettuale

Le verifiche sono state sviluppate adottando per gli stati limite ultimi (SLU) di tipo strutturale (STR) e geotecnico (GEO):

- approccio 1, combinazione 1:                      A1+M1+R1 (STR);
- approccio 1, combinazione 2:                      A2+M2+R1 (GEO).

I coefficienti parziali per le azioni (A), per i parametri geotecnici del terreno (M) e per le resistenze (R) sono in accordo alla tab. 6.2.I, 6.2.II, 6.5.I e 6.8.I (stabilità) di cui alle NTC 2008.

## 5.2 VERIFICHE AGLI SLE

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

$$E_d \leq C_d,$$

dove  $E_d$  è il valore di progetto dell'effetto delle azioni e  $C_d$  è il prescritto valore limite dell'effetto delle azioni. In condizioni di esercizio gli spostamenti dell'opera di sostegno dovranno essere compatibili con la funzionalità.

|                                                                                                                                  |                                                                                                                             |                    |                            |                                |                  |                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE:<br><u>Consorzio</u> <u>Soci</u><br><b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>          | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b><br><b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> |                    |                            |                                |                  |                           |
| PROGETTAZIONE:<br><u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u><br><b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b> |                                                                                                                             |                    |                            |                                |                  |                           |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>                                                            | COMMESSA<br><b>IF28</b>                                                                                                     | LOTTO<br><b>01</b> | CODIFICA<br><b>E ZZ CL</b> | DOCUMENTO<br><b>NV0405 001</b> | REV.<br><b>A</b> | FOGLIO<br><b>10 di 69</b> |

## 6 CARICHI E AZIONI

### 6.1 CARICHI VARIABILI

Come eseguito nel progetto definitivo e data la presenza di un pendio inclinato a monte delle paratie non sono stati inseriti carichi accidentali.

### 6.2 AZIONE SISMICA

Data la presenza di un vincolo alla base della paratia le spinte sismiche sono state calcolate secondo la teoria di Wood, utilizzando i seguenti parametri [NTC2008 §7.11.6.3]:

$$\Delta p = S_T \times S_S \times a_g/g \times \gamma \times H$$

$$a_g/g = 0.2689 \quad (V_n = 50 \text{ anni Classe d'uso II } Cu=1) \text{ Come eseguito nel progetto definitivo}$$

$$S_S = 1.3326 \quad \text{Coefficiente di amplificazione stratigrafica (cat. sottosuolo C)}$$

$$S_T = 1 \quad \text{Coefficiente di amplificazione topografica (cat. T1)}$$

$$\gamma_{\text{terreno}} = 21 \text{ kN/m}^3$$

$$\Delta p_{\text{lato sinistro}} = 0.2689 \times 1.3326 \times 1 \times 21 \times 3.07 = 23.10 \text{ kPa}$$

$$\Delta p_{\text{lato destro}} = 0.2689 \times 1.3326 \times 1 \times 21 \times 4.14 = 31.15 \text{ kPa}$$

### 6.3 COMBINAZIONI DELLE AZIONI

In accordo alle NTC2008 sono state considerate le combinazioni delle azioni nel seguito descritte in cui si indica con:

$G$  = azioni permanenti dovute al peso proprio di tutti gli elementi strutturali; peso proprio del terreno; forze indotte dal terreno; forze dovute alla pressione dell'acqua.

$Q_k$  = Azioni variabile corrispondente al sovraccarico di 10 kPa (mezzi di cantiere)

$E$  = azioni derivanti dai terremoti

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

$$\gamma_G \cdot G + \gamma_Q \cdot Q_k$$

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

$$G + Q_k$$

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

$$E + G + Q_k$$

## 7 SEZIONE DI CALCOLO

La figura seguente riporta il modello di calcolo di Paratie Plus.

|                                                                                                                                                          |  |                                                                                                                             |       |          |            |      |          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------|------------|------|----------|
| <b>APPALTATORE:</b><br>Consorzio                      Soci<br><b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.</b>          |  | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b><br><b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> |       |          |            |      |          |
| <b>PROGETTAZIONE:</b><br>Mandataria                      Mandanti<br><b>ROCKSOIL S.P.A.                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b> |  | COMMESSA                                                                                                                    | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV. | FOGLIO   |
| <b>PROGETTO ESECUTIVO</b><br><b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>                                                                             |  | IF28                                                                                                                        | 01    | E ZZ CL  | NV0405 001 | A    | 11 di 69 |

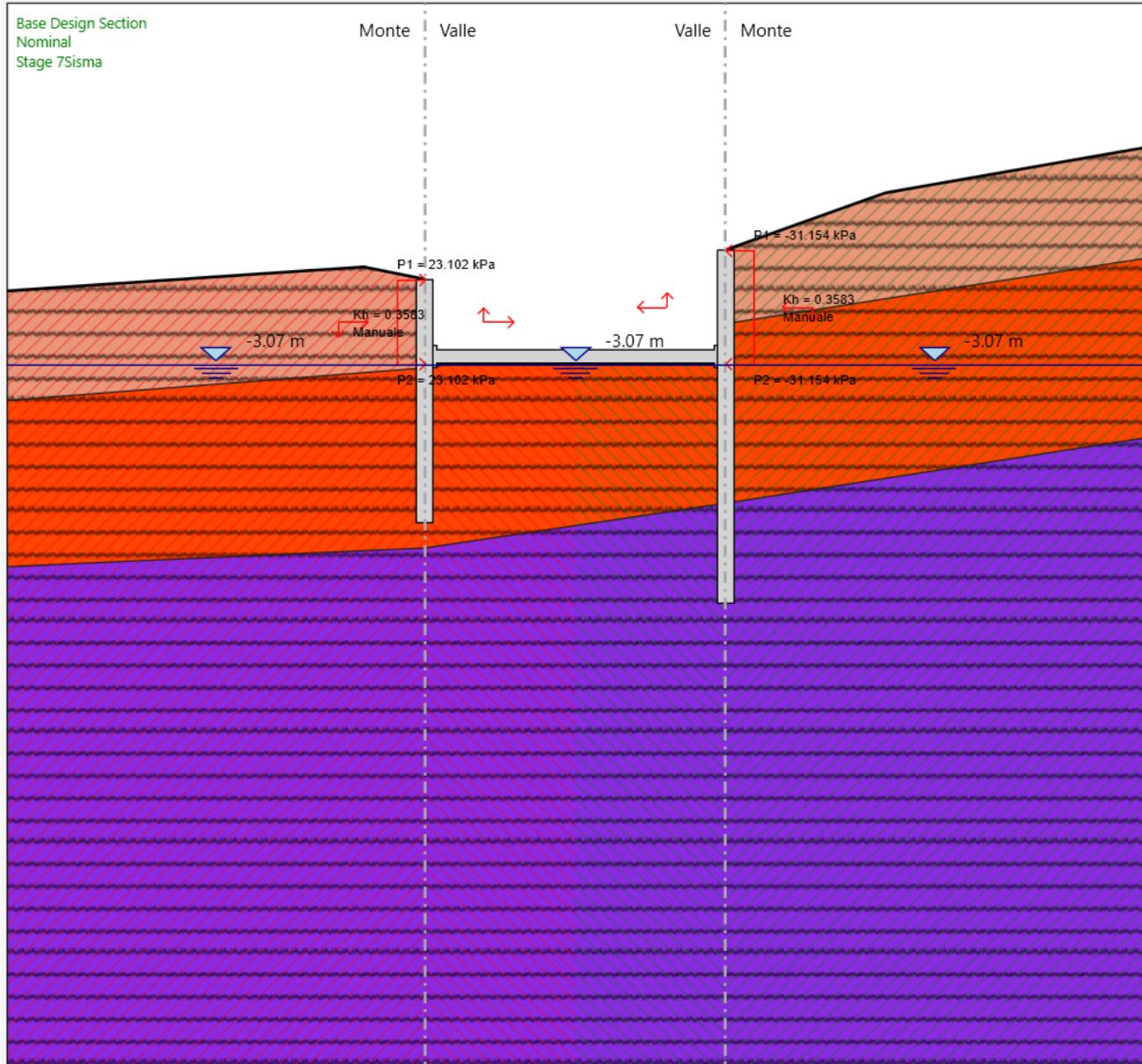


Figura 5: NV04. Modello di calcolo implementato nel software PARATIE PLUS.

|                                                                                              |                                                                                |             |                     |                         |           |                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE:<br>Conorzio Soci<br>HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.          | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>                                                |             |                     |                         |           |                    |
| PROGETTAZIONE:<br>Mandatara Mandanti<br>ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA<br/>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> |             |                     |                         |           |                    |
| PROGETTO ESECUTIVO<br>Opere di sostegno – Relazione di calcolo                               | COMMESSA<br>IF28                                                               | LOTTO<br>01 | CODIFICA<br>E ZZ CL | DOCUMENTO<br>NV0405 001 | REV.<br>A | FOGLIO<br>12 di 69 |

## 7.1 DATI DI INPUT DEL MODELLO E LIVELLI PIEZOMETRICI

La stratigrafia e i parametri geotecnici adottati nelle elaborazioni, dedotti da quelli del progetto definitivo unitamente ai risultati delle indagini integrative, sono riportati nella tabella seguente.

Tabella 1: NV04 - Stratigrafia e parametri geotecnici di riferimento

|                                                                                                                                                            | Coltre                        |     | FYR                                             |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----|-------------------------------------------------|-----|
| $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]                                                                                                                              | 21                            |     | 22                                              |     |
| w [%]                                                                                                                                                      | 18                            |     | 12                                              |     |
| LL [%]                                                                                                                                                     | 38                            |     | 43                                              |     |
| $q_u/2$ [kPa]                                                                                                                                              | -                             |     | -                                               |     |
| $c_u$ [kPa]                                                                                                                                                | $z \leq 4m$                   | 65  | 400                                             |     |
|                                                                                                                                                            | $z > 4m$                      | 160 |                                                 |     |
| $\phi'$ [°]                                                                                                                                                | Dato non disponibile<br>{21}  |     | Dato non disponibile<br>{21}                    |     |
| $c'$ [kPa]                                                                                                                                                 | Dati non disponibili<br>{0÷2} |     | Dato non disponibile<br>{12}                    |     |
| $E_u/c_u$                                                                                                                                                  | 403                           |     | 228                                             |     |
| $E_0$ [MPa]                                                                                                                                                | $z \leq 4m$                   | 85  | $z \leq 25m$                                    | 548 |
|                                                                                                                                                            | $z > 4m$                      | 266 | $z > 25m$                                       | 727 |
| $E_{op,1}$ (*) [MPa]                                                                                                                                       | $z \leq 4m$                   | 17  | $z \leq 25m$                                    | 110 |
|                                                                                                                                                            | $z > 4m$                      | 53  | $z > 25m$                                       | 145 |
| $E_{op,2}$ (**) [MPa]                                                                                                                                      | $z \leq 4m$                   | 8.5 | $z \leq 25m$                                    | 55  |
|                                                                                                                                                            | $z > 4m$                      | 26  | $z > 25m$                                       | 73  |
| $c_c$ [-]                                                                                                                                                  | $6.0 \cdot 10^{-2}$           |     | Dato non disponibile<br>{ $8.0 \cdot 10^{-2}$ } |     |
| $c_r$ [-]                                                                                                                                                  | $2.1 \cdot 10^{-2}$           |     | Dato non disponibile<br>{ $5.5 \cdot 10^{-3}$ } |     |
| $c_{az}$ [-]                                                                                                                                               | $2.6 \cdot 10^{-3}$           |     | $1.8 \cdot 10^{-3}$                             |     |
| $c_v$ [m <sup>2</sup> /s]                                                                                                                                  | $2.5 \cdot 10^{-5}$           |     | $1.9 \cdot 10^{-5}$                             |     |
| $e_0$ [-]                                                                                                                                                  | 0.5                           |     | 0.5                                             |     |
| OCR [-]                                                                                                                                                    | 4                             |     | 7                                               |     |
| $v'$ [-]                                                                                                                                                   | 0.3                           |     | 0.3                                             |     |
| $k$ [m/s]                                                                                                                                                  | $3.1 \cdot 10^{-8}$           |     | Dato non disponibile<br>{ $5.0 \cdot 10^{-8}$ } |     |
| Tra parentesi graffa {} sono indicati i valori caratteristici suggeriti, valutati in base alla caratterizzazione effettuato lungo la viabilità principale. |                               |     |                                                 |     |

Spessore coltre 10.5 m.

Il modulo di scarico/ricarico è stato considerato 3 volte il modulo  $E_{op,1}$

Il modulo non drenato è stato ricavato dal rapporto  $E_u/c_u$ .

I coefficienti di spinta corrispondenti allo stato attivo e passivo sono valutati dal programma di calcolo a partire dai parametri geotecnici riportati in Tabella 1. In particolare i coefficienti di spinta attiva ( $k_a$ ) sono calcolati secondo la

|                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |          |            |      |          |  |          |       |          |           |      |        |      |    |         |            |   |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------|------|----------|--|----------|-------|----------|-----------|------|--------|------|----|---------|------------|---|----------|
| <b>APPALTATORE:</b><br><u>Consorzio</u> <u>Soci</u><br><b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>          | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b><br><b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |          |            |      |          |  |          |       |          |           |      |        |      |    |         |            |   |          |
| <b>PROGETTAZIONE:</b><br><u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u><br><b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b> | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">COMMESSA</td> <td style="width: 10%;">LOTTO</td> <td style="width: 15%;">CODIFICA</td> <td style="width: 20%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 10%;">REV.</td> <td style="width: 15%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF28</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">E ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">NV0405 001</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">13 di 69</td> </tr> </table> |          |            |      |          |  | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF28 | 01 | E ZZ CL | NV0405 001 | A | 13 di 69 |
| COMMESSA                                                                                                                                | LOTTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV. | FOGLIO   |  |          |       |          |           |      |        |      |    |         |            |   |          |
| IF28                                                                                                                                    | 01                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | E ZZ CL  | NV0405 001 | A    | 13 di 69 |  |          |       |          |           |      |        |      |    |         |            |   |          |
| <b>PROGETTO ESECUTIVO</b><br><b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |          |            |      |          |  |          |       |          |           |      |        |      |    |         |            |   |          |

formulazione di Coulomb; i coefficienti di spinta passiva ( $k_p$ ) sono calcolati secondo la formulazione di Lancellotta (2007), considerando un angolo di attrito terreno/calcestruzzo ( $\delta$ ) pari a  $1/2\varphi'$ .

Nelle seguenti figure si riportano i valori dei coefficienti di spinta valutati dal programma PARATIE PLUS sia per l'approccio A1+M1+R1 che per l'approccio A2+M2+R1.

In condizione sismica è stato assunto  $\delta = 0$  per la spinta passiva.

La posizione della falda è stata determinata in funzione di due valori di falda misurati sui sondaggi "C9" e "19" che riportano rispettivamente 2.4 e 8.9 m dal p.c.. In funzione della posizione altimetrica della trincea da realizzare è stato eseguita un'interpolazione lineare tra i due livelli di falda misurati che porta ad una quota posta al di sotto del fondo scavo.

|                                                                                                                                                         |                                                                                                                             |                    |                            |                                |                  |                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|---------------------------|
| <b>APPALTATORE:</b><br>Consorzio                      Soci<br><b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A</b>          | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b><br><b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> |                    |                            |                                |                  |                           |
| <b>PROGETTAZIONE:</b><br>Mandataria                      Mandanti<br><b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b> |                                                                                                                             |                    |                            |                                |                  |                           |
| <b>PROGETTO ESECUTIVO</b><br><b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>                                                                            | COMMESSA<br><b>IF28</b>                                                                                                     | LOTTO<br><b>01</b> | CODIFICA<br><b>E ZZ CL</b> | DOCUMENTO<br><b>NV0405 001</b> | REV.<br><b>A</b> | FOGLIO<br><b>14 di 69</b> |

## 7.2 DESCRIZIONE DELLE FASI DI CALCOLO

Le fasi di calcolo considerate nelle elaborazioni sono le seguenti :

Condizioni non drenate di scavo

- fase 1 – fase geostatica iniziale con realizzazione dei pali
- fase 2– scavo di 1.7 m
- fase 3 – scavo di 3.07 m
- fase 4 – realizzazione soletta di base (puntello reagente solo a compressione)
- fase 5 – passaggio a condizioni drenate (lungo termine)
- fase 6 – passaggio a condizioni non drenate
- fase 7 sismica –applicazione carichi sismici.

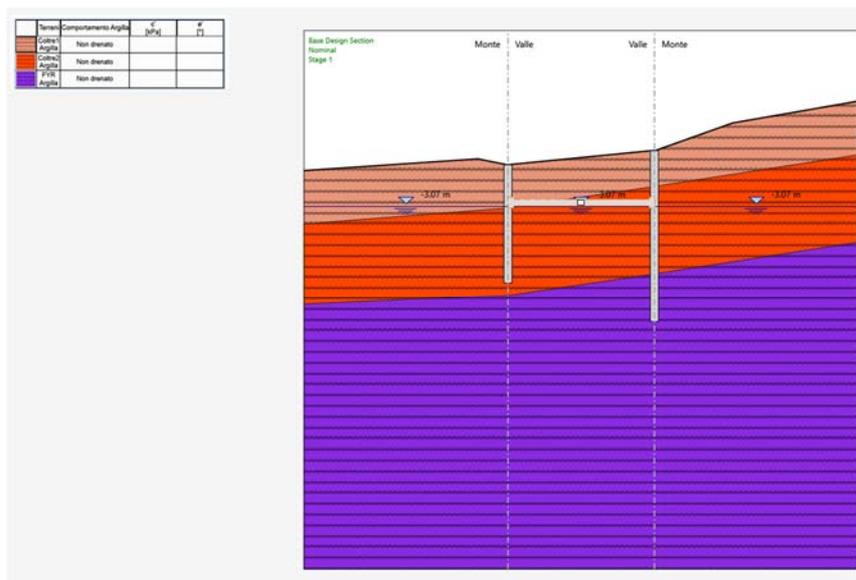


Figura 6 - FASE 1

APPALTATORE:  
 Consorzio Soci  
 HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A

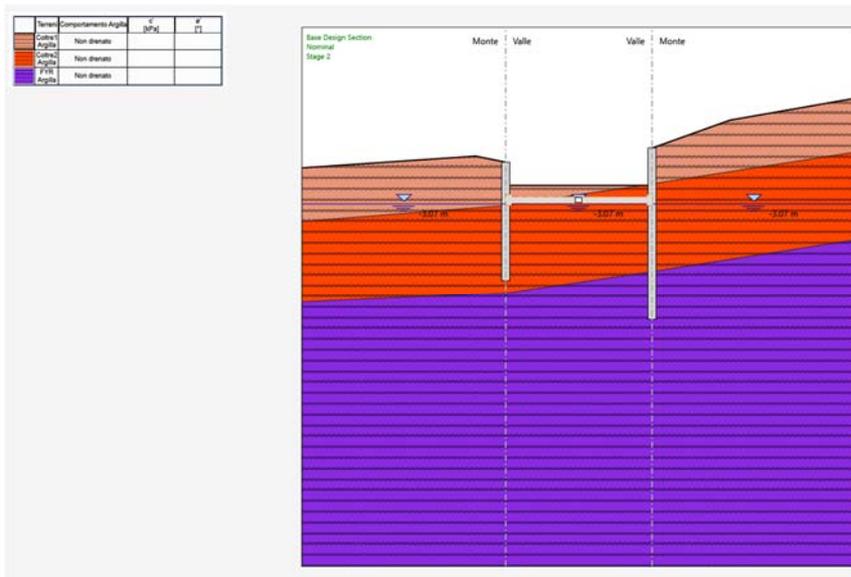
## ITINERARIO NAPOLI – BARI

### RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA

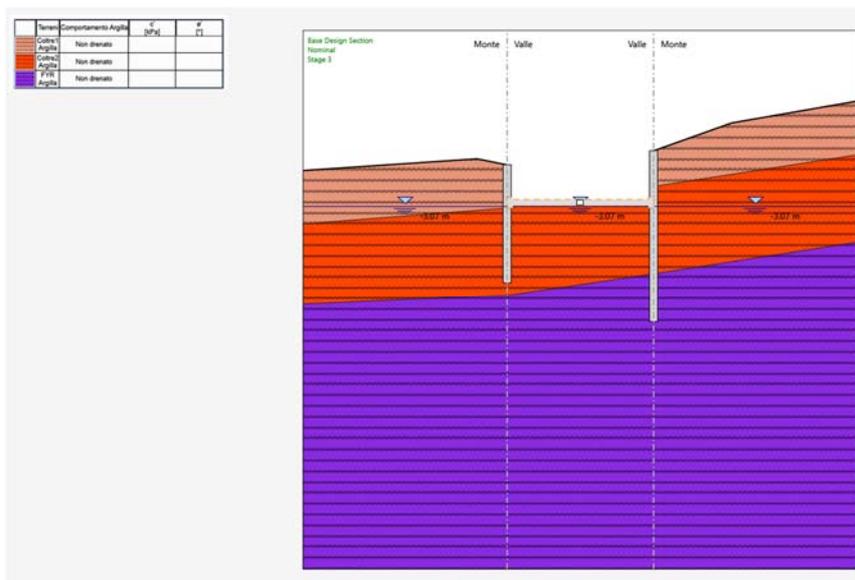
PROGETTAZIONE:  
 Mandataria Mandanti  
 ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.

PROGETTO ESECUTIVO  
 Opere di sostegno – Relazione di calcolo

|          |       |          |            |      |          |
|----------|-------|----------|------------|------|----------|
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV. | FOGLIO   |
| IF28     | 01    | E ZZ CL  | NV0405 001 | A    | 15 di 69 |



**Figura 7 - FASE 2**



**Figura 8 - FASE 3**

|                                                                                                                                                         |  |                                                                                                                             |                           |                                   |                                       |                         |                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| <b>APPALTATORE:</b><br>Consorzio                      Soci<br><b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGIO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.</b>          |  | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b><br><b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> |                           |                                   |                                       |                         |                                  |
| <b>PROGETTAZIONE:</b><br>Mandataria                      Mandanti<br><b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b> |  | <b>COMMESSA</b><br><b>IF28</b>                                                                                              | <b>LOTTO</b><br><b>01</b> | <b>CODIFICA</b><br><b>E ZZ CL</b> | <b>DOCUMENTO</b><br><b>NV0405 001</b> | <b>REV.</b><br><b>A</b> | <b>FOGLIO</b><br><b>16 di 69</b> |
| <b>PROGETTO ESECUTIVO</b><br><b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>                                                                            |  |                                                                                                                             |                           |                                   |                                       |                         |                                  |

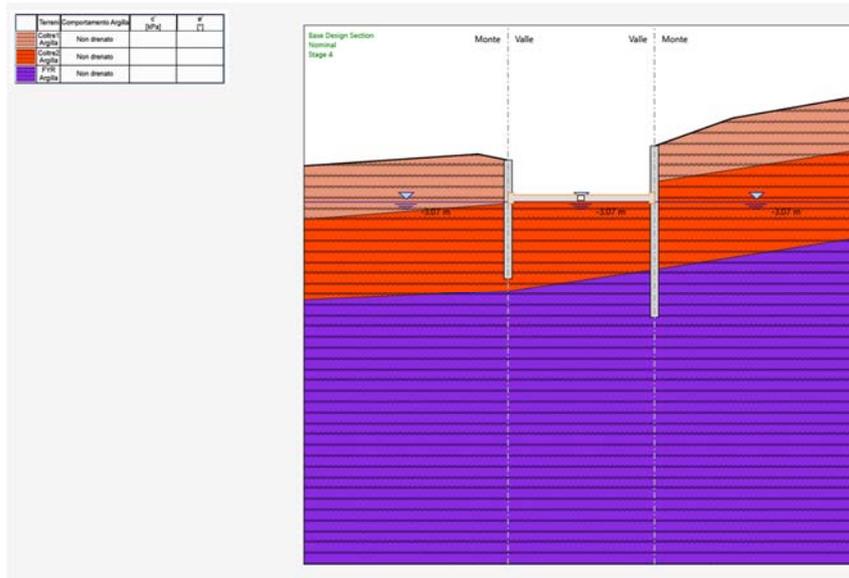


Figura 9 - FASE 4

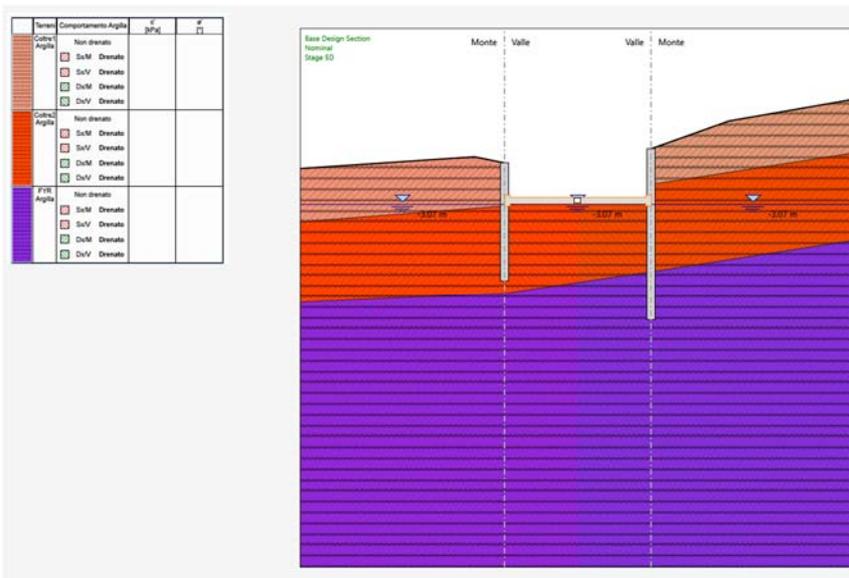


Figura 10 - FASE 5

|                                                                                                                                                          |                                                                                                                             |                           |                                   |                                       |                         |                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| <b>APPALTATORE:</b><br>Consorzio                      Soci<br><b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGIO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.</b>           | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b><br><b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> |                           |                                   |                                       |                         |                                  |
| <b>PROGETTAZIONE:</b><br>Mandataria                      Mandanti<br><b>ROCKSOIL S.P.A.                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b> | <b>COMMESSA</b><br><b>IF28</b>                                                                                              | <b>LOTTO</b><br><b>01</b> | <b>CODIFICA</b><br><b>E ZZ CL</b> | <b>DOCUMENTO</b><br><b>NV0405 001</b> | <b>REV.</b><br><b>A</b> | <b>FOGLIO</b><br><b>17 di 69</b> |
| <b>PROGETTO ESECUTIVO</b><br><b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>                                                                             |                                                                                                                             |                           |                                   |                                       |                         |                                  |

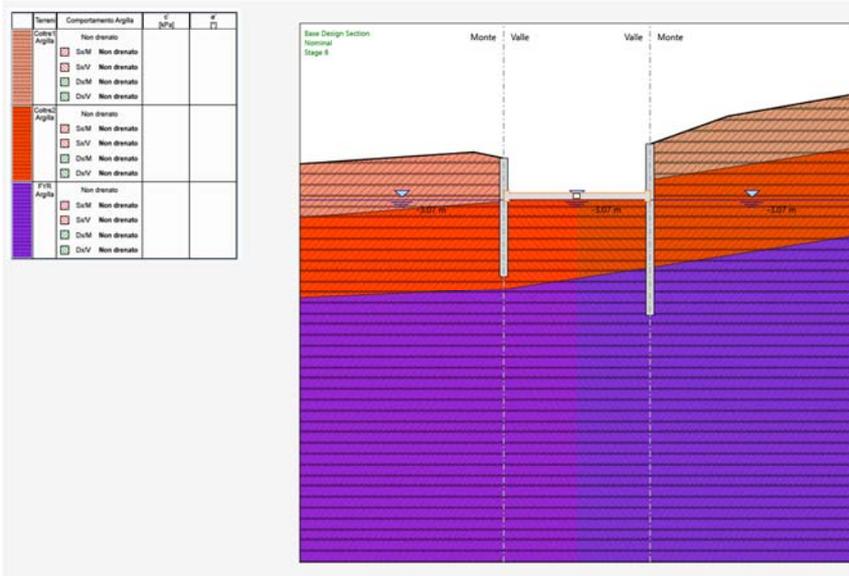


Figura 11 - FASE 6

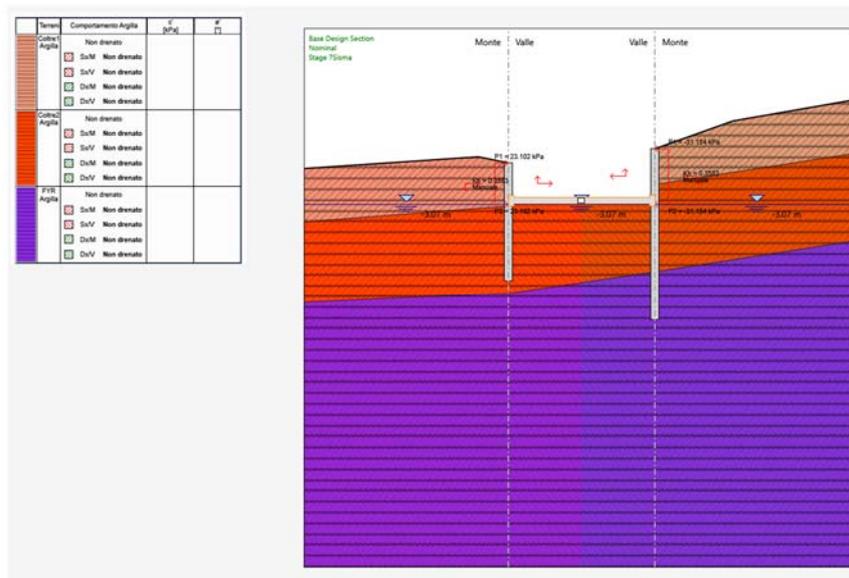


Figura 12 - FASE 7

Condizioni drenate di scavo

- fase 1 – fase geostatica iniziale con realizzazione dei pali
- fase 2– scavo di 1.7 m
- fase 3 – scavo di 3.07 m
- fase 4 – realizzazione soletta di base (puntello reagente solo a compressione)
- fase 5 – lungo termine, nessun cambiamento
- fase 6 – passaggio a condizioni non drenate
- fase 7 sismica –applicazione carichi sismici.

|                                                                                                                                                         |                                                                                                                             |                    |                            |                                |                  |                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|---------------------------|
| <b>APPALTATORE:</b><br>Consorzio                      Soci<br><b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGIO S.P.A.    ASTALDI S.P.A</b>           | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b><br><b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> |                    |                            |                                |                  |                           |
| <b>PROGETTAZIONE:</b><br>Mandataria                      Mandanti<br><b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b> |                                                                                                                             |                    |                            |                                |                  |                           |
| <b>PROGETTO ESECUTIVO</b><br><b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>                                                                            | COMMESSA<br><b>IF28</b>                                                                                                     | LOTTO<br><b>01</b> | CODIFICA<br><b>E ZZ CL</b> | DOCUMENTO<br><b>NV0405 001</b> | REV.<br><b>A</b> | FOGLIO<br><b>18 di 69</b> |

## 8 ANALISI IN CONDIZIONI STATICHE E SISMICHE

### 8.1 SINTESI RISULTATI ALLO SLE - SPOSTAMENTI

Nel seguito vengono riportati i risultati delle elaborazioni in termini di deformata della paratia (combinazione SLE rara).

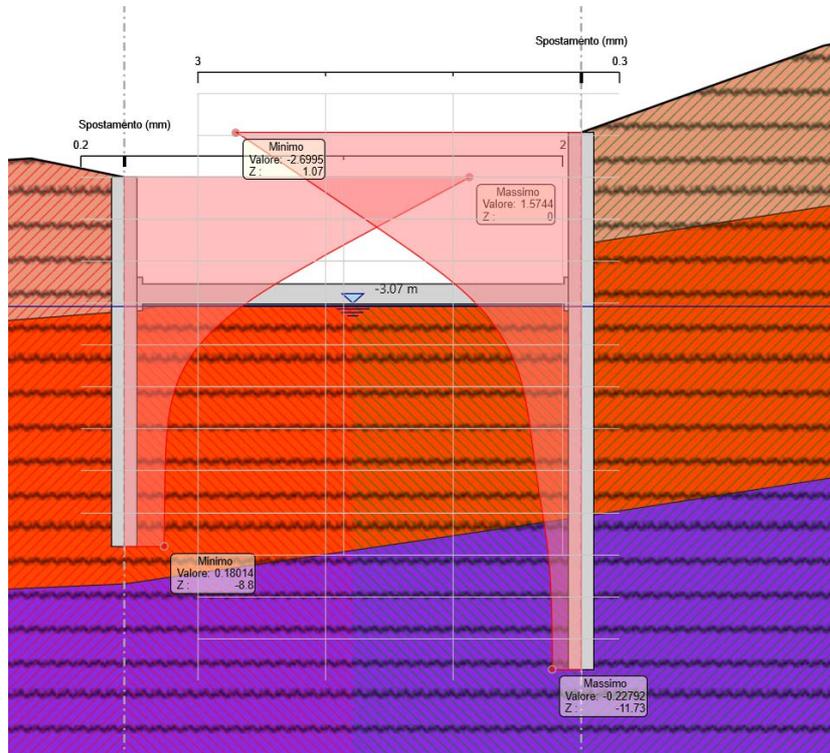


Figura 13: NV04. Fase 5: SLE rara – Deformazioni – Scavo condizioni non drenate

|                                                                                                                                                         |                                                                                                                             |                    |                            |                                |                  |                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|---------------------------|
| <b>APPALTATORE:</b><br>Consorzio                      Soci<br><b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGIO S.P.A.    ASTALDI S.P.A</b>           | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b><br><b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> |                    |                            |                                |                  |                           |
| <b>PROGETTAZIONE:</b><br>Mandataria                      Mandanti<br><b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b> | <b>COMMESSA</b><br>IF28                                                                                                     | <b>LOTTO</b><br>01 | <b>CODIFICA</b><br>E ZZ CL | <b>DOCUMENTO</b><br>NV0405 001 | <b>REV.</b><br>A | <b>FOGLIO</b><br>19 di 69 |
| <b>PROGETTO ESECUTIVO</b><br>Opere di sostegno – Relazione di calcolo                                                                                   |                                                                                                                             |                    |                            |                                |                  |                           |

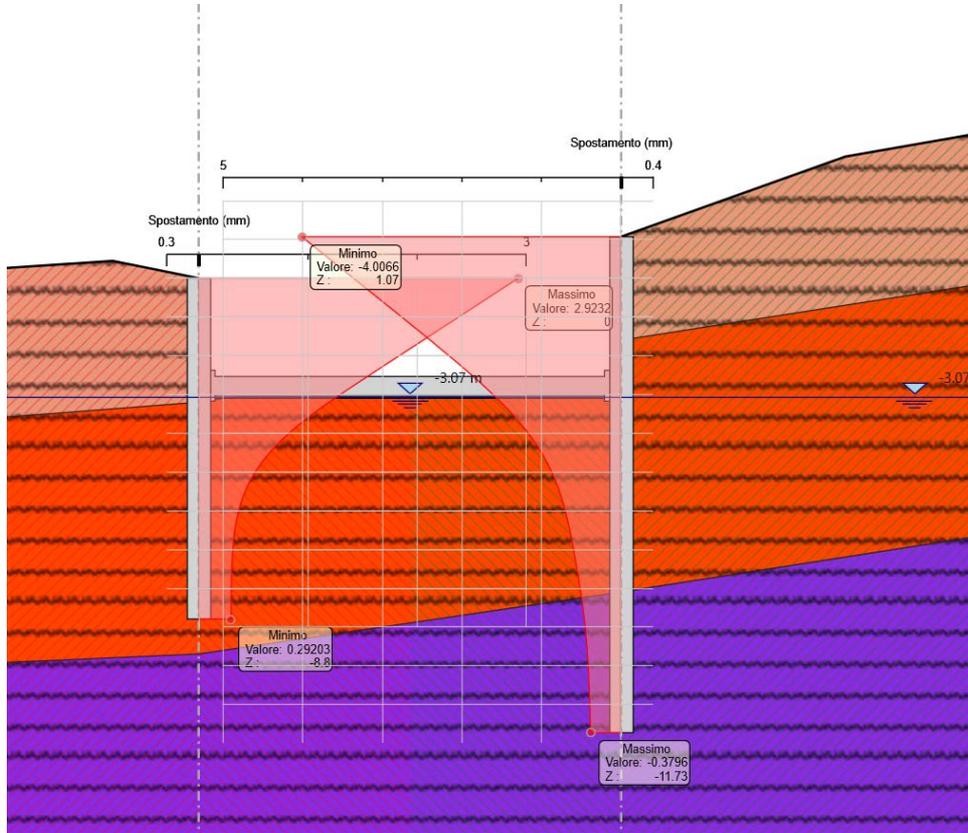


Figura 14: NV04. Fase 5: SLE rara – Deformazioni – Scavo condizioni drenate

Lo spostamento massimo è pari a 2.92 mm per la paratia di sinistra, tale valore si ritiene accettabile  $< 1/200 H = 15.35$  mm. Lo spostamento massimo è pari a 4 mm per la paratia di destra, tale valore si ritiene accettabile  $< 1/200 H = 20.7$  mm. Gli spostamenti si ritengono accettabili.

|                                                                                               |                                                                                |             |                     |                         |           |                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE:<br>Consortio Soci<br>HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.          | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>                                                |             |                     |                         |           |                    |
| PROGETTAZIONE:<br>Mandatario Mandanti<br>ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA<br/>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> |             |                     |                         |           |                    |
| PROGETTO ESECUTIVO<br>Opere di sostegno – Relazione di calcolo                                | COMMESSA<br>IF28                                                               | LOTTO<br>01 | CODIFICA<br>E ZZ CL | DOCUMENTO<br>NV0405 001 | REV.<br>A | FOGLIO<br>20 di 69 |

## 8.2 SINTESI DEI RISULTATI PER GLI STATI LIMITE STRUTTURALI (STR)

### 8.2.1 SLU (A1+M1+R1) – SLV - SLE Sollecitazioni pali

Nella Tabella 2 e nelle seguenti figure si riassumono i valori massimi di azione tagliante e flettente (interasse 0.8 m).

Paratia di sinistra

|                        |         | Momento flettente |        | Taglio |       |
|------------------------|---------|-------------------|--------|--------|-------|
|                        |         | [kN/m*m]          | [kN*m] | [kN/m] | [kN]  |
| Condizioni Non drenate | SLE     | 34.93             | 27.94  | 39.73  | 31.78 |
|                        | SLU/SLV | 132.88            | 106.30 | 120.27 | 96.22 |
| Condizioni Drenate     | SLE     | 45.34             | 36.27  | 40.84  | 32.67 |
|                        | SLU/SLV | 140.69            | 112.55 | 118.63 | 94.90 |

Paratia di destra

|                        |         | Momento flettente |        | Taglio |        |
|------------------------|---------|-------------------|--------|--------|--------|
|                        |         | [kN/m*m]          | [kN*m] | [kN/m] | [kN]   |
| Condizioni Non drenate | SLE     | 42.40             | 33.92  | 38.98  | 31.18  |
|                        | SLU/SLV | 259.53            | 207.62 | 133.82 | 107.06 |
| Condizioni Drenate     | SLE     | 40.05             | 32.04  | 35.35  | 28.28  |
|                        | SLU/SLV | 266.43            | 213.14 | 139.70 | 111.76 |

Tabella 2: SLU//SLV/SLE, A1+M1+R1: Sollecitazioni agenti a metro lineare/singolo palo

|                                                                                                                                                         |  |                                                                                                                             |                    |                            |                                |                  |                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|---------------------------|
| <b>APPALTATORE:</b><br>Consorzio                      Soci<br><b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.</b>         |  | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b><br><b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> |                    |                            |                                |                  |                           |
| <b>PROGETTAZIONE:</b><br>Mandataria                      Mandanti<br><b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b> |  | COMMESSA<br><b>IF28</b>                                                                                                     | LOTTO<br><b>01</b> | CODIFICA<br><b>E ZZ CL</b> | DOCUMENTO<br><b>NV0405 001</b> | REV.<br><b>A</b> | FOGLIO<br><b>21 di 69</b> |
| <b>PROGETTO ESECUTIVO</b><br><b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>                                                                            |  |                                                                                                                             |                    |                            |                                |                  |                           |

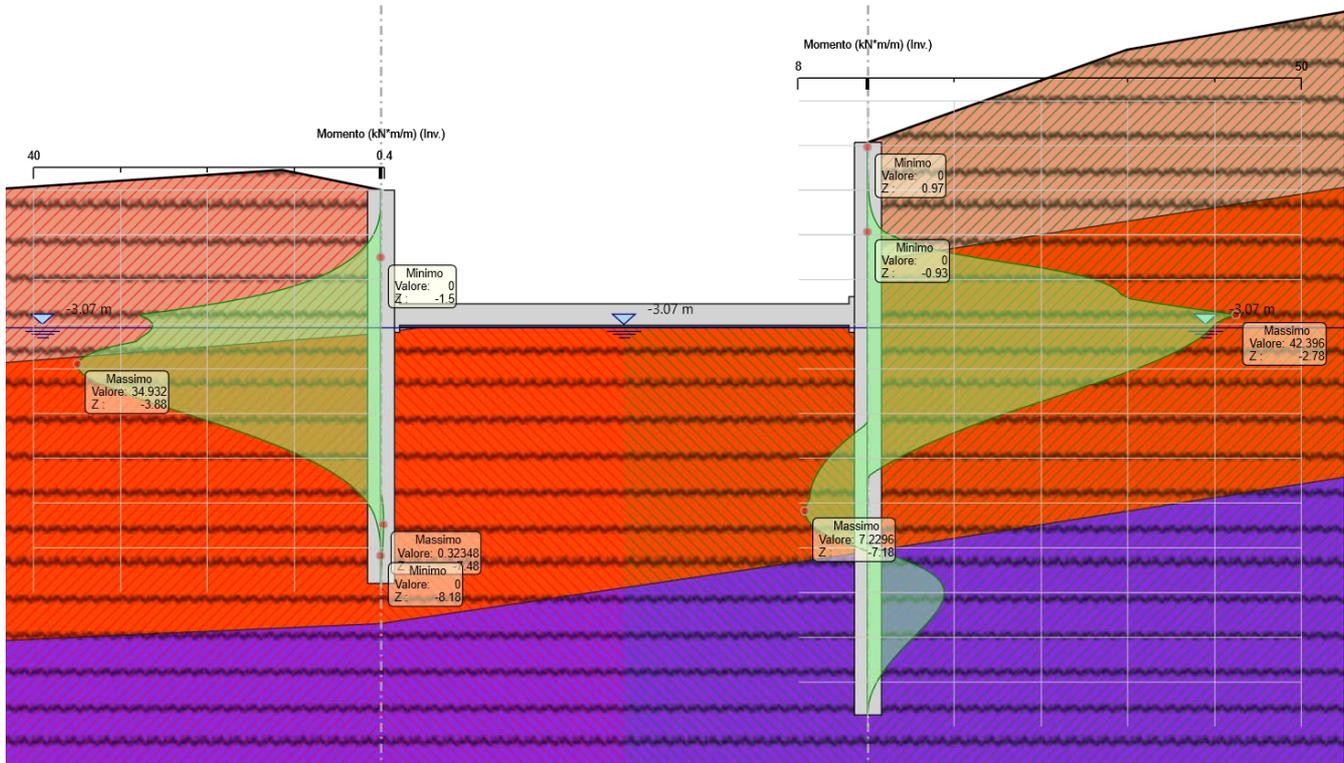


Figura 15: Involuppo SLE – Azione flettente condizione non drenata

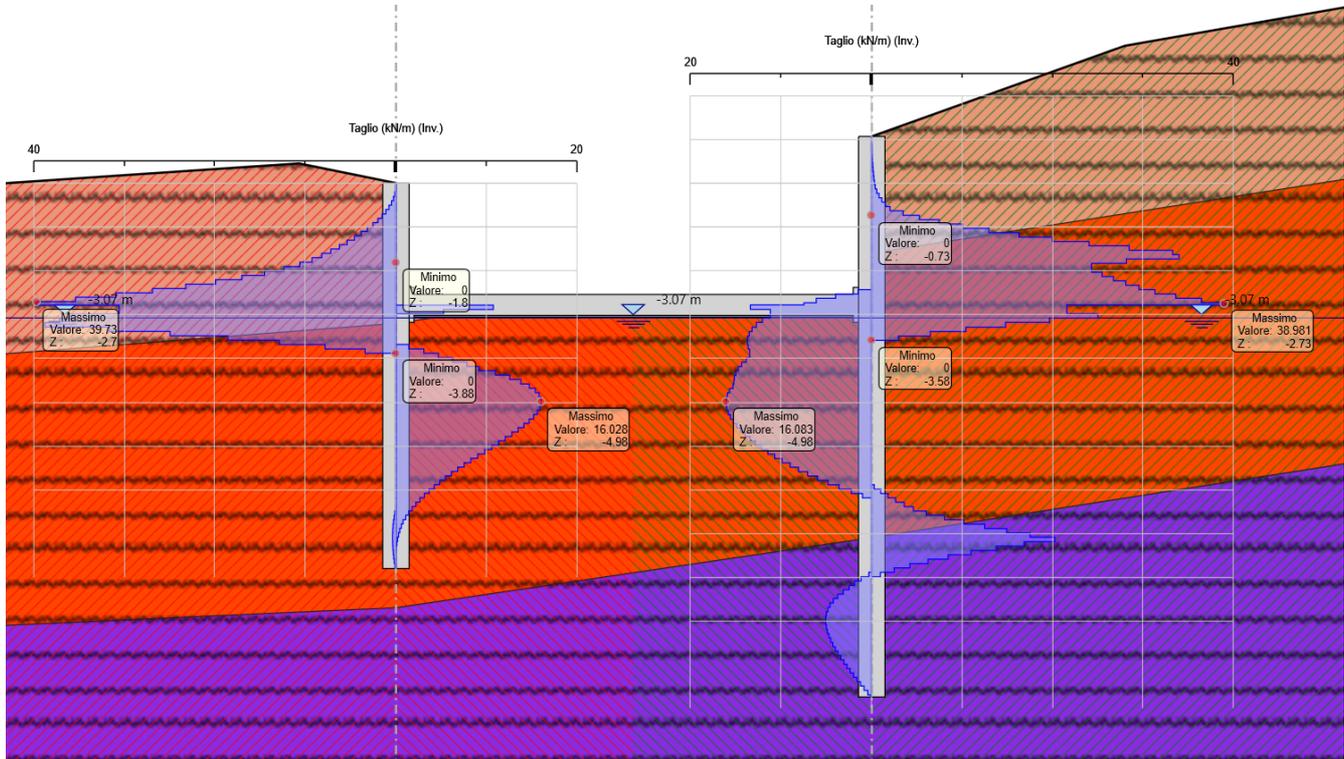


Figura 16: Involuppo SLE – Azione tagliante condizione non drenata

|                                                                                              |  |                                                                                                                         |             |                     |                         |           |                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE:<br>Conorzio Soci<br>HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.           |  | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b><br><b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> |             |                     |                         |           |                    |
| PROGETTAZIONE:<br>Mandatara Mandanti<br>ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. |  |                                                                                                                         |             |                     |                         |           |                    |
| PROGETTO ESECUTIVO<br>Opere di sostegno – Relazione di calcolo                               |  | COMMESSA<br>IF28                                                                                                        | LOTTO<br>01 | CODIFICA<br>E ZZ CL | DOCUMENTO<br>NV0405 001 | REV.<br>A | FOGLIO<br>22 di 69 |

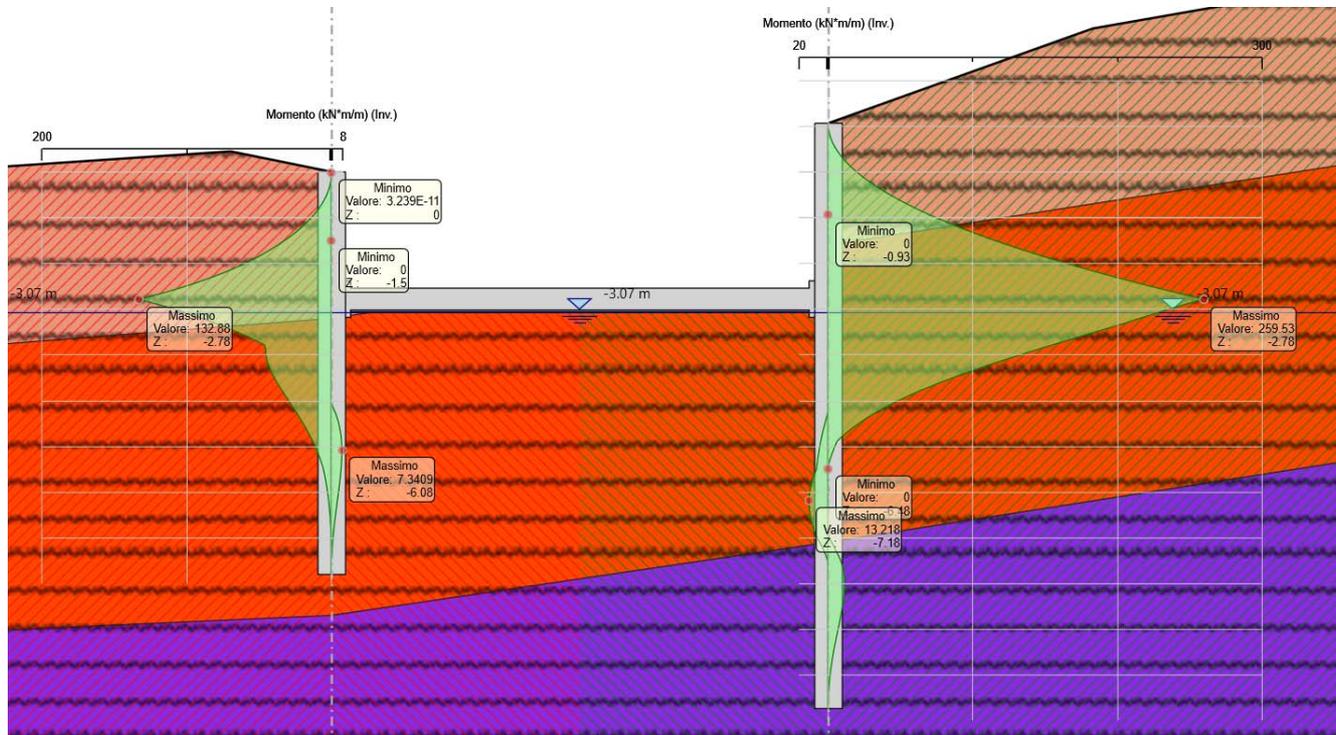


Figura 17: Involuppo SLU A1+M1+R1- SLV – Azione flettente condizione non drenata

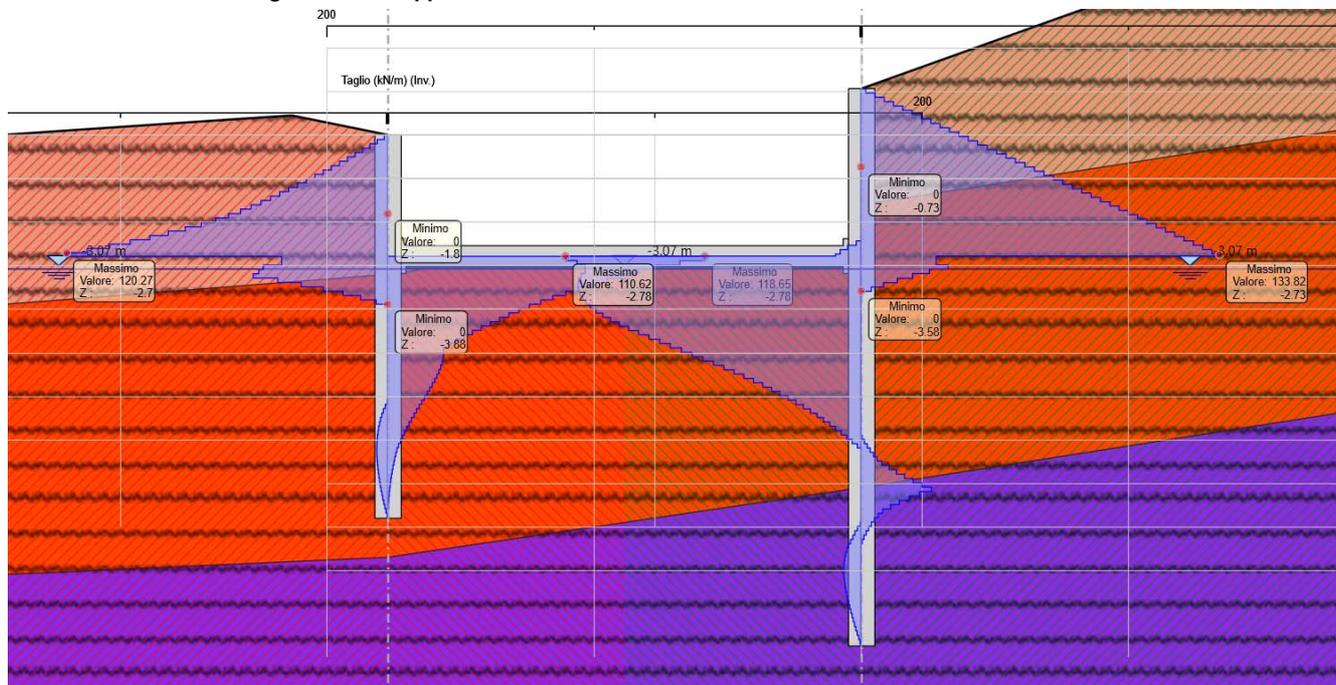


Figura 18: Involuppo SLU A1+M1+R1 - SLV – Azione tagliante condizione non drenata

|                                                                                                                                                         |                                                                                                                             |                    |                            |                                |                  |                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|---------------------------|
| <b>APPALTATORE:</b><br>Consorzio                      Soci<br><b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGIO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.</b>          | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b><br><b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> |                    |                            |                                |                  |                           |
| <b>PROGETTAZIONE:</b><br>Mandataria                      Mandanti<br><b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b> | <b>COMMESSA</b><br>IF28                                                                                                     | <b>LOTTO</b><br>01 | <b>CODIFICA</b><br>E ZZ CL | <b>DOCUMENTO</b><br>NV0405 001 | <b>REV.</b><br>A | <b>FOGLIO</b><br>23 di 69 |
| <b>PROGETTO ESECUTIVO</b><br>Opere di sostegno – Relazione di calcolo                                                                                   |                                                                                                                             |                    |                            |                                |                  |                           |

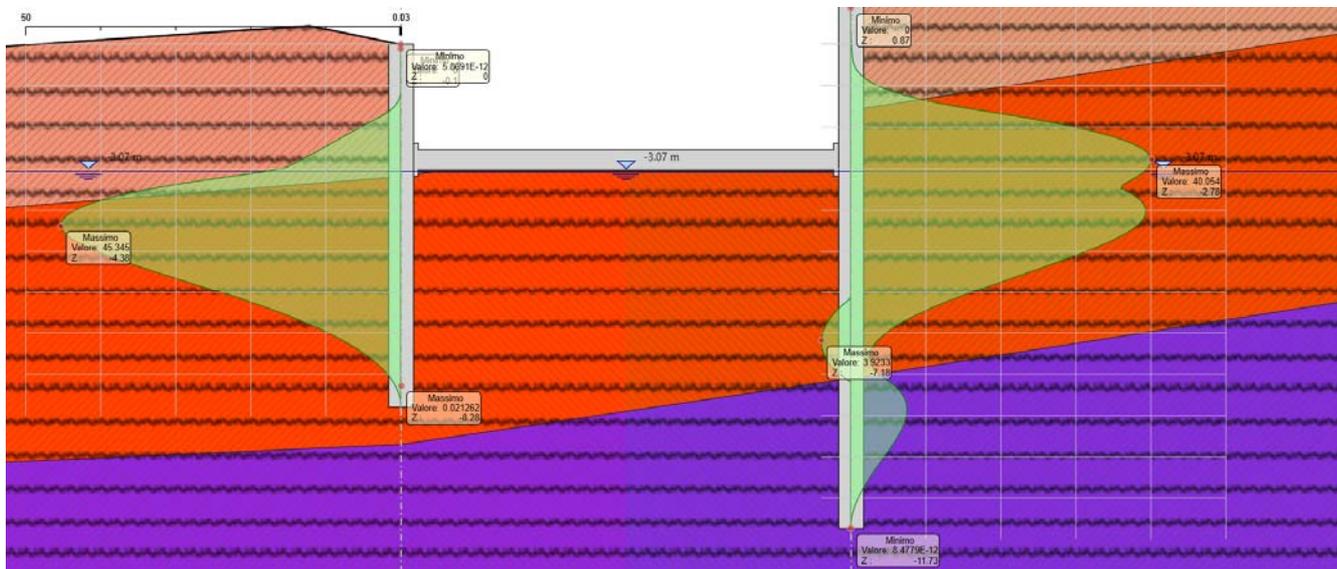


Figura 19: Involuppo SLE – Azione flettente condizione drenata

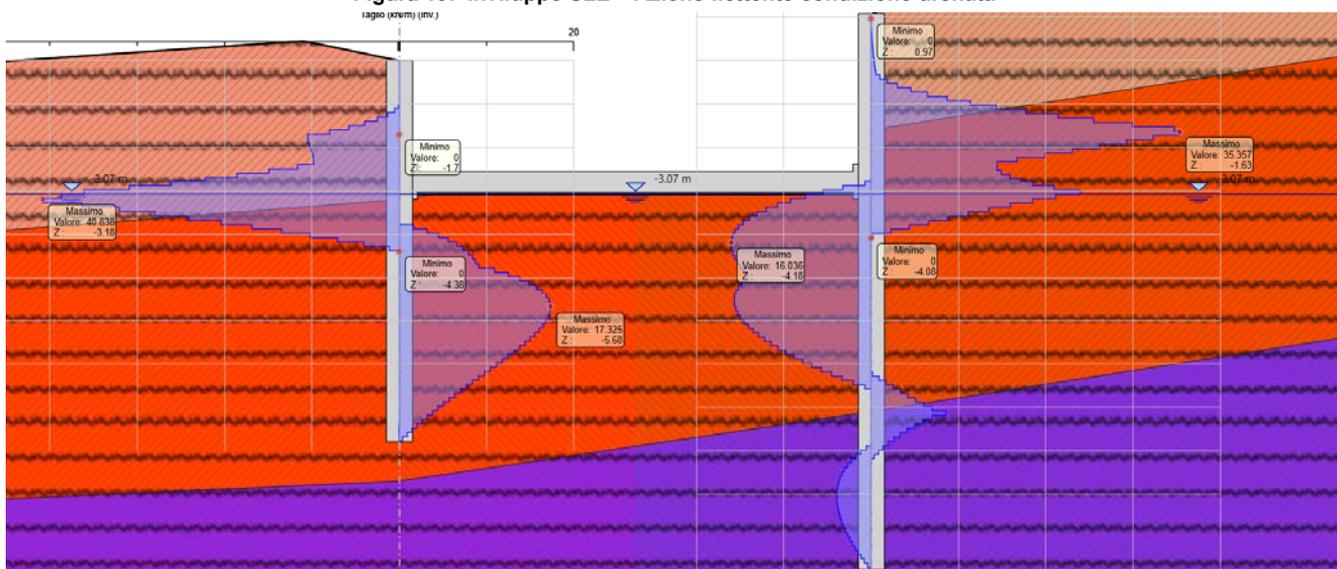


Figura 20: Involuppo SLE – Azione tagliante condizione drenata

|                                                                                                                                                         |  |                                                                                                                             |                    |                            |                                |                  |                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|---------------------------|
| <b>APPALTATORE:</b><br>Consorzio                      Soci<br><b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGIO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.</b>          |  | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b><br><b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> |                    |                            |                                |                  |                           |
| <b>PROGETTAZIONE:</b><br>Mandataria                      Mandanti<br><b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b> |  |                                                                                                                             |                    |                            |                                |                  |                           |
| <b>PROGETTO ESECUTIVO</b><br>Opere di sostegno – Relazione di calcolo                                                                                   |  | COMMESSA<br><b>IF28</b>                                                                                                     | LOTTO<br><b>01</b> | CODIFICA<br><b>E ZZ CL</b> | DOCUMENTO<br><b>NV0405 001</b> | REV.<br><b>A</b> | FOGLIO<br><b>24 di 69</b> |

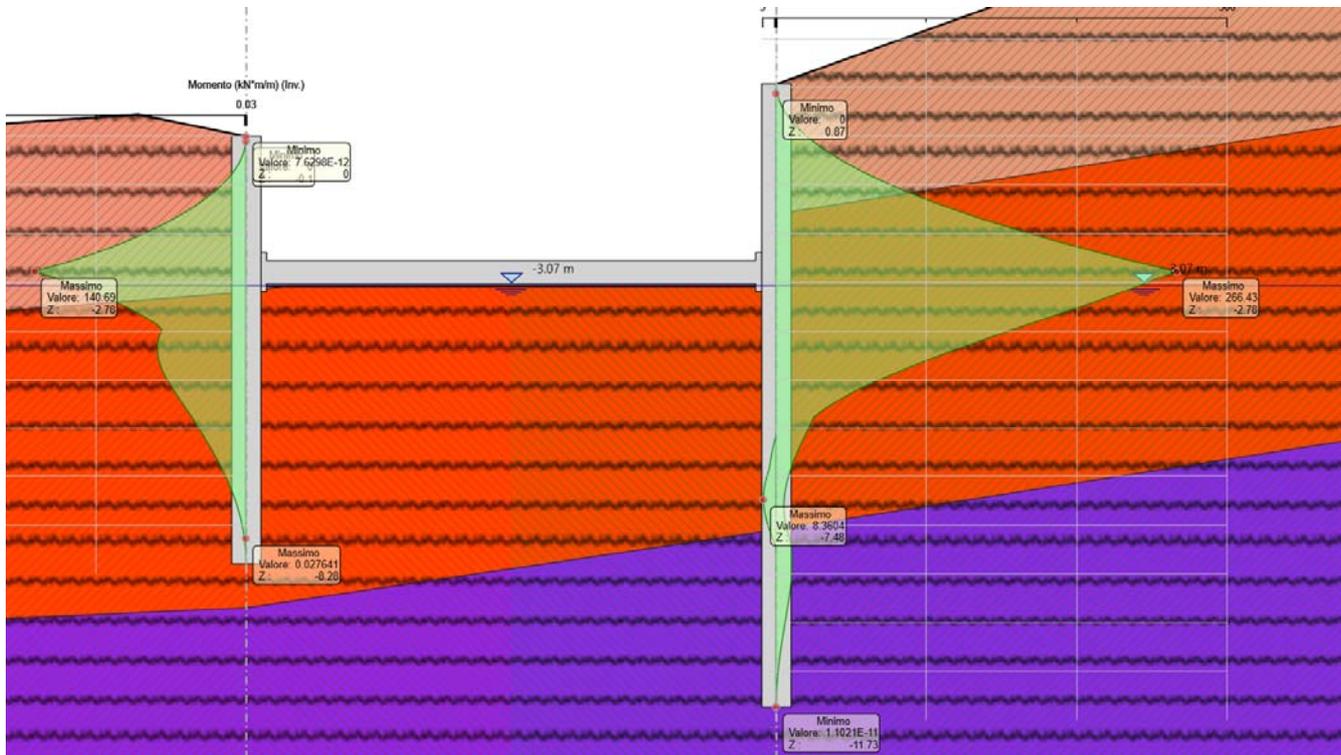


Figura 21: Involuppo SLU A1+M1+R1 - SLV – Azione flettente condizione drenata

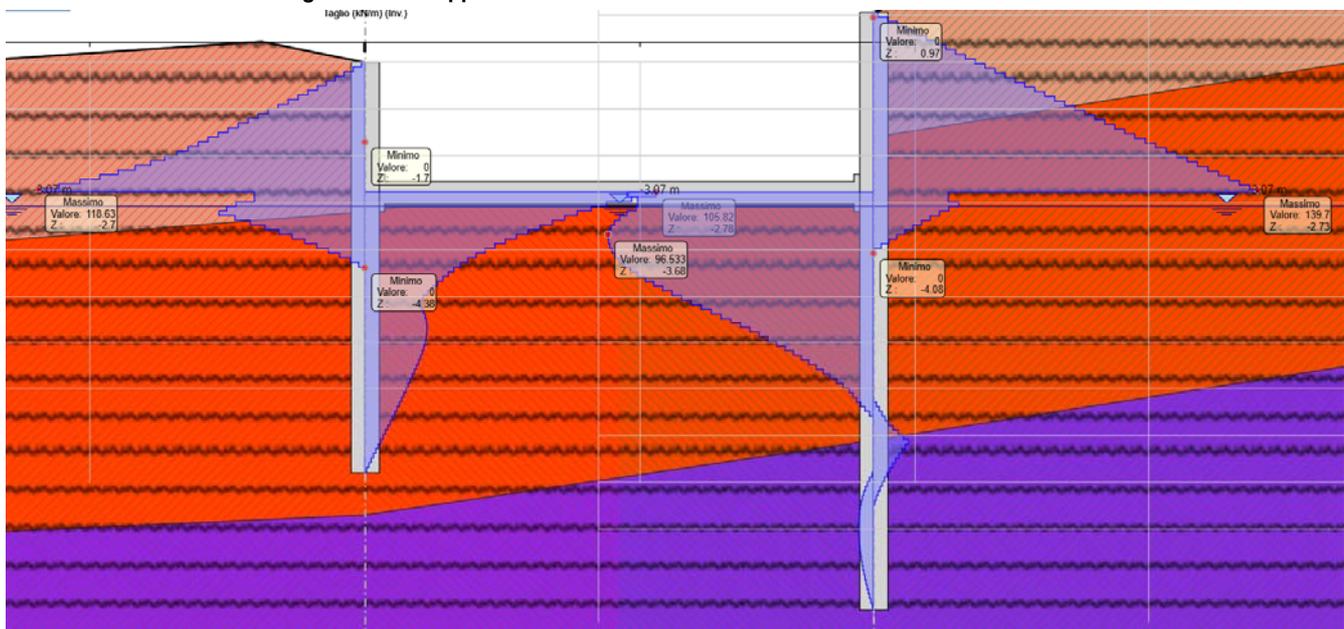


Figura 22: Involuppo SLU A1+M1+R1- SLV – Azione tagliante condizione drenata

|                                                                |                                                  |                                                                                                                             |                     |                         |           |                    |
|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE:<br>Conorzio<br>HIRPINIA AV                        | Soci<br>SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.   | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b><br><b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> |                     |                         |           |                    |
| PROGETTAZIONE:<br>Mandatara<br>ROCKSOIL S.P.A.                 | Mandanti<br>NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. |                                                                                                                             |                     |                         |           |                    |
| PROGETTO ESECUTIVO<br>Opere di sostegno – Relazione di calcolo | COMMESSA<br>IF28                                 | LOTTO<br>01                                                                                                                 | CODIFICA<br>E ZZ CL | DOCUMENTO<br>NV0405 001 | REV.<br>A | FOGLIO<br>25 di 69 |

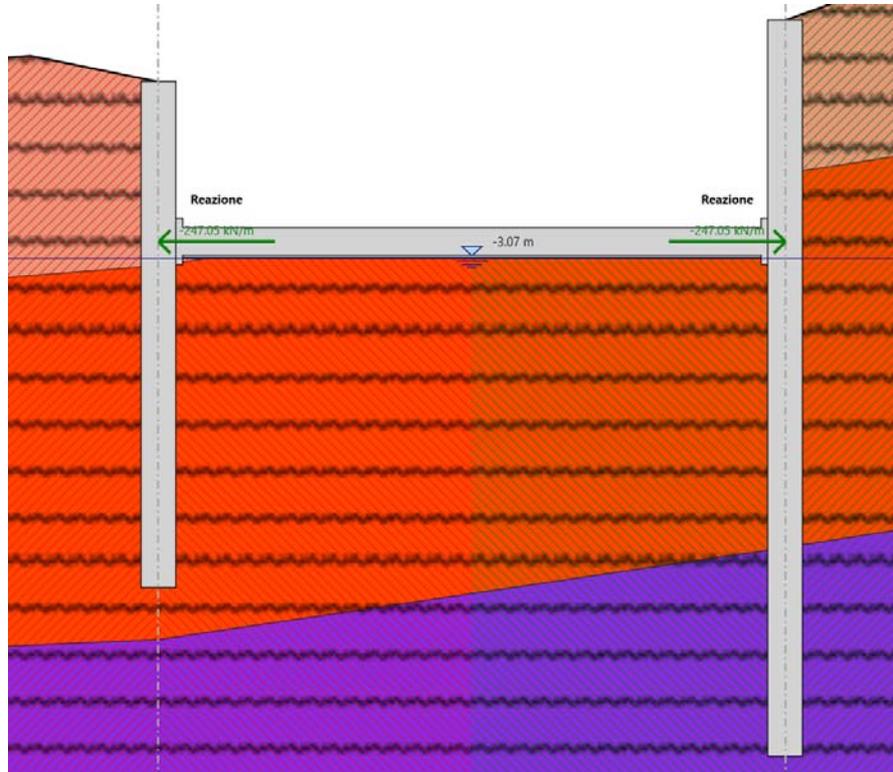


Figura 23: Involuppo SLU A1+M1+R1- SLV – Azione soletta condizione non drenata (-247.05 kN/m)

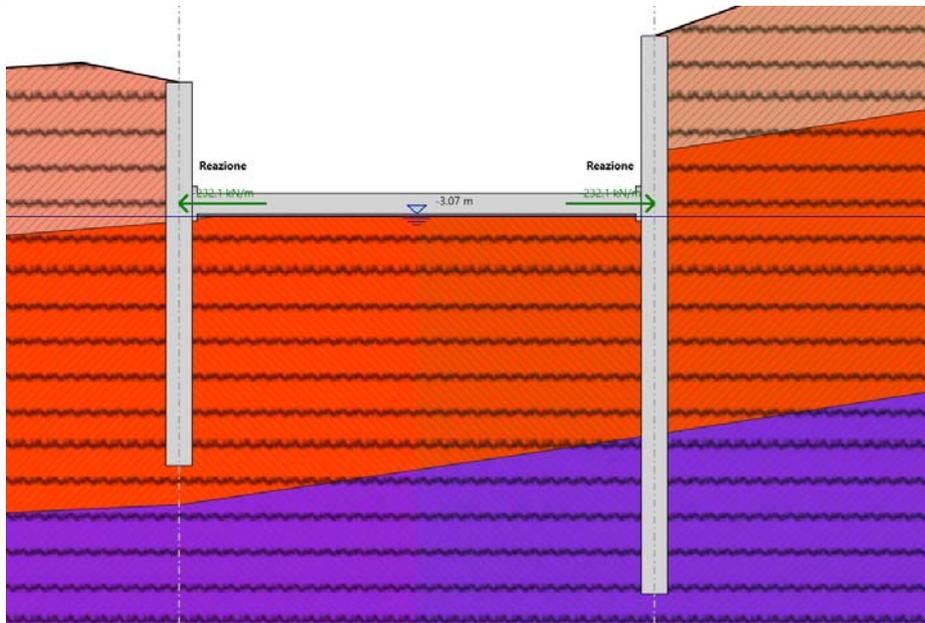


Figura 24: Involuppo SLU A1+M1+R1- SLV – Azione soletta condizione drenata (-232 kN/m)

|                                                                                             |                                                                                |             |                     |                         |           |                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE:<br>Conorzio Soci<br>HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A          | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>                                                |             |                     |                         |           |                    |
| PROGETTAZIONE:<br>Mandatara Mandanti<br>ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA<br/>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> |             |                     |                         |           |                    |
| PROGETTO ESECUTIVO<br>Opere di sostegno – Relazione di calcolo                              | COMMESSA<br>IF28                                                               | LOTTO<br>01 | CODIFICA<br>E ZZ CL | DOCUMENTO<br>NV0405 001 | REV.<br>A | FOGLIO<br>26 di 69 |

### 8.3 SINTESI DEI RISULTATI PER GLI STATI LIMITE GEOTECNICI (GEO)

Per le combinazioni finalizzate al dimensionamento geotecnico (Approccio 1 – Combinazione 2) è stata verificata la convergenza dell'elaborazione.

Il modello converge.

## 9 VERIFICHE

### 9.1 VERIFICHE STRUTTURALI PARATIA DI DESTRA L=12 M

La tabella seguente riassume le massime sollecitazioni sul singolo palo

|         | Momento flettente | Taglio |
|---------|-------------------|--------|
|         | [kN*m]            | [kN]   |
| SLU/SLV | 213.14            | 111.76 |
| SLE     | 33.92             | -      |

Armatura tipo del palo:

- armatura longitudinale 12 $\phi$ /18
- armatura trasversale spirale  $\phi$ /12 passo 20 cm
- copriferro netto 6 cm

La percentuale di armatura longitudinale è 1.1%, superiore al valore minimo prescritto pari a 0.3% (si veda 3.10.2.9 del MdP, parte II, sez. 3).

Come indicato al 2.5.1.8.3.2.3 "Requisiti concernenti la deformabilità delle fondazioni" del MdP, parte II, sezione 2, il limite di fessurazione per le strutture a permanente contatto con il terreno è 0.2 mm con riferimento alla combinazione SLE rara.

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

|                                                      |                                |                     |                     |
|------------------------------------------------------|--------------------------------|---------------------|---------------------|
| CALCESTRUZZO -                                       | Classe:                        | C25/30              |                     |
|                                                      | Resis. compr. di progetto fcd: | 14.160              | MPa                 |
|                                                      | Resis. compr. ridotta fcd':    | 7.080               | MPa                 |
|                                                      | Def.unit. max resistenza ec2:  | 0.0020              |                     |
|                                                      | Def.unit. ultima ecu:          | 0.0035              |                     |
|                                                      | Diagramma tensione-deformaz.:  | Parabola-Rettangolo |                     |
|                                                      | Modulo Elastico Normale Ec:    | 31475.0             | MPa                 |
|                                                      | Resis. media a trazione fctm:  | 2.560               | MPa                 |
|                                                      | Coeff. Omogen. S.L.E.:         | 15.00               |                     |
|                                                      | Coeff. Omogen. S.L.E.:         | 15.00               |                     |
|                                                      | ACCIAIO -                      | Tipo:               | B450C               |
| Resist. caratt. snervam. fyk:                        |                                | 450.00              | MPa                 |
| Resist. caratt. rottura ftk:                         |                                | 450.00              | MPa                 |
| Resist. snerv. di progetto fyd:                      |                                | 391.30              | MPa                 |
| Resist. ultima di progetto ftd:                      |                                | 391.30              | MPa                 |
| Deform. ultima di progetto Epu:                      |                                | 0.068               |                     |
| Modulo Elastico Ef                                   |                                | 2000000             | daN/cm <sup>2</sup> |
| Diagramma tensione-deformaz.:                        |                                | Bilineare finito    |                     |
| Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$ : |                                | 1.00                |                     |
| Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :  |                                | 0.50                |                     |
| Sf limite S.L.E. Comb. Rare:                         | 360.00                         | MPa                 |                     |

|                                                                                                                                         |                                                                                                                             |                           |                                   |                                       |                         |                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| <b>APPALTATORE:</b><br><u>Consorzio</u> <u>Soci</u><br><b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>          | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b><br><b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> |                           |                                   |                                       |                         |                                  |
| <b>PROGETTAZIONE:</b><br><u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u><br><b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b> |                                                                                                                             |                           |                                   |                                       |                         |                                  |
| <b>PROGETTO ESECUTIVO</b><br><b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>                                                            | <b>COMMESSA</b><br><b>IF28</b>                                                                                              | <b>LOTTO</b><br><b>01</b> | <b>CODIFICA</b><br><b>E ZZ CL</b> | <b>DOCUMENTO</b><br><b>NV0405 001</b> | <b>REV.</b><br><b>A</b> | <b>FOGLIO</b><br><b>27 di 69</b> |

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:                      Circolare  
Classe Conglomerato:                      C25/30

Raggio circ.:                      30.0 cm  
X centro circ.:                      0.0 cm  
Y centro circ.:                      0.0 cm

#### DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen.                      Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre  
Xcentro                      Ascissa [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate  
Ycentro                      Ordinata [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate  
Raggio                      Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate  
N°Barre                      Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza  
Ø                      Diametro [mm] della singola barra generata

| N°Gen. | Xcentro | Ycentro | Raggio | N°Barre | Ø  |
|--------|---------|---------|--------|---------|----|
| 1      | 0.0     | 0.0     | 21.9   | 12      | 18 |

#### ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe:                      12 mm  
Passo staffe:                      20.0 cm  
Staffe:                      Una sola staffa chiusa perimetrale

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N                      Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
Mx                      Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
Vy                      Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate

| N°Comb. | N    | Mx     | Vy     |
|---------|------|--------|--------|
| 1       | 0.00 | 213.14 | 111.76 |

#### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N                      Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx                      Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N    | Mx    | My   |
|---------|------|-------|------|
| 1       | 0.00 | 33.92 | 0.00 |

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver                      S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N                      Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compressione)  
Mx                      Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
N Res                      Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compress.)  
Mx Res                      Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia

|                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                |                   |          |                 |      |        |             |           |                |                   |          |                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------|----------|-----------------|------|--------|-------------|-----------|----------------|-------------------|----------|-----------------|
| APPALTATORE:<br>Consorzio Soci<br><b>HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.</b>          | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b><br><b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>                                                                                                                                                                     |                |                   |          |                 |      |        |             |           |                |                   |          |                 |
| PROGETTAZIONE:<br>Mandataria Mandanti<br><b>ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                |                   |          |                 |      |        |             |           |                |                   |          |                 |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>                                | <table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td><b>IF28</b></td> <td><b>01</b></td> <td><b>E ZZ CL</b></td> <td><b>NV0405 001</b></td> <td><b>A</b></td> <td><b>28 di 69</b></td> </tr> </table> | COMMESSA       | LOTTO             | CODIFICA | DOCUMENTO       | REV. | FOGLIO | <b>IF28</b> | <b>01</b> | <b>E ZZ CL</b> | <b>NV0405 001</b> | <b>A</b> | <b>28 di 69</b> |
| COMMESSA                                                                                             | LOTTO                                                                                                                                                                                                                                                                                       | CODIFICA       | DOCUMENTO         | REV.     | FOGLIO          |      |        |             |           |                |                   |          |                 |
| <b>IF28</b>                                                                                          | <b>01</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>E ZZ CL</b> | <b>NV0405 001</b> | <b>A</b> | <b>28 di 69</b> |      |        |             |           |                |                   |          |                 |

Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

| N°Comb | Ver | N    | Mx     | N Res | Mx Res | Mis.Sic. | As Totale |
|--------|-----|------|--------|-------|--------|----------|-----------|
| 1      | S   | 0.00 | 213.14 | 0.00  | 243.71 | 1.14     | 30.5(8.5) |

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
Xc max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
Yc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es min Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Xs min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
Ys min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es max Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Xs max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
Ys max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

| N°Comb | ec max  | Xc max | Yc max | es min  | Xs min | Ys min | es max   | Xs max | Ys max |
|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1      | 0.00350 | 0.0    | 30.0   | 0.00165 | 0.0    | 21.9   | -0.00837 | 0.0    | -21.9  |

**POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA**

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen.  
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]; deve essere < 0.45  
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

| N°Comb | a           | b           | c            | x/d | C.Rid. |
|--------|-------------|-------------|--------------|-----|--------|
| 1      | 0.000000000 | 0.000228758 | -0.003362748 |     |        |

**VERIFICHE A TAGLIO**

Diam. Staffe: 12 mm  
Passo staffe: 20.0 cm

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata  
Ved Taglio di progetto [kN] = Vy ortogonale all'asse neutro  
Vcd Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]  
Vwd Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]  
d | z Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro | Braccio coppia interna [cm]  
Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.  
I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.  
bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro  
E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.  
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato  
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione  
Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]  
A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]  
Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.  
L'area della legatura è ridotta col fattore L/d\_max con L=lungh.legat.proietta-  
ta sulla direz. del taglio e d\_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

| N°Comb | Ver | Ved    | Vcd    | Vwd    | d   z      | bw   | Ctg   | Acw   | Ast | A.Eff     |
|--------|-----|--------|--------|--------|------------|------|-------|-------|-----|-----------|
| 1      | S   | 111.76 | 714.09 | 176.85 | 48.1  40.0 | 50.5 | 1.000 | 1.000 | 7.1 | 11.3(0.0) |

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

|                                                                                                      |                                                                                |                    |                            |                                |                  |                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE:<br>Consorzio Soci<br><b>HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.</b>          | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>                                                |                    |                            |                                |                  |                           |
| PROGETTAZIONE:<br>Mandatario Mandanti<br><b>ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.</b> | <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA<br/>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> |                    |                            |                                |                  |                           |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>                                | COMMESSA<br><b>IF28</b>                                                        | LOTTO<br><b>01</b> | CODIFICA<br><b>E ZZ CL</b> | DOCUMENTO<br><b>NV0405 001</b> | REV.<br><b>A</b> | FOGLIO<br><b>29 di 69</b> |

|                |                                                                                              |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ver            | S = comb. verificata/ N = comb. non verificata                                               |
| Sc max         | Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]                        |
| Xc max, Yc max | Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)                      |
| Sf min         | Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]                                 |
| Xs min, Ys min | Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,0)                    |
| Ac eff.        | Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre         |
| As eff.        | Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure |

|        |     |        |        |        |        |        |        |         |         |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
| 1      | S   | 2.67   | 0.0    | 0.0    | -74.2  | 0.0    | -21.9  | 496     | 7.6     |

Fessurazione = 0.1 < 0.2 mm

Tensione cls = 2.67 MPa < 10 MPa (0.4 x fck a favore di sicurezza)

Tensione acciaio = 74.25 MPa < 337.5 MPa

## 9.2 VERIFICHE STRUTTURALI PARATIA DI SINISTRA L=8 M

La tabella seguente riassume le massime sollecitazioni sul singolo palo

|                | Momento flettente | Taglio |
|----------------|-------------------|--------|
|                | [kN*m]            | [kN]   |
| <b>SLU/SLV</b> | 112.55            | 96.22  |
| <b>SLE</b>     | 36.27             | -      |

Armatura tipo del palo:

- armatura longitudinale 12φ/16
- armatura trasversale spirale φ/12 passo 20 cm
- copriferro netto 6 cm

La percentuale di armatura longitudinale è 0.9%, superiore al valore minimo prescritto pari a 0.3% (si veda 3.10.2.9 del MdP, parte II, sez. 3).

Come indicato al 2.5.1.8.3.2.3 "Requisiti concernenti la deformabilità delle fondazioni" del MdP, parte II, sezione 2, il limite di fessurazione per le strutture a permanente contatto con il terreno è 0.2 mm con riferimento alla combinazione SLE rara.

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

|                |                                |                     |
|----------------|--------------------------------|---------------------|
| CALCESTRUZZO - | Classe:                        | C25/30              |
|                | Resis. compr. di progetto fcd: | 14.160 MPa          |
|                | Resis. compr. ridotta fcd':    | 7.080 MPa           |
|                | Def.unit. max resistenza ec2:  | 0.0020              |
|                | Def.unit. ultima ecu:          | 0.0035              |
|                | Diagramma tensione-deformaz.:  | Parabola-Rettangolo |
|                | Modulo Elastico Normale Ec:    | 31475.0 MPa         |
|                | Resis. media a trazione fctm:  | 2.560 MPa           |
|                | Coeff. Omogen. S.L.E.:         | 15.00               |
|                | Coeff. Omogen. S.L.E.:         | 15.00               |
| ACCIAIO -      | Tipo:                          | B450C               |
|                | Resist. caratt. snervam. fyk:  | 450.00 MPa          |
|                | Resist. caratt. rottura ftk:   | 450.00 MPa          |

|                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                        |          |            |          |           |      |        |      |    |         |            |   |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|----|---------|------------|---|----------|
| <b>APPALTATORE:</b><br><u>Consorzio</u> <u>Soci</u><br><b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>          | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b><br><b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>                                                                                                            |          |            |          |           |      |        |      |    |         |            |   |          |
| <b>PROGETTAZIONE:</b><br><u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u><br><b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b> |                                                                                                                                                                                                                                        |          |            |          |           |      |        |      |    |         |            |   |          |
| <b>PROGETTO ESECUTIVO</b><br><b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>                                                            | <table> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL</td> <td>NV0405 001</td> <td>A</td> <td>30 di 69</td> </tr> </table> | COMMESSA | LOTTO      | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF28 | 01 | E ZZ CL | NV0405 001 | A | 30 di 69 |
| COMMESSA                                                                                                                                | LOTTO                                                                                                                                                                                                                                  | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV.     | FOGLIO    |      |        |      |    |         |            |   |          |
| IF28                                                                                                                                    | 01                                                                                                                                                                                                                                     | E ZZ CL  | NV0405 001 | A        | 30 di 69  |      |        |      |    |         |            |   |          |

|                                                      |                  |                     |
|------------------------------------------------------|------------------|---------------------|
| Resist. snerv. di progetto fyd:                      | 391.30           | MPa                 |
| Resist. ultima di progetto ftd:                      | 391.30           | MPa                 |
| Deform. ultima di progetto Epu:                      | 0.068            |                     |
| Modulo Elastico Ef                                   | 2000000          | daN/cm <sup>2</sup> |
| Diagramma tensione-deformaz.:                        | Bilineare finito |                     |
| Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$ : | 1.00             |                     |
| Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :  | 0.50             |                     |
| Sf limite S.L.E. Comb. Rare:                         | 360.00           | MPa                 |

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:                      Circolare  
Classe Conglomerato:                      C25/30

Raggio circ.:                      30.0 cm  
X centro circ.:                      0.0 cm  
Y centro circ.:                      0.0 cm

#### DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen.                      Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre  
Xcentro                      Ascissa [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate  
Ycentro                      Ordinata [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate  
Raggio                      Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate  
N°Barre                      Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza  
 $\emptyset$                       Diametro [mm] della singola barra generata

| N°Gen. | Xcentro | Ycentro | Raggio | N°Barre | $\emptyset$ |
|--------|---------|---------|--------|---------|-------------|
| 1      | 0.0     | 0.0     | 22.0   | 12      | 16          |

#### ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe:                      12 mm  
Passo staffe:                      20.0 cm  
Staffe:                      Una sola staffa chiusa perimetrale

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N                      Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
Mx                      Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
Vy                      Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate

| N°Comb. | N    | Mx     | Vy    |
|---------|------|--------|-------|
| 1       | 0.00 | 112.55 | 96.22 |

#### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N                      Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx                      Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

| N°Comb. | N    | Mx    | My   |
|---------|------|-------|------|
| 1       | 0.00 | 36.27 | 0.00 |

#### RISULTATI DEL CALCOLO

|                                                                                               |                                                                                |             |                     |                         |           |                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE:<br>Consorzio Soci<br>HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.          | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>                                                |             |                     |                         |           |                    |
| PROGETTAZIONE:<br>Mandatario Mandanti<br>ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA<br/>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> |             |                     |                         |           |                    |
| PROGETTO ESECUTIVO<br>Opere di sostegno – Relazione di calcolo                                | COMMESSA<br>IF28                                                               | LOTTO<br>01 | CODIFICA<br>E ZZ CL | DOCUMENTO<br>NV0405 001 | REV.<br>A | FOGLIO<br>31 di 69 |

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 9.8 cm  
 Copriferro netto minimo staffe: 6.0 cm

#### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
 Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
 Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
 As Totale Area totale barre longitudinali [cm<sup>2</sup>]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

| N°Comb | Ver | N    | Mx     | N Res | Mx Res | Mis.Sic. | As Totale |
|--------|-----|------|--------|-------|--------|----------|-----------|
| 1      | S   | 0.00 | 112.55 | 0.00  | 200.47 | 1.78     | 24.1(8.5) |

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 Xc max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
 Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
 Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

| N°Comb | ec max  | Xc max | Yc max | es min  | Xs min | Ys min | es max   | Xs max | Ys max |
|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1      | 0.00350 | 0.0    | 30.0   | 0.00150 | 0.0    | 22.0   | -0.00951 | 0.0    | -22.0  |

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen.  
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45  
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

| N°Comb | a           | b           | c            | x/d | C.Rid. |
|--------|-------------|-------------|--------------|-----|--------|
| 1      | 0.000000000 | 0.000250115 | -0.004003451 |     |        |

#### VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 12 mm  
 Passo staffe: 20.0 cm

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata  
 Ved Taglio di progetto [kN] = Vy ortogonale all'asse neutro  
 Vcd Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]  
 Vwd Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]  
 d | z Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro | Braccio coppia interna [cm]  
 Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.  
 I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.  
 bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro  
 E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.  
 Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato

|                                                                                                      |                                                                                |                    |                            |                                |                  |                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|---------------------------|
| APPALTATORE:<br>Consorzio Soci<br><b>HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.</b>          | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>                                                |                    |                            |                                |                  |                           |
| PROGETTAZIONE:<br>Mandatario Mandanti<br><b>ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.</b> | <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA<br/>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> |                    |                            |                                |                  |                           |
| PROGETTO ESECUTIVO<br><b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>                                | COMMESSA<br><b>IF28</b>                                                        | LOTTO<br><b>01</b> | CODIFICA<br><b>E ZZ CL</b> | DOCUMENTO<br><b>NV0405 001</b> | REV.<br><b>A</b> | FOGLIO<br><b>32 di 69</b> |

Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione  
Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm<sup>2</sup>/m]  
A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm<sup>2</sup>/m]  
Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.  
L'area della legatura è ridotta col fattore L/d\_max con L=lungh.legat.proietta-  
sulla direz. del taglio e d\_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

| N°Comb | Ver | Ved   | Vcd    | Vwd    | d   z      | bw   | Ctg   | Acw   | Ast | A.Eff     |
|--------|-----|-------|--------|--------|------------|------|-------|-------|-----|-----------|
| 1      | S   | 96.22 | 708.78 | 181.29 | 49.0  41.0 | 48.9 | 1.000 | 1.000 | 6.0 | 11.3(0.0) |

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]  
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]  
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerata aderente alle barre  
As eff. Area barre [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1      | S   | 3.19   | 0.0    | 0.0    | -97.8  | 0.0    | -22.0  | 508     | 6.0     |

Fessurazione = 0.14 < 0.2 mm

Tensione cls = 3.19 MPa < 10 MPa (0.4 x fck a favore di sicurezza)

Tensione acciaio = 97.8 MPa < 337.5 MPa

### 9.3 DIMENSIONAMENTO CORDOLO PARATIA

I pali della paratia sono collegati in testa da un cordolo in c.a. di dimensioni 0.95m x 0.8 m.

Poiché tale elemento strutturale è marginalmente direttamente sollecitato dalla spinta del terreno, l'armatura longitudinale sarà costituita dal minimo previsto dalle NTC 2008 per le travi di fondazione (paragrafo 7.2.5), pari a 0.2% della sezione, sia superiormente che inferiormente.

In particolare l'armatura longitudinale prevede n.6+6 barre  $\phi$ 18 mm sull'altezza del cordolo (0.8 m) e n.3+3 barre  $\phi$ 18 mm sulla larghezza del cordolo (0.95 m), come armatura di confinamento.

Per l'armatura a taglio si fa riferimento a quanto indicato nel paragrafo 4.1.6.1.1 delle NTC 2008, pari a 1.5b, dove b è la base della sezione. Si prevedono dunque staffe  $\phi$ 14 mm/passso 20 cm.

### 9.4 VERIFICA ALLO SLU DI TIPO GEO (STATICA)

#### 9.4.1 Verifica delle spinte a valle della paratia

La verifica delle spinte a valle della paratia è condotta in accordo all'Approccio 1, Combinazione 2 (A2+M2+R1). Nella seguente figura si mostrano la risultante delle spinte agenti sulla paratia relativi alla fase di calcolo corrispondente al massimo scavo.

In particolare deve risultare che la spinta mobilitata a valle (Spinta Reale Efficace), moltiplicata per il coefficiente  $\gamma_F=1.0$ , sia inferiore alla resistenza del terreno (Massima Spinta Ammissibile) corrispondente alla spinta passiva divisa per il coefficiente di resistenza  $\gamma_R=1.0$ .

|                                                                                                                                                         |                                                                                                                             |                    |                            |                                |                  |                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|---------------------------|
| <b>APPALTATORE:</b><br>Consorzio                      Soci<br><b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGIO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.</b>          | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b><br><b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> |                    |                            |                                |                  |                           |
| <b>PROGETTAZIONE:</b><br>Mandataria                      Mandanti<br><b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b> |                                                                                                                             |                    |                            |                                |                  |                           |
| <b>PROGETTO ESECUTIVO</b><br><b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>                                                                            | COMMESSA<br><b>IF28</b>                                                                                                     | LOTTO<br><b>01</b> | CODIFICA<br><b>E ZZ CL</b> | DOCUMENTO<br><b>NV0405 001</b> | REV.<br><b>A</b> | FOGLIO<br><b>33 di 69</b> |

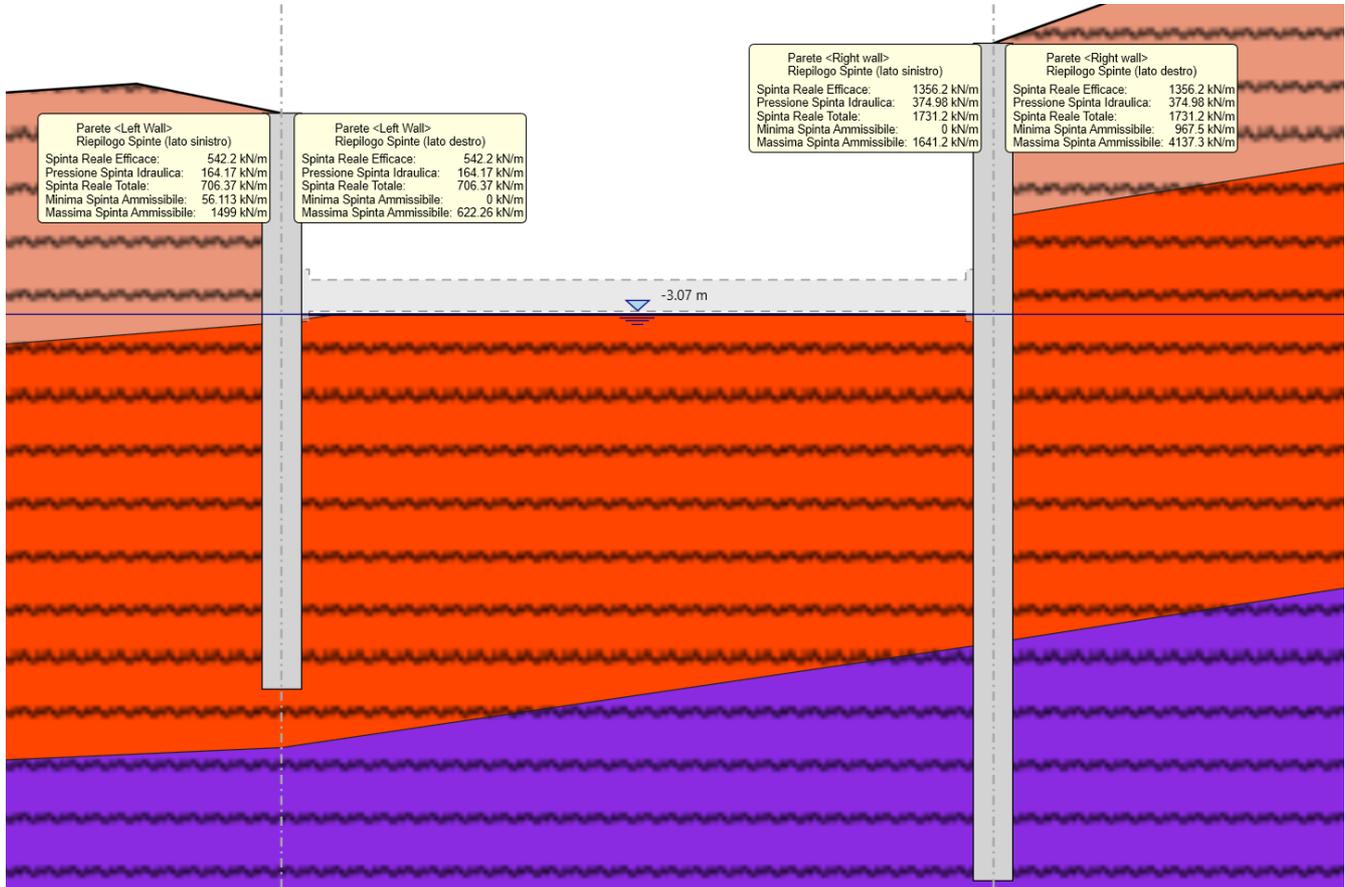


Figura 25: NV04. Spinte delle terre agenti in Fase 3 condizione drenata

Tabella 3: NV04. Verifica delle spinte a valle della paratia.

| Spinta reale efficace |   | Massima spinta ammissibile |
|-----------------------|---|----------------------------|
| 542.2                 | < | 622.26                     |
| 1356.2                | < | 1641.2                     |

|                                                                                                                                                         |                                                                                                                             |                    |                            |                                |                  |                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|---------------------------|
| <b>APPALTATORE:</b><br>Consorzio                      Soci<br><b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.</b>         | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b><br><b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> |                    |                            |                                |                  |                           |
| <b>PROGETTAZIONE:</b><br>Mandataria                      Mandanti<br><b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b> |                                                                                                                             |                    |                            |                                |                  |                           |
| <b>PROGETTO ESECUTIVO</b><br><b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>                                                                            | COMMESSA<br><b>IF28</b>                                                                                                     | LOTTO<br><b>01</b> | CODIFICA<br><b>E ZZ CL</b> | DOCUMENTO<br><b>NV0405 001</b> | REV.<br><b>A</b> | FOGLIO<br><b>34 di 69</b> |

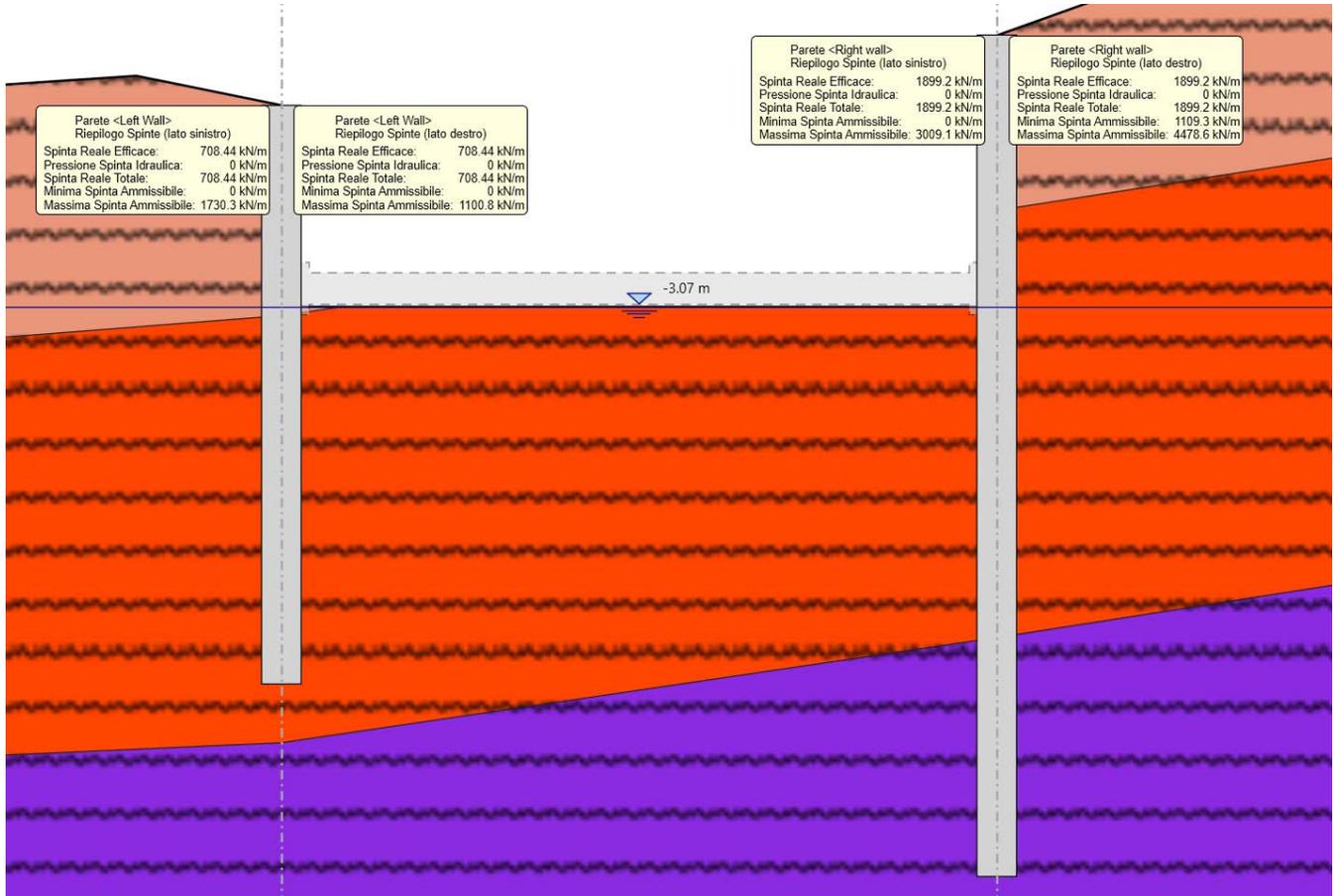


Figura 26: NV04. Spinte delle terre agenti in Fase 3 condizione non drenata

Tabella 4: NV04. Verifica delle spinte a valle della paratia.

| Spinta reale efficace |   | Massima spinta ammissibile |
|-----------------------|---|----------------------------|
| 708.44                | < | 1100.8                     |
| 1899.2                | < | 3009.1                     |

|                                                                                                                                                         |                                                                                                                             |                    |                            |                                |                  |                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|---------------------------|
| <b>APPALTATORE:</b><br>Consorzio                      Soci<br><b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.</b>         | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b><br><b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> |                    |                            |                                |                  |                           |
| <b>PROGETTAZIONE:</b><br>Mandataria                      Mandanti<br><b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b> |                                                                                                                             |                    |                            |                                |                  |                           |
| <b>PROGETTO ESECUTIVO</b><br>Opere di sostegno – Relazione di calcolo                                                                                   | COMMESSA<br><b>IF28</b>                                                                                                     | LOTTO<br><b>01</b> | CODIFICA<br><b>E ZZ CL</b> | DOCUMENTO<br><b>NV0405 001</b> | REV.<br><b>A</b> | FOGLIO<br><b>35 di 69</b> |

## 9.5 VERIFICA ALLO SLU DI TIPO GEO (SISMICA)

### 9.5.1 Verifica delle spinte a valle della paratia

La verifica delle spinte a valle della paratia è condotta ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e impiegando i parametri geotecnici e le resistenze di progetto. Nella seguente figura si mostrano la risultante delle spinte agenti sulla paratia relativi alla fase di calcolo corrispondente al massimo scavo in condizione sismica.

In particolare deve risultare che la spinta mobilitata a valle (Spinta Reale Efficace), moltiplicata per il coefficiente  $\gamma_F=1.0$ , sia inferiore alla resistenza del terreno (Massima Spinta Ammissibile) corrispondente alla spinta passiva divisa per il coefficiente di resistenza  $\gamma_R=1.0$ .

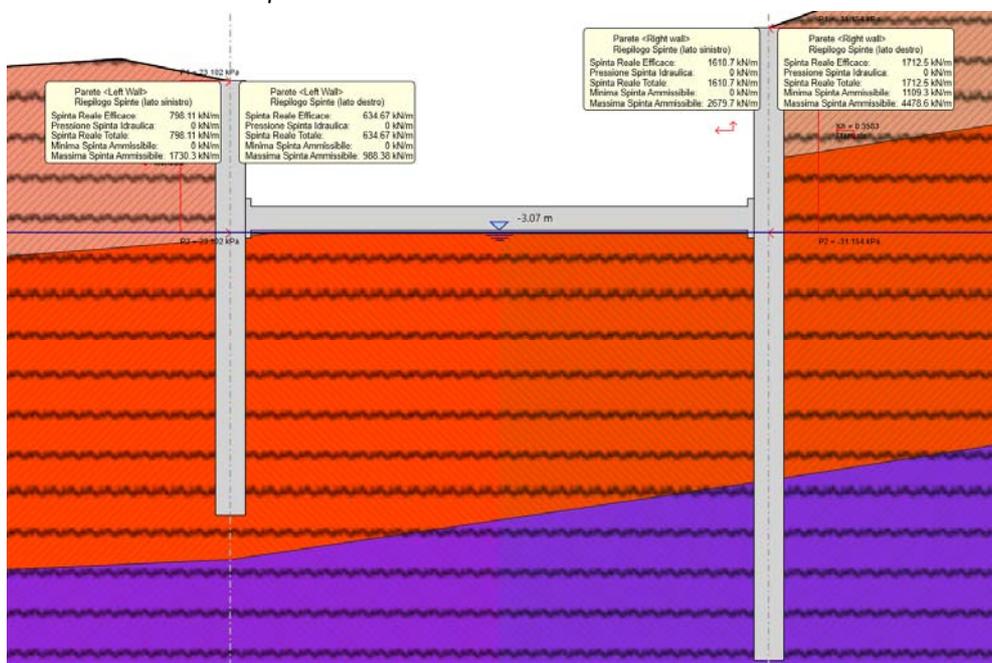


Figura 27: NV04. Spinte delle terre agenti in Fase 7 analisi drenata.

Tabella 5: NV04. Verifica delle spinte a valle della paratia.

| Spinta reale efficace |   | Massima spinta ammissibile |
|-----------------------|---|----------------------------|
| 634.67                | < | 988.38                     |
| 1610.7                | < | 2679.7                     |

|                                                                                                                                                         |                                                                                                                             |                    |                            |                                |                  |                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|---------------------------|
| <b>APPALTATORE:</b><br>Consorzio                      Soci<br><b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.</b>         | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b><br><b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> |                    |                            |                                |                  |                           |
| <b>PROGETTAZIONE:</b><br>Mandataria                      Mandanti<br><b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b> | <b>COMMESSA</b><br>IF28                                                                                                     | <b>LOTTO</b><br>01 | <b>CODIFICA</b><br>E ZZ CL | <b>DOCUMENTO</b><br>NV0405 001 | <b>REV.</b><br>A | <b>FOGLIO</b><br>36 di 69 |
| <b>PROGETTO ESECUTIVO</b><br><b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>                                                                            |                                                                                                                             |                    |                            |                                |                  |                           |

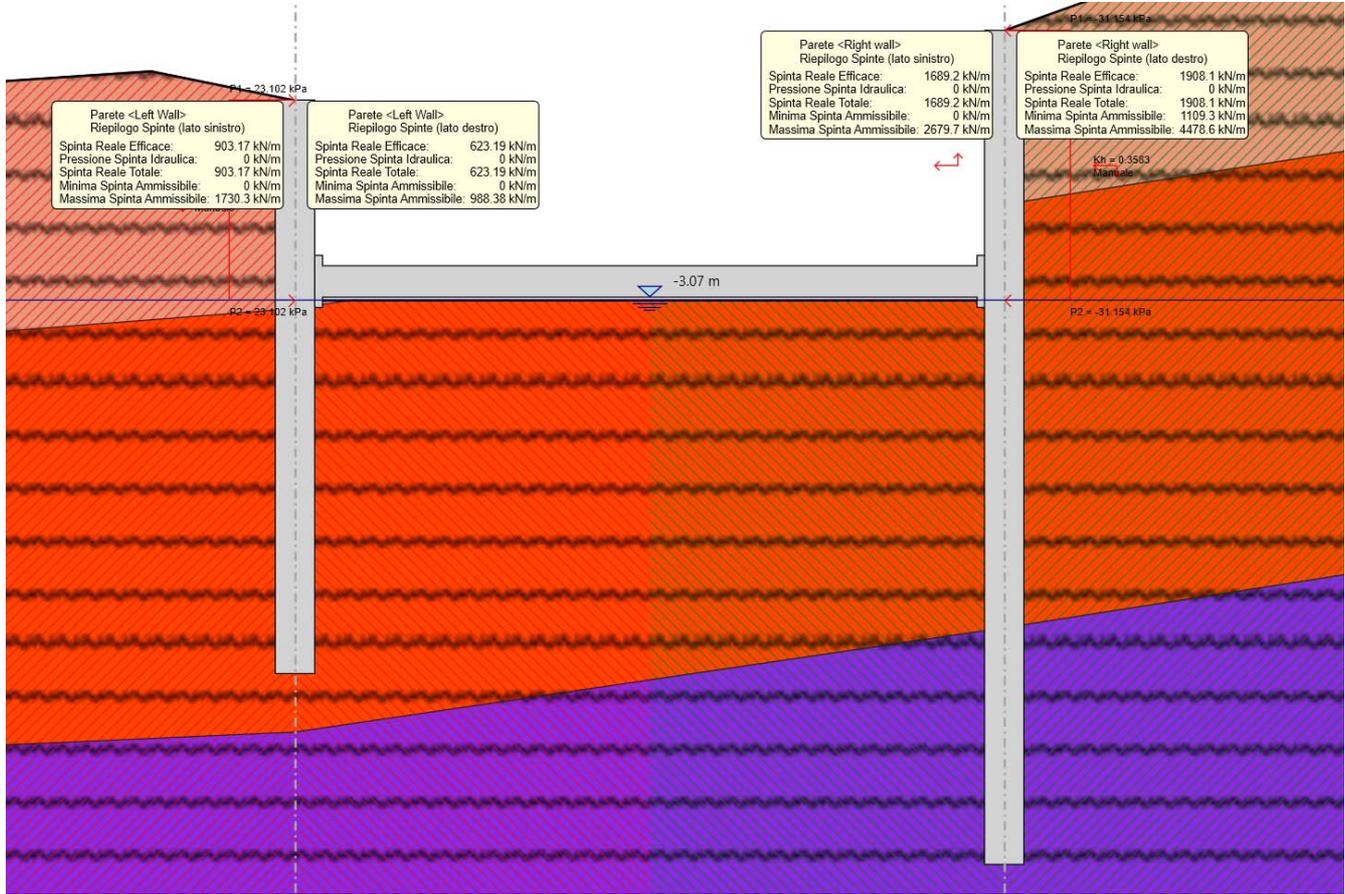


Figura 28: NV04. Spinte delle terre agenti in Fase 7 analisi non drenata.

Tabella 6: NV04. Verifica delle spinte a valle della paratia.

| Spinta reale efficace |   | Massima spinta ammissibile |
|-----------------------|---|----------------------------|
| 623.19                | < | 988.38                     |
| 1689.2                | < | 2679.7                     |

|                                                                                             |                                                                                |             |                     |                         |           |                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE:<br>Conorzio Soci<br>HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A           | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>                                                |             |                     |                         |           |                    |
| PROGETTAZIONE:<br>Mandatara Mandanti<br>ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA<br/>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> |             |                     |                         |           |                    |
| PROGETTO ESECUTIVO<br>Opere di sostegno – Relazione di calcolo                              | COMMESSA<br>IF28                                                               | LOTTO<br>01 | CODIFICA<br>E ZZ CL | DOCUMENTO<br>NV0405 001 | REV.<br>A | FOGLIO<br>37 di 69 |

## 9.6 VERIFICHE DI STABILITÀ GLOBALE

Si riportano successivamente le verifiche di stabilità globale in combinazione A2+M2+R2.

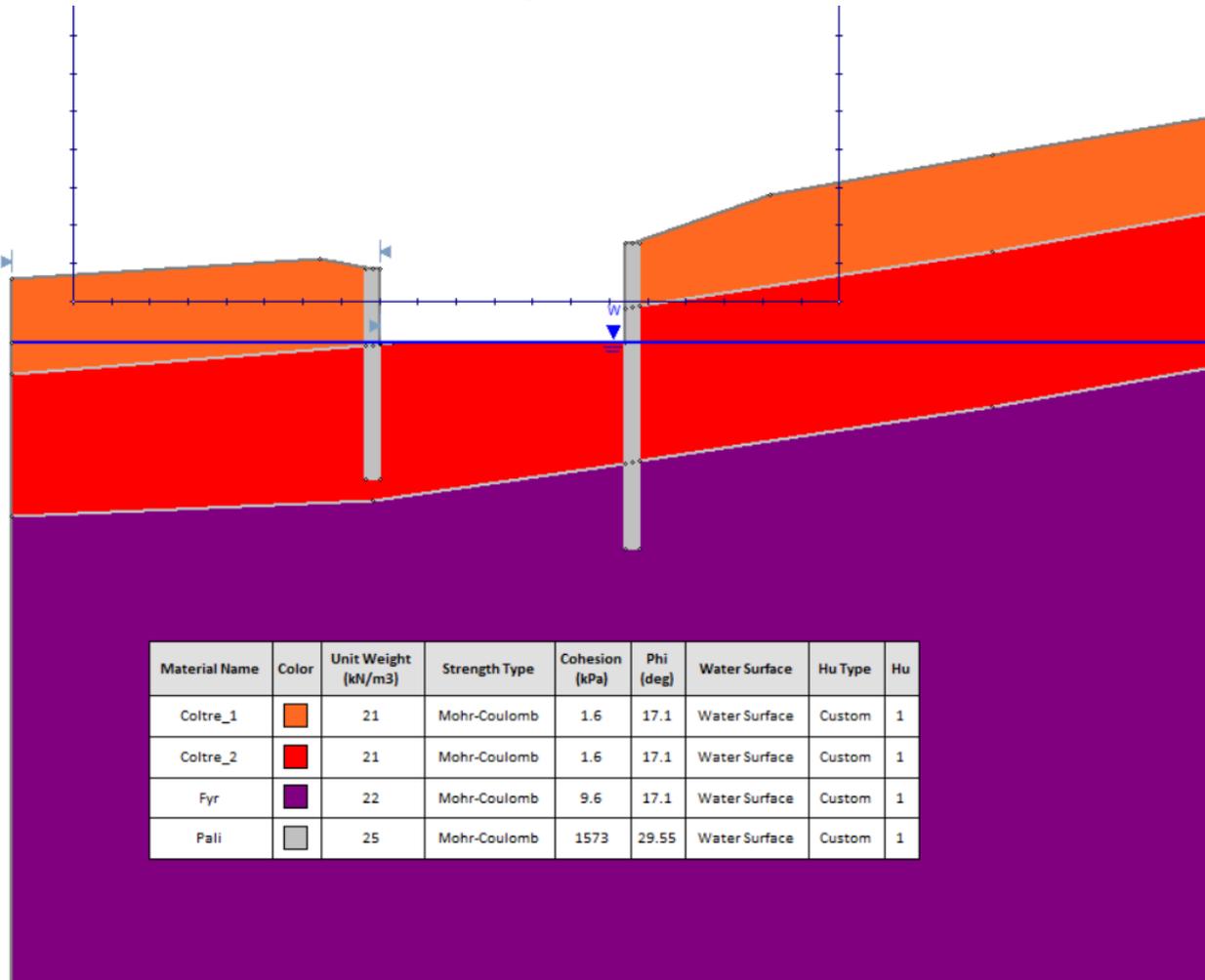


Figura 29 – Modello di calcolo

Parametri terreno combinazione M2

Coltre

$$\phi = 21^\circ, \phi_{M2} = 17.1^\circ$$

$$c' = 2 \text{ kPa}, c'_{M2} = 1.6 \text{ kPa}$$

$$c_u = 65 \text{ kPa}, c_{uM2} = 46.42 \text{ kPa}$$

$$c_u = 160 \text{ kPa}, c_{uM2} = 114.28 \text{ kPa}$$

FYR

$$\phi = 21^\circ, \phi_{M2} = 17.1^\circ$$

$$c' = 12 \text{ kPa}, c'_{M2} = 9.6 \text{ kPa}$$

$$c_u = 400 \text{ kPa}, c_{uM2} = 285.7 \text{ kPa}$$

|                                                                                                                                         |                                                                                                                             |                           |                                   |                                       |                         |                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| <b>APPALTATORE:</b><br><u>Consorzio</u> <u>Soci</u><br><b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>          | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b><br><b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> |                           |                                   |                                       |                         |                                  |
| <b>PROGETTAZIONE:</b><br><u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u><br><b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b> |                                                                                                                             |                           |                                   |                                       |                         |                                  |
| <b>PROGETTO ESECUTIVO</b><br><b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>                                                            | <b>COMMESSA</b><br><b>IF28</b>                                                                                              | <b>LOTTO</b><br><b>01</b> | <b>CODIFICA</b><br><b>E ZZ CL</b> | <b>DOCUMENTO</b><br><b>NV0405 001</b> | <b>REV.</b><br><b>A</b> | <b>FOGLIO</b><br><b>38 di 69</b> |

La paratia, costituita da pali  $\phi$  60 cm interasse 80 cm in calcestruzzo C25/30, è stata trasformata in un materiale tipo terreno.

Per determinare i parametri del terreno equivalente sono stati diagrammati i cerchi di Mohr del calcestruzzo C25/30 da cui sono stati determinati i parametri  $\phi = 60^\circ$ ,  $c' = 3340$  kPa. Considerando che la paratia ha un'interasse di 0.8 m e quindi parte della sezione (indicata in rosso) è occupata da terreno, sono stati determinati i parametri di calcolo proporzionalmente all'area occupata dal terreno e dal calcestruzzo. I parametri determinati sono i seguenti:

$$\phi = 35.33^\circ, \phi_{M2} = 29.55^\circ$$

$$c' = 1966 \text{ kPa}, c'_{M2} = 1573 \text{ kPa}$$

#### Parametri sismici

$$a_g = 0.2689$$

$$S_s = 1.3326$$

$$S_t = 1$$

$$a_{max} = 0.358336$$

$$\beta = 0.28$$

$$K_h = 0.1003$$

$$K_v = 0.0502$$

|                                                                                                                                                         |                                                                                                                             |                    |                            |                                |                  |                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|---------------------------|
| <b>APPALTATORE:</b><br>Consorzio                      Soci<br><b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A</b>          | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b><br><b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> |                    |                            |                                |                  |                           |
| <b>PROGETTAZIONE:</b><br>Mandataria                      Mandanti<br><b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b> | COMMESSA<br><b>IF28</b>                                                                                                     | LOTTO<br><b>01</b> | CODIFICA<br><b>E ZZ CL</b> | DOCUMENTO<br><b>NV0405 001</b> | REV.<br><b>A</b> | FOGLIO<br><b>39 di 69</b> |
| <b>PROGETTO ESECUTIVO</b><br><b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>                                                                            |                                                                                                                             |                    |                            |                                |                  |                           |

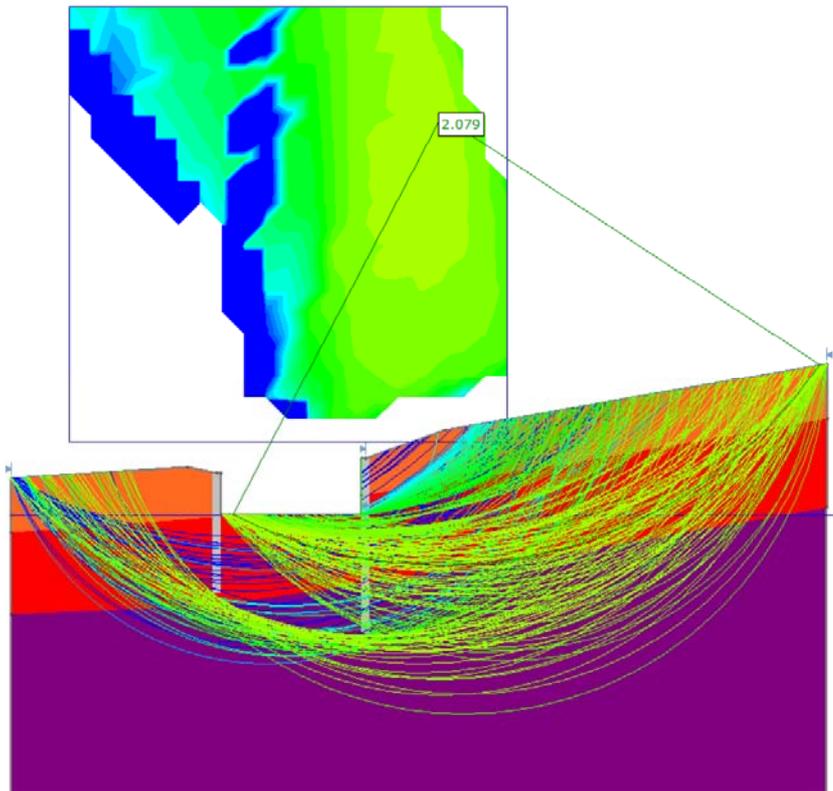
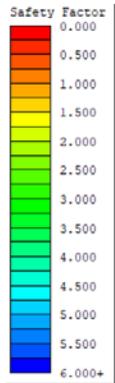
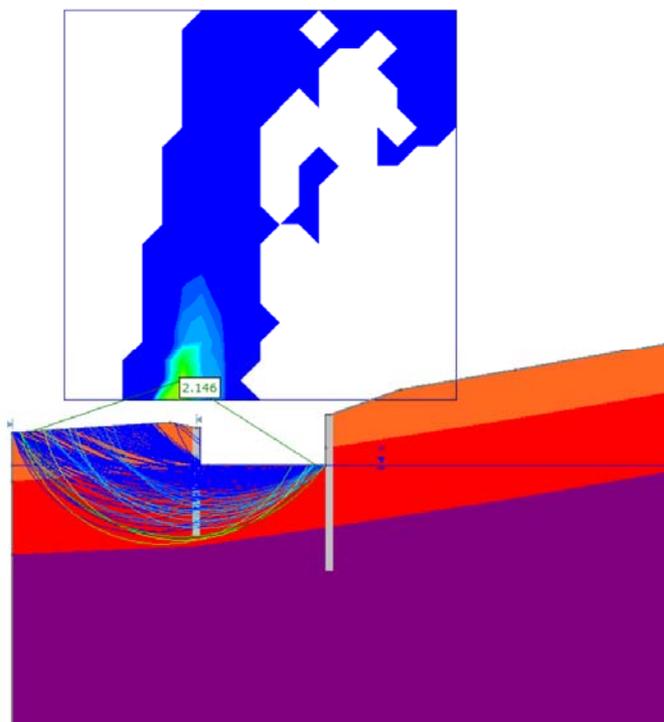
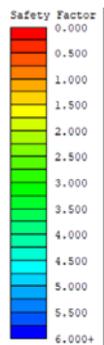
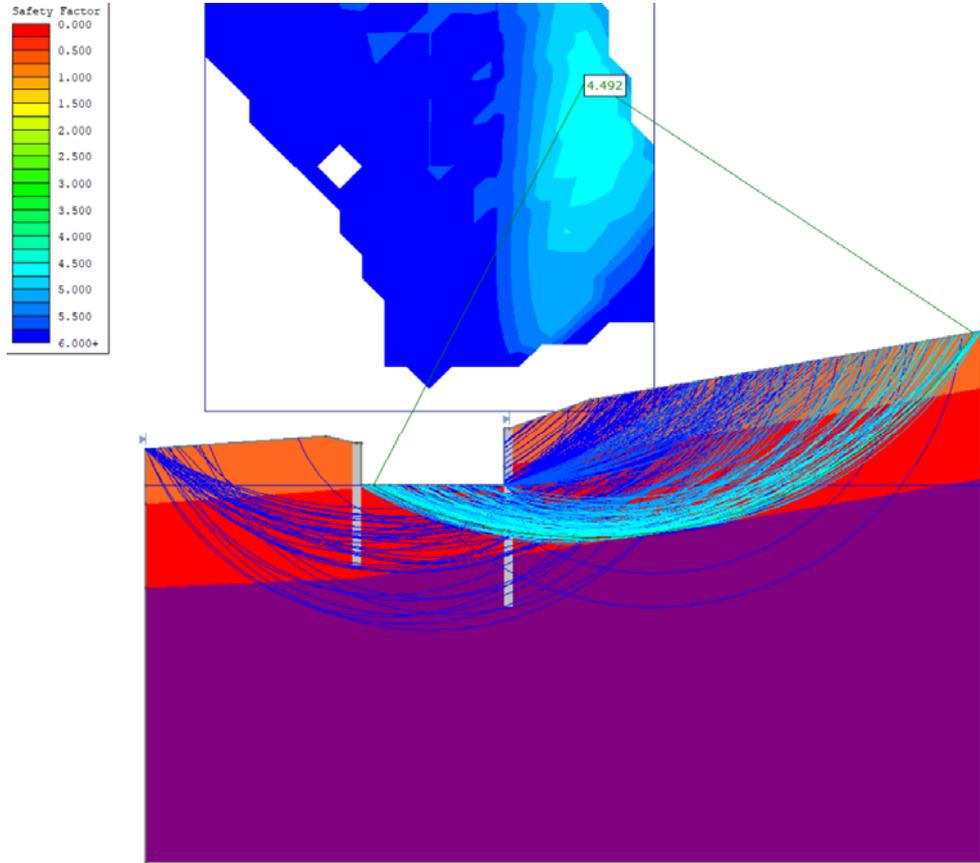


Figura 30 – Condizione drenata statica  $R3 = 2.079 > 1.1$  paratia di destra

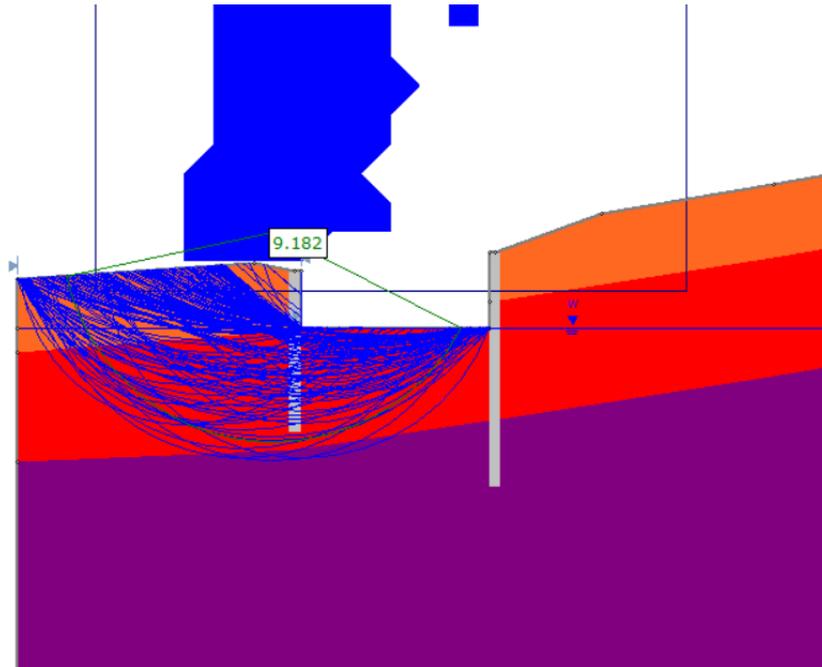


|                                                                                                                                                         |  |                                                                                                                             |             |                     |                         |           |                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| <b>APPALTATORE:</b><br>Consorzio                      Soci<br><b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A</b>          |  | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b><br><b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> |             |                     |                         |           |                    |
| <b>PROGETTAZIONE:</b><br>Mandataria                      Mandanti<br><b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b> |  | COMMESSA<br>IF28                                                                                                            | LOTTO<br>01 | CODIFICA<br>E ZZ CL | DOCUMENTO<br>NV0405 001 | REV.<br>A | FOGLIO<br>40 di 69 |
| <b>PROGETTO ESECUTIVO</b><br>Opere di sostegno – Relazione di calcolo                                                                                   |  |                                                                                                                             |             |                     |                         |           |                    |

**Figura 31 – Condizione drenata statica R3 = 2.146 > 1.1 paratia di sinistra**

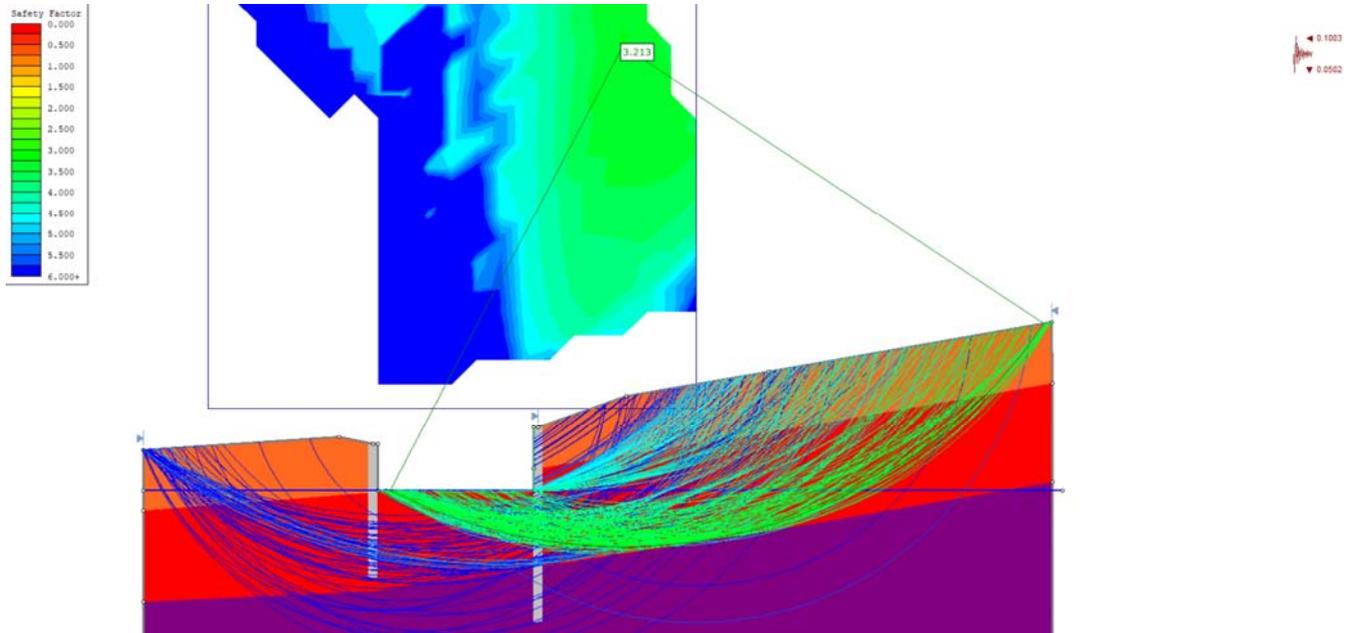


**Figura 32 – Condizione non drenata statica R3 = 4.492 > 1.1 paratia di destra**

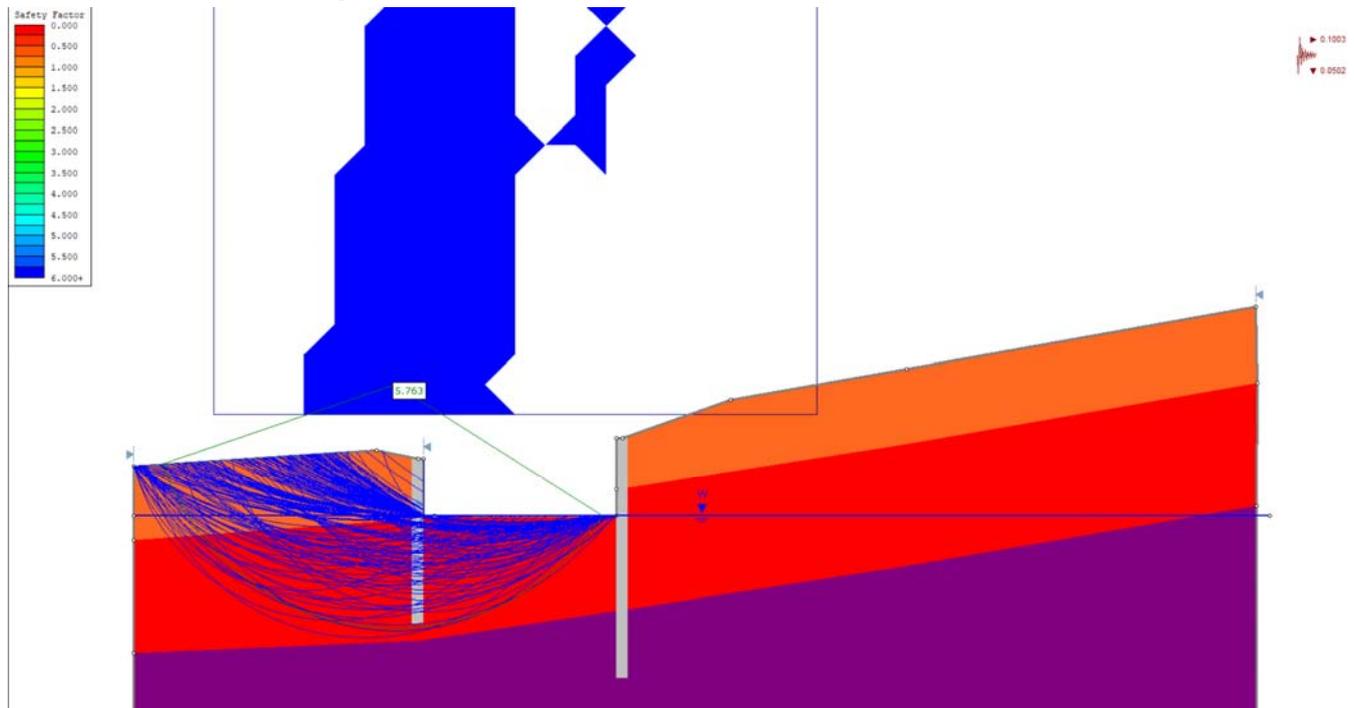


**Figura 33 – Condizione non drenata statica R3 = 9.182 > 1.1 paratia di sinistra**

|                                                                                                                                                          |                                                                                                                             |                    |                            |                                |                  |                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|---------------------------|
| <b>APPALTATORE:</b><br>Consorzio                      Soci<br><b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGIO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.</b>           | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b><br><b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> |                    |                            |                                |                  |                           |
| <b>PROGETTAZIONE:</b><br>Mandataria                      Mandanti<br><b>ROCKSOIL S.P.A.                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b> | COMMESSA<br><b>IF28</b>                                                                                                     | LOTTO<br><b>01</b> | CODIFICA<br><b>E ZZ CL</b> | DOCUMENTO<br><b>NV0405 001</b> | REV.<br><b>A</b> | FOGLIO<br><b>41 di 69</b> |
| <b>PROGETTO ESECUTIVO</b><br><b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>                                                                             |                                                                                                                             |                    |                            |                                |                  |                           |



**Figura 34 – Condizione non drenata sismica R3 = >1.1 paratia di destra**



**Figura 35 – Condizione non drenata sismica R3 = >1.1 paratia di sinistra**

In tutte le verifiche R3 risulta maggiore di 1.1 per cui risultano soddisfatte.  
 Verifica della scarpata a monte con banche pendenza 1/2 ( B= 4 m H =2 m , banca L=1.5m)

|                                                                                                                                                         |                                                                                                                             |                    |                            |                                |                  |                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|---------------------------|
| <b>APPALTATORE:</b><br>Consorzio                      Soci<br><b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGIO S.P.A.    ASTALDI S.P.A</b>           | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b><br><b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> |                    |                            |                                |                  |                           |
| <b>PROGETTAZIONE:</b><br>Mandataria                      Mandanti<br><b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b> | <b>COMMESSA</b><br>IF28                                                                                                     | <b>LOTTO</b><br>01 | <b>CODIFICA</b><br>E ZZ CL | <b>DOCUMENTO</b><br>NV0405 001 | <b>REV.</b><br>A | <b>FOGLIO</b><br>42 di 69 |
| <b>PROGETTO ESECUTIVO</b><br>Opere di sostegno – Relazione di calcolo                                                                                   |                                                                                                                             |                    |                            |                                |                  |                           |

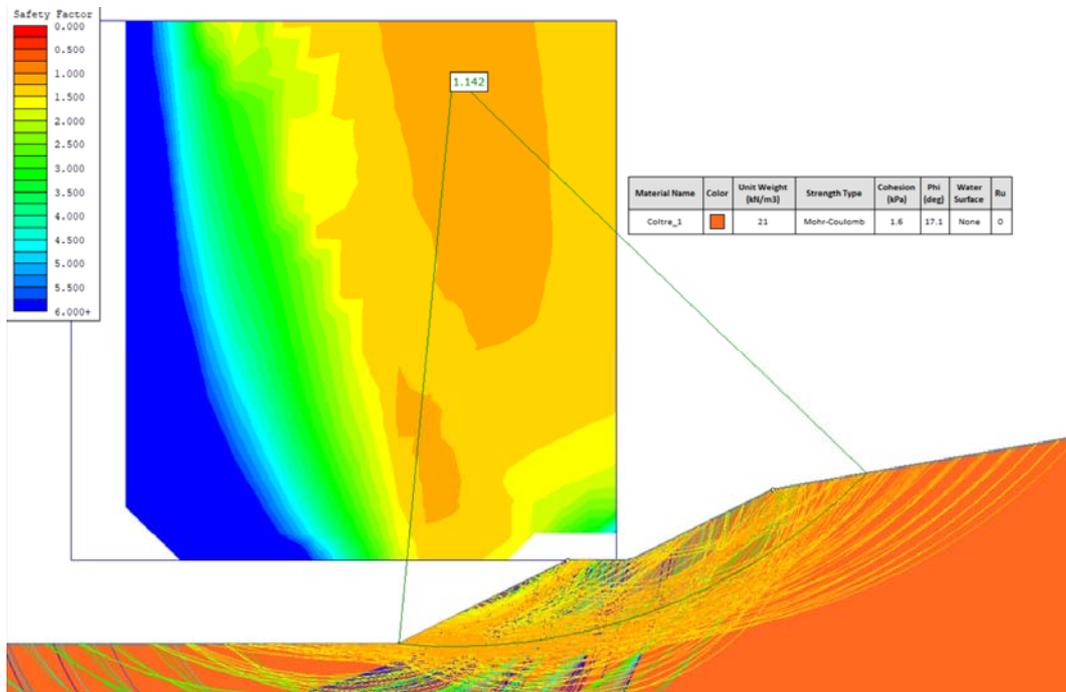


Figura 36 – Condizione drenata statica R3 = 1.14 > 1.1

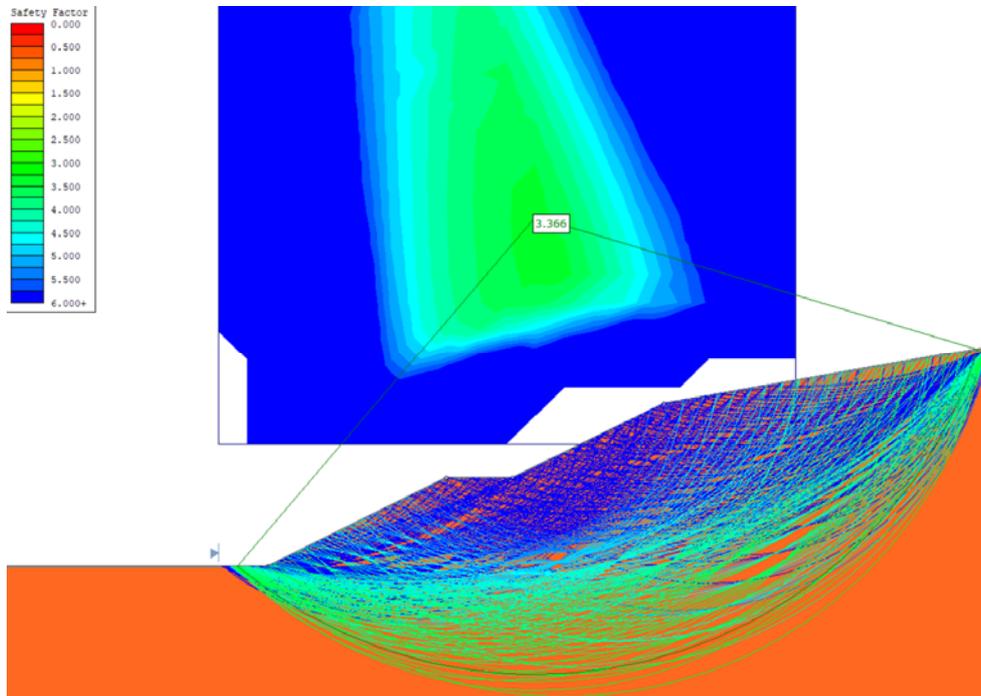


Figura 37 – Condizione non drenata statica R3 = 3.366 > 1.1

|                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |          |            |      |          |  |          |       |          |           |      |        |      |    |         |            |   |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------|------|----------|--|----------|-------|----------|-----------|------|--------|------|----|---------|------------|---|----------|
| <b>APPALTATORE:</b><br><u>Conorzio</u> <u>Soci</u><br><b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>           | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b><br><b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |          |            |      |          |  |          |       |          |           |      |        |      |    |         |            |   |          |
| <b>PROGETTAZIONE:</b><br><u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u><br><b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b> | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF28</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">E ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">NV0405 001</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">43 di 69</td> </tr> </table> |          |            |      |          |  | COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF28 | 01 | E ZZ CL | NV0405 001 | A | 43 di 69 |
| COMMESSA                                                                                                                                | LOTTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV. | FOGLIO   |  |          |       |          |           |      |        |      |    |         |            |   |          |
| IF28                                                                                                                                    | 01                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | E ZZ CL  | NV0405 001 | A    | 43 di 69 |  |          |       |          |           |      |        |      |    |         |            |   |          |
| <b>PROGETTO ESECUTIVO</b><br><b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |          |            |      |          |  |          |       |          |           |      |        |      |    |         |            |   |          |

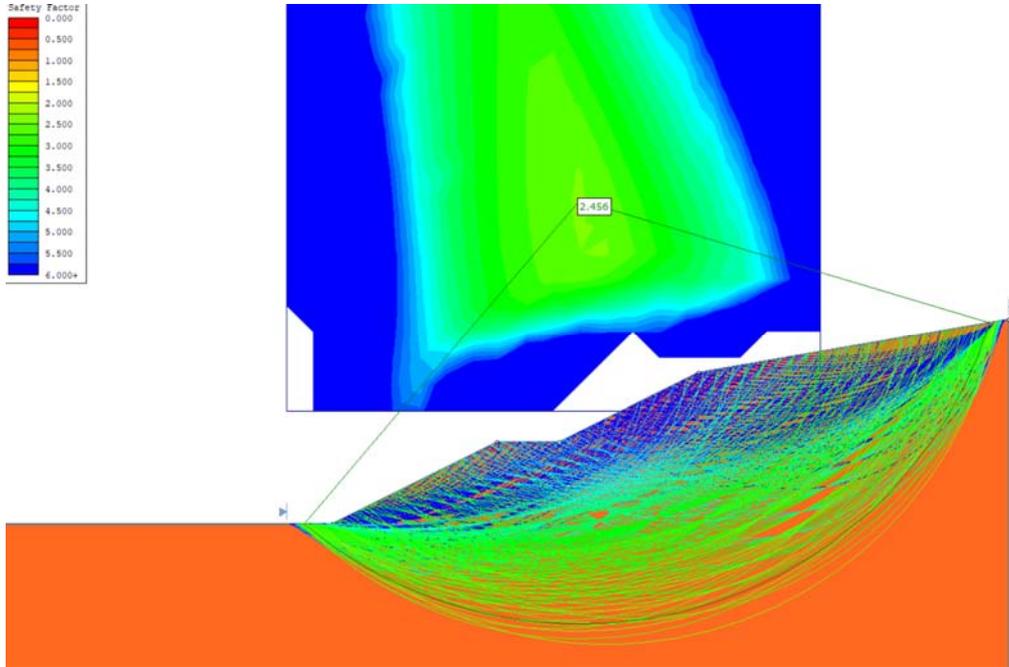


Figura 38 – Condizione non drenata sismica  $R_3 = 2.456 > 1.1$

|                                                                                              |                                                                                |             |                     |                         |           |                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE:<br>Conorzio Soci<br>HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.          | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>                                                |             |                     |                         |           |                    |
| PROGETTAZIONE:<br>Mandatara Mandanti<br>ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA<br/>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> |             |                     |                         |           |                    |
| PROGETTO ESECUTIVO<br>Opere di sostegno – Relazione di calcolo                               | COMMESSA<br>IF28                                                               | LOTTO<br>01 | CODIFICA<br>E ZZ CL | DOCUMENTO<br>NV0405 001 | REV.<br>A | FOGLIO<br>44 di 69 |

## 10 MURO AD “U” INTERNO ALLA PARATIA

### 10.1 DESCRIZIONE DELL’OPERA

L’opera di seguito descritta è un muro ad “U” la cui fondazione funge da puntello tra le paratie precedentemente analizzate. Il muro si sviluppa dalla pk. 0+5.850 alla pk. 0+73.000 per una lunghezza complessiva di circa 68.00 metri lineari. La larghezza della fondazione è variabile da 8.50m a 10.20m, come anche l’altezza dei piedritti ed in generale il piedritto nord (lato destro in sezione trasversale) ha un’altezza maggiore del piedritto lato sud. Di seguito si riporta una sezione tipo:

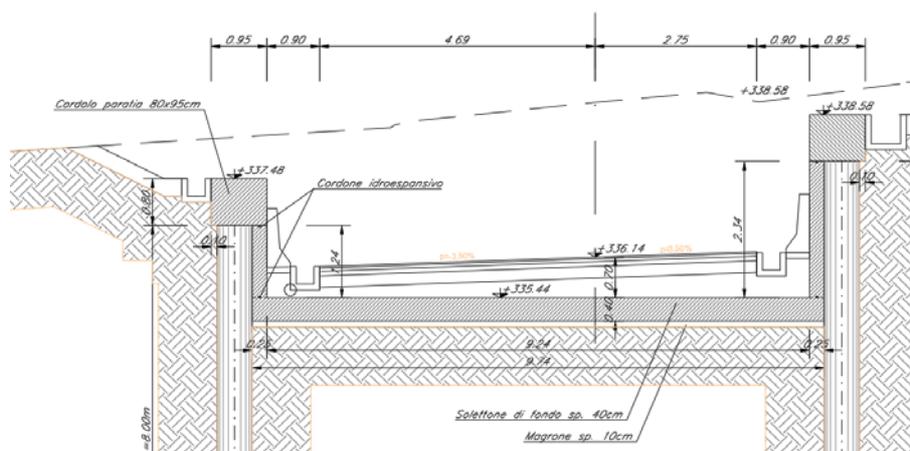


Figura 39 – Sezione trasversale tipo

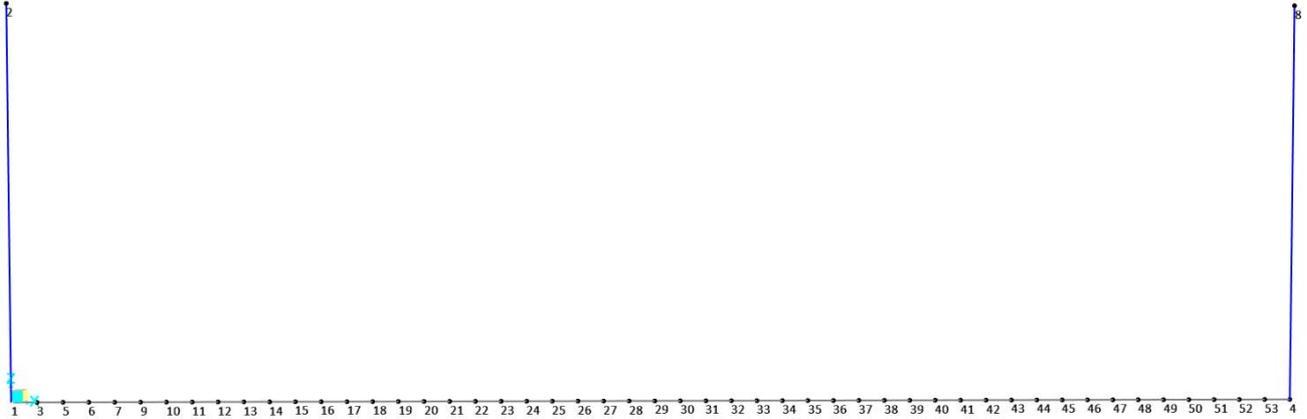
La sezione analizzata, rappresentativa dell’intero sviluppo dell’opera, presenta altezza dei piedritti e larghezza della soletta di fondazione massime tra le sezioni in esame ed ha la seguente geometria:

| DATI GEOMETRICI             |         |        |      |
|-----------------------------|---------|--------|------|
| Grandezza                   | Simbolo | Valore | U.M. |
| Larghezza totale            | Ltot    | 10.20  | m    |
| Larghezza interna           | Lint    | 9.70   | m    |
| Larghezza interasse         | La      | 9.95   | m    |
| Spessore piedritti          | Sp      | 0.25   | m    |
| Spessore fondazione         | Sf      | 0.40   | m    |
| Altezza totale              | Htot    | 3.30   | m    |
| Altezza libera              | Hint    | 2.90   | m    |
| Spessore medio ricoprimento | Hric    | 0.65   | m    |

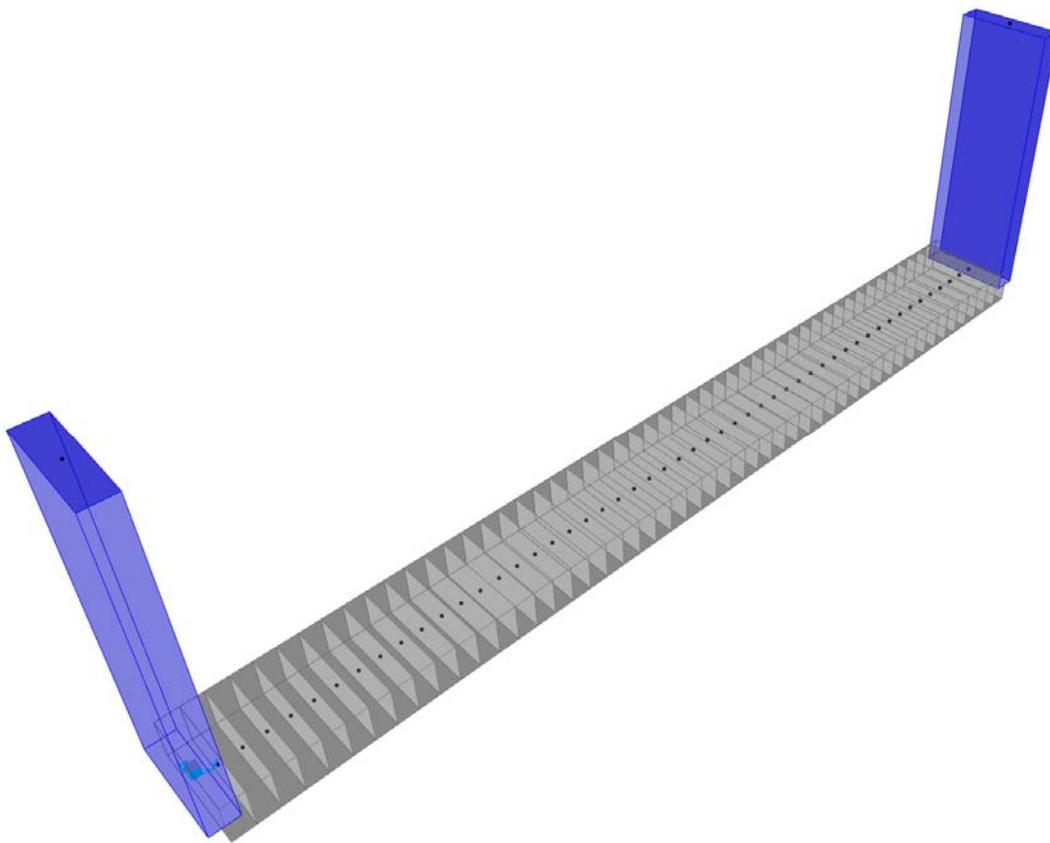
Tabella 10.1: Dati geometrici

Le analisi per il calcolo delle sollecitazioni agenti sono state condotte su una “fetta” di struttura di 1.00 m. Il modello di calcolo attraverso il quale è schematizzata la struttura è di seguito indicato.

|                                                                                                                                         |                                                                                                                             |                           |                                   |                                       |                         |                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| <b>APPALTATORE:</b><br><u>Consorzio</u> <u>Soci</u><br><b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>          | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b><br><b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> |                           |                                   |                                       |                         |                                  |
| <b>PROGETTAZIONE:</b><br><u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u><br><b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b> |                                                                                                                             |                           |                                   |                                       |                         |                                  |
| <b>PROGETTO ESECUTIVO</b><br><b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>                                                            | <b>COMMESSA</b><br><b>IF28</b>                                                                                              | <b>LOTTO</b><br><b>01</b> | <b>CODIFICA</b><br><b>E ZZ CL</b> | <b>DOCUMENTO</b><br><b>NV0405 001</b> | <b>REV.</b><br><b>A</b> | <b>FOGLIO</b><br><b>45 di 69</b> |



**Figura 10-40 – Vista standard del modello di calcolo**



**Figura 10-41 – Vista estrusa del modello di calcolo**

Nella modellazione vengono impiegati elementi finiti di tipo trave. Ai suddetti elementi sono assegnate le caratteristiche inerziali della struttura reale derivanti dalle proprietà dei materiali e dalla geometria della sezione. La geometria del modello ricalca la linea baricentrica degli elementi costituenti l'opera (modello in asse).

|                                                                                                                                         |                                                                                                                             |                           |                                   |                                       |                         |                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| <b>APPALTATORE:</b><br><u>Consorzio</u> <u>Soci</u><br><b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>          | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b><br><b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> |                           |                                   |                                       |                         |                                  |
| <b>PROGETTAZIONE:</b><br><u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u><br><b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b> |                                                                                                                             |                           |                                   |                                       |                         |                                  |
| <b>PROGETTO ESECUTIVO</b><br><b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>                                                            | <b>COMMESSA</b><br><b>IF28</b>                                                                                              | <b>LOTTO</b><br><b>01</b> | <b>CODIFICA</b><br><b>E ZZ CL</b> | <b>DOCUMENTO</b><br><b>NV0405 001</b> | <b>REV.</b><br><b>A</b> | <b>FOGLIO</b><br><b>46 di 69</b> |

## 10.2 MODELLAZIONE DELL'INTERAZIONE SUOLO – STRUTTURA

|    |                         |                                     |
|----|-------------------------|-------------------------------------|
| E  | 53000 kN/m <sup>2</sup> | modulo d Young                      |
| bt | 10.20 m                 | larghezza trasversale               |
| bl | 1.00 m                  | profondità                          |
| ks | 14987 kN/m <sup>3</sup> | modulo di reazione verticale (Vogt) |

La soletta inferiore viene suddivisa in 50 elementi di pari lunghezza, ossia 51 nodi ai quali sono assegnate le seguenti molle verticali e orizzontali.

### Molle verticali

$$K_{verticale} = K_s * (Sp/2 + L_{int} + Sp/2) / 50 = 2982 \text{ kN/m}$$

### Molle orizzontali

$$K_{orizzontale} = 0.40 * K_{verticale} = 2982 * 0.40 = 1193 \text{ kN/m}$$

|                                                                                                                                         |                                                                                                                             |                           |                                   |                                       |                         |                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| <b>APPALTATORE:</b><br><u>Consorzio</u> <u>Soci</u><br><b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>          | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b><br><b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> |                           |                                   |                                       |                         |                                  |
| <b>PROGETTAZIONE:</b><br><u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u><br><b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b> |                                                                                                                             |                           |                                   |                                       |                         |                                  |
| <b>PROGETTO ESECUTIVO</b><br><b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>                                                            | <b>COMMESSA</b><br><b>IF28</b>                                                                                              | <b>LOTTO</b><br><b>01</b> | <b>CODIFICA</b><br><b>E ZZ CL</b> | <b>DOCUMENTO</b><br><b>NV0405 001</b> | <b>REV.</b><br><b>A</b> | <b>FOGLIO</b><br><b>47 di 69</b> |

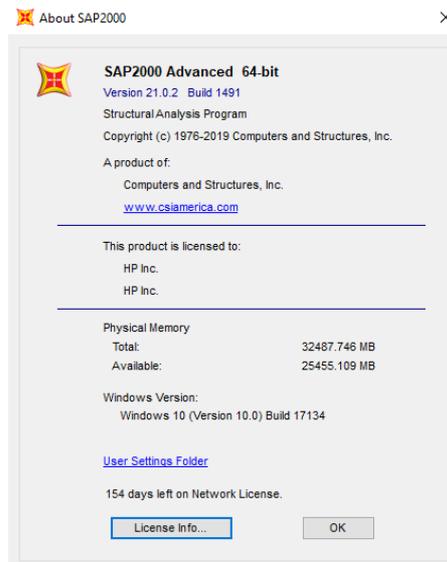
### 10.3 CODICE DI CALCOLO

Per le analisi delle strutture è stato utilizzato il software Sap 2000 prodotto, distribuito ed assistito da Computers and Structures, Inc. 1995 University Ave. Berkeley.

SAP2000 è un programma di calcolo agli elementi finiti. Ha caratteristiche molto versatili, tanto da rientrare nella categoria dei programmi cosiddetti “generalisti”, capaci cioè di analizzare strutture con caratteristiche molto diverse tra loro.

Le unità di misura adottate sono le seguenti:

- lunghezze: m
- forze: kN
- temperature: gradi centigradi °
- angoli: gradi sessadecimali.



**Figura 42 – Licenza d'uso**

|                                                                                                                                         |                                                                                                                             |                           |                                   |                                       |                         |                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| <b>APPALTATORE:</b><br><u>Consorzio</u> <u>Soci</u><br><b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>          | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b><br><b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> |                           |                                   |                                       |                         |                                  |
| <b>PROGETTAZIONE:</b><br><u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u><br><b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b> |                                                                                                                             |                           |                                   |                                       |                         |                                  |
| <b>PROGETTO ESECUTIVO</b><br><b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>                                                            | <b>COMMESSA</b><br><b>IF28</b>                                                                                              | <b>LOTTO</b><br><b>01</b> | <b>CODIFICA</b><br><b>E ZZ CL</b> | <b>DOCUMENTO</b><br><b>NV0405 001</b> | <b>REV.</b><br><b>A</b> | <b>FOGLIO</b><br><b>48 di 69</b> |

## 10.4 ANALISI DEI CARICHI

### 10.4.1 Peso proprio, G1-Dead

Il carico delle strutture in calcestruzzo armato viene valutato considerando un peso di volume pari a 25 kN/m<sup>3</sup>. Il peso proprio viene automaticamente calcolato dal programma in base alle dimensioni delle sezioni degli elementi.

### 10.4.2 Permanenti portati, G2

Si assumono convenzionalmente i seguenti pesi di volume relativi al ricoprimento al di sopra della fondazione del muro:

- Peso di volume:                      19.00 kN/m<sup>3</sup>.

Il ricoprimento medio assunto nel calcolo è di 65 cm. La pressione dovuta ai carichi permanenti al di sopra della soletta è pertanto pari a:

$$G_2 = 19.00 \times 0.65 = 12.35 \text{ kN/m}^2.$$

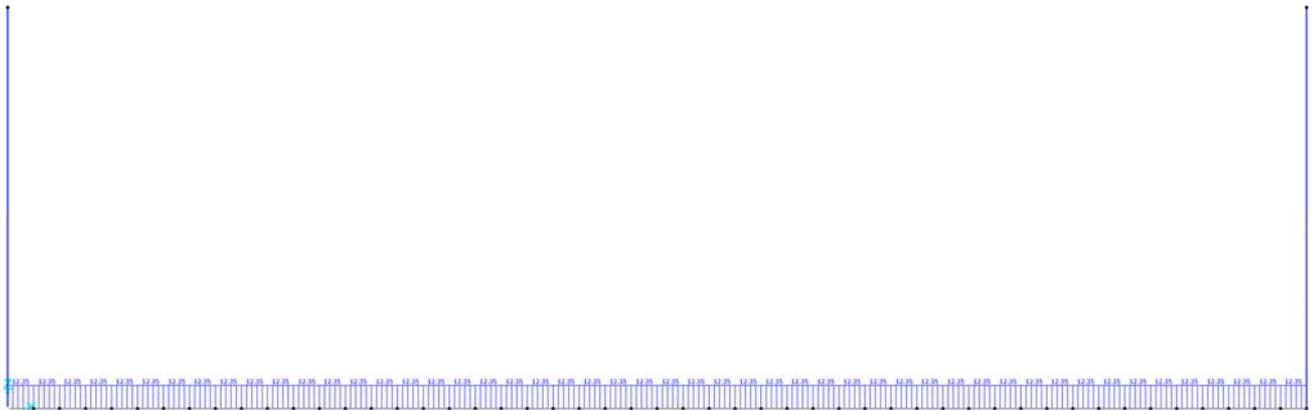


Figura 43 – Ricoprimento

## 10.5 AZIONI VARIABILI DA TRAFFICO

La normativa tecnica prevede la suddivisione della carreggiata in corsie convenzionali di 3.00m, e la conseguente numerazione delle stesse (corsia 1, corsia 2, corsia 3..).

Tali corsie prevedono un carico (TS) costituito da quattro impronte 0.40m X 0.40m posizionate nei quattro vertici del rettangolo convenzionale 1.20m di lunghezza, nel senso di scorrimento del traffico e, 2.00m nel senso ortogonale. Ogni impronta ha un carico puntuale  $Q_{ik}/2$ .

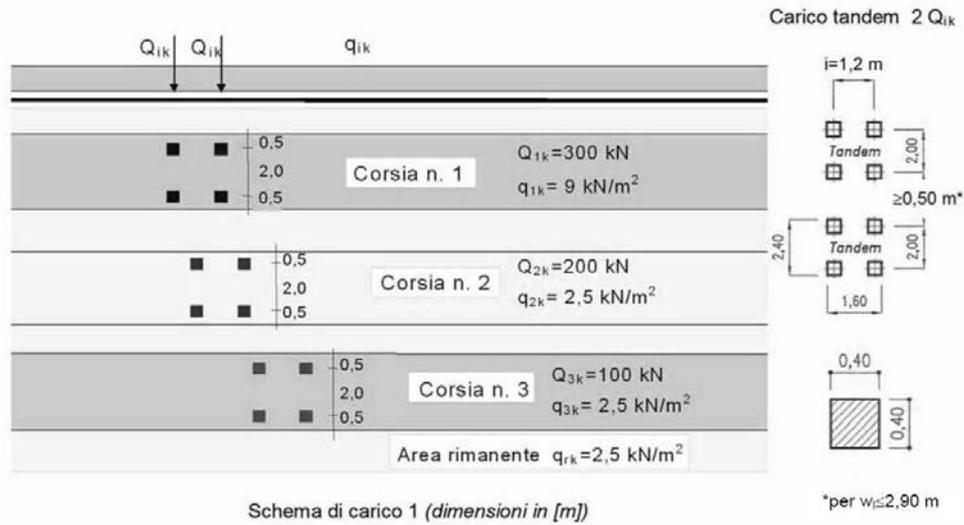
Ogni corsia prevede inoltre un carico distribuito (UDL) disposto su tutta la luce e per la larghezza della corsia convenzionale. Tale valore ha un'intensità  $q_{ik}$ .

In definitiva le corsie sono sottoposte ai seguenti carichi:

- Corsia convenzionale numero 1 (Carico  $Q_{ik}$  300kN +  $q_{ik}$  9kN/mq)
- Corsia convenzionale numero 2 (Carico  $Q_{ik}$  200kN +  $q_{ik}$  2.5kN/mq)

La dimensione delle impronte dei carichi tandem e la loro posizione relativa è riportata nella sottostante figura.

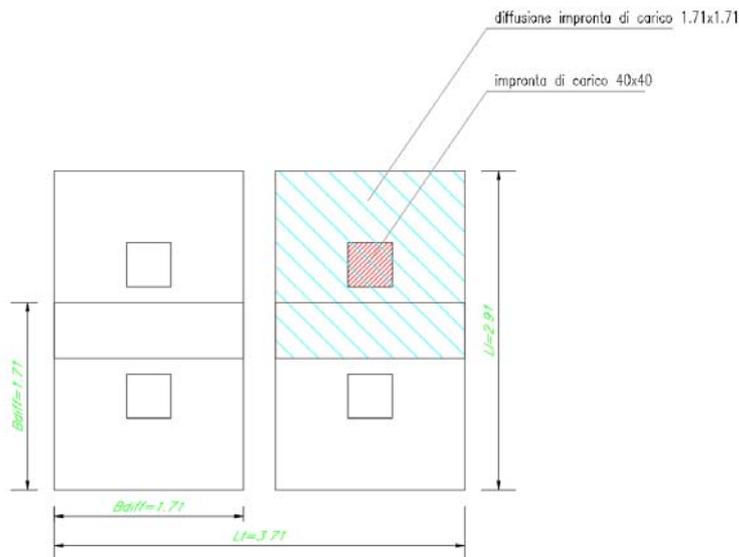
|                                                                                                                                                          |                                                                                                                             |                    |                            |                                |                  |                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|---------------------------|
| <b>APPALTATORE:</b><br>Consorzio                      Soci<br><b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.</b>          | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b><br><b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> |                    |                            |                                |                  |                           |
| <b>PROGETTAZIONE:</b><br>Mandataria                      Mandanti<br><b>ROCKSOIL S.P.A.                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b> | COMMESSA<br><b>IF28</b>                                                                                                     | LOTTO<br><b>01</b> | CODIFICA<br><b>E ZZ CL</b> | DOCUMENTO<br><b>NV0405 001</b> | REV.<br><b>A</b> | FOGLIO<br><b>49 di 69</b> |
| <b>PROGETTO ESECUTIVO</b><br><b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>                                                                             |                                                                                                                             |                    |                            |                                |                  |                           |



La diffusione trasversale e longitudinale dei carichi è stata effettuata, a partire dall’estradosso della pavimentazione stradale, nell’ipotesi di ripartizione nel pacchetto stradale e nel ricoprimento con un angolo di diffusione pari a 35° e, nella soletta di fondazione fino al piano medio con un angolo di diffusione pari a 45°.

La larghezza di diffusione  $B_{diff}$  della singola ruota avente impronta 0.40 x 0.40m risulta pari a:

$$B_{diff} = (2 \cdot H_{ric} \cdot \tan\beta) + (0.40) + \left(2 \cdot \frac{S_f}{2}\right) = 2 \cdot 0.65 \cdot \tan 35^\circ + 0.40 + 2 \cdot \frac{0.4}{2} = 1.71m$$



**Figura 44 – Diffusione impronte di carico**

Considerando entrambi gli assi e quindi il carico agente sulle 4 impronte di pneumatico e ripartendolo sull’intera area caricata si ottiene:

|                                                                                                                                        |                                                                                                                             |                           |                                   |                                       |                         |                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| <b>APPALTATORE:</b><br><u>Consorzio</u> <u>Soci</u><br><b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A</b>          | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b><br><b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> |                           |                                   |                                       |                         |                                  |
| <b>PROGETTAZIONE:</b><br><u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u><br><b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b> |                                                                                                                             |                           |                                   |                                       |                         |                                  |
| <b>PROGETTO ESECUTIVO</b><br><b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>                                                           | <b>COMMESSA</b><br><b>IF28</b>                                                                                              | <b>LOTTO</b><br><b>01</b> | <b>CODIFICA</b><br><b>E ZZ CL</b> | <b>DOCUMENTO</b><br><b>NV0405 001</b> | <b>REV.</b><br><b>A</b> | <b>FOGLIO</b><br><b>50 di 69</b> |

Corsia n° 1:

$$q = \frac{Q_{1k} \cdot 2}{L_t \cdot L_l} = \frac{300 \cdot 2}{3.71 \cdot 2.91} = 56 \frac{kN}{m^2} \approx 60 \frac{kN}{m^2}$$

Il modello analizzato è un modello piano di 1.00 metro di profondità e pertanto il carico applicato al modello sarà pari a:

$$q_{sx} = 60 \frac{kN}{m^2} \cdot 1.00m + 9 \frac{kN}{m^2} \cdot 1.00m = 69 \frac{kN}{m}$$

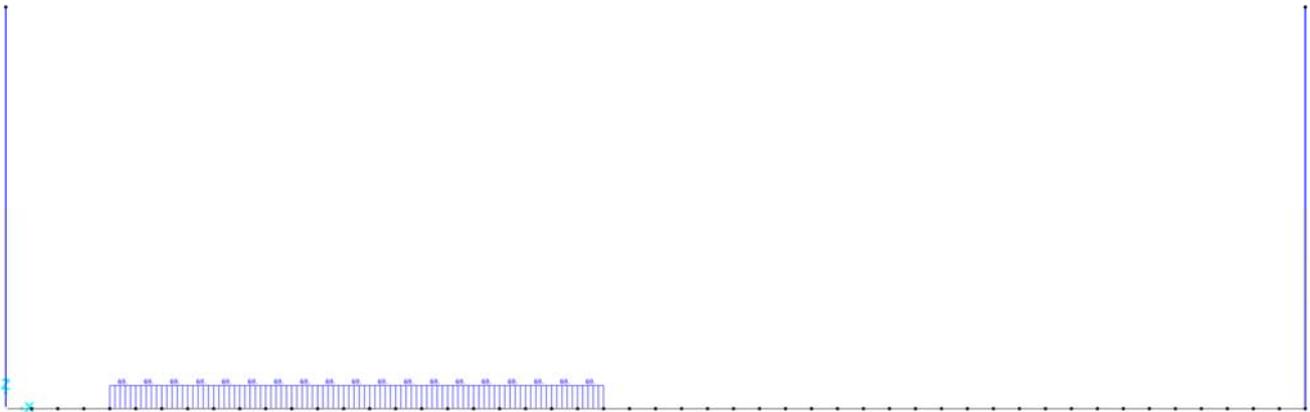


Figura 45 – Carico stradale applicato alla corsia n° 1

Corsia n° 2:

$$q = \frac{Q_{2k} \cdot 2}{L_t \cdot L_l} = \frac{200 \cdot 2}{3.71 \cdot 2.91} = 37 \frac{kN}{m^2} \approx 40 \frac{kN}{m^2}$$

Il modello analizzato è un modello piano di 1.00 metro di profondità e pertanto il carico applicato al modello sarà pari a:

$$q_{dx} = 40 \frac{kN}{m^2} \cdot 1.00m + 2.5 \frac{kN}{m^2} \cdot 1.00m = 42.50 \frac{kN}{m}$$

|                                                                                                                                                         |                                                                                                                             |             |                     |                         |           |                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| <b>APPALTATORE:</b><br>Consorzio                      Soci<br><b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A</b>          | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b><br><b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> |             |                     |                         |           |                    |
| <b>PROGETTAZIONE:</b><br>Mandataria                      Mandanti<br><b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b> |                                                                                                                             |             |                     |                         |           |                    |
| <b>PROGETTO ESECUTIVO</b><br><b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>                                                                            | COMMESSA<br>IF28                                                                                                            | LOTTO<br>01 | CODIFICA<br>E ZZ CL | DOCUMENTO<br>NV0405 001 | REV.<br>A | FOGLIO<br>51 di 69 |

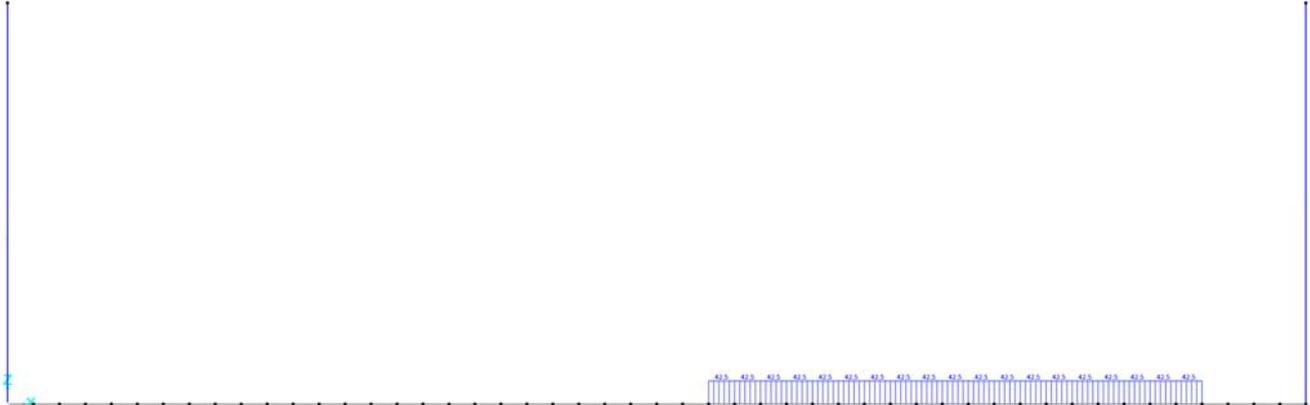


Figura 46 – Carico stradale applicato alla corsia n° 2

## 10.6 SPINTA SUI PIEDRITTI DOVUTA ALLA PRESENZA DELLA FALDA

La falda è considerata a partire da 1.00m sopra l'estradosso della fondazione. La risultante vale:

$$S_w = \frac{1}{2} \gamma_w \cdot H_w^2 = 0.5 \cdot 10 \cdot 1.20^2 = 7.20 \text{ kN/m}$$

Nel programma di calcolo è stato considerato un carico con andamento triangolare il cui valore alla base è pari a:

$$\gamma_w \cdot H_w = 10 \cdot 1.20 = 12 \text{ kN/m}^2$$



Figura 47 – Pressione dovuta alla presenza della falda

## 10.7 AZIONE SISMICA

In base a quanto indicato nei precedenti paragrafi, i parametri presi in considerazione sono i seguenti:

$a_g/g = 0.2689$  ( $V_n = 50$  anni Classe d'uso II  $C_u = 1$ ) Come eseguito nel progetto definitivo

$S_S = 1.3326$                       Coefficiente di amplificazione stratigrafica (cat. sottosuolo C)

$S_T = 1$                               Coefficiente di amplificazione topografica (cat. T1)

$K_h = \beta_m a_{max}/g = 1.00 \cdot 0.2689 \cdot 1.3326 \cdot 1.00 = 0.3583$  coefficiente sismico orizzontale

|                                                                                                                                         |                                                                                                                             |                           |                                   |                                       |                         |                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| <b>APPALTATORE:</b><br><u>Consorzio</u> <u>Soci</u><br><b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>          | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b><br><b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> |                           |                                   |                                       |                         |                                  |
| <b>PROGETTAZIONE:</b><br><u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u><br><b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b> |                                                                                                                             |                           |                                   |                                       |                         |                                  |
| <b>PROGETTO ESECUTIVO</b><br><b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>                                                            | <b>COMMESSA</b><br><b>IF28</b>                                                                                              | <b>LOTTO</b><br><b>01</b> | <b>CODIFICA</b><br><b>E ZZ CL</b> | <b>DOCUMENTO</b><br><b>NV0405 001</b> | <b>REV.</b><br><b>A</b> | <b>FOGLIO</b><br><b>52 di 69</b> |

Gli effetti dell'azione sismica sono valutati tenendo conto della massa associata al peso proprio della struttura. Sono inoltre applicate in corrispondenza della soletta di fondazione le reazioni derivanti dalla precedente analisi delle paratie.

Pertanto si ha:

- forza orizzontale sui piedritti:  $0.25 \times 25 \times 0.3583 = 2.25 \text{ kN/m}$
- reazione paratie  $SLV = 247 \text{ kN/m}$

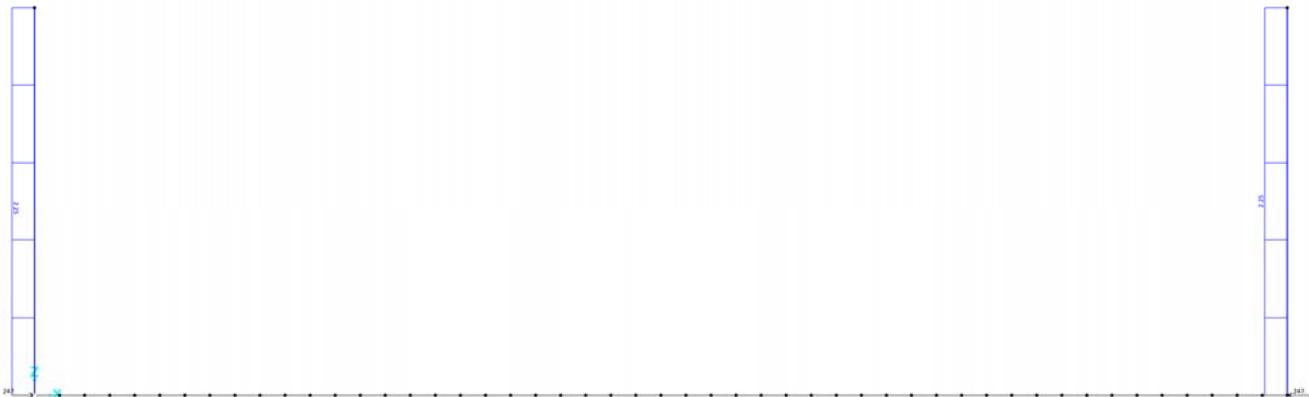


Figura 48 – Carico sismico

|                                                                                                                                        |                                                                                                                             |                           |                                   |                                       |                         |                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| <b>APPALTATORE:</b><br><u>Consorzio</u> <u>Soci</u><br><b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A</b>          | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b><br><b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> |                           |                                   |                                       |                         |                                  |
| <b>PROGETTAZIONE:</b><br><u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u><br><b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b> |                                                                                                                             |                           |                                   |                                       |                         |                                  |
| <b>PROGETTO ESECUTIVO</b><br><b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>                                                           | <b>COMMESSA</b><br><b>IF28</b>                                                                                              | <b>LOTTO</b><br><b>01</b> | <b>CODIFICA</b><br><b>E ZZ CL</b> | <b>DOCUMENTO</b><br><b>NV0405 001</b> | <b>REV.</b><br><b>A</b> | <b>FOGLIO</b><br><b>53 di 69</b> |

## 10.8 COMBINAZIONI DI CARICO

Le azioni descritte nei paragrafi precedenti sono combinate tra loro, al fine di ottenere le sollecitazioni di progetto in base a quanto prescritto dal D.M. 14 Gennaio 2008.

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

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.2)$$

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

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.3)$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.4)$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2):

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.5)$$

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto  $A_d$  (v. § 3.6):

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.6)$$

|                                                                                              |                                                                                |             |                     |                         |           |                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE:<br>Conorzio Soci<br>HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.          | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>                                                |             |                     |                         |           |                    |
| PROGETTAZIONE:<br>Mandatara Mandanti<br>ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA<br/>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> |             |                     |                         |           |                    |
| PROGETTO ESECUTIVO<br>Opere di sostegno – Relazione di calcolo                               | COMMESSA<br>IF28                                                               | LOTTO<br>01 | CODIFICA<br>E ZZ CL | DOCUMENTO<br>NV0405 001 | REV.<br>A | FOGLIO<br>54 di 69 |

## 10.9 CRITERI DI VERIFICA

I carichi vengono combinati adottando i coefficienti di cui alla Tabella 5.1.V e 5.1.VI del DM 14/01/2008 di seguito riportate.

Tabella 5.1.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

|                                                              |             | 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   |

<sup>(1)</sup> Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.  
<sup>(2)</sup> 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.  
<sup>(3)</sup> 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna  
<sup>(4)</sup> 1,20 per effetti locali

Tabella 10.2: coefficienti parziali di sicurezza

Tabella 5.1.VI - Coefficienti  $\psi$  per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali

| 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                                             |
| Vento $q_s$                         | 4 (folla)                             | ----                                  | 0,75                                     | 0,0                                             |
|                                     | 5                                     | 0,0                                   | 0,0                                      | 0,0                                             |
|                                     | Vento a ponte scarico SLU e SLE       | 0,6                                   | 0,2                                      | 0,0                                             |
|                                     | Esecuzione                            | 0,8                                   | ----                                     | 0,0                                             |
| Neve $q_s$                          | Vento a ponte carico                  | 0,6                                   |                                          |                                                 |
|                                     | SLU e SLE                             | 0,0                                   | 0,0                                      | 0,0                                             |
| Temperatura                         | esecuzione                            | 0,8                                   | 0,6                                      | 0,5                                             |
|                                     | $T_k$                                 | 0,6                                   | 0,6                                      | 0,5                                             |

Tabella 10.3: coefficienti di combinazione

Di seguito si riportano le verifiche delle sezioni più significative e per le combinazioni di carico risultate più critiche.

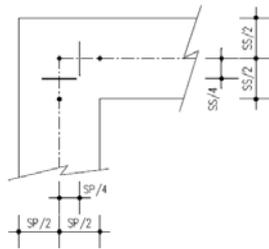
Le verifiche a flessione sono effettuate rispettivamente:

- nella sezione ubicata a metà fra asse piedritto e sezione d'attacco piedritto-soletta nel caso delle verifiche della soletta;

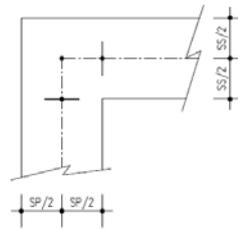
|                                                                                                                                        |                                                                                                                             |                           |                                   |                                       |                         |                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| <b>APPALTATORE:</b><br><u>Consorzio</u> <u>Soci</u><br><b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A</b>          | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b><br><b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> |                           |                                   |                                       |                         |                                  |
| <b>PROGETTAZIONE:</b><br><u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u><br><b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b> |                                                                                                                             |                           |                                   |                                       |                         |                                  |
| <b>PROGETTO ESECUTIVO</b><br><b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>                                                           | <b>COMMESSA</b><br><b>IF28</b>                                                                                              | <b>LOTTO</b><br><b>01</b> | <b>CODIFICA</b><br><b>E ZZ CL</b> | <b>DOCUMENTO</b><br><b>NV0405 001</b> | <b>REV.</b><br><b>A</b> | <b>FOGLIO</b><br><b>55 di 69</b> |

- nella sezione ubicata a metà fra asse soletta e sezione d'attacco del piedritto nel caso delle verifiche del piedritto.

Le verifiche a fessurazione e a taglio sono eseguite nelle sezioni di attacco soletta-piedritto.



VERIFICHE A FLESSIONE



VERIFICHE A FESSURAZIONE E TAGLIO

|                                                                                              |                                                                                |             |                     |                         |           |                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE:<br>Conorzio Soci<br>HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.          | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>                                                |             |                     |                         |           |                    |
| PROGETTAZIONE:<br>Mandatara Mandanti<br>ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA<br/>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> |             |                     |                         |           |                    |
| PROGETTO ESECUTIVO<br>Opere di sostegno – Relazione di calcolo                               | COMMESSA<br>IF28                                                               | LOTTO<br>01 | CODIFICA<br>E ZZ CL | DOCUMENTO<br>NV0405 001 | REV.<br>A | FOGLIO<br>56 di 69 |

## 10.10 COMBINAZIONI DEI CARICHI E DIAGRAMMI DELLE SOLLECITAZIONI

Si riportano di seguito le combinazioni implementate nel modello di calcolo:

| n° Load Case | Load Case               | SLU1 | SLU2 | SLU3 |
|--------------|-------------------------|------|------|------|
| 1            | G1 - dead               | 1.35 | 1.35 | 1.35 |
| 2            | G2 - permanenti portati | 1.50 | 1.50 | 1.50 |
| 3            | qsx - Traffico corsia 1 | 1.35 | 1.35 | 1.35 |
| 4            | qdx - Traffico corsia 2 | 0.00 | 1.35 | 1.35 |
| 5            | Sw - spinta acqua       | 0.00 | 0.00 | 1.50 |

Tabella 10.4: combinazioni di carico allo SLU – Stato limite ultimo

| n° Load Case | Load Case               | RARA1 | RARA2 | RARA3 |
|--------------|-------------------------|-------|-------|-------|
| 1            | G1 - dead               | 1.00  | 1.00  | 1.00  |
| 2            | G2 - permanenti portati | 1.00  | 1.00  | 1.00  |
| 3            | qsx - Traffico corsia 1 | 1.00  | 1.00  | 1.00  |
| 4            | qdx - Traffico corsia 2 | 0.00  | 1.00  | 1.00  |
| 5            | Sw - spinta acqua       | 0.00  | 0.00  | 1.00  |

Tabella 10.5: combinazioni di carico allo SLE – Stato limite di esercizio - RARA

| n° Load Case | Load Case               | FREQ1 | FREQ2 | FREQ3 |
|--------------|-------------------------|-------|-------|-------|
| 1            | G1 - dead               | 1.00  | 1.00  | 1.00  |
| 2            | G2 - permanenti portati | 1.00  | 1.00  | 1.00  |
| 3            | qsx - Traffico corsia 1 | 0.75  | 0.75  | 0.75  |
| 4            | qdx - Traffico corsia 2 | 0.00  | 0.75  | 0.75  |
| 5            | Sw - spinta acqua       | 0.00  | 0.00  | 1.00  |

Tabella 10.6: combinazioni di carico allo SLE – Stato limite di esercizio – FREQUENTE

| n° Load Case | Load Case               | QP1  |
|--------------|-------------------------|------|
| 1            | G1 - dead               | 1.00 |
| 2            | G2 - permanenti portati | 1.00 |
| 3            | qsx - Traffico corsia 1 | 0.00 |
| 4            | qdx - Traffico corsia 2 | 0.00 |
| 5            | Sw - spinta acqua       | 1.00 |

Tabella 10.7: combinazioni di carico allo SLE – Stato limite di esercizio – QUASI PERMANENTE

| n° Load Case | Load Case                           | E1   |
|--------------|-------------------------------------|------|
| 1            | G1 - dead                           | 1.00 |
| 2            | G2 - permanenti portati             | 1.00 |
| 3            | qsx - Traffico corsia 1             | 0.00 |
| 4            | qdx - Traffico corsia 2             | 0.00 |
| 5            | Sw - spinta acqua                   | 0.00 |
| 6            | Ex - sisma in direzione trasversale | 1.00 |

Tabella 10.8: combinazione sismica di carico allo SLV – Stato limite di vita

|                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                   |          |            |          |           |      |        |      |    |         |            |   |          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------|----------|-----------|------|--------|------|----|---------|------------|---|----------|
| APPALTATORE:<br>Consorzio                      Soci<br>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGIO S.P.A.    ASTALDI S.P.A           | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b><br><b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>                                                                                                                       |          |            |          |           |      |        |      |    |         |            |   |          |
| PROGETTAZIONE:<br>Mandataria                      Mandanti<br>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A. |                                                                                                                                                                                                                                                   |          |            |          |           |      |        |      |    |         |            |   |          |
| PROGETTO ESECUTIVO<br>Opere di sostegno – Relazione di calcolo                                                                            | <table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL</td> <td>NV0405 001</td> <td>A</td> <td>57 di 69</td> </tr> </table> | COMMESSA | LOTTO      | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | IF28 | 01 | E ZZ CL | NV0405 001 | A | 57 di 69 |
| COMMESSA                                                                                                                                  | LOTTO                                                                                                                                                                                                                                             | CODIFICA | DOCUMENTO  | REV.     | FOGLIO    |      |        |      |    |         |            |   |          |
| IF28                                                                                                                                      | 01                                                                                                                                                                                                                                                | E ZZ CL  | NV0405 001 | A        | 57 di 69  |      |        |      |    |         |            |   |          |

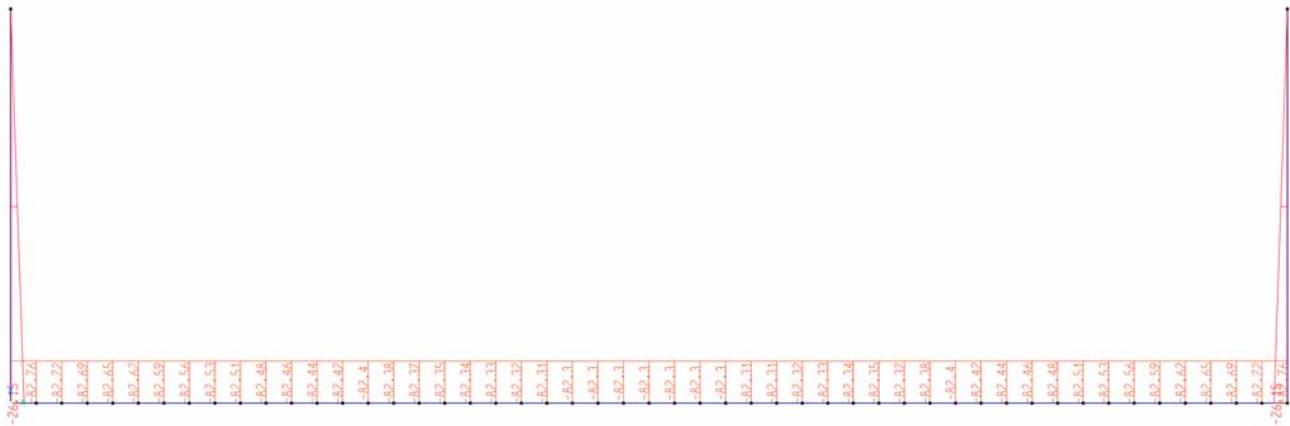


Figura 49 – Involuppo sforzo assiale N - SLU

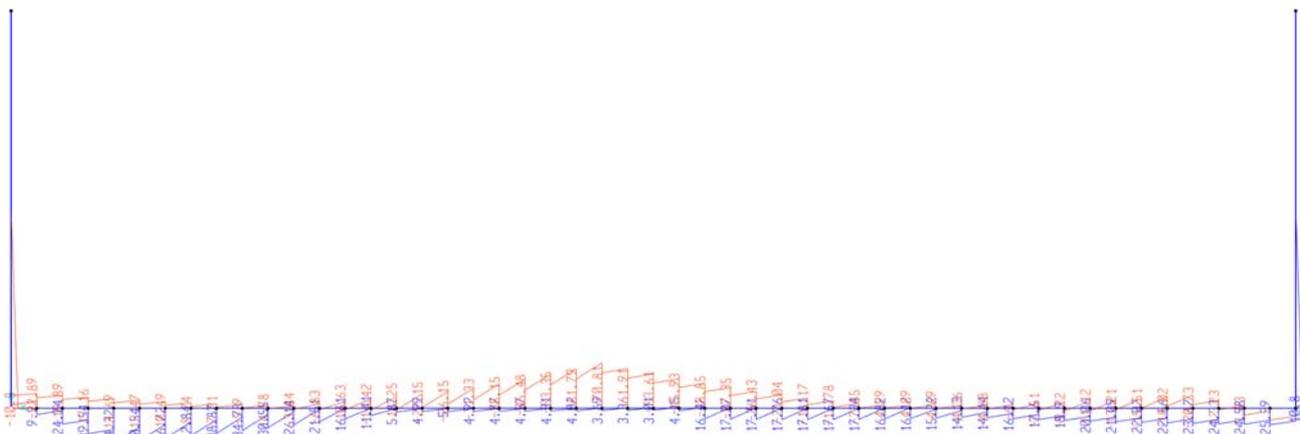


Figura 50 – Involuppo taglio V - SLU

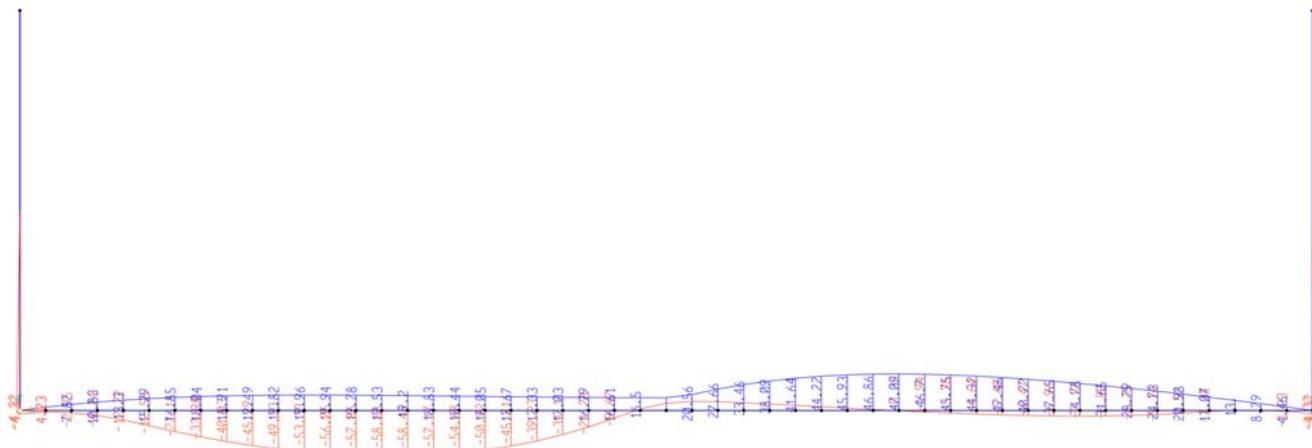


Figura 51 – Involuppo momento flettente M - SLU

|                                                                                                                                 |                                                                                                                             |                           |                                   |                                       |                         |                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| <b>APPALTATORE:</b><br><u>Consorzio</u> <u>Soci</u><br><b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A</b>          | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b><br><b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> |                           |                                   |                                       |                         |                                  |
| <b>PROGETTAZIONE:</b><br><u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u><br><b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.</b> |                                                                                                                             |                           |                                   |                                       |                         |                                  |
| <b>PROGETTO ESECUTIVO</b><br><b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>                                                    | <b>COMMESSA</b><br><b>IF28</b>                                                                                              | <b>LOTTO</b><br><b>01</b> | <b>CODIFICA</b><br><b>E ZZ CL</b> | <b>DOCUMENTO</b><br><b>NV0405 001</b> | <b>REV.</b><br><b>A</b> | <b>FOGLIO</b><br><b>58 di 69</b> |

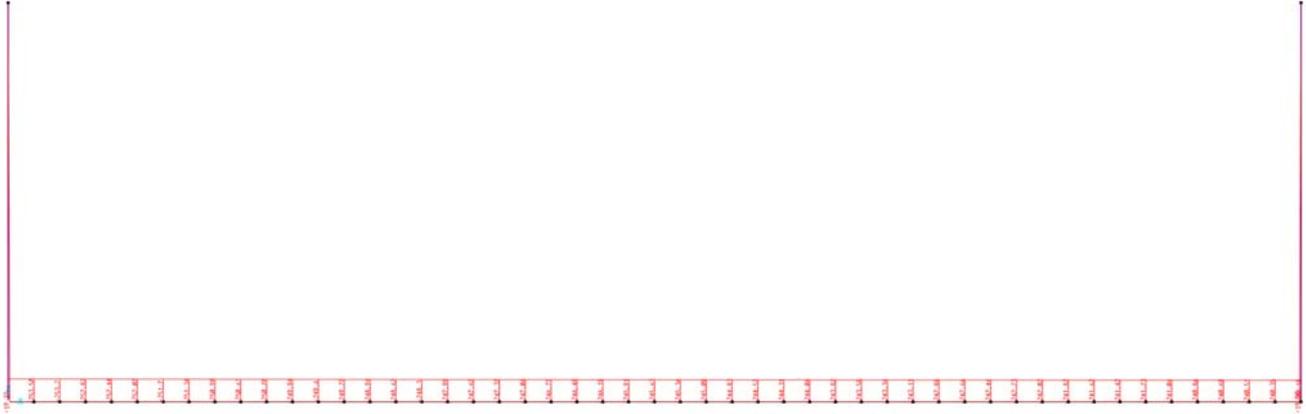


Figura 52 – Involuppo sforzo assiale N - SLV

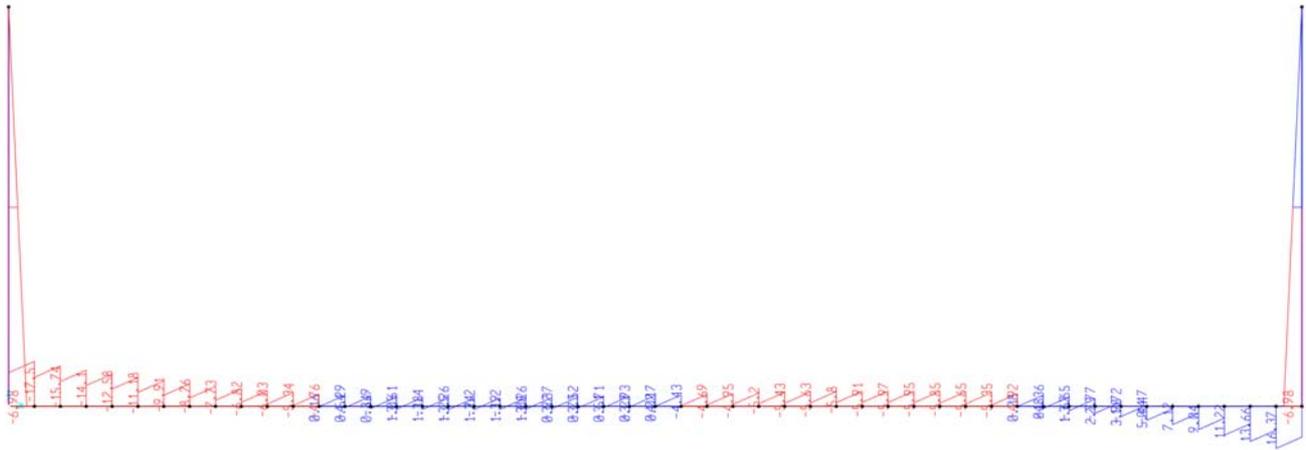


Figura 53 – Involuppo taglio V – SLV

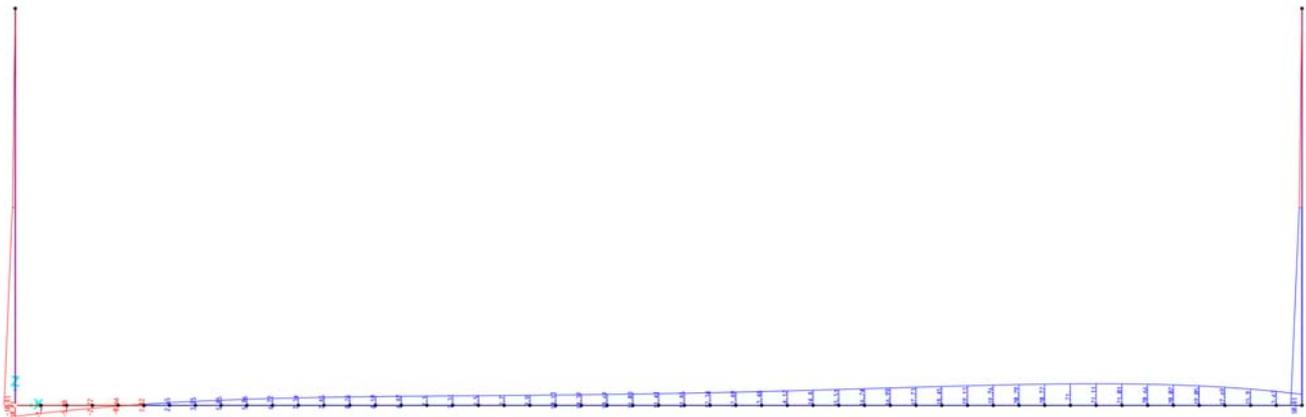
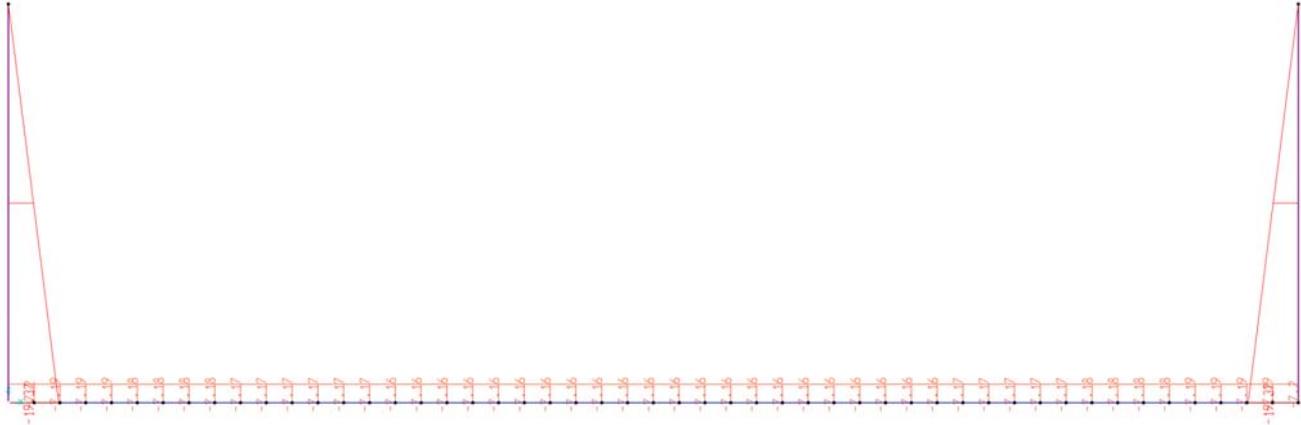
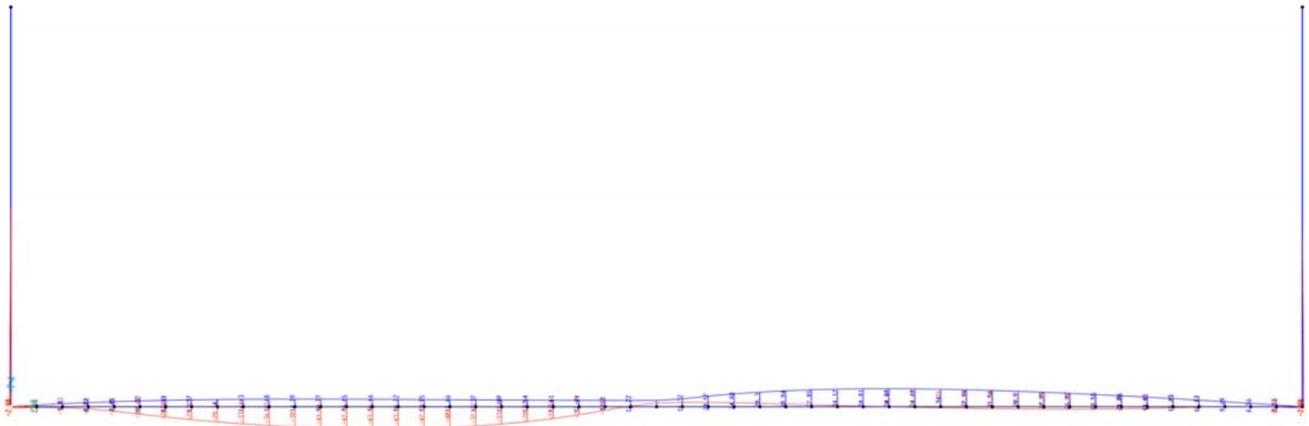


Figura 54 – Involuppo momento flettente M - SLV

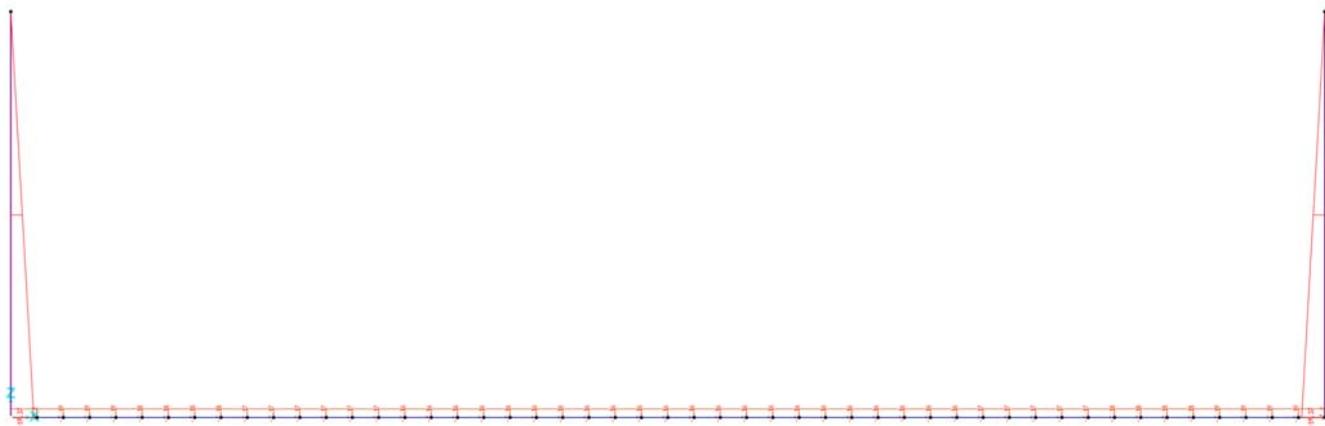
|                                                                                                                                        |                                                                                                                             |                           |                                   |                                       |                         |                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| <b>APPALTATORE:</b><br><u>Consorzio</u> <u>Soci</u><br><b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A</b>          | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b><br><b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> |                           |                                   |                                       |                         |                                  |
| <b>PROGETTAZIONE:</b><br><u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u><br><b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b> |                                                                                                                             |                           |                                   |                                       |                         |                                  |
| <b>PROGETTO ESECUTIVO</b><br><b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>                                                           | <b>COMMESSA</b><br><b>IF28</b>                                                                                              | <b>LOTTO</b><br><b>01</b> | <b>CODIFICA</b><br><b>E ZZ CL</b> | <b>DOCUMENTO</b><br><b>NV0405 001</b> | <b>REV.</b><br><b>A</b> | <b>FOGLIO</b><br><b>59 di 69</b> |



**Figura 55 – Involuppo sforzo assiale N – SLE RARA**

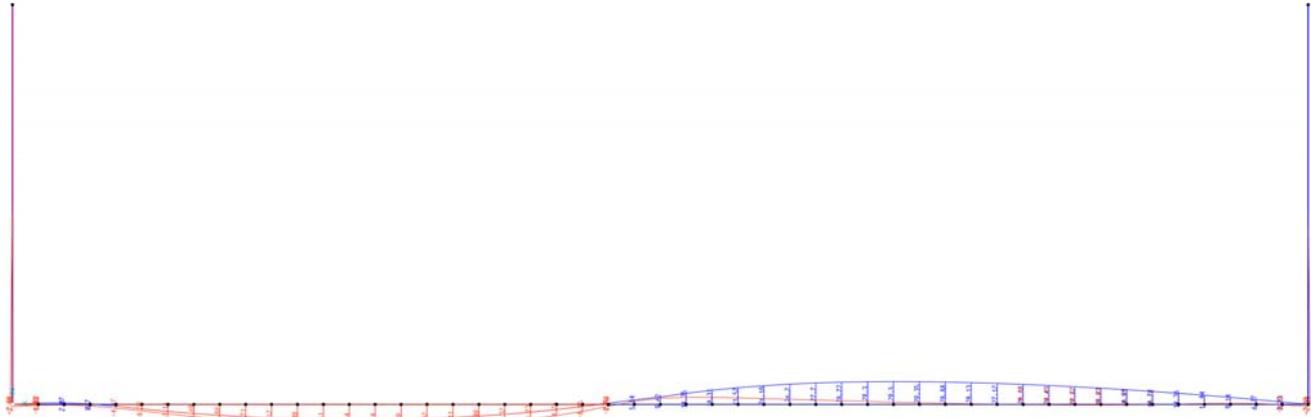


**Figura 56 – Involuppo momento flettente M – SLE RARA**



**Figura 57 – Involuppo sforzo assiale N – SLE FREQUENTE**

|                                                                                                                                         |                                                                                                                             |                           |                                   |                                       |                         |                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| <b>APPALTATORE:</b><br><u>Consorzio</u> <u>Soci</u><br><b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>          | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b><br><b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> |                           |                                   |                                       |                         |                                  |
| <b>PROGETTAZIONE:</b><br><u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u><br><b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b> |                                                                                                                             |                           |                                   |                                       |                         |                                  |
| <b>PROGETTO ESECUTIVO</b><br><b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>                                                            | <b>COMMESSA</b><br><b>IF28</b>                                                                                              | <b>LOTTO</b><br><b>01</b> | <b>CODIFICA</b><br><b>E ZZ CL</b> | <b>DOCUMENTO</b><br><b>NV0405 001</b> | <b>REV.</b><br><b>A</b> | <b>FOGLIO</b><br><b>60 di 69</b> |



**Figura 58 – Involuppo momento flettente M – SLE FREQUENTE**

|                                                                                              |                                                                                |             |                     |                         |           |                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE:<br>Consorzio Soci<br>HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.          | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>                                                |             |                     |                         |           |                    |
| PROGETTAZIONE:<br>Mandatara Mandanti<br>ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA<br/>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> |             |                     |                         |           |                    |
| PROGETTO ESECUTIVO<br>Opere di sostegno – Relazione di calcolo                               | COMMESSA<br>IF28                                                               | LOTTO<br>01 | CODIFICA<br>E ZZ CL | DOCUMENTO<br>NV0405 001 | REV.<br>A | FOGLIO<br>61 di 69 |

## FONDAZIONE

Verifica a flessione allo SLU e valutazione tensione nei materiali allo SLE – RARA



Figura 59 – Verifica a flessione SLU e tensione nei materiali in RARA

Armatura

Inferiore  $\phi 14/200$

Superiore  $\phi 14/200$

Longitudinale  $\phi 12/200$

| MED [kNm] | M <sub>RD</sub> [kNm] | CS   |
|-----------|-----------------------|------|
| 60        | 105                   | 1.75 |

dove:

- $M_{Ed}$  è il momento di calcolo;
- $M_{RD}$  è il momento resistente;
- CS è il coefficiente di sicurezza.

Tensione nei materiali - RARA

| $\sigma_c$ [MPa] | $\sigma_s$ [MPa] | $\sigma_{c,lim,rara} = 0.60f_{ck}$ [MPa] | $\sigma_{s,lim,rara} = 0.80f_{yk}$ [MPa] |
|------------------|------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|
| 3                | 184              | 15                                       | 360                                      |

dove:

- $\sigma_c$  = è la tensione di calcolo nel calcestruzzo;
- $\sigma_s$  = è la tensione di calcolo nell'acciaio;
- $\sigma_{c,lim,rara}$  = è la massima tensione di compressione nel calcestruzzo in combinazione raara;
- $\sigma_{s,lim,rara}$  = è la massima tensione di trazione nell'acciaio in combinazione raara.

|                                                                                                                                             |                                                                                                                             |                    |                            |                                |                  |                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|---------------------------|
| <b>APPALTATORE:</b><br>Consorzio                  Soci<br><b>HIRPINIA AV                  SALINI IMPREGIO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.</b>      | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b><br><b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> |                    |                            |                                |                  |                           |
| <b>PROGETTAZIONE:</b><br>Mandataria                  Mandanti<br><b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b> | COMMESSA<br><b>IF28</b>                                                                                                     | LOTTO<br><b>01</b> | CODIFICA<br><b>E ZZ CL</b> | DOCUMENTO<br><b>NV0405 001</b> | REV.<br><b>A</b> | FOGLIO<br><b>62 di 69</b> |
| <b>PROGETTO ESECUTIVO</b><br><b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>                                                                |                                                                                                                             |                    |                            |                                |                  |                           |

Apertura delle fessure – Combinazione FREQUENTE

**Verifica C.A. S.L.U. - File: fondazione frequente**

Titolo: **FONDAZIONE SLE - frequente**

N° figure elementari: 1    N° strati barre: 2

| N° | b [mm] | h [mm] | N° | As [mm²] | d [mm] |
|----|--------|--------|----|----------|--------|
| 1  | 1000   | 400    | 1  | 770      | 54     |
|    |        |        | 2  | 770      | 346    |

Sollecitazioni: S.L.U. / Metodo n

P.to applicazione N: Centro

Metodo di calcolo: Metodo n

**Materiali:**

| B450C            |               | C25/30           |       |
|------------------|---------------|------------------|-------|
| $\epsilon_{su}$  | 67.5 ‰        | $\epsilon_{c2}$  | 2 ‰   |
| $f_{yd}$         | 391.3 N/mm²   | $\epsilon_{cu}$  | 3.5 ‰ |
| $E_s$            | 210,000 N/mm² | $f_{cd}$         | 14.17 |
| $E_s/E_c$        | 15            | $f_{cc}/f_{cd}$  | 0.8   |
| $\epsilon_{syd}$ | 1.863 ‰       | $\sigma_{c,adm}$ | 9.75  |
| $\sigma_{s,adm}$ | 255 N/mm²     | $\tau_{co}$      | 0.6   |
|                  |               | $\tau_{c1}$      | 1.829 |

Calcoli:

$\sigma_c$ : -2.287 N/mm²

$\sigma_s$ : 122.4 N/mm²

$\epsilon_s$ : 0.5826 ‰

$d$ : 346 mm

$x$ : 75.76     $x/d$ : 0.219

$\delta$ : 0.7137

Verifica:     N° iterazioni: 5

Precompresso

Figura 60 – Tensione nei materiali in FREQUENTE

|                                                                                              |                                                                                                                         |             |                     |                         |           |                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE:<br>Consorzio Soci<br>HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A           | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b><br><b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> |             |                     |                         |           |                    |
| PROGETTAZIONE:<br>Mandataria Mandanti<br>ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. |                                                                                                                         |             |                     |                         |           |                    |
| PROGETTO ESECUTIVO<br>Opere di sostegno – Relazione di calcolo                               | COMMESSA<br>IF28                                                                                                        | LOTTO<br>01 | CODIFICA<br>E ZZ CL | DOCUMENTO<br>NV0405 001 | REV.<br>A | FOGLIO<br>63 di 69 |

| VERIFICA STATO LIMITE DI FESSURAZIONE - FREQUENTE |               |                 |                                                                           |
|---------------------------------------------------|---------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------|
| b                                                 | 1000          | mm              | Larghezza sezione                                                         |
| h                                                 | 400           | mm              | Altezza sezione                                                           |
| Rck                                               | 30            | MPa             | resistenza cubica                                                         |
| fck                                               | 25            | MPa             | resistenza cilindrica                                                     |
| fcm                                               | 33            | MPa             | fck+8                                                                     |
| fctm                                              | 2.6           | MPa             | cls <= C50/60 → 0.3*fck^(2/3); cls > 50/60 → 2.12*ln(1.0+fcm/10)          |
| Ecm                                               | 31476         | MPa             | Modulo E = 22000*(fcm/10)^0.3                                             |
| Es                                                | 210'000       | MPa             | Modulo acciaio armatura                                                   |
| σfess                                             | 2.14          | MPa             | fctm/1.2                                                                  |
| Wid                                               | 0.027         | m <sup>3</sup>  | b·h <sup>2</sup> /6 modulo di reazione sezione ideale, rif. al lembo teso |
| σG                                                | 0.00          | MPa             | tensione media (baricentrica) dovuta a solo sforzo assiale > 0 trazione   |
| Mfess                                             | 57            | kNm             | momento di fessurazione                                                   |
| MEd                                               | 30            | kNm             | momento di calcolo                                                        |
| check                                             | NON FESSURATO |                 |                                                                           |
| σs                                                | 122           | MPa             | tensione nell'armatura tesa                                               |
| kt                                                | 0.6           |                 | kt = 0.4 carichi di lunga durata; kt = 0.6 carichi di breve durata        |
| αe                                                | 6.67          |                 | Es/Ecm                                                                    |
| c'                                                | 54            | mm              | Copriferro (al baricentro armature) armature tese                         |
| d                                                 | 346           | mm              | d=h-c' -- Altezza utile - rispetto al lembo compresso                     |
| x                                                 | 75.76         | mm              | Profondità asse neutro                                                    |
| 2.5(h-d)                                          | 135.0         | mm              |                                                                           |
| (h-x)/3                                           | 108.1         | mm              |                                                                           |
| h/2                                               | 200.0         | mm              |                                                                           |
| hc,ef                                             | 108.1         | mm              | Altezza efficace armatura = min(2.5*(h-d); (h-x)/3; h/2)                  |
| Ac,eff                                            | 108'080       | mm <sup>2</sup> | Area efficace = b*hc,ef                                                   |
| As                                                | 770           | mm <sup>2</sup> | Area armatura nella zona tesa                                             |
| ρeff                                              | 0.00712       |                 | Percentuale armatura: As/Ac,eff                                           |
| εsm                                               | 0.000349      |                 | deformazione media delle barre (C4.1.16)                                  |
| c                                                 | 47            | mm              | ricoprimento barre tese                                                   |
| k1                                                | 0.8           |                 | 0.8 barre ad aderenza migliorata - 1.6 barre lisce                        |
| k2                                                | 0.5           |                 | 0.5 flessione - 1.0 trazione semplice                                     |
| k3                                                | 3.40          |                 |                                                                           |
| k4                                                | 0.425         |                 |                                                                           |
| n1                                                | 5             |                 | numero di barre con diametro φ1                                           |
| φ1                                                | 14            | mm              | diametro φ1                                                               |
| n2                                                | 0             |                 | numero di barre con diametro φ2                                           |
| φ2                                                | 26            | mm              | diametro φ2                                                               |
| φeq                                               | 14.00         | mm              | Diametro equivalente (C4.1.18)                                            |
| Δsmax                                             | 493.865       | mm              | Distanza massima fessura (C4.1.17)                                        |
| Wd                                                | 0.17          | mm              | Ampiezza teorica fessura (C4.1.15)                                        |

$$W_d = 0.17 \text{ mm} < W_3 = 0.40 \text{ mm}$$

|                                                                                               |                                                                                |             |                     |                         |           |                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE:<br>Consorzio Soci<br>HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.          | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>                                                |             |                     |                         |           |                    |
| PROGETTAZIONE:<br>Mandatario Mandanti<br>ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA<br/>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> |             |                     |                         |           |                    |
| PROGETTO ESECUTIVO<br>Opere di sostegno – Relazione di calcolo                                | COMMESSA<br>IF28                                                               | LOTTO<br>01 | CODIFICA<br>E ZZ CL | DOCUMENTO<br>NV0405 001 | REV.<br>A | FOGLIO<br>64 di 69 |

## VERIFICA A TAGLIO - SLU

VERIFICA A TAGLIO DELLA SEZIONE IN C.A. SECONDO T.U. 14/01/2008 § 4.1.2.1.3

### • Caratteristiche della sezione

|                      |                            |                              |                |                        |
|----------------------|----------------------------|------------------------------|----------------|------------------------|
| $b_w = 1000$         | mm larghezza               | $f_{yk} = 450$               | MPa            | resist. caratteristica |
| $h = 400$            | mm altezza                 | $\gamma_s = 1.15$            |                | coeff. sicurezza       |
| $c = 54$             | mm copriferro              | $f_{yd} = 391.3$             | MPa            | resist. di calcolo     |
| $f_{ck} = 25$        | MPa resist. caratteristica | Armatura longitudinale tesa: |                |                        |
| $\gamma_c = 1.50$    | coeff. sicurezza           | $A_{sl,1} = 5$               | $\emptyset 14$ | $= 7.70 \text{ cm}^2$  |
| $\alpha_{cc} = 0.85$ | coeff. riduttivo           | $A_{sl,2} = 0$               | $\emptyset 0$  | $= 0.00 \text{ cm}^2$  |
| $d = 346$            | mm altezza utile           | $A_{sl,3} = 0$               | $\emptyset 0$  | $= 0.00 \text{ cm}^2$  |
| $f_{cd} = 14.17$     | MPa resist. di calcolo     |                              |                | $7.70 \text{ cm}^2$    |

### • Sollecitazioni (compressione<0, trazione>0, taglio in valore assoluto)

$$N_{ed} = 0.0 \text{ kN} \quad V_{ed} = 70.0 \text{ kN}$$

### • Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2 \quad k = 1.760 < 2$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} \quad v_{min} = 0.409$$

$$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0.02 \quad \rho_1 = 0.002 < 0.02$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0.2 f_{cd} \quad \sigma_{cp} = 0.00 \text{ MPa} < 0.2 f_{cd}$$

$$V_{Rd} = (0,18 \times k \times (100 \times \rho_1 \times f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d > (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d$$

$$V_{Rd} = 129.5 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 141.4 \text{ kN})$$

$$V_{Rd} = 141.4 \text{ kN} \quad \text{assunto pari alla resistenza minima}$$

la sezione è verificata in assenza di armature per il taglio

|                                                                                               |                                                                                |             |                     |                         |           |                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE:<br>Consorzio Soci<br>HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.           | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>                                                |             |                     |                         |           |                    |
| PROGETTAZIONE:<br>Mandatario Mandanti<br>ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA<br/>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> |             |                     |                         |           |                    |
| PROGETTO ESECUTIVO<br>Opere di sostegno – Relazione di calcolo                                | COMMESSA<br>IF28                                                               | LOTTO<br>01 | CODIFICA<br>E ZZ CL | DOCUMENTO<br>NV0405 001 | REV.<br>A | FOGLIO<br>65 di 69 |

**PIEDRITTI**

Verifica a flessione allo SLU e valutazione tensioni nei materiali allo SLE - RARA

Figura 61 – Verifica a flessione SLU e tensioni nei materiali in RARA

**Armatura**

Esterna  $\phi 12/200$

Interna  $\phi 12/200$

Longitudinale  $\phi 10/200$

| MED [kNm] | M <sub>RD</sub> [kNm] | CS   |
|-----------|-----------------------|------|
| 10        | 50                    | 5.00 |

dove:

- M<sub>Ed</sub> è il momento di calcolo;
- M<sub>Rd</sub> è il momento resistente;
- CS è il coefficiente di sicurezza.

**Tensione nei materiali - RARA**

| $\sigma_c$ [MPa] | $\sigma_s$ [Mpa] | $\sigma_{c,lim,rara} = 0.60f_{ck}$ [MPa] | $\sigma_{s,lim,rara} = 0.80f_{yk}$ [MPa] |
|------------------|------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|
| 0.5              | 11               | 19                                       | 360                                      |

dove:

- $\sigma_c$  = è la tensione di calcolo nel calcestruzzo;
- $\sigma_s$  = è la tensione di calcolo nell'acciaio;
- $\sigma_{c,lim,rara}$  = è la massima tensione di compressione nel calcestruzzo in combinazione rara;
- $\sigma_{s,lim,rara}$  = è la massima tensione di trazione nell'acciaio in combinazione rara.



|                                                                                               |                                                                                |             |                     |                         |           |                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE:<br>Consorzio Soci<br>HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.           | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>                                                |             |                     |                         |           |                    |
| PROGETTAZIONE:<br>Mandatario Mandanti<br>ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA<br/>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> |             |                     |                         |           |                    |
| PROGETTO ESECUTIVO<br>Opere di sostegno – Relazione di calcolo                                | COMMESSA<br>IF28                                                               | LOTTO<br>01 | CODIFICA<br>E ZZ CL | DOCUMENTO<br>NV0405 001 | REV.<br>A | FOGLIO<br>67 di 69 |

| VERIFICA STATO LIMITE DI FESSURAZIONE - FREQUENTE |               |                 |                                                                           |
|---------------------------------------------------|---------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------|
| b                                                 | 1000          | mm              | Larghezza sezione                                                         |
| h                                                 | 250           | mm              | Altezza sezione                                                           |
| Rck                                               | 32            | MPa             | resistenza cubica                                                         |
| fck                                               | 40            | MPa             | resistenza cilindrica                                                     |
| fcm                                               | 48            | MPa             | fck+8                                                                     |
| fctm                                              | 3.5           | MPa             | cls<=C50/60 → 0.3*fck^(2/3); cls >50/60 → 2.12*ln(1.0+fcm/10)             |
| Ecm                                               | 35220         | MPa             | Modulo E = 22000*(fcm/10)^0.3                                             |
| Es                                                | 210'000       | MPa             | Modulo acciaio armatura                                                   |
| σfess                                             | 2.92          | MPa             | fctm/1.2                                                                  |
| Wid                                               | 0.010         | m <sup>3</sup>  | b·h <sup>2</sup> /6 modulo di reazione sezione ideale, rif. al lembo teso |
| σG                                                | 0.00          | MPa             | tensione media (baricentrica) dovuta a solo sforzo assiale>0 trazione     |
| Mfess                                             | 30            | kNm             | momento di fessurazione                                                   |
| M <sub>Ed</sub>                                   | 2.8           | kNm             | momento di calcolo                                                        |
| check                                             | NON FESSURATO |                 |                                                                           |
| σ <sub>s</sub>                                    | 11            | MPa             | tensione nell'armatura tesa                                               |
| kt                                                | 0.6           |                 | kt = 0.4 carichi di lunga durata; kt = 0.6 carichi di breve durata        |
| α.e                                               | 5.96          |                 | Es/Ecm                                                                    |
| c'                                                | 51            | mm              | Copriferro (al baricentro armature) armature tese                         |
| d                                                 | 199           | mm              | d=h-c' -- Altezza utile - rispetto al lembo compresso                     |
| x                                                 | 83.85         | mm              | Profondità asse neutro                                                    |
| 2.5(h-d)                                          | 127.5         | mm              |                                                                           |
| (h-x)/3                                           | 55.4          | mm              |                                                                           |
| h/2                                               | 125.0         | mm              |                                                                           |
| h <sub>c,ef</sub>                                 | 55.4          | mm              | Altezza efficace armatura=min(2.5*(h-d);(h-x)/3;h/2)                      |
| A <sub>c,eff</sub>                                | 55'383        | mm <sup>2</sup> | Area efficace= b*hc,ef                                                    |
| A <sub>s</sub>                                    | 565           | mm <sup>2</sup> | Area armatura nella zona tesa                                             |
| ρ <sub>eff</sub>                                  | 0.01020       |                 | Percentuale armatura: As/Ac,eff                                           |
| ε <sub>sm</sub>                                   | 0.000032      |                 | deformazione media delle barre (C4.1.16)                                  |
| c                                                 | 45            | mm              | ricoprimento barre tese                                                   |
| k1                                                | 0.8           |                 | 0.8 barre ad aderenza migliorata - 1.6 barre lisce                        |
| k2                                                | 0.5           |                 | 0.5 flessione - 1.0 trazione semplice                                     |
| k3                                                | 3.40          |                 |                                                                           |
| k4                                                | 0.425         |                 |                                                                           |
| n1                                                | 5             |                 | numero di barre con diametro φ <sub>1</sub>                               |
| φ1                                                | 12            | mm              | diametro φ <sub>1</sub>                                                   |
| n2                                                | 0             |                 | numero di barre con diametro φ <sub>2</sub>                               |
| φ2                                                | 26            | mm              | diametro φ <sub>2</sub>                                                   |
| φ eq                                              | 12.00         | mm              | Diametro equivalente (C4.1.18)                                            |
| Δ <sub>smax</sub>                                 | 352.968       | mm              | Distanza massima fessura (C4.1.17)                                        |
| W <sub>d</sub>                                    | 0.01          | mm              | Ampiezza teorica fessura (C4.1.15)                                        |

$$W_d=0.01 \text{ mm} < W_3=0.40\text{mm}$$

|                                                                                               |                                                                                |             |                     |                         |           |                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------|-------------------------|-----------|--------------------|
| APPALTATORE:<br>Consorzio Soci<br>HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.          | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>                                                |             |                     |                         |           |                    |
| PROGETTAZIONE:<br>Mandatario Mandanti<br>ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A. | <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA<br/>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> |             |                     |                         |           |                    |
| PROGETTO ESECUTIVO<br>Opere di sostegno – Relazione di calcolo                                | COMMESSA<br>IF28                                                               | LOTTO<br>01 | CODIFICA<br>E ZZ CL | DOCUMENTO<br>NV0405 001 | REV.<br>A | FOGLIO<br>68 di 69 |

## VERIFICA A TAGLIO - SLU

### VERIFICA A TAGLIO DELLA SEZIONE IN C.A. SECONDO T.U. 14/01/2008 § 4.1.2.1.3

#### • Caratteristiche della sezione

$b_w = 1000$  mm larghezza  $f_{yk} = 450$  MPa resist. caratteristica

$h = 250$  mm altezza  $\gamma_s = 1.15$  coeff. sicurezza

$c = 51$  mm copriferro  $f_{yd} = 391.3$  MPa resist. di calcolo

$f_{ck} = 32$  MPa resist. caratteristica Armatura longitudinale tesa:

$\gamma_c = 1.50$  coeff. sicurezza  $A_{sl,1} = 5 \text{ } \emptyset \text{ } 12 = 5.65 \text{ cm}^2$

$\alpha_{cc} = 0.85$  coeff. riduttivo  $A_{sl,2} = 0 \text{ } \emptyset \text{ } 0 = 0.00 \text{ cm}^2$

$d = 199$  mm altezza utile  $A_{sl,3} = 0 \text{ } \emptyset \text{ } 0 = 0.00 \text{ cm}^2$

$f_{cd} = 18.13$  MPa resist. di calcolo  $5.65 \text{ cm}^2$

#### • Sollecitazioni (compressione <0, trazione >0, taglio in valore assoluto)

$N_{ed} = 0.0$  kN  $V_{ed} = 9.4$  kN

#### • Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2$   $k = 2.000 < 2$

$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$   $v_{min} = 0.560$

$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0.02$   $\rho_1 = 0.003 < 0.02$

$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0.2 f_{cd}$   $\sigma_{cp} = 0.00$  MPa  $< 0.2 f_{cd}$

$V_{Rd} = (0,18 \times k \times (100 \times \rho_1 \times f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d > (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d$

$V_{Rd} = 99.7$  kN; (con  $(v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 111.4$  kN)

$V_{Rd} = 111.4$  kN assunto pari alla resistenza minima

la sezione è verificata in assenza di armature per il taglio

|                                                                                                                                         |                                                                                                                             |                           |                                   |                                       |                         |                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| <b>APPALTATORE:</b><br><u>Consorzio</u> <u>Soci</u><br><b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGIO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>           | <b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b><br><b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b> |                           |                                   |                                       |                         |                                  |
| <b>PROGETTAZIONE:</b><br><u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u><br><b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b> |                                                                                                                             |                           |                                   |                                       |                         |                                  |
| <b>PROGETTO ESECUTIVO</b><br><b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>                                                            | <b>COMMESSA</b><br><b>IF28</b>                                                                                              | <b>LOTTO</b><br><b>01</b> | <b>CODIFICA</b><br><b>E ZZ CL</b> | <b>DOCUMENTO</b><br><b>NV0405 001</b> | <b>REV.</b><br><b>A</b> | <b>FOGLIO</b><br><b>69 di 69</b> |

## 11 INCIDENZE

### Pali paratia di destra L=12 m

- armatura longitudinale                      n.12  $\phi$ 18
- armatura trasversale                      spirale  $\phi$ /12 passo 20 cm
- incidenza                      125 kg/m<sup>3</sup>

### Pali paratia di sinistra L=8 m

- armatura longitudinale                      n.12  $\phi$ 16
- armatura trasversale                      spirale  $\phi$ /12 passo 20 cm
- incidenza                      105 kg/m<sup>3</sup>

### Cordolo paratia

- armatura longitudinale                      18 $\phi$ 18
- armatura trasversale                      staffe  $\phi$ /14 passo 20 cm
- incidenza                      90 kg/m<sup>3</sup>

### Muro ad “U”

Incidenza media sezione trasversale                      85 kg/m<sup>3</sup>

### Fondazione

- armatura trasversale superiore ed inferiore                       $\phi$ 14/200
- armatura longitudinale superiore ed inferiore                       $\phi$ 12/200
- spilli                       $\phi$ 10/200x400
- incidenza                      80 kg/m<sup>3</sup>

### Piedritto sinistro

- armatura trasversale esterna ed interna                       $\phi$ 12/200
- armatura longitudinale                       $\phi$ 10/200
- spilli                       $\phi$ 8/400x400
- incidenza                      100 kg/m<sup>3</sup>

### Piedritto destro

- armatura trasversale esterna ed interna                       $\phi$ 12/200
- armatura longitudinale                       $\phi$ 10/200
- spilli                       $\phi$ 8/400x400
- incidenza                      95 kg/m<sup>3</sup>