

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:

PROGETTISTA:

DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO PROGETTISTI

Ing. GAETANO USAI

Ing. PIETRO MAZZOLI



Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche

**PROGETTO ESECUTIVO**

Dott. Ing. Pietro Mazzoli  
IMPRESA PIZZAROTTI & C. S.p.A.  
Iscritto ordine Ingegneri di Parma n. 821/A

**ITINERARIO NAPOLI-BARI**

**RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO**

**1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI**

**OPERE D'ARTE DI LINEA E PUNTUALI – VIABILITA'**

SOTTOVIA al km 15+150

Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo

APPALTATORE	<b>CONSORZIO CANCELLO-FRASSO TELESINO</b> Il Direttore Tecnico Corrado Bianchi	SCALA:
Consorzio CFT IL DIRETTORE TECNICO Geom. C. Bianchi 11/07/2015		-

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

IF1N 01 E ZZ CL SL0700 002 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione	A. Tagliaferri	11/05/2018	G. Usai	11/05/2018	P. Mazzoli	11/05/2018	G. Usai
B	Recepimento istruttoria	A. Tagliaferri	11/07/2018	G. Usai	11/07/2018	P. Mazzoli	11/07/2018	



   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>2 di 168</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	2 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	2 di 168								

## Indice

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>UNITA' DI MISURA.....</b>	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA .....</b>	<b>12</b>
<b>6</b>	<b>OPERE DI SOSTEGNO TRA DIAFRAMMI.....</b>	<b>16</b>
6.1	CRITERI PROGETTUALI.....	16
6.1.1	CLASSE D'USO .....	16
6.1.2	PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA.....	16
6.2	ANALISI DEI CARICHI .....	17
6.2.1	AZIONE DEL SOVRACCARICO A TERGO DEL MURO .....	17
6.2.2	VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA .....	17
6.3	MODELLO DI CALCOLO.....	22
6.3.1	DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO .....	22
6.4	RISULTATI DELLE ANALISI .....	43
6.4.1	MODELLO DI CALCOLO 1 .....	43
6.4.2	MODELLO DI CALCOLO 2 .....	63
6.4.3	MODELLO DI CALCOLO 3 .....	78
6.5	VERIFICA DEL TAPPO DI FONDO IN JET GROUTING .....	106
<b>7</b>	<b>MURO AD “U” – RAMPA OVEST .....</b>	<b>109</b>
7.1	SEZIONE DI CALCOLO 1 .....	109
7.1.1	ANALISI DEI CARICHI .....	110
7.1.2	DESCRIZIONE DEL MODELLO AGLI ELEMENTI FINITI.....	113
7.1.3	COMBINAZIONI DI CARICO.....	114
7.1.4	ANALISI DELLE SOLLECITAZIONI .....	115
7.2	SEZIONE DI CALCOLO 2.....	124
7.2.1	ANALISI DEI CARICHI .....	125

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>3 di 168</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	3 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	3 di 168								

7.2.2	DESCRIZIONE DEL MODELLO AGLI ELEMENTI FINITI .....	128
7.2.3	COMBINAZIONI DI CARICO .....	129
7.2.4	ANALISI DELLE SOLLECITAZIONI .....	129
<b>8</b>	<b>INCIDENZE ARMATURE .....</b>	<b>139</b>
<b>9</b>	<b>APPENDICE – DIAGRAMMI DI OUTPUT.....</b>	<b>140</b>
9.1	MODELLO DI CALCOLO 1.....	140
9.1.1	DIAFRAMMI.....	140
9.1.2	FODERA INTERNA .....	144
9.1.3	SOLETTONE DI FONDO.....	147
9.1.4	PUNTONE PROVVISORIO .....	149
9.2	MODELLO DI CALCOLO 2.....	150
9.2.1	DIAFRAMMI.....	150
9.2.2	FODERA INTERNA .....	154
9.2.3	SOLETTONE DI FONDO.....	157
9.3	MODELLO DI CALCOLO 3.....	159
9.3.1	DIAFRAMMI.....	159
9.3.2	FODERA INTERNA .....	163
9.3.3	SOLETTONE DI FONDO.....	166
9.3.4	SOLETTONE DI COPERTURA.....	167

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>4 di 168</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	4 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	4 di 168								

# 1 PREMESSA

Nell'ambito dell'Itinerario Napoli-Bari si inserisce il Raddoppio della Tratta Cancello – Benevento - 1° Lotto Funzionale Cancello-Frasso Telesino e Variante alla Linea Roma-Napoli Via Cassino nel Comune di Maddaloni (compreso il Collegamento Merci con lo scalo di Marciianise - Collegamento Benevento-Marciianise ) oggetto della Progettazione Esecutiva in esame.

Nella seguente relazione sono state analizzate le opere di sostegno costituite da diaframmi a sbalzo o con soletta di copertura, di dimensioni 250x120 cm ed il muro ad "U" presente in fase definitiva lungo la rampa lato ovest.

In particolare per le opere di sostegno con diaframmi sono state prese in esame le seguenti sezioni di calcolo:

- **Modello di calcolo 1:** Sezione di calcolo alla pk 140.30, altezza scavo 9.25 m, con diaframmi a sbalzo L=25 m e puntoni provvisori in fase di scavo.
- **Modello di calcolo 2:** Sezione di calcolo alla pk 213.90, altezza scavo 5.60 m, con diaframmi a sbalzo L=20 m e puntoni provvisori in fase di scavo.
- **Modello di calcolo 3:** Sezione di calcolo pk 109.50, altezza scavo 10.75 m, con diaframmi L=22 m e soletta di copertura di spessore 1.20 m.

Per il muro ad "U" definitivo, sono state considerate 2 sezioni tipologiche:

- **Sezione di calcolo 1:** sezione di calcolo alla pk 25.50, con altezza del parameto verticale pari a 2.50 m.
- **Sezione di calcolo 2:** sezione di calcolo alla pk 31.90, con altezza del parameto verticale massima pari a 6.0 m.

Vengono di seguito fornite le principali indicazioni inerenti il calcolo e le verifiche geotecniche dell'opera e le verifiche strutturali dei vari elementi.

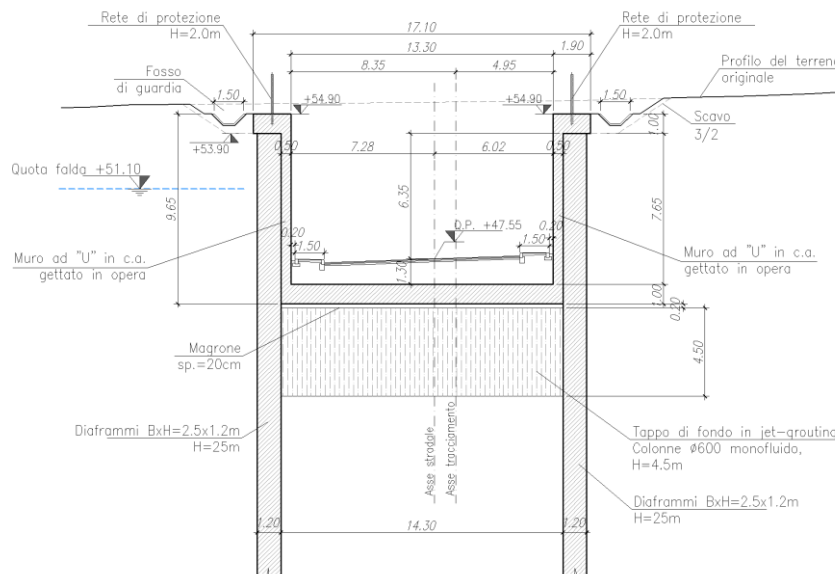


Fig. 1 – Opere di sostegno tra diaframmi: Sezione trasversale paratia alla pk 140.30



**Opere di sostegno delle rampe: Relazione di  
 calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	5 di 168

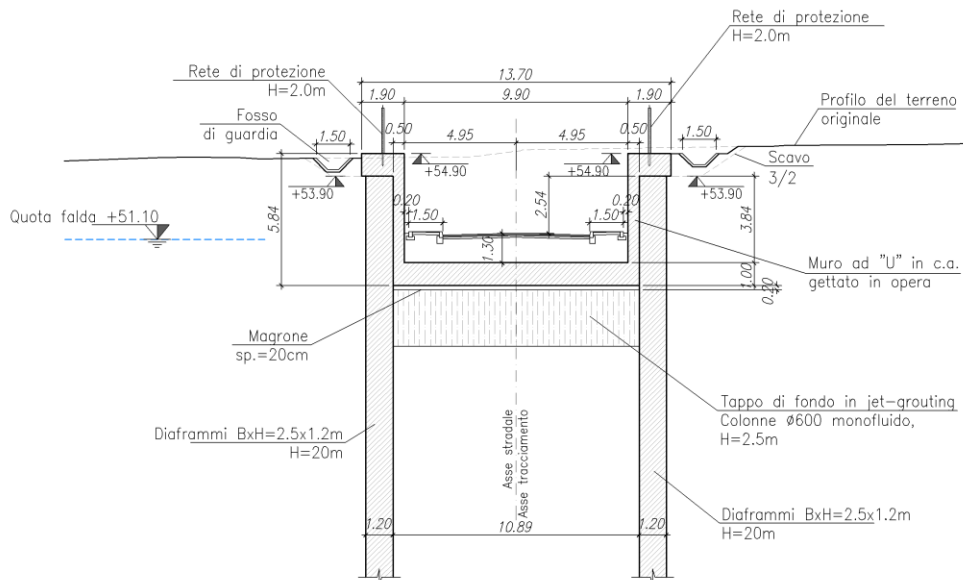


Fig. 2 – Opere di sostegno tra diaframmi: Sezione trasversale paratia alla pk 213.90

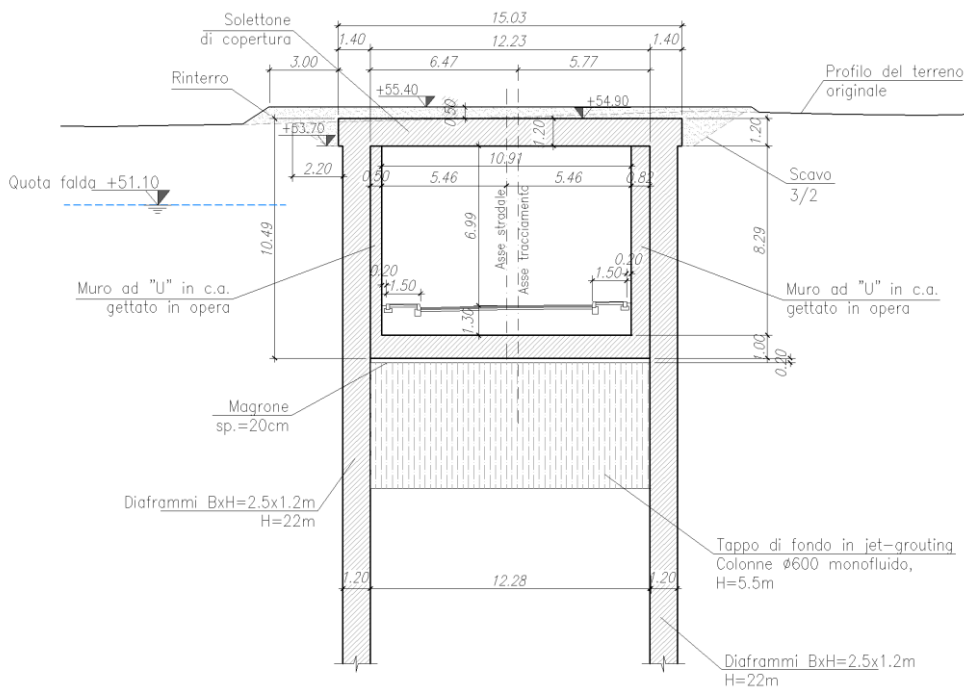


Fig. 3 – Opere di sostegno tra diaframmi: Sezione trasversale paratia alla pk 109.50

Opere di sostegno delle rampe: Relazione di  
calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	6 di 168

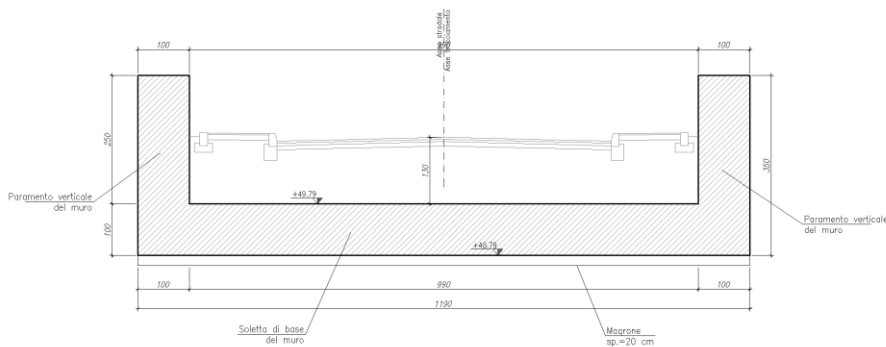


Fig. 4 – Muro ad “U” lato ovest: Sezione trasversale alla pk 25.50

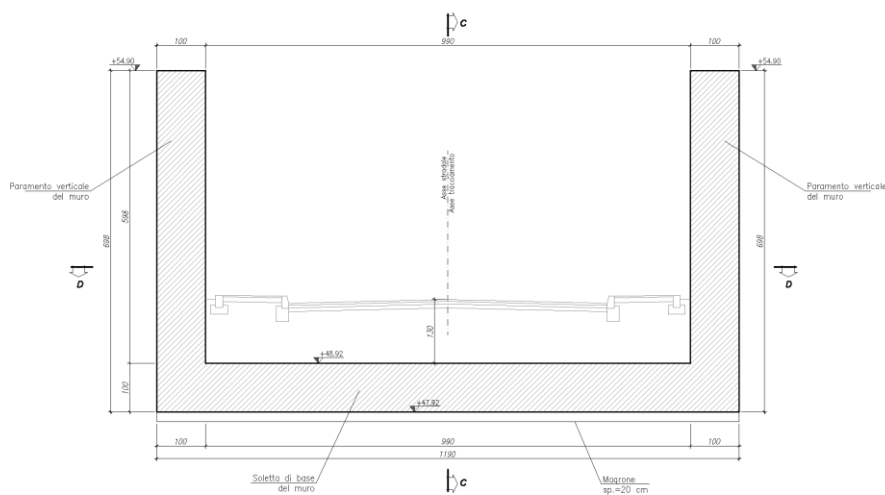


Fig. 5 – Muro ad “U” lato ovest: Sezione trasversale alla pk 31.90

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>7 di 168</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	7 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	7 di 168								

## 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le principali Normative nazionali ed internazionali vigenti alla data di redazione del presente documento e prese a riferimento sono le seguenti:

- Ministero delle Infrastrutture, DM 14 gennaio 2008, «Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni»
- Decreto Ministeriale del 06 maggio 2008, «Integrazione al DM 14 gennaio 2008 di approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni»
- Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, circolare 2 febbraio 2009, n. 617 C.S.LL.PP., «Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008»
- Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 001 - Specifica per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario
- Istruzione RFI DTC INC CS SP IFS 001 - Specifica per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie
- Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 002 - Specifica per la progettazione e l'esecuzione di cavalcavia e passerelle pedonali sulla sede ferroviaria
- Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 003 - Specifica per la verifica a fatica dei ponti ferroviari
- Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 004 - Specifica per la progettazione e l'esecuzione di impalcati ferroviari a travi in ferro a doppio T incorporate nel calcestruzzo
- UNI EN 1991-1-1:2004 – Azioni sulle strutture - Parte 1-1: Azioni in generale - Pesì per unità di volume, pesì propri e sovraccarichi per gli edifici
- UNI EN 1992-1-1: EUROCODICE 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI EN 1997-1:2005 – Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali
- UNI EN 1998-1:2005 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici
- UNI EN 1998-5:2005 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: 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>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>8 di 168</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	8 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	8 di 168								

### 3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Le caratteristiche dei materiali sono ricavate con riferimento alle indicazioni contenute nei capitoli 4 e 11 del D.M. 14 gennaio 2008. Nelle tabelle che seguono sono indicate le principali caratteristiche e i riferimenti dei paragrafi del D.M. citato.

#### Diaframmi e cordolo di coronamento

<b>Calcestruzzo</b>			
Classe	C25/30	<input type="button" value="▼"/>	
$R_{ck} =$	30	Mpa	Resistenza caratteristica cubica
$f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} =$	24.9	Mpa	Resistenza caratteristica cilindrica
$f_{cm} = f_{ck} + 8 =$	32.9	Mpa	Valore medio resistenza cilindrica
$\alpha_{cc} =$	0.85	-	Coeff. Rid. Per carichi di lunga durata
$\gamma_M =$	1.5	-	Coeff. parziale di sicurezza allo SLU
$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_M =$	14.11	Mpa	Resistenza di progetto
$f_{ctm} = 0.3 \cdot f_{ck}^{2/3} =$	2.56	Mpa	Resistenza media a trazione semplice
$f_{ctm} = 1.2 \cdot f_{ctm} =$	3.07	Mpa	Resistenza media a trazione per flessione
$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} =$	1.79	Mpa	Valore caratteristico resistenza a trazione (frattile 5%)
$\sigma_c = 0.6 \cdot f_{ck} =$	14.94	Mpa	Tensione max in esercizio in comb. rara (rif. §4.1.2.2.5.1 [1])
$\sigma_c = 0.45 \cdot f_{ck} =$	11.21	Mpa	Tensione max in esercizio in comb. quasi perm. (rif. §4.1.2.2.5.1 [1])
$E_{cm} = 22000 \cdot (f_{cm}/10)^{0.3} =$	31447	Mpa	Modulo elastico di progetto
$\nu =$	0.2	-	Coefficiente di Poisson
$G_c = E_{cm} / (2(1+\nu)) =$	13103	MPa	Modulo elastico tangenziale di progetto
Condizioni ambientali =	Aggressive	<input type="button" value="▼"/>	
Classe di esposizione =	XC2	<input type="button" value="▼"/>	
$c =$	6.00	cm	Copriferro minimo
$w =$	0.20	mm	Apertura massima fessure in esercizio comb. frequente (rif. §2.2.2 [5])

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: 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>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>9 di 168</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	9 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	9 di 168								

### Rifodera interna diaframmi, solettoni e Muro ad “U” lato ovest

<b>Calcestruzzo</b>		
Classe	C32/40	▼
$R_{ck} =$	40	Mpa
	Resistenza caratteristica cubica	
$f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} =$	33.2	Mpa
	Resistenza caratteristica cilindrica	
$f_{cm} = f_{ck} + 8 =$	41.2	Mpa
	Valore medio resistenza cilindrica	
$\alpha_{cc} =$	0.85	-
	Coeff. Rid. Per carichi di lunga durata	
$\gamma_M =$	1.5	-
	Coeff. parziale di sicurezza allo SLU	
$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_M =$	18.81	Mpa
	Resistenza di progetto	
$f_{ctm} = 0.3 \cdot f_{ck}^{2/3} =$	3.10	Mpa
	Resistenza media a trazione semplice	
$f_{ctm} = 1.2 \cdot f_{ctm} =$	3.72	Mpa
	Resistenza media a trazione per flessione	
$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} =$	2.17	Mpa
	Valore caratteristico resistenza a trazione (frattile 5%)	
$\sigma_c = 0.6 \cdot f_{ck} =$	19.92	Mpa
	Tensione max in esercizio in comb. rara (rif. §4.1.2.2.5.1 [1])	
$\sigma_c = 0.45 \cdot f_{ck} =$	14.94	Mpa
	Tensione max in esercizio in comb. quasi perm. (rif. §4.1.2.2.5.1 [1])	
$E_{cm} = 22000 \cdot (f_{cm}/10)^{0.3} =$	33643	Mpa
	Modulo elastico di progetto	
$\nu =$	0.2	-
	Coefficiente di Poisson	
$G_c = E_{cm} / (2(1+\nu)) =$	14018	MPa
	Modulo elastico tangenziale di progetto	
Condizioni ambientali =	Aggressive	▼
Classe di esposizione =	XC4	▼
$c =$	4.00	cm
	Copriferro minimo	
$w =$	0.20	mm
	Apertura massima fessure in esercizio comb. frequente (rif. §2.2.2 [5])	

### Acciaio ordinario per calcestruzzo armato

<b>Acciaio</b>		
B450C		
$f_{yk} \geq$	450	Mpa
	Tensione caratteristica di snervamento	
$f_{tk} \geq$	540	Mpa
	Tensione caratteristica di rottura	
$(f_t/f_y)_k \geq$	1.15	-
$(f_t/f_y)_k <$	1.35	-
$\gamma_s =$	1.15	-
	Coeff. Parziale di sicurezza allo SLU	
$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s =$	391.3	Mpa
	Tensione caratteristica di snervamento	
$E_s =$	210000	Mpa
	Modulo elastico di progetto	
$\epsilon_{yd} =$	0.20%	
	Deformazione di progetto a snervamento	
$\epsilon_{uk} = (A_{gt})_k =$	7.50%	
	Deformazione caratteristica ultima	
$\sigma_s = 0.80 \cdot f_{yk} =$	360	Mpa
	Tensione in esercizio in comb. rara (rif. §4.1.2.2.5.2 [1])	

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>10 di 168</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	10 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	10 di 168								

### Acciaio per tubi e profilati metallici

<b>Acciaio da carpenteria metallica</b>			
S275			
$f_{yk} \geq$	275	Mpa	Tensione caratteristica di snervamento
$\gamma_s =$	1.05	-	Coeff. Parziale di sicurezza allo SLU
$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s =$	261.9	Mpa	Tensione caratteristica di snervamento
$E_s =$	210000	Mpa	Modulo elastico di progetto



  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>11 di 168</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	11 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	11 di 168								

## 4 UNITA' DI MISURA

Si utilizza il Sistema Internazionale (SI):

### unità di misura principali

N	(Newton)	unità di forza
m	(metro)	unità di lunghezza
kg	(kilogrammo-massa)	unità di massa
s	(secondo)	unità di tempo

### unità di misura derivate

kN	(kiloNewton)	$10^3$ N
MN	(megaNewton)	$10^6$ N
kgf	(kilogrammo-forza)	1 kgf = 9.81 N
cm	(centimetro)	$10^{-2}$ m
mm	(millimetro)	$10^{-3}$ m
Pa	(Pascal)	1 N/m <sup>2</sup>
kPa	(kiloPascal)	10 <sup>3</sup> N/m <sup>2</sup>
MPa	(megaPascal)	10 <sup>6</sup> N/m <sup>2</sup>
N/m <sup>3</sup>	(peso specifico)	
g	(accelerazione di gravità)	~9.81 m/s <sup>2</sup>

### corrispondenze notevoli

1 MPa	=	1 N/mm <sup>2</sup>
1 MPa	~	10 kgf/cm <sup>2</sup>
1 kN/m <sup>3</sup>	~	100 kgf/m <sup>3</sup>

Si utilizzano i seguenti principali simboli con le relative unità di misura normalmente adottate:

$\gamma$	peso dell'unità di volume	(kN/m <sup>3</sup> )
$\sigma$	tensione normale	(N/mm <sup>2</sup> )
$\tau$	tensione tangenziale	(N/mm <sup>2</sup> )
$\varepsilon$	deformazione	(m/m - adimensionale)
$\varphi$	angolo di resistenza	(° sessagesimali)

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: 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>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>12 di 168</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	12 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	12 di 168								

## 5 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

I sondaggi di riferimento sono il P25 (attrezzato con piezometro) della precedente campagna di indagini allegata al PD e il sondaggio PE-S34 eseguito nella campagna di indagini integrative per il Progetto Esecutivo. Quest'ultimo sondaggio, attrezzato con piezometro, ha previsto prove SPT in foro, prove geotecniche di laboratorio e prove di permeabilità in foro.

Uno stralcio della planimetria con ubicazione delle indagini è riportata nella figura 1 seguente.

I risultati dell'indagine integrativa non hanno modificato sostanzialmente i modelli geologici e geotecnici utilizzati nel PD, in termini di stratigrafia e parametri geotecnici.

Alcune differenze sono emerse dalle misure piezometriche i cui risultati sono commentati di seguito.

Nella tabella seguente si riassume la stratigrafia presa come riferimento per la progettazione.

Strato	Profondità Da (m da p.c.)	Profondità a (m da p.c.)	Descrizione	N <sub>SPT</sub> (colpi/30cm)
1	0.0	3.0	Limi sabbiosi	-
2	3.0	25.0	Sabbie limose piroclastiche (tufo grigio campano in facies sciolta)	20 - 40
<b>Profondità della falda: 3 ÷ 5 m da p.c. (vedi tabella misure piezometriche)</b>				

Nella tabella seguente si riassumono i parametri geotecnici come desunti dalla caratterizzazione geotecnica generale.

Parametri	Strato 1	Strato 2
	L(S)	S(L)
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	17	17
GSI	-	-
$\sigma_c$ (MPa)	-	-
$\sigma_t$ (MPa)	-	-
$m_i$ (-)	-	-
$\phi'$ (°)	30	32
$c'$ (kPa)	0	0
$c_u$ (kPa)	-	-
$V_s$ (m/s)	80 – 120 <sup>(*)</sup>	170 - 200 <sup>(*)</sup>
$G_0$ (MPa)	12 – 25 <sup>(*)</sup>	70 - 90 <sup>(*)</sup>
$E_{op}$ (MPa)	6 – 10 <sup>(*)</sup>	30 - 40 <sup>(*)</sup>
$\nu'$ (-)	0.25	0.25
$k$ (m/s)	$5 \times 10^{-5}$	$5 \times 10^{-5}$

Nota: (\*) crescente con la profondità

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: 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>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>13 di 168</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	13 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	13 di 168								

Si fa presente che il piano di posa dello scatolare è costituito da materiale trattato con jet-grouting. Tuttavia, ai fini delle verifiche geotecniche dello scatolare, si farà riferimento, in via cautelativa, ai parametri di resistenza dei terreni in posto costituiti da sabbie limose (SL), elencati in precedenza.

Per i parametri geotecnici dei rilevati ferroviari si assumono invece i seguenti valori:

- peso volume  $\gamma=20 \text{ kN/m}^3$
- angolo d'attrito  $\varphi'=38^\circ$
- coesione efficace  $c'=0 \text{ kPa}$

La classe di suolo, stabilita sulla base delle prove SPT e in analogia a quanto indicato nel PD, è stata assunta pari alla C.

Per quanto riguarda le condizioni idrogeologiche, la tabella seguente riassume i risultati delle misure piezometriche eseguite nei due piezometri disponibili, il piezometro P25 del progetto definitivo e il piezometro PE-S34 del progetto esecutivo. Per il P25 si hanno a disposizione le misure del periodo compreso tra settembre 2014 e aprile 2015 e poi quelle più recenti della campagna di indagini del PE (marzo e aprile 2018). Per il PE-S34 si dispone finora dell'unica misura eseguita nell'aprile 2018. Il piano di indagini prevede di continuare il monitoraggio.

#### MISURE PIEZOMETRICHE

Piezometro (q. m s.l.m.)	18-19/09/2014		5-6/12/2014		16-17/01/2015	
	m(da p.c.)	m (s.l.m)	m(da p.c.)	m (s.l.m)	m(da p.c.)	m (s.l.m)
P25 (54.80)	5.08	49.72	4.41	50.39	4.96	49.84

Piezometro (q. m s.l.m.)	14/02/2015		13/03/2015		17/04/2015	
	m(da p.c.)	m (s.l.m)	m(da p.c.)	m (s.l.m)	m(da p.c.)	m (s.l.m)
P25 (54.80)	3.05	51.75	3.35	51.45	4.15	50.65

Piezometro (q. m s.l.m.)	29/03/2018		5/04/2018		10/04/2018	
	m(da p.c.)	m (s.l.m)	m(da p.c.)	m (s.l.m)	m(da p.c.)	m (s.l.m)
P25 (54.80)	3.10	51.70				
PE-S34 (54.00)			4.10	49.90	4.10	49.90

Piezometro (q. m s.l.m.)	29/03/2018		5/04/2018		10/04/2018	
	m(da p.c.)	m (s.l.m)	m(da p.c.)	m (s.l.m)	m(da p.c.)	m (s.l.m)
P25 (54.80)	3.10	51.70				
PE-S34 (54.00)			4.10	49.90	4.10	49.90

Piezometro (q. m s.l.m.)	16/04/2018		19/04/2018			
	m(da p.c.)	m (s.l.m)	m(da p.c.)	m (s.l.m)	m(da p.c.)	m (s.l.m)
P25 (54.80)	4.10	50.70				
PE-S34 (54.00)			4.10	49.90		

Per una maggiore comprensione delle letture piezometriche si riporta nella figura seguente uno stralcio della planimetria con ubicazione dei piezometri.

Opere di sostegno delle rampe: Relazione di  
calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	14 di 168

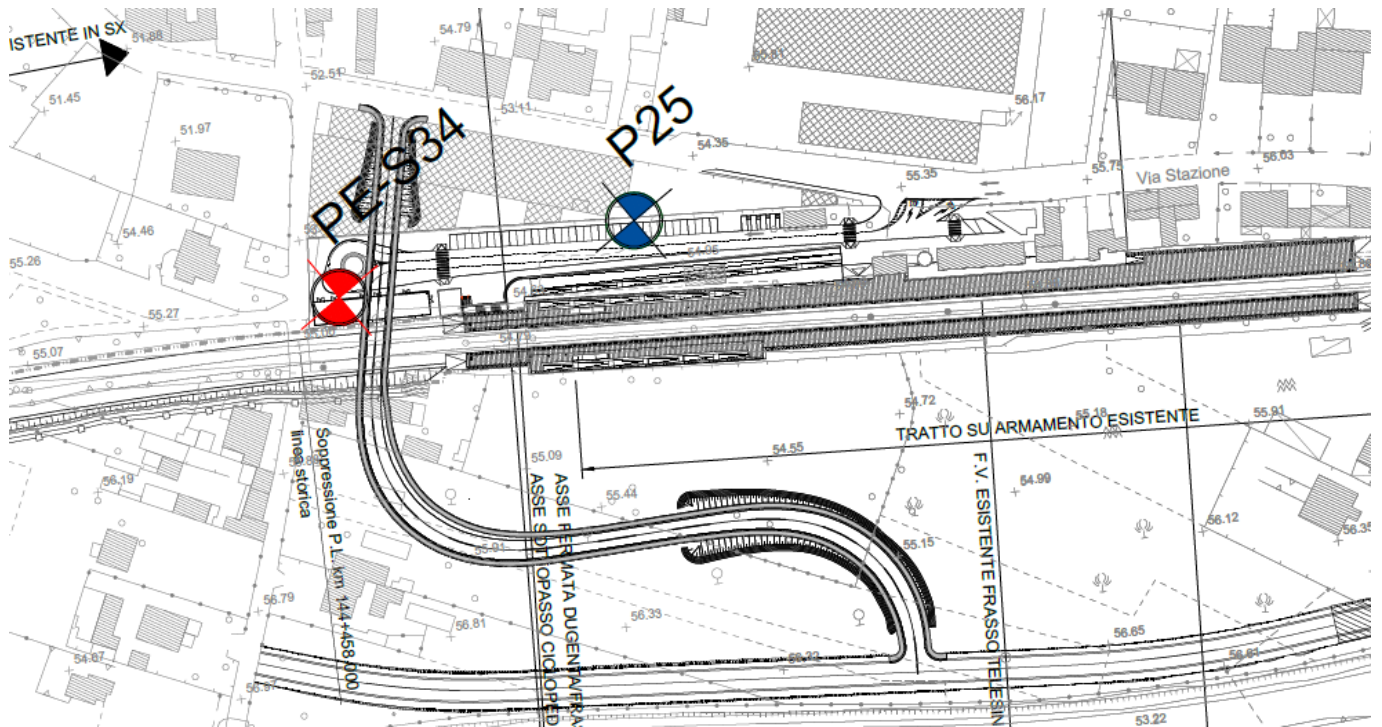


Figura 1 – Stralcio della planimetria con ubicazione delle indagini (fuori scala)

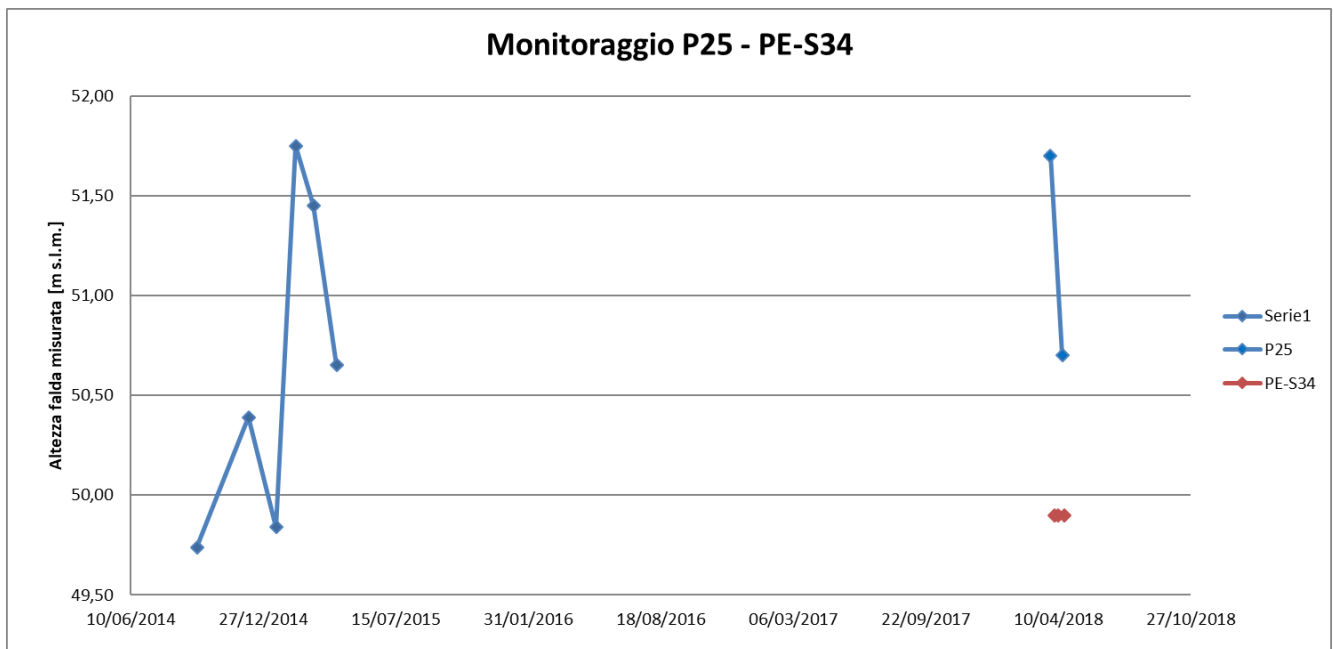


Figura 2 – Grafico delle misure piezometriche

Dai dati finora disponibili emerge che l'andamento dei livelli piezometrici è congruente con i regimi tipici dell'idrogeologia delle falde freatiche superficiali. Si evidenzia, infatti, un minimo piezometrico alla fine dell'estate (quota di falda a 49.72 m s.l.m. nel settembre 2014), una risalita invernale con il picco tra febbraio e marzo (51.75

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>15 di 168</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	15 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	15 di 168								

m s.l.m. nel febbraio 2015) e una tendenza alla discesa nella primavera. Questo trend sembra confermato dalle misure eseguite recentemente che hanno evidenziato una quota di picco (51.70 m s.l.m. nel marzo 2018) sostanzialmente analogo a quello del febbraio 2015 e un inizio di abbassamento a partire da aprile.

Le misure di aprile 2018 nel PE-S34 (in corrispondenza del sottopasso) sono sostanzialmente analoghe (in termini di profondità) a quella dello stesso periodo del P25 (poco a nord del sottopasso), ma la quota del PE-S34 è inferiore di 80 cm rispetto a quella del P25. Purtroppo non si dispone di una misura del PE-S34 nel marzo 2018 quindi non si può stabilire con sicurezza se durante il picco di marzo si verificò o meno lo stesso dislivello tra i due piezometri. Allo stato attuale delle conoscenze si può supporre che esista una lieve cadente della falda verso sud e cioè verso la valle del torrente San Giorgio (dal P25 verso il PE-S34, vedi figura precedente).

Pur essendo consapevoli che per una corretta analisi del regime idrogeologico di una falda sarebbero necessarie misure estese su vari cicli stagionali e disponendo di una rete piezometrica sicuramente più fitta di quella considerata, i dati finora acquisiti possono indicare che il picco raggiunto nel marzo 2015 (e poi nel 2018) non costituisca, con molte probabilità, un evento isolato, ma che invece rappresenti un normale trend della falda. Non si può stabilire se questo picco rappresenti il massimo assoluto raggiunto in passato (e raggiungibile in futuro) dalla falda, ma è verosimile che esso sia un valore prossimo al massimo. Si hanno invece poche informazioni sulle quote della falda nel periodo estivo, che però hanno influenze relativamente meno importanti sugli aspetti progettuali.

Poiché non è possibile stimare l'esatto periodo delle lavorazioni e considerato che il progetto prevede di mantenere per lunghi periodi gli scavi aperti e sotto falda (per la realizzazione e la spinta del monolite), è lecito assumere che la falda possa raggiungere, durante i lavori, la quota 51.75 m s.l.m nella zona poco a nord del sottopasso. Assumendo la stessa cadente piezometrica verificata durante le ultime letture, si assume come **quota di falda di progetto** in corrispondenza del sottopasso e delle relative trincee di imbocco (per le analisi in fase di costruzione e poi di esercizio) una quota massima leggermente inferiore, pari a **+51.10 m s.l.m.**

Il dimensionamento (verifica al sollevamento) del tappo di fondo e delle opere di sostegno è stato quindi effettuato con la suddetta quota della falda di progetto (+51.10 m s.l.m.).

La stessa quota di falda (+51.10 m s.l.m.) è stata considerata per la definizione della geometria dello schermo laterale in jet-grouting da eseguire al di sotto dei binari e che serve per la tenuta idraulica dello scavo in fase di spinta del monolite.

L'estensione del tappo di fondo nei tratti di raccordo della trincea di imbocco al sottopasso è stato definito basandosi sulla quota di falda di progetto, in modo da evitare interferenze dello scavo (in fase di costruzione e di esercizio) con la falda idrica. Per garantire la tenuta idraulica della viabilità in esercizio, nella trincea di imbocco lato Dugenta è stato previsto un muro a U. Sul lato opposto la tenuta è garantita dai diaframmi e dalla struttura di rivestimento.

All'inizio della trincea di imbocco lato Dugenta, per evitare rischi che su lunghi periodi ci possa essere una risalita della falda che provochi un travaso delle acque sotterranee all'interno della trincea, è stato previsto un setto di sbarramento al di sotto dei muri a U, associato ad un sistema di drenaggio che possa raccogliere le acque eventualmente traboccanti al di sopra del setto, convogliandole nella camera di sollevamento. I dettagli del sistema di smaltimento delle acque sono contenuti nell'elaborato IF1N.0.1.E.ZZ.P8.IF.21.0.5.004.A.

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>16 di 168</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	16 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	16 di 168								

## 6 OPERE DI SOSTEGNO TRA DIAFRAMMI

### 6.1 CRITERI PROGETTUALI

La vita nominale di un'opera strutturale  $V_N$  è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata.

Nel presente caso l'opera viene inserita nella seguente tipologia di costruzione :

2) *Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale,*

la cui vita nominale è pari a: **75 anni**.

#### 6.1.1 CLASSE D'USO

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di un' interruzione di operatività o di un eventuale collasso, l'opera appartiene alla seguente classe d'uso:

**Classe III:** *Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.*

Il coefficiente d'uso  $C_U$  è pari a: **1.50**.

#### 6.1.2 PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione al periodo di riferimento  $V_R$  ricavato, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale  $V_N$  per il coefficiente d'uso  $C_U$ .

Pertanto  $V_R = 75 \times 1.5 = \mathbf{112.5 \text{ anni}}$



	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>17 di 168</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	17 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	17 di 168								

## 6.2 ANALISI DEI CARICHI

### 6.2.1 AZIONE DEL SOVRACCARICO A TERGO DEL MURO

In fase di scavo provvisorio e di esercizio dell'opera, si adotta un sovraccarico accidentale pari a 10 kPa dovuto ai mezzi di cantiere (in fase provvisoria) e a carichi accidentali (in fase di esercizio).

La sovraccarico viene annullato durante la fase di applicazione dell'azione sismica.

### 6.2.2 VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

L'opera in oggetto viene progettata per una vita nominale  $V_N = 75$  anni ed una classe d'uso III a cui corrisponde un coefficiente d'uso  $C_U = 1.5$ .

L'azione sismica di progetto è definita per lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV). Il periodo di ritorno di quest'ultima - in funzione della vita utile, della classe d'uso, del tipo di costruzione e dello stato limite di riferimento (prima definiti) - è di 1068 anni.

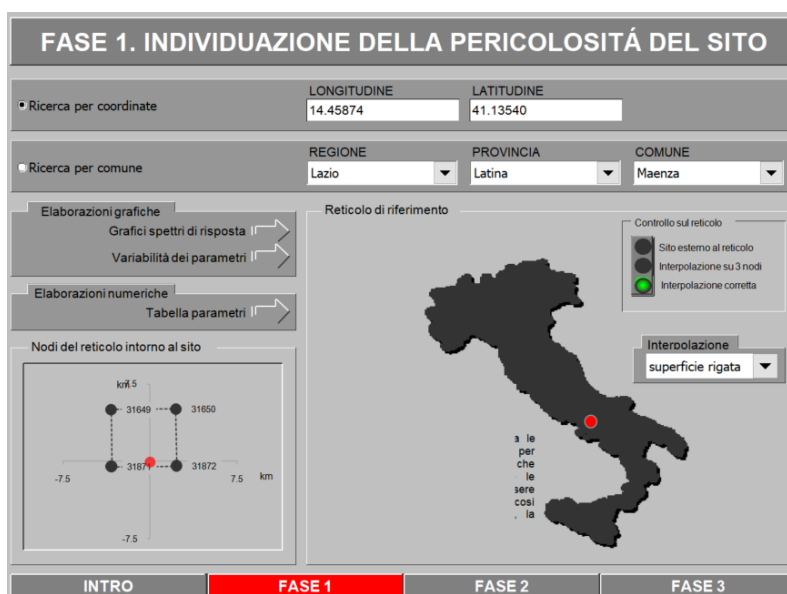
Essa, conformemente a quanto prescritto dalle Nuove Norme Tecniche, è valutata a partire dalla pericolosità sismica di base del sito su cui l'opera insiste. Tale pericolosità sismica è descritta, in termini geografici e temporali:

- attraverso i valori di accelerazione orizzontale di picco  $a_g$  (attesa in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale) e le espressioni che definiscono le ordinate del relativo spettro di risposta elastico in accelerazione  $S_e(T)$
- in corrispondenza del punto del reticolo che individua la posizione geografica dell'opera

#### Coordinate del sito

Longitudine: 14.45874

Latitudine: 41.13540



(\*) La schermata precedente fa riferimento alle coordinate mentre la ricerca per Comune è disattivata

- con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza  $P_{VR}$ .

   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: 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>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>18 di 168</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	18 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	18 di 168								

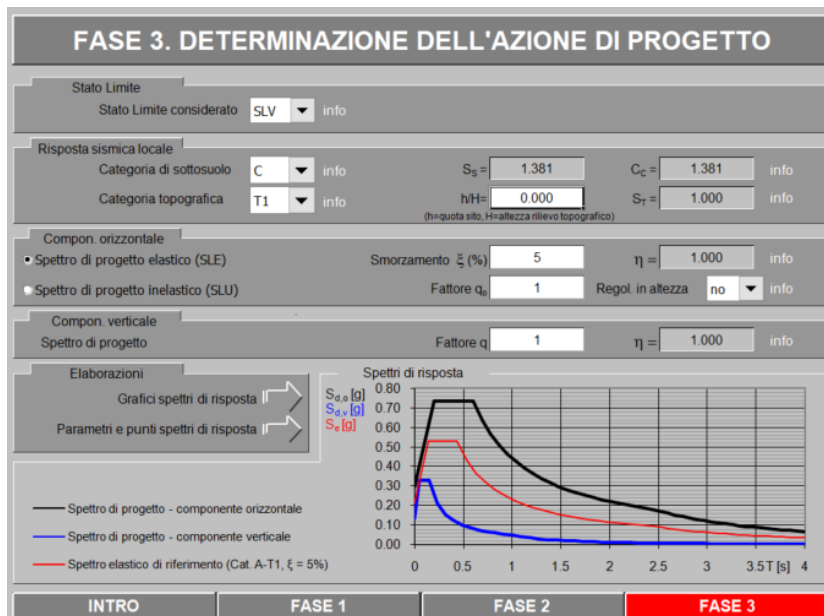
In particolare, la forma spettrale prevista dalla normativa è definita, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione di tre parametri:

- $a_g$ , accelerazione orizzontale massima del terreno
- $F_0$ , valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale
- $T_C^*$ , periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_C^*$ [s]
SLO	68	0.072	2.406	0.328
SLD	113	0.089	2.438	0.346
SLV	1068	0.213	2.495	0.436
SLC	2193	0.276	2.497	0.449

I suddetti parametri sono calcolati come media pesata dei valori assunti nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il punto caratterizzante la posizione dell'opera utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici. Si assume come spettro di progetto quello elastico allo SLV e SLD.

La categoria di sottosuolo è di tipo C; la categoria topografica è di tipo T1.



STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0.213 g
$F_0$	2.495
$T_C^*$	0.436 s
$S_S$	1.381
$C_C$	1.381
$S_T$	1.000
$q$	1.000

Opere di sostegno delle rampe: Relazione di  
calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	19 di 168

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV

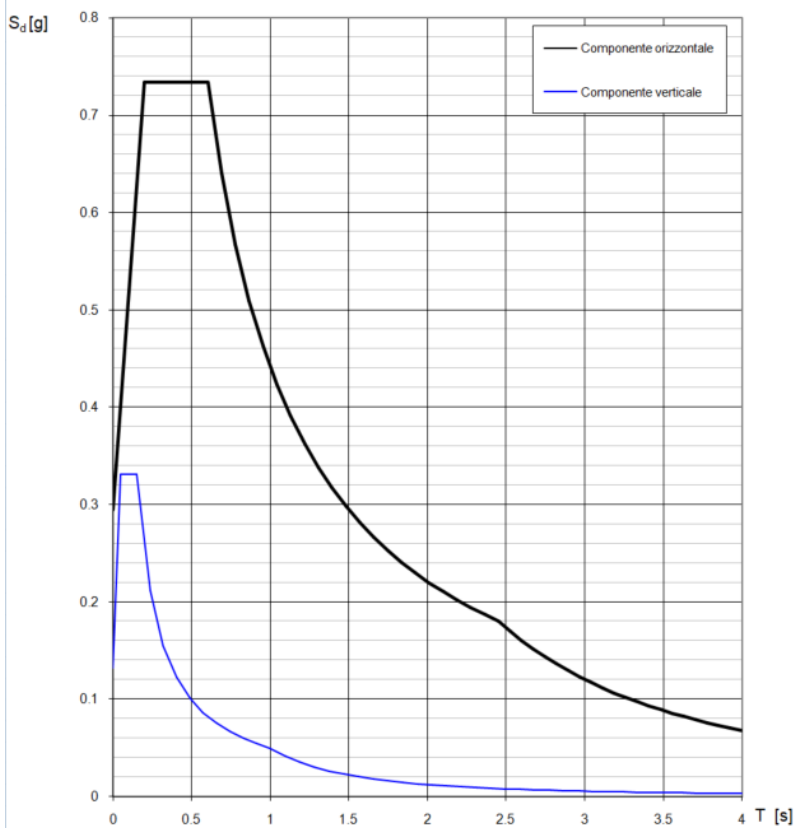
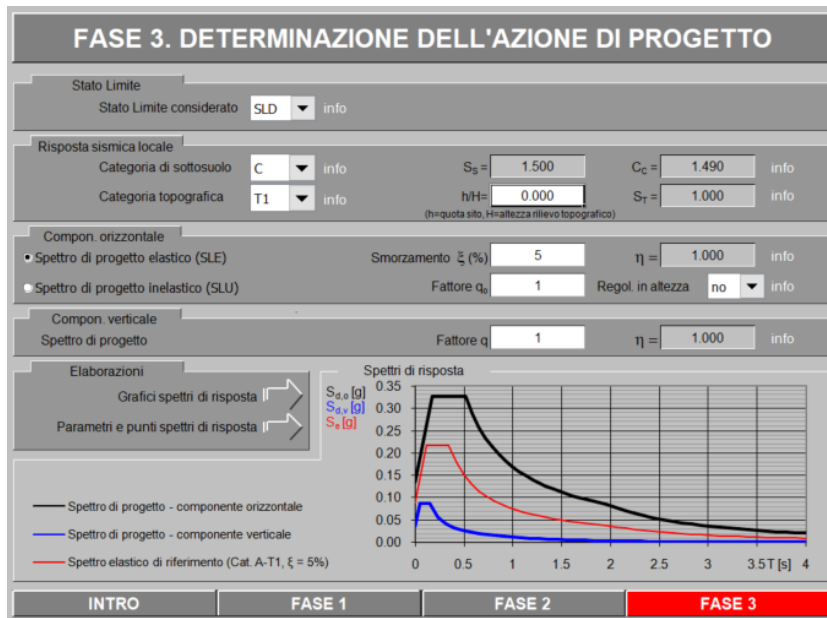


Fig. 6 – Spettro di progetto allo SLV



STATO LIMITE	SLD
$a_g$	0.089 g
$F_p$	2.438
$T_C^*$	0.346 s
$S_S$	1.500
$C_C$	1.490
$S_T$	1.000
$q$	1.000

#### Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: **SLD**

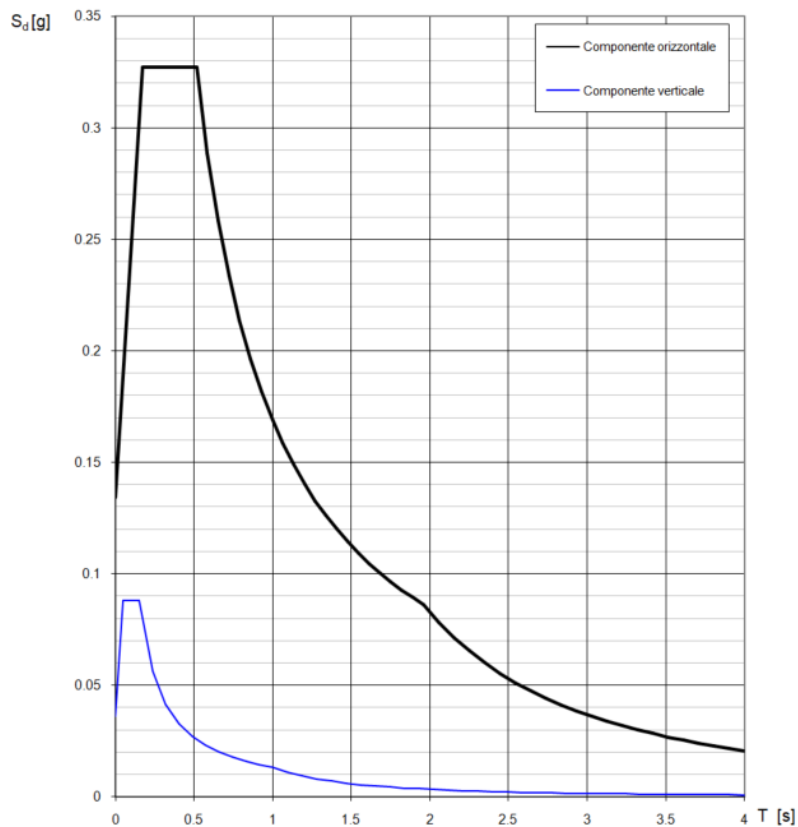


Fig. 7 – Spettro di progetto allo SLD

   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>21 di 168</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	21 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	21 di 168								

L'incremento di spinta del terreno in fase sismica viene valutata come segue:

- per le sezioni di verifica relative ai diaframmi a sbalzo (modello di calcolo 1 e 2), sarà stimato a partire dalla relazione di Mononobe-Okabe, relativa a opere di sostegno flessibili, e applicato lungo tutta l'altezza dei diaframmi come carico uniformemente distribuito;
- per la sezione di verifica in corrispondenza dei diaframmi con solettone di copertura (modello di calcolo 3), sarà stimato secondo la teoria di Wood, relativa a opere rigide puntonate su più livelli, e applicato, anche in questo caso, come carico uniformemente distribuito lungo tutta l'altezza dei diaframmi.

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>22 di 168</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	22 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	22 di 168								

## 6.3 MODELLO DI CALCOLO

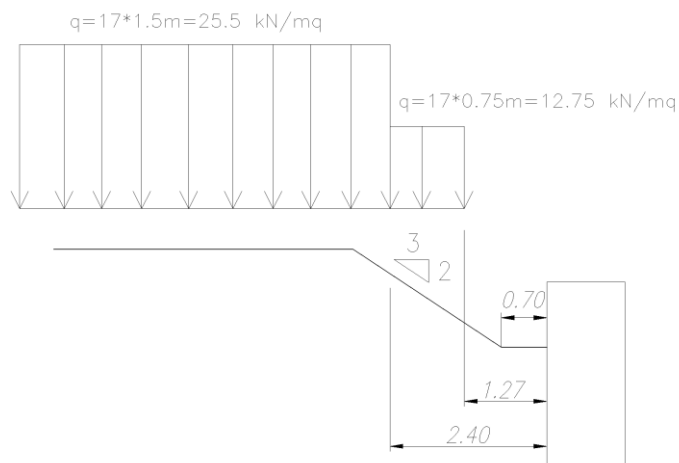
### 6.3.1 DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO

#### 6.3.1.1 MODELLO DI CALCOLO 1:

I diaframmi, di spessore pari 1.20m, hanno lunghezza complessiva pari a 25m, a cui va sommato il cordolo di coronamento di spessore 1.0 m.

Lo scavo massimo risulta pari a 10.25 m. Per limitare gli spostamenti orizzontali in testa, prima del getto della fodera interna, si utilizzano puntoni in acciaio costituiti da profili tubolari  $\varnothing 600\text{mm}$  sp.=15mm posti ad interasse 5.0 m. E' presente, alla base dello scavo, un solettone di fondo in cls armato gettato su un tappo di fondo in jet-grouting con spessore pari a 4.5 m realizzato preliminarmente allo scavo.

A monte si considera un sovraccarico permanente dovuto al terreno presente secondo lo schema che segue:



$$q_{1\_terr} = (17 \text{ kN/m}^3 \cdot 0.75 \text{ mq}) = 12.75 \text{ kN/mq}$$

$$q_{2\_terr} = (17 \text{ kN/m}^3 \cdot 1.50 \text{ mq}) = 25.50 \text{ kN/mq}$$

Inoltre, durante tutti gli step di calcolo, si considera a monte un sovraccarico accidentale pari a 10 kPa.

oooo

La fasi di calcolo risultano:

- STEP 0): Realizzazione diaframmi e cordolo di coronamento. Il piano campagna è posto ad una quota di +53.9 m s.l.m. (testa diaframmi); a monte si considera un sovraccarico accidentale pari a 10 kPa, ed i sovraccarichi permanenti dovuti al rinterro (12.75 kPa e 25.50 kPa); la quota della falda è pari a +51.10 m s.l.m..
- STEP 1): Scavo fino alla profondità di esecuzione del jet-grouting (+51.60 m s.l.m.); medesimi sovraccarichi permanenti e accidentali della fase precedente.
- STEP 2): Realizzazione tappo di fondo in jet grouting da quota +44.65 a quota +40.15 m s.l.m. (spessore totale pari a 4.5 m); medesimi sovraccarichi permanenti e accidentali della fase precedente.



   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>23 di 168</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	23 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	23 di 168								

- STEP 3): Realizzazione puntone in acciaio in testa; medesimi sovraccarichi permanenti e accidentali della fase precedente.
- STEP 4): Scavo fino alla profondità massima pari a 10.25 m dalla testa del cordolo (+44.65 m s.l.m.); medesimi sovraccarichi permanenti e accidentali della fase precedente.
- STEP 5): Realizzazione del solettone di fondo con spessore 1.0m; medesimi sovraccarichi permanenti e accidentali della fase precedente.
- STEP 6): Realizzazione della fodera interna in cls; medesimi sovraccarichi permanenti e accidentali della fase precedente.
- STEP 7): Eliminazione del puntone in testa (condizioni di esercizio in fase statica); sovraccarico accidentale a monte asimmetrico pari a 10 kPa; medesimo sovraccarico permanente della fase precedente. Il livello piezometrico si pone alla quota di intradosso del solettone di fondo (+44.65 m s.l.m.) per simulare eventuali venute d'acqua a lungo termine (mentre all'esterno della paratia si mantiene la falda a q. +51.10 m s.l.m.).
- STEP 8): Applicazione dell'azione sismica; sovraccarico accidentale in testa nullo con le stesse ipotesi circa le quote di falda della fase precedente.

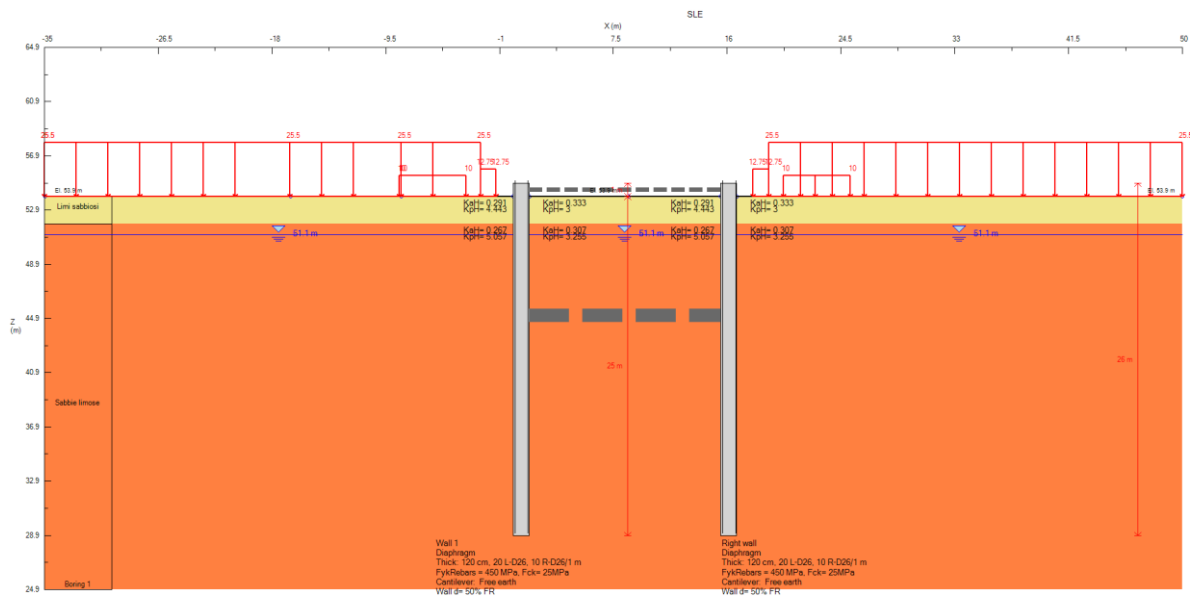


Fig. 8 – Modello di calcolo 1: STEP 0

Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	24 di 168

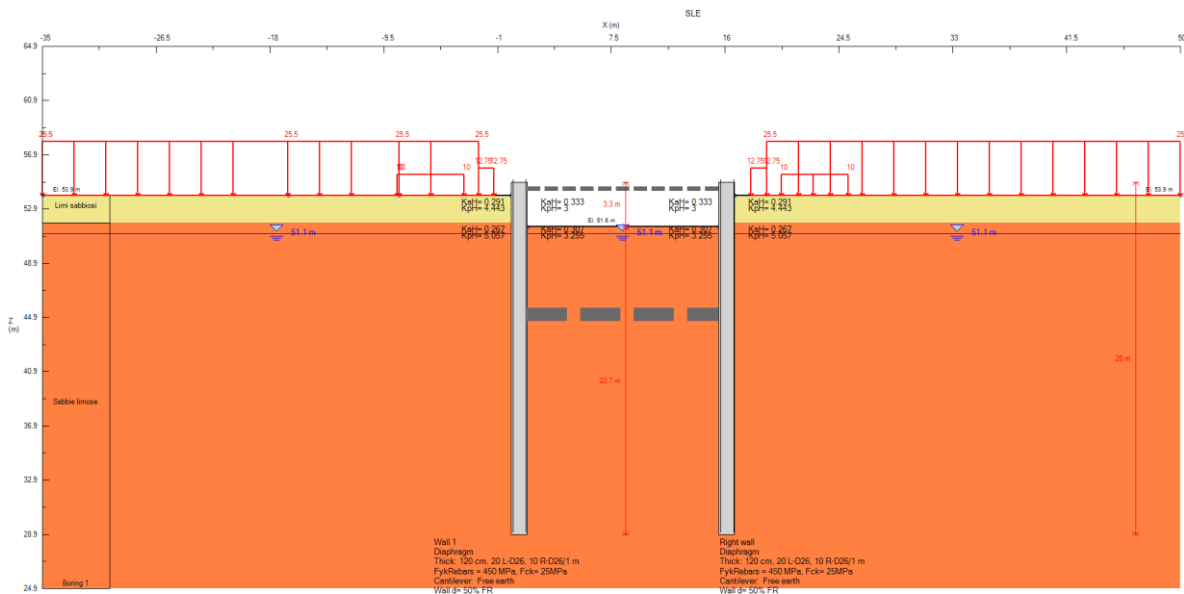


Fig. 9 – Modello di calcolo 1: STEP 1

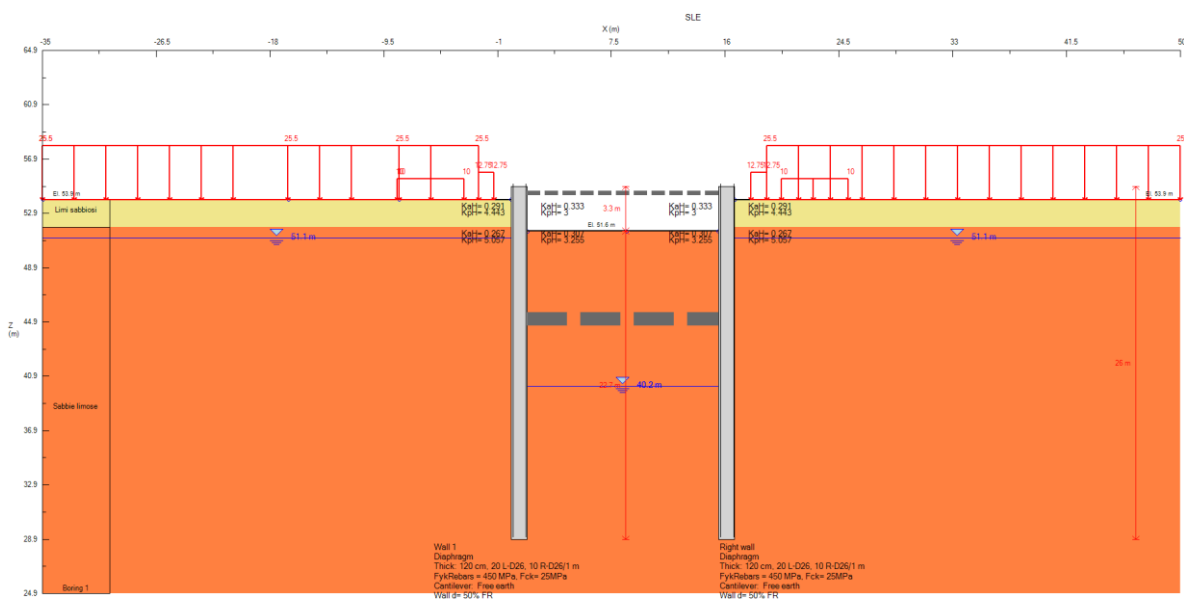


Fig. 10 – Modello di calcolo 1: STEP 2

**Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	25 di 168

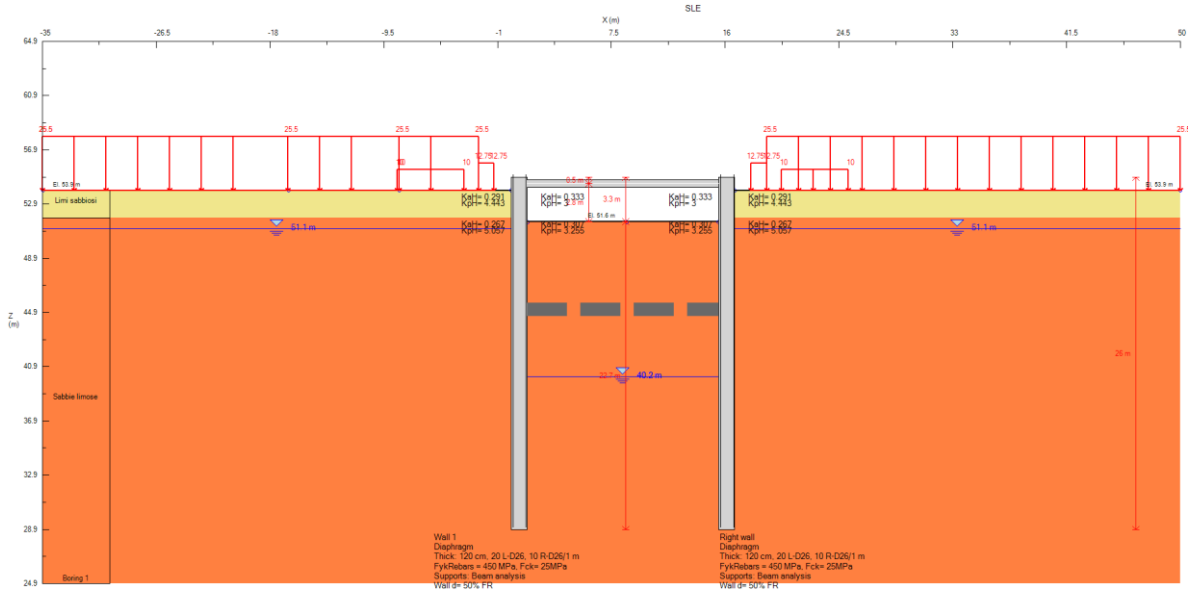


Fig. 11 – Modello di calcolo 1: STEP 3

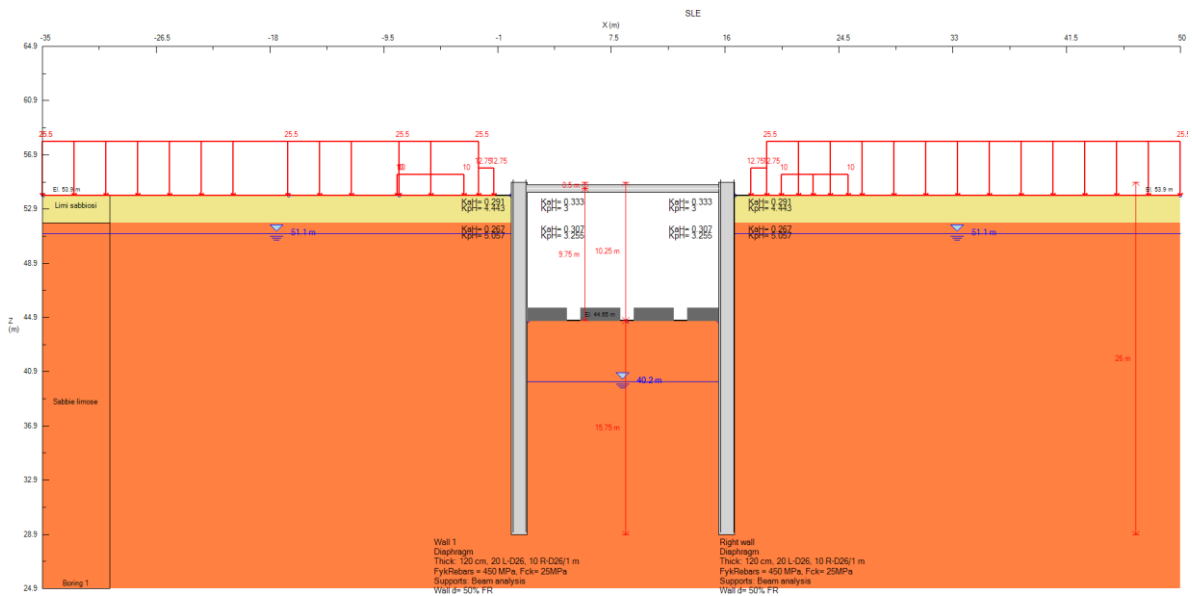


Fig. 12 – Modello di calcolo 1: STEP 4

**Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	26 di 168

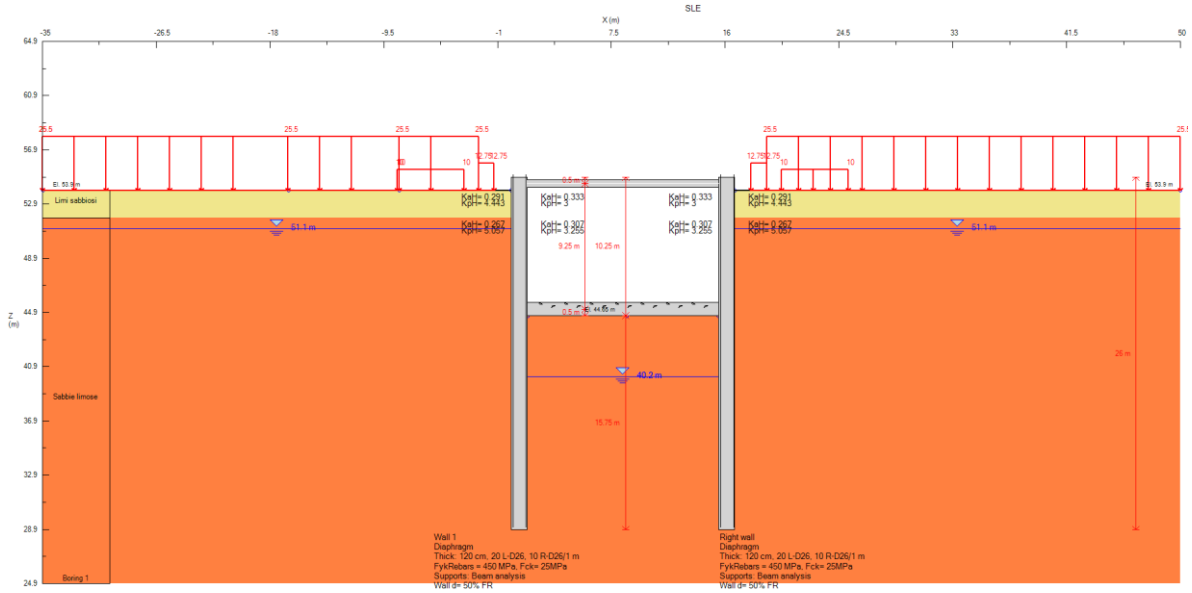


Fig. 13 – Modello di calcolo 1: STEP 5

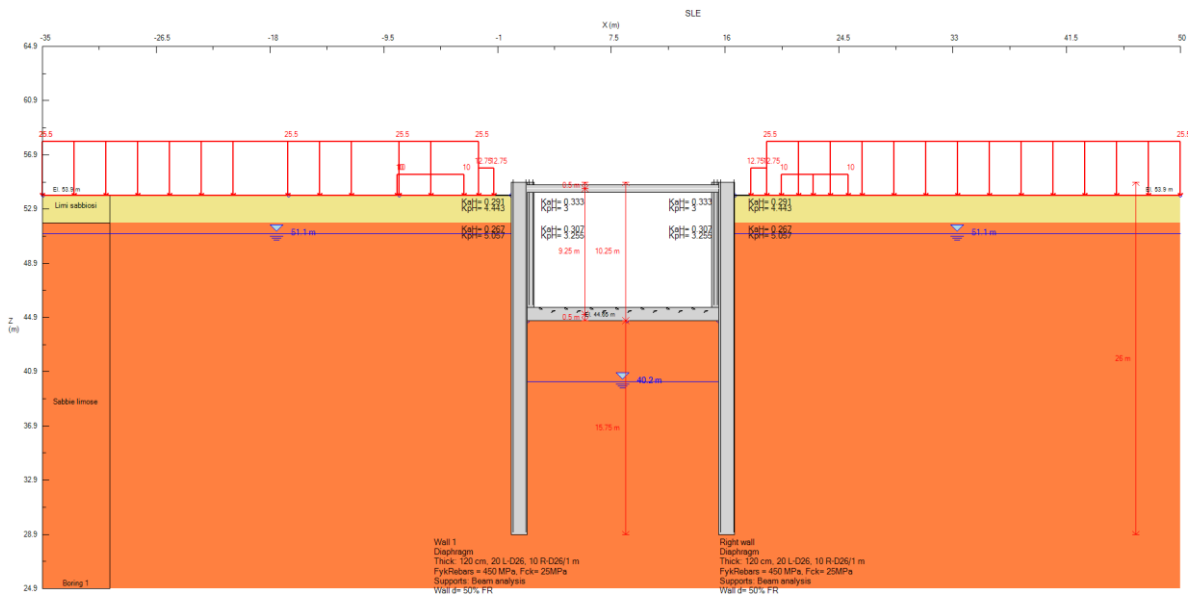


Fig. 14 – Modello di calcolo 1: STEP 6

Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	27 di 168

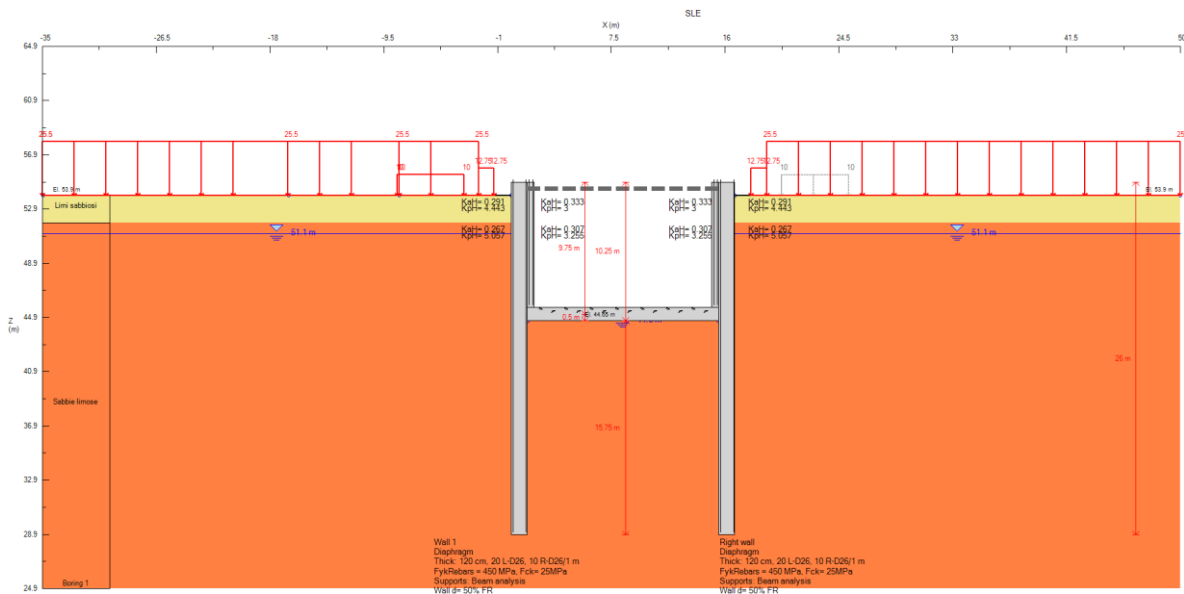


Fig. 15 – Modello di calcolo 1: STEP 7

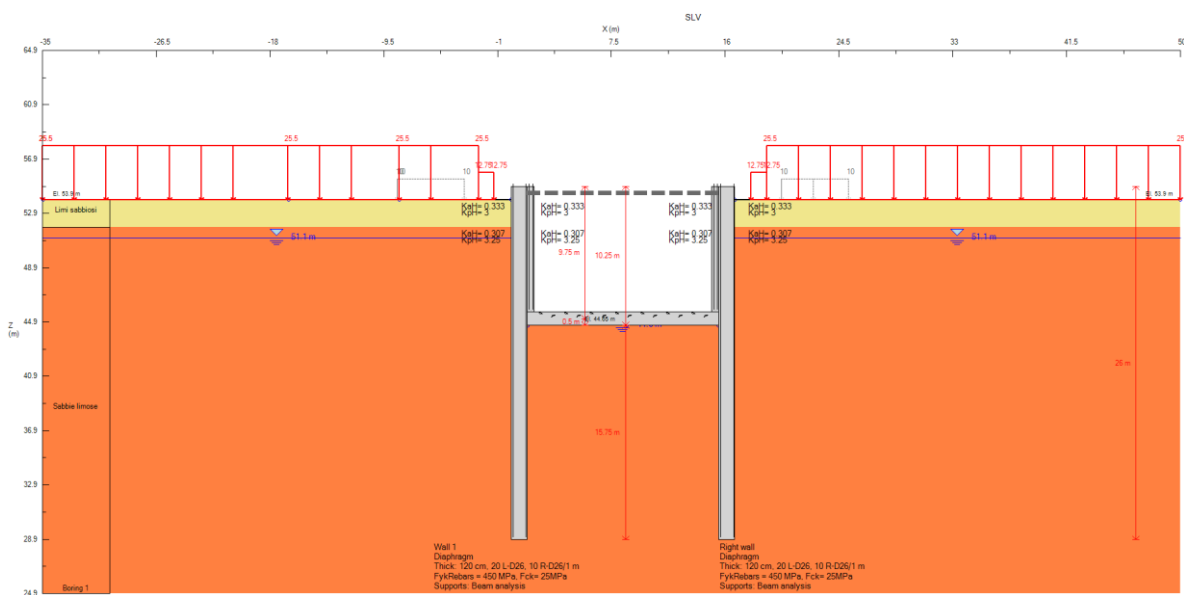


Fig. 16 – Modello di calcolo 1: STEP 8

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: 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>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>28 di 168</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	28 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	28 di 168								

L'applicazione dell'incremento di spinta del terreno in fase sismica viene considerata in accordo alla teoria di Mononobe-Okabe.

Ai sensi del DM 14/01/2008 §7.11.6.3.1, si considera un coefficiente sismico valutato come segue:

$$a_h = k_h \cdot g = \alpha \cdot \beta \cdot a_{max}$$

con:

$k_h$  coefficiente sismico in direzione orizzontale;

$\alpha$  coefficiente per deformabilità dei terreni interagenti con l'opera;

$\beta$  coefficiente funzione della capacità dell'opera di subire spostamenti senza cadute di resistenza;

$a_{max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g$  accelerazione di picco;

$S_S$  coefficiente di amplificazione stratigrafica;

$S_T$  coefficiente di amplificazione tipografica.

Inoltre, per le paratie, è possibile porre:

$a_v = 0$  coefficiente sismico verticale.

Il coefficiente  $\alpha$  può essere ricavato a partire dall'altezza complessiva H della paratia e dalla categoria di sottosuolo mediante il diagramma che segue [§7.11.6.3.1 DM 14/01/2008]. Nella valutazione di H, si è preso in conto la lunghezza del diaframma sommata all'altezza del cordolo di coronamento (25 m + 1 m = 26 m).

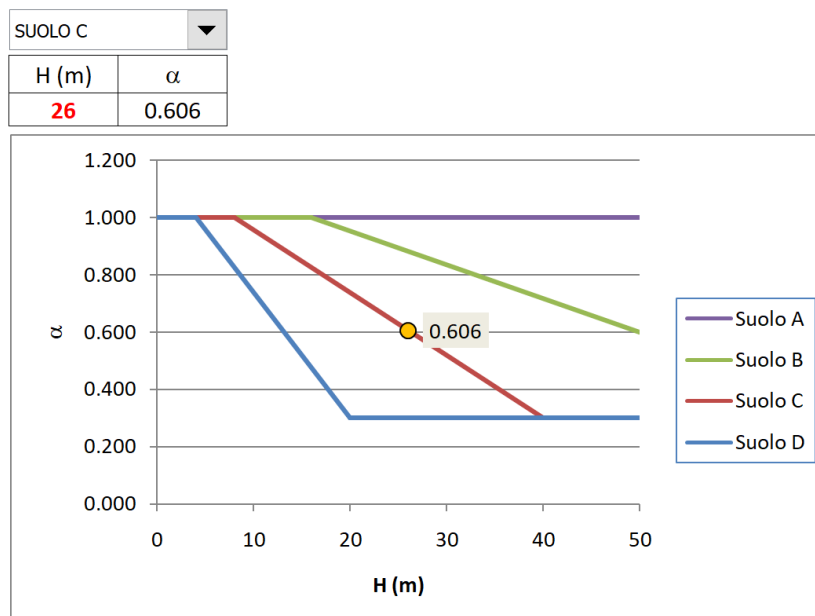


Fig. 17 – Modello di calcolo 1: Diagramma per la valutazione del coefficiente di deformabilità  $\alpha$

Il coefficiente  $\beta$  può essere ricavato in funzione del massimo spostamento  $u_s$  che l'opera può tollerare senza riduzioni di resistenza [§7.11.6.3.1 DM 14/01/2008]. Dovendo risultare:



	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: 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>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>29 di 168</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	29 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	29 di 168								

$$u_s \leq 0.005 \cdot H$$

nel calcolo del coefficiente  $\beta$  è stato considerato cautelativamente uno spostamento massimo pari a  $u_s=(0.005 \cdot H)/2$ , la metà quindi di quello massimo assumibile. Risulta dunque:

$u_s$ (cm)	$\beta$
<b>6.5</b>	0.441

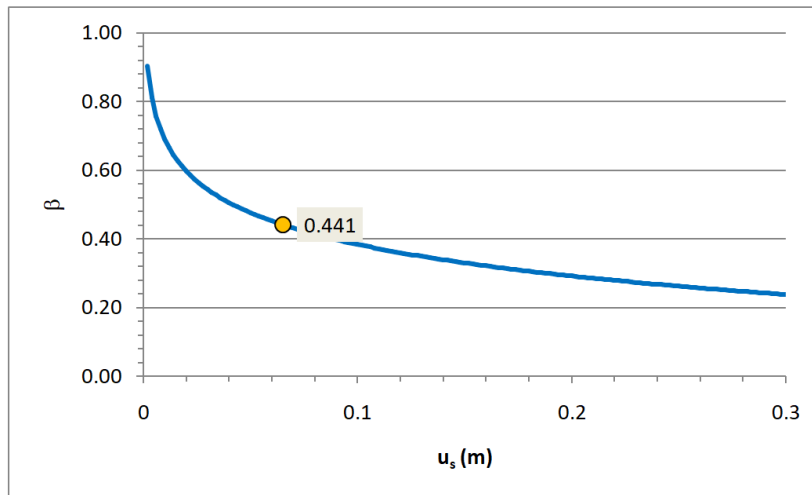


Fig. 18 – Modello di calcolo 1: Diagramma per la valutazione del coefficiente di spostamento  $\beta$

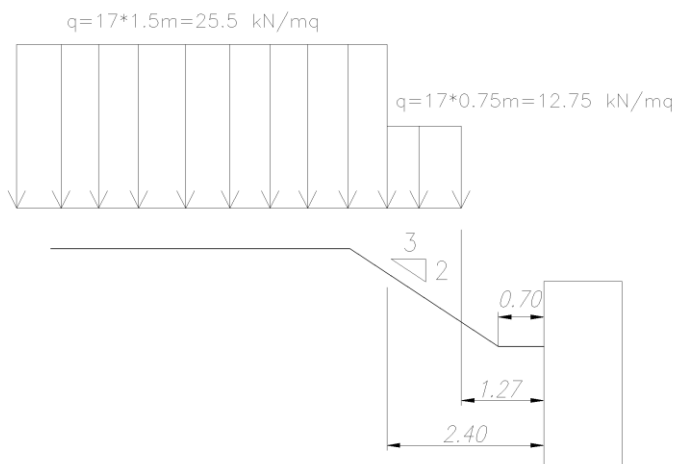
	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>30 di 168</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	30 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	30 di 168								

### 6.3.1.2 MODELLO DI CALCOLO 2

I diaframmi, di spessore pari 1.20m, hanno lunghezza complessiva pari a 20m, a cui va sommato il cordolo di coronamento di spessore 1.0 m.

Lo scavo massimo risulta pari a 6.6 m dalla testa del cordolo di coronamento. Per limitare gli spostamenti orizzontali in testa, prima del getto della fodera interna, si utilizzano puntoni in acciaio costituiti da profili tubolari  $\varnothing 600\text{mm}$  sp.=15mm posti ad interasse 5.0 m. E' presente, alla base dello scavo, un solettone di fondo in cls armato al di sotto del quale si prevede la realizzazione di un tappo di fondo in jet-grouting con spessore pari a 2.0 m.

A monte si considera un sovraccarico permanente dovuto al terreno presente secondo lo schema che segue:



$$q_{1\_terr} = (17 \text{ kN/m}^3 \cdot 0.75 \text{ mq}) = 12.75 \text{ kN/mq}$$

$$q_{2\_terr} = (17 \text{ kN/m}^3 \cdot 1.50 \text{ mq}) = 25.50 \text{ kN/mq}$$

Inoltre, durante tutti gli step di calcolo, si considera a monte un sovraccarico accidentale pari a 10 kPa.

oooo

La fasi di calcolo risultano:

- STEP 0): Realizzazione diaframmi e cordolo di coronamento. Il piano campagna è posto ad una quota di +53.9 m s.l.m. (testa diaframmi); a monte si considera un sovraccarico accidentale pari a 10 kPa, ed i sovraccarichi permanenti dovuti al rinterro (12.75 kPa e 25.50 kPa); la quota della falda è pari a +51.10 m s.l.m..
- STEP 1): Scavo fino alla profondità di esecuzione del jet-grouting (+51.60 m s.l.m.); medesimi sovraccarichi permanenti e accidentali della fase precedente.
- STEP 2): Realizzazione tappo di fondo in jet grouting da quota +48.30 a quota +46.30 m s.l.m. (spessore totale pari a 2.0 m); medesimi sovraccarichi permanenti e accidentali della fase precedente.
- STEP 3): Scavo fino alla profondità massima pari a 6.60 m dalla testa del cordolo +48.30 m s.l.m.); medesimi sovraccarichi permanenti e accidentali della fase precedente.
- STEP 4): Realizzazione del solettone di fondo con spessore 1.0m; medesimi sovraccarichi permanenti e accidentali della fase precedente.
- STEP 5): Realizzazione della fodera interna in cls; medesimi sovraccarichi permanenti e accidentali della fase precedente.

STEP 6): Eliminazione del puntone in testa (condizioni di esercizio in fase statica); sovraccarico accidentale a monte asimmetrico pari a 10 kPa; medesimo sovraccarico permanente della fase precedente. Il livello piezometrico si pone alla quota di intradosso del solettone di fondo (+48.30 m s.l.m.) per simulare eventuali venute d'acqua a lungo termine (mentre all'esterno della paratia si mantiene la falda a q. +51.10 m s.l.m.).

STEP 7): Applicazione dell'azione sismica; sovraccarico accidentale in testa nullo con le stesse ipotesi circa le quote di falda della fase precedente.

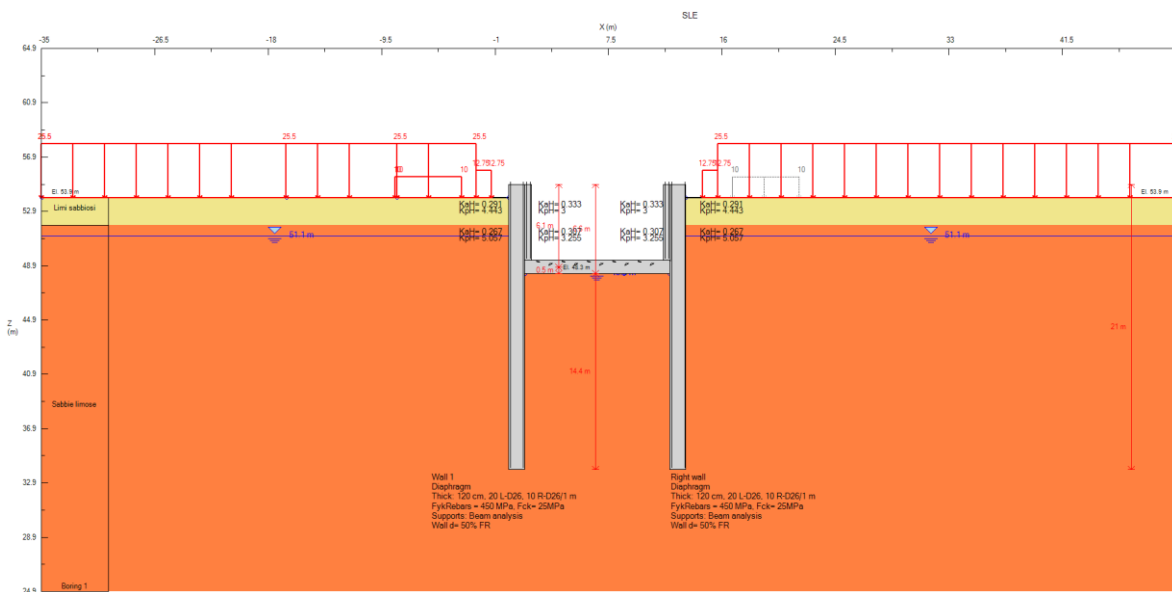


Fig. 19 – Modello di calcolo 2: STEP 0

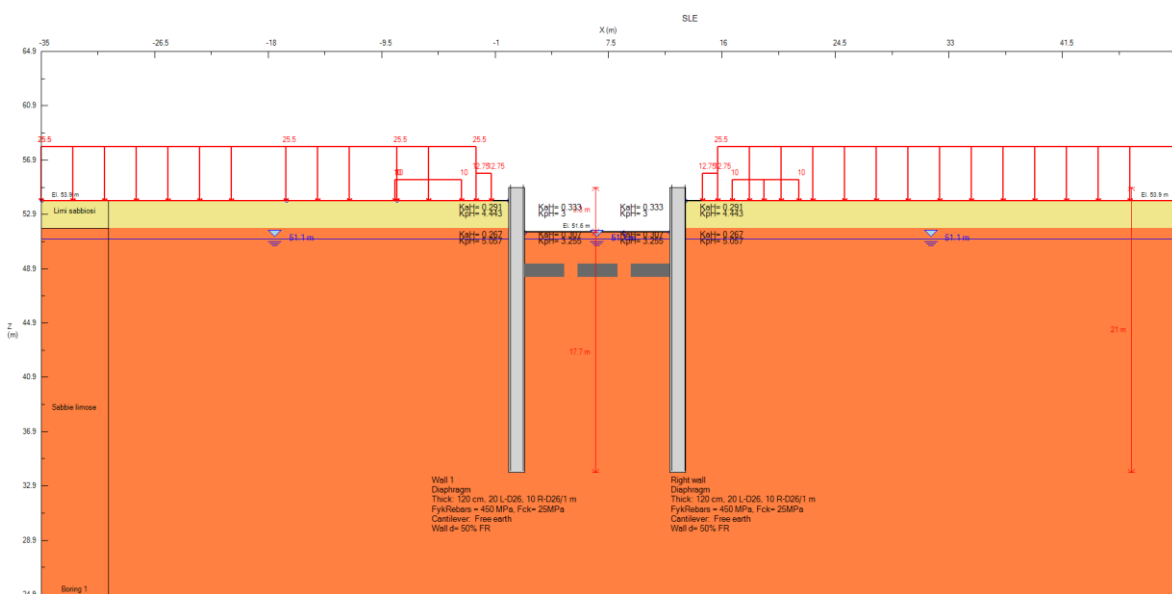


Fig. 20 – Modello di calcolo 2: STEP 1

**Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	32 di 168

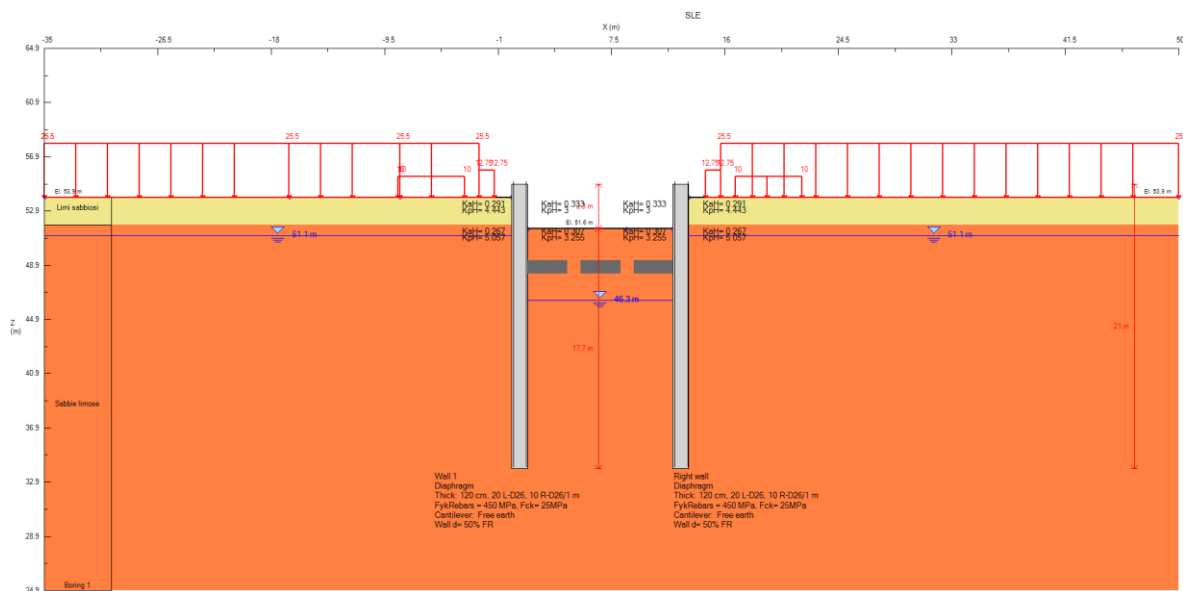


Fig. 21 – Modello di calcolo 2: STEP 2

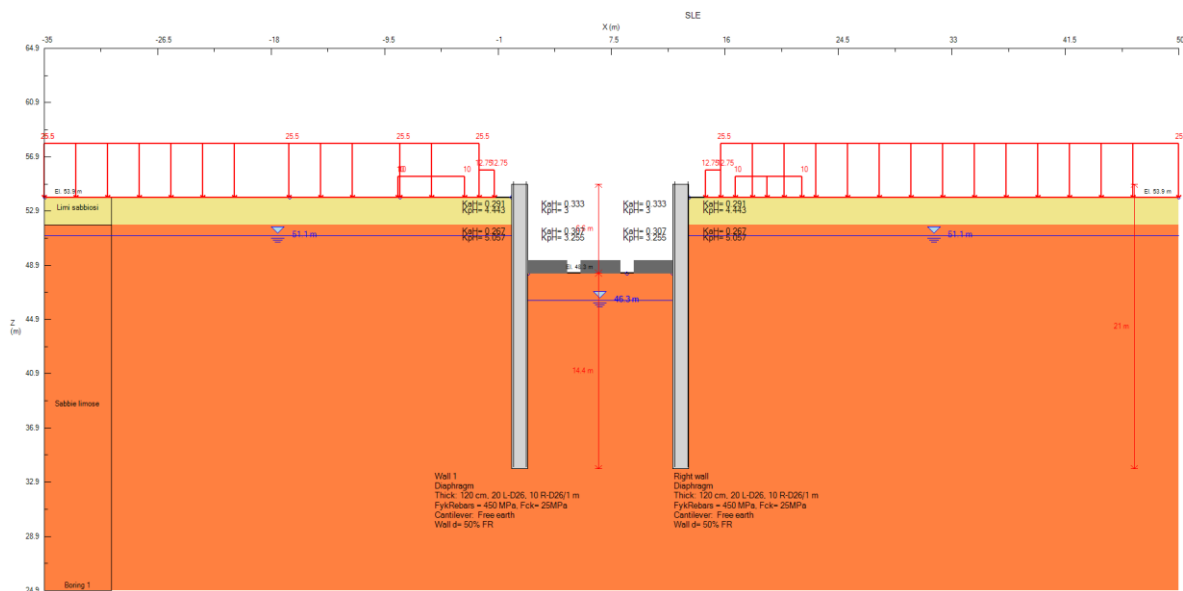


Fig. 22 – Modello di calcolo 2: STEP 3

Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	33 di 168

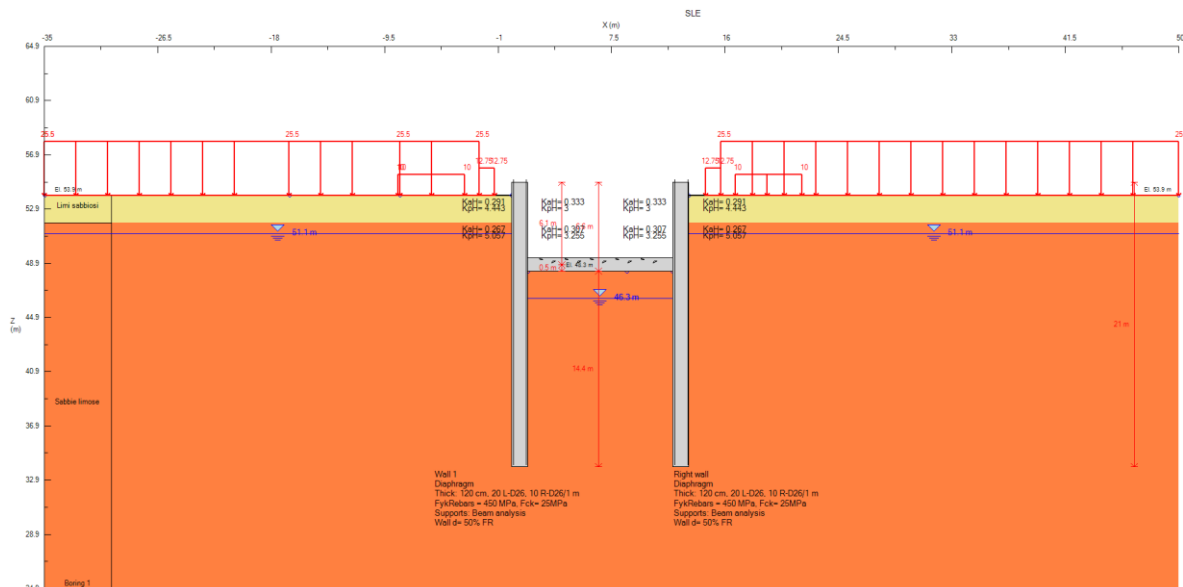


Fig. 23 – Modello di calcolo 2: STEP 4

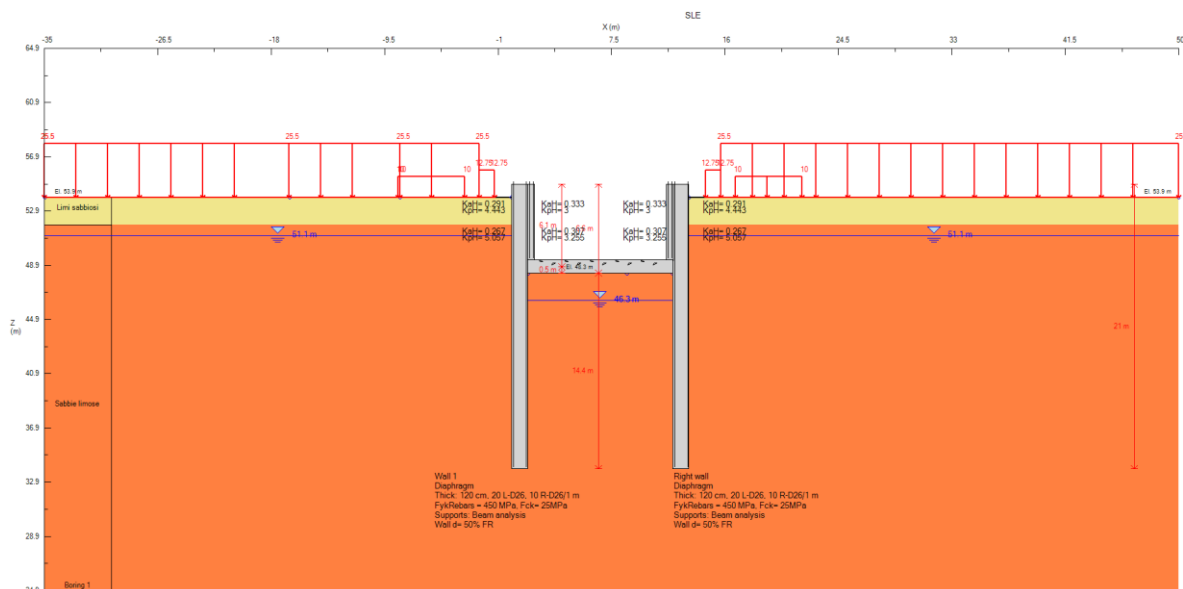


Fig. 24 – Modello di calcolo 2: STEP 5

**Opere di sostegno delle rampe: Relazione di  
calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	34 di 168

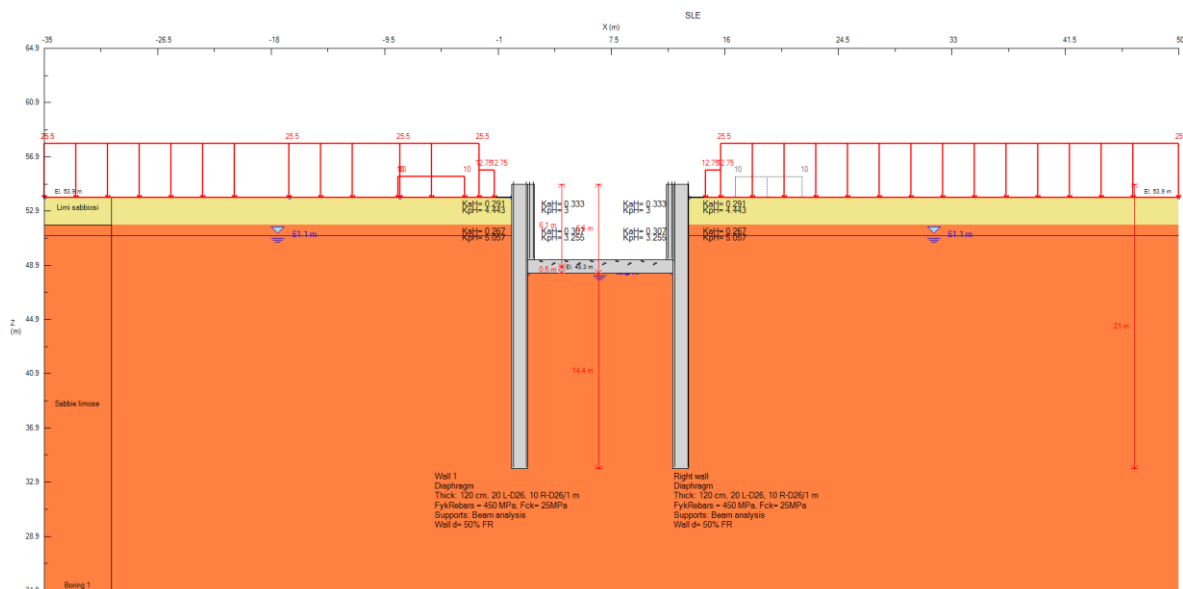


Fig. 25 – Modello di calcolo 2: STEP 6

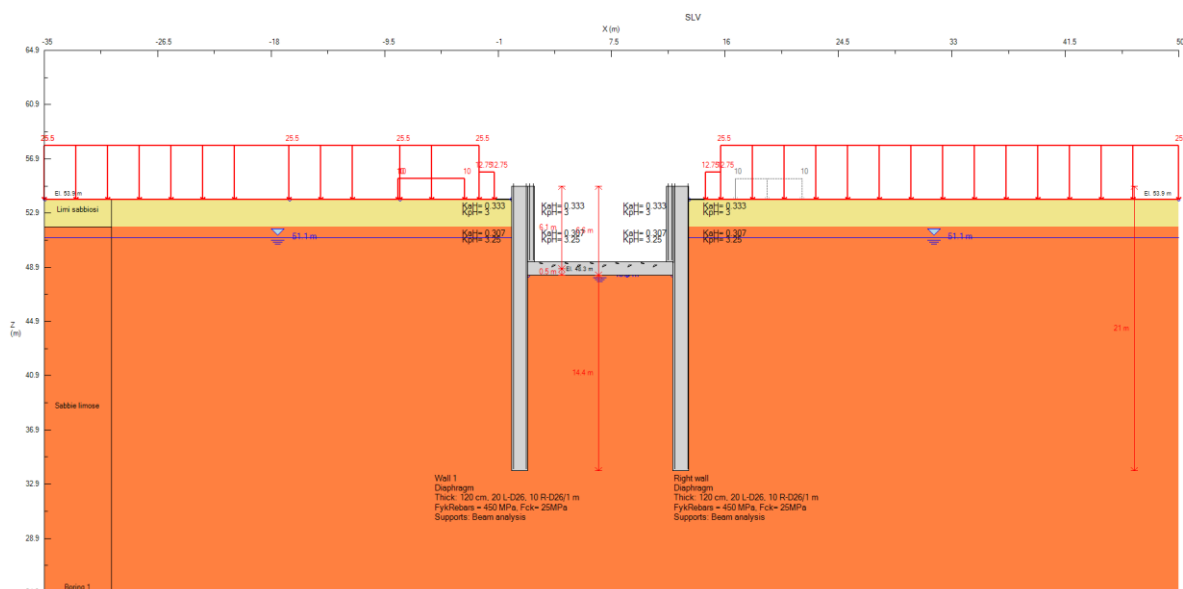


Fig. 26 – Modello di calcolo 2: STEP 7

L'applicazione dell'incremento di spinta del terreno in fase sismica viene considerata in accordo alla teoria di Mononobe-Okabe.

Ai sensi del DM 14/01/2008 §7.11.6.3.1, si considera un coefficiente sismico valutato come segue:

$$a_h = k_h \cdot g = \alpha \cdot \beta \cdot a_{max}$$

   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: 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>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>35 di 168</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	35 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	35 di 168								

con:

- $k_h$  coefficiente sismico in direzione orizzontale;
- $\alpha$  coefficiente per deformabilità dei terreni interagenti con l'opera;
- $\beta$  coefficiente funzione della capacità dell'opera di subire spostamenti senza cadute di resistenza;
- $a_{max}=S_S \cdot S_T \cdot a_g$  accelerazione di picco;
- $S_S$  coefficiente di amplificazione stratigrafica;
- $S_T$  coefficiente di amplificazione tipografica.

Inoltre, per le paratie, è possibile porre:

- $a_v = 0$  coefficiente sismico verticale.

Il coefficiente  $\alpha$  può essere ricavato a partire dall'altezza complessiva  $H$  della paratia e dalla categoria di sottosuolo mediante il diagramma che segue [§7.11.6.3.1 DM 14/01/2008]. Nella valutazione di  $H$ , si è preso in conto la lunghezza del diaframma sommata all'altezza del cordolo di coronamento ( $20 \text{ m} + 1 \text{ m} = 21 \text{ m}$ ).

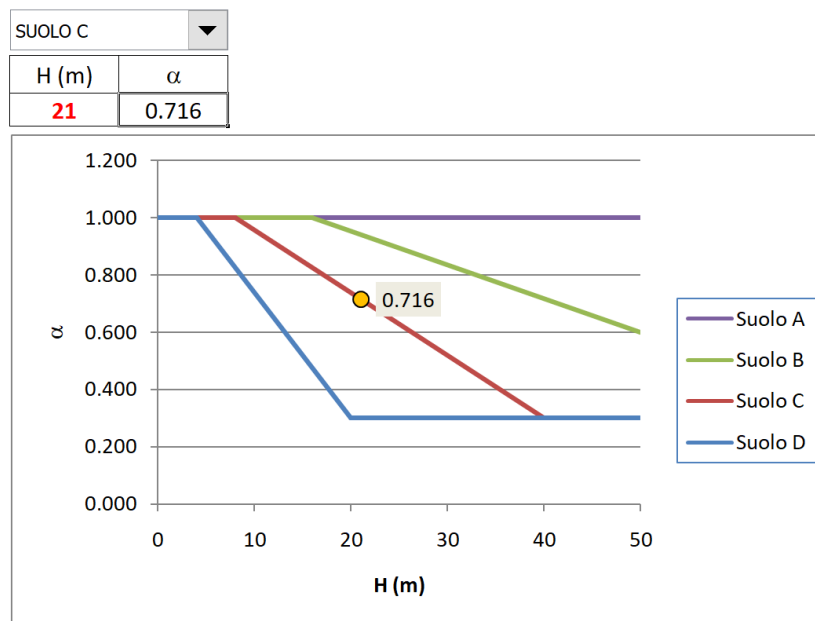


Fig. 27 – Modello di calcolo 2: Diagramma per la valutazione del coefficiente di deformabilità  $\alpha$

Il coefficiente  $\beta$  può essere ricavato in funzione del massimo spostamento  $u_s$  che l'opera può tollerare senza riduzioni di resistenza [§7.11.6.3.1 DM 14/01/2008]. Dovendo risultare:

$$u_s \leq 0.005 \cdot H$$

nel calcolo del coefficiente  $\beta$  è stato considerato cautelativamente uno spostamento massimo pari a  $u_s = (0.005 \cdot H) / 2$  la metà quindi di quello massimo assumibile. Risulta dunque:

Opere di sostegno delle rampe: Relazione di  
calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	36 di 168

$u_s$ (cm)	$\beta$
5.25	0.470

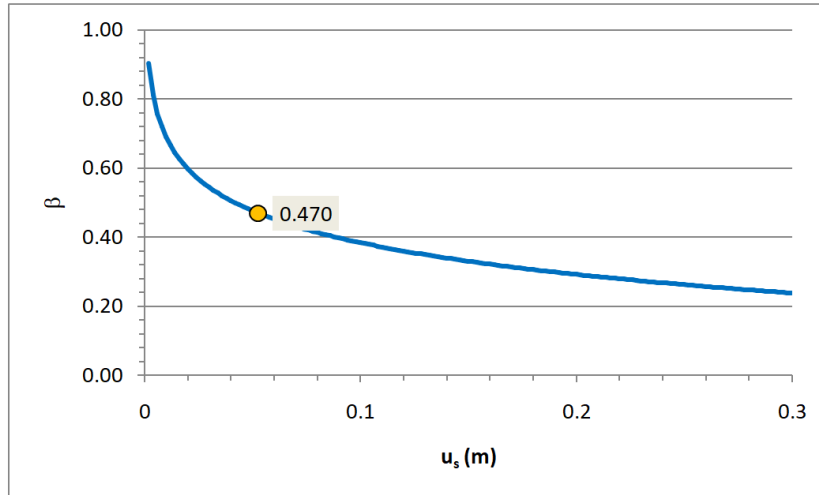


Fig. 28 – Modello di calcolo 2: Diagramma per la valutazione del coefficiente di spostamento  $\beta$



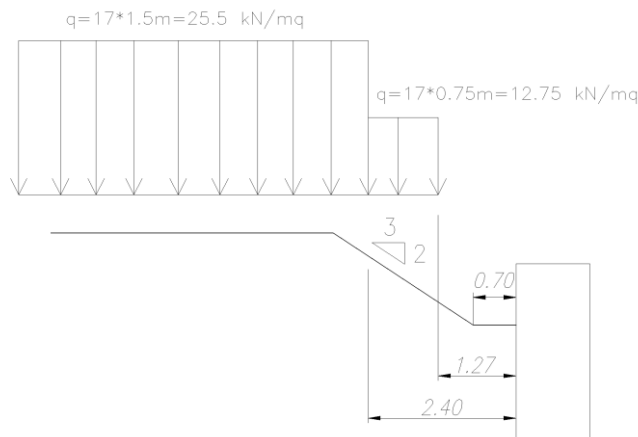
	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>37 di 168</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	37 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	37 di 168								

### 6.3.1.3 MODELLO DI CALCOLO 3

I diaframmi, di spessore pari 1.20m, hanno lunghezza complessiva pari a 22m, a cui va sommato il cordolo di coronamento di spessore 1.0 m.

Lo scavo massimo risulta pari a 10.55 m dalla testa del cordolo di coronamento. In testa ai diaframmi è previsto un solettone di copertura in c.a., di spessore pari a 1.2m, da realizzare prima dello scavo. Inoltre è presente, alla base dello scavo, un solettone di fondo in cls armato al di sotto del quale si prevede la realizzazione di un tappo di fondo in jet-grouting con spessore pari a 5.5 m.

In fase di costruzione si considera a monte un sovraccarico permanente dovuto al terreno presente ai lati del prescavo valutato secondo lo schema che segue:



$$q_{1\_terr} = (17 \text{ kN/m}^3 \cdot 0.75 \text{ mq}) = 12.75 \text{ kN/mq}$$

$$q_{2\_terr} = (17 \text{ kN/m}^3 \cdot 1.50 \text{ mq}) = 25.50 \text{ kN/mq}$$

In fase di esecuzione si considera, invece, un rinterro fino alla quota del p.c. (+54.90 m s.l.m.) ed un carico uniformemente distribuito ai lati dell'opera e sulla soletta di copertura dovuto al ritombamento di 0.5 m, dunque pari a  $q=17 \text{ kN/m}^3 \cdot 0.5 \text{ m} = 8.25 \text{ kN/m}^2$ .

Inoltre, durante tutti gli step di calcolo in fase statica, si considera a monte un sovraccarico accidentale pari a 10 kPa, che viene annullato in fase sismica.

oooo

La fasi di calcolo risultano:

- STEP 0): Realizzazione diaframmi e cordolo di coronamento. Il piano campagna è posto ad una quota di +53.7 m s.l.m. (testa diaframmi); a monte si considera un sovraccarico accidentale pari a 10 kPa, ed i sovraccarichi permanenti dovuti al rinterro (12.75 kPa e 25.50 kPa); la quota della falda è pari a +51.10 m s.l.m..
- STEP 1): Realizzazione tappo di fondo in jet grouting da quota +44.15 a quota +38.65 m s.l.m. (spessore totale pari a 5.5 m); medesimi sovraccarichi permanenti e accidentali della fase precedente.
- STEP 2): Realizzazione solettone di copertura; ai medesimi sovraccarichi permanenti e accidentali della fase precedente si aggiunge un carico accidentale di 10 kPa sul solettone di copertura.
- STEP 3): Scavo fino alla profondità massima pari a 10.75 m dalla testa del solettone di copertura (+44.15 m s.l.m.); medesimi sovraccarichi permanenti e accidentali della fase precedente.

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>38 di 168</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	38 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	38 di 168								

- STEP 4): Realizzazione del solettone di fondo con spessore 1.0m; medesimi sovraccarichi permanenti e accidentali della fase precedente.
- STEP 5): Realizzazione della fodera interna in cls; medesimi sovraccarichi permanenti e accidentali della fase precedente.
- STEP 6): Condizioni di esercizio in fase statica; rinterro fino a quota p.c. (+54.90 m s.l.m.), sovraccarico permanente dovuto al ritombamento pari a 8.5 kN/m<sup>2</sup> e sovraccarico accidentale a monte e sulla soletta di copertura pari a 10 kPa. Il livello piezometrico si pone alla quota di intradosso del solettone di fondo (+44.15 m s.l.m.) per simulare eventuali venute d'acqua a lungo termine (mentre all'esterno della paratia si mantiene la falda a q. +51.10 m s.l.m.).
- STEP 8): Applicazione dell'azione sismica; medesimi sovraccarichi permanenti a monte dei diaframmi e sulla soletta di copertura e sovraccarichi accidentali nulli; stesse ipotesi di falda della fase precedente.

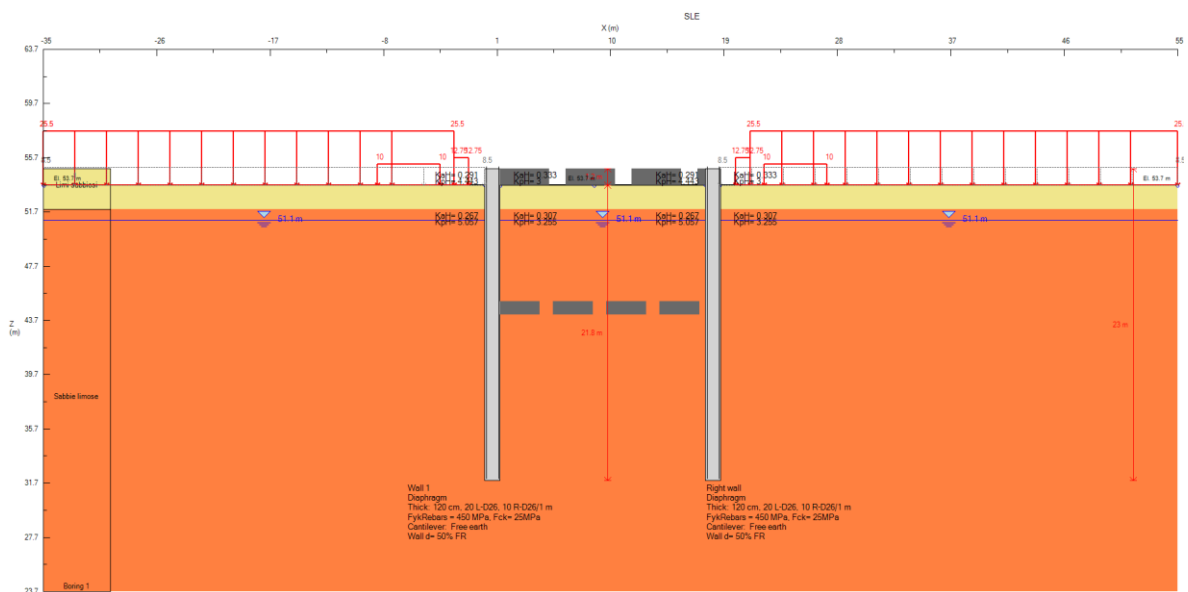


Fig. 29 – Modello di calcolo 3: STEP 0

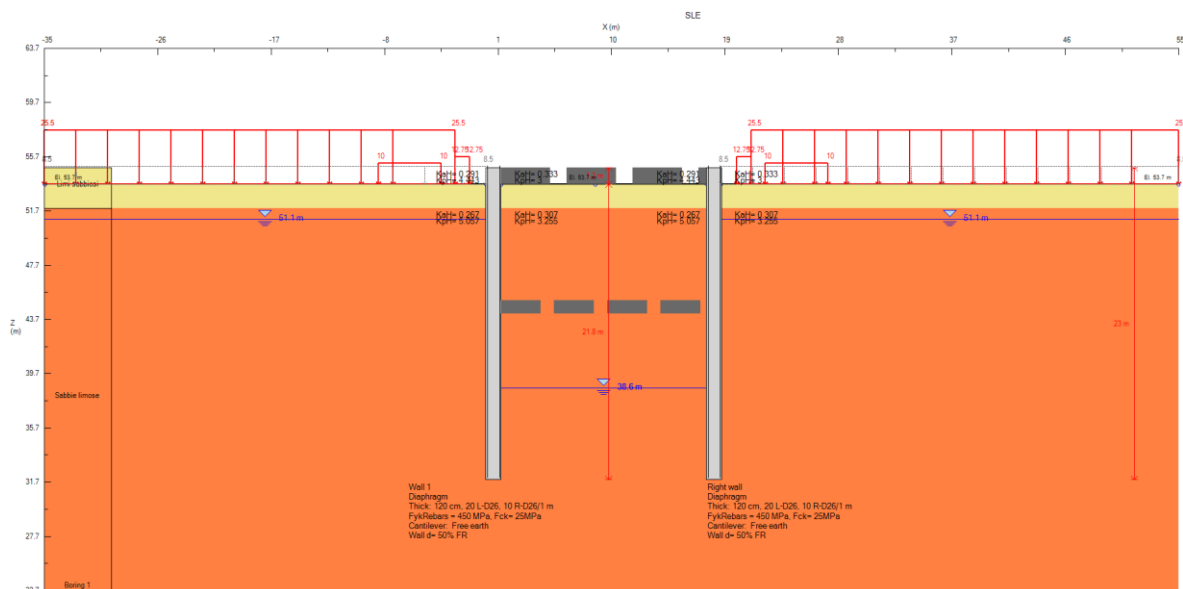


Fig. 30 – Modello di calcolo 3: STEP 1

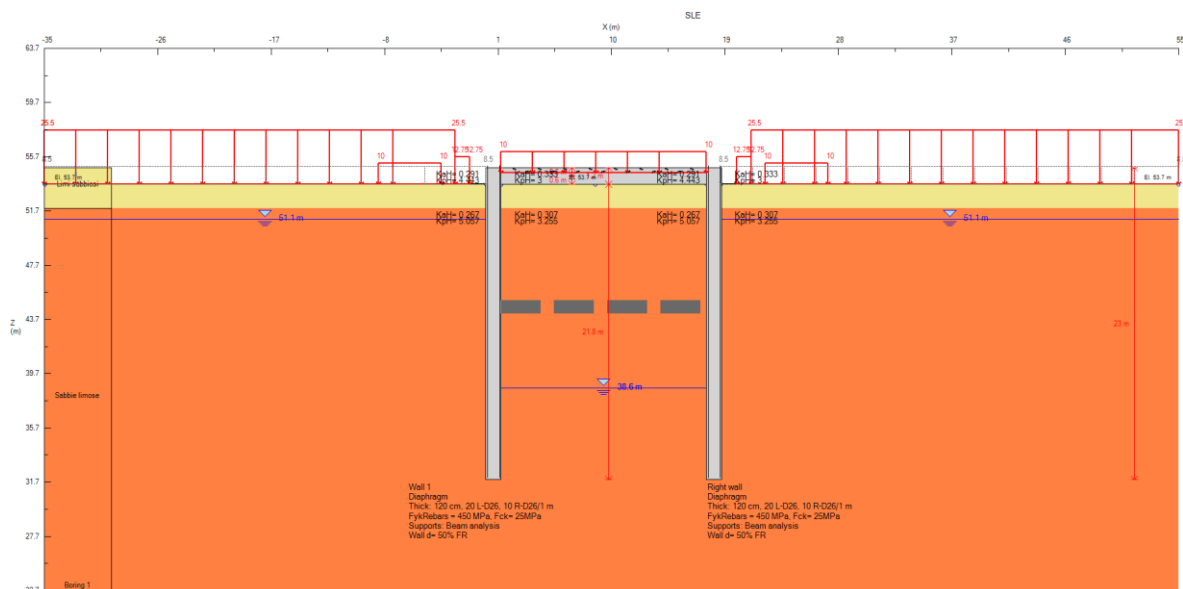


Fig. 31 – Modello di calcolo 3: STEP 2

**Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	40 di 168

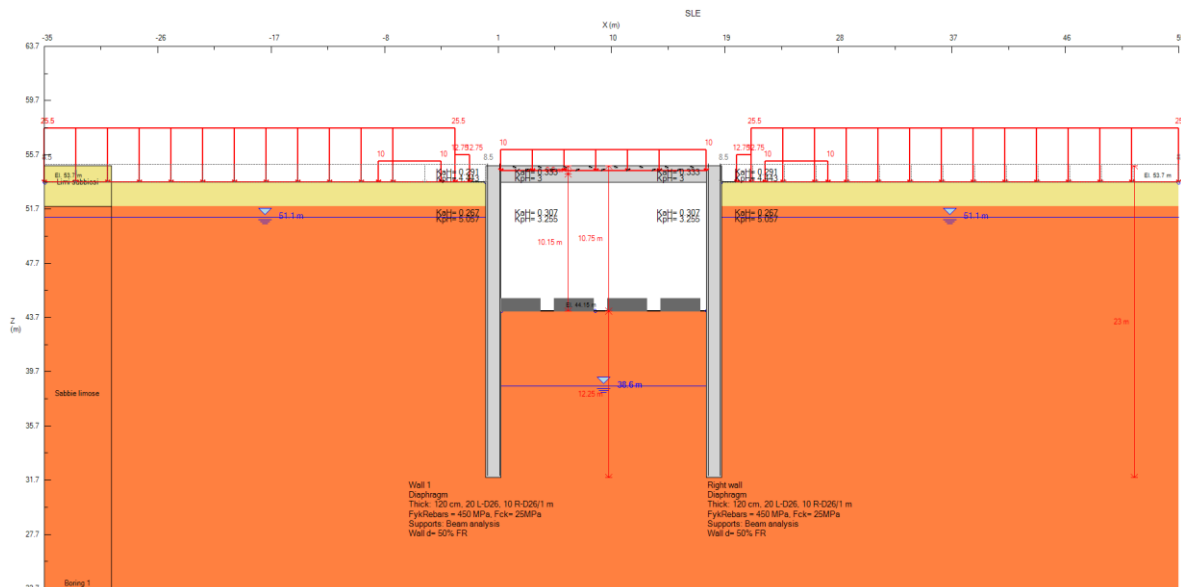


Fig. 32 – Modello di calcolo 3: STEP 3

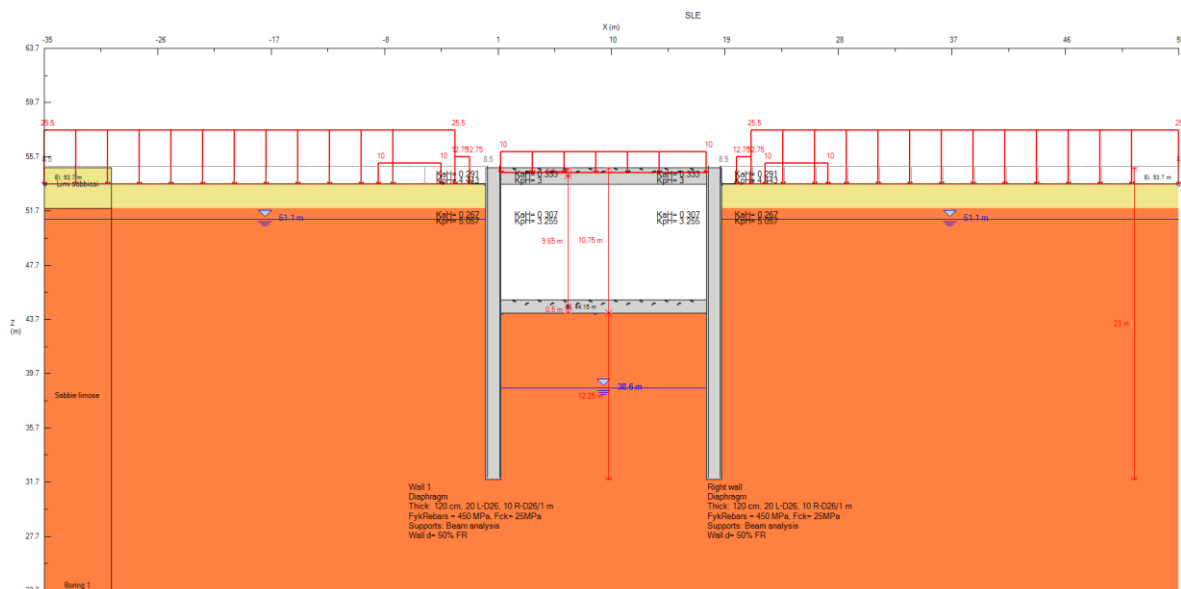


Fig. 33 – Modello di calcolo 3: STEP 4

Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	41 di 168

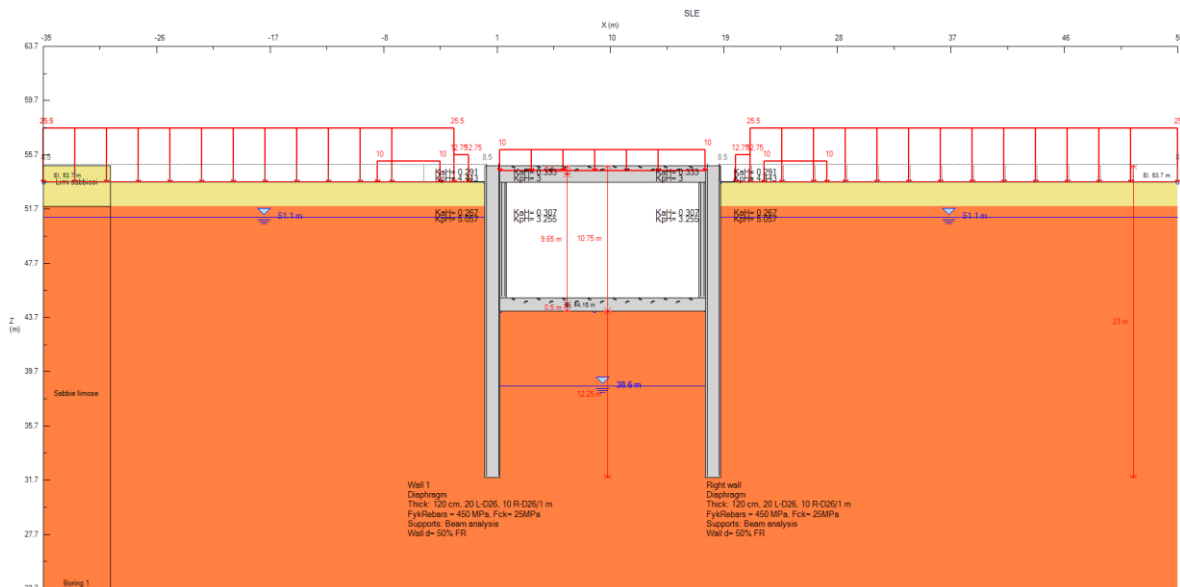


Fig. 34 – Modello di calcolo 3: STEP 5

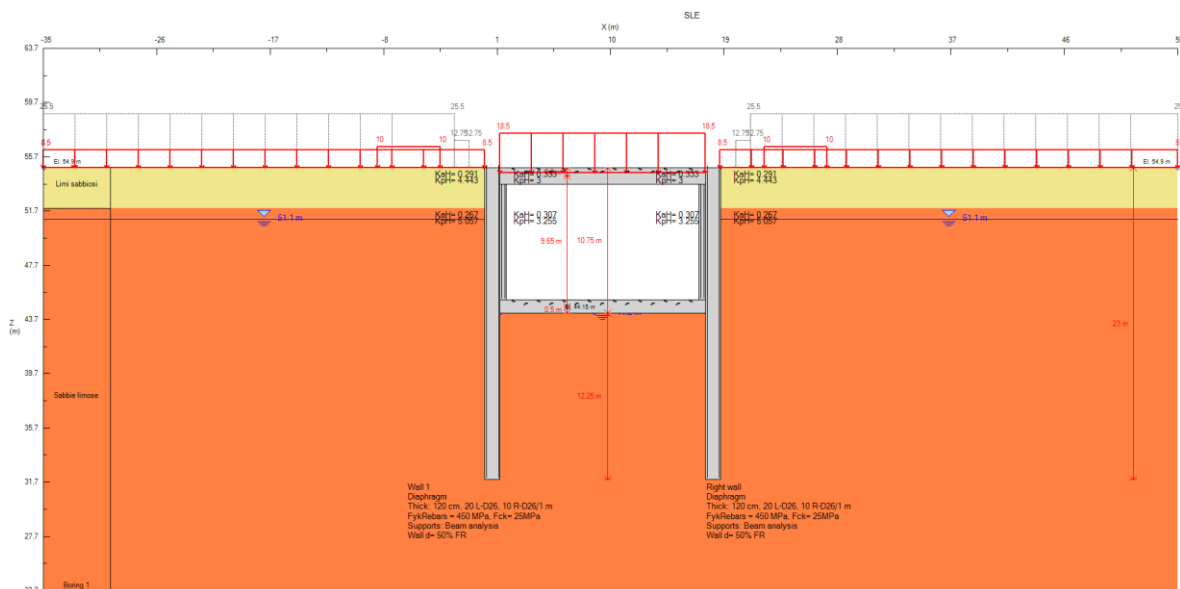


Fig. 35 – Modello di calcolo 3: STEP 6

Opere di sostegno delle rampe: Relazione di  
calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	42 di 168

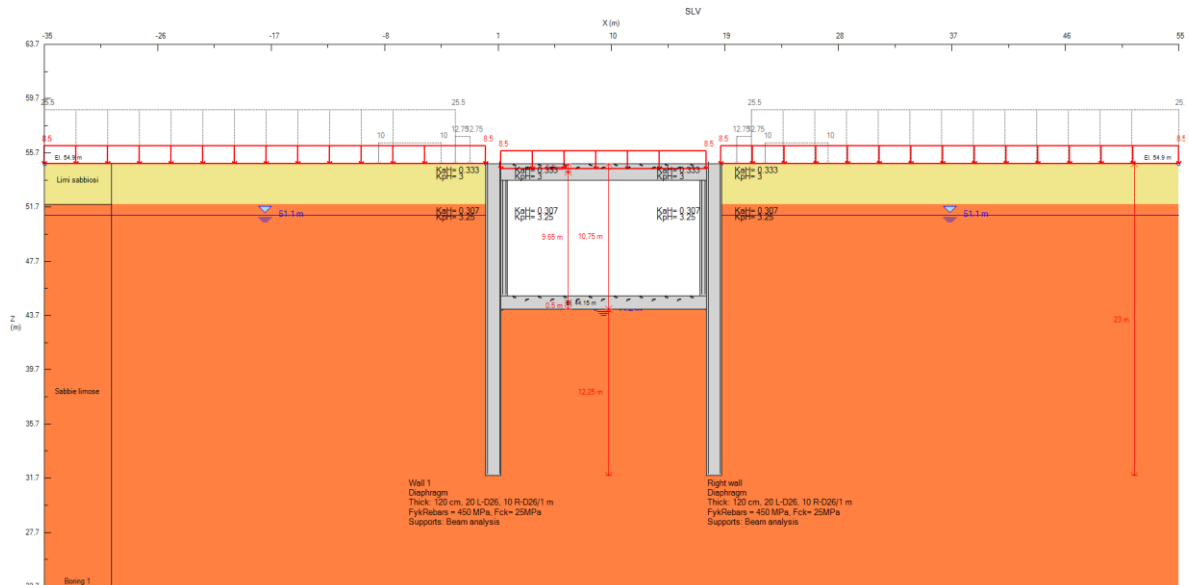


Fig. 36 – Modello di calcolo 3: STEP 7

L'applicazione dell'incremento di spinta del terreno in fase sismica viene considerata in accordo alla teoria di Wood per strutture rigide.

Ai sensi del EN 1998-5 §7.3.2, si considera un incremento di spinta valutato come segue:

$$\Delta P_d = a_{max} \cdot \gamma \cdot H^2$$

con:

H Altezza totale del diaframma;

$\gamma$  Peso di volume del terreno;

$a_{max} = S_s \cdot S_T \cdot a_g$  accelerazione di picco;

$S_s$  coefficiente di amplificazione stratigrafica;

$S_T$  coefficiente di amplificazione tipografica.

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF1N</td> <td style="text-align: center;">01 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">SL0700 002</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">43 di 168</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	43 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	43 di 168								

## 6.4 RISULTATI DELLE ANALISI

### 6.4.1 MODELLO DI CALCOLO 1

#### 6.4.1.1 VERIFICHE STRUTTURALI

Nelle tabelle che seguono si sintetizzano i risultati ottenuti nell'analisi in termini di sollecitazioni per i vari elementi strutturali che compongono l'opera. Nelle figure sono mostrati i relativi diagrammi.

DIAFRAMMI	STEP di calcolo	M(+) (kNm/m) (*)	STEP di calcolo	M(-) (kNm/m) (*)	STEP di calcolo	T (kN/m)
SLE	7	817	5	-1503	7	394
SLU (A1+M1+R1)	7	1064	5	-1957	7	513
SLV (EQK+M1+R1)	8	1880	5	-1503	8	634

(\*) momento positivo che tende l'armatura controterra del diaframma

FODERA INTERNA	STEP di calcolo	M (kNm/m) (*)	STEP di calcolo	T (kN/m)
SLE	7	146	7	17
SLU (A1+M1+R1)	7	190	7	22
SLV (EQK+M1+R1)	8	209	8	32

(\*) momento positivo che tende l'armatura controterra del diaframma

SOLETTONE DI FONDO	STEP di calcolo	R (kN/m)
SLE	7	724
SLU (A1+M1+R1)	7	942
SLV (EQK+M1+R1)	8	1224

PUNTONE PROVVISORIO	STEP di calcolo	R (kN/m)	R* (kN)
SLE	6	247	1235
SLU (A1+M1+R1)	6	320	1600

con:

M = sollecitazione di momento flettente;

T = sollecitazione di taglio;

R = sollecitazione di compressione sul puntone al metro lineare di paratia ;

R\* = sollecitazione di compressione sul singolo puntone (interasse puntone=5.0 m).

Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	44 di 168

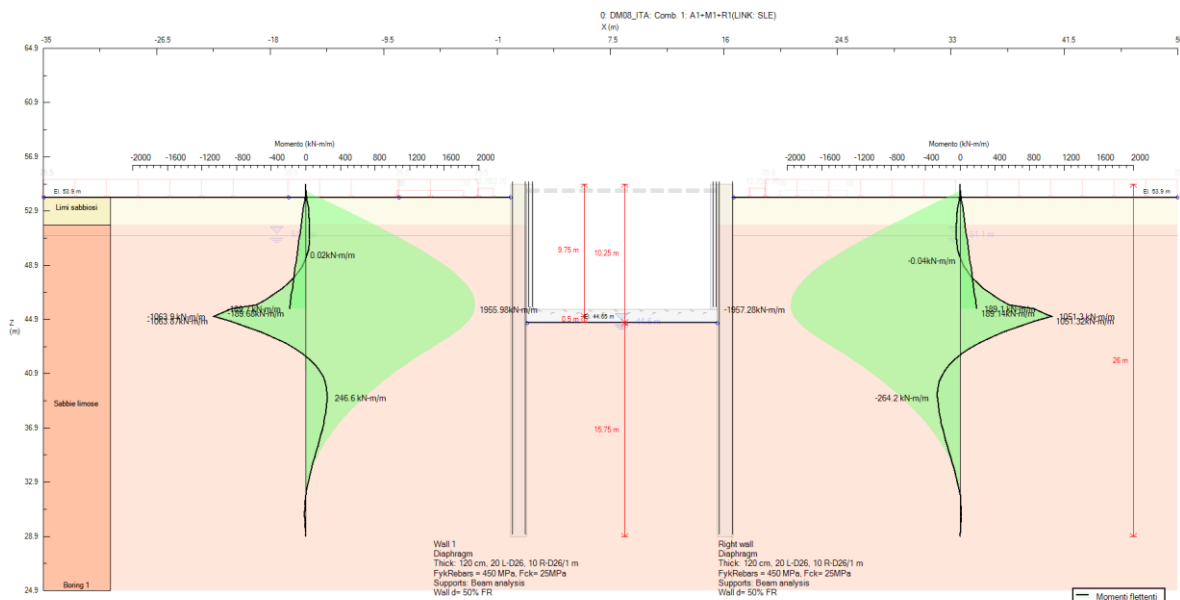


Fig. 37 – Modello di calcolo 1: Diagramma del momento allo SLU (A1+M1+R1)

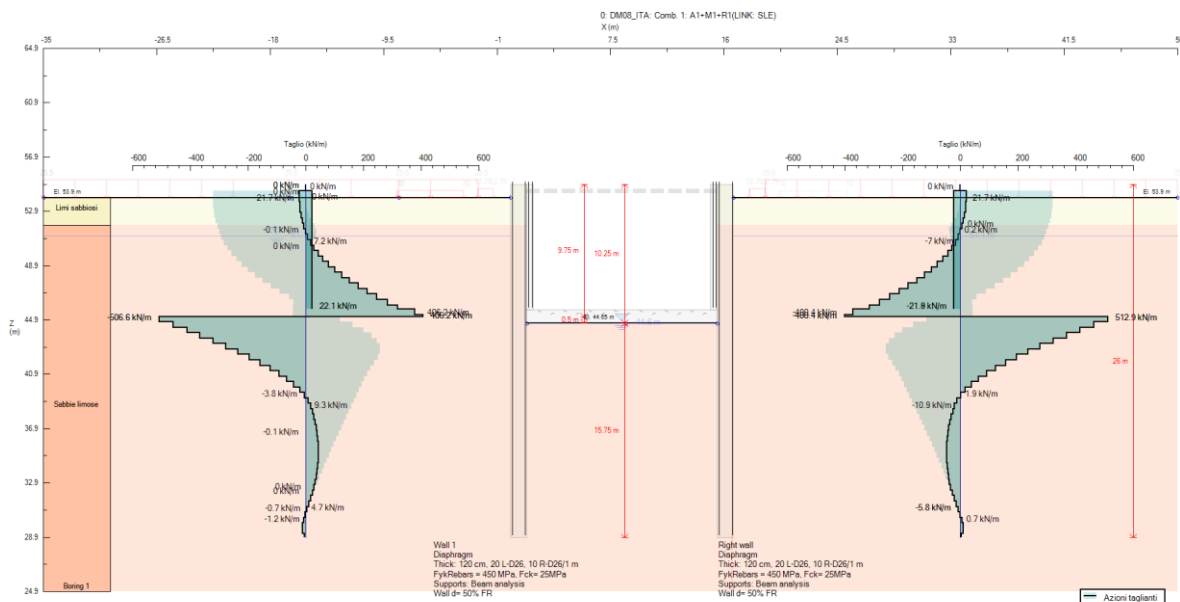


Fig. 38 – Modello di calcolo 1: Diagramma del taglio allo SLU (A1+M1+R1)



**Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	45 di 168

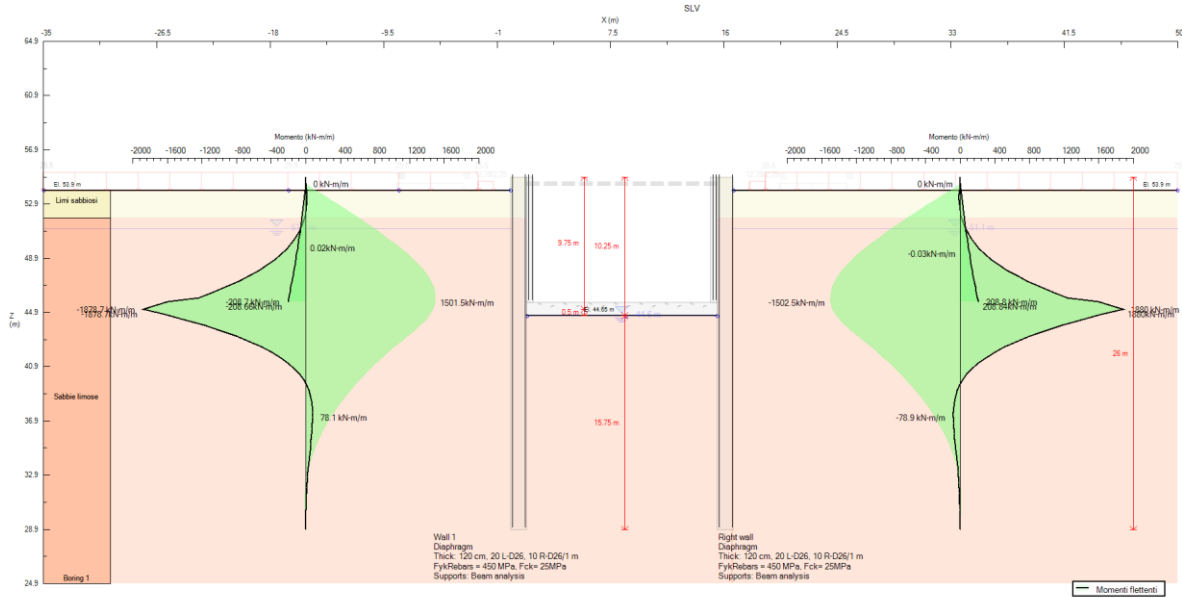


Fig. 39 – Modello di calcolo 1: Diagramma del momento allo SLV (EQK+M1+R1)

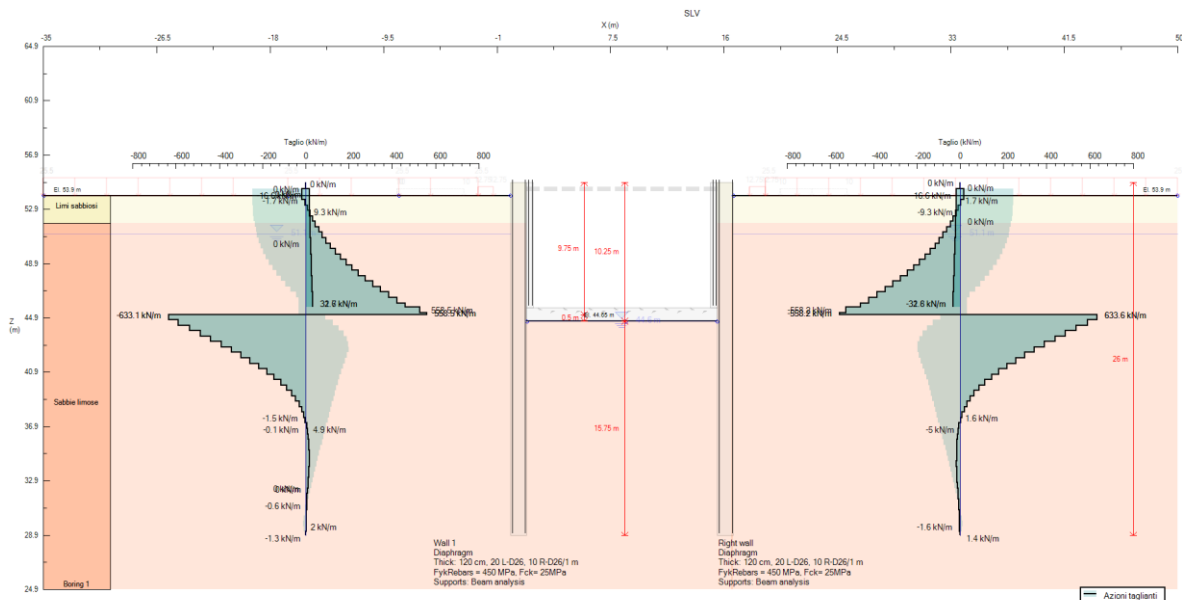


Fig. 40 – Modello di calcolo 1: Diagramma del taglio allo SLV (EQK+M1+R1)

Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	46 di 168

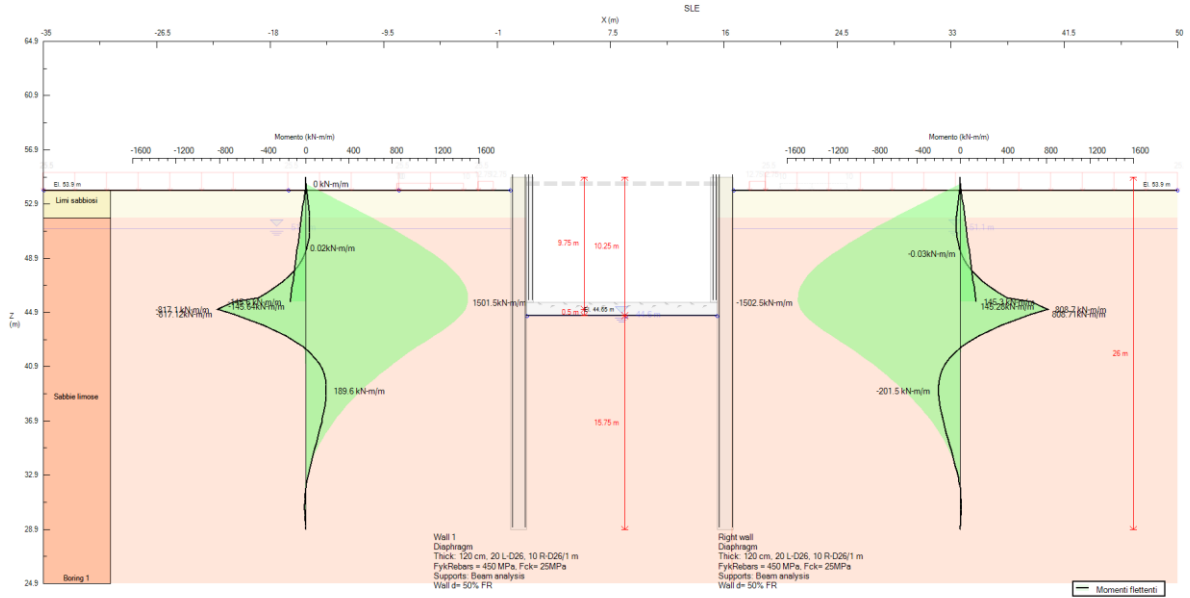


Fig. 41 – Modello di calcolo 1: Diagramma del momento allo SLE (comb. rara)

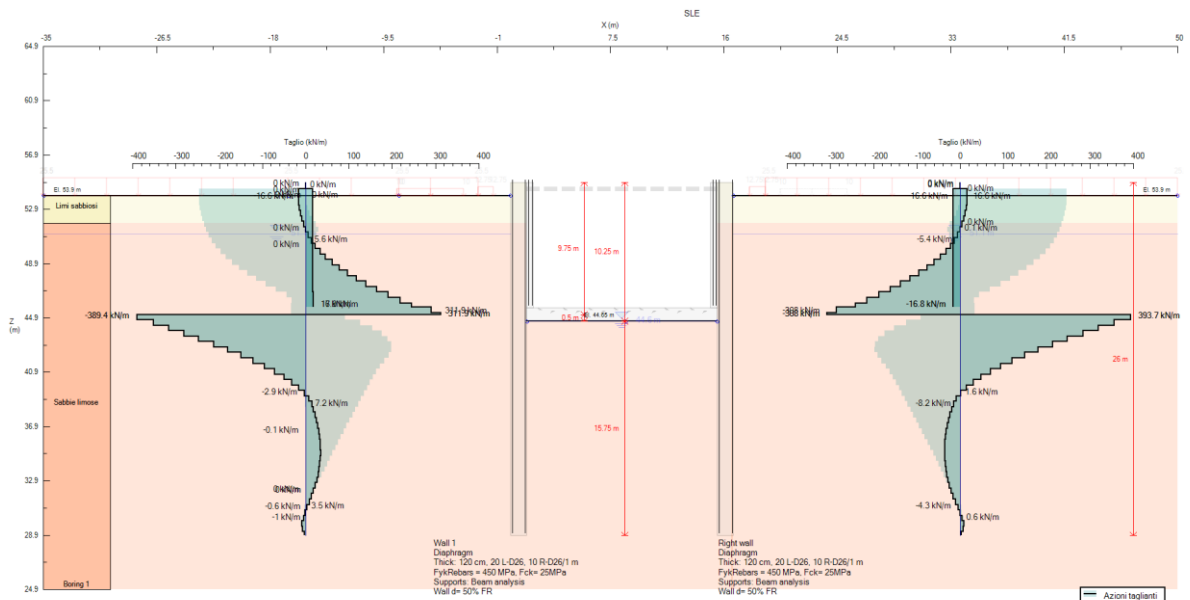


Fig. 42 – Modello di calcolo 1: Diagramma del taglio allo SLE (comb. rara)

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>					
	<b>Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo</b>	COMMESSA IF1N	LOTTO 01 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL0700 002	REV. B

### DIAFRAMMI

La sezione trasversale del diaframma presenta dimensioni BxH=2.5x1.2m.

L'armatura longitudinale è costituita da barre:

- $\varnothing 26/10 + \varnothing 26/10$  (lato contro terra);
- $\varnothing 26/10 + \varnothing 26/10$  (lato libero).

L'armatura trasversale è costituita da staffe chiuse:

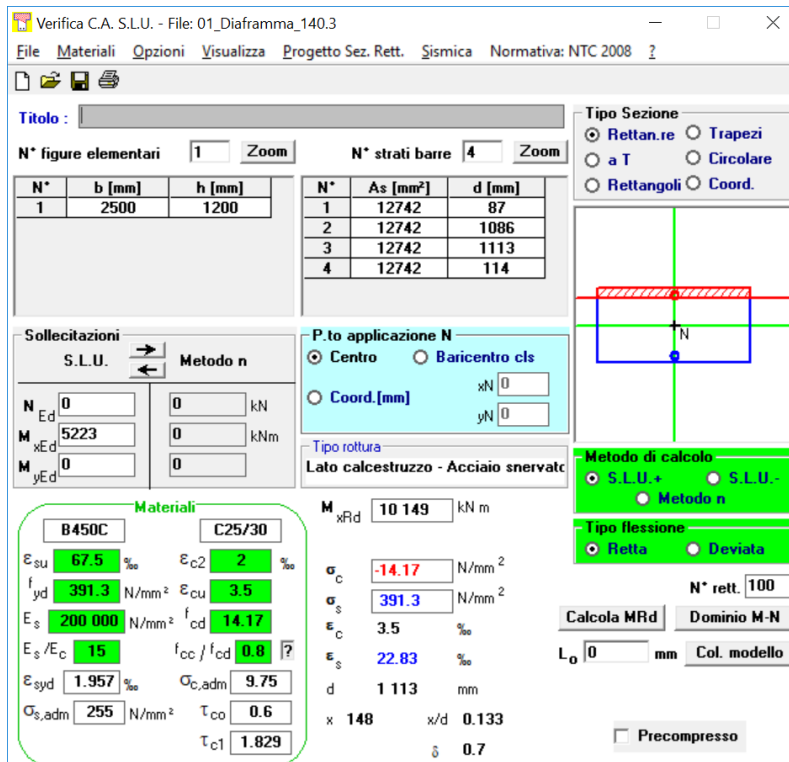
- $\varnothing 14/15$  a 5 bracci.

In via cautelativa non si considera collaborante la fodera interna in c.a. per gli step di calcolo in cui entrambi gli elementi strutturali risultati presenti. Dunque, nelle verifiche a pressoflessione e taglio del diaframma, in cui risulta dimensionante la fase sismica, le sollecitazioni di verifica sui diaframmi saranno ottenute come somma di quelle relative ai diaframmi stessi e di quelle relative alla fodera ricavate dal modello di calcolo.

### Verifica a pressoflessione

STEP 8: [SLV]  $M(+)^* = M_{\text{diaframma}} + M_{\text{fodera}} = (1880 \text{ kNm/m} + 209 \text{ kNm/m}) \cdot 2.5 \text{ m} = 5223 \text{ kNm}$

STEP 5: [SLU]  $M(-) = M_{\text{diaframma}} = (-1957 \text{ kNm/m}) \cdot 2.5 \text{ m} = -4893 \text{ kNm}$



**Verifica C.A. S.L.U. - File: 01\_Diaframma\_140.3**

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: \_\_\_\_\_

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 4 Zoom

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	2500	1200	1	12742	87
			2	12742	1086
			3	12742	1113
			4	12742	114

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub>: 0 kN  
M<sub>xEd</sub>: 5223 kNm  
M<sub>yEd</sub>: 0 kNm

P.to applicazione N: Centro Baricentro cls  
Coord.[mm]: xN 0, yN 0

Tipo rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo: S.L.U. + Metodo n

Tipo flessione: Retta Deviata

N° rett.: 100

Calcola MRd Dominio M-N

L<sub>0</sub>: 0 mm Col. modello

Precompresso

**Materiali:**

B450C		C25/30	
ε <sub>su</sub>	67.5 ‰	ε <sub>c2</sub>	2 ‰
f <sub>yd</sub>	391.3 N/mm²	ε <sub>cu</sub>	3.5 ‰
E <sub>s</sub>	200 000 N/mm²	f <sub>cd</sub>	14.17 N/mm²
E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub>	15	f <sub>cc</sub> /f <sub>cd</sub>	0.8
ε <sub>syd</sub>	1.957 ‰	σ <sub>c,adm</sub>	9.75 N/mm²
σ <sub>s,adm</sub>	255 N/mm²	τ <sub>co</sub>	0.6
		τ <sub>c1</sub>	1.829

M<sub>xRd</sub>: 10149 kNm  
σ<sub>c</sub>: -14.17 N/mm²  
σ<sub>s</sub>: 391.3 N/mm²  
ε<sub>c</sub>: 3.5 ‰  
ε<sub>s</sub>: 22.83 ‰  
d: 1113 mm  
x: 148 mm x/d: 0.133  
δ: 0.7

Opere di sostegno delle rampe: Relazione di  
calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	48 di 168

Verifica C.A. S.L.U. - File: 01\_Diaframma\_140.3

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008

TITOLO :

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 4 Zoom

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	2500	1200	1	12742	87
			2	12742	1086
			3	12742	1113
			4	12742	114

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 0 kN  
M<sub>xEd</sub> -4893 0 kNm  
M<sub>yEd</sub> 0 0

P.to applicazione N Centro Baricentro cls  
Coord.[mm] xN 0 yN 0

Tipo rottura Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali B450C C25/30

ε<sub>su</sub> 67.5 % ε<sub>c2</sub> 2 %  
f<sub>yd</sub> 391.3 N/mm² ε<sub>cu</sub> 3.5 %  
E<sub>s</sub> 200 000 N/mm² f<sub>cd</sub> 14.17  
E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0.8  
ε<sub>syd</sub> 1.957 % σ<sub>c,adm</sub> 9.75  
σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0.6  
τ<sub>c1</sub> 1.829

M<sub>xRd</sub> -10 149 kN m  
σ<sub>c</sub> -14.17 N/mm²  
σ<sub>s</sub> 391.3 N/mm²  
ε<sub>c</sub> 3.5 %  
ε<sub>s</sub> 22.83 %  
d 1 113 mm  
x 148 x/d 0.133  
δ 0.7

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

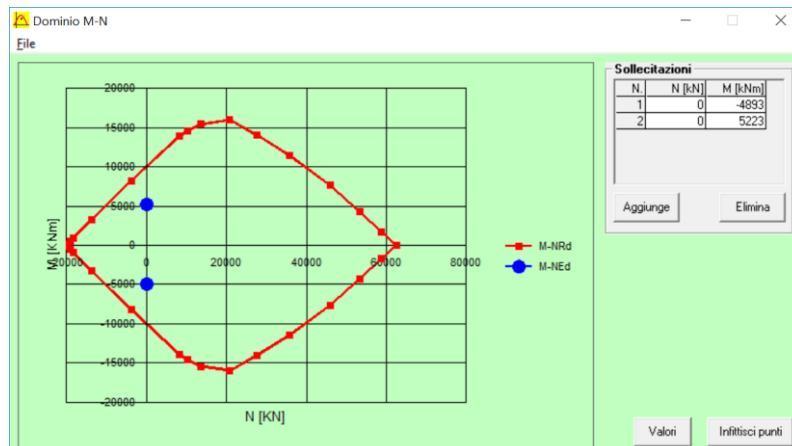
Metodo di calcolo S.L.U.+ S.L.U.-  
Metodo n

Tipo flessione Fletta Deviata

N° rett. 100

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

Precompresso



$$M_{Ed(+)} = 5223 \text{ kNm} < M_{Rd(+)} = 10149 \text{ kNm.}$$

$$FS = M_{Rd}/M_{Ed} = 1.94$$

$$M_{Ed(-)} = -4893 \text{ kNm} < M_{Rd(-)} = -10149 \text{ kNm.}$$

$$FS = M_{Rd}/M_{Ed} = 2.07$$

La verifica risulta soddisfatta.

   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>					
	<b>Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo</b>	COMMESSA IF1N	LOTTO 01 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL0700 002	REV. B

### Verifica a taglio

STEP 8: [SLV]  $T^* = T_{\text{diaframma}} + T_{\text{fodera}} = (634 \text{ kN/m} + 32 \text{ kN/m}) \cdot 2.5 \text{ m} = 1665 \text{ kN}$

<b>Verifica a taglio per sezioni rettangolari armate a taglio (D.M. 14/01/2008)</b>			
classe cls	$R_{ck}$	30	N/mm <sup>2</sup>
resist. Caratteristica cilindrica	$f_{ck}$	25	N/mm <sup>2</sup>
	$f_{cd}$	14	
coeff. parziale	$\gamma_c$	1.5	
larghezza membratura resistente a V	$b_w$	2500	mm
altezza membratura resistente a V	$H$	1200	mm
altezza utile	$d$	1080	mm
area della sezione	$A_{TOT}$	2700000	mm <sup>2</sup>
sforzo assiale dovuto ai carichi o precompressione	$N$	0	N
ok	$\sigma_{cp}$	0.00	N/mm <sup>2</sup>
	$\alpha_c$	1.00	
Acciaio	$f_{yk}$	450	N/mm <sup>2</sup>
Feb44k	$f_{yd}$	391	N/mm <sup>2</sup>
diametro staffe (spille)	$\varnothing_w$	14	mm
Area staffa (spilla)	$A_{\varnothing_w}$	154	mm <sup>2</sup>
0.9 d	$z$	972	mm
passo delle staffe (spille)	$s_w$	150	mm
	n° bracci	5	
angolo di inclinazione	$\theta$	45.0	°
deve essere compreso tra 1 e 2.5	$\cot(\theta)$	1.00	
angolo di inclinazione armatura rispetto asse palo	$\alpha$	90	°
	$\cot(\alpha)$	0.00	
	$A_{s_w} / s_w$	5.13	mm <sup>2</sup> /mm
Taglio resistente per "taglio trazione"	$V_{Rsd}$	1952	kN
Taglio resistente per "taglio compressione"	$V_{Rcd}$	8572	kN
taglio sollecitante	$V_{Ed}$	1665	kN
fattore di sicurezza per GR (par. 7.9.5.2.2)	$\gamma_{Rd}$	1	
taglio resistente	$V_{Rd}$	1952	kN
	$V_{Ed}$	<	$V_{Rd}$
<b>FS =</b>	<b>1.17</b>	<b>verifica</b>	

La verifica risulta soddisfatta.

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: 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>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>50 di 168</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	50 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	50 di 168								

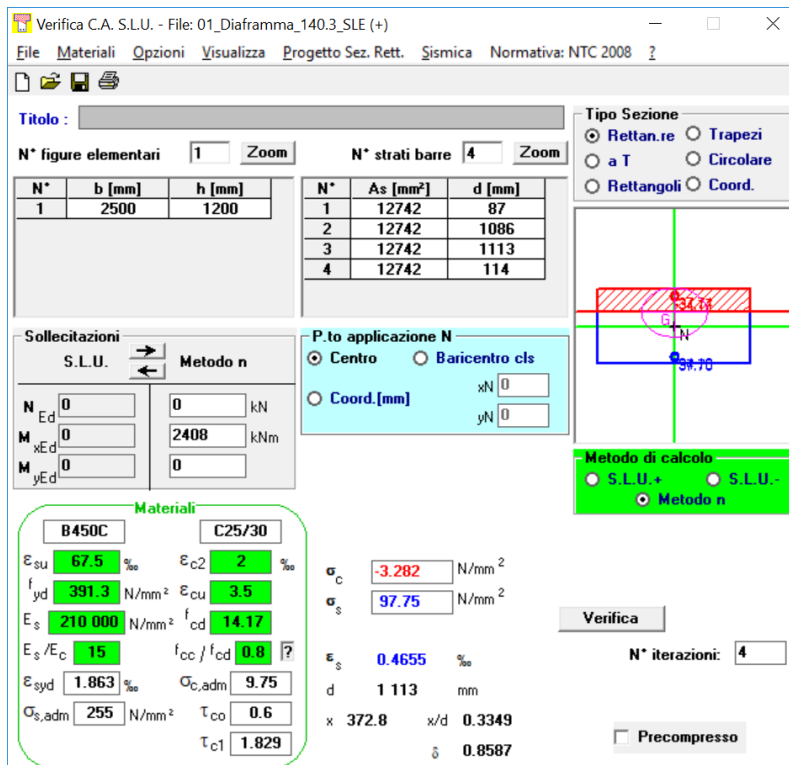
### Verifica a fessurazione

Si riportano le sollecitazioni massime allo SLE (comb. rara) relative allo step 7 (corrispondente alla fase di massimo scavo) e allo step 7 (con diaframma e fodera gettata in opera collaborante).

La verifica a fessurazione sarà condotta quindi per entrambe le situazioni.

**STEP 7:**  $M(+)^* = M_{\text{diaframma}} + M_{\text{fodera}} = (817 \text{ kNm/m} + 146 \text{ kN/m}) \cdot 2.5 \text{ m} = 2408 \text{ kNm}$

	INPUT	OUTPUT
	Rck 30 Mpa	diff. def. armature-cls
altezza sezione	H 1200 mm	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$ 2.80E-04
larghezza sezione	L 2500 mm	distanza max fessure
copriferro 1° strato	C1 87 mm	s r, max 4.06E+02 mm
diametro barre 1° strato	$\phi_1$ 26 mm	<b>ampiezza fessure:</b>
numero barre 1° strato	n1 24	<b>wk 0.114 mm</b>
copriferro 2° strato (baricentro barre)	C2 114 mm	LIMITE 0.20 mm
diametro barre 2° strato	$\phi_2$ 26 mm	Sez. verificata
numero barre 2° strato	n2 24	
distanza lembo compresso-lembo teso della sezione	d 1099.5 mm	
	b <sub>eff</sub> 104.2 mm	
posizione asse neutro da lembo compresso	x 372.8 mm	
Tensione massima barre 1° strato	$\sigma_{s,max1}$ 97.75 Mpa	
Tensione massima barre 2° strato	$\sigma_{s,max2}$ 94.18 Mpa	
altezza efficace	h <sub>c,eff</sub> 251.3 mm	
area efficace relativamente ad una singola barre	A <sub>c,eff</sub> 26172 mm <sup>2</sup>	
percentuale di armatura relativa a A <sub>c,eff</sub>	$\rho_{p,eff}$ 0.041	
(0.6 carichi brevi; 0.4 lunga durata)	kt 0.6	
(0.8 barre ad. migliorata; 1.6 liscie)	k1 0.8	
(0.5 per flessione; 1 trazione)	k2 0.5	
	k3 3.4	
	k4 0.425	



**Verifica C.A. S.L.U. - File: 01\_Diaframma\_140.3\_SLE (+)**

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008

Titolo: \_\_\_\_\_

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 4 Zoom

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	2500	1200	1	12742	87
			2	12742	1086
			3	12742	1113
			4	12742	114

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 kN  
M<sub>xEd</sub> 2408 kNm  
M<sub>yEd</sub> 0

P.to applicazione N: Centro Baricentro cls  
Coord.[mm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo: S.L.U.+ S.L.U.- 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

$\sigma_c$  -3.282 N/mm²  
 $\sigma_s$  97.75 N/mm²  
 $\epsilon_s$  0.4655%  
d 1113 mm  
x 372.8 x/d 0.3349  
 $\delta$  0.8587

Verifica N° iterazioni: 4

Precompresso

La verifica risulta soddisfatta.

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>					
	<b>Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo</b>	COMMESSA <b>IF1N</b>	LOTTO <b>01 E ZZ</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>SL0700 002</b>	REV. <b>B</b>

STEP 5:  $M(-) = M_{\text{diaframma}} = (-1503 \text{ kNm/m}) \cdot 2.5 \text{ m} = -3758 \text{ kNm}$

	INPUT	OUTPUT
	Rck 30 Mpa	diff. def. armature-cls
altezza sezione	H 1200 mm	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$ 4.82E-04
larghezza sezione	L 2500 mm	distanza max fessure
copriferro 1° strato	C <sub>1</sub> 87 mm	s <sub>r, max</sub> 4.06E+02 mm
diametro barre 1° strato	φ <sub>1</sub> 26 mm	<b>ampiezza fessure:</b>
numero barre 1° strato	n <sub>1</sub> 24	<b>wk 0.196 mm</b>
copriferro 2° strato (baricentro barre)	C <sub>2</sub> 114 mm	LIMITE 0.20 mm
diametro barre 2° strato	φ <sub>2</sub> 26 mm	Sez. verificata
numero barre 2° strato	n <sub>2</sub> 24	
distanza lembo compresso-lembo teso della sezione	d 1099.5 mm	
	b <sub>eff</sub> 104.2 mm	
posizione asse neutro da lembo compresso	x 372.8 mm	
Tensione massima barre 1° strato	σ <sub>s, max1</sub> 152.5 Mpa	
Tensione massima barre 2° strato	σ <sub>s, max2</sub> 142 Mpa	
altezza efficace	h <sub>c, eff</sub> 251.3 mm	
area efficace relativamente ad una singola barre	A <sub>c, eff</sub> 26172 mm <sup>2</sup>	
percentuale di armatura relativa a A <sub>c, eff</sub>	ρ p, eff 0.041	
(0.6 carichi brevi; 0.4 lunga durata)	kt 0.6	
(0.8 barre ad. migliorata; 1.6 lisce)	k1 0.8	
(0.5 per flessione; 1 trazione)	k2 0.5	
	k3 3.4	
	k4 0.425	

Verifica C.A. S.L.U. - File: 01\_Diaframma\_140.3\_SLE (-)

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

TITOLO :

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 4 Zoom

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	2500	1200	1	12742	87
			2	12742	1086
			3	12742	1113
			4	12742	114

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 0 kN  
M<sub>xEd</sub> 0 -3758 kNm  
M<sub>yEd</sub> 0 0

P.to applicazione N  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[mm] xN 0 yN 0

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

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

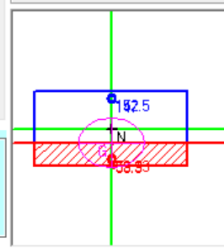
Materiali

B450C		C25/30	
ε <sub>su</sub>	67.5 ‰	ε <sub>c2</sub>	2 ‰
f <sub>yd</sub>	391.3 N/mm <sup>2</sup>	ε <sub>cu</sub>	3.5 ‰
E <sub>s</sub>	210 000 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>cd</sub>	14.17
E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub>	15	f <sub>cc</sub> /f <sub>cd</sub>	0.8
ε <sub>syd</sub>	1.863 ‰	σ <sub>c, adm</sub>	9.75
σ <sub>s, adm</sub>	255 N/mm <sup>2</sup>	τ <sub>co</sub>	0.6
		τ <sub>c1</sub>	1.829

σ<sub>c</sub> -5.122 N/mm<sup>2</sup>  
σ<sub>s</sub> 152.5 N/mm<sup>2</sup>  
ε<sub>s</sub> 0.7264 ‰  
d 1113 mm  
x 372.8 x/d 0.3349  
δ 0.8587

Verifica N° iterazioni: 4

Precompresso



La verifica risulta soddisfatta.

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>52 di 168</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	52 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	52 di 168								

### FODERA INTERNA

La fodera interna in c.a. presenta uno spessore di 50 cm. La sezione di verifica risulta di dimensioni pari a BxH=1.0x0.5m.

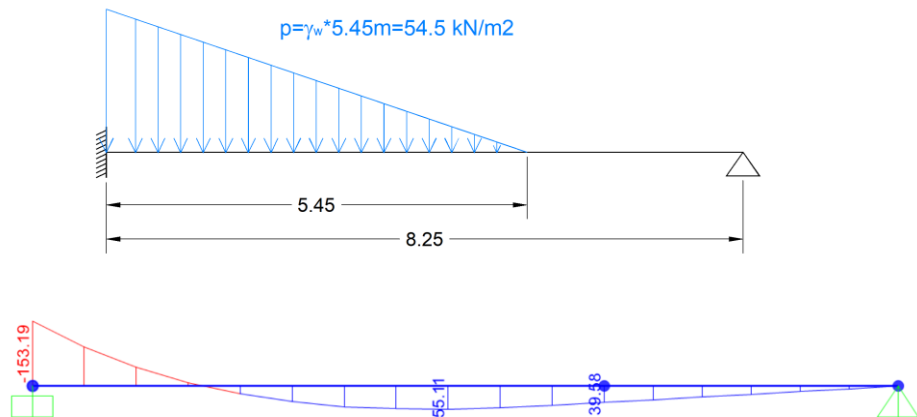
L'armatura longitudinale è costituita da barre:

- $\varnothing 24/10$  (armatura lato controterra);
- $\varnothing 20/10$  (armatura lato libero).

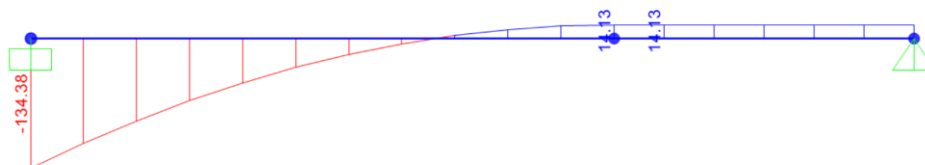
L'armatura trasversale è costituita da staffe chiuse:

- $\varnothing 12/20$  a 4 bracci.

La verifica strutturale della fodera si effettua sommando alle sollecitazioni del modello di calcolo, quelle provenienti dalla spinta dell'acqua. Queste ultime vengono valutate ipotizzando uno schema di trave con vincolo d'incastro ad una estremità (in corrispondenza della soletta di base) e un vincolo di appoggio nell'altra estremità (in corrispondenza del cordolo di sommità), di luce pari a 8.25 m sollecitata da un carico triangolare agente su una lunghezza pari alla differenza di quota tra la sezione di incastro della fodera con la soletta di base e la quota della falda (+51.1 m s.l.m. – 45.65 m s.l.m. = 5.45 m).



*Diagramma del momento*



*Diagramma del taglio*

$$M_w (+) = 153 \text{ kNm/m}$$

$$M_w (-) = -55 \text{ kNm/m}$$

$$T_w = 134 \text{ kN/m}$$

*(\*) il momento positivo tende l'armatura controterra*



Opere di sostegno delle rampe: Relazione di  
calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	53 di 168

**Verifica a pressoflessione**

STEP 7 (SLU):  $M_{fodera (+)} = 190 \text{ kNm/m} + 1.3 \cdot 153 \text{ kNm/m} = 389 \text{ kNm/m}$

$M_{fodera (-)} = 1.3 \cdot (-55.1 \text{ kNm/m}) = -72 \text{ kNm/m}$

STEP 8 (SLV):  $M_{fodera (+)} = 209 \text{ kNm/m} + 153 \text{ kNm/m} = 362 \text{ kNm/m}$

Verifica C.A. S.L.U. - File: 02\_Fodera\_140.5

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : \_\_\_\_\_

N° figure elementari  Zoom N° strati barre  Zoom

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	500	1	3142	60
			2	4524	438

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

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

P.to applicazione N:  Centro  Baricentro cls  
 Coord.[mm] xN  yN

Tipo rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipo flessione:  Retta  Deviata

N° rett.

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

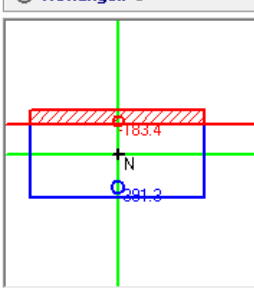
Precompresso

Materiali: B450C C32/40

$\epsilon_{su}$ 67.5 ‰	$\epsilon_{c2}$ 2 ‰
$f_{yd}$ 391.3 N/mm <sup>2</sup>	$\epsilon_{cu}$ 3.5 ‰
$E_s$ 200 000 N/mm <sup>2</sup>	$f_{cd}$ 18.13
$E_s/E_c$ 15	$f_{cc}/f_{cd}$ 0.8 ?
$\epsilon_{syd}$ 1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$ 12.25
$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm <sup>2</sup>	$\tau_{co}$ 0.7333
	$\tau_{cl}$ 2.114

M<sub>xRd</sub>  kN m

$\sigma_c$  -18.13 N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_s$  391.3 N/mm<sup>2</sup>  
 $\epsilon_c$  3.5 ‰  
 $\epsilon_s$  15.36 ‰  
d 438 mm  
x 81.3 x/d 0.1856  
 $\delta$  0.7



Opere di sostegno delle rampe: Relazione di  
calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	54 di 168

Verifica C.A. S.L.U. - File: 02\_Fodera\_140.5

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo :

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

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	500	1	3142	60
			2	4524	438

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

Sollecitazioni  
 S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 kN  
 M<sub>xEd</sub> -72 kNm  
 M<sub>yEd</sub> 0

P.to applicazione N  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[mm] xN 0 yN 0

Tipo rottura  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

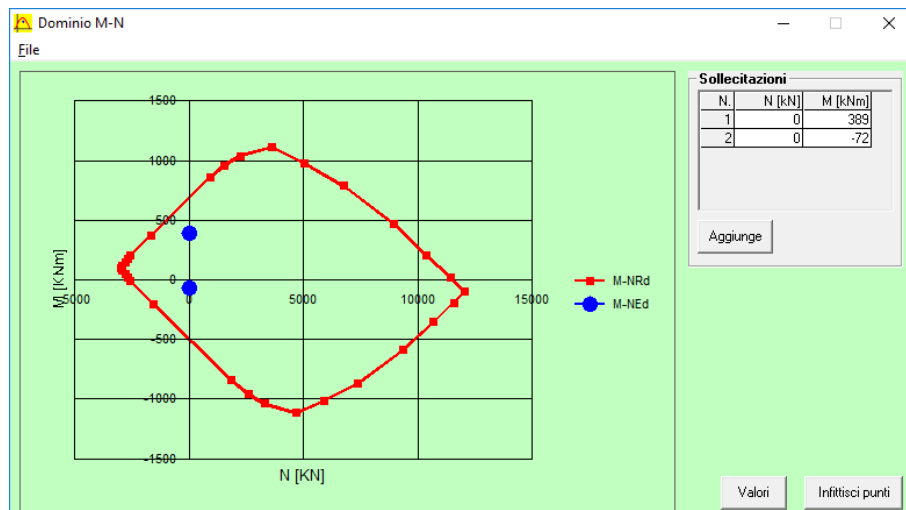
Metodo di calcolo  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

Tipo flessione  
 Retta  Devia

Materiali  
 B450C C32/40  
 ε<sub>su</sub> 67.5 ‰ ε<sub>c2</sub> 2 ‰  
 f<sub>yd</sub> 391.3 N/mm² ε<sub>cu</sub> 3.5 ‰  
 E<sub>s</sub> 200 000 N/mm² f<sub>cd</sub> 18.13  
 E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0.8  
 ε<sub>syd</sub> 1.957 ‰ σ<sub>c,adm</sub> 12.25  
 σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0.7333  
 τ<sub>cl</sub> 2.114

M<sub>xRd</sub> -498.3 kNm  
 σ<sub>c</sub> -18.13 N/mm²  
 σ<sub>s</sub> 391.3 N/mm²  
 ε<sub>c</sub> 3.5 ‰  
 ε<sub>s</sub> 19.43 ‰  
 d 440 mm  
 x 67.15 x/d 0.1526  
 δ 0.7

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



$$M_{Ed} (+) = 389 \text{ kNm/m} < M_{Rd} = 700 \text{ kNm/m.}$$

$$FS = M_{Rd}/M_{Ed} = 1.80$$

$$M_{Ed} (-) = -72 \text{ kNm/m} < M_{Rd} = -498 \text{ kNm/m.}$$

$$FS = M_{Rd}/M_{Ed} = \gg 1$$

La verifica risulta soddisfatta.

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF1N</td> <td style="text-align: center;">01 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">SL0700 002</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">55 di 168</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	55 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	55 di 168								

### Verifica a taglio

**STEP 7 (SLU):**  $T_{fodera} = 22 \text{ kN/m} + 1.3 \cdot 134 \text{ kN/m} = 196 \text{ kN/m}$

**STEP 8 (SLV):**  $T_{fodera} = 32 \text{ kN/m} + 134 \text{ kN/m} = 166 \text{ kN/m}$

<i>Verifica a taglio per sezioni rettangolari armate a taglio (D.M. 14/01/2008)</i>			
classe cls	$R_{ck}$	40	N/mm <sup>2</sup>
resist. Caratteristica cilindrica	$f_{ck}$	33	N/mm <sup>2</sup>
	$f_{cd}$	19	
coeff. parziale	$\gamma_c$	1.5	
larghezza membratura resistente a V	$b_w$	1000	mm
altezza membratura resistente a V	$H$	500	mm
altezza utile	$d$	450	mm
area della sezione	$A_{TOT}$	450000	mm <sup>2</sup>
sforzo assiale dovuto ai carichi o precompressione	$N$	0	N
ok	$\sigma_{cp}$	0.00	N/mm <sup>2</sup>
	$\alpha_c$	1.00	
Acciaio	$f_{yk}$	450	N/mm <sup>2</sup>
Feb44k	$f_{yd}$	391	N/mm <sup>2</sup>
diametro staffe (spille)	$\phi_w$	12	mm
Area staffa (spilla)	$A\phi_w$	113	mm <sup>2</sup>
0.9 d	$z$	405	mm
passo delle staffe (spille)	$s_w$	200	mm
	n° bracci	4	
angolo di inclinazione	$\theta$	45.0	°
deve essere compreso tra 1 e 2.5	$\cot(\theta)$	1.00	
angolo di inclinazione armatura rispetto asse palo	$\alpha$	90	°
	$\cot(\alpha)$	0.00	
	$A_{s_w} / s_w$	2.26	mm <sup>2</sup> /mm
Taglio resistente per "taglio trazione"	$V_{Rsd}$	358	kN
Taglio resistente per "taglio compressione"	$V_{Rcd}$	1905	kN
taglio sollecitante	$V_{Ed}$	196	kN
fattore di sicurezza per GR (par. 7.9.5.2.2)	$\gamma_{Rd}$	1	
taglio resistente	$V_{Rd}$	358	kN
	$V_{Ed}$	<	$V_{Rd}$
<b>FS =</b>	<b>1.83</b>	<b>verifica</b>	

La verifica risulta soddisfatta.

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: 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>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>56 di 168</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	56 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	56 di 168								

**Verifica a fessurazione**

Si riportano le sollecitazioni massime allo SLE (comb. rara).

**STEP 7**

$$M_{fodera (+)} = 146 \text{ kNm/m} + 153 \text{ kNm/m} = 299 \text{ kNm/m}$$

	INPUT	OUTPUT
Rck	40 Mpa	diff. def. armature-cls
H	500 mm	e sm -e cm 5.63E-04 -
L	1000 mm	distanza max fessure
c <sub>1</sub>	60 mm	s r, max 2.64E+02 mm
φ <sub>1</sub>	24 mm	ampiezza fessure:
n <sub>1</sub>	10	wk 0.149 mm
c <sub>2</sub>	mm	LIMITE 0.20 mm
φ <sub>2</sub>	mm	Sez. verificata
n <sub>2</sub>	mm	
d	440 mm	
b <sub>eff</sub>	100.0 mm	
x	164.9 mm	
σ <sub>s,max1</sub>	173.2 Mpa	
σ <sub>s,max2</sub>	Mpa	
h <sub>c,eff</sub>	111.7 mm	
A <sub>c,eff</sub>	11170 mm <sup>2</sup>	
ρ <sub>p,eff</sub>	0.041	
kt	0.6	
k1	0.8	
k2	0.5	
k3	3.4	
k4	0.425	

The screenshot shows the software interface with the following data:

- Titolo:** [Empty]
- N° figure elementari:** 1
- N° strati barre:** 2
- Table 1:**

N°	b [mm]	h [mm]
1	1000	500
- Table 2:**

N°	As [mm²]	d [mm]
1	3142	60
2	4524	438
- Sollecitazioni (S.L.U.):**
  - N<sub>Ed</sub>: 0 kN
  - M<sub>xEd</sub>: 0 kNm
  - M<sub>yEd</sub>: 0 kNm
  - Metodo n
- P.to applicazione N:**
  - Centro
  - Baricentro cls
  - Coord. [mm]: xN=0, yN=0
- Materiali:**
  - B450C:** ε<sub>su</sub> 67.5‰, f<sub>yd</sub> 391.3 N/mm², E<sub>s</sub> 200 000 N/mm², E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15, ε<sub>syd</sub> 1.957‰, σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm²
  - C32/40:** ε<sub>c2</sub> 2‰, ε<sub>cu</sub> 3.5‰, f<sub>cd</sub> 18.13, f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0.8, σ<sub>c,adm</sub> 12.25, τ<sub>co</sub> 0.7333, τ<sub>c1</sub> 2.114
- Calculated Values:**
  - σ<sub>c</sub>: -6.968 N/mm²
  - σ<sub>s</sub>: 173.2 N/mm²
  - ε<sub>s</sub>: 0.8658‰
  - d: 438 mm
  - x: 164.9 mm, x/d: 0.3764
  - δ: 0.9105
- Verifica:**
  - Metodo di calcolo: S.L.U.+ (selected), S.L.U.-, Metodo n
  - N° iterazioni: 4
  - Precompresso: [unchecked]

La verifica risulta soddisfatta.

Opere di sostegno delle rampe: Relazione di  
calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	57 di 168

 $M_{fodera (-)} = -55 \text{ kNm/m}$ 

	INPUT	OUTPUT
Rck	40 Mpa	diff. def. armature-cls
altezza sezione H	500 mm	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} \quad 1.31E-04$
larghezza sezione L	1000 mm	distanza max fessure
copriferro 1° strato $c_1$	60 mm	$s_{r, max} \quad 3.01E+02 \text{ mm}$
diametro barre 1° strato $\phi_1$	20 mm	<b>ampiezza fessure:</b>
numero barre 1° strato $n_1$	10	<b>wk <math>0.040 \text{ mm}</math></b>
copriferro 2° strato (baricentro barre) $c_2$	mm	LIMITE $0.20 \text{ mm}$
diametro barre 2° strato $\phi_2$	mm	Sez. verificata
numero barre 2° strato $n_2$		
distanza lembo compresso-lembo teso della sezione d	440 mm	
$b_{eff}$	100.0 mm	
posizione asse neutro da lembo compresso x	136.2 mm	
Tensione massima barre 1° strato $\sigma_{s,max1}$	45.03 Mpa	
Tensione massima barre 2° strato $\sigma_{s,max2}$	Mpa	
altezza efficace $h_{c,eff}$	121.3 mm	
area efficace relativamente ad una singola barre $A_{c,eff}$	12127 mm <sup>2</sup>	
percentuale di armatura relativa a $A_{c,eff}$ $\rho_{p,eff}$	0.026	
(0.6 carichi brevi; 0.4 lunga durata) kt	0.6	
(0.8 barre ad. migliorata; 1.6 liscie) k1	0.8	
(0.5 per flessione; 1 trazione) k2	0.5	
k3	3.4	
k4	0.425	

Verifica C.A. S.L.U. - File: 02\_Fodera\_140\_SLE(-)

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008

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

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

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm <sup>2</sup> ]	d [mm]
1	1000	500	1	3142	60
			2	4524	438

Sollecitazioni  
 S.L.U. Metodo n  
 N<sub>Ed</sub> 0 0 kN  
 M<sub>xEd</sub> 0 -55 kNm  
 M<sub>yEd</sub> 0 0

P.to applicazione N  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[mm] xN 0 yN 0

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

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

$\sigma_c$  -1.346 N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_s$  45.03 N/mm<sup>2</sup>  
 $\epsilon_s$  0.2251 ‰  
 d 440 mm  
 x 136.2 x/d 0.3096  
 $\delta$  0.827

Verifica  
 N° iterazioni: 4  
 Precompresso

La verifica risulta soddisfatta.

SOLETTA DI FONDO

Le verifiche saranno condotte considerando le sollecitazioni al metro lineare di soletta; le dimensioni geometriche della sezione di verifica risultano pari a  $B \times H = 1.0 \times 1.0 \text{ m}$ .

L'armatura longitudinale è costituita da barre:

- $\varnothing 20/20$  (armatura superiore);
- $\varnothing 20/20$  (armatura inferiore).

Verifica a compressione - SLU

STEP 8:  $R_{Ed} = 1224 \text{ kN/m}$   $\sigma_{c,Ed} = 1.22 \text{ MPa}$

Verifica C.A. S.L.U. - File: 01\_Soletta\_fondo\_140,5

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: \_\_\_\_\_

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

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	1000	1	1571	62
			2	1571	938

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 1224 0 kN  
M<sub>xEd</sub> 0 0 kNm  
M<sub>yEd</sub> 0 0

P.to applicazione N  
Centro Baricentro cls  
Coord.[mm] xN 0 yN 0

Tipo rottura Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M<sub>xRd</sub> 1105 kN m

Materiali B450C C32/40

Proprietà	B450C	C32/40
$\epsilon_{su}$	67.5 %	2 %
$f_{yd}$	391.3 N/mm²	3.5
$E_s$	200 000 N/mm²	18.13
$E_s/E_c$	15	0.8
$\epsilon_{syd}$	1.957 %	12.25
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm²	0.7333
$\tau_{c1}$		2.114

$\sigma_{c,Ed}$  -18.13 N/mm²  
 $\sigma_{s,Ed}$  391.3 N/mm²  
 $\epsilon_c$  3.5 %  
 $\epsilon_s$  30.1 %  
d 938 mm  
x 97.72 x/d 0.1042  
 $\delta$  0.7

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

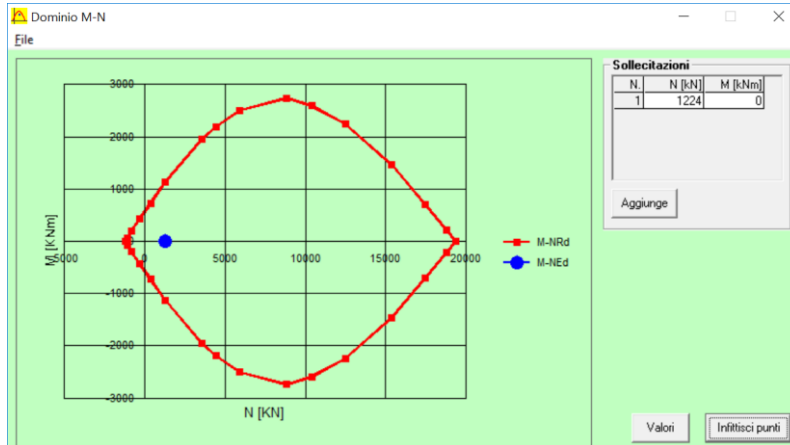
Metodo di calcolo  
S.L.U.+ S.L.U.-  
Metodo n

Tipo flessione  
Retta Deviata

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

Opere di sostegno delle rampe: Relazione di  
calcolo

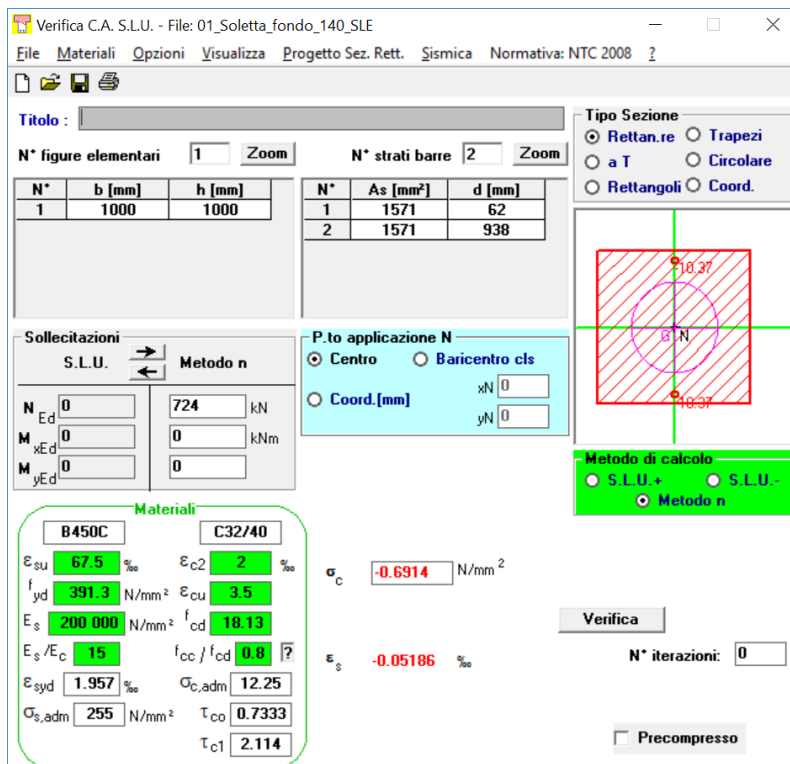
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	59 di 168



$$\sigma_{c,Ed} = 1.22 \text{ MPa} < f_{cd}$$

### Verifica a compressione - SLE

STEP 7:  $R_{Ed} = 724 \text{ kN/m}$



**Titolo:** [ ]

**N\* figure elementari:** 1 **Zoom** **N\* strati barre:** 2 **Zoom**

N*	b [mm]	h [mm]
1	1000	1000

N*	As [mm²]	d [mm]
1	1571	62
2	1571	938

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

	Value	Unit
N <sub>Ed</sub>	724	kN
M <sub>xEd</sub>	0	kNm
M <sub>yEd</sub>	0	

**Materiali:**

Property	B450C	C32/40
$\epsilon_{su}$	67.5 %	2 %
$f_{yd}$	391.3 N/mm²	3.5
$E_s$	200 000 N/mm²	18.13
$E_s/E_c$	15	0.8
$\epsilon_{syd}$	1.957 %	12.25
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm²	0.7333
$\tau_{c1}$		2.114

**P.to applicazione N:** Centro **Baricentro cls**

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

**Verifica:**  $\sigma_c = -0.6914 \text{ N/mm}^2$   $\epsilon_s = -0.05186 \%$  **N\* iterazioni:** 0

Precompresso

$$\sigma_{c,Ed} = 0.69 \text{ MPa} < 0.6 \cdot f_{ck}$$

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: 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>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>60 di 168</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	60 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	60 di 168								

### PUNTONI PROVVISORI

I puntoni provvisori sono costituiti da profili tubolari in acciaio  $\varnothing 600\text{mm}$  sp.=15mm.

### Verifica a compressione - SLU

STEP 5:  $R^* = 1600 \text{ kN}$

#### Calcolo delle caratteristiche meccaniche dei profili tubolari e verifica secondo DM 2008

Diametro esterno nominale	D	600.00	[mm]
Spessore nominale	t	15.00	[mm]
Diametro interno nominale	d	570.00	[mm]

#### CARATTERISTICHE MECCANICHE

Area della sezione trasversale	A	275.7	[cm <sup>2</sup> ]
Momento d'inerzia	I	118006	[cm <sup>4</sup> ]
Raggio d'inerzia	i	20.69	[cm]
Modulo di resistenza elastico	W <sub>el,yy</sub>	3934	[cm <sup>3</sup> ]
Modulo di resistenza plastico attorno all'asse forte	W <sub>pl,yy</sub>	5135	[cm <sup>3</sup> ]
Momento d'inerzia torsionale	I <sub>t</sub>	236012	[cm <sup>4</sup> ]
Modulo di torsione	C <sub>t</sub>	7867	[cm <sup>3</sup> ]

#### CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE

Valore di snervamento dell'acciaio	f <sub>yk</sub>	275	[MPa]
Coefficiente $\epsilon$	$\epsilon$	0.92	[-]
<u>Classificazione</u>			
Diametro	d	600.00	[mm]
Spessore	t	15.00	[mm]
Rapporto tra diametro e spessore	d/t	40.00	[-]
Classificazione della sezione	<b>CLASSE 1</b>		

#### VERIFICA DI RESISTENZA ALLO SLU - COMPRESSIONE/TRAZIONE

N <sub>Ed</sub>	1600	[kN]	
N <sub>c,Rd</sub>	7220	[kN]	Resistenza a compressione/trazione del tubo

#### STABILITA' DELLE MEMBRATURE

N <sub>Ed</sub>	1600	[kN]	
N <sub>b,Rd</sub>	5679	[kN]	FS 3.55
$\chi$	0.79		$\Phi$ 0.90
A	275.7	[cm <sup>2</sup> ]	$\alpha$ 0.21
f <sub>yk</sub>	275	[MPa]	$\lambda$ 0.82
$\gamma_{M1}$	1.05	[-]	
L	14.30	[m]	
N <sub>cr</sub>	11391	[kN]	
0.04 N <sub>cr</sub>	456	[kN]	



  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF1N</td> <td style="text-align: center;">01 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">SL0700 002</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">61 di 168</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	61 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	61 di 168								

### Verifica a compressione – SLE

STEP 5:  $R^* = 1235 \text{ kN}$

<b>VERIFICHE TENSIONALI - SLE</b>					
$V_{SLE}$	0.0	[kN]	$\tau$	0	[MPa]
$M_{SLE}$	0.0	[kNm]	$\sigma_M$	0	[MPa]
$N_{SLE}$	1235	[kN]	$\sigma_N$	45	[MPa]
			$\sigma_{TOT}$	45	[MPa]    ok

#### **6.4.1.2 VERIFICHE GEOTECNICHE ALLO SLU/SLV**

In merito alle verifiche di carattere geotecnico (GEO), nella tabella che segue si sintetizzano i coefficienti di sicurezza ottenuti dall'analisi nelle combinazioni specifiche in fase statica e sismica.

	SLU (statica)	SLV (sismica)
	(A2+M2+R1) Step 7	(EQK+M2+R1) Step 8
Spinta passiva massima mobilizzabile	1952	1953
Spinta passiva mobilitata	1347	1579
FS % passiva mobilitata	<b>1.45</b>	<b>1.237</b>

Avendo posto:

- **FS % passiva mobilitata:** rapporto tra la spinta passiva e la spinta effettivamente mobilitata a valle.

\*\*\*\*\*

Per la verifica al sollevamento del tappo di fondo in jet-grouting, si rimanda al paragrafo 6.7

### 6.4.1.3 VERIFICHE GEOTECNICHE ALLO SLE

Nelle figure che seguono si riportano gli spostamenti orizzontali dell'opera allo SLE.

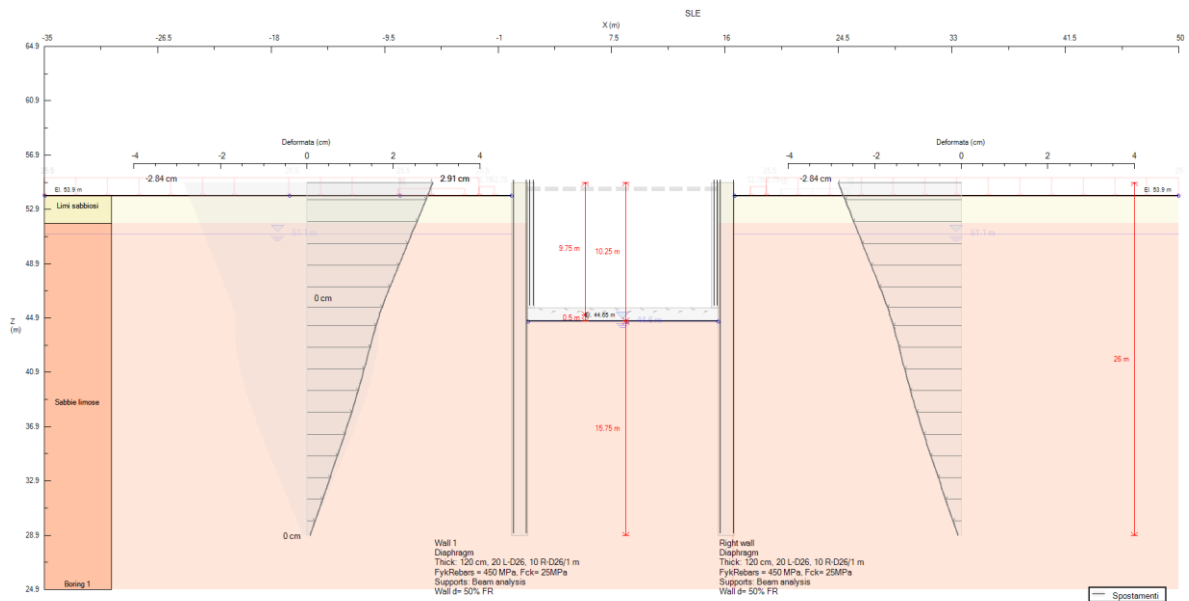


Fig. 43 – Modello di calcolo 1: Spostamenti orizzontali allo SLE

	SLE
Spostamento orizzontale massimo $\delta h_{max}$ (cm)	2.9

Gli spostamenti orizzontali massimi risultano compatibili con la funzionalità dell'opera.

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: 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>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>63 di 168</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	63 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	63 di 168								

## 6.4.2 MODELLO DI CALCOLO 2

### 6.4.2.1 VERIFICHE STRUTTURALI

Nelle tabelle che seguono si sintetizzano i risultati ottenuti nell'analisi in termini di sollecitazioni per i vari elementi strutturali che compongono l'opera. Nelle figure sono mostrati i relativi diagrammi.

DIAFRAMMI	STEP di calcolo	M(+) (kNm/m) (*)	STEP di calcolo	M(-) (kNm/m) (*)	STEP di calcolo	T (kN/m)
SLE	3	585	2	-17	6	114
SLU (A1+M1+R1)	3	762	2	-23	6	148
SLV (EQK+M1+R1)	7	593	2	-17	7	273

(\*) momento positivo che tende l'armatura controterra del diaframma

FODERA INTERNA	STEP di calcolo	M (kNm/m) (*)	STEP di calcolo	T (kN/m)
SLE	6	1	6	0.5
SLU (A1+M1+R1)	6	1	6	0.5
SLV (EQK+M1+R1)	7	25	7	11

SOLETTONE DI FONDO	STEP di calcolo	R (kN/m)
SLE	6	75
SLU (A1+M1+R1)	6	98
SLV (EQK+M1+R1)	7	494

con:

M = sollecitazione di momento flettente;

T = sollecitazione di taglio;

R = sollecitazione di compressione sul puntone al metro lineare di paratia.

**Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	64 di 168

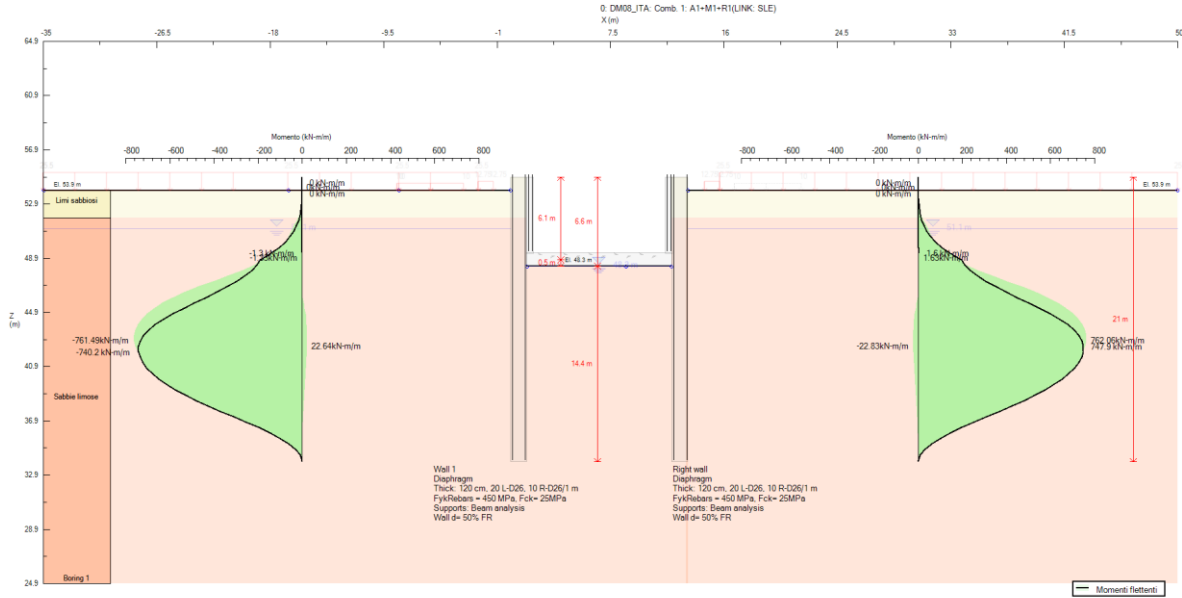


Fig. 44 – Modello di calcolo 2: Diagramma del momento allo SLU (A1+M1+R1)

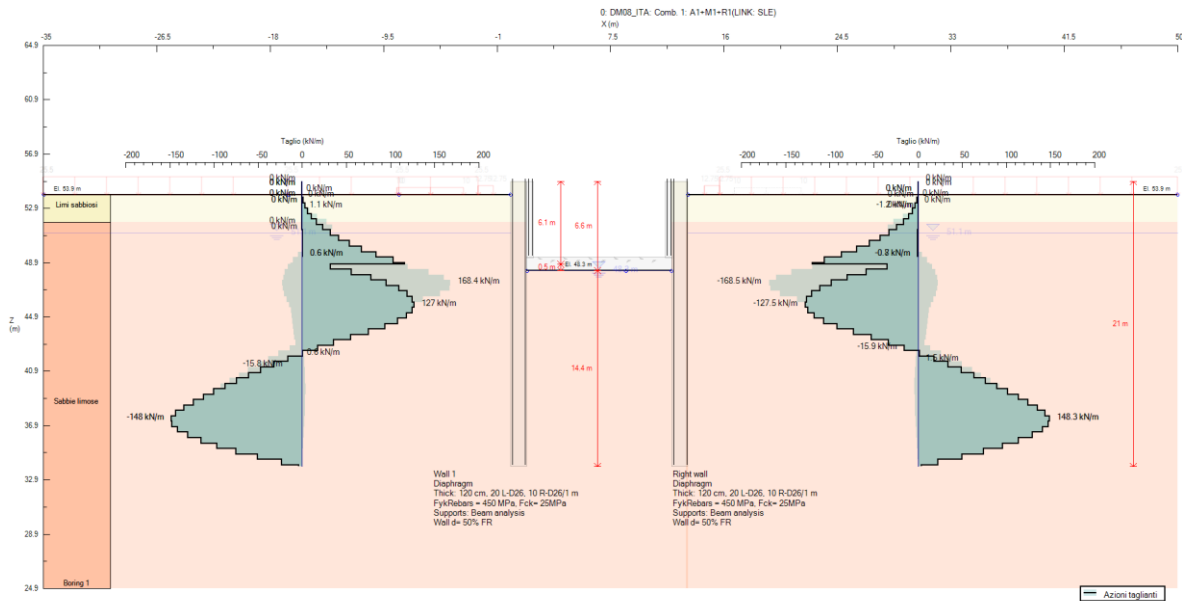


Fig. 45 – Modello di calcolo 2: Diagramma del taglio allo SLU (A1+M1+R1)

Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	65 di 168

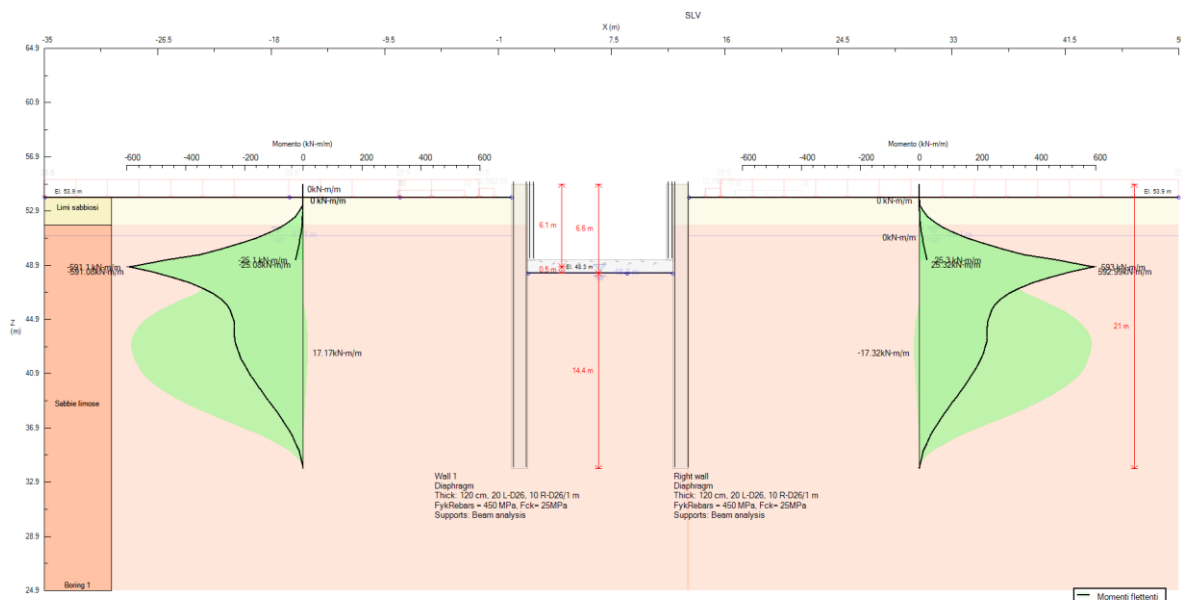


Fig. 46 – Modello di calcolo 2: Diagramma del momento allo SLV (EQK+M1+R1)

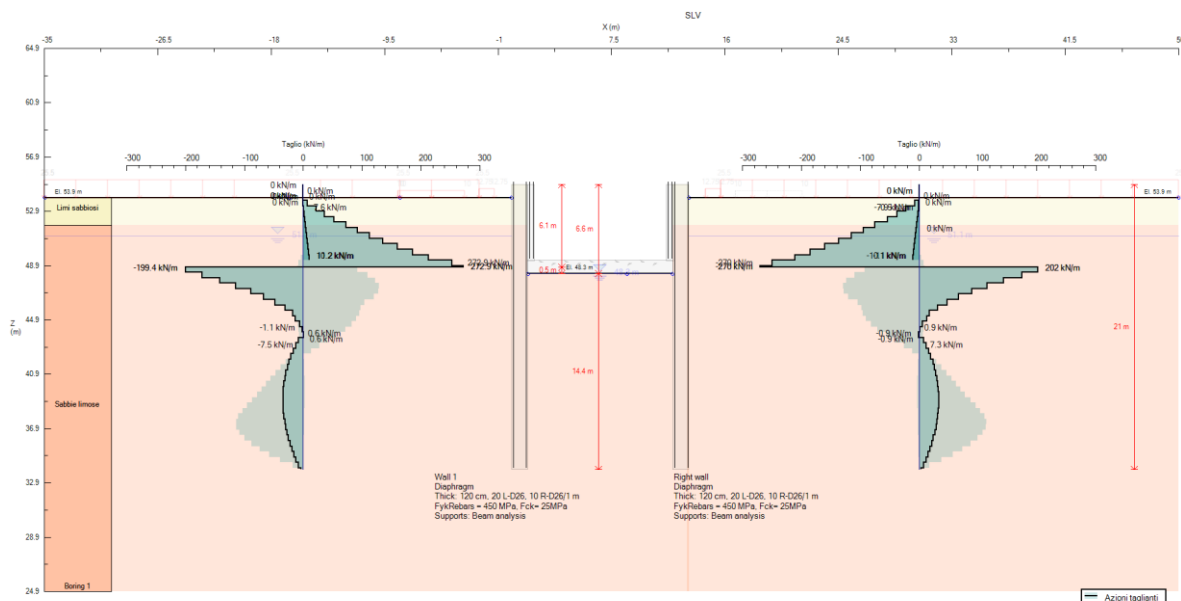


Fig. 47 – Modello di calcolo 2: Diagramma del taglio allo SLV (EQK+M1+R1)

**Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	66 di 168

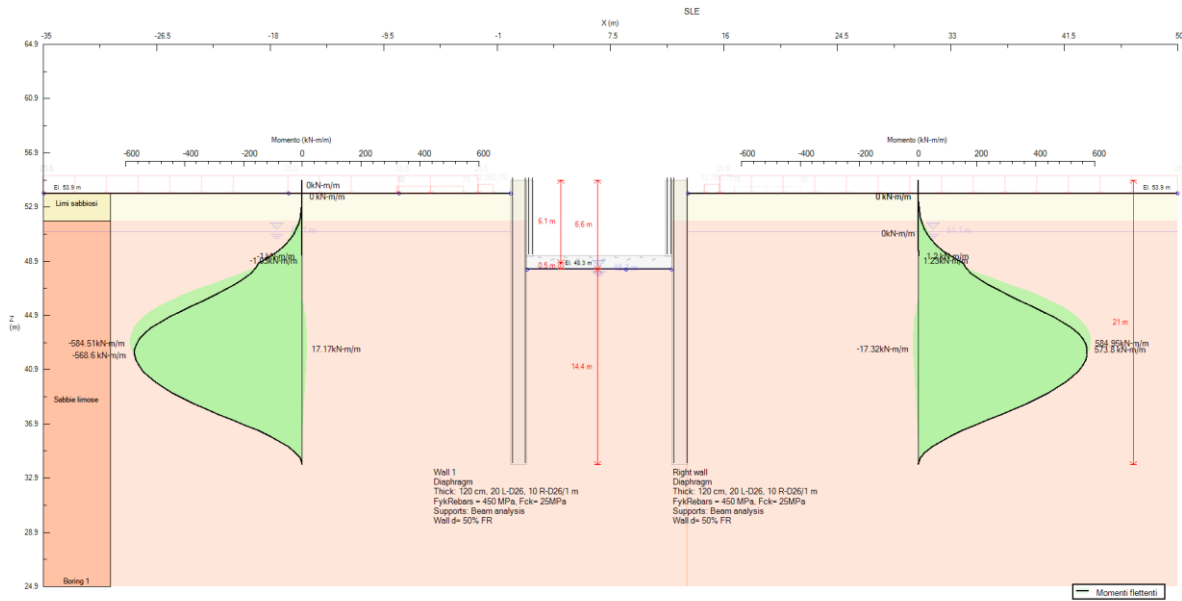


Fig. 48 – Modello di calcolo 2: Diagramma del momento allo SLE (comb. rara)

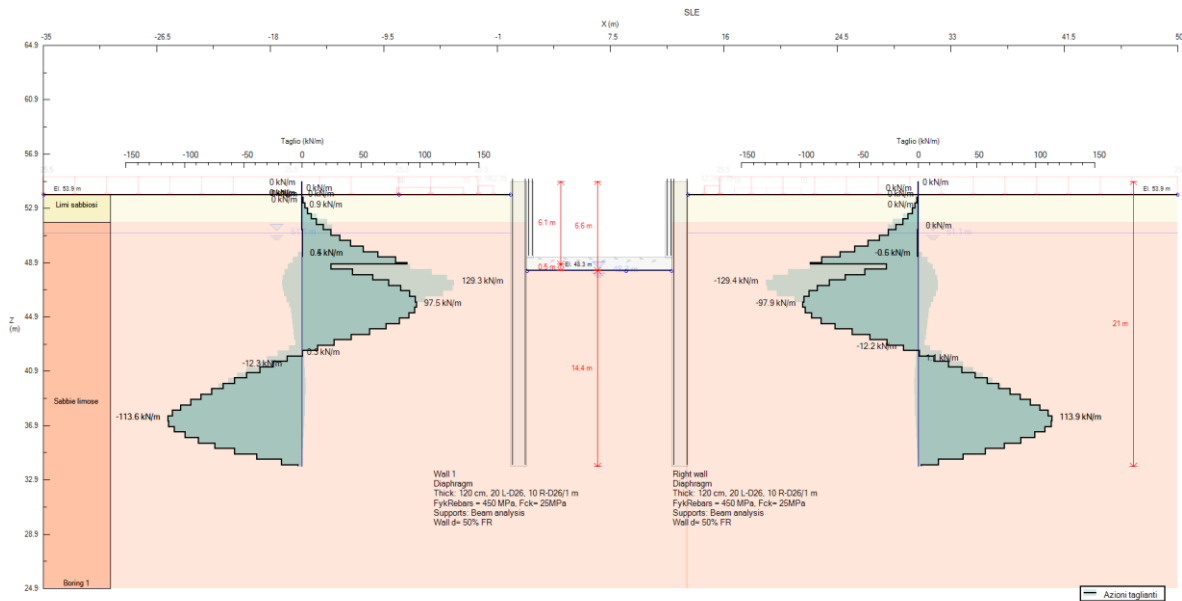


Fig. 49 – Modello di calcolo 2: Diagramma del taglio allo SLE (comb. rara)

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>					
	<b>Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo</b>	COMMESSA IF1N	LOTTO 01 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL0700 002	REV. B

### DIAFRAMMI

La sezione trasversale del diaframma presenta dimensioni BxH=2.5x1.2m.

L'armatura longitudinale è costituita da barre:

- $\varnothing 26/10 + \varnothing 26/20$  (lato contro terra);
- $\varnothing 26/10$  (lato libero).

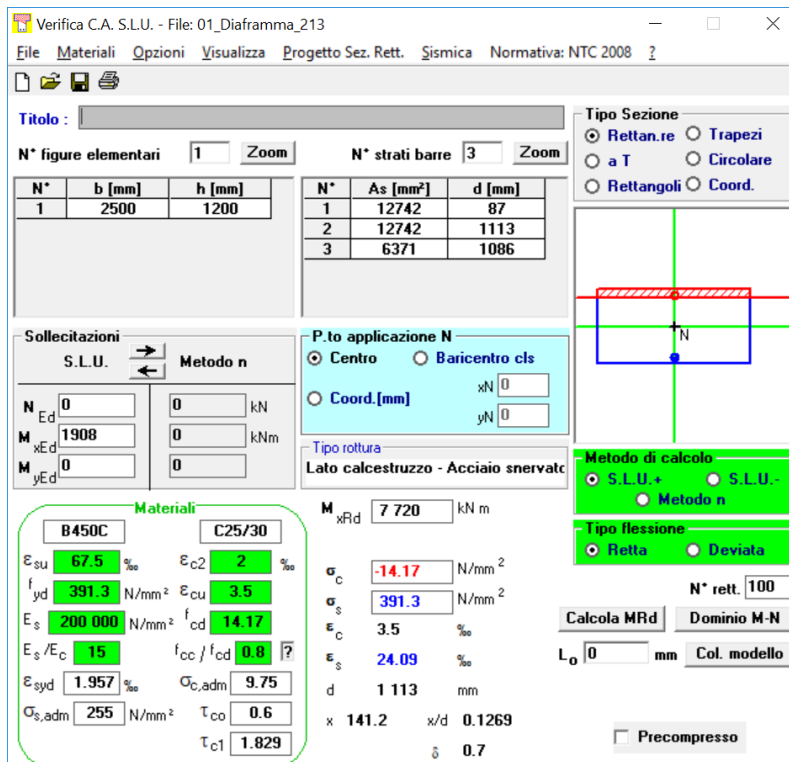
L'armatura trasversale è costituita da staffe chiuse:

- $\varnothing 14/20$  a 5 bracci.

In via cautelativa non si considera collaborante la fodera interna in c.a. per gli step di calcolo in cui entrambi gli elementi strutturali risultati presenti. Dunque, nelle verifiche a pressoflessione e taglio del diaframma, in cui risulta dimensionante la fase sismica, le sollecitazioni di verifica saranno ottenute come somma di quelle relative ai diaframmi stessi e di quelle relative alla fodera risultanti dal modello di calcolo.

### Verifica a pressoflessione

STEP 6: [SLU]  $M(+)^* = M_{\text{diaframma}} + M_{\text{fodera}} = (762 \text{ kNm/m} + 1 \text{ kNm/m}) \cdot 2.5 \text{ m} = 1908 \text{ kNm}$



**Verifica C.A. S.L.U. - File: 01\_Diaframma\_213**

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: \_\_\_\_\_

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 3 Zoom

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	2500	1200	1	12742	87
			2	12742	1113
			3	6371	1086

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

N<sub>Ed</sub>: 0 kN  
M<sub>xEd</sub>: 1908 kNm  
M<sub>yEd</sub>: 0 kNm

**P.to applicazione N**  
Centro Baricentro cls  
Coord.[mm] xN: 0 yN: 0

**Materiali**  
B450C C25/30

E<sub>su</sub>: 67.5‰ E<sub>c2</sub>: 2‰  
f<sub>yd</sub>: 391.3 N/mm² E<sub>cu</sub>: 3.5‰  
E<sub>s</sub>: 200 000 N/mm² f<sub>cd</sub>: 14.17 N/mm²  
E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>: 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub>: 0.8  
E<sub>syd</sub>: 1.957‰ σ<sub>c,adm</sub>: 9.75 N/mm²  
σ<sub>s,adm</sub>: 255 N/mm² τ<sub>co</sub>: 0.6  
τ<sub>c1</sub>: 1.829

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

**Tipo flessione**  
Retta Deviata

N° rett.: 100

Calcola MRd Dominio M-N

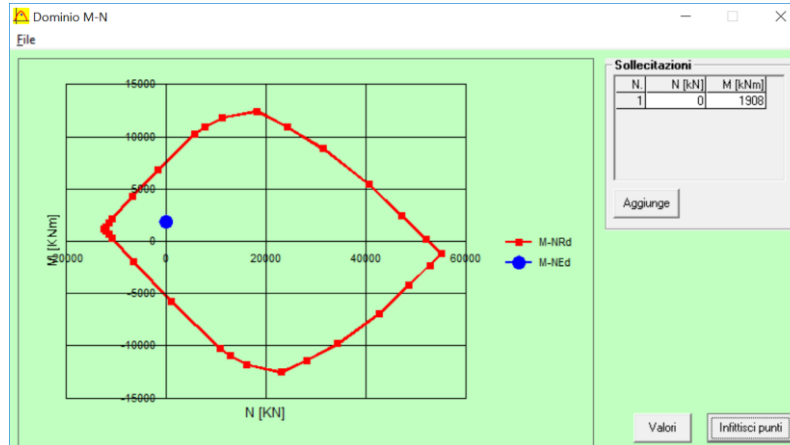
L<sub>0</sub>: 0 mm Col. modello

Precompresso

M<sub>xRd</sub>: 7720 kNm  
σ<sub>c</sub>: -14.17 N/mm²  
σ<sub>s</sub>: 391.3 N/mm²  
ε<sub>c</sub>: 3.5‰  
ε<sub>s</sub>: 24.09‰  
d: 1113 mm  
x: 141.2 mm x/d: 0.1269  
δ: 0.7

Opere di sostegno delle rampe: Relazione di  
calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	68 di 168



$$M_{Ed}(+) = 1908 \text{ kNm} < M_{Rd}(+) = 7720 \text{ kNm.}$$

$$FS = M_{Rd}/M_{Ed} = 4.05$$

La verifica risulta soddisfatta.



  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: 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>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>69 di 168</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	69 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	69 di 168								

### Verifica a taglio

STEP 7: [SLV]  $T^* = T_{\text{diaframma}} + T_{\text{fodera}} = (273 \text{ kN/m} + 11 \text{ kN/m}) \cdot 2.5 \text{ m} = 710 \text{ kN}$

Verifica a taglio per sezioni rettangolari armate a taglio (D.M. 14/01/2008)			
classe cls	$R_{ck}$	30	N/mm <sup>2</sup>
resist. Caratteristica cilindrica	$f_{ck}$	25	N/mm <sup>2</sup>
	$f_{cd}$	14	
coeff. parziale	$\gamma_c$	1.5	
larghezza membratura resistente a V	$b_w$	2500	mm
altezza membratura resistente a V	$H$	1200	mm
altezza utile	$d$	1080	mm
area della sezione	$A_{TOT}$	2700000	mm <sup>2</sup>
sforzo assiale dovuto ai carichi o precompressione	$N$	0	N
ok	$\sigma_{cp}$	0.00	N/mm <sup>2</sup>
	$\alpha_c$	1.00	
Acciaio	$f_{yk}$	450	N/mm <sup>2</sup>
Feb44k	$f_{yd}$	391	N/mm <sup>2</sup>
diametro staffe (spille)	$\phi_w$	14	mm
Area staffa (spilla)	$A_{\phi_w}$	154	mm <sup>2</sup>
0.9 d	$z$	972	mm
passo delle staffe (spille)	$s_w$	200	mm
	n° bracci	5	
angolo di inclinazione	$\theta$	45.0	°
deve essere compreso tra 1 e 2.5	$\cot(\theta)$	1.00	
angolo di inclinazione armatura rispetto asse palo	$\alpha$	90	°
	$\cot(\alpha)$	0.00	
	$A_{s_w} / s_w$	3.85	mm <sup>2</sup> /mm
Taglio resistente per "taglio trazione"	$V_{Rsd}$	1464	kN
Taglio resistente per "taglio compressione"	$V_{Rcd}$	8572	kN
taglio sollecitante	$V_{Ed}$	710	kN
fattore di sicurezza per GR (par. 7.9.5.2.2)	$\gamma_{Rd}$	1	
taglio resistente	$V_{Rd}$	1464	kN
	$V_{Ed}$	<	$V_{Rd}$
<b>FS =</b>	<b>2.06</b>	<b>verifica</b>	

La verifica risulta soddisfatta.

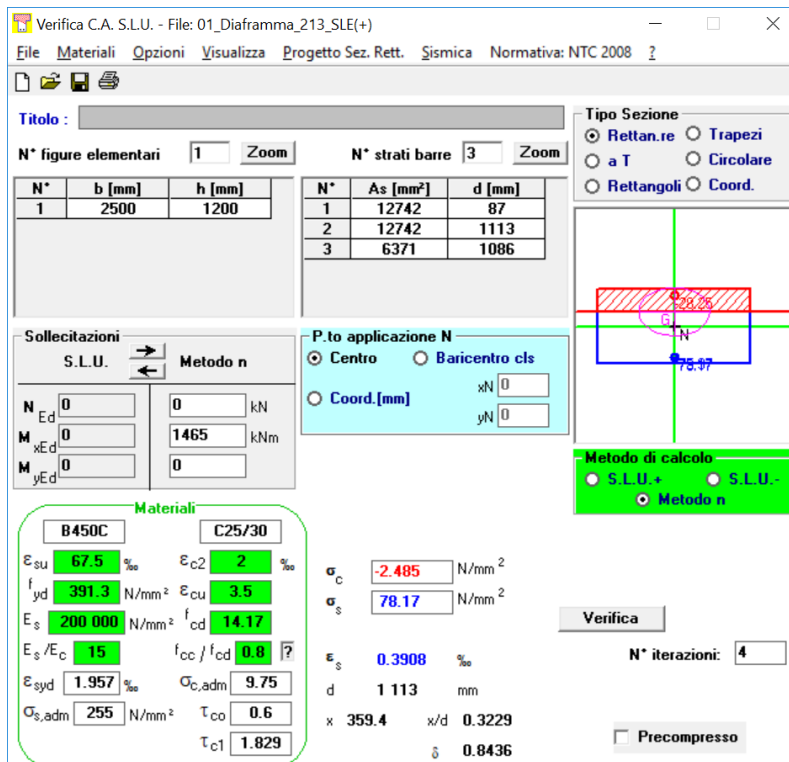
  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>					
	<b>Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo</b>	COMMESSA IF1N	LOTTO 01 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL0700 002	REV. B

### Verifica a fessurazione

Si riportano le sollecitazioni massime allo SLE (comb. rara).

**STEP 3:**  $M(+)^* = M_{\text{diaframma}} + M_{\text{rodera}} = (585 \text{ kNm/m} + 1 \text{ kN/m}) \cdot 2.5 \text{ m} = 1465 \text{ kNm}$

	INPUT	OUTPUT
	Rck 30 Mpa	diff. def. armature-cls
altezza sezione	H 1200 mm	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$ 2.24E-04
larghezza sezione	L 2500 mm	distanza max fessure
copriferro 1° strato	C1 87 mm	s r, max 3.86E+02 mm
diametro barre 1° strato	$\phi_1$ 26 mm	<b>ampiezza fessure:</b>
numero barre 1° strato	n1 24	<b>wk 0.086 mm</b>
copriferro 2° strato (baricentro barre)	C2 114 mm	LIMITE 0.20 mm
diametro barre 2° strato	$\phi_2$ 26 mm	Sez. verificata
numero barre 2° strato	n2 12	
distanza lembo compresso-lembo teso della sezione	d 1104 mm	
	b <sub>eff</sub> 104.2 mm	
posizione asse neutro da lembo compresso	x 359.4 mm	
Tensione massima barre 1° strato	$\sigma_{s,max1}$ 78.17 Mpa	
Tensione massima barre 2° strato	$\sigma_{s,max2}$ 75.37 Mpa	
altezza efficace	h <sub>c,eff</sub> 240.0 mm	
area efficace relativamente ad una singola barre	A <sub>c,eff</sub> 25000 mm <sup>2</sup>	
percentuale di armatura relativa a A <sub>c,eff</sub>	$\rho_{p,eff}$ 0.042	
(0.6 carichi brevi; 0.4 lunga durata)	kt 0.6	
(0.8 barre ad. migliorata; 1.6 lisce)	k1 0.8	
(0.5 per flessione; 1 trazione)	k2 0.5	
	k3 3.4	
	k4 0.425	



The screenshot shows the 'Verifica C.A. S.L.U.' software interface. The main window displays the following data:

- Titolo:** 01\_Diaframma\_213\_SLE(+)
- File:** Materiali, Opzioni, Visualizza, Progetto Sez. Rett., Sismica, Normativa: NTC 2008
- N° figure elementari:** 1 (Zoom)
- N° strati barre:** 3 (Zoom)

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	2500	1200	1	12742	87
			2	12742	1113
			3	6371	1086

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

N <sub>Ed</sub>	0	0	kN
M <sub>xEd</sub>	0	1465	kNm
M <sub>yEd</sub>	0	0	

**P.to applicazione N:** Centro (radio selected), Baricentro cls

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

**Materiali:** B450C, C25/30

$\epsilon_{su}$	67.5	%	$\epsilon_{c2}$	2	%
$f_{yd}$	391.3	N/mm <sup>2</sup>	$\epsilon_{cu}$	3.5	
$E_s$	200 000	N/mm <sup>2</sup>	$f_{cd}$	14.17	
$E_s/E_c$	15		$f_{cc}/f_{cd}$	0.8	
$\epsilon_{syd}$	1.957	%	$\sigma_{c,adm}$	9.75	
$\sigma_{s,adm}$	255	N/mm <sup>2</sup>	$\tau_{co}$	0.6	
			$\tau_{c1}$	1.829	

**Verifica:** N° iterazioni: 4

Precompresso

La verifica risulta soddisfatta.

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>71 di 168</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	71 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	71 di 168								

### FODERA INTERNA

La fodera interna in c.a. presenta uno spessore di 50 cm. La sezione di verifica risulta di dimensioni pari a  $B \times H = 1.0 \times 0.5 \text{ m}$ .

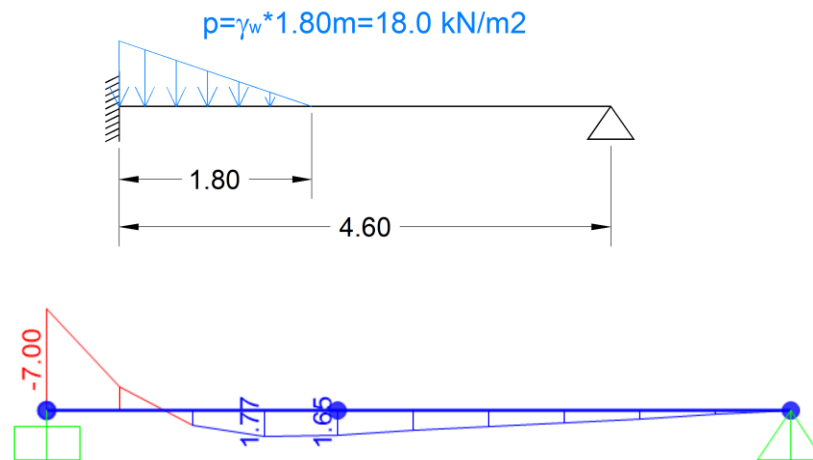
L'armatura longitudinale è costituita da barre:

- $\varnothing 20/20$  (armatura superiore);
- $\varnothing 16/20$  (armatura inferiore).

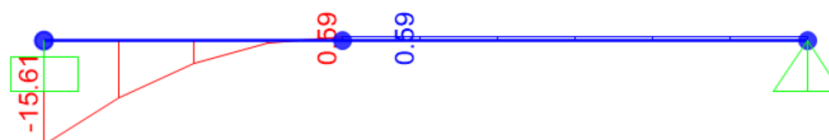
L'armatura trasversale è costituita da staffe chiuse:

- $\varnothing 12/20$  a 2 bracci.

La verifica strutturale della fodera si effettua sommando alle sollecitazioni del modello di calcolo, quelle provenienti dalla spinta dell'acqua. Queste ultime vengono valutate ipotizzando uno schema di trave con vincolo d'incastro ad una estremità (in corrispondenza della soletta di base) e un vincolo di appoggio nell'altra estremità (in corrispondenza del cordolo di sommità), di luce pari a 4.60 m sollecitata da un carico triangolare agente su una lunghezza pari alla differenza di quota tra la sezione di incastro della fodera con la soletta di base e la quota della falda (+51.1 m s.l.m. – 49.3 m s.l.m. = 1.80 m).



*Diagramma del momento*



*Diagramma del taglio*

Opere di sostegno delle rampe: Relazione di  
calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	72 di 168

$$M_w (+) = 7.0 \text{ kNm/m}$$

$$M_w (-) = -2 \text{ kNm/m}$$

$$T_w = 16 \text{ kN/m}$$

### Verifica a pressoflessione

STEP 7:  $M_{fodera} = 25 \text{ kNm/m} + 1.3 \cdot 7 \text{ kNm/m} = 34 \text{ kNm/m}$

Verifica C.A. S.L.U. - File: 01\_Fodera\_213

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008

Titolo: \_\_\_\_\_

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

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	500	1	1005	60
			2	1571	438

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N Ed 0 kN  
M xEd 34 kNm  
M yEd 0 kNm

P.to applicazione N  
Centro Baricentro cls  
Coord.[mm] xN 0 yN 0

Tipo rottura Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali B450C C32/40

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

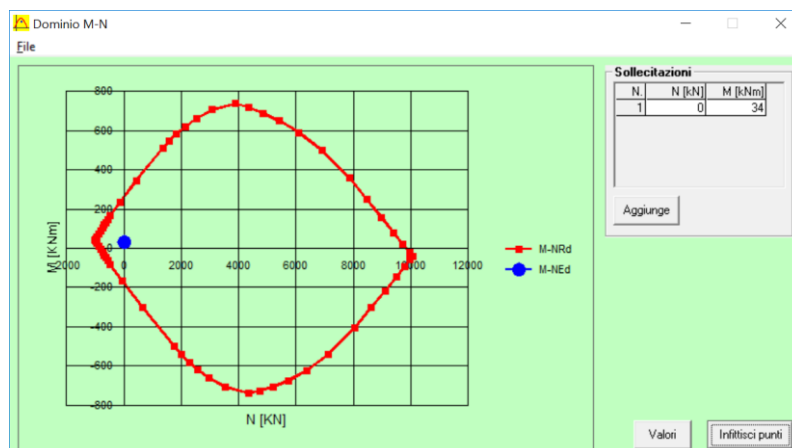
M xRd 261.3 kNm  
 $\sigma_c$  -18.13 N/mm²  
 $\sigma_s$  391.3 N/mm²  
 $\epsilon_c$  3.5 %  
 $\epsilon_s$  26.77 %  
d 438 mm  
x 50.65 x/d 0.1156  
 $\delta$  0.7

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

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

Tipo flessione  
Retta Deviata

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



$$M_{Ed} = 34 \text{ kNm/m} < M_{Rd} = 261 \text{ kNm/m.}$$

$$FS = M_{Rd}/M_{Ed} = \gg 1$$

La verifica risulta soddisfatta.

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF1N</td> <td style="text-align: center;">01 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">SL0700 002</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">73 di 168</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	73 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	73 di 168								

### Verifica a taglio

STEP 7:  $T_{fodera} = 11 \text{ kN/m} + 16 \text{ kN/m} = 27 \text{ kN/m}$

<b>Verifica a taglio per sezioni rettangolari armate a taglio (D.M. 14/01/2008)</b>			
classe cls	$R_{ck}$	40	N/mm <sup>2</sup>
resist. Caratteristica cilindrica	$f_{ck}$	33	N/mm <sup>2</sup>
	$f_{cd}$	19	
coeff. parziale	$\gamma_c$	1.5	
larghezza membratura resistente a V	$b_w$	1000	mm
altezza membratura resistente a V	$H$	500	mm
altezza utile	$d$	450	mm
area della sezione	$A_{TOT}$	450000	mm <sup>2</sup>
sforzo assiale dovuto ai carichi o precompressione	$N$	0	N
ok	$\sigma_{cp}$	0.00	N/mm <sup>2</sup>
	$\alpha_c$	1.00	
Acciaio	$f_{yk}$	450	N/mm <sup>2</sup>
Feb44k	$f_{yd}$	391	N/mm <sup>2</sup>
diametro staffe (spille)	$\phi_w$	12	mm
Area staffa (spilla)	$A\phi_w$	113	mm <sup>2</sup>
0.9 d	$z$	405	mm
passo delle staffe (spille)	$s_w$	200	mm
	n° bracci	2	
angolo di inclinazione	$\theta$	45.0	°
deve essere compreso tra 1 e 2.5	$\cot(\theta)$	1.00	
angolo di inclinazione armatura rispetto asse palo	$\alpha$	90	°
	$\cot(\alpha)$	0.00	
	$A_{s_w} / s_w$	1.13	mm <sup>2</sup> /mm
Taglio resistente per "taglio trazione"	$V_{Rsd}$	179	kN
Taglio resistente per "taglio compressione"	$V_{Rcd}$	1905	kN
taglio sollecitante	$V_{Ed}$	27	kN
fattore di sicurezza per GR (par. 7.9.5.2.2)	$\gamma_{Rd}$	1	
taglio resistente	$V_{Rd}$	179	kN
	$V_{Ed}$	<	$V_{Rd}$
<b>FS =</b>	<b>6.64</b>	<b>verifica</b>	

La verifica risulta soddisfatta.

### Verifica a fessurazione

STEP 7:  $M_{fodera} = 1 \text{ kNm/m} + 7 \text{ kN/m} = 8 \text{ kN/m}$

La sollecitazione flettente risulta trascurabile e dunque la verifica a fessurazione si ritiene soddisfatta.

Opere di sostegno delle rampe: Relazione di  
calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	74 di 168

SOLETTA DI FONDO

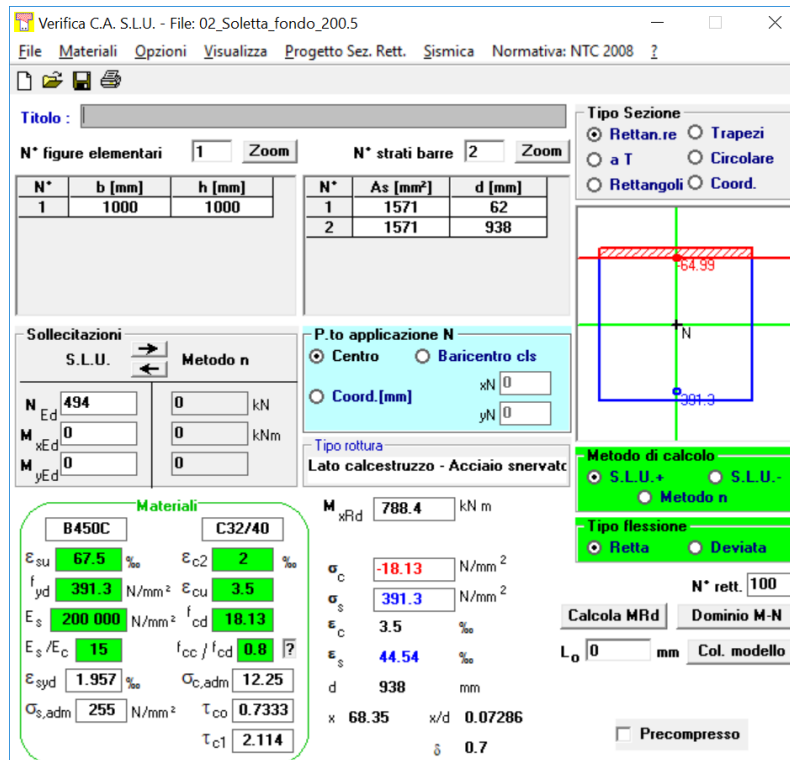
Le verifiche saranno condotte considerando le sollecitazioni al metro lineare di soletta; le dimensioni geometriche della sezione di verifica risultano pari a  $B \times H = 1.0 \times 1.0 \text{ m}$ .

L'armatura longitudinale è costituita da barre:

- $\varnothing 20/20$  (armatura superiore);
- $\varnothing 20/20$  (armatura inferiore).

Verifica a compressione - SLU

STEP 8:

 $R_{Ed} = 494 \text{ kN/m}$  $\sigma_{c,Ed} = 0.49 \text{ MPa}$ 


Verifica C.A. S.L.U. - File: 02\_Soletta\_fondo\_200.5

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008

Titolo: \_\_\_\_\_

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

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	1000	1	1571	62
			2	1571	938

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

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub>: 494 kN  
M<sub>xEd</sub>: 0 kNm  
M<sub>yEd</sub>: 0 kNm

P.to applicazione N:  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord. [mm] xN: 0 yN: 0

Tipologia rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali:  
B450C C32/40  
ε<sub>su</sub>: 67.5% ε<sub>c2</sub>: 2%  
f<sub>yd</sub>: 391.3 N/mm² ε<sub>cu</sub>: 3.5%  
E<sub>s</sub>: 200 000 N/mm² f<sub>cd</sub>: 18.13  
E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>: 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub>: 0.8  
ε<sub>syd</sub>: 1.957% σ<sub>c,adm</sub>: 12.25  
σ<sub>s,adm</sub>: 255 N/mm² τ<sub>co</sub>: 0.7333  
τ<sub>c1</sub>: 2.114

M<sub>xRd</sub>: 788.4 kNm  
σ<sub>c</sub>: -18.13 N/mm²  
σ<sub>s</sub>: 391.3 N/mm²  
ε<sub>c</sub>: 3.5%  
ε<sub>s</sub>: 44.54%  
d: 938 mm  
x: 68.35 mm x/d: 0.07286  
δ: 0.7

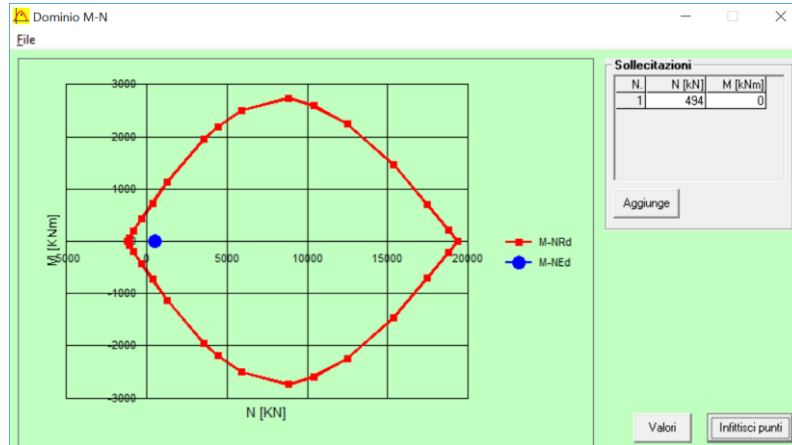
Metodo di calcolo:  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

Tipologia flessione:  
 Retta  Deviata

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

Opere di sostegno delle rampe: Relazione di  
calcolo

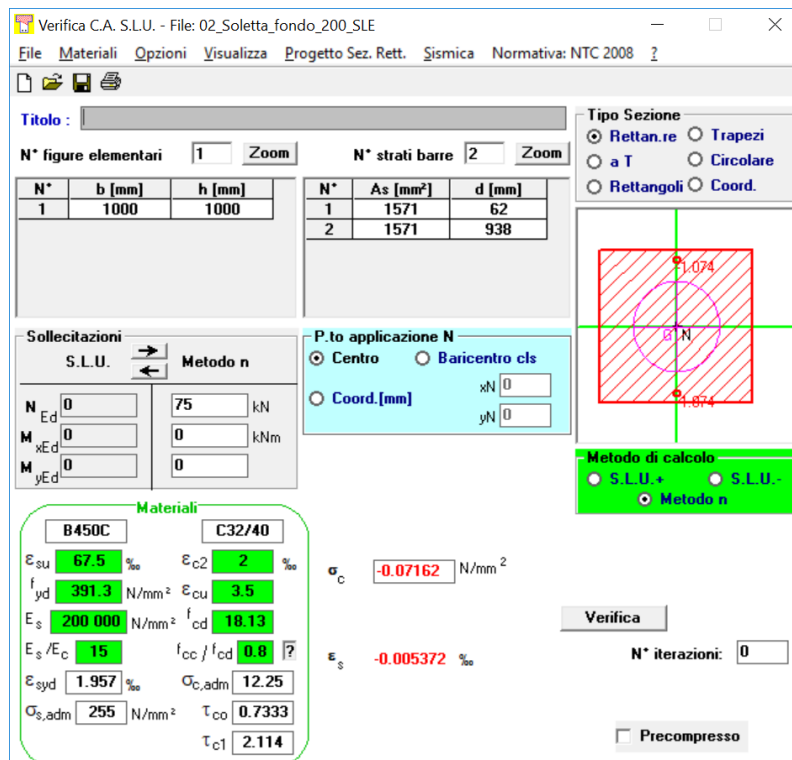
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	75 di 168



$$\sigma_{c,Ed} = 0.49 \text{ MPa} < f_{cd}$$

### Verifica a compressione - SLE

STEP 7:  $R_{Ed} = 75 \text{ kN/m}$



**Titolo:** \_\_\_\_\_

**N\* figure elementari:** 1 **Zoom** **N\* strati barre:** 2 **Zoom**

N*	b [mm]	h [mm]
1	1000	1000

N*	As [mm²]	d [mm]
1	1571	62
2	1571	938

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

N<sub>Ed</sub> 0 75 kN  
M<sub>xEd</sub> 0 0 kNm  
M<sub>yEd</sub> 0 0

**P.to applicazione N:**  Centro  Baricentro cls  
 Coord.[mm] xN 0 yN 0

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

**Materiali:** B450C C32/40

Proprietà	B450C	C32/40
$\epsilon_{su}$ [%]	67.5	2
$f_{yd}$ [N/mm²]	391.3	3.5
$E_s$ [N/mm²]	200 000	18.13
$E_s/E_c$	15	0.8
$\epsilon_{syd}$ [%]	1.957	12.25
$\sigma_{s,adm}$ [N/mm²]	255	0.7333
$\tau_{co}$		2.114

$\sigma_c = -0.07162 \text{ N/mm}^2$   
 $\epsilon_s = -0.005372 \%$

**Verifica** **N\* iterazioni:** 0

Precompresso

$$\sigma_{c,Ed} = 0.07 \text{ MPa} < 0.6 \cdot f_{ck}$$

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: 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>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>76 di 168</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	76 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	76 di 168								

#### 6.4.2.2 VERIFICHE GEOTECNICHE ALLO SLU/SLV

In merito alle verifiche di carattere geotecnico (GEO), nella tabella che segue si sintetizzano i coefficienti di sicurezza ottenuti dall'analisi nelle combinazioni specifiche in fase statica e sismica.

	SLU (statica)	SLV (sismica)
	(A2+M2+R1)	(EQK+M2+R1)
Spinta passiva massima mobilizzabile	1659	1660
Spinta passiva mobilitata	970	1229
FS % passiva mobilitata	<b>1.71</b>	<b>1.35</b>

Avendo posto:

- **FS % passiva mobilitata:** rapporto tra la spinta passiva e la spinta effettivamente mobilitata a valle.

\*\*\*\*\*

Per la verifica al sollevamento del tappo di fondo in jet-grouting, si rimanda al paragrafo 6.7.



  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>77 di 168</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	77 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	77 di 168								

### 6.4.2.3 VERIFICHE GEOTECNICHE ALLO SLE

Nelle figure che seguono si riportano gli spostamenti orizzontali dell'opera allo SLE.

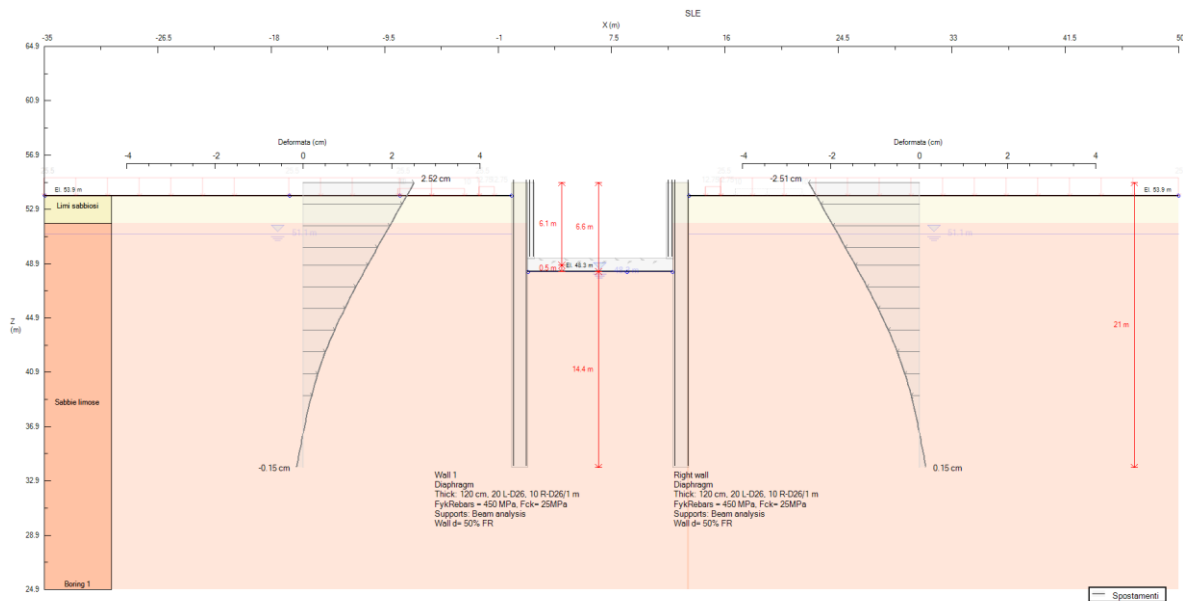


Fig. 50 – Modello di calcolo 2: Spostamenti orizzontali allo SLE

	SLE
Spostamento orizzontale massimo $\delta_{hmax}$ (cm)	2.5

Gli spostamenti orizzontali massimi risultano compatibili con la funzionalità dell'opera.

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF1N</td> <td style="text-align: center;">01 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">SL0700 002</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">78 di 168</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	78 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	78 di 168								

### 6.4.3 MODELLO DI CALCOLO 3

#### 6.4.3.1 VERIFICHE STRUTTURALI

Nelle tabelle che seguono si sintetizzano i risultati ottenuti nell'analisi in termini di sollecitazioni per i vari elementi strutturali che compongono l'opera. Nelle figure sono mostrati i relativi diagrammi.

DIAFRAMMI	STEP di calcolo	M(+) (kNm/m) (*)	STEP di calcolo	M(-) (kNm/m) (*)	STEP di calcolo	T (kN/m)
SLE	6	1268	4	-818	6	368
SLU (A1+M1+R1)	6	1650	4	-1065	6	478
SLV (EQK+M1+R1)	7	2120	4	-818	7	950

(\*) momento positivo che tende l'armatura controterra del diaframma

FODERA INTERNA	STEP di calcolo	M(+) (kNm/m) (*)	M(-) (kNm/m) (*)	STEP di calcolo	T (kN/m)
SLE	6	10	-3	6	5
SLU (A1+M1+R1)	6	13	-4	6	6
SLV (EQK+M1+R1)	7	167	-29	7	60

(\*) momento positivo che tende l'armatura controterra del diaframma

SOLETTONE DI FONDO	STEP di calcolo	R (kN/m)
SLE	6	24
SLU (A1+M1+R1)	6	31
SLV (EQK+M1+R1)	7	1673

SOLETTONE DI COPERTURA (**)	STEP di calcolo	R <sub>max</sub> (kN/m)	STEP di calcolo	R <sub>min</sub> (kN/m)
SLE	6	373	3	283
SLU (A1+M1+R1)	6	486	3	368
SLV (EQK+M1+R1)	7	719	3	283

(\*\*) Per le sollecitazioni di taglio e momento sulla soletta di copertura, si rimanda allo specifico paragrafo di verifica.

con:

M = sollecitazione di momento flettente;

T = sollecitazione di taglio;

R = sollecitazione di sforzo assiale.

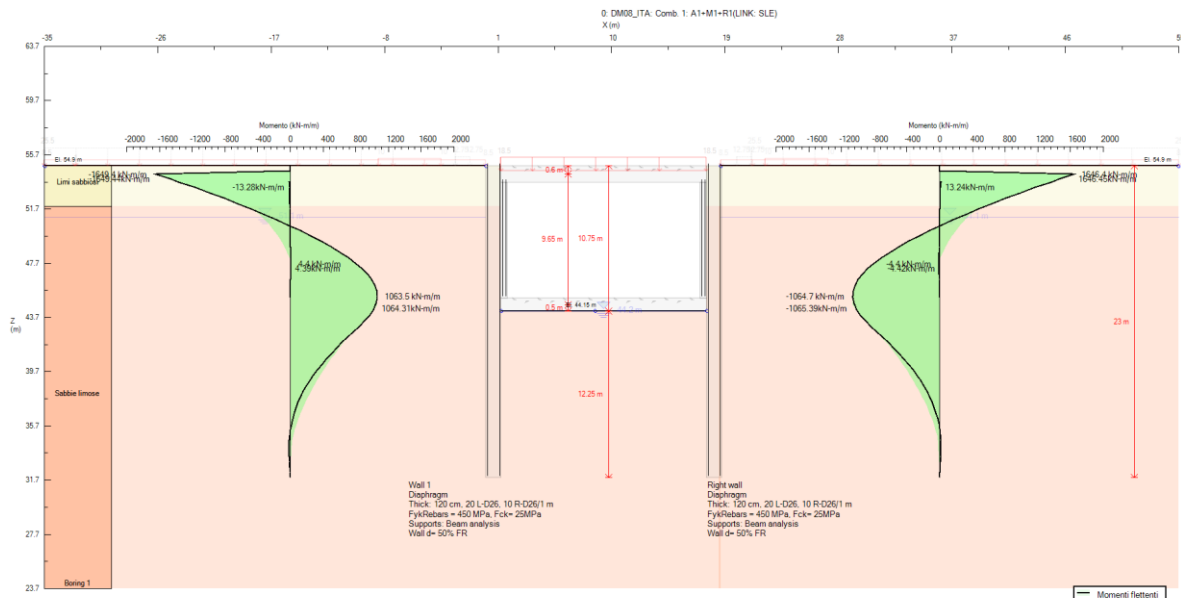


Fig. 51 – Modello di calcolo 3: Diagramma del momento allo SLU (A1+M1+R1)

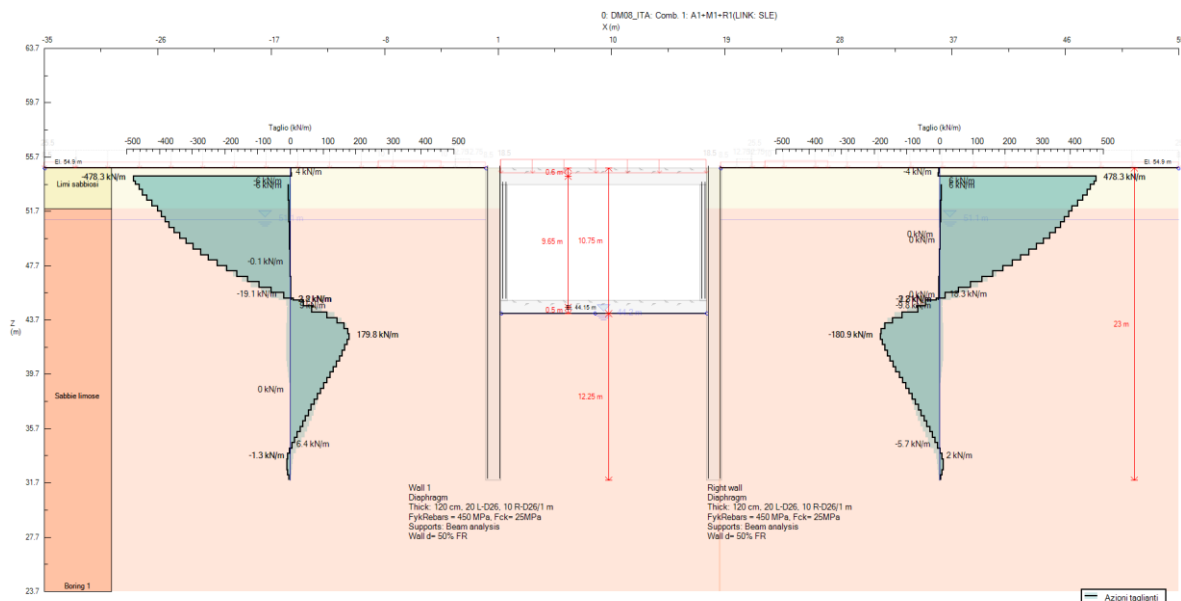


Fig. 52 – Modello di calcolo 3: Diagramma del taglio allo SLU (A1+M1+R1)

Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	80 di 168

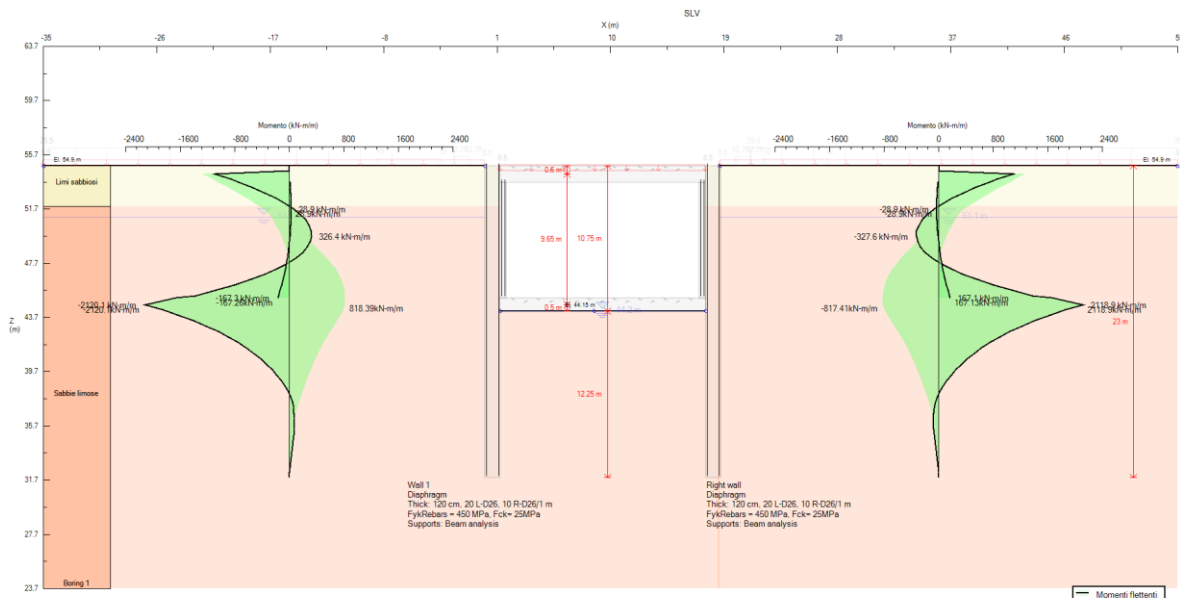


Fig. 53 – Modello di calcolo 3: Diagramma del momento allo SLV (EQK+M1+R1)

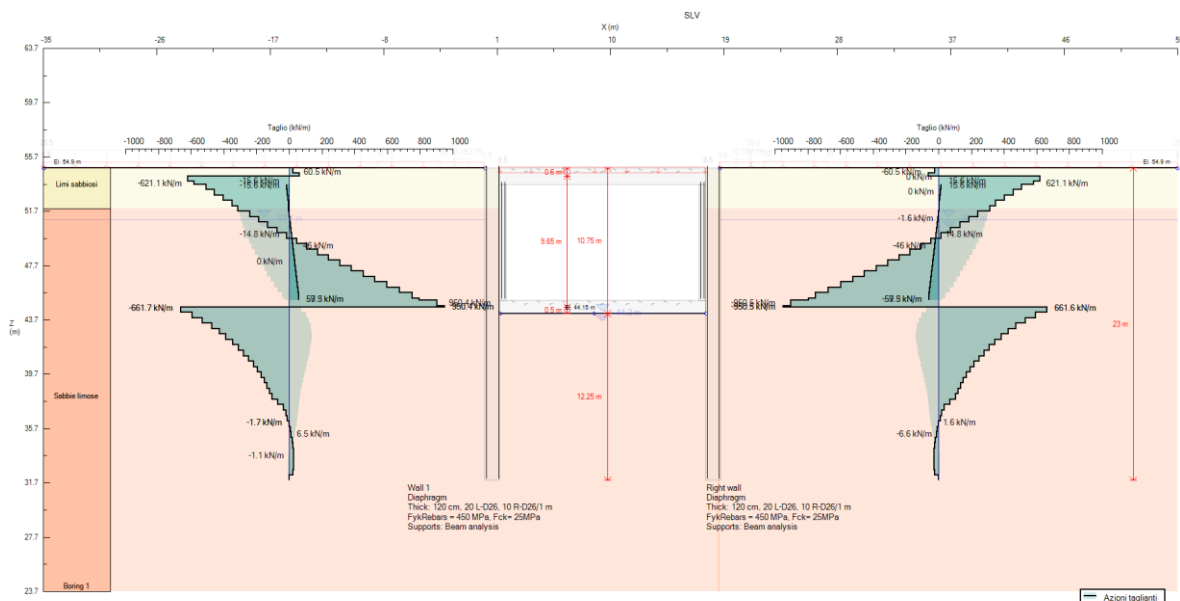


Fig. 54 – Modello di calcolo 3: Diagramma del taglio allo SLV (EQK+M1+R1)

**Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	81 di 168

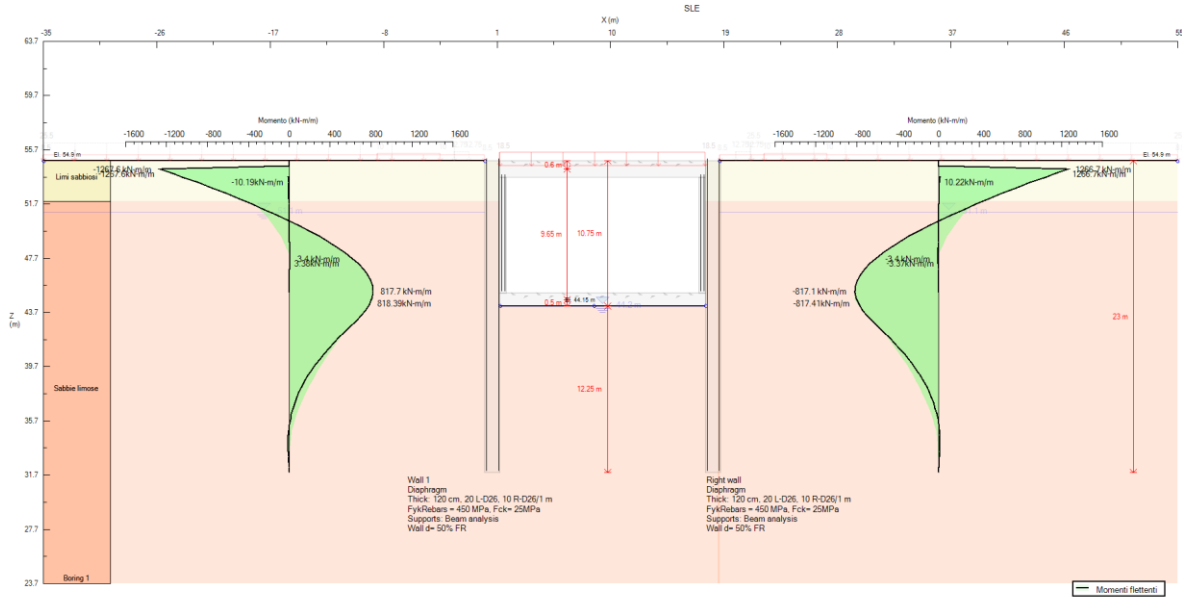


Fig. 55 – Modello di calcolo 3: Diagramma del momento allo SLE (comb. rara)

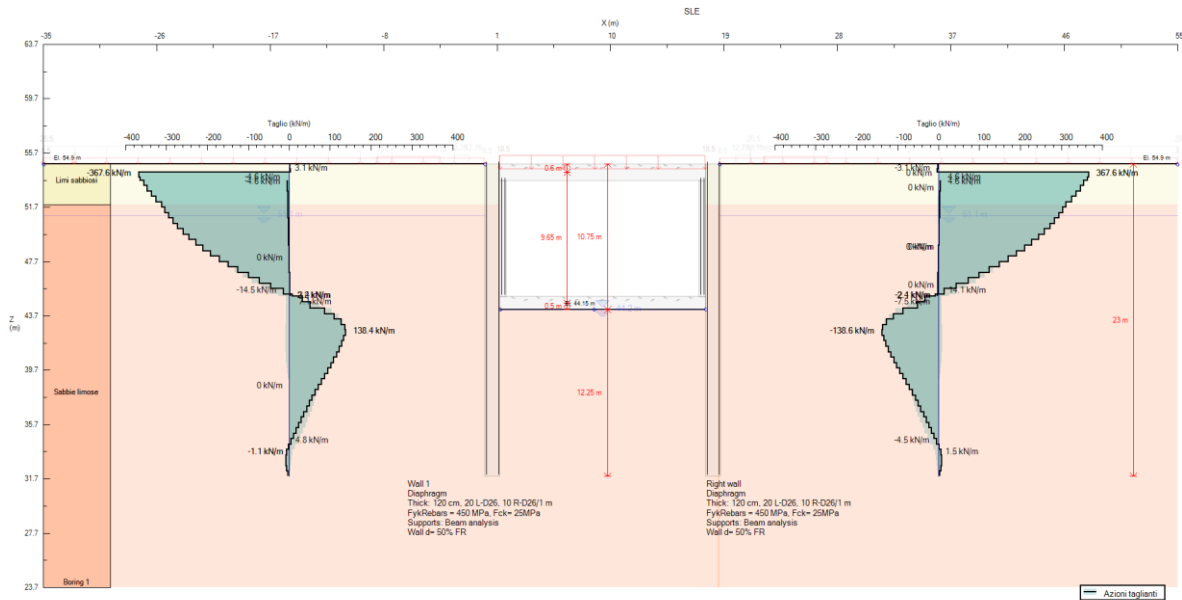


Fig. 56 – Modello di calcolo 3: Diagramma del taglio allo SLE (comb. rara)

   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: 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>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>82 di 168</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	82 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	82 di 168								

### DIAFRAMMI

La sezione trasversale del diaframma presenta dimensioni BxH=2.5x1.2m.

L'armatura longitudinale è costituita da barre:

- $\varnothing 26/10 + \varnothing 26/10$  (lato contro terra);
- $\varnothing 26/10 + \varnothing 26/10$  (lato libero).

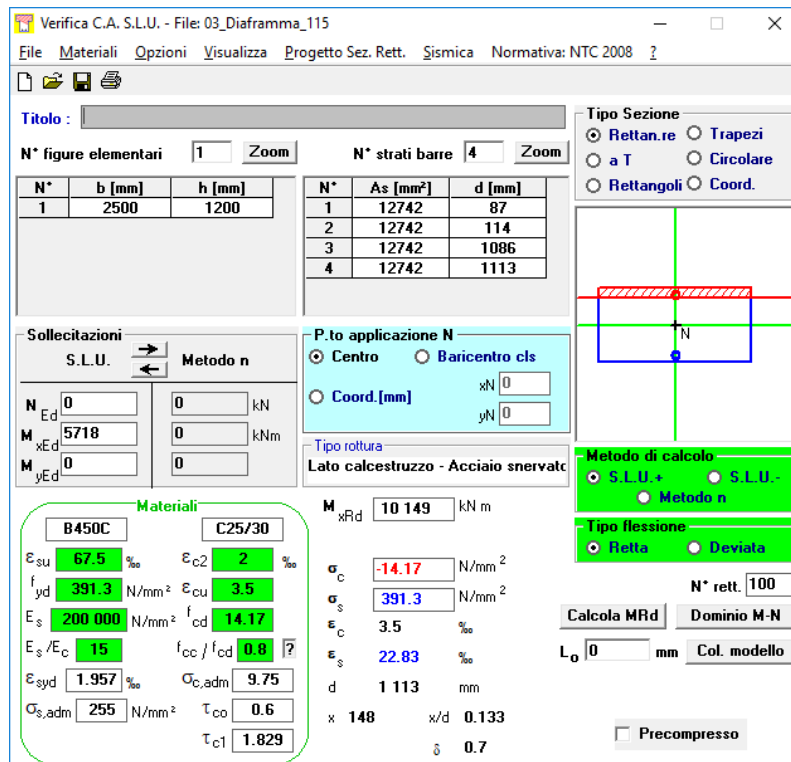
L'armatura trasversale è costituita da staffe chiuse:

- $\varnothing 16/15$  a 5 bracci.

### Verifica a pressoflessione

STEP 7: [SLV]  $M(+)^* = M_{\text{diaframma}} + M_{\text{fodera}} = (2120 \text{ kNm/m} + 167 \text{ kNm/m}) \cdot 2.5 \text{ m} = 5718 \text{ kNm}$

STEP 4 : [SLU]  $M(-) = M_{\text{diaframma}} = (-1065 \text{ kNm/m}) \cdot 2.5 \text{ m} = -2663 \text{ kNm}$



The screenshot shows a software window titled "Verifica C.A. S.L.U. - File: 03\_Diaframma\_115". The interface includes a menu bar, a toolbar, and several data input panels.

**Section Properties:**

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	2500	1200	1	12742	87
			2	12742	114
			3	12742	1086
			4	12742	1113

**Materials:**

Material	$\epsilon_{su}$ [%]	$\epsilon_{c2}$ [%]	$f_{yd}$ [N/mm²]	$\epsilon_{cu}$ [%]	$E_s$ [N/mm²]	$f_{cd}$ [N/mm²]	$E_s/E_c$	$f_{cc}/f_{cd}$	$\sigma_{c,adm}$ [N/mm²]	$\tau_{co}$	$\tau_{c1}$
B450C	67.5	2	391.3	3.5	200 000	14.17	15	0.8	9.75	0.6	1.829
C25/30											

**Calculation Parameters:**

- Method of calculation: S.L.U.+, Metodo n
- Type of bending: Fletta
- Number of reinforcement: N° rett. 100
- Calculation of MRd: Calcola MRd
- Domain: Dominio M-N
- Length: L<sub>0</sub> 0 mm
- Column model: Col. modello
- Precompressed:  Precompresso

**Applied Loads:**

- Point of application N: Centro
- Point of application N: Coord. [mm] (xN, yN)
- Applied load N: 0 kN
- Applied moment M<sub>xEd</sub>: 5718 kNm
- Applied moment M<sub>yEd</sub>: 0 kNm
- Applied moment M<sub>zEd</sub>: 0 kNm
- Applied moment M<sub>xRd</sub>: 10 149 kNm
- Applied stress  $\sigma_c$ : -14.17 N/mm²
- Applied stress  $\sigma_s$ : 391.3 N/mm²
- Applied strain  $\epsilon_s$ : 22.83 ‰
- Applied distance d: 1 113 mm
- Applied x: 148 mm
- Applied x/d: 0.133
- Applied  $\delta$ : 0.7

Opere di sostegno delle rampe: Relazione di  
calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	83 di 168

Verifica C.A. S.L.U. - File: 03\_Diaframma\_115

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008

TITOLO :

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 4 Zoom

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm <sup>2</sup> ]	d [mm]
1	2500	1200	1	12742	87
			2	12742	114
			3	12742	1086
			4	12742	1113

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 0 kN  
M<sub>xEd</sub> -2663 0 kNm  
M<sub>yEd</sub> 0 0

P.to applicazione N Centro Baricentro cls  
Coord.[mm] xN 0 yN 0

Tipo rottura Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali B450C C25/30

ε<sub>su</sub> 67.5 % ε<sub>c2</sub> 2 %  
f<sub>yd</sub> 391.3 N/mm<sup>2</sup> ε<sub>cu</sub> 3.5 %  
E<sub>s</sub> 200 000 N/mm<sup>2</sup> f<sub>cd</sub> 14.17  
E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0.8  
ε<sub>syd</sub> 1.957 % σ<sub>c,adm</sub> 9.75  
σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm<sup>2</sup> τ<sub>co</sub> 0.6  
τ<sub>c1</sub> 1.829

M<sub>xRd</sub> -10 149 kN m  
σ<sub>c</sub> -14.17 N/mm<sup>2</sup>  
σ<sub>s</sub> 391.3 N/mm<sup>2</sup>  
ε<sub>c</sub> 3.5 %  
ε<sub>s</sub> 22.83 %  
d 1 113 mm  
x 148 x/d 0.133  
δ 0.7

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

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

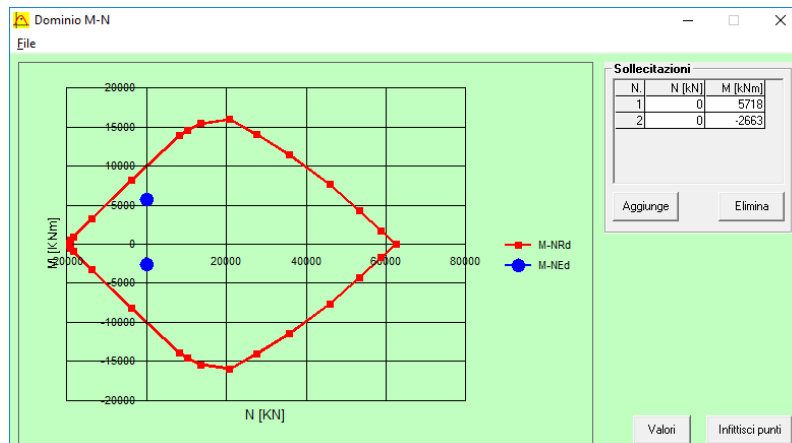
Tipo flessione Fletta Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L<sub>0</sub> 0 mm Col. modello

Precompresso



$$M_{Ed}(+) = 5718 \text{ kNm} < M_{Rd}(+) = 10149 \text{ kNm.}$$

$$FS = M_{Rd}/M_{Ed} = 1.77$$

$$M_{Ed}(-) = -2663 \text{ kNm} < M_{Rd}(-) = -10149 \text{ kNm.}$$

$$FS = M_{Rd}/M_{Ed} = 3.81$$

La verifica risulta soddisfatta.

   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF1N</td> <td style="text-align: center;">01 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">SL0700 002</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">84 di 168</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	84 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	84 di 168								

### Verifica a taglio

STEP 7: [SLV]  $T^* = T_{\text{diaframma}} + T_{\text{fodera}} = (950 \text{ kN/m} + 60 \text{ kN/m}) \cdot 2.5 \text{ m} = 2525 \text{ kN}$

<i>Verifica a taglio per sezioni rettangolari armate a taglio (D.M. 14/01/2008)</i>			
classe cls	$R_{ck}$	30	N/mm <sup>2</sup>
resist. Caratteristica cilindrica	$f_{ck}$	25	N/mm <sup>2</sup>
	$f_{cd}$	14	
coeff. parziale	$\gamma_c$	1.5	
larghezza membratura resistene a V	$b_w$	2500	mm
altezza membratura resistene a V	$H$	1200	mm
altezza utile	$d$	1080	mm
area della sezione	$A_{TOT}$	2700000	mm <sup>2</sup>
sforzo assiale dovuto ai carichi o precompressione	$N$	0	N
ok	$\sigma_{cp}$	0.00	N/mm <sup>2</sup>
	$\alpha_c$	1.00	
Acciaio	$f_{yk}$	450	N/mm <sup>2</sup>
Feb44k	$f_{yd}$	391	N/mm <sup>2</sup>
diametro staffe (spille)	$\phi_w$	16	mm
Area staffa (spilla)	$A_{\phi_w}$	201	mm <sup>2</sup>
0.9 d	$z$	972	mm
passo delle staffe (spille)	$s_w$	150	mm
	n° bracci	5	
angolo di inclinazione	$\theta$	45.0	°
deve essere compreso tra 1 e 2.5	$\cot(\theta)$	1.00	
angolo di inclinazione armatura rispetto asse palo	$\alpha$	90	°
	$\cot(\alpha)$	0.00	
	$A_{s_w} / s_w$	6.70	mm <sup>2</sup> /mm
Taglio resistente per "taglio trazione"	$V_{Rsd}$	2549	kN
Taglio resistente per "taglio compressione"	$V_{Rcd}$	8572	kN
taglio sollecitante	$V_{Ed}$	2525	kN
fattore di sicurezza per GR (par. 7.9.5.2.2)	$\gamma_{Rd}$	1	
taglio resistente	$V_{Rd}$	2549	kN
	$V_{Ed}$	<	$V_{Rd}$
<b>FS =</b>	<b>1.01</b>	<b>verifica</b>	

La verifica risulta soddisfatta.



  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>					
	<b>Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo</b>	COMMESSA IF1N	LOTTO 01 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL0700 002	REV. B

### Verifica a fessurazione

Si riportano le sollecitazioni massime allo SLE (comb. rara).

**STEP 6:**  $M(+)^* = M_{\text{diaframma}} + M_{\text{fodera}} = (1268 + 10 \text{ kNm/m}) \cdot 2.5 \text{ m} = 3195 \text{ kNm}$

	INPUT	OUTPUT
Rck	30 Mpa	diff. def. armature-cls
altezza sezione	H 1200 mm	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$ <b>3.86E-04</b>
larghezza sezione	L 2500 mm	distanza max fessure
copriferro 1° strato	C <sub>1</sub> 87 mm	s r, max 4.06E+02 mm
diametro barre 1° strato	$\phi_1$ 26 mm	<b>ampiezza fessure:</b>
numero barre 1° strato	n <sub>1</sub> 24	<b>wk 0.157 mm</b>
copriferro 2° strato (baricentro barre)	C <sub>2</sub> 114 mm	LIMITE 0.20 mm
diametro barre 2° strato	$\phi_2$ 26 mm	Sez. verificata
numero barre 2° strato	n <sub>2</sub> 24	
distanza lembo compresso-lembo teso della sezione	d 1100 mm	
	b <sub>eff</sub> 104.2 mm	
posizione asse neutro da lembo compresso	x 372.8 mm	
Tensione massima barre 1° strato	$\sigma_{s,max1}$ 129.7 Mpa	
Tensione massima barre 2° strato	$\sigma_{s,max2}$ 125 Mpa	
altezza efficace	h <sub>c,eff</sub> 251.3 mm	
area efficace relativamente ad una singola barre	A <sub>c,eff</sub> 26172 mm <sup>2</sup>	
percentuale di armatura relativa a A <sub>c,eff</sub>	$\rho_{p,eff}$ 0.041	
(0.6 carichi brevi; 0.4 lunga durata)	kt 0.6	
(0.8 barre ad. migliorata; 1.6 lisce)	k1 0.8	
(0.5 per flessione; 1 trazione)	k2 0.5	
	k3 3.4	
	k4 0.425	

The screenshot shows the software interface with the following data:

- Titolo:** [Empty]
- N° figure elementari:** 1
- N° strati barre:** 4
- Table 1:**

N°	b [mm]	h [mm]
1	2500	1200
- Table 2:**

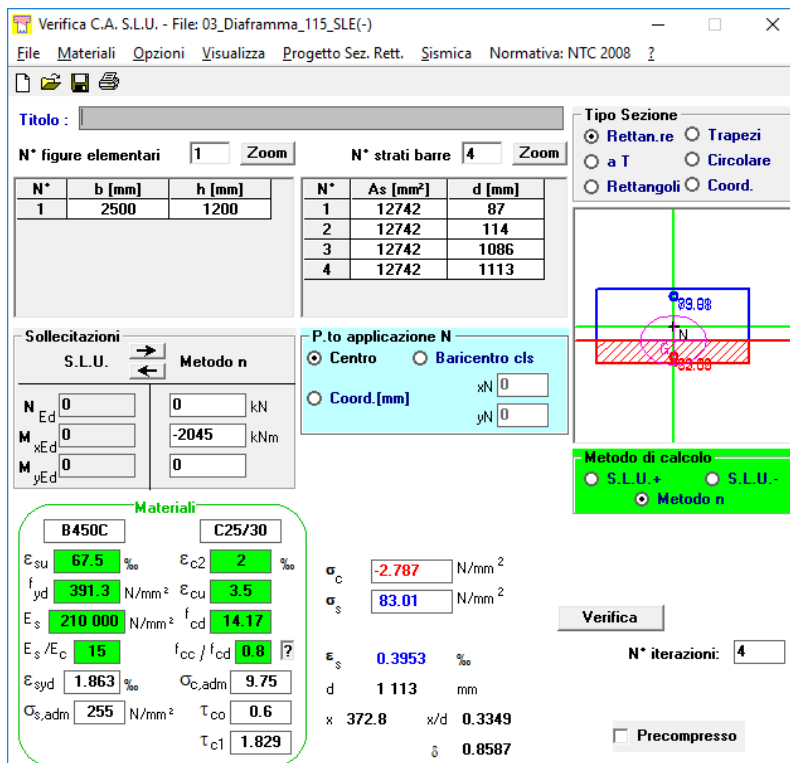
N°	As [mm²]	d [mm]
1	12742	87
2	12742	114
3	12742	1086
4	12742	1113
- Sollecitazioni:** S.L.U. Metodo n
- P.to applicazione N:** Centro
- Metodo di calcolo:** S.L.U.+ Metodo n
- Materiali:**
  - B450C:  $E_{su}$  67.5‰,  $f_{yd}$  391.3 N/mm<sup>2</sup>,  $E_s$  210 000 N/mm<sup>2</sup>,  $E_s/E_c$  15,  $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm<sup>2</sup>
  - C25/30:  $\epsilon_{c2}$  2‰,  $\epsilon_{cu}$  3.5,  $f_{cd}$  14.17,  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8,  $\sigma_{c,adm}$  9.75,  $\tau_{co}$  0.6,  $\tau_{c1}$  1.829
- Results:**
  - $\sigma_c$  -4.354 N/mm<sup>2</sup>
  - $\sigma_s$  129.7 N/mm<sup>2</sup>
  - $\epsilon_s$  0.6176‰
  - d 1113 mm
  - x 372.8 mm, x/d 0.3349
  - $\delta$  0.8587
- Verifica:** N° iterazioni: 4
- Precompresso:** [Checked]

La verifica risulta soddisfatta.

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: 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>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>86 di 168</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	86 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	86 di 168								

STEP 6:  $M(-) = M_{\text{diaframma}} = (-818 \text{ kNm/m}) \cdot 2.5 \text{ m} = -2045 \text{ kNm}$

	INPUT	OUTPUT
Rck	30 Mpa	diff. def. armature-cls
altezza sezione	H 1200 mm	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$ 2.37E-04
larghezza sezione	L 2500 mm	distanza max fessure
copriferro 1° strato	C <sub>1</sub> 87 mm	s r, max 4.06E+02 mm
diametro barre 1° strato	$\phi_1$ 26 mm	<b>ampiezza fessure:</b>
numero barre 1° strato	n <sub>1</sub> 24	<b>wk 0.096 mm</b>
copriferro 2° strato (baricentro barre)	C <sub>2</sub> 114 mm	LIMITE 0.20 mm
diametro barre 2° strato	$\phi_2$ 26 mm	Sez. verificata
numero barre 2° strato	n <sub>2</sub> 24	
distanza lembo compresso-lembo teso della sezione	d 1100 mm	
b <sub>eff</sub>	104.2 mm	
posizione asse neutro da lembo compresso	x 372.8 mm	
Tensione massima barre 1° strato	$\sigma_{s,max1}$ 83.01 Mpa	
Tensione massima barre 2° strato	$\sigma_{s,max2}$ 79.98 Mpa	
altezza efficace	h <sub>c,eff</sub> 251.3 mm	
area efficace relativamente ad una singola barre	A <sub>c,eff</sub> 26172 mm <sup>2</sup>	
percentuale di armatura relativa a A <sub>c,eff</sub>	$\rho_{p,eff}$ 0.041	
(0.6 carichi brevi; 0.4 lunga durata)	kt 0.6	
(0.8 barre ad. migliorata; 1.6 lisce)	k1 0.8	
(0.5 per flessione; 1 trazione)	k2 0.5	
	k3 3.4	
	k4 0.425	



The screenshot shows the 'Verifica C.A. S.L.U.' software interface. It includes a menu bar (File, Materiali, Opzioni, Visualizza, Progetto Sez. Rett., Sismica, Normativa: NTC 2008), a title bar, and several input panels. The 'N° figure elementari' is set to 1, and 'N° strati barre' is 4. The 'Sollecitazioni' panel shows a moment M<sub>Ed</sub> of -2045 kNm. The 'Materiali' section is set to B450C and C25/30, with various material properties like E<sub>su</sub>, f<sub>yd</sub>, E<sub>s</sub>, and f<sub>cd</sub> defined. The 'P.to applicazione N' panel shows the load is applied at the center. The 'Metodo di calcolo' is set to 'Metodo n'. The 'Verifica' panel shows a stress  $\sigma_s$  of 83.01 N/mm<sup>2</sup> and a number of iterations of 4. A 'Precompresso' checkbox is present at the bottom.

La verifica risulta soddisfatta.

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>87 di 168</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	87 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	87 di 168								

### FODERA INTERNA

La fodera interna in c.a. presenta uno spessore di 50 cm. La sezione di verifica risulta di dimensioni pari a BxH=1.0x0.5m.

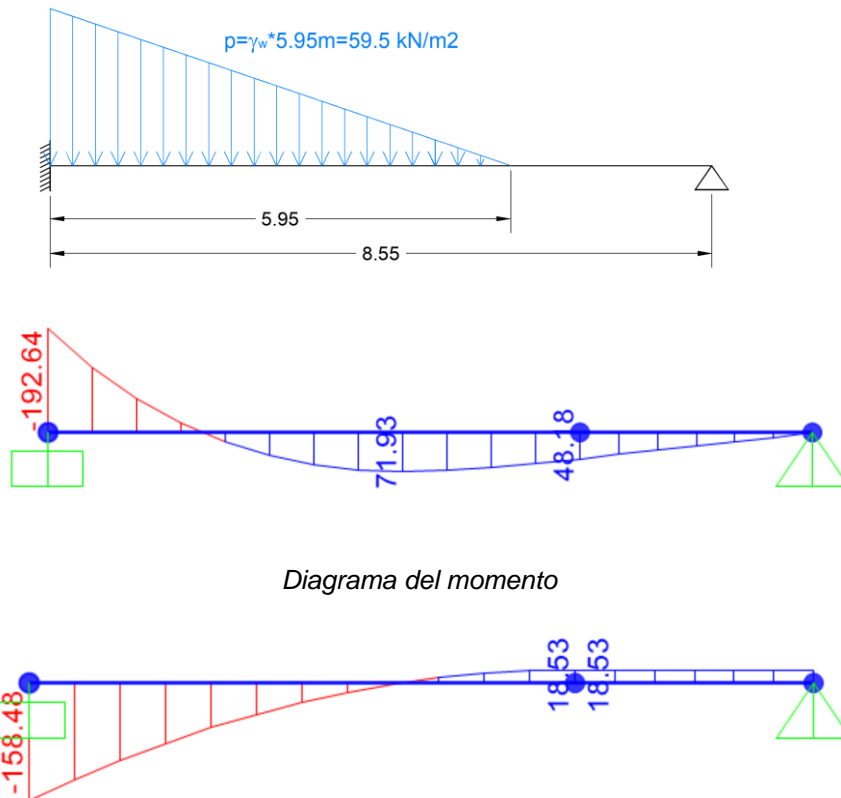
L'armatura longitudinale è costituita da barre:

- $\varnothing 24/10$  (armatura lato controterra);
- $\varnothing 20/10$  (armatura lato libero).

L'armatura trasversale è costituita da staffe chiuse:

- $\varnothing 12/20$  a 4 bracci.

La verifica strutturale della fodera si effettua sommando alle sollecitazioni del modello di calcolo, quelle provenienti dalla spinta dell'acqua. Queste ultime vengono valutate ipotizzando uno schema di trave con vincolo d'incastro ad una estremità (in corrispondenza della soletta di base) e un vincolo di appoggio nell'altra estremità (in corrispondenza del cordolo di sommità), di luce pari a 8.55 m sollecitata da un carico tringolare agente su una lunghezza pari alla differenza di quota tra la sezione di incastro della fodera con la soletta di base e la quota della falda (+51.1 m s.l.m. – 45.15 m s.l.m. = 5.95 m).



*Diagramma del momento*

*Diagramma del taglio*

$$M_w (+) = 193 \text{ kNm/m}$$

$$M_w (-) = -72 \text{ kNm/m}$$

$$T_w = 158 \text{ kN/m}$$

Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	88 di 168

**Verifica a pressoflessione**

STEP 6 (SLU):  $M_{fodera (+)} = 13 \text{ kNm/m} + 1.3 \cdot 193 \text{ kNm/m} = 264 \text{ kNm/m}$

$M_{fodera (-)} = (-3 \text{ kNm/m}) + 1.3 \cdot (-72 \text{ kNm/m}) = -97 \text{ kNm/m}$

STEP 7 (SLV):  $M_{fodera (+)} = 167 \text{ kNm/m} + 193 \text{ kNm/m} = 360 \text{ kNm/m}$

$M_{fodera (-)} = (-29 \text{ kNm/m}) + (-72 \text{ kNm/m}) = -101 \text{ kNm/m}$

Verifica C.A. S.L.U. - File: 03\_Fodera\_115

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008

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

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

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	500	1	3142	60
			2	4524	438

Sollecitazioni  
 S.L.U. Metodo n

N Ed 0 kN  
 M xEd 360 kNm  
 M yEd 0 kNm

P.to applicazione N  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[mm] xN 0 yN 0

Tipo rottura  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipo flessione  
 Retta  Deviata

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

Precompresso

Materiali

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

M xRd 700.4 kN m  
 $\sigma_c$  -18.13 N/mm²  
 $\sigma_s$  391.3 N/mm²  
 $\epsilon_c$  3.5 %  
 $\epsilon_s$  15.36 %  
 d 438 mm  
 x 81.3 x/d 0.1856  
 $\delta$  0.7

Opere di sostegno delle rampe: Relazione di  
calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	89 di 168

Verifica C.A. S.L.U. - File: 03\_Fodera\_115

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008

Titolo: \_\_\_\_\_

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

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	500	1	3142	60
			2	4524	438

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 0 kN  
M<sub>xEd</sub> -101 0 kNm  
M<sub>yEd</sub> 0 0

P.to applicazione N  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[mm] xN 0 yN 0

Tipo rottura Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali B450C C32/40

$\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm<sup>2</sup>  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200 000 N/mm<sup>2</sup>  $f_{cd}$  18.13  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  12.25  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm<sup>2</sup>  $\tau_{co}$  0.7333  
 $\tau_{c1}$  2.114

$M_{xRd}$  -498.3 kN m  
 $\sigma_c$  -18.13 N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_s$  391.3 N/mm<sup>2</sup>  
 $\epsilon_c$  3.5 ‰  
 $\epsilon_s$  19.43 ‰  
 d 440 mm  
 x 67.15 x/d 0.1526  
 $\delta$  0.7

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

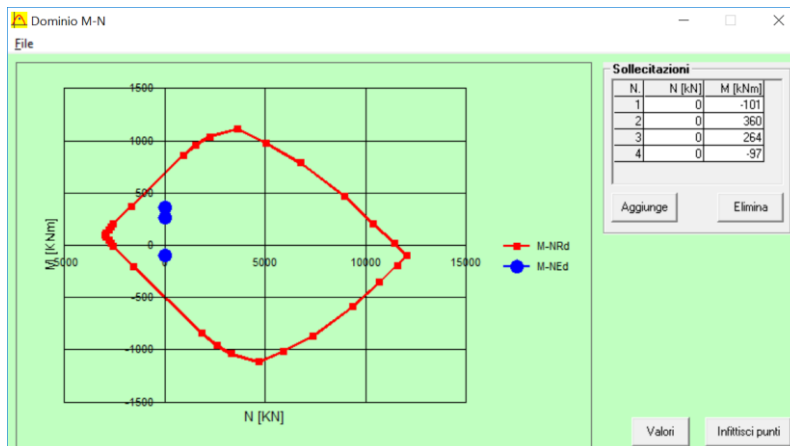
Tipo flessione  
 Fletta  Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L<sub>0</sub> 0 mm Col. modello

Precompresso



$$M_{Ed} (+) = 360 \text{ kNm/m} < M_{Rd} = 700 \text{ kNm/m.}$$

$$FS = M_{Rd}/M_{Ed} = 1.94$$

$$M_{Ed} (-) = -101 \text{ kNm/m} < M_{Rd} = -498 \text{ kNm/m.}$$

$$FS = M_{Rd}/M_{Ed} = 4.93$$

La verifica risulta soddisfatta.

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF1N</td> <td style="text-align: center;">01 EZZ</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">SL0700 002</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">90 di 168</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 EZZ	CL	SL0700 002	B	90 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 EZZ	CL	SL0700 002	B	90 di 168								

### Verifica a taglio

STEP 6 (SLU):  $T_{fodera} = 6 \text{ kN/m} + 1.3 \cdot 158 \text{ kN/m} = 211 \text{ kN/m}$

STEP 7 (SLV):  $T_{fodera} = 60 \text{ kN/m} + 158 \text{ kN/m} = 218 \text{ kN/m}$

<i>Verifica a taglio per sezioni rettangolari armate a taglio (D.M. 14/01/2008)</i>			
classe cls	$R_{ck}$	40	N/mm <sup>2</sup>
resist. Caratteristica cilindrica	$f_{ck}$	33	N/mm <sup>2</sup>
	$f_{cd}$	19	
coeff. parziale	$\gamma_c$	1.5	
larghezza membratura resistente a V	$b_w$	1000	mm
altezza membratura resistente a V	$H$	500	mm
altezza utile	$d$	450	mm
area della sezione	$A_{TOT}$	450000	mm <sup>2</sup>
sforzo assiale dovuto ai carichi o precompressione	$N$	0	N
ok	$\sigma_{cp}$	0.00	N/mm <sup>2</sup>
	$\alpha_c$	1.00	
Acciaio	$f_{yk}$	450	N/mm <sup>2</sup>
Feb44k	$f_{yd}$	391	N/mm <sup>2</sup>
diametro staffe (spille)	$\phi_w$	12	mm
Area staffa (spilla)	$A\phi_w$	113	mm <sup>2</sup>
0.9 d	$z$	405	mm
passo delle staffe (spille)	$s_w$	200	mm
	n° bracci	4	
angolo di inclinazione	$\theta$	45.0	°
deve essere compreso tra 1 e 2.5	$\cot(\theta)$	1.00	
angolo di inclinazione armatura rispetto asse palo	$\alpha$	90	°
	$\cot(\alpha)$	0.00	
	$A_{s_w} / s_w$	2.26	mm <sup>2</sup> /mm
Taglio resistente per "taglio trazione"	$V_{Rsd}$	358	kN
Taglio resistente per "taglio compressione"	$V_{Rcd}$	1905	kN
taglio sollecitante	$V_{Ed}$	218	kN
fattore di sicurezza per GR (par. 7.9.5.2.2)	$\gamma_{Rd}$	1	
taglio resistente	$V_{Rd}$	358	kN
	$V_{Ed}$	<	$V_{Rd}$
<b>FS =</b>	<b>1.64</b>	<b>verifica</b>	

La verifica risulta soddisfatta.

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: 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>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>91 di 168</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	91 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	91 di 168								

### Verifica a fessurazione

#### STEP 6

$$M_{fodera (+)} = 10 \text{ kNm/m} + 193 \text{ kNm/m} = 203 \text{ kNm/m}$$

	INPUT	OUTPUT
altezza sezione	Rck 40 Mpa	diff. def. armature-cls
larghezza sezione	H 500 mm	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$ 3.43E-04
copriferro 1° strato	L 1000 mm	distanza max fessure
diametro barre 1° strato	$c_1$ 60 mm	$s_{r, max}$ 2.64E+02 mm
numero barre 1° strato	$\phi_1$ 24 mm	<b>ampiezza fessure:</b>
copriferro 2° strato (baricentro barre)	$n_1$ 10	<b>wk 0.090 mm</b>
diametro barre 2° strato	$c_2$ mm	LIMITE 0.20 mm
diametro barre 2° strato	$\phi_2$ mm	Sez. verificata
numero barre 2° strato	$n_2$ mm	
distanza lembo compresso-lembo teso della sezione	d 440 mm	
posizione asse neutro da lembo compresso	$b_{eff}$ 100.0 mm	
Tensione massima barre 1° strato	x 164.9 mm	
Tensione massima barre 2° strato	$\sigma_{s, max1}$ 117.6 Mpa	
altezza efficace	$\sigma_{s, max2}$ Mpa	
area efficace relativamente ad una singola barre	$h_{c, eff}$ 111.7 mm	
percentuale di armatura relativa a $A_{c, eff}$	$A_{c, eff}$ 11170 mm <sup>2</sup>	
(0.6 carichi brevi; 0.4 lunga durata)	$\rho_{p, eff}$ 0.041	
(0.8 barre ad. migliorata; 1.6 lisce)	kt 0.6	
(0.5 per flessione; 1 trazione)	k1 0.8	
	k2 0.5	
	k3 3.4	
	k4 0.425	

The screenshot shows the software interface with the following details:

- Titolo:** [Empty field]
- N° figure elementari:** 1
- N° strati barre:** 2
- Table of reinforcement data:**

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	500	1	3142	60
			2	4524	438
- Sollecitazioni:** S.L.U. Metodo n.  $N_{Ed}$  0 kN,  $M_{xEd}$  203 kNm,  $M_{yEd}$  0.
- P.to applicazione N:** Centro.  $x_N$  0,  $y_N$  0.
- Materiali:** B450C and C32/40.  $\epsilon_{su}$  67.5%,  $\epsilon_{c2}$  2%,  $f_{yd}$  391.3 N/mm²,  $\epsilon_{cu}$  3.5%,  $E_s$  200 000 N/mm²,  $f_{cd}$  18.13,  $E_s/E_c$  15,  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8,  $\epsilon_{syd}$  1.957%,  $\sigma_{c, adm}$  12.25,  $\sigma_{s, adm}$  255 N/mm²,  $\tau_{co}$  0.7333,  $\tau_{c1}$  2.114.
- Metodo di calcolo:** S.L.U.+, S.L.U.-, Metodo n.
- Verifica:**  $\sigma_c$  -4.731 N/mm²,  $\sigma_s$  117.6 N/mm²,  $\epsilon_s$  0.5878%,  $d$  438 mm,  $x$  164.9 mm,  $x/d$  0.3764,  $\delta$  0.9105.
- N° iterazioni:** 4
- Precompresso:** [Unchecked]

La verifica risulta soddisfatta.

Opere di sostegno delle rampe: Relazione di  
calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	92 di 168

$$M_{fodera (-)} = (-3) \text{ kNm/m} + -72 \text{ kNm/m} = -75 \text{ kNm/m}$$

	INPUT	OUTPUT
Rck	40 Mpa	diff. def. armature-cls
altezza sezione	H 500 mm	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$ 1.79E-04
larghezza sezione	L 1000 mm	distanza max fessure
copriferro 1° strato	C <sub>1</sub> 60 mm	s <sub>r, max</sub> 3.01E+02 mm
diametro barre 1° strato	$\phi_1$ 20 mm	<b>ampiezza fessure:</b>
numero barre 1° strato	n <sub>1</sub> 10	<b>wk 0.054 mm</b>
copriferro 2° strato (baricentro barre)	C <sub>2</sub>	LIMITE 0.20 mm
diametro barre 2° strato	$\phi_2$	Sez. verificata
numero barre 2° strato	n <sub>2</sub>	
distanza lembo compresso-lembo teso della sezione	d 440 mm	
	b <sub>eff</sub> 100.0 mm	
posizione asse neutro da lembo compresso	x 136.2 mm	
Tensione massima barre 1° strato	$\sigma_{s,max1}$ 61.4 Mpa	
Tensione massima barre 2° strato	$\sigma_{s,max2}$	
altezza efficace	h <sub>c,eff</sub> 121.3 mm	
area efficace relativamente ad una singola barre	A <sub>c,eff</sub> 12127 mm <sup>2</sup>	
percentuale di armatura relativa a A <sub>c,eff</sub>	$\rho_{p,eff}$ 0.026	
(0.6 carichi brevi; 0.4 lunga durata)	kt 0.6	
(0.8 barre ad. migliorata; 1.6 lisce)	k1 0.8	
(0.5 per flessione; 1 trazione)	k2 0.5	
	k3 3.4	
	k4 0.425	

Verifica C.A. S.L.U. - File: 03\_Fodera\_115\_SLE(-)

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008

TITOLO :

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

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm <sup>2</sup> ]	d [mm]
1	1000	500	1	3142	60
			2	4524	438

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

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 kN  
M<sub>xEd</sub> 0 -75 kNm  
M<sub>yEd</sub> 0

P.to applicazione N  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[mm] xN 0 yN 0

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

Materiali

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

$\sigma_c$  -1.836 N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_s$  61.4 N/mm<sup>2</sup>

$\epsilon_s$  0.307 %  
d 440 mm  
x 136.2 x/d 0.3096  
 $\delta$  0.827

Verifica N° iterazioni: 4

Precompresso

La verifica risulta soddisfatta.



Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	93 di 168

SOLETTA DI FONDO

Le verifiche saranno condotte considerando le sollecitazioni al metro lineare di soletta; le dimensioni geometriche della sezione di verifica risultano pari a  $B \times H = 1.0 \times 1.0 \text{ m}$ .

L'armatura longitudinale è costituita da barre:

- $\varnothing 20/20$  (armatura superiore);
- $\varnothing 20/20$  (armatura inferiore).

Verifica a compressione - SLU

STEP 7:  $R_{Ed} = 1673 \text{ kN/m}$   $\sigma_{c,Ed} = 1.67 \text{ MPa}$

Verifica C.A. S.L.U. - File: 03\_Soletta\_fondo\_115

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: \_\_\_\_\_

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

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	1000	1	1571	62
			2	1571	938

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 1673 0 kN  
M<sub>xEd</sub> 0 0 kNm  
M<sub>yEd</sub> 0 0

P.to applicazione N  
Centro Baricentro cls  
Coord.[mm] xN 0 yN 0

Tipo rottura Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo S.L.U.+ Metodo n  
Tipo flessione Retta Deviata

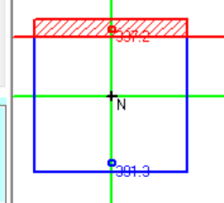
Materiali B450C C32/40

Proprietà	B450C	C32/40
$\epsilon_{su}$	67.5 ‰	2 ‰
$f_{yd}$	391.3 N/mm²	3.5
$E_s$	200 000 N/mm²	18.13
$E_s/E_c$	15	0.8
$\epsilon_{syd}$	1.957 ‰	12.25
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm²	0.7333
		2.114

M<sub>xRd</sub> 1 293 kN m

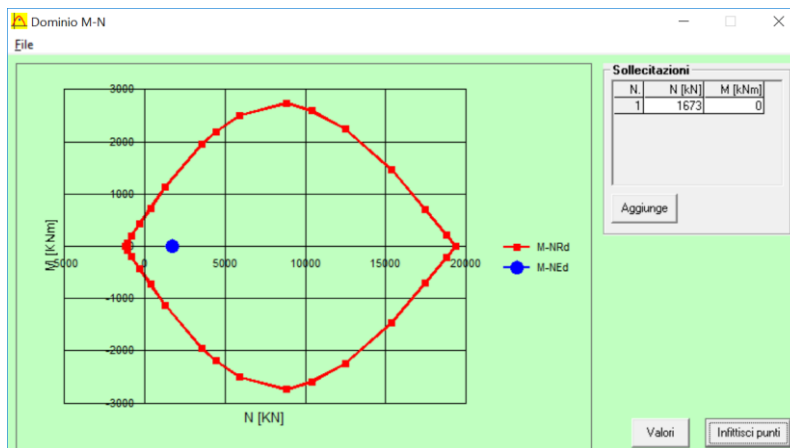
$\sigma_c$  -18.13 N/mm²  
 $\sigma_s$  391.3 N/mm²  
 $\epsilon_c$  3.5 ‰  
 $\epsilon_s$  23.94 ‰  
d 938 mm  
x 119.6 x/d 0.1275  
 $\delta$  0.7

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



Opere di sostegno delle rampe: Relazione di  
calcolo

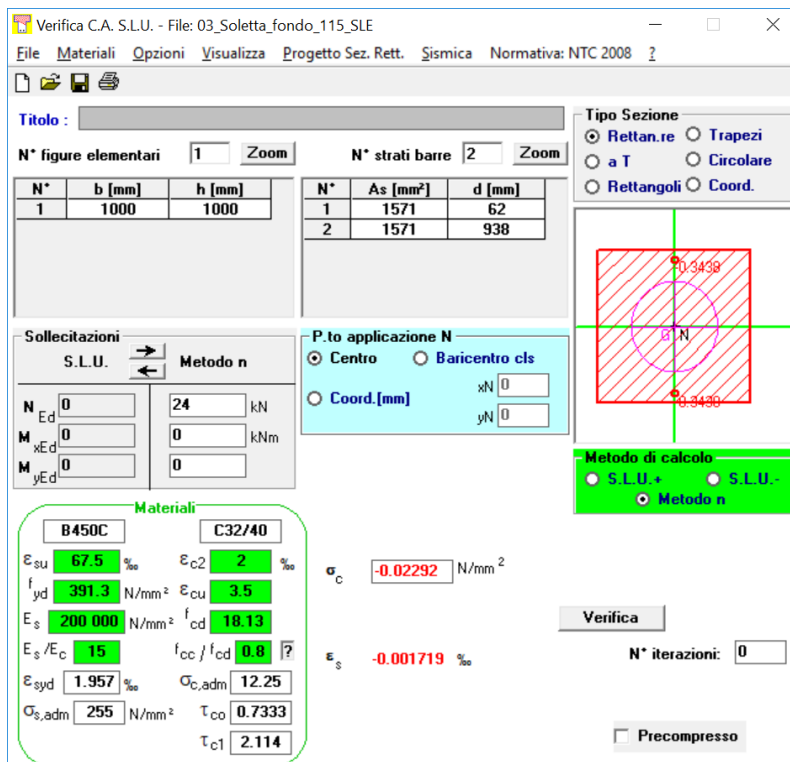
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	94 di 168



$$\sigma_{c,Ed} = 1.67 \text{ MPa} < f_{cd}$$

### Verifica a compressione - SLE

STEP 6:  $R_{Ed} = 24 \text{ kN/m}$



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

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	1000	1	1571	62
			2	1571	938

**Sollecitazioni**  
 S.L.U.  Metodo n   
 N<sub>Ed</sub> 0 kN  
 M<sub>xEd</sub> 0 kNm  
 M<sub>yEd</sub> 0 kNm

**P.to applicazione N**  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[mm] xN 0 yN 0

**Materiali**  
 B450C C32/40  
 ε<sub>su</sub> 67.5 % ε<sub>c2</sub> 2 %  
 f<sub>yd</sub> 391.3 N/mm² ε<sub>cu</sub> 3.5 %  
 E<sub>s</sub> 200 000 N/mm² f<sub>cd</sub> 18.13 %  
 E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0.8  
 ε<sub>syd</sub> 1.957 % σ<sub>c,adm</sub> 12.25  
 σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0.7333  
 τ<sub>c1</sub> 2.114

σ<sub>c</sub> -0.02292 N/mm²  
 ε<sub>s</sub> -0.001719 %

**Verifica**  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n  
 N° iterazioni: 0  
 Precompresso

$$\sigma_{c,Ed} = 0.03 \text{ MPa} < 0.6 \cdot f_{ck}$$

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>95 di 168</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	95 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	95 di 168								

### SOLETTONE DI COPERTURA

Le verifiche saranno condotte considerando le sollecitazioni al metro lineare di soletta; le dimensioni geometriche della sezione di verifica risultano pari a  $B \times H = 1.0 \times 1.2 \text{ m}$ .

Le rezioni massime e minime al metro lineare sono riportate §10.3.2 per gli stati limite considerati.

Per la determinazione delle sollecitazioni di momento flettente nella sezione in mezzeria si è fatto riferimento allo schema di calcolo di trave semplicemente appoggiata; per le sollecitazioni alle estremità, si considerano i valori del momento flettente e taglio agenti in testa ai diaframmi.

Il peso proprio del solettone risulta pari a  $30 \text{ kN/m}^2$ ; inoltre si ipotizza agire un carico permanente di  $8.5 \text{ kN/m}^2$  dovuto al ritombamento in fase di esercizio ed un sovraccarico accidentale pari a  $10 \text{ kPa}$ .

La lunghezza della luce di calcolo è pari a  $17.0 \text{ m}$  (sezione in corrispondenza del locale pompe).

### Sezione in mezzeria

$$M_{\text{peso proprio}} = 30 \text{ kN/m}^2 \cdot (17.0 \text{ m})^2 / 8 = 1084 \text{ kNm/m}$$

$$M_{\text{rinterro}} = 8.5 \text{ kN/m}^2 \cdot (17.0 \text{ m})^2 / 8 = 307 \text{ kNm/m}$$

$$M_{\text{accidentali}} = 10 \text{ kN/m}^2 \cdot (17.0 \text{ m})^2 / 8 = 361 \text{ kNm/m}$$

$$M_{\text{mezzeria\_Rmax\_SLE}} = 1084 + 307 + 361 = 1762 \text{ kNm/m}$$

$$M_{\text{mezzeria\_Rmin\_SLE}} = 1084 + 361 = 1445 \text{ kNm/m}$$

$$M_{\text{mezzeria\_Rmax\_SLU}} = (1084 + 307) \cdot 1.3 + 361 \cdot 1.5 = 2025 \text{ kNm/m}$$

$$M_{\text{mezzeria\_Rmin\_SLU}} = 1084 \cdot 1.3 + 361 \cdot 1.5 = 1951 \text{ kNm/m}$$

$$M_{\text{mezzeria\_SLV}} = 1391 \text{ kNm/m}$$

In mezzeria è presente la seguente armatura:

- $\varnothing 26/10 + \varnothing 26/10$  (armatura inferiore);
- $\varnothing 24/20$  (armatura superiore).

Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	96 di 168

Verifica a pressioflessione – SLU/SLV

$R_{max\_SLU}$	$M_{mezzzeria\_Rmax\_SLU}$	$R_{min\_SLU}$	$M_{mezzzeria\_Rmin\_SLU}$
486 kN/m	2025 kN/m	283 kN/m	1951 kN/m

$R_{max\_SLV}$	$M_{mezzzeria\_SLV}$
719	1391

Verifica C.A. S.L.U. - File: 03\_Soletta\_cop\_115\_SLU\_mezzzeria

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

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	1200	1	5309	1113
			2	5309	1087
			3	2262	87

Sollecitazioni S.L.U.:  $N_{Ed} = 486$  kN,  $M_{xEd} = 2025$  kNm,  $M_{yEd} = 0$  kNm

Materiali: B450C ( $E_{su} = 67.5$ %,  $f_{yd} = 391.3$  N/mm²,  $E_s = 200000$  N/mm²,  $E_s/E_c = 15$ ,  $G_{s,adm} = 255$  N/mm²), C32/40 ( $E_{c2} = 2$ %,  $E_{cu} = 3.5$ %,  $f_{cd} = 18.13$  N/mm²,  $f_{cc}/f_{cd} = 0.8$ ,  $C_{c,adm} = 12.25$ ,  $\tau_{c1} = 2.114$ )

Calcolo:  $M_{xRd} = 4385$  kNm,  $\sigma_c = -18.13$  N/mm²,  $\sigma_s = 391.3$  N/mm²,  $\epsilon_s = 3.5$ ‰,  $\epsilon_s/E_c = 11.73$ ‰,  $d = 1113$  mm,  $x/d = 0.2298$ ,  $\delta = 0.7273$

Verifica C.A. S.L.U. - File: 03\_Soletta\_cop\_115\_SLU\_mezzzeria

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

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	1200	1	5309	1113
			2	5309	1087
			3	2262	87

Sollecitazioni S.L.U.:  $N_{Ed} = 283$  kN,  $M_{xEd} = 1951$  kNm,  $M_{yEd} = 0$  kNm

Materiali: B450C ( $E_{su} = 67.5$ %,  $f_{yd} = 391.3$  N/mm²,  $E_s = 200000$  N/mm²,  $E_s/E_c = 15$ ,  $G_{s,adm} = 255$  N/mm²), C32/40 ( $E_{c2} = 2$ %,  $E_{cu} = 3.5$ %,  $f_{cd} = 18.13$  N/mm²,  $f_{cc}/f_{cd} = 0.8$ ,  $C_{c,adm} = 12.25$ ,  $\tau_{c1} = 2.114$ )

Calcolo:  $M_{xRd} = 4305$  kNm,  $\sigma_c = -18.13$  N/mm²,  $\sigma_s = 391.3$  N/mm²,  $\epsilon_s = 3.5$ ‰,  $\epsilon_s/E_c = 12.6$ ‰,  $d = 1113$  mm,  $x/d = 0.2174$ ,  $\delta = 0.7117$

Verifica C.A. S.L.U. - File: 03\_Soletta\_cop\_115\_SLU\_mezzzeria

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

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	1200	1	5309	1113
			2	5309	1087
			3	2262	87

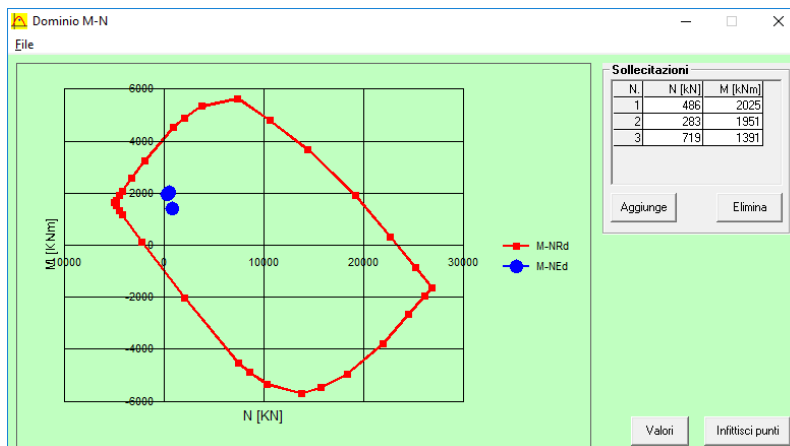
Sollecitazioni S.L.U.:  $N_{Ed} = 719$  kN,  $M_{xEd} = 1391$  kNm,  $M_{yEd} = 0$  kNm

Materiali: B450C ( $E_{su} = 67.5$ %,  $f_{yd} = 391.3$  N/mm²,  $E_s = 200000$  N/mm²,  $E_s/E_c = 15$ ,  $G_{s,adm} = 255$  N/mm²), C32/40 ( $E_{c2} = 2$ %,  $E_{cu} = 3.5$ %,  $f_{cd} = 18.13$  N/mm²,  $f_{cc}/f_{cd} = 0.8$ ,  $C_{c,adm} = 12.25$ ,  $\tau_{c1} = 2.114$ )

Calcolo:  $M_{xRd} = 4474$  kNm,  $\sigma_c = -18.13$  N/mm²,  $\sigma_s = 391.3$  N/mm²,  $\epsilon_s = 10.84$ ‰,  $d = 1113$  mm,  $x/d = 0.2441$ ,  $\delta = 0.7451$

Opere di sostegno delle rampe: Relazione di  
calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	97 di 168



$$M_{Ed\_SLU\_Rmax} = 2025 \text{ kNm/m} < M_{Rd} = 4385 \text{ kNm/m.}$$

$$FS = M_{Rd}/M_{Ed} = 2.16$$

$$M_{Ed\_SLU\_Rmin} = 1951 \text{ kNm/m} < M_{Rd} = 4305 \text{ kNm/m.}$$

$$FS = M_{Rd}/M_{Ed} = 2.21$$

$$M_{Ed\_SLV} = 1391 \text{ kNm/m} < M_{Rd} = 4474 \text{ kNm/m.}$$

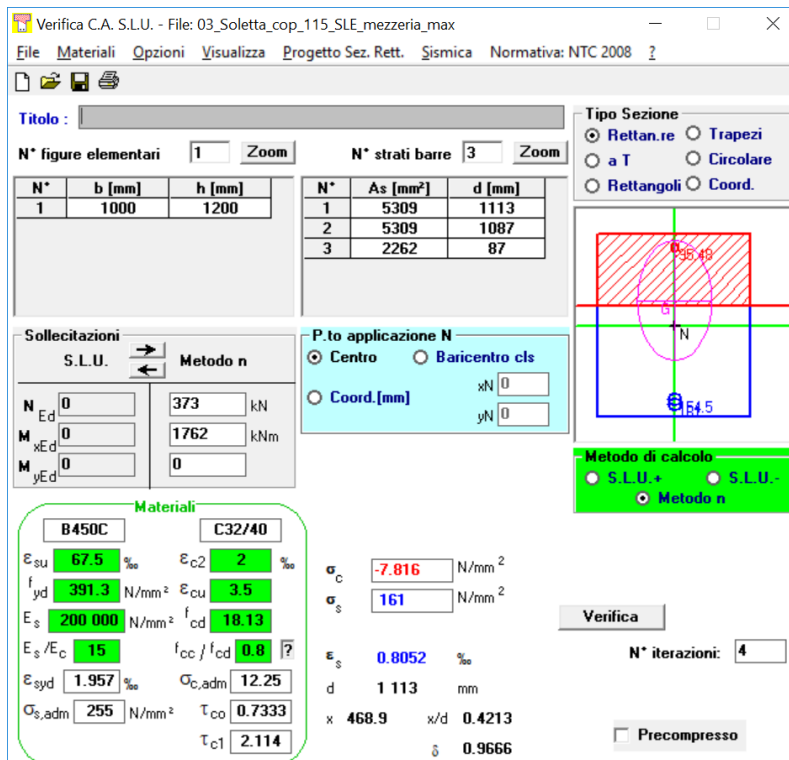
$$FS = M_{Rd}/M_{Ed} = 3.22$$

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: 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>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>98 di 168</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	98 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	98 di 168								

### Verifica a fessurazione – SLE

<b>R<sub>max_SLE</sub></b>	<b>M<sub>mezzzeria_max_SLE</sub></b>
373 kN/m	1762 kN/m

	INPUT	OUTPUT
Rck	40 Mpa	diff. def. armature-cls
altezza sezione H	1200 mm	ε sm -ε cm 5.43E-04 -
larghezza sezione L	1000 mm	distanza max fessure
copriferro 1° strato C <sub>1</sub>	66 mm	s r, max 3.07E+02 mm
diametro barre 1° strato φ <sub>1</sub>	26 mm	<b>ampiezza fessure:</b>
numero barre 1° strato n <sub>1</sub>	10	<b>wk 0.166 mm</b>
copriferro 2° strato (baricentro barre) C <sub>2</sub>	92 mm	LIMITE 0.20 mm
diametro barre 2° strato φ <sub>2</sub>	26 mm	Sez. verificata
numero barre 2° strato n <sub>2</sub>	10	
distanza lembo compresso-lembo teso della sezione d	1121 mm	
b <sub>eff</sub>	100.0 mm	
posizione asse neutro da lembo compresso x	468.9 mm	
Tensione massima barre 1° strato σ <sub>s,max1</sub>	161 Mpa	
Tensione massima barre 2° strato σ <sub>s,max2</sub>	154.5 Mpa	
altezza efficace h <sub>c,eff</sub>	197.5 mm	
area efficace relativamente ad una singola barre A <sub>c,eff</sub>	19750 mm <sup>2</sup>	
percentuale di armatura relativa a A <sub>c,eff</sub> (0.6 carichi brevi; 0.4 lunga durata)	ρ p,eff 0.054	
(0.8 barre ad. migliorata; 1.6 lisce)	kt 0.6	
(0.5 per flessione; 1 trazione)	k1 0.8	
	k2 0.5	
	k3 3.4	
	k4 0.425	



**Verifica C.A. S.L.U. - File: 03\_Soletta\_cop\_115\_SLE\_mezzzeria\_max**

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008

**TITOLO :** \_\_\_\_\_

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 3 Zoom

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	1200	1	5309	1113
			2	5309	1087
			3	2262	87

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

N<sub>Ed</sub> 0 373 kN  
M<sub>xEd</sub> 0 1762 kNm  
M<sub>yEd</sub> 0 0

**P.to applicazione N**  
Centro Baricentro cls  
Coord.[mm] xN 0 yN 0

**Materiali**  
B450C C32/40

ε<sub>su</sub> 67.5 ‰ ε<sub>c2</sub> 2 ‰  
f<sub>yd</sub> 391.3 N/mm² ε<sub>cu</sub> 3.5 ‰  
E<sub>s</sub> 200 000 N/mm² f<sub>cd</sub> 18.13 ‰  
E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0.8  
ε<sub>syd</sub> 1.957 ‰ σ<sub>c,adm</sub> 12.25  
σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0.7333  
τ<sub>c1</sub> 2.114

σ<sub>c</sub> -7.816 N/mm²  
σ<sub>s</sub> 161 N/mm²  
ε<sub>s</sub> 0.8052 ‰  
d 1113 mm  
x 468.9 x/d 0.4213  
δ 0.9666

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

**Verifica**  
N° iterazioni: 4

Precompresso

La verifica risulta soddisfatta.

Opere di sostegno delle rampe: Relazione di  
calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	99 di 168

$R_{min\_SLE}$	$M_{mezzeria\_min\_SLE}$
283 kN/m	1445 kN/m

	INPUT	OUTPUT
	Rck 40 Mpa	diff. def. armature-cls
altezza sezione	H 1200 mm	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$ 4.09E-04 -
larghezza sezione	L 1000 mm	distanza max fessure
copriferro 1° strato	C <sub>1</sub> 66 mm	s r, max 3.07E+02 mm
diametro barre 1° strato	$\phi_1$ 26 mm	ampiezza fessure:
numero barre 1° strato	n <sub>1</sub> 10	wk 0.126 mm
copriferro 2° strato (baricentro barre)	C <sub>2</sub> 92 mm	LIMITE 0.20 mm
diametro barre 2° strato	$\phi_2$ 26 mm	Sez. verificata
numero barre 2° strato	n <sub>2</sub> 10	
distanza lembo compresso-lembo teso della sezione	d 1121 mm	
	b <sub>eff</sub> 100.0 mm	
posizione asse neutro da lembo compresso	x 468.9 mm	
Tensione massima barre 1° strato	$\sigma_{s,max1}$ 133 Mpa	
Tensione massima barre 2° strato	$\sigma_{s,max2}$ 127.6 Mpa	
altezza efficace	h <sub>c,eff</sub> 197.5 mm	
area efficace relativamente ad una singola barre	A <sub>c,eff</sub> 19750 mm <sup>2</sup>	
percentuale di armatura relativa a A <sub>c,eff</sub>	$\rho_{p,eff}$ 0.054	
(0.6 carichi brevi; 0.4 lunga durata)	kt 0.6	
(0.8 barre ad. migliorata; 1.6 liscie)	k1 0.8	
(0.5 per flessione; 1 trazione)	k2 0.5	
	k3 3.4	
	k4 0.425	

Verifica C.A. S.L.U. - File: 03\_Soletta\_cop\_115\_SLE\_mezzeria\_min

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

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

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 3 Zoom

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	1200	1	5309	1113
			2	5309	1087
			3	2262	87

Sollecitazioni  
 S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 283 kN  
 M<sub>xEd</sub> 0 1445 kNm  
 M<sub>yEd</sub> 0 0

P.to applicazione N  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[mm] xN 0 yN 0

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

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

$\sigma_c$  -6.391 N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_s$  133 N/mm<sup>2</sup>  
 $\epsilon_s$  0.6648 ‰  
 d 1113 mm  
 x 466.3 x/d 0.4189  
 $\delta$  0.9637

Verifica N° iterazioni: 4

Precompresso

La verifica risulta soddisfatta.

  		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>				
<b>Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo</b>	COMMESSA IF1N	LOTTO 01 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL0700 002	REV. B	FOGLIO 100 di 168

### Sezioni di estremità

Si riportano le coppie di valori (N, M) agenti all'estremità della soletta per gli stati limite considerati.

	STEP di calcolo	R (kN/m)	M (kNm/m)	T (kNm/m)
SLU (A1+M1+R1)	3	368	-1383	368
	4	378	-1393	378
	5	378	-1394	378
	6	486	-1649	478
SLV (EQK+M1+R1)	7	719	-1268	621

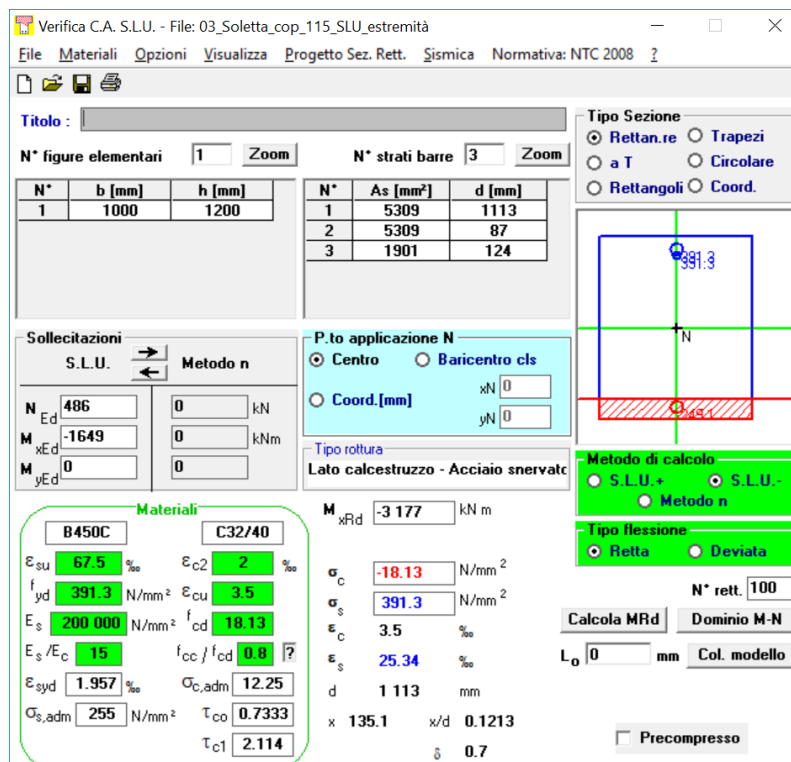
(\*) il momento negativo tende l'armatura superiore

Alle estremità della soletta di copertura è presente la seguente armatura longitudinale:

- $\varnothing 26/10$  (armatura inferiore);
- $\varnothing 26/10 + \varnothing 22/20$  (armatura superiore).

L'armatura trasversale è costituita da staffe  $\varnothing 14/15$ .

### Verifica a pressioflessione – SLU/SLV



**Titolo:** [ ]

**N° figure elementari:** 1 **N° strati barre:** 3

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	1200	1	5309	1113
			2	5309	87
			3	1901	124

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

N <sub>Ed</sub>	486	0	kN
M <sub>xEd</sub>	-1649	0	kNm
M <sub>yEd</sub>	0	0	

**P.to applicazione N**

Centro  Baricentro cls

Coord.[mm] xN: 0 yN: 0

**Tipo rottura:** Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

**Tipo flessione:**  Retta  Deviata

**Materiali:**

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

**Calcoli:**

M<sub>xRd</sub> -3177 kNm

$\sigma_c$  -18.13 N/mm²

$\sigma_s$  391.3 N/mm²

$\epsilon_c$  3.5 %

$\epsilon_s$  25.34 %

d 1113 mm

x 135.1 x/d 0.1213

$\delta$  0.7

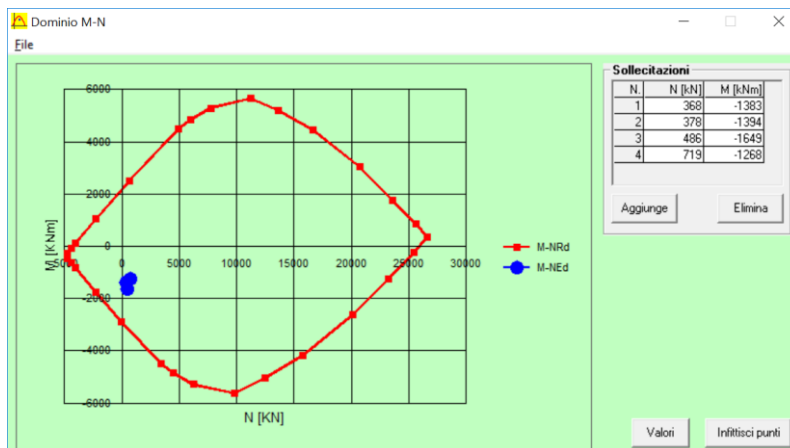
**Altri parametri:** N° rett. 100, L<sub>0</sub> 0 mm, Col. modello [ ]

Precompresso



Opere di sostegno delle rampe: Relazione di  
calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	101 di 168



$$M_{Ed} = -1383 \text{ kNm/m} < M_{Rd} = -3118 \text{ kNm/m.}$$

$$FS = M_{Rd}/M_{Ed} = 2.25$$

$$M_{Ed} = -1394 \text{ kNm/m} < M_{Rd} = -3123 \text{ kNm/m.}$$

$$FS = M_{Rd}/M_{Ed} = 2.24$$

$$M_{Ed} = -1649 \text{ kNm/m} < M_{Rd} = -3177 \text{ kNm/m.}$$

$$FS = M_{Rd}/M_{Ed} = 1.93$$

$$M_{Ed} = -1268 \text{ kNm/m} < M_{Rd} = -3294 \text{ kNm/m.}$$

$$FS = M_{Rd}/M_{Ed} = 2.60$$

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: 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>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>102 di 168</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	102 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	102 di 168								

### Verifica a taglio

<b>Verifica a taglio per sezioni rettangolari armate a taglio (D.M. 14/01/2008)</b>			
classe cls	$R_{ck}$	40	N/mm <sup>2</sup>
resist. Caratteristica cilindrica	$f_{ck}$	33	N/mm <sup>2</sup>
	$f_{cd}$	19	
coeff. parziale	$\gamma_c$	1.5	
larghezza membratura resistene a V	$b_w$	1000	mm
altezza membratura resistene a V	$H$	1200	mm
altezza utile	$d$	1080	mm
area della sezione	$A_{TOT}$	1080000	mm <sup>2</sup>
sforzo assiale dovuto ai carichi o precompressione	$N$	0	N
ok	$\sigma_{cp}$	0.00	N/mm <sup>2</sup>
	$\alpha_c$	1.00	
Acciaio	$f_{yk}$	450	N/mm <sup>2</sup>
Feb44k	$f_{yd}$	391	N/mm <sup>2</sup>
diametro staffe (spille)	$\varnothing_w$	14	mm
Area staffa (spilla)	$A_{\varnothing_w}$	154	mm <sup>2</sup>
0.9 d	$z$	972	mm
passo delle staffe (spille)	$s_w$	150	mm
	n° bracci	2	
angolo di inclinazione	$\theta$	45.0	°
deve essere compreso tra 1 e 2.5	$\cot(\theta)$	1.00	
angolo di inclinazione armatura rispetto asse palo	$\alpha$	90	°
	$\cot(\alpha)$	0.00	
	$As_w / s_w$	2.05	mm <sup>2</sup> /mm
Taglio resistente per "taglio trazione"	$V_{Rsd}$	781	kN
Taglio resistente per "taglio compressione"	$V_{Rcd}$	4572	kN
taglio sollecitante	$V_{Ed}$	621	kN
fattore di sicurezza per GR (par. 7.9.5.2.2)	$\gamma_{Rd}$	1	
taglio resistente	$V_{Rd}$	781	kN
	$V_{Ed}$	<	$V_{Rd}$
<b>FS =</b>	<b>1.26</b>	<b>verifica</b>	

La verifica risulta soddisfatta.

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: 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>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>103 di 168</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	103 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	103 di 168								

### Verifica a fessurazione – SLE

	STEP di calcolo	R (kN/m)	M (kNm/m)
SLE	3	283	-1063
	4	291	-1071
	5	291	-1071
	6	373	-1268

(\*) il momento negativo tende l'armatura superiore

	INPUT	OUTPUT
altezza sezione	Rck 40 Mpa	diff. def. armature-cls
larghezza sezione	H 1200 mm	<b><math>\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}</math> 5.09E-04</b>
copriferro 1° strato	L 1000 mm	distanza max fessure
diametro barre 1° strato	C <sub>1</sub> 66 mm	s r, max 2.87E+02 mm
numero barre 1° strato	$\phi_1$ 26 mm	<b>ampiezza fessure:</b>
copriferro 2° strato (baricentro barre)	n <sub>1</sub> 10	<b>wk 0.146 mm</b>
diametro barre 2° strato	C <sub>2</sub> 90 mm	LIMITE 0.20 mm
numero barre 2° strato	$\phi_2$ 22 mm	Sez. verificata
distanza lembo compresso-lembo teso della sezione	n <sub>2</sub> 5	
	d 1126.865 mm	
posizione asse neutro da lembo compresso	b <sub>eff</sub> 100.0 mm	
Tensione massima barre 1° strato	x 394.7 mm	
Tensione massima barre 2° strato	$\sigma_{s,max1}$ 155.3 Mpa	
altezza efficace	$\sigma_{s,max2}$ 147.8 Mpa	
area efficace relativamente ad una singola barre	h <sub>c,eff</sub> 182.8 mm	
percentuale di armatura relativa a A <sub>c,eff</sub>	A <sub>c,eff</sub> 18284 mm <sup>2</sup>	
(0.6 carichi brevi; 0.4 lunga durata)	$\rho_{p,eff}$ 0.053	
(0.8 barre ad. migliorata; 1.6 lisce)	kt 0.6	
(0.5 per flessione; 1 trazione)	k1 0.8	
	k2 0.5	
	k3 3.4	
	k4 0.425	

Verifica C.A. S.L.U. - File: 03\_Soletta\_cop\_115\_SLE\_estremità

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008

Titolo : \_\_\_\_\_

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 3 Zoom

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	1000	1200	1	5309	1113
			2	5309	87
			3	1901	124

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 373 kN  
M<sub>xEd</sub> 0 -1268 kNm  
M<sub>yEd</sub> 0 0

P.to applicazione N  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[mm] xN 0 yN 0

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

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

Materiali

B450C		C32/40	
$\epsilon_{su}$	67.5 ‰	$\epsilon_{c2}$	2 ‰
f <sub>yd</sub>	391.3 N/mm <sup>2</sup>	$\epsilon_{cu}$	3.5 ‰
E <sub>s</sub>	200 000 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>cd</sub>	18.13
E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub>	15	f <sub>cc</sub> /f <sub>cd</sub>	0.8
$\epsilon_{syd}$	1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$	12.25
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm <sup>2</sup>	$\tau_{co}$	0.7333
		$\tau_{c1}$	2.114

$\sigma_c$  -5.71 N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_s$  155.9 N/mm<sup>2</sup>  
 $\epsilon_s$  0.7793 ‰  
d 1113 mm  
x 394.7 x/d 0.3547  
 $\delta$  0.8833

Verifica N° iterazioni: 4

Precompresso

La verifica risulta soddisfatta.

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: 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>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>104 di 168</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	104 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	104 di 168								

#### 6.4.3.2 VERIFICHE GEOTECNICHE ALLO SLU/SLV

In merito alle verifiche di carattere geotecnico (GEO), nella tabella che segue si sintetizzano i coefficienti di sicurezza ottenuti dall'analisi nelle combinazioni specifiche in fase statica e sismica.

	SLU (statica)	SLV (sismica)
	(A2+M2+R1)	(EQK+M2+R1)
Spinta passiva massima mobilizzabile	2458	1737
Spinta passiva mobilitata	1426	1731.7
FS % passiva mobilitata	<b>1.367</b>	<b>1.003</b>

Avendo posto:

- **FS % passiva mobilitata:** rapporto tra la spinta passiva e la spinta effettivamente mobilitata a valle.

\*\*\*\*\*

Per la verifica al sollevamento del tappo di fondo in jet-grouting, si rimanda al paragrafo 6.7.

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>105 di 168</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	105 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	105 di 168								

### 6.4.3.3 VERIFICHE GEOTECNICHE ALLO SLE/SLD

Nelle figure che seguono si riportano gli spostamenti orizzontali dell'opera allo SLE.

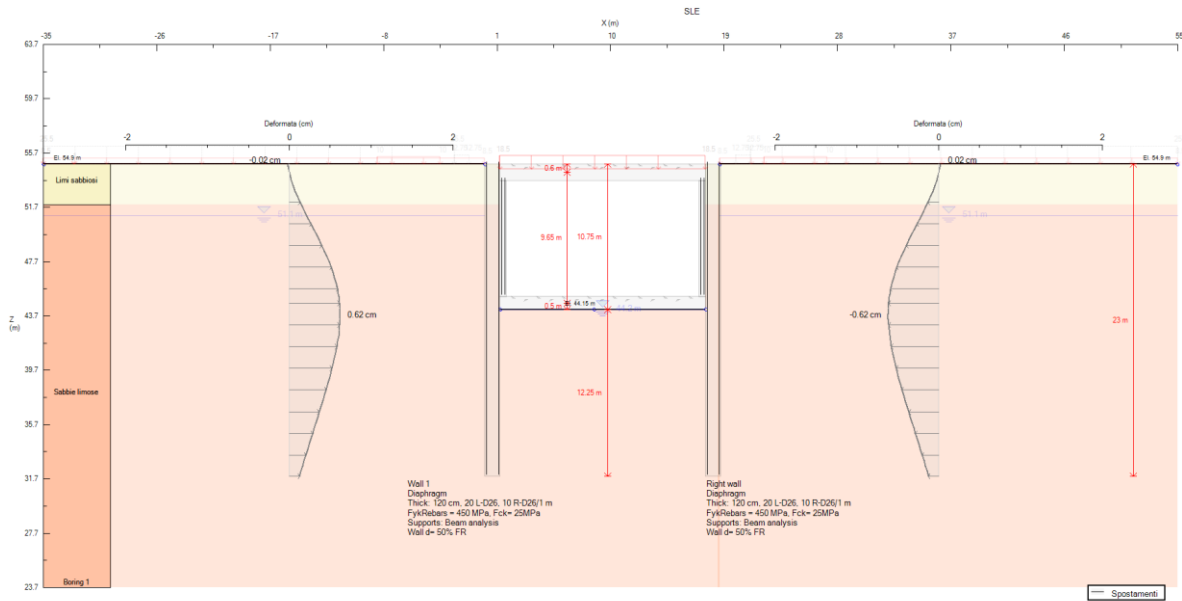


Fig. 57 – Modello di calcolo 2: Spostamenti orizzontali allo SLE

	SLE
Spostamento orizzontale massimo $\delta h_{max}$ (cm)	0.6

Gli spostamenti orizzontali massimi risultano compatibili con la funzionalità dell'opera.

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>106 di 168</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	106 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	106 di 168								

## 6.5 VERIFICA DEL TAPPO DI FONDO IN JET GROUTING

Si riporta di seguito la verifica al sollevamento del tappo di fondo in jet-grouting nei confronti degli stati limite di sollevamento (UPL) per la rampa di accesso al sottovia lato est.

Per i motivi commentati in precedenza, la quota di falda di progetto assunta nel calcolo è pari a +51.10 m s.l.m..

Nel considerare le forze resistenti al sollevamento, è stato preso in conto il contributo del peso proprio del tappo in jet-grouting (assumendo un peso per unità del volume  $\gamma_{\text{jet-grouting}}=18 \text{ kN/m}^3$ ) e dell'adesione laterale diaframma-tappo di fondo. Quest'ultimo contributo è stato valutato sulla base delle indicazioni contenute all'interno delle Raccomandazioni AGI sui pali di fondazione (1984), attraverso la relazione

$$q_s = \mu \cdot k \cdot \sigma'_v$$

In cui:

$q_s$  = adesione laterale

$\mu$  = coefficiente di attrito

$k$  = coefficiente adimensionale che esprime il rapporto fra tensione normale che agisce alla profondità  $z$  sulla superficie laterale e la tensione verticale alla stessa profondità

Generalmente per pali di grande diametro/diaframmi trivellati il valore di  $k=1-\text{sen}(\varphi')$  e comunque compreso tra 0.4÷0.7; nel presente caso sarà utilizzato il valore minimo di 0.4 in quanto  $1-\text{sen}(\varphi')=1-\text{sen}(32^\circ)=0.47$ . Per ciò che riguarda invece il coefficiente  $\mu$ , le Raccomandazioni AGI indicano per pali/diaframmi trivellati un valore pari alla  $\tan(\varphi')$ ; nel presente caso, cautelativamente si assumerà un valore di  $\mu= \tan(\varphi')=0.625$ .

Nel calcolo del contributo di adesione, inoltre, è stato applicato il coefficiente parziale  $\gamma_c'=1.6$  (relativamente alle resistenze che si oppongono a forze di trazione) e  $\xi=1.65$  (in funzione delle due verticali indagate – Tab. 6.4.IV del DM 14/01/2008) come previsto dal DM 14/01/2008.

Opere di sostegno delle rampe: Relazione di  
calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	107 di 168

## Verifica sollevamento tappo di fondo

$\gamma_{\text{terr}}$ (peso di volume del terreno)	17	kN/m <sup>3</sup>
$\varphi'$ (angolo d'attrito)	32	°
$\gamma_t$ (peso di volume del tappo di fondo)	18	kN/m <sup>3</sup>
$\gamma_w$ (peso di volume dell'acqua)	10	kN/m <sup>3</sup>
p.c. (quota piano campagna)	54.1	m s.l.m.
$z_w$ (quota falda)	51.1	m s.l.m.

Coeff. Parziale al sollevamento	favorevole	0.9
(DM 2008 §6.2.3.2)	sfavorevole	1.1
Coeff. Parziale sui terreni (M2)	sfavorevole	1.6
Coeff. parziale su verticali indagate	-	1.65

k	0.400	0.4
$\mu$	0.625	

	pk	Quota f.s. (m s.l.m.)	H <sub>ff</sub> (m)	Quota f.jet (m s.l.m.)	$\Delta H$ (m)	Adesione lat. (kN/m <sup>2</sup> )	Az. stab. (kN/m)	Az. destab. (kN/m)	FS (-)
rampa est	87.50	44.45	4.50	39.95	11.15	28.32	159.79	122.65	1.30
rampa est	90.00	44.39	4.50	39.89	11.21	28.42	160.11	123.31	1.30
rampa est	92.50	44.33	4.50	39.83	11.27	28.53	160.43	123.97	1.29
rampa est	95.00	44.28	4.50	39.78	11.32	28.62	160.70	124.52	1.29
rampa est	97.50	44.24	4.50	39.74	11.36	28.69	160.92	124.96	1.29
rampa est	100.00	44.21	5.50	38.71	12.39	29.61	200.15	136.29	1.47
rampa est	102.50	44.18	5.50	38.68	12.42	29.67	200.35	136.62	1.47
rampa est	105.00	44.16	5.50	38.66	12.44	29.70	200.48	136.84	1.47
rampa est	107.50	44.14	5.50	38.64	12.46	29.74	200.61	137.06	1.46
rampa est	110.00	44.14	5.50	38.64	12.46	29.74	200.61	137.06	1.46
rampa est	112.50	44.14	5.50	38.64	12.46	29.74	200.61	137.06	1.46
rampa est	115.00	44.15	5.50	38.65	12.45	29.72	200.55	136.95	1.46
rampa est	117.50	44.17	5.50	38.67	12.43	29.68	200.41	136.73	1.47
rampa est	120.00	44.19	5.50	38.69	12.41	29.65	200.28	136.51	1.47
rampa est	122.50	44.22	5.50	38.72	12.38	29.60	200.09	136.18	1.47
rampa est	125.00	44.26	5.50	38.76	12.34	29.53	199.82	135.74	1.47
rampa est	127.50	44.30	5.50	38.8	12.30	29.46	199.56	135.30	1.47
rampa est	130.00	44.36	5.50	38.86	12.24	29.35	199.17	134.64	1.48
rampa est	132.50	44.42	5.50	38.92	12.18	29.25	198.77	133.98	1.48
rampa est	135.00	44.48	5.50	38.98	12.12	29.14	198.38	133.32	1.49
rampa est	137.50	44.56	5.50	39.06	12.04	29.00	197.86	132.44	1.49
rampa est	140.00	44.64	4.50	40.14	10.96	27.99	158.77	120.56	1.32
rampa est	142.50	44.73	4.50	40.23	10.87	27.83	158.28	119.57	1.32
rampa est	145.00	44.83	4.50	40.33	10.77	27.65	157.75	118.47	1.33
rampa est	147.50	44.93	4.50	40.43	10.67	27.48	157.21	117.37	1.34
rampa est	150.00	45.04	4.50	40.54	10.56	27.29	156.62	116.16	1.35
rampa est	152.50	45.16	4.50	40.66	10.44	27.08	155.98	114.84	1.36
rampa est	155.00	45.29	4.50	40.79	10.31	26.85	155.28	113.41	1.37
rampa est	157.50	45.42	4.50	40.92	10.18	26.62	154.58	111.98	1.38
rampa est	160.00	45.54	4.50	41.04	10.06	26.41	153.94	110.66	1.39
rampa est	162.50	45.67	3.50	42.17	8.93	25.31	117.10	98.23	1.19
rampa est	165.00	45.80	3.50	42.3	8.80	25.08	116.56	96.80	1.20
rampa est	167.50	45.93	3.50	42.43	8.67	24.85	116.01	95.37	1.22
rampa est	170.00	46.05	3.50	42.55	8.55	24.64	115.51	94.05	1.23
rampa est	172.50	46.18	3.50	42.68	8.42	24.42	114.97	92.62	1.24
rampa est	175.00	46.31	3.50	42.81	8.29	24.19	114.43	91.19	1.25
rampa est	177.50	46.44	3.50	42.94	8.16	23.96	113.88	89.76	1.27
rampa est	180.00	46.56	3.50	43.06	8.04	23.75	113.38	88.44	1.28
rampa est	182.50	46.69	3.00	43.69	7.41	23.09	95.82	81.51	1.18
rampa est	185.00	46.82	3.00	43.82	7.28	22.86	95.36	80.08	1.19
rampa est	187.50	46.95	3.00	43.95	7.15	22.63	94.89	78.65	1.21
rampa est	190.00	47.07	3.00	44.07	7.03	22.42	94.46	77.33	1.22
rampa est	192.50	47.20	3.00	44.2	6.90	22.20	94.00	75.90	1.24
rampa est	195.00	47.33	3.00	44.33	6.77	21.97	93.53	74.47	1.26
rampa est	197.50	47.46	3.00	44.46	6.64	21.74	93.07	73.04	1.27
rampa est	200.00	47.58	3.00	44.58	6.52	21.53	92.64	71.72	1.29

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>108 di 168</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	108 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	108 di 168								

rampa est	202.50	47.71	2.50	45.21	5.89	20.87	76.07	64.79	1.17
rampa est	205.00	47.84	2.50	45.34	5.76	20.64	75.68	63.36	1.19
rampa est	207.50	47.97	2.50	45.47	5.63	20.41	75.29	61.93	1.22
rampa est	210.00	48.09	2.50	45.59	5.51	20.20	74.93	60.61	1.24
rampa est	212.50	48.22	2.50	45.72	5.38	19.97	74.55	59.18	1.26
rampa est	215.00	48.35	2.50	45.85	5.25	19.75	74.16	57.75	1.28
rampa est	217.50	48.48	2.50	45.98	5.12	19.52	73.77	56.32	1.31
rampa est	220.00	48.60	2.50	46.1	5.00	19.31	73.41	55.00	1.33
rampa est	222.50	48.73	2.50	46.23	4.87	19.08	73.02	53.57	1.36
rampa est	225.00	48.86	2.50	46.36	4.74	18.85	72.64	52.14	1.39
rampa est	227.50	48.99	2.00	46.99	4.11	18.19	57.20	45.21	1.27
rampa est	230.00	49.11	2.00	47.11	3.99	17.98	56.92	43.89	1.30
rampa est	232.50	49.24	2.00	47.24	3.86	17.75	56.61	42.46	1.33
rampa est	235.00	49.37	2.00	47.37	3.73	17.52	56.30	41.03	1.37
rampa est	237.50	49.50	2.00	47.5	3.60	17.30	55.99	39.60	1.41
rampa est	240.00	49.62	2.00	47.62	3.48	17.09	55.70	38.28	1.46

con:

Quota f.s.:	quota in m s.l.m. del fondo scavo
H <sub>ff</sub> :	spessore di progetto del tappo di fondo in jet-grouting
Quota f.jet:	quota di fondo del tappo in jet-grouting espresso in m s.l.m.
ΔH:	battente idraulico
Adesione lat. tappo:	adesione laterale diaframma-tappo (ridotta del coeff. parziale $\gamma_c'=1.60$ )
Az. Stab.:	risultante delle azioni stabilizzanti (moltiplicate per il coeff. parziale $\gamma_{G1}=0.9$ )
Az. destab.:	risultante delle azioni destabilizzanti (moltiplicate per il coeff. parziale $\gamma_{G1}=1.1$ )
FS = (Az. Stab.)/(Az. Destab.)	coefficiente di sicurezza



	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>109 di 168</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	109 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	109 di 168								

## 7 MURO AD “U” – RAMPA OVEST

### 7.1 SEZIONE DI CALCOLO 1

La prima parte del muro ad “U” presente soletta di base di spessore pari a 1.0 m e piedritti di spessore 1.0 m con altezza variabile da un minimo di 2.0 m a un massimo di 2.5 m.

La sezione di calcolo 1 fa riferimento ad un'altezza dei piedritti di 2.5 m. La falda è posta ad una quota assoluta di +51.10 m s.l.m., così come risulta dallo schema geotecnico considerato.

Si riporta di seguito la sezione trasversale tipo.

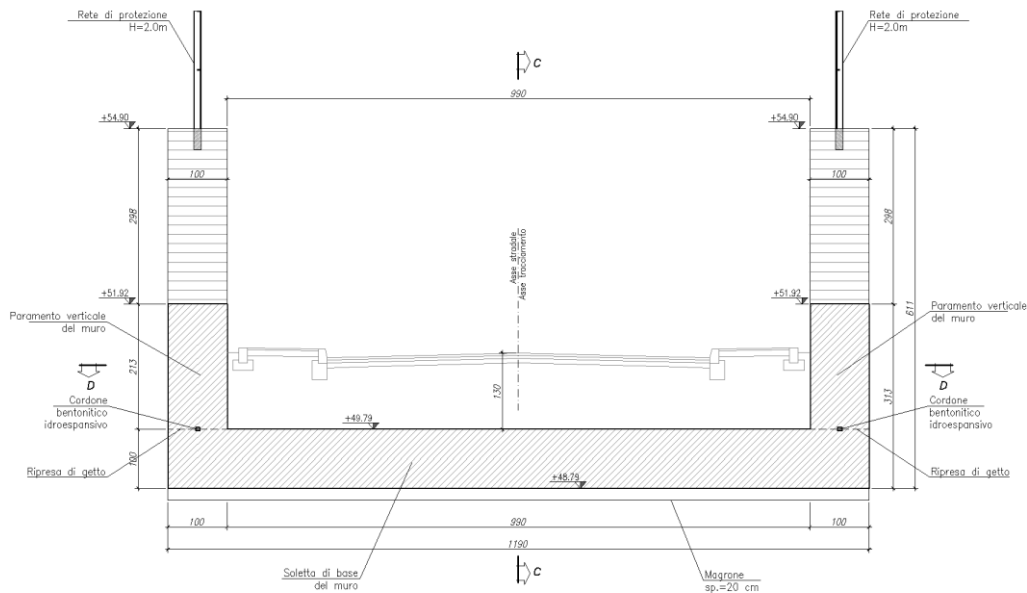


Fig. 58 – Muro ad “U” lato ovest: sezione di calcolo 1

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>110 di 168</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	110 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	110 di 168								

### 7.1.1 ANALISI DEI CARICHI

I carichi agenti sulla struttura, per metro di manufatto, sono i seguenti:

#### Peso proprio

Tutti gli elementi portanti sono realizzati in calcestruzzo armato, con peso specifico pari a:  $\gamma_{cls} = 25 \text{ kN/m}^3$ .

#### Carichi permanenti portati

Il carico verticale dovuto al peso della pavimentazione stradale e al sottostante strato di riempimento è:

riempimento (terreno compattato):

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{spessore} = 1.13 \text{ m}$$

$$\text{peso} = 20 \text{ kN/m}^3 \cdot 1.13 \text{ m} = 22.6 \text{ kN/m}$$

pavimentazione:

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{spessore} = 0.17 \text{ m}$$

$$\text{peso} = 20 \text{ kN/m}^3 \cdot 0.17 \text{ m} = 3.4 \text{ kN/m}$$

Ne risulta un carico verticale totale, per metro lineare di manufatto, di 26.0 kN/m.

#### Spinta delle terre

Per la determinazione della spinta del terreno a tergo del muro si fanno le seguenti considerazioni:

- ✓ lo scavo è sostenuto inizialmente da palancole sulle quali, grazie alla loro deformabilità, agira la spinta del terreno;
- ✓ una volta realizzato il muro ad U saranno sfilate le palancole e la spinta del terreno sarà trasferita all'opera di sostegno definitiva.

Per il terreno si assumono i seguenti parametri:

$$\gamma = 17 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi' = 30^\circ \text{ (angolo di attrito medio)}$$

Si considera uno stato di spinta a riposo, il cui coefficiente di spinta  $k_0$  è stato calcolato secondo la relazione

$$k_0 = 1 - \text{sen}(\varphi') = 0.5$$

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>111 di 168</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	111 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	111 di 168								

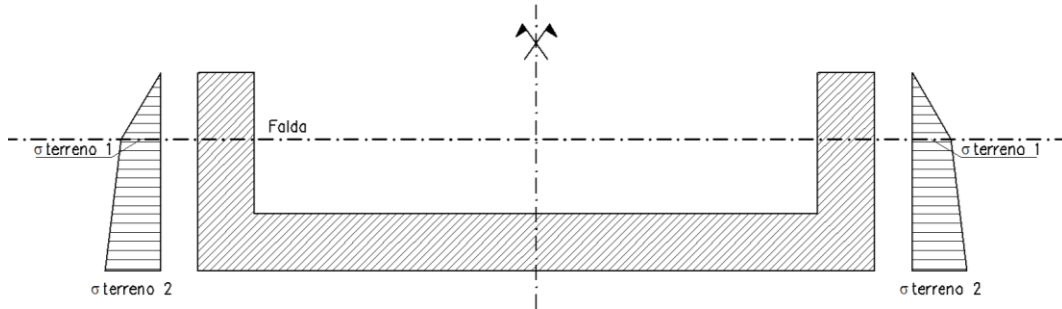


Fig. 59 – Muro ad “U” lato ovest: sezione di calcolo 1 - spinta del terreno

La tensione orizzontale alla quota della falda, per metro lineare di manufatto, risulta:

$$\sigma_{h\_terreno\_1} = \gamma_t \cdot h_{sup} \cdot k_0 = 17 \text{ kN/m}^3 \cdot 0.82 \text{ m} \cdot 0.5 = 7.0 \text{ kN/m.}$$

La tensione orizzontale massima (alla base della fondazione), per metro lineare di manufatto, risulta:

$$\sigma_{h\_terreno\_2} = (\gamma_t - \gamma_w) \cdot h_{inf} \cdot k_0 + \sigma_{h\_terreno\_1} = (17 - 10) \text{ kN/m}^3 \cdot 2.78 \text{ m} \cdot 0.5 + 7.0 \text{ kN/m} = 16.4 \text{ kN/m.}$$

### Spinta dell'acqua

Essendo il livello della falda (+51.10 m.s.l.m.) più elevato del piano di posa del manufatto, questo, supponendo che in condizioni di lungo termine l'acqua riesca a filtrare all'interno dello strato di jet grouting, riceverà una spinta orizzontale ed una verticale diretta verso l'alto come illustrato in figura.

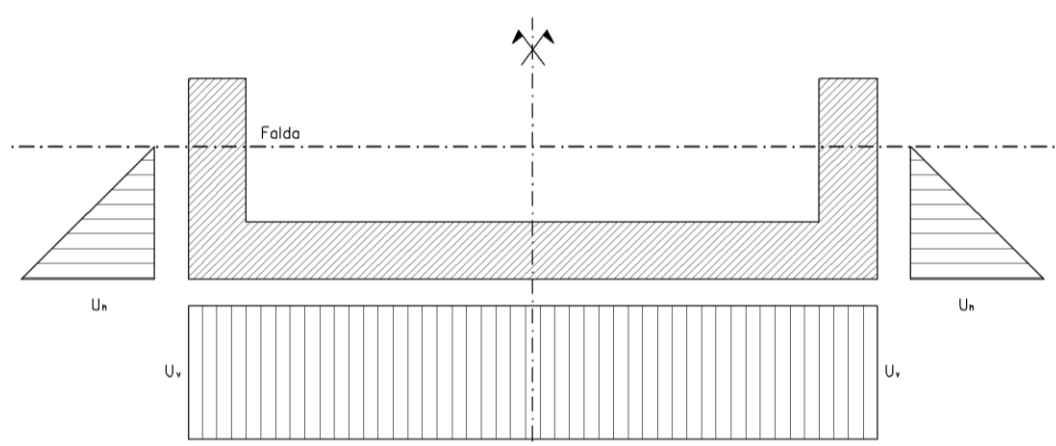


Fig. 60 – Muro ad “U” lato ovest: sezione di calcolo 1 - spinta dell'acqua

Avremo pertanto, con i simboli adottati in figura, le seguenti spinte (per metro lineare di manufatto):

$$U_v = U_h = h_w \cdot \gamma_w = 2.68 \text{ m} \cdot 10 \text{ kN/m}^3 = 26.8 \text{ kN/m}$$

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>112 di 168</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	112 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	112 di 168								

### Sovraccarico accidentale

Verrà considerato, esternamente allo scavo, un carico accidentale uniformemente distribuito pari a  $10 \text{ kN/m}^2$  allo scopo di rappresentare il peso di macchinari durante la realizzazione dell'opera; tale carico, in virtù del coefficiente di spinta  $K_0 = 0.5$ , produrrà una spinta orizzontale, per metro lineare di manufatto, uniformemente distribuita sui piedritti pari a:

$$q_{\text{sovr\_acc}} = q_{\text{acc}} \cdot k_0 = 10 \text{ kN/m}^2 \cdot 0.5 = 5.0 \text{ kN/m}$$

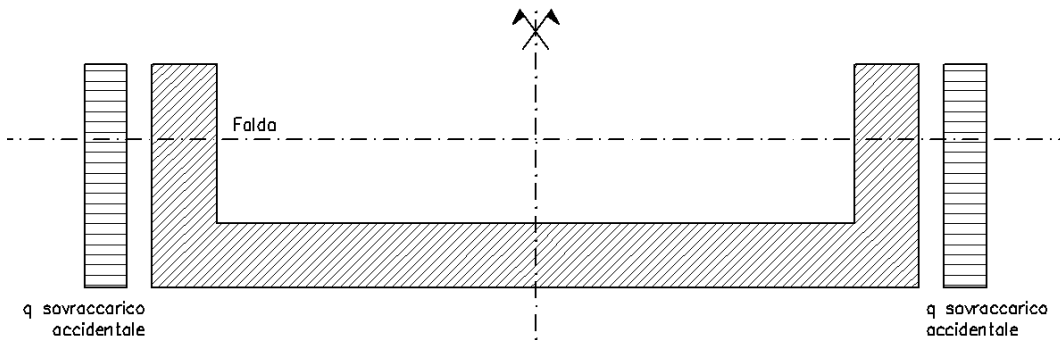


Fig. 61 – Muro ad “U” lato ovest: sezione di calcolo 1 - spintasovraccarico accidentale

### Sovraccarico permanente

A monte dei piedritti è presente una scarpata di altezza pari a circa  $2.0 \text{ m}$ ; si considera sovraccarico permanente che produrrà una spinta orizzontale (per metro lineare di manufatto) uniformemente distribuita su tutta l'altezza dei piedritti, pari a:

$$q_{\text{sovr\_perm}} = h_{\text{terr}} \cdot \gamma_t \cdot k_0 = 2.0 \text{ m} \cdot 17 \text{ kN/m}^3 \cdot 0.5 = 17 \text{ kN/m}$$

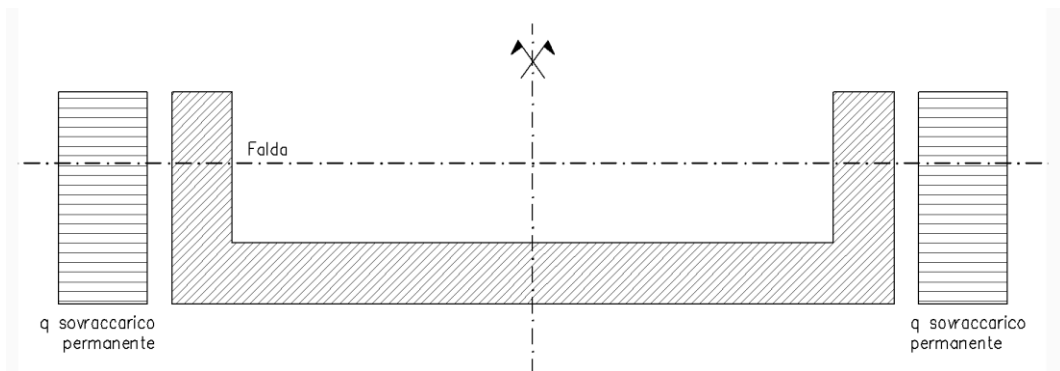


Fig. 62 – Muro ad “U” lato ovest: sezione di calcolo 1 - spintasovraccarico permanente

### Spinta del terreno in fase sismica

Secondo la teoria di Wood, si considera un incremento di spinta sismica del terreno  $\Delta S$  costante su tutta l'altezza dei piedritti (per metro lineare di manufatto):

$$a_g = 0.213g$$

$$S_T = 1.381$$

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>113 di 168</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	113 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	113 di 168								

$$S_s = 1$$

$$k_h = S_s \cdot S_T \cdot a_g/g = 0.2942$$

$$\Delta S = k_h \cdot \gamma_t \cdot H = 0.2942 \cdot 17 \text{ KN/m}^3 \cdot 3.5 \text{ m} = 17.5 \text{ kN/m}$$

### Forze sismiche dovute alle masse inerziali

Si considerano delle forze orizzontali dovute alle masse inerziali dei piedritti, della fondazione del manufatto e del compatto+pavimentazione, applicate ai baricentri di ogni elemento, calcolate nel seguente modo:

$$F_{\text{muro}} = k_h \cdot V_{\text{muro}} \cdot \gamma_{\text{cls}} = 0.2942 \cdot 3 \text{ m}^3 \cdot 25 \text{ kN/m}^3 = 22.1 \text{ kN (per ogni piedritto)}$$

$$F_{\text{fondazione}} = k_h \cdot V_{\text{fondazione}} \cdot \gamma_{\text{cls}} = 0.2942 \cdot 12 \text{ m}^3 \cdot 25 \text{ kN/m}^3 = 87.5 \text{ kN}$$

$$F_{\text{comp+pavim}} = k_h \cdot V_{\text{compattato+pavim}} \cdot \gamma_{\text{cls}} = 0.2942 \cdot 12.9 \text{ m}^3 \cdot 20 \text{ kN/m}^3 = 75.7 \text{ kN}$$

$$M_{\text{comp+pavim}} = F_{\text{comp+pavim}} \cdot b = 75.7 \text{ kN} \cdot 1.15 \text{ m} = 87.1 \text{ kNm}$$

### Sovraspinta idraulica

Ai sensi dell'EN 1998 – parte 5, si considera il seguente incremento della spinta idraulica, in fase sismica:

$$q = \pm 7/8 \cdot k_n \cdot \gamma_w \cdot \sqrt{(h_w \cdot z)}$$

Alla base della fondazione si ha una pressione  $q = \pm 6.90 \text{ kN/m}$

## **7.1.2 DESCRIZIONE DEL MODELLO AGLI ELEMENTI FINITI**

La struttura è stata analizzata mediante apposito modello matematico agli elementi finiti (E.F.).

Il calcolo è stato effettuato, per ragioni di semplicità ed in favore di sicurezza, considerando una striscia di 1m del manufatto e schematizzandola come un telaio piano: la soletta e i piedritti sono stati modellati con elementi trave, posti lungo la linea media ed aventi lunghezza rispettivamente 10.90 m e 3 m e spessore 1 m.

Per quanto riguarda i vincoli esterni, si sono utilizzate delle molle (springs) applicate sotto la soletta di fondazione per riprodurre l'interazione con il terreno. La costante di Winkler in direzione verticale è stata assunta pari a 10000 kN/m<sup>3</sup>.

La figura di seguito mostra la modellazione del manufatto e la discretizzazione della soletta per l'applicazione delle molle:

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: 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>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>114 di 168</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	114 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	114 di 168								

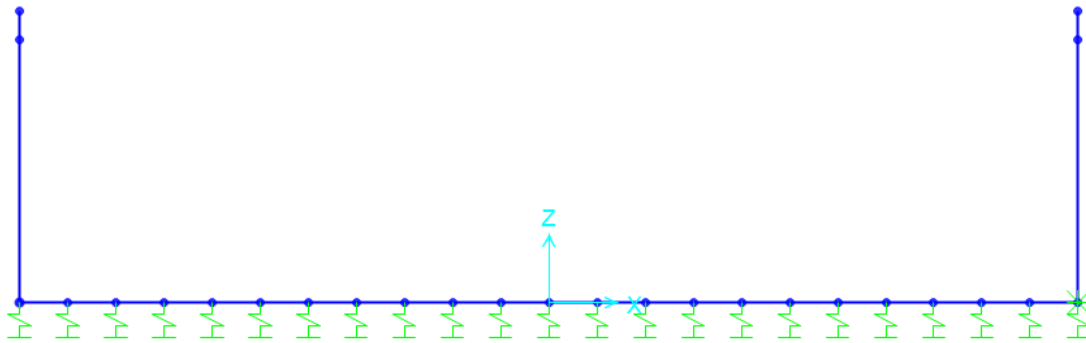


Fig. 63 – Muro ad “U” lato ovest: sezione di calcolo 1 – modello agli E.F.

Le molle sono state posizionate con interasse di 0.5 m, perciò, considerando una fascia di manufatto di profondità 1m, la rigidezza assegnata nel modello è pari a 5000 kN/m.

Il riferimento globale del modello è una terna cartesiana destrorsa con l’asse Z verticale e l’asse X nel piano del modello.

Le analisi delle sollecitazioni eseguite sono state condotte mediante apposito modello matematico agli elementi finiti (E.F.). Tale modello è stato realizzato ed analizzato con l’ausilio del programma SAP2000© della CSI® Inc., con successiva elaborazione dei dati di output mediante l’utilizzo del foglio elettronico EXCEL© della Microsoft.

Tra i diversi elementi finiti disponibili nel programma di calcolo per analisi FEM, sono stati utilizzati elementi finiti tipo “frame”, in quanto i più adatti per schematizzare questo tipo di struttura ed eseguire l’analisi in oggetto.

### 7.1.3 COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni delle sollecitazioni agenti, riassunte nella tabella successiva, sono state effettuate utilizzando la seguente formula:

$$F_d = \gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot (Q_{1k} + \sum \psi_i \cdot Q_{ik})_k$$

	G1	G2	S_terr	S_perm	S_acc	S_idr	inerzie sism	S_terr_sism	S_idr_sism
Coeff. comb. SLU	1.30	1.30	1.30	1.30	1.50	1.30	0.00	0.0	0.0
Coeff. comb. SLV	1	1	1	1	0.2	1	1	1	1
Coeff. comb. SLE	1	1	1	1	1	1	0	0	0

Dove sono stati indicati:

S\_terr = spinta terreno (statica)

S\_perm = sovraccarico permanente (statico)

S\_acc = sovraccarico accidentale (statico)

S\_idr = spinta idraulica (statico) (considerata come azione permanente)

S\_terr\_sism = spinta terreno (sismica)

S\_idr\_sism = spinta idraulica (sismica)

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>115 di 168</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	115 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	115 di 168								

### 7.1.4 ANALISI DELLE SOLLECITAZIONI

Si riportano di seguito le caratteristiche geometriche principali dell'opera utilizzate nei calcoli.

Soletta inferiore :

sezione	100 x 100 cm <sup>2</sup>
copriferro estradosso	4 cm
copriferro intradosso	4 cm

Piedritti :

sezione	100 x 100 cm <sup>2</sup>
copriferro estradosso	4 cm
copriferro intradosso	4 cm

Prima di analizzare le tensioni nelle sezioni significative della struttura, è stata effettuata una verifica di equilibrio globale dell'opera; è stato cioè verificato che la sottospinta idraulica non producesse il sollevamento dell'opera quando questa fosse soggetta all'unico carico verticale del peso proprio.

Peso Proprio:  $PP_{\text{manufatto}} = 16.9 \text{ m}^2 \cdot 1\text{m} \cdot 25 \text{ kN/m}^3 = 422.5 \text{ kN}$

Sottospinta idraulica:  $SW = 2.68\text{m} \cdot 10 \text{ kN/m}^3 \cdot 10.9\text{m} \cdot 1 \text{ m} = 292.1 \text{ kN}$

Si verifica che  $0.9 \cdot PP_{\text{manufatto}} = 380.25 \text{ kN} > 1.1 \cdot SW = 321.3 \text{ kN}$

La verifica risulta soddisfatta con un coefficiente di sicurezza  $F=1.18$ .

Di seguito si riporta la distribuzione di Momento e Taglio sulla struttura (in combinazione SLU, SLE e SLV), la deformata e le relative verifiche nelle sezioni di interesse.

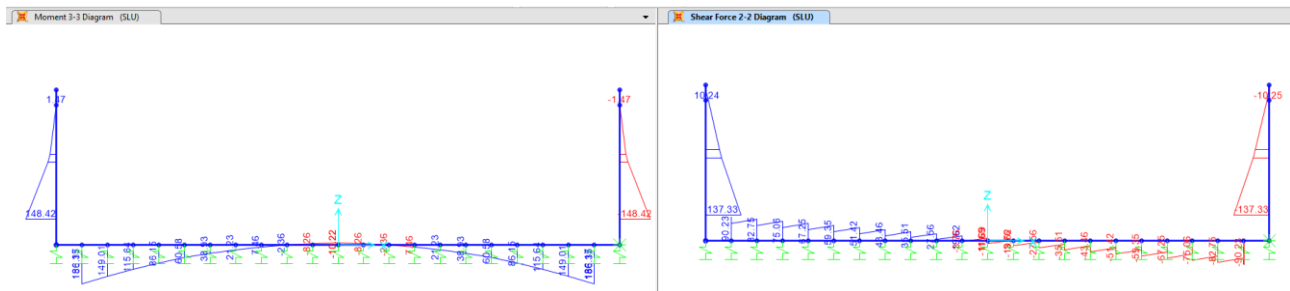


Fig. 64 – Muro ad “U” lato ovest: sezione di calcolo 1 - Momento (kNm) e Taglio (kN) allo SLU

**Opere di sostegno delle rampe: Relazione di  
calcolo**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	116 di 168

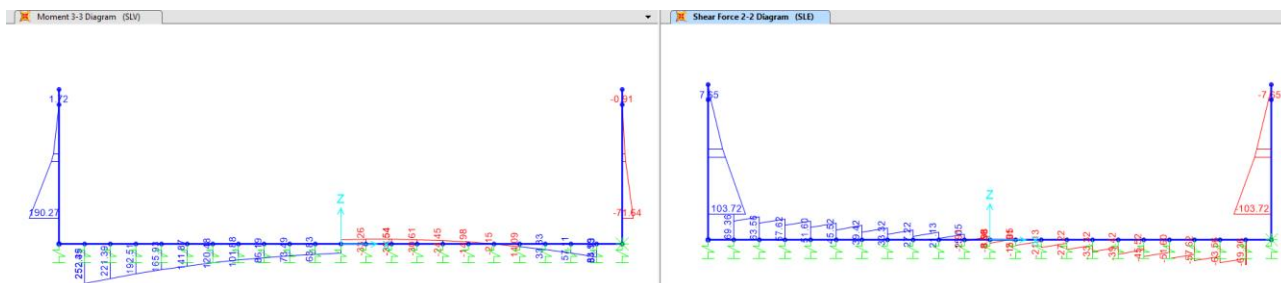


Fig. 65 – Muro ad “U” lato ovest: sezione di calcolo 1 - Momento (kNm) e Taglio (kN) allo SLV

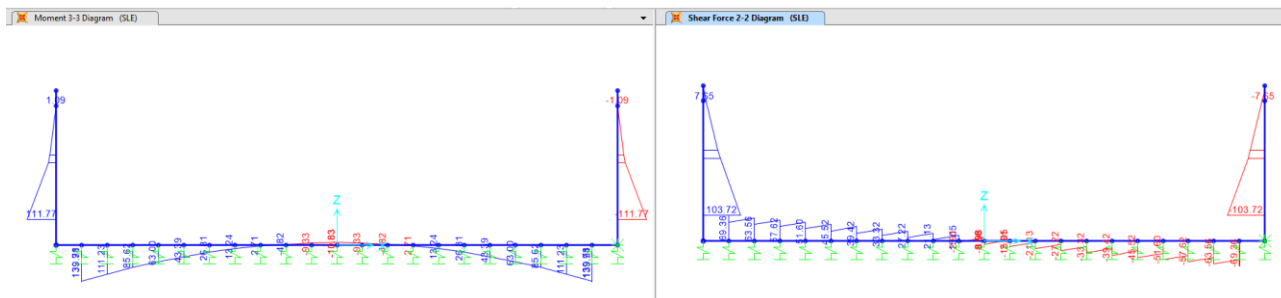


Fig. 66 – Muro ad “U” lato ovest: sezione di calcolo 1 - Momento (kNm) e Taglio (kN) allo SLE

Le sezioni di verifica sono le seguenti:

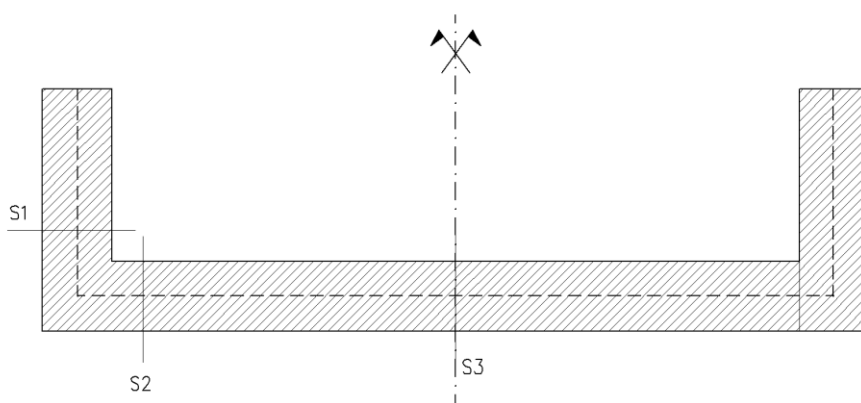


Fig. 67 – Muro ad “U” lato ovest: sezione di calcolo 1 - Sezioni di verifica

Di seguito si riporta la tabella con le sollecitazioni elementari nelle 3 sezioni di verifica del manufatto.



  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo</b>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF1N</td> <td style="text-align: center;">01 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">SL0700 002</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">117 di 168</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	117 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	117 di 168								

	sez base muro – S1				sez esterna fondazione – S2				sez mezzeria fondazione – S3			
	N compr max	N compr min	V	M	N compr max	N compr min	V	M	N compr max	N compr min	V	M
<b>dead</b>	-63	-	0	0	0	0	67	-30	0	0	8.5	-157
<b>pavimentazione</b>	0	-	0	0	0	0	-11	3	0	0	6	15
<b>spinta terreno statica</b>	0	-	25	25	-32	-32	2	39	-32	-32	0	34
<b>sovraccarico permanente statica</b>	0	-	43	53	-51	-51	3	76	-51	-51	0	66
<b>sovraccarico accidentale statica</b>	0	-	13	16	-15	-15	0	22	-15	-15	0	19
<b>spinta idraulica statica</b>	0	-	24	18	-37	-37	0	30	-37	-37	6	13
<b>inerzie sismiche</b>	0	-	12	1	-185	-22	-1	38	-185	-22	-8	44
<b>incremento spinta terreno sismica</b>	0	-	43	51	-54	-54	2	80	-54	-54	9	35
<b>pressione idrodinamica sismica</b>	0	-	8	7	-12	-12	0	12	-12	-12	1	5

Le sollecitazioni combinate risultano essere le seguenti:

	sez base muro – S1				sez esterna fondazione – S2				sez mezzeria fondazione – S3			
	N compr max	N compr min	V	M	N compr max	N compr min	V	M	N compr max	N compr min	V	M
<b>comb statica SLU</b>	-81	-	137	148	-178	-179	78	186	-178	-179	27	-10
<b>comb sismica SLV</b>	-63	-	156	158	-374	-211	61	252	-374	-211	23	58
<b>comb SLE</b>	-63	-	104	112	-135	-135	60	140	-135	-135	21	-11

#### 7.1.4.1 VERIFICHE STRUTTURALI ALLO SLU

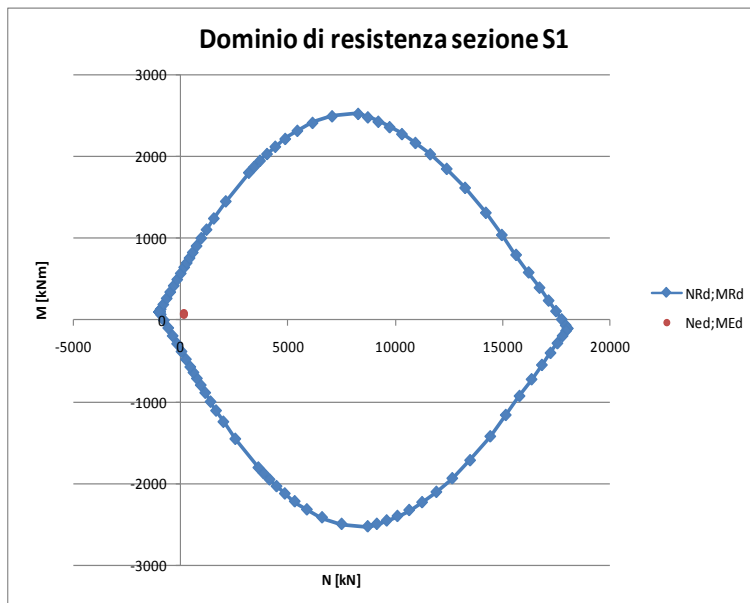
##### SEZIONE S1 - Verifica a pressoflessione

La sezione è armata con barre  $\phi 20$ /passo 20cm in zona tesa e  $\phi 16$ /passo 20cm in zona compressa.

Si riporta il dominio di resistenza della sezione:

Opere di sostegno delle rampe: Relazione di  
calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	118 di 168

**SEZIONE S1 - Verifica a taglio**

Non è necessaria l'armatura a taglio.

**Verifica a taglio per sezioni rettangolari non armate a taglio (D.M. 14/01/2008)**

classe cls	Rck	30	N/mm <sup>2</sup>
resist. Caratteristica cilindrica	ick	25	N/mm <sup>2</sup>
	fd	14	
coeff. parziale	yc	1.5	
larghezza membratura resistente a V	bw	1000	mm
altezza membratura resistente a V	H	950	mm
altezza utile	d	855	mm
area della sezione	Asez	855000	mm <sup>2</sup>
diametro ferro longitudinale teso	φl	20	mm
area armatura	Asl	314.2	mm <sup>2</sup>
	strato	1	
	passo	200	mm
	n <sub>p</sub> /strato	5	
area armatura totale	Af tot	1570.8	mm <sup>2</sup>
percentuale di armatura	pl	0.0018	
sforzo assiale dovuto ai carichi o precompressione	N	62500	N
	σcp	0.07	N/mm <sup>2</sup>
	k	1.48	
	vmin	0.32	
taglio resistente	Vrd1	261	kN
	Vrd2	278	kN
taglio sollecitante fattore di sicurezza per GR (par. 7.9.5.2.2)	Ved	156	kN
	γ <sub>rd</sub>	1	
	Vrd	278	kN
	Ved	<	Vrd

**verifica**

Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	119 di 168

**SEZIONE S1 - Verifica a fessurazione**

Si riportano le sollecitazioni massime allo SLE (comb. rara).

INPUT	
B sez	1000 mm
h sez	950 mm
y ferro	72 mm
Φ (barre)	20 mm
n.barre	5 -
cls C	30 MPa
x AN	227 mm
σs	61 MPa
kt	0.6 -
k1	0.8 -
k2	0.5 -
k3	3.4 -
k4	0.425 -

OUTPUT	
diff. def. armature-cls	
ε sm -ε cm	1.78E-04 -
distanza max fessure	
s r, max	6.01E+02 mm
ampiezza fessure:	
wk	0.1067 mm
LIMITE	0.20 mm
Sez. verificata	

Verifica C.A. S.L.U. - File: sez S1 muro\_basso

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008

Titolo :

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

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	100	1	10.05	4
			2	15.71	96

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 63 kN  
M<sub>xEd</sub> 0 112 kNm  
M<sub>yEd</sub> 0 0

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

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

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

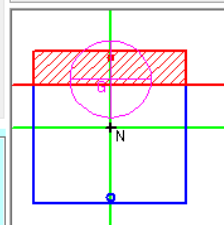
Materiali

B450C		C32/40	
ε <sub>su</sub>	67.5 ‰	ε <sub>c2</sub>	2 ‰
f <sub>yd</sub>	391.3 N/mm²	ε <sub>cu</sub>	3.5 ‰
E <sub>s</sub>	200 000 N/mm²	f <sub>cd</sub>	18.13
E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub>	15	f <sub>cc</sub> /f <sub>cd</sub>	0.8
ε <sub>syd</sub>	1.957 ‰	σ <sub>c,adm</sub>	12.25
σ <sub>s,adm</sub>	255 N/mm²	τ <sub>co</sub>	0.7333
		τ <sub>c1</sub>	2.114

σ<sub>c</sub> -1.26 N/mm²  
σ<sub>s</sub> 60.98 N/mm²  
ε<sub>s</sub> 0.3049 ‰  
d 96 cm  
x 22.72 x/d 0.2366  
δ 0.7358

Verifica N° iterazioni: 5

Precompresso

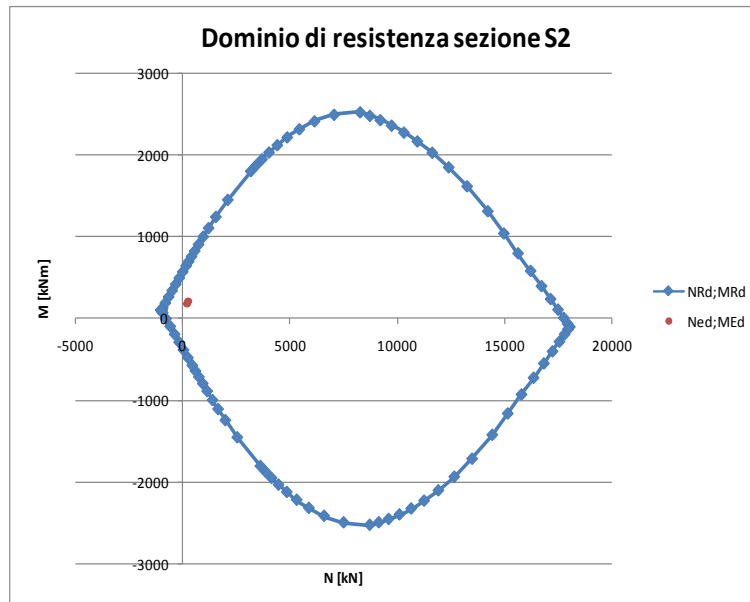


  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo</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>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>120 di 168</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	120 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	120 di 168								

### SEZIONE S2 - Verifica a pressoflessione

La sezione è armata con barre  $\phi 20$ /passo 20cm in zona tesa e  $\phi 16$ /passo 20cm in zona compressa.

Si riporta il dominio di resistenza della sezione:



### SEZIONE S2 - Verifica a taglio

Non è necessaria l'armatura a taglio.

**Verifica a taglio per sezioni rettangolari non armate a taglio (D.M. 14/01/2008)**

classe cls	Rck	37	N/mm <sup>2</sup>
resist. Caratteristica cilindrica	fck	31	N/mm <sup>2</sup>
	fd	17	
coeff. parziale	yc	1.5	
larghezza membratura resistenze a V	bw	1000	mm
altezza membratura resistenze a V	H	950	mm
altezza utile	d	855	mm
area della sezione	Asez	855000	mm <sup>2</sup>
diametro ferro longitudinale teso	$\phi_l$	20	mm
area armatura	Asl	314.2	mm <sup>2</sup>
	strato	1	
	passo	200	mm
	n $\phi$ /strato	5	
area armatura totale	Af tot	1570.8	mm <sup>2</sup>
percentuale di armatura	pl	0.0018	
sforzo assiale dovuto ai carichi o precompressione	N	177850	N
	ocp	0.19	N/mm <sup>2</sup>
	k	1.48	
	vmin	0.35	
taglio resistente	Vrd1	295	kN
	Vrd2	324	kN
taglio sollecitante	Ved	78	kN
fattore di sicurezza per GR (par. 7.9.5.2.2)	$\gamma_{Rd}$	1	
	Vrd	324	kN
	Ved	<	Vrd

**verifica**

Opere di sostegno delle rampe: Relazione di  
calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	121 di 168

**SEZIONE S2 - Verifica a fessurazione**

Si riportano le sollecitazioni massime allo SLE (comb. rara).

INPUT		OUTPUT	
B sez	1000 mm	diff. def. armature-cls	
h sez	950 mm	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	1.78E-04 -
y ferro	72 mm	distanza max fessure	
$\Phi$ (barre)	20 mm	s r, max	6.01E+02 mm
n.barre	5 -	ampiezza fessure:	
cls C	30 MPa	wk	0.1067 mm
x AN	268 mm	LIMITE	0.20 mm
$\sigma_s$	61 MPa		Sez. verificata
kt	0.6 -		
k1	0.8 -		
k2	0.5 -		
k3	3.4 -		
k4	0.425 -		

Verifica C.A. S.L.U. - File: sez S2 fondaz\_basso

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008

Titolo: \_\_\_\_\_

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

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	100	1	10.05	4
			2	15.71	96

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

Sollecitazioni  
 S.L.U.  Metodo n

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

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

Materiali  
 B450C C30/37  
 $\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200 000 N/mm²  $f_{cd}$  17 N/mm²  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  11.5 N/mm²  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{co}$  0.6933 N/mm²  
 $\tau_{c1}$  2.029 N/mm²

$\sigma_c$  -1.575 N/mm²  
 $\sigma_s$  61.08 N/mm²  
 $\epsilon_s$  0.3054 ‰  
 d 96 cm  
 x 26.77 x/d 0.2789  
 $\delta$  0.7886

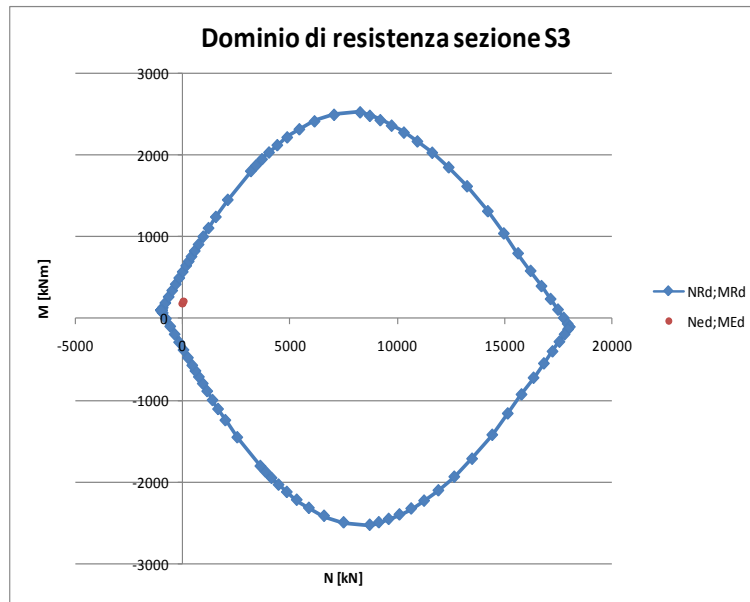
Verifica  
 N° iterazioni: 5  
 Precompresso

   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: 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>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>122 di 168</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	122 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	122 di 168								

### SEZIONE S3 - Verifica a pressoflessione

La sezione è armata con barre  $\phi 20$ /passo 20cm in zona tesa e  $\phi 16$ /passo 20cm in zona compressa.

Si riporta il dominio di resistenza della sezione:



### SEZIONE S3 - Verifica a taglio

Non è necessaria l'armatura a taglio.

**Verifica a taglio per sezioni rettangolari non armate a taglio (D.M. 14/01/2008)**

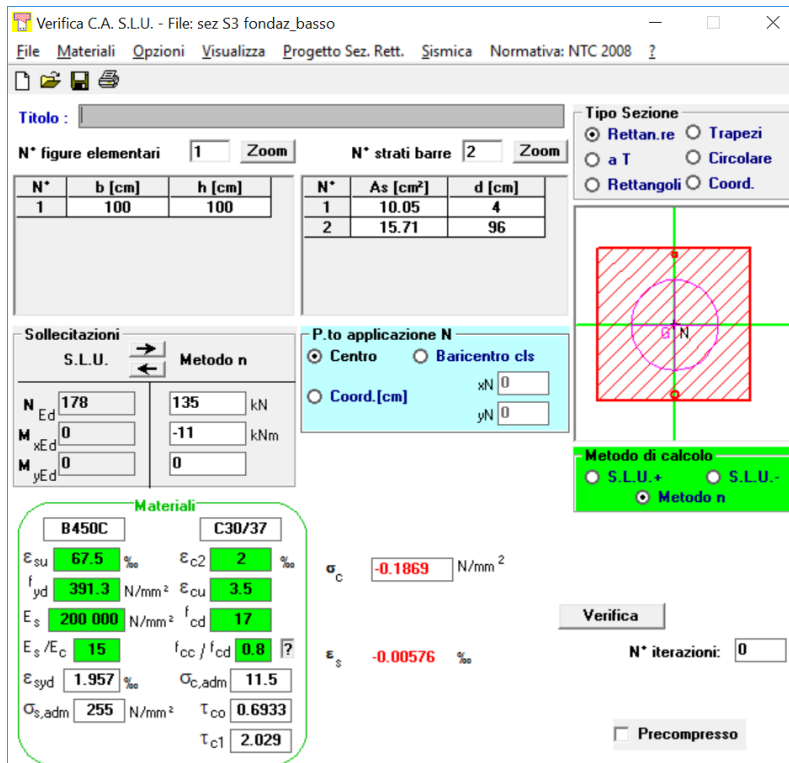
classe cls	Rck	37	N/mm <sup>2</sup>
resist. Caratteristica cilindrica	fck	31	N/mm <sup>2</sup>
	fd	17	
coeff. parziale	yc	1.5	
larghezza membratura resistenze a V	bw	1000	mm
altezza membratura resistenze a V	H	950	mm
altezza utile	d	855	mm
area della sezione	Asez	855000	mm <sup>2</sup>
diametro ferro longitudinale teso	$\phi_l$	20	mm
area armatura	Asl	314.2	mm <sup>2</sup>
	strato	1	
	passo	200	mm
	nd/strato	5	
area armatura totale	Aftot	1570.8	mm <sup>2</sup>
percentuale di armatura	pl	0.0018	
sforzo assiale dovuto ai carichi o precompressione	N	177850	N
	ocp	0.19	N/mm <sup>2</sup>
	k	1.48	
	vmin	0.35	
taglio resistente	Vrd1	295	kN
	Vrd2	324	kN
taglio sollecitante	Ved	27	kN
fattore di sicurezza per GR (par. 7.9.5.2.2)	$\gamma_{Rd}$	1	
	Vrd	324	kN
	Ved	<	Vrd

**verifica**

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: 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>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>123 di 168</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	123 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	123 di 168								

### SEZIONE S3 - Verifica a fessurazione

Si riportano le sollecitazioni massime allo SLE (comb. rara).



**Verifica C.A. S.L.U. - File: sez S3 fondaz\_basso**

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : \_\_\_\_\_

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

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	100	1	10.05	4
			2	15.71	96

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N <sub>Ed</sub>	178	135	kN
M <sub>xEd</sub>	0	-11	kNm
M <sub>yEd</sub>	0	0	

P.to applicazione N: Centro Baricentro cls Coord.[cm]

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

Verifica N° iterazioni: 0

Precompresso

**Materiali**

B450C		C30/37	
$\epsilon_{su}$	67.5 ‰	$\epsilon_{c2}$	2 ‰
$f_{yd}$	391.3 N/mm <sup>2</sup>	$\epsilon_{cu}$	3.5 ‰
$E_s$	200 000 N/mm <sup>2</sup>	$f_{cd}$	17
$E_s/E_c$	15	$f_{cc}/f_{cd}$	0.8
$\epsilon_{syd}$	1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$	11.5
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm <sup>2</sup>	$\tau_{co}$	0.6933
		$\tau_{c1}$	2.029

$\sigma_c$  -0.1869 N/mm<sup>2</sup>

$\epsilon_s$  -0.00576 ‰

La sezione risulta sempre compressa e dunque la verifica soddisfatta.

Opere di sostegno delle rampe: Relazione di  
calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	124 di 168

## 7.2 SEZIONE DI CALCOLO 2

La seconda parte del muro ad “U” presenta soletta di base di spessore pari a 1.0 m e piedritti di spessore 1.0 m con altezza variabile da un minimo di 2.5 m a un massimo di 6.0 m.

La sezione di calcolo 2 fa riferimento ad un'altezza dei piedritti di 6.0 m. La falda è posta ad una quota assoluta di +51.10 m s.l.m., così come risulta dallo schema geotecnico considerato.

Si riporta di seguito la sezione trasversale tipo.

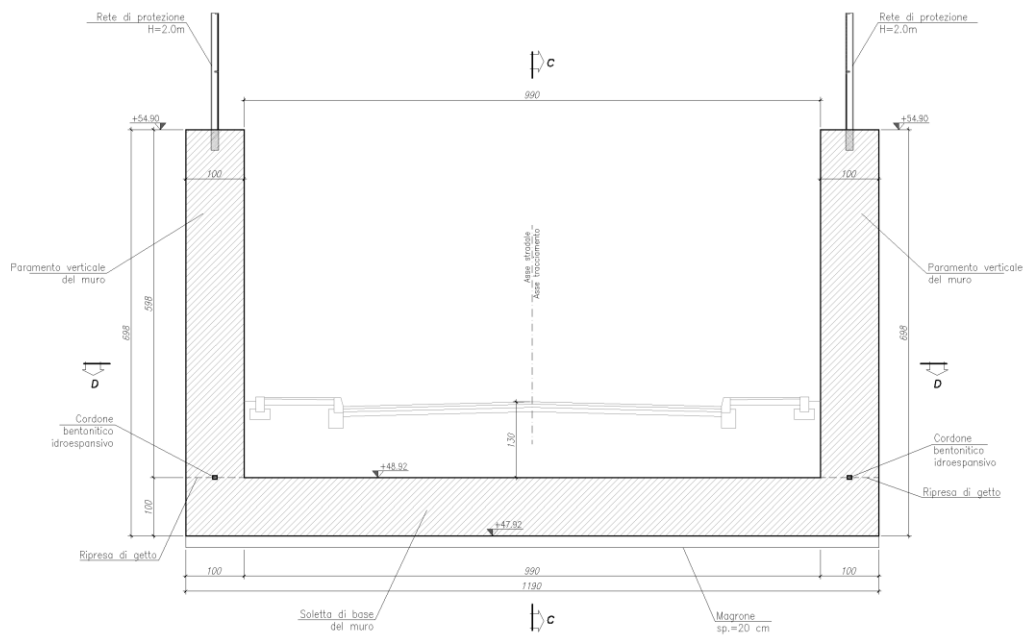


Fig. 68 – Muro ad “U” lato ovest: sezione di calcolo 2



   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>125 di 168</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	125 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	125 di 168								

## 7.2.1 ANALISI DEI CARICHI

I carichi agenti sulla struttura, per metro di manufatto, sono i seguenti:

### Peso proprio

Tutti gli elementi portanti sono realizzati in calcestruzzo armato, con peso specifico pari a:  $\gamma_{cls} = 25 \text{ kN/m}^3$ .

### Carichi permanenti portati

Il carico verticale dovuto al peso della pavimentazione stradale e al sottostante strato di riempimento è:

riempimento (terreno compattato):

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{spessore} = 1.13 \text{ m}$$

$$\text{peso} = 20 \text{ kN/m}^3 \cdot 1.13 \text{ m} = 22.6 \text{ kN/m}$$

pavimentazione:

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{spessore} = 0.17 \text{ m}$$

$$\text{peso} = 20 \text{ kN/m}^3 \cdot 0.17 \text{ m} = 3.4 \text{ kN/m}$$

Ne risulta un carico verticale totale, per metro lineare di manufatto, di 26.0 kN/m.

### Spinta delle terre

Per la determinazione della spinta del terreno a tergo del muro si fanno le seguenti considerazioni:

- ✓ lo scavo è sostenuto inizialmente da palancole sulle quali, grazie alla loro deformabilità, agira la spinta del terreno;
- ✓ una volta realizzato il muro ad U saranno sfilate le palancole e la spinta del terreno sarà trasferita all'opera di sostegno definitiva.

Per il terreno si assumono i seguenti parametri:

$$\gamma = 17 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi' = 30^\circ \text{ (angolo di attrito medio)}$$

Si considera uno stato di spinta a riposo, il cui coefficiente di spinta  $k_0$  è stato calcolato secondo la relazione

$$k_0 = 1 - \text{sen}(\varphi') = 0.5$$

Opere di sostegno delle rampe: Relazione di  
calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	126 di 168

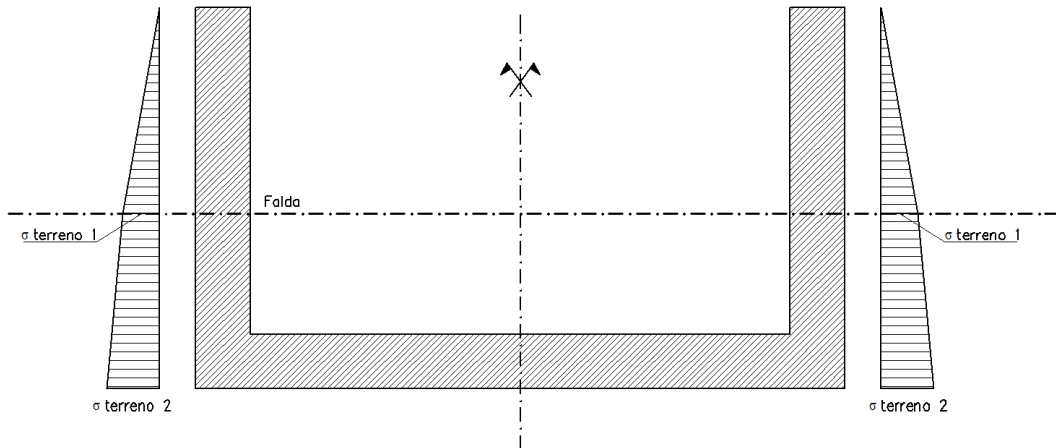


Fig. 69 – Muro ad “U” lato ovest: sezione di calcolo 2 - spinta del terreno

La tensione orizzontale alla quota della falda, per metro lineare di manufatto, risulta:

$$\sigma_{h\_terreno\_1} = \gamma_t \cdot h_{sup} \cdot k_0 = 17 \text{ kN/m}^3 \cdot 3.8\text{m} \cdot 0.5 = 32.3 \text{ kN/m.}$$

La tensione orizzontale massima (alla base della fondazione) , per metro lineare di manufatto, risulta:

$$\sigma_{h\_terreno\_2} = (\gamma_t - \gamma_w) \cdot h_{inf} \cdot k_0 + \sigma_{h\_terreno\_1} = (17-10) \text{ kN/m}^3 \cdot 3.2 \text{ m} \cdot 0.5 + 32.3 \text{ kN/m} = 43.5 \text{ kN/m.}$$

Spinta dell'acqua

Essendo il livello della falda (+51.10 m.s.l.m.) più elevato del piano di posa del manufatto, questo, supponendo che in condizioni di lungo termine l'acqua riesca a filtrare all'interno dello strato di jet grouting, riceverà una spinta orizzontale ed una verticale diretta verso l'alto come illustrato in figura.

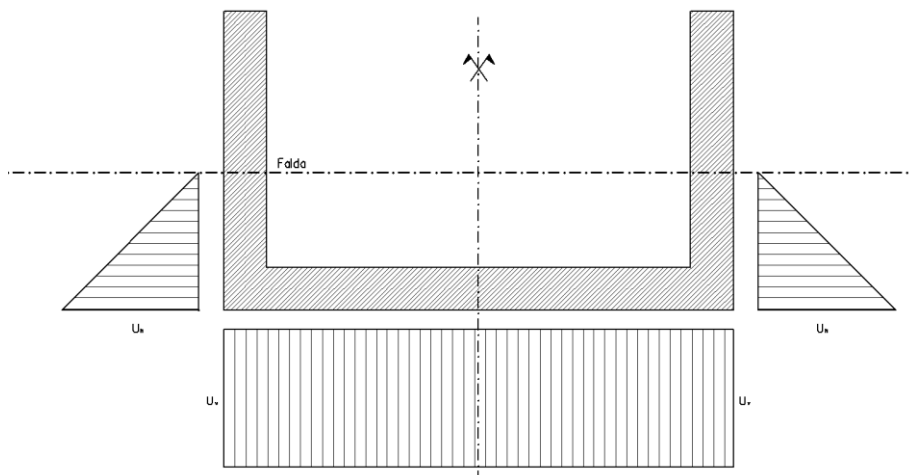


Fig. 70 – Muro ad “U” lato ovest: sezione di calcolo 2 - spinta dell'acqua

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>127 di 168</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	127 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	127 di 168								

Avremo pertanto, con i simboli adottati in figura, le seguenti spinte (per metro lineare di manufatto):

$$U_v = U_h = h_w \cdot \gamma_w = 3.2\text{m} \cdot 10\text{kN/m}^3 = 32.0 \text{ kN/m}$$

### Sovraccarico accidentale

Verrà considerato, esternamente allo scavo, un carico accidentale uniformemente distribuito pari a  $10 \text{ kN/m}^2$  allo scopo di rappresentare il peso di macchinari durante la realizzazione dell'opera; tale carico, in virtù del coefficiente di spinta  $K_0 = 0.5$ , produrrà una spinta orizzontale, per metro lineare di manufatto, uniformemente distribuita sui piedritti pari a:

$$q_{\text{sovr\_acc}} = q_{\text{acc}} \cdot K_0 = 10 \text{ kN/m}^2 \cdot 0.5 = 5.0 \text{ kN/m}$$

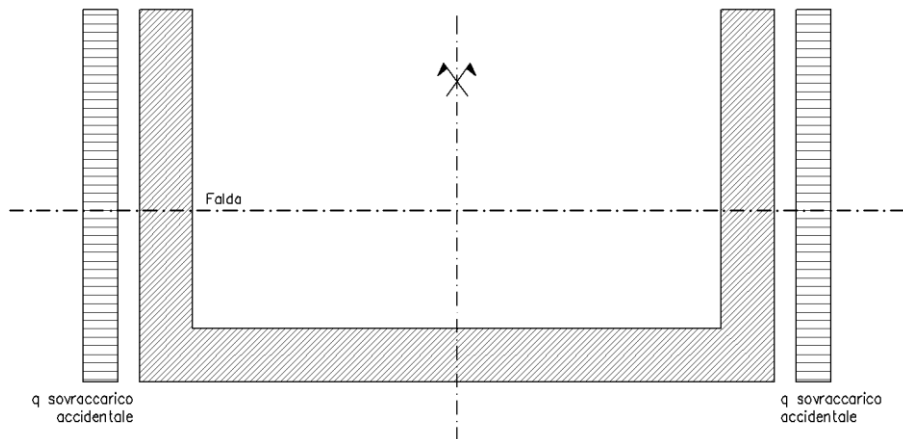


Fig. 71 – Muro ad “U” lato ovest: sezione di calcolo 2 - spintasovraccarico accidentale

### Spinta del terreno in fase sismica

Secondo la teoria di Wood, si considera un incremento di spinta sismica del terreno  $\Delta S$  costante su tutta l'altezza dei piedritti (per metro lineare di manufatto):

$$a_g = 0.213g$$

$$S_T = 1.381$$

$$S_s = 1$$

$$k_h = S_s \cdot S_T \cdot a_g/g = 0.2942$$

$$\Delta S = k_h \cdot \gamma_t \cdot H = 0.2942 \cdot 17 \text{ KN/m}^3 \cdot 7 \text{ m} = 35.0 \text{ kN/m}$$

### Forze sismiche dovute alle masse inerziali

Si considerano delle forze orizzontali dovute alle masse inerziali dei piedritti, della fondazione del manufatto e del compattato+pavimentazione, applicate ai baricentri di ogni elemento, calcolate nel seguente modo:

$$F_{\text{muro}} = k_h \cdot V_{\text{muro}} \cdot \gamma_{\text{cls}} = 0.2942 \cdot 6 \text{ m}^3 \cdot 25 \text{ kN/m}^3 = 44.1 \text{ kN (per ogni piedritto)}$$

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>128 di 168</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	128 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	128 di 168								

$$F_{\text{fondazione}} = kh \cdot V_{\text{fondazione}} \cdot \gamma_{\text{cls}} = 0.2942 \cdot 12\text{m}^3 \cdot 25 \text{ kN/m}^3 = 87.5 \text{ kN}$$

$$F_{\text{comp+pavim}} = kh \cdot V_{\text{compattato+pavim}} \cdot \gamma_{\text{cls}} = 0.2942 \cdot 12.9\text{m}^3 \cdot 20 \text{ kN/m}^3 = 75.7 \text{ kN}$$

$$M_{\text{comp+pavim}} = F_{\text{comp+pavim}} \cdot b = 75.7 \text{ kN} \cdot 1.15\text{m} = 87.1 \text{ kNm}$$

### Sovraspinta idraulica

Ai sensi dell'EN 1998 – parte 5, si considera il seguente incremento della spinta idraulica, in fase sismica:

$$q = \pm 7/8 \cdot k_n \cdot \gamma_w \cdot \sqrt{(h_w \cdot z)}$$

Alla base della fondazione si ha una pressione  $q = \pm 8.24 \text{ kN/m}$

## 7.2.2 DESCRIZIONE DEL MODELLO AGLI ELEMENTI FINITI

La struttura è stata analizzata mediante apposito modello matematico agli elementi finiti (E.F.).

Il calcolo è stato effettuato, per ragioni di semplicità ed in favore di sicurezza, considerando una striscia di 1m del manufatto e schematizzandola come un telaio piano: la soletta e i piedritti sono stati modellati con elementi trave, posti lungo la linea media ed aventi lunghezza rispettivamente 10.90 m e 6.5 m e spessore 1 m.

Per quanto riguarda i vincoli esterni, si sono utilizzate delle molle (springs) applicate sotto la soletta di fondazione per riprodurre l'interazione con il terreno. La costante di Winkler in direzione verticale è stata assunta pari a 10000  $\text{kN/m}^3$ .

La figura di seguito mostra la modellazione del manufatto e la discretizzazione della soletta per l'applicazione delle molle:

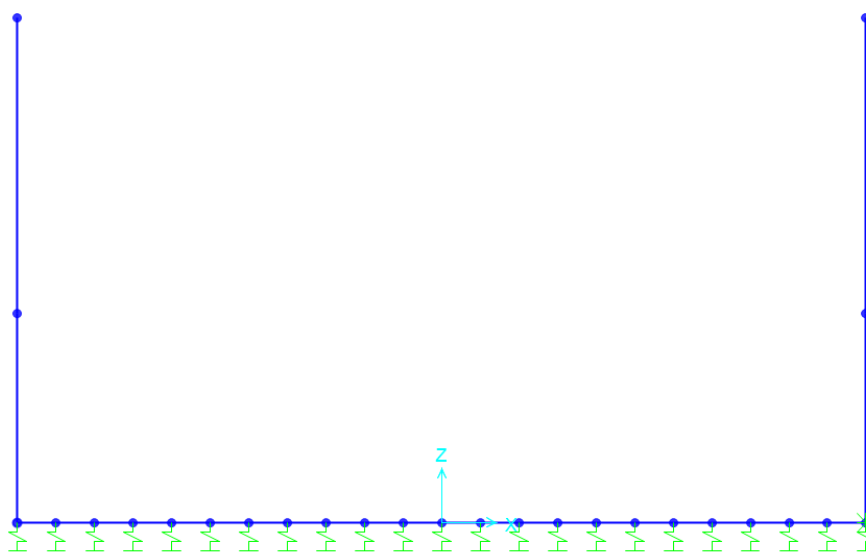


Fig. 72 – Muro ad “U” lato ovest: sezione di calcolo 2 – modello agli E.F.

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: 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>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>129 di 168</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	129 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	129 di 168								

Le molle sono state posizionate con interasse di 0.5 m, perciò, considerando una fascia di manufatto di profondità 1m, la rigidità assegnata nel modello è pari a 5000 kN/m.

Il riferimento globale del modello è una terna cartesiana destrorsa con l'asse Z verticale e l'asse X nel piano del modello.

Le analisi delle sollecitazioni eseguite sono state condotte mediante apposito modello matematico agli elementi finiti (E.F.). Tale modello è stato realizzato ed analizzato con l'ausilio del programma SAP2000© della CSI® Inc., con successiva elaborazione dei dati di output mediante l'utilizzo del foglio elettronico EXCEL© della Microsoft.

Tra i diversi elementi finiti disponibili nel programma di calcolo per analisi FEM, sono stati utilizzati elementi finiti tipo "frame", in quanto i più adatti per schematizzare questo tipo di struttura ed eseguire l'analisi in oggetto.

### 7.2.3 COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni delle sollecitazioni agenti, riassunte nella tabella successiva, sono state effettuate utilizzando la seguente formula:

$$F_d = \gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot (Q_{1k} + \sum \psi_i \cdot Q_{ik})_k$$

	G1	G2	S_terr	S_perm	S_acc	S_idr	inerzie sism	S_terr_sism	S_idr_sism
Coeff. comb. SLU	1.30	1.30	1.30	1.30	1.50	1.30	0.00	0.0	0.0
Coeff. comb. SLV	1	1	1	1	0.2	1	1	1	1
Coeff. comb. SLE	1	1	1	1	1	1	0	0	0

Dove sono stati indicati:

S\_terr = spinta terreno (statica)

S\_perm = sovraccarico permanente (statico)

S\_acc = sovraccarico accidentale (statico)

S\_idr = spinta idraulica (statico) (considerata come azione permanente)

S\_terr\_sism = spinta terreno (sismica)

S\_idr\_sism = spinta idraulica (sismica)

### 7.2.4 ANALISI DELLE SOLLECITAZIONI

Si riportano di seguito le caratteristiche geometriche principali dell'opera utilizzate nei calcoli.

#### Soletta inferiore :

sezione 100 x 100 cm<sup>2</sup>

copriferro estradosso 4 cm

copriferro intradosso 4 cm

#### Piedritti :

sezione 100 x 100 cm<sup>2</sup>

copriferro estradosso 4 cm

copriferro intradosso 4 cm

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>130 di 168</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	130 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	130 di 168								

Prima di analizzare le tensioni nelle sezioni significative della struttura, è stata effettuata una verifica di equilibrio globale dell'opera; è stato cioè verificato che la sottospinta idraulica non producesse il sollevamento dell'opera quando questa fosse soggetta all'unico carico verticale del peso proprio.

Peso Proprio:  $PP_{\text{manufatto}} = 23.9 \text{ m}^2 \cdot 1 \text{ m} \cdot 25 \text{ kN/m}^3 = 597.5 \text{ kN}$

Sottospinta idraulica:  $S_W = 3.2 \text{ m} \cdot 10 \text{ kN/m}^3 \cdot 10.9 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} = 348.8 \text{ kN}$

Si verifica che  $0.9 \cdot PP_{\text{manufatto}} = 537.75 \text{ kN} > 1.1 \cdot S_W = 383.7 \text{ kN}$

La verifica risulta soddisfatta con un coefficiente di sicurezza  $F=1.40$ .

oooo

Di seguito si riporta la distribuzione di Momento e Taglio sulla struttura (in combinazione SLU, SLE e SLV), la deformata e le relative verifiche nelle sezioni di interesse.

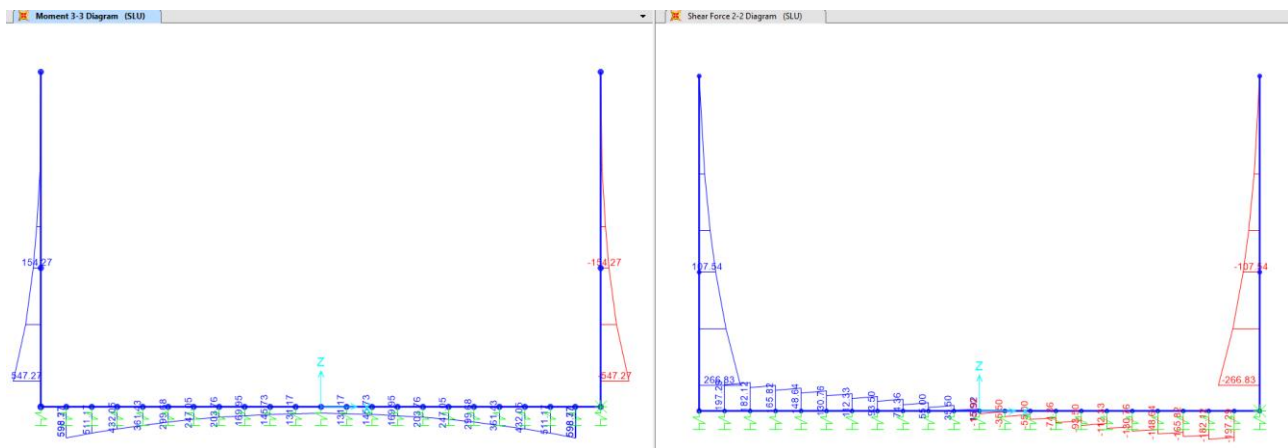


Fig. 73 – Muro ad “U” lato ovest: sezione di calcolo 2 - Momento (kNm) e Taglio (kN) allo SLU

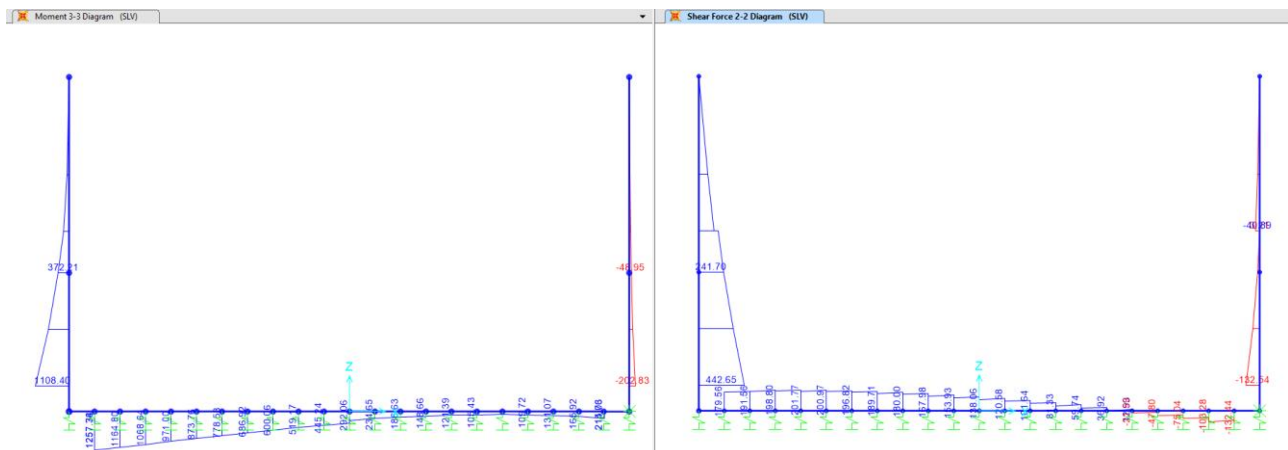


Fig. 74 – Muro ad “U” lato ovest: sezione di calcolo 2 - Momento (kNm) e Taglio (kN) allo SLV

Opere di sostegno delle rampe: Relazione di  
calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	131 di 168

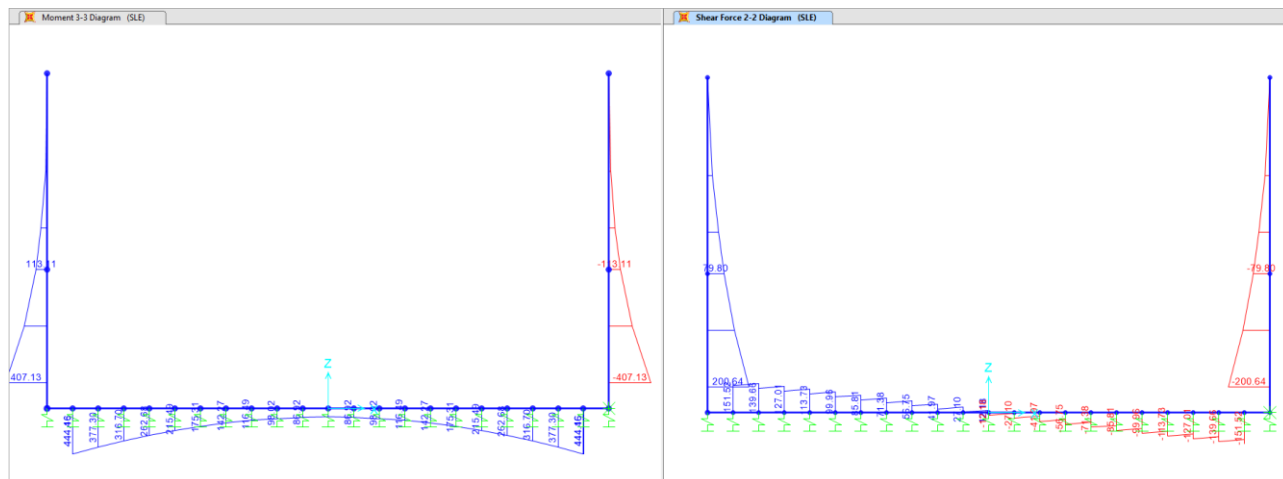


Fig. 75 – Muro ad “U” lato ovest: sezione di calcolo 2 - Momento (kNm) e Taglio (kN) allo SLE

Le sezioni di verifica sono le seguenti:

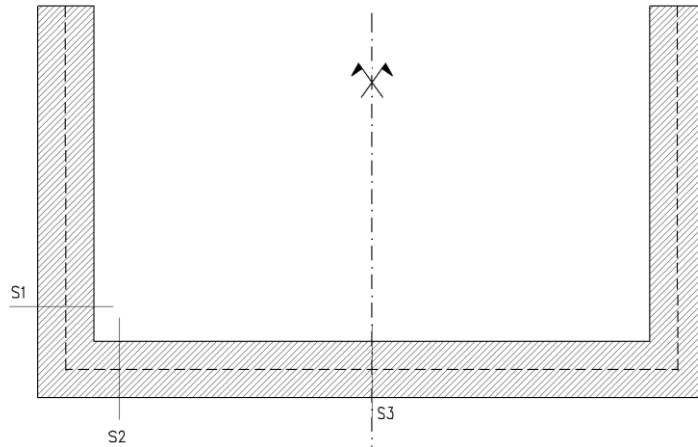


Fig. 76 – Muro ad “U” lato ovest: sezione di calcolo 2 - Sezioni di verifica

Di seguito si riporta la tabella con le sollecitazioni elementari nelle 3 sezioni di verifica del manufatto.

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF1N</td> <td style="text-align: center;">01 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">SL0700 002</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">132 di 168</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	132 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	132 di 168								

	sez base muro – S1				sez esterna fondazione – S2				sez mezzeria fondazione – S3			
	N compr max	N compr min	V	M	N compr max	N compr min	V	M	N compr max	N compr min	V	M
<b>dead</b>	-150	-	0	0	0	0	144	-68.2	0	0	11.4	-357
<b>pavimentazione</b>	0	-	0	0	0	0	11	3	0	0	6	15
<b>spinta terreno statica</b>	0	-	142	296	-163	-163	14	370	-163	-163	1.6	319
<b>sovraccarico permanente statica</b>	0	-	30	90	-33	-33	4	105	-33	-33	0	90
<b>sovraccarico accidentale statica</b>	0	-	29	21	-43	-43	15	35	-43	-43	8	15
<b>spinta idraulica statica</b>	0	-	44	132	-207	-44	6	152	-207	-44	28	44
<b>inerzie sismiche</b>	0	-	209	631	-228	64	23	728	-228	-228	96	317
<b>incremento spinta terreno sismica</b>	0	-	12	11	-16	-16	1	18	-16	-16	2	8
<b>pressione idrodinamica sismica</b>	-150	-	0	0	0	0	144	-68.2	0	0	11.4	-357

Le sollecitazioni combinate risultano essere le seguenti:

	sez base muro – S1				sez esterna fondazione – S2				sez mezzeria fondazione – S3			
	N compr max	N compr min	V	M	N compr max	N compr min	V	M	N compr max	N compr min	V	M
<b>comb statica SLU</b>	-195	-	267	548	-317	-317	245	598	-317	-317	35	125
<b>comb sismica SLV</b>	-150	-	441	1110	-664	-209	214	1258	-664	-501	153	379
<b>comb SLE</b>	-150	-	201	407	-239	-239	188	444	-239	-239	27	82

#### 7.2.4.1 VERIFICHE STRUTTURALI ALLO SLU

##### SEZIONE S1 - Verifica a pressoflessione

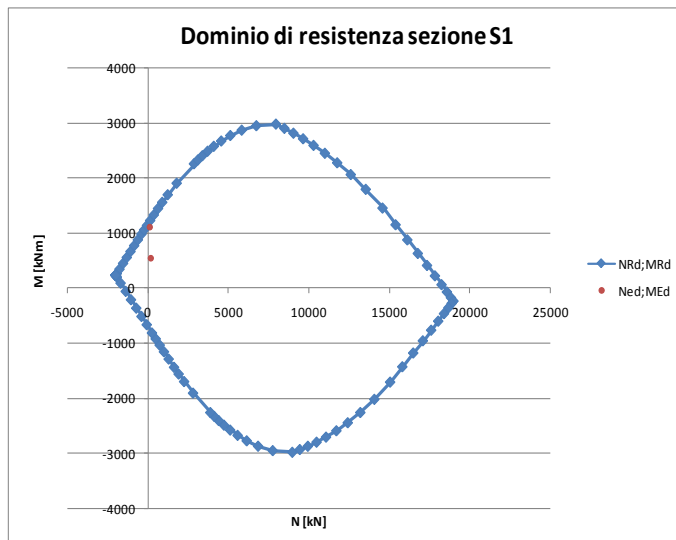
La sezione è armata con barre  $\phi 26$ /passo 15cm in zona tesa e  $\phi 20$ /passo 15cm in zona compressa.

Si riporta il dominio di resistenza della sezione:



Opere di sostegno delle rampe: Relazione di  
calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	133 di 168

**SEZIONE S1 - Verifica a taglio**

Non è necessaria l'armatura a taglio.

**Verifica a taglio per sezioni rettangolari non armate a taglio (D.M. 14/01/2008)**

classe cls	Rck	30	N/mm <sup>2</sup>
resist. Caratteristica cilindrica	fck	25	N/mm <sup>2</sup>
	fd	14	
coeff. parziale	yc	1.5	
larghezza membratura resistente a V	bw	1000	mm
altezza membratura resistente a V	H	950	mm
altezza utile	d	855	mm
area della sezione	Asez	855000	mm <sup>2</sup>
diametro ferro longitudinale teso	φl	28	mm
area armatura	Asl	530.9	mm <sup>2</sup>
	strato	1	
	passo	150	mm
	n <sub>l</sub> /strato	7	
area armatura totale	Af tot	3539.5	mm <sup>2</sup>
percentuale di armatura	pl	0.0041	
sforzo assiale dovuto ai carichi o precompressione	N	149960	N
	ocp	0.16	N/mm <sup>2</sup>
	k	1.48	
	vmin	0.32	
taglio resistente	Vrd1	352	kN
	Vrd2	290	kN
taglio sollecitante	Ved	245	kN
fattore di sicurezza per GR (par. 7.9.5.2.2)	γ <sub>Rd</sub>	1	
	Vrd	352	kN
	Ved	<	Vrd

**verifica**

Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	134 di 168

**SEZIONE S1 - Verifica a fessurazione**

Si riportano le sollecitazioni massime allo SLE (comb. rara).

INPUT	
B sez	1000 mm
h sez	950 mm
y ferro	78 mm
Φ (barre)	26 mm
n.barre	6.67 -
cls C	30 MPa
x AN	277 mm
σs	123.6 MPa
kt	0.6 -
k1	0.8 -
k2	0.5 -
k3	3.4 -
k4	0.425 -

OUTPUT	
diff. def. armature-ds	
ε sm -ε cm	3.60E-04 -
distanza max fessure	
s r, max	4.65E+02 mm
ampiezza fessure:	
wk	0.1672 mm
LIMITE	0.20 mm
Sez. verificata	

Verifica C.A. S.L.U. - File: sez S1 muro\_alto

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008

Titolo: \_\_\_\_\_

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

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	100	1	18.85	4
			2	31.86	96

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N <sub>Ed</sub>	150	150	kN
M <sub>xEd</sub>	0	407	kNm
M <sub>yEd</sub>	0	0	

P.to applicazione N

Centro  Baricentro cls

Coord.[cm] xN 0 yN 0

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

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

Materiali

B450C		C30/37	
ε <sub>su</sub>	67.5	ε <sub>c2</sub>	2
f <sub>yd</sub>	391.3	ε <sub>cu</sub>	3.5
E <sub>s</sub>	200 000	f <sub>cd</sub>	17
E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub>	15	f <sub>cc</sub> /f <sub>cd</sub>	0.8
ε <sub>syd</sub>	1.957	σ <sub>c,adm</sub>	11.5
σ <sub>s,adm</sub>	255	τ <sub>co</sub>	0.6933
		τ <sub>c1</sub>	2.029

σ<sub>c</sub> -3.342 N/mm<sup>2</sup>

σ<sub>s</sub> 123.6 N/mm<sup>2</sup>

ε<sub>s</sub> 0.6179 ‰

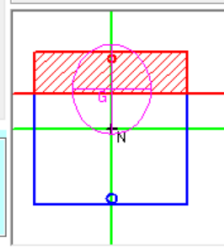
d 96 cm

x 27.7 x/d 0.2886

δ 0.8007

Verifica N° iterazioni: 4

Precompresso

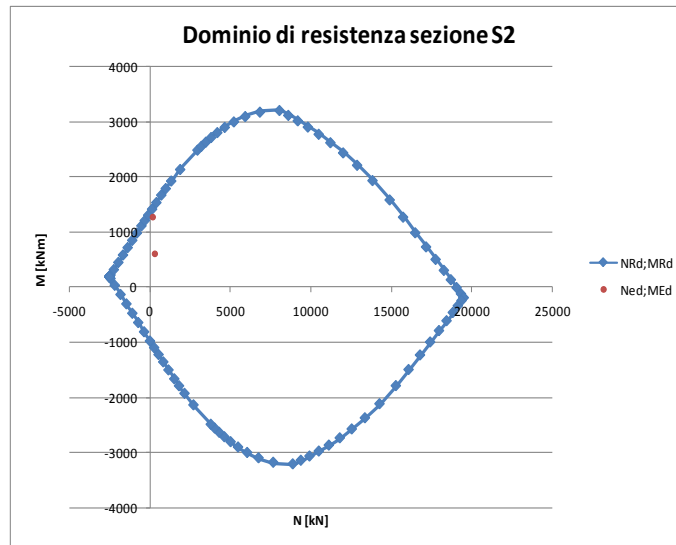


   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo</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>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>135 di 168</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	135 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	135 di 168								

### SEZIONE S2 - Verifica a pressoflessione

La sezione è armata con barre  $\phi 26$ /passo 15cm in zona tesa e  $\phi 22$ /passo 15cm in zona compressa.

Si riporta il dominio di resistenza della sezione:



### SEZIONE S2 - Verifica a taglio

Non è necessaria l'armatura a taglio.

**Verifica a taglio per sezioni rettangolari non armate a taglio (D.M. 14/01/2008)**

classe cls	Rck	37	N/mm <sup>2</sup>
resist. Caratteristica cilindrica	fck	31	N/mm <sup>2</sup>
	fcld	17	
coeff. parziale	$\gamma_c$	1.5	
larghezza membratura resistente a V	bw	1000	mm
altezza membratura resistente a V	H	950	mm
altezza utile	d	855	mm
area della sezione	Asez	855000	mm <sup>2</sup>
diametro ferro longitudinale teso	$\phi_l$	26	mm
area armatura	Asl	530.9	mm <sup>2</sup>
	strato	1	
	passo	150	mm
	n $\phi$ /strato	7	
area armatura totale	Af tot	3539.5	mm <sup>2</sup>
percentuale di armatura	pl	0.0041	
sforzo assiale dovuto ai carichi o precompressione	N	317330	N
	$\sigma_{cp}$	0.33	N/mm <sup>2</sup>
	k	1.48	
	vmin	0.35	
taglio resistente	Vrd1	398	kN
	Vrd2	343	kN
taglio sollecitante fattore di sicurezza per GR (par. 7.9.5.2.2)	Ved	245	kN
	$\gamma_{Rd}$	1	
	Vrd	398	kN
	Ved	<	Vrd

**verifica**

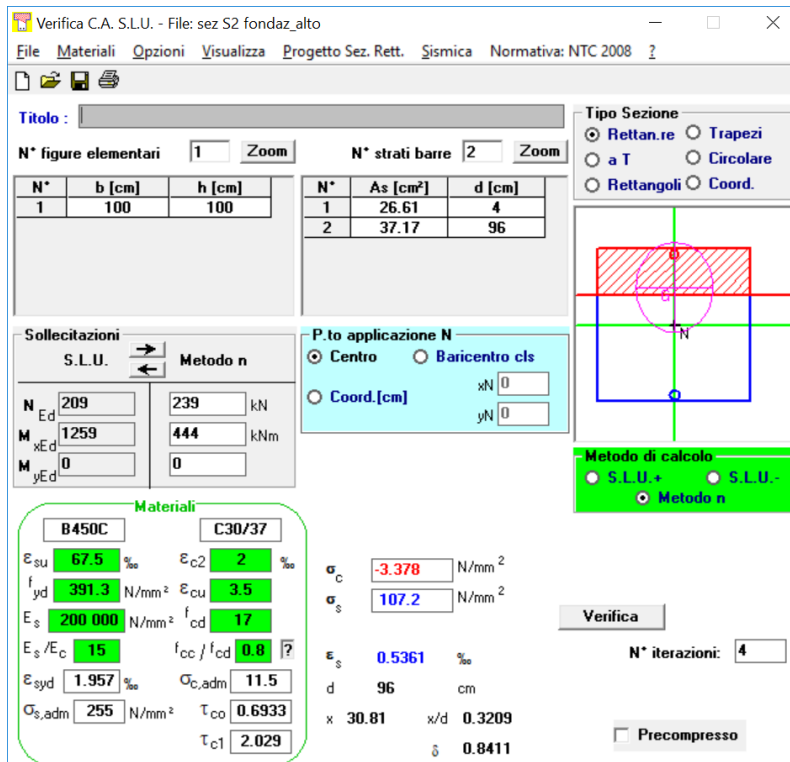
  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo</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>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>136 di 168</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	136 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	136 di 168								

**SEZIONE S2 - Verifica a fessurazione**

Si riportano le sollecitazioni massime allo SLE (comb. rara).

INPUT	
B sez	1000 mm
h sez	950 mm
y ferro	78 mm
Φ (barre)	26 mm
n.barre	6.67 -
cls C	30 MPa
x AN	308 mm
σs	107 MPa
kt	0.6 -
k1	0.8 -
k2	0.5 -
k3	3.4 -
k4	0.425 -

OUTPUT	
diff. def. armature-ds	
ε sm -ε cm	3.12E-04 -
distanza max fessure	
s r, max	4.65E+02 mm
ampiezza fessure:	
wk	0.1448 mm
LIMITE	0.20 mm
Sez. verificata	



The screenshot shows the software interface for 'Verifica C.A. S.L.U. - File: sez S2 fondaz\_alto'. The interface includes a menu bar, a toolbar, and several panels:

- Titolo:** A text input field.
- N° figure elementari:** 1 (Zoom)
- N° strati barre:** 2 (Zoom)
- Table of reinforcement data:**

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	100	1	26.61	4
			2	37.17	96
- Sollecitazioni:** S.L.U. Metodo n.
 

N <sub>Ed</sub>	209	239	kN
M <sub>xEd</sub>	1259	444	kNm
M <sub>yEd</sub>	0	0	
- P.to applicazione N:** Centro (selected), Baricentro cls, Coord.[cm]. xN: 0, yN: 0.
- Tipo Sezione:** Rettan.re (selected), Trapezi, a T, Circolare, Rettangoli, Coord.
- Metodo di calcolo:** S.L.U.+ (selected), S.L.U.-, Metodo n.
- Materiali:**
  - B450C: E<sub>su</sub> 67.5%, f<sub>yd</sub> 391.3 N/mm², E<sub>s</sub> 200 000 N/mm², E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15, ε<sub>syd</sub> 1.957%, σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm²
  - C30/37: E<sub>c2</sub> 2%, ε<sub>cu</sub> 3.5, f<sub>cd</sub> 17, f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0.8, σ<sub>c,adm</sub> 11.5, τ<sub>co</sub> 0.6933, τ<sub>c1</sub> 2.029
- Stress and Strain:**
  - σ<sub>c</sub>: -3.378 N/mm²
  - σ<sub>s</sub>: 107.2 N/mm²
  - ε<sub>s</sub>: 0.5361%
  - d: 96 cm
  - x: 30.81, x/d: 0.3209
  - δ: 0.8411
- Verifica:** N° iterazioni: 4. Precompresso checkbox.

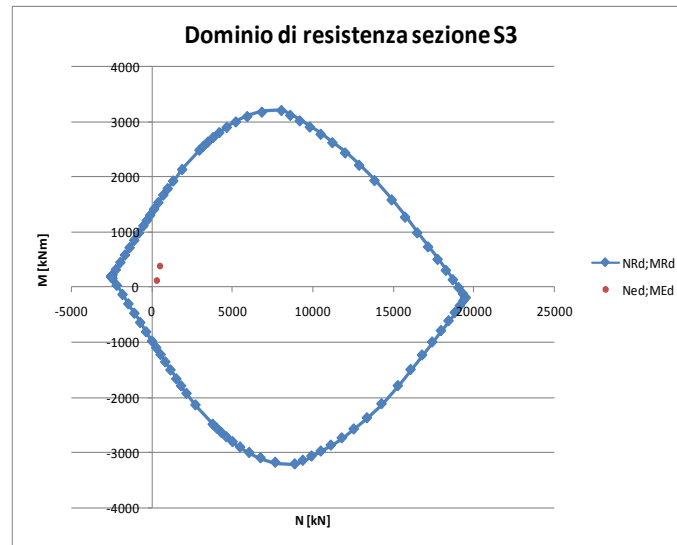
Opere di sostegno delle rampe: Relazione di  
calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	137 di 168

**SEZIONE S3 - Verifica a pressoflessione**

La sezione è armata con barre  $\phi 24$ /passo 15cm in zona tesa e  $\phi 22$ /passo 15cm in zona compressa.

Si riporta il dominio di resistenza della sezione:

**SEZIONE S3 - Verifica a taglio**

Non è necessaria l'armatura a taglio.

**Verifica a taglio per sezioni rettangolari non armate a taglio (D.M. 14/01/2008)**

classe cls	Rck	37	N/mm <sup>2</sup>
resist. Caratteristica cilindrica	fck	31	N/mm <sup>2</sup>
	fd	17	
coeff. parziale	yc	1.5	
larghezza membratura resistente a V	bw	1000	mm
altezza membratura resistente a V	H	950	mm
altezza utile	d	855	mm
area della sezione	Asez	855000	mm <sup>2</sup>
diametro ferro longitudinale teso	φl	26	mm
area armatura	Asl	530.9	mm <sup>2</sup>
	strato	1	
	passo	150	mm
	n <sub>p</sub> /strato	7	
area armatura totale	Af tot	3539.5	mm <sup>2</sup>
percentuale di armatura	pl	0.0041	
sforzo assiale dovuto ai carichi o precompressione	N	500600	N
	ocp	0.53	N/mm <sup>2</sup>
	k	1.48	
	vmin	0.35	
taglio resistente	Vrd1	423	kN
	Vrd2	367	kN
taglio sollecitante	Ved	153	kN
fattore di sicurezza per GR (par. 7.9.5.2.2)	γ <sub>Rd</sub>	1	
	Vrd	423	kN
	Ved	<	Vrd

**verifica**

Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	138 di 168

**SEZIONE S3 - Verifica a fessurazione**

Si riportano le sollecitazioni massime allo SLE (comb. rara).

INPUT		OUTPUT	
B sez	1000 mm	diff. def. armature-ds	
h sez	950 mm	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	1.17E-05 -
y ferro	76 mm	distanza max fessure	
$\Phi$ (barre)	24 mm	s r, max	3.41E+02 mm
n.barre	6.67 -	ampiezza fessure:	
cls C	30 MPa	wk	0.0040 mm
x AN	676 mm	LIMITE	0.20 mm
$\sigma_s$	4 MPa		
kt	0.6 -		
k1	0.8 -		
k2	0.5 -		
k3	3.4 -		
k4	0.425 -		
			Sez. verificata

Verifica C.A. S.L.U. - File: sez S3 fondaz\_alto

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008

Titolo: \_\_\_\_\_

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

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	100	1	26.61	4
			2	37.17	96

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N <sub>Ed</sub>	501	239	kN
M <sub>xEd</sub>	379	82	kNm
M <sub>yEd</sub>	0	0	

P.to applicazione N

Centro  Baricentro cls

Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo Sezione

Rettan.re  Trapezi

a T  Circolare

Rettangoli  Coord.

Metodo di calcolo

S.L.U.+  S.L.U.-

Metodo n

Verifica

N° iterazioni: 4

Precompresso

Materiali

B450C C30/37

$\epsilon_{su}$	67.5	%	$\epsilon_{c2}$	2	%
$f_{yd}$	391.3	N/mm <sup>2</sup>	$\epsilon_{cu}$	3.5	
$E_s$	200 000	N/mm <sup>2</sup>	$f_{cd}$	17	
$E_s/E_c$	15		$f_{cc}/f_{cd}$	0.8	?
$\epsilon_{syd}$	1.957	%	$\sigma_{c,adm}$	11.5	
$\sigma_{s,adm}$	255	N/mm <sup>2</sup>	$\tau_{co}$	0.6933	
			$\tau_{c1}$	2.029	

$\sigma_c$  -0.6784 N/mm<sup>2</sup>

$\sigma_s$  4.268 N/mm<sup>2</sup>

$\epsilon_s$  0.02134 %

d 96 cm

x 67.63 x/d 0.7045

$\delta$  1

   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Opere di sostegno delle rampe: 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>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>SL0700 002</td> <td>B</td> <td>139 di 168</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	139 di 168
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	139 di 168								

## 8 INCIDENZE ARMATURE

Di seguito si riportano le incidenze di armatura per gli elementi strutturali che compongono l'opera.

Elemento strutturale	Incidenza
Diaframmi	190 kg/mc
Cordolo diaframmi	100 kg/mc
Soletta superiore	160 kg/mc
Muro ad “U” interno ai diaframmi (soletta inferiore e fodera)	150 kg/mc
Muro ad “U” lato ovest	150 kg/mc

Opere di sostegno delle rampe: Relazione di  
calcolo

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

IF1N

01 E ZZ

CL

SL0700 002

B

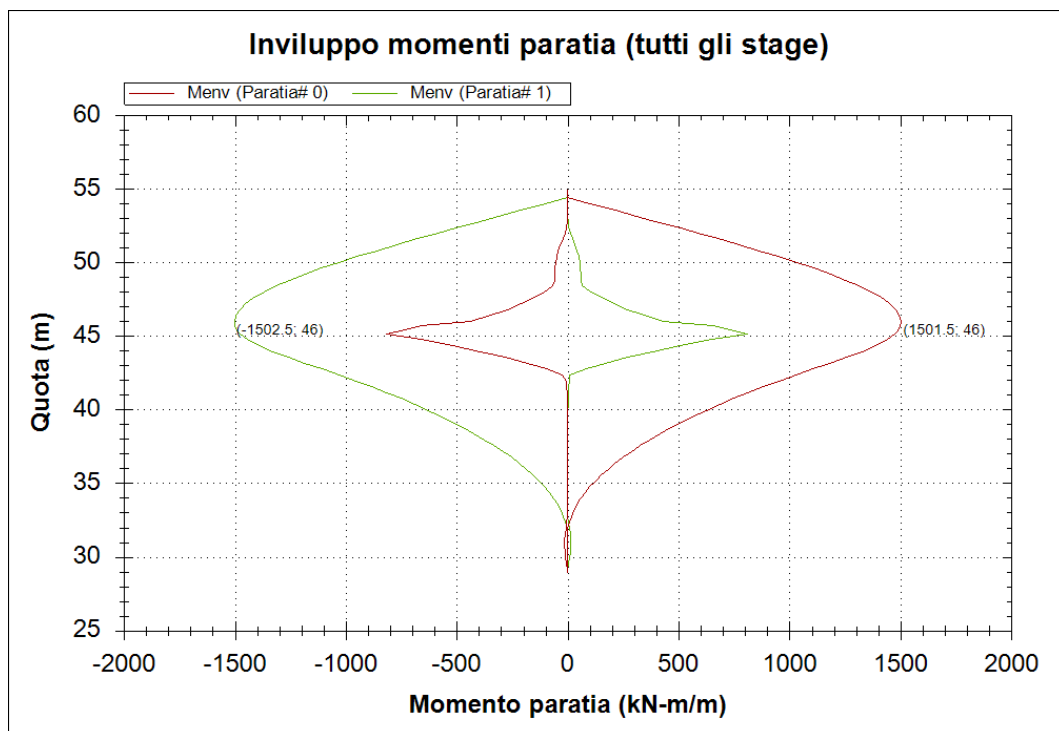
140 di 168

## 9 APPENDICE – DIAGRAMMI DI OUTPUT

### 9.1 MODELLO DI CALCOLO 1

#### 9.1.1 DIAFRAMMI

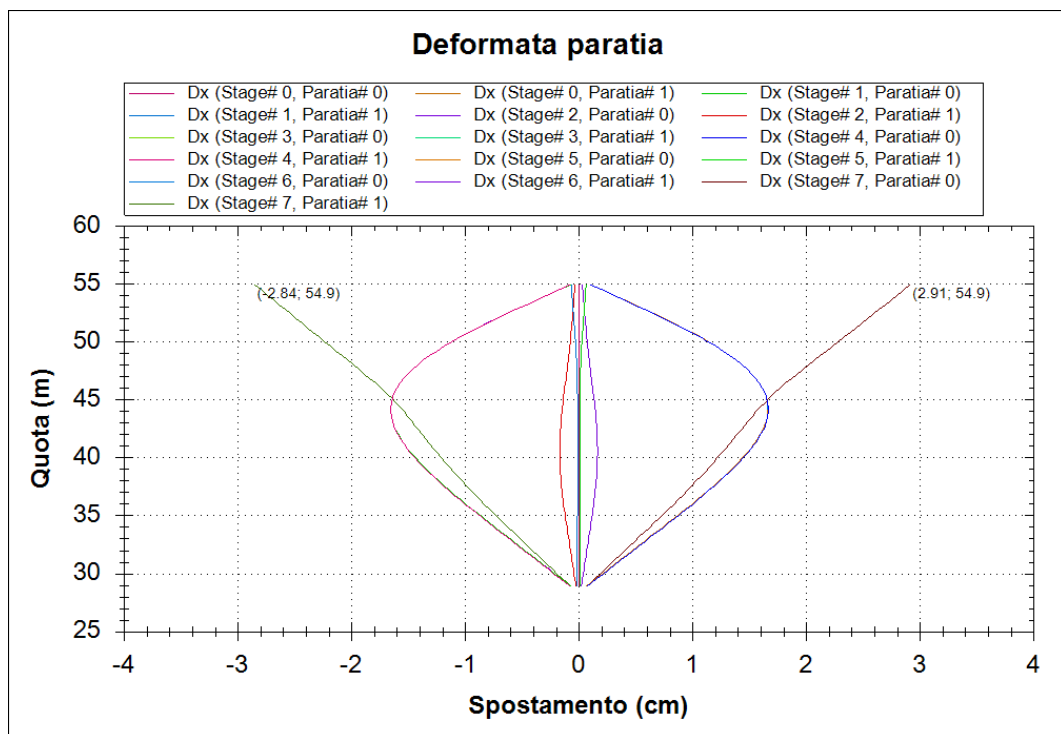
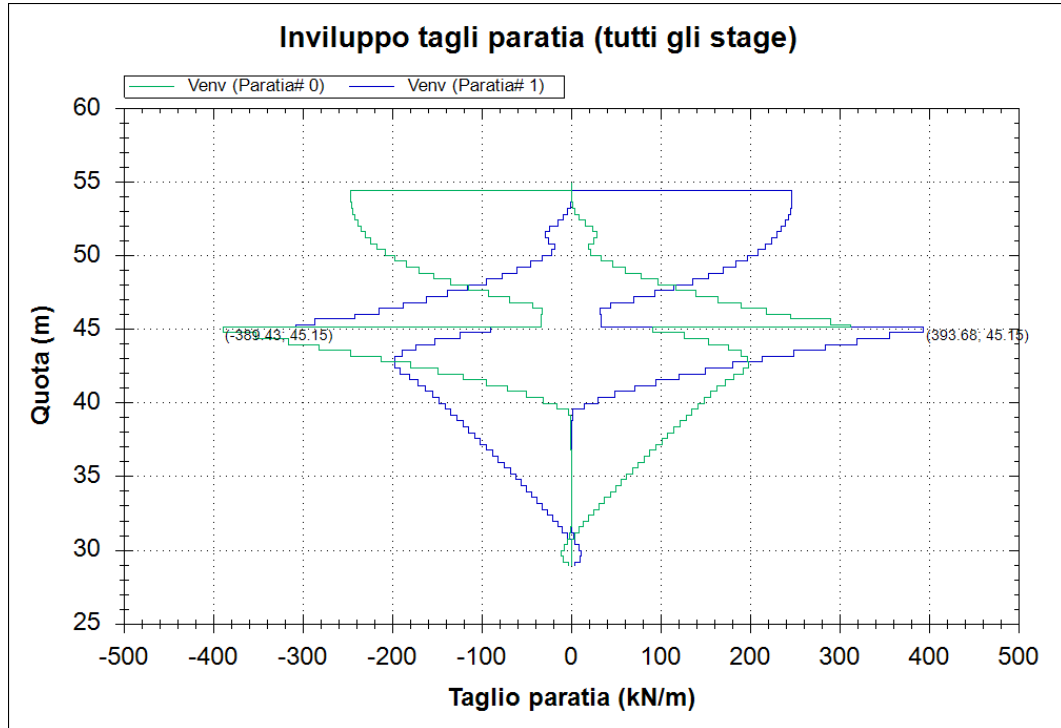
##### SLE





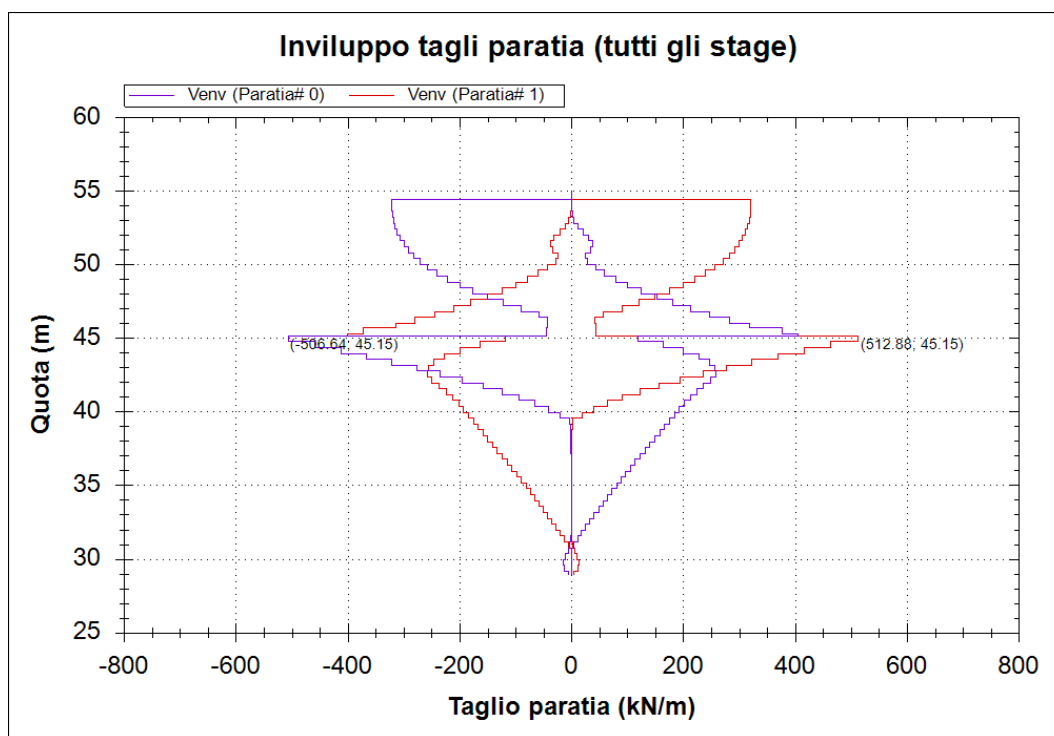
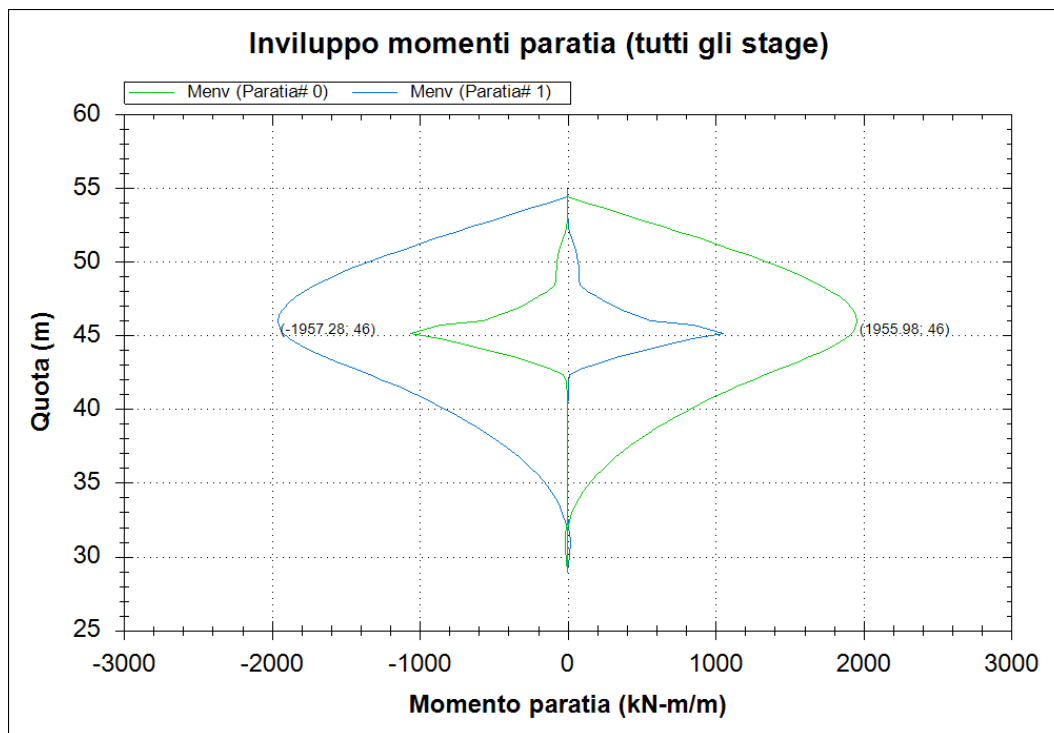
Opere di sostegno delle rampe: Relazione di  
calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	141 di 168



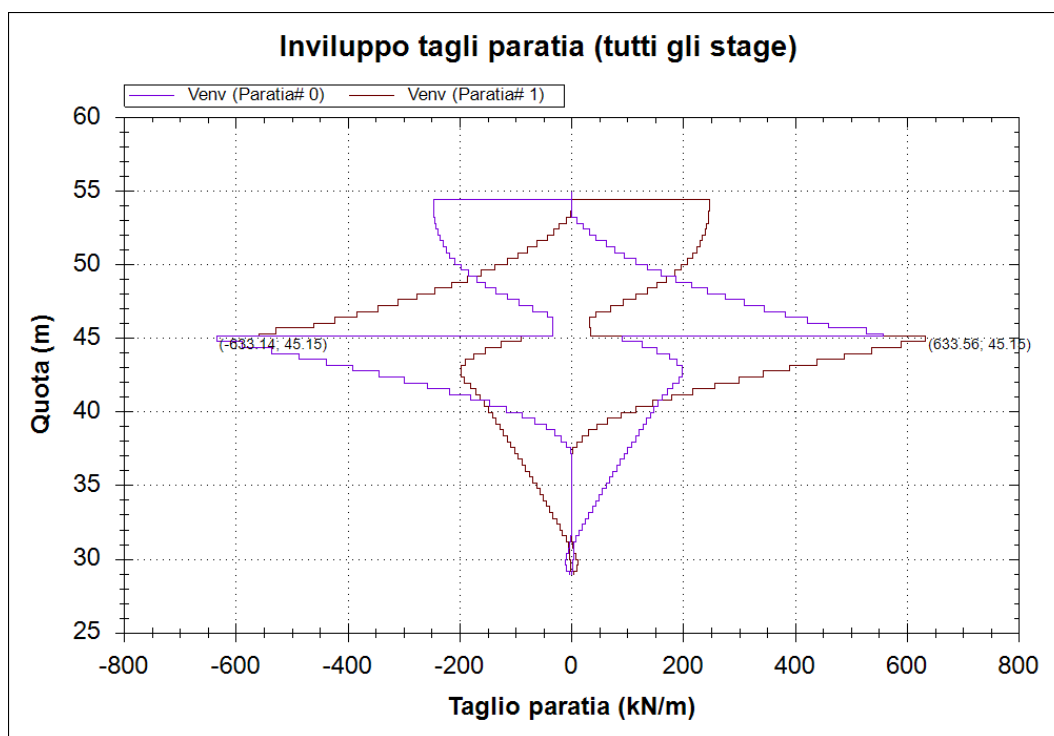
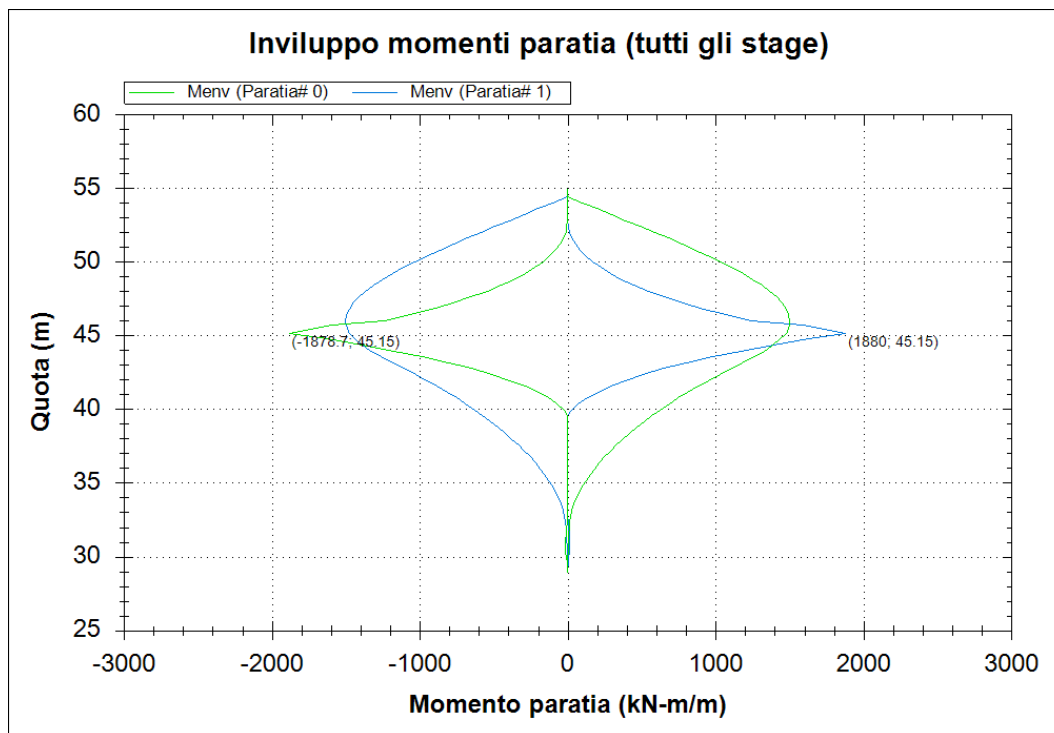
Opere di sostegno delle rampe: Relazione di  
calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	142 di 168

**SLU – A1+M1+R1**

Opere di sostegno delle rampe: Relazione di  
calcolo

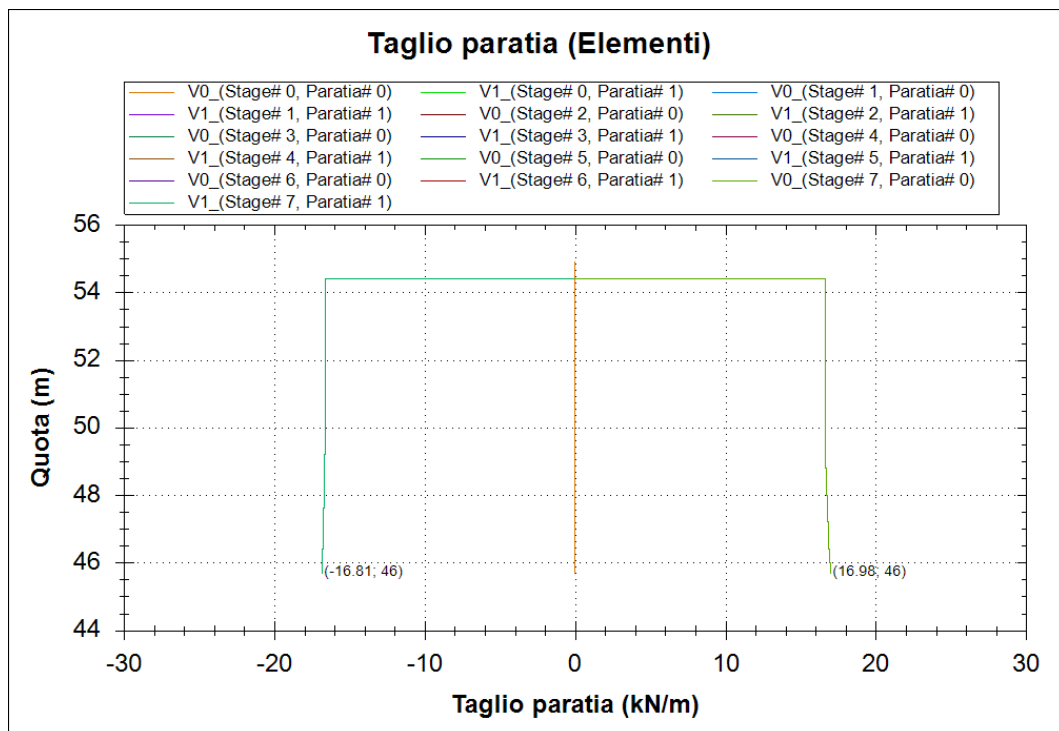
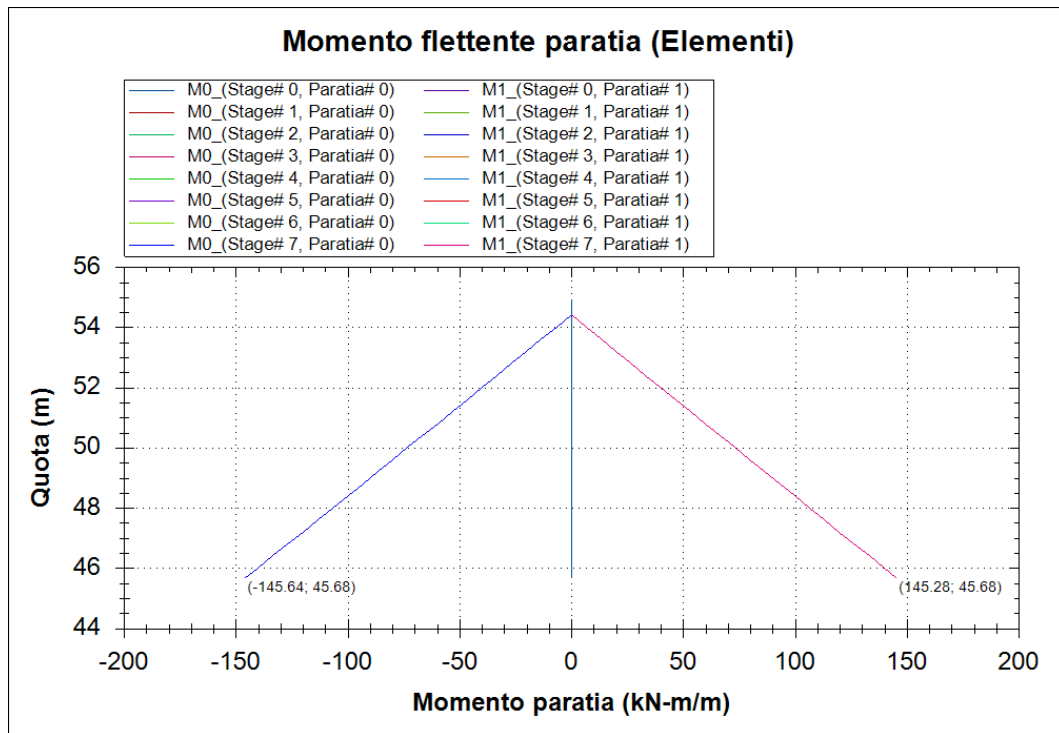
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	143 di 168

SLV

Opere di sostegno delle rampe: Relazione di  
calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	144 di 168

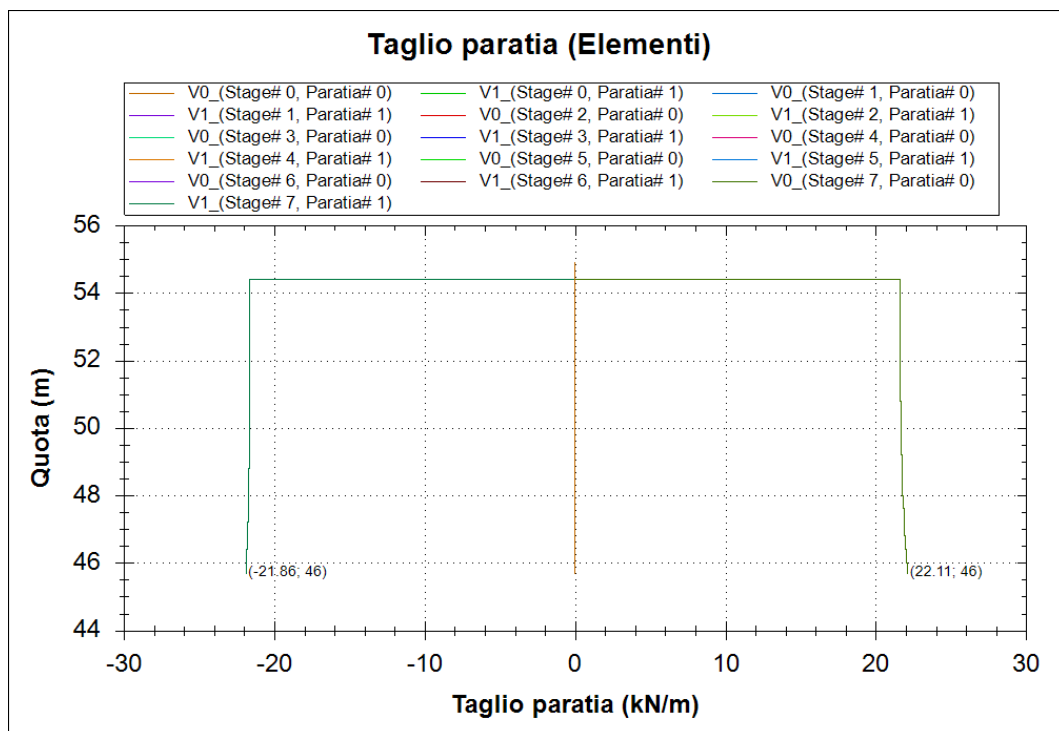
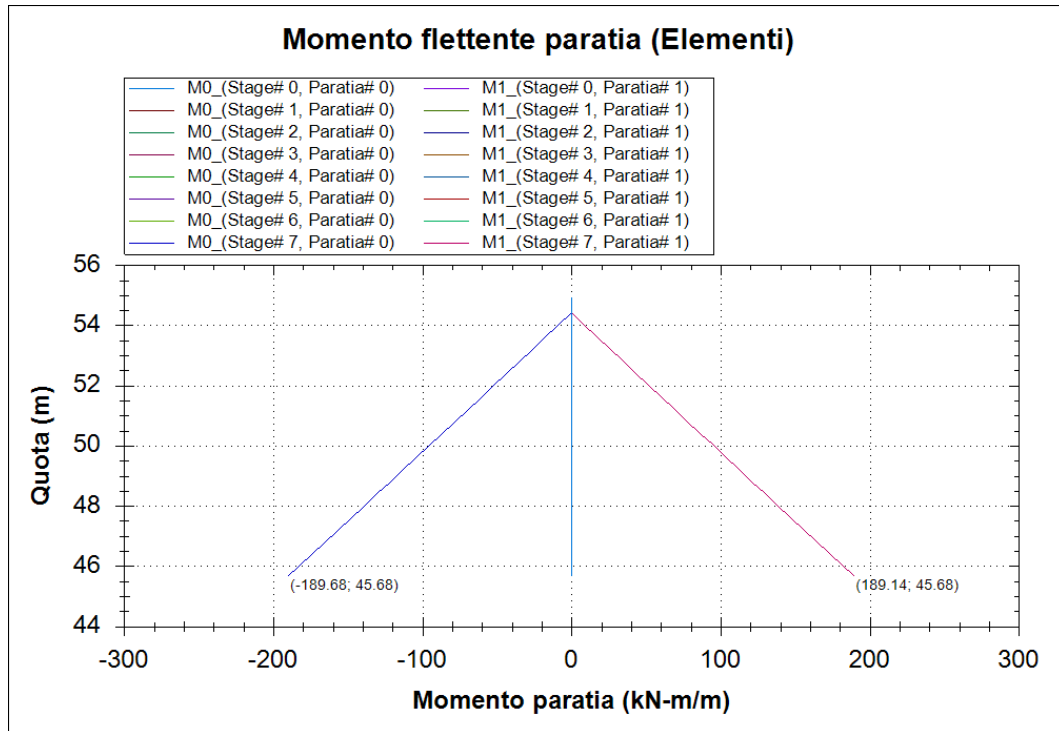
## 9.1.2 FODERA INTERNA

SLE

Opere di sostegno delle rampe: Relazione di  
calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	145 di 168

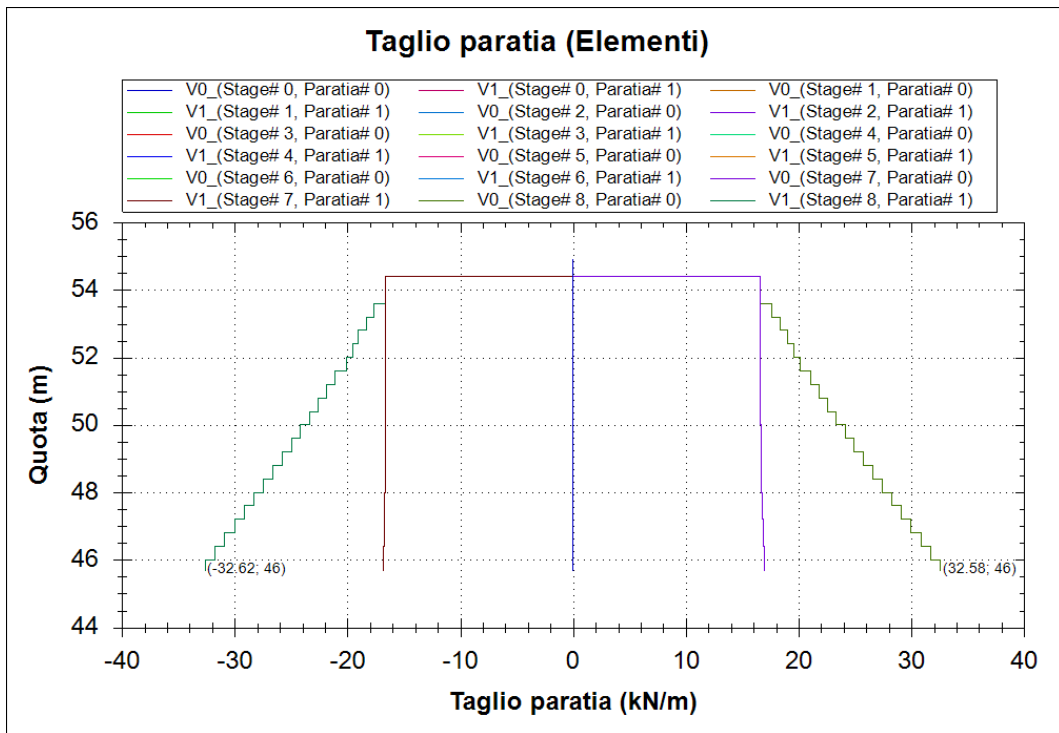
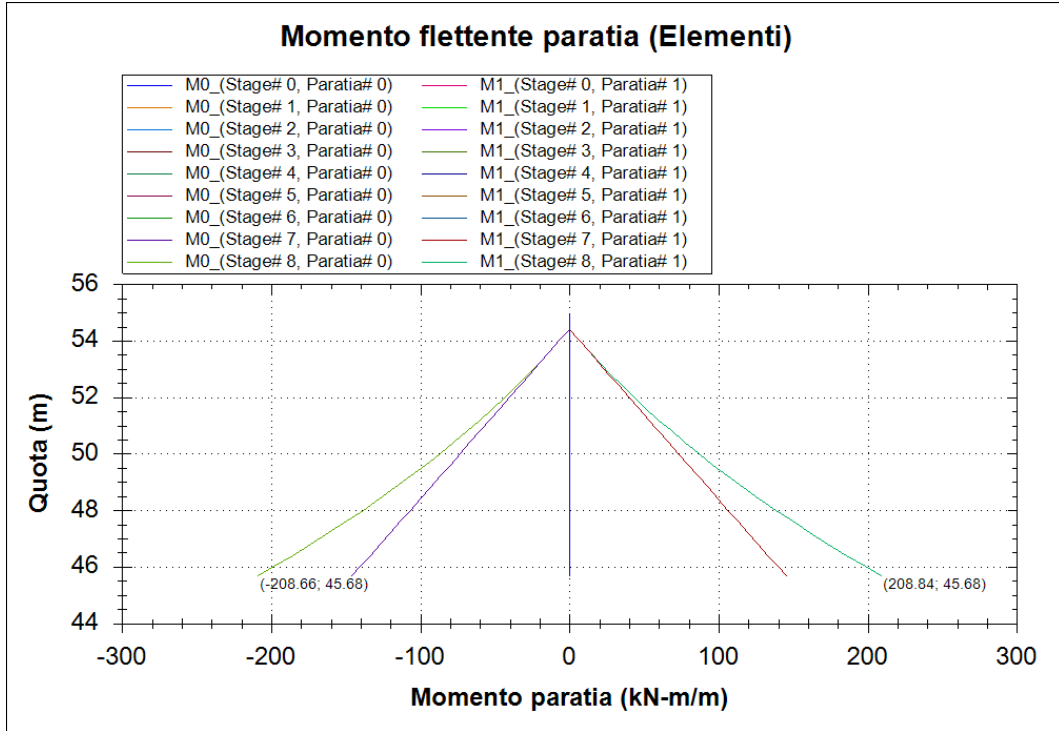
### SLU – A1+M1+R1



Opere di sostegno delle rampe: Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	146 di 168

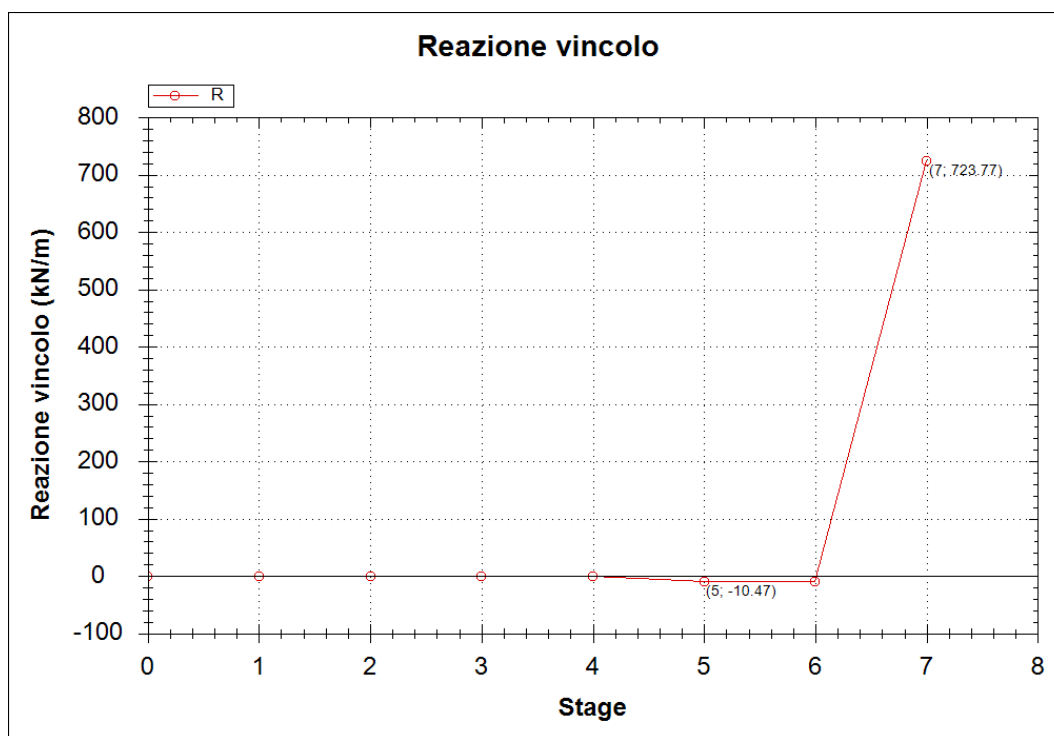
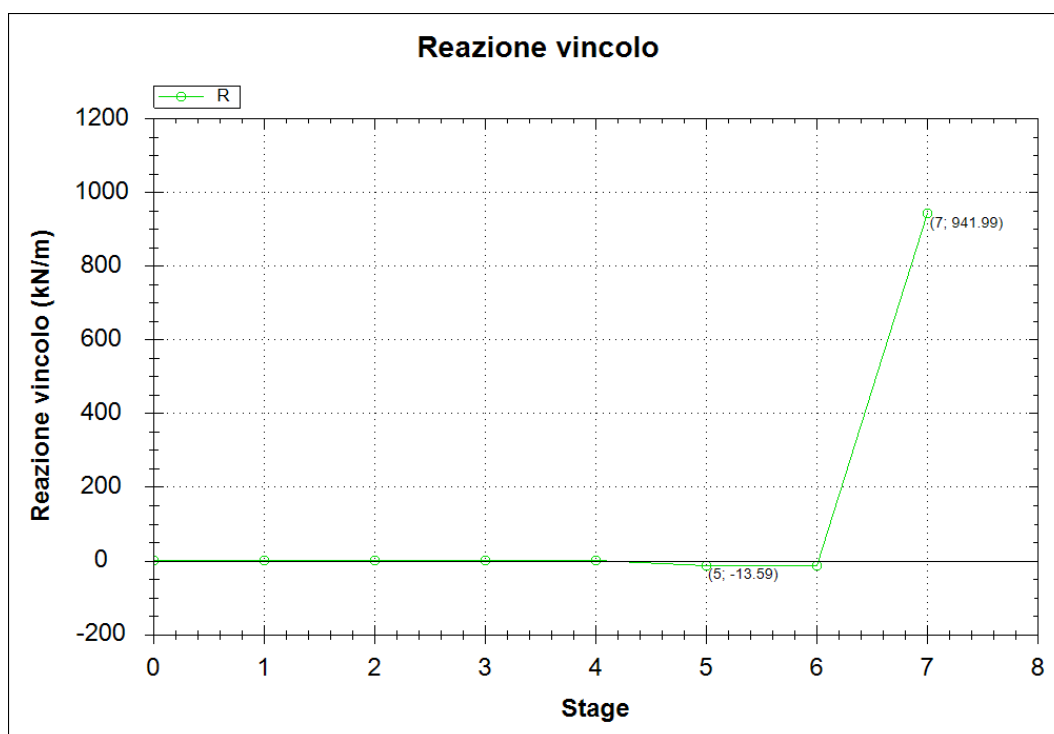
SLV



Opere di sostegno delle rampe: Relazione di  
calcolo

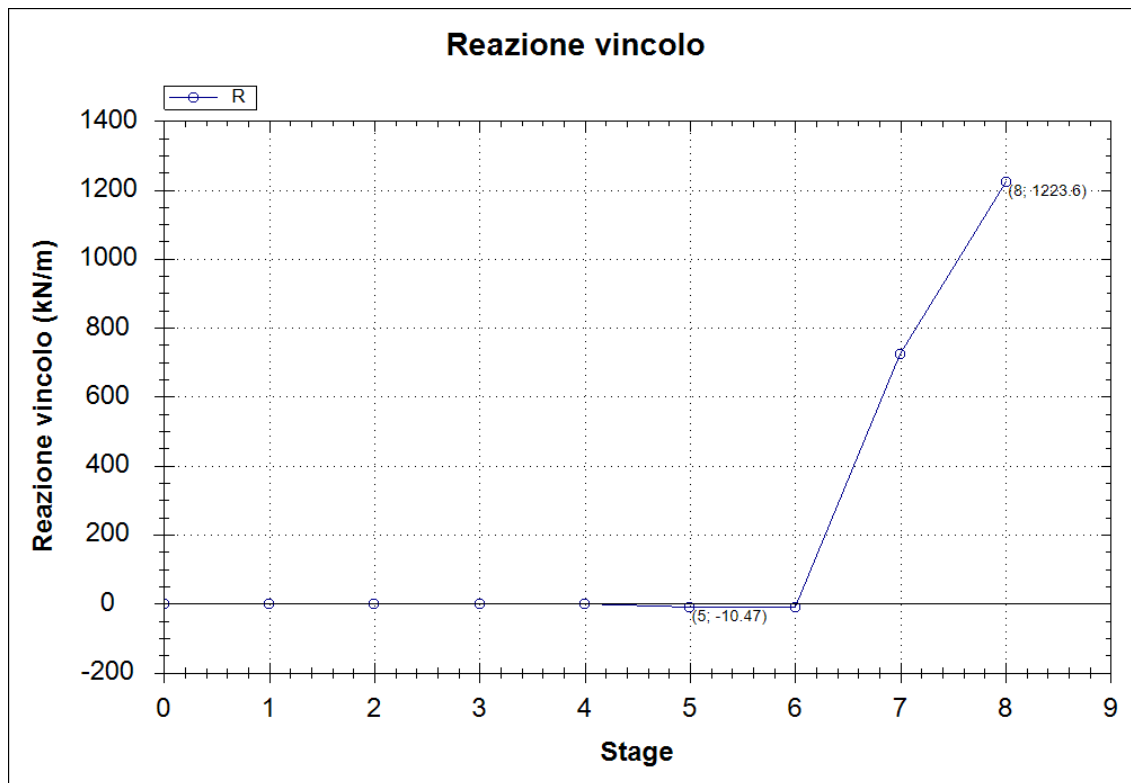
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	147 di 168

## 9.1.3 SOLETTONE DI FONDO

SLESLU – A1+M1+R1SLV

Opere di sostegno delle rampe: Relazione di  
calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	148 di 168

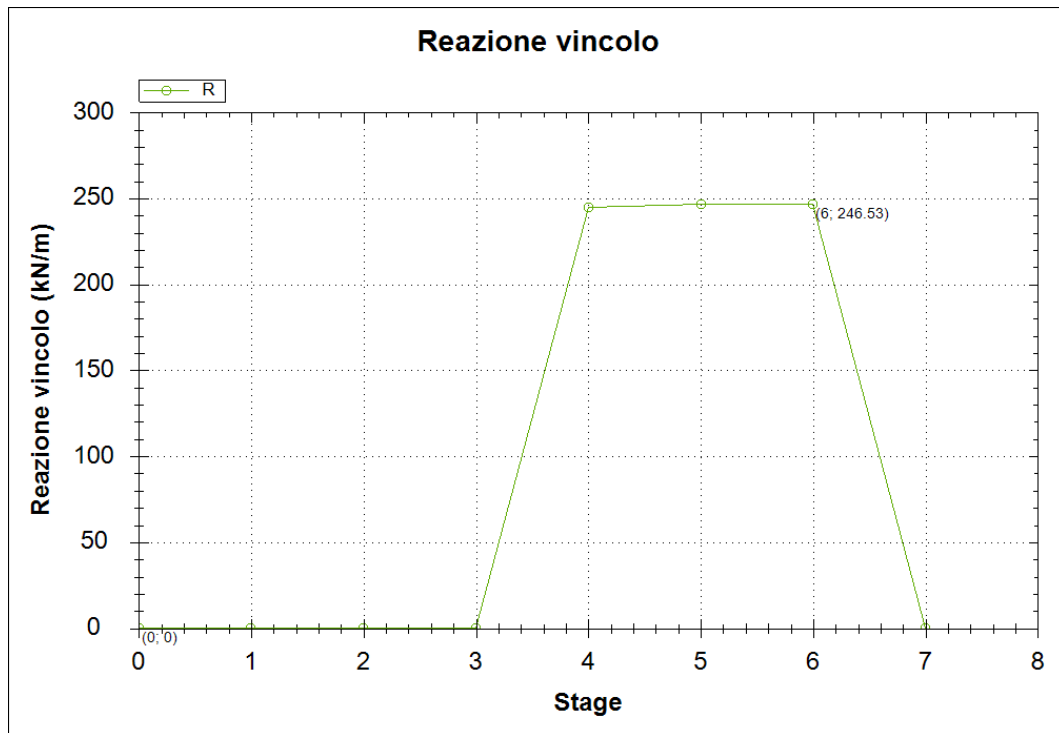
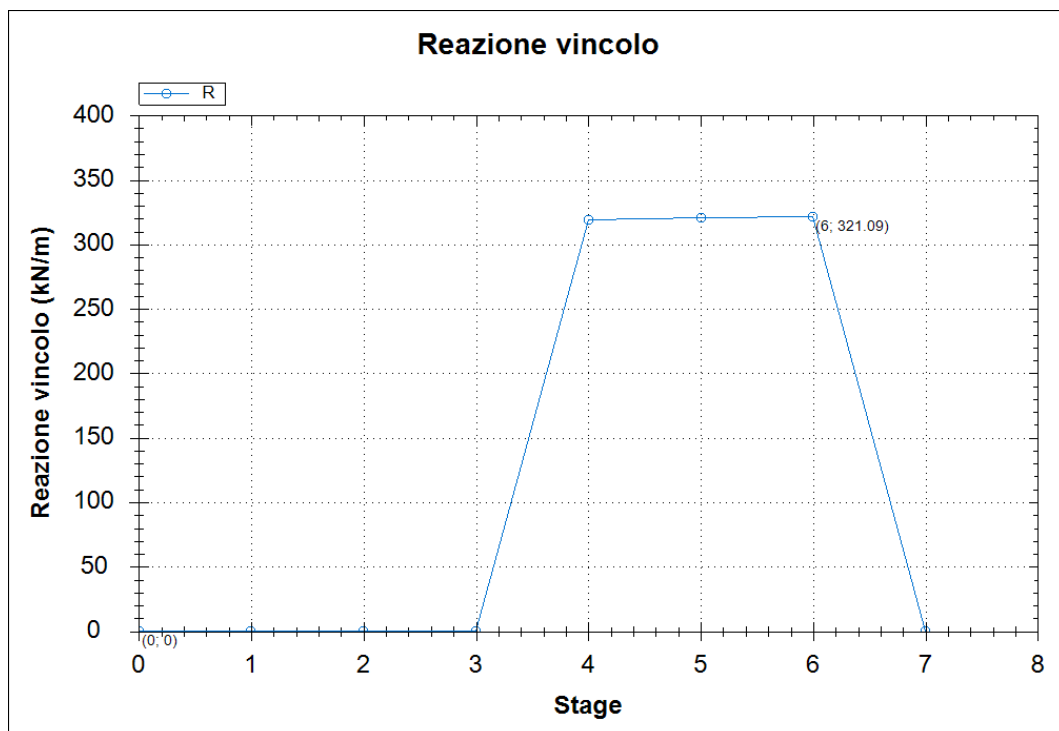




Opere di sostegno delle rampe: Relazione di  
calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	149 di 168

## 9.1.4 PUNTONE PROVVISORIO

SLESLU – A1+M1+R1

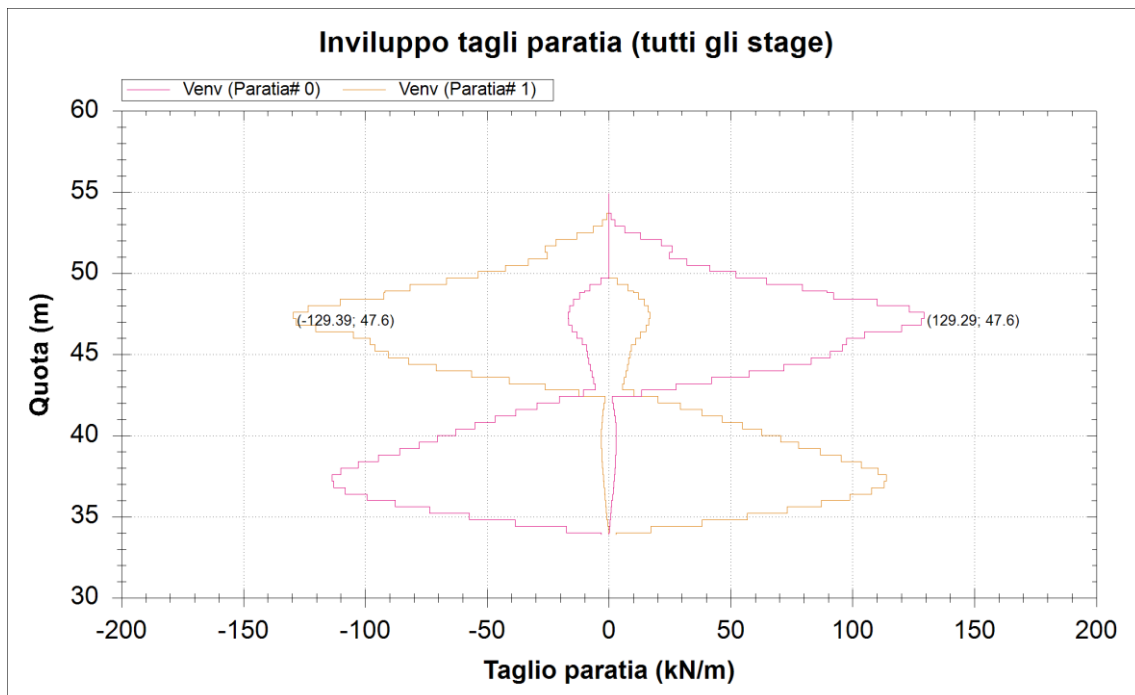
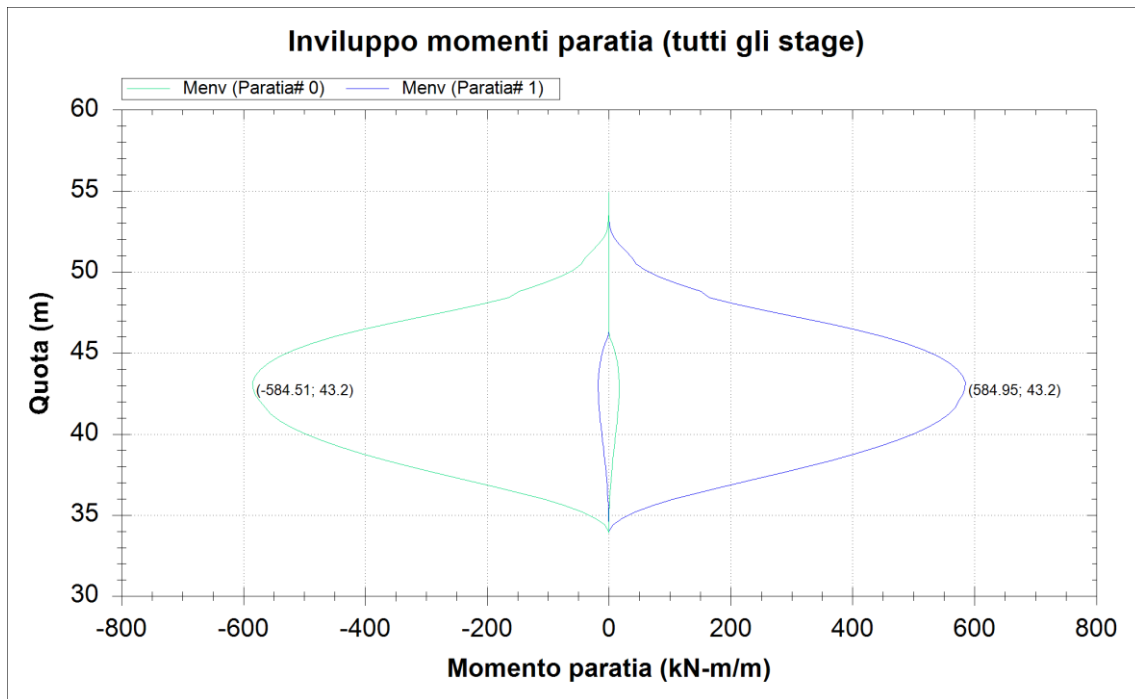
Opere di sostegno delle rampe: Relazione di  
calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	150 di 168

## 9.2 MODELLO DI CALCOLO 2

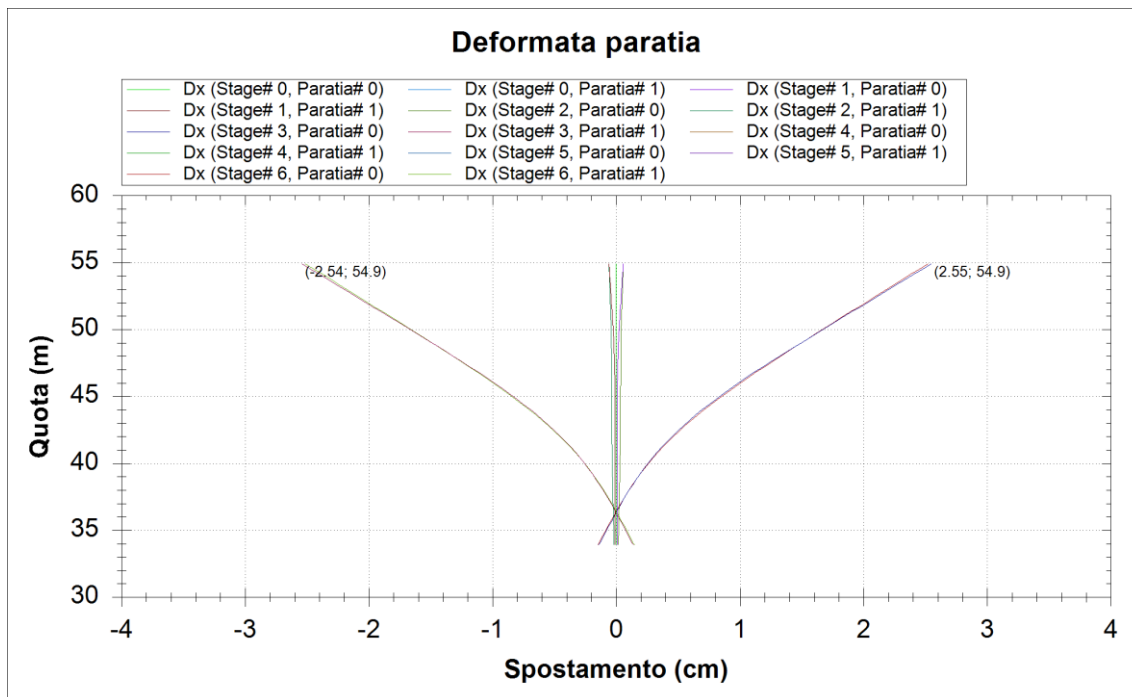
### 9.2.1 DIAFRAMMI

#### SLE



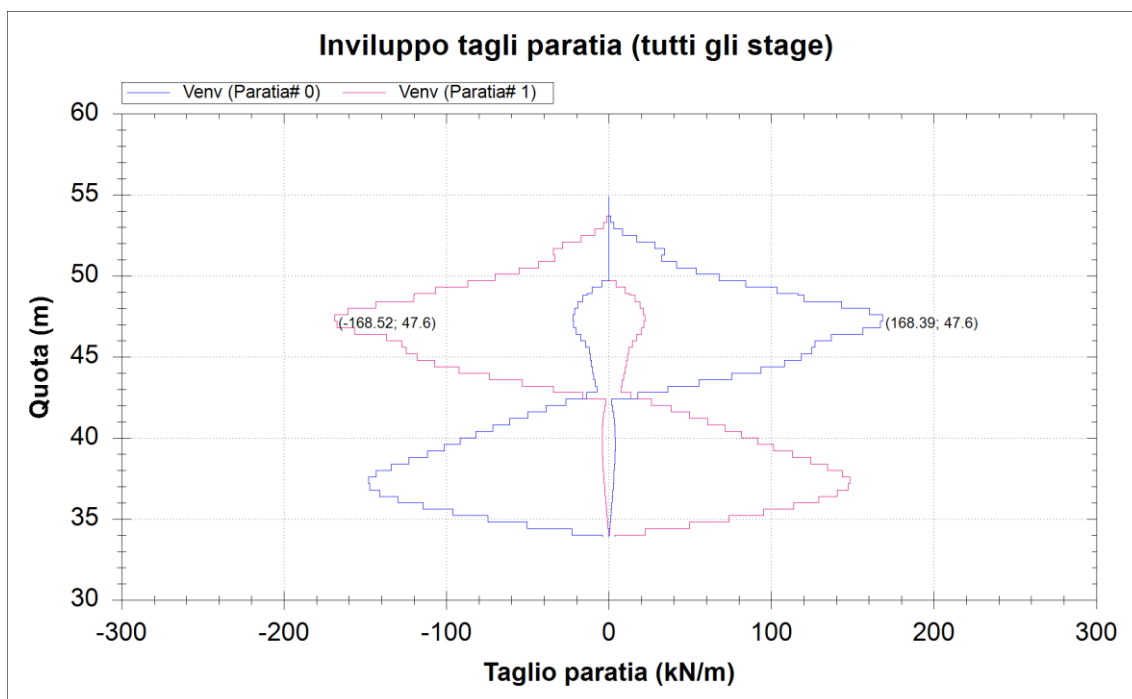
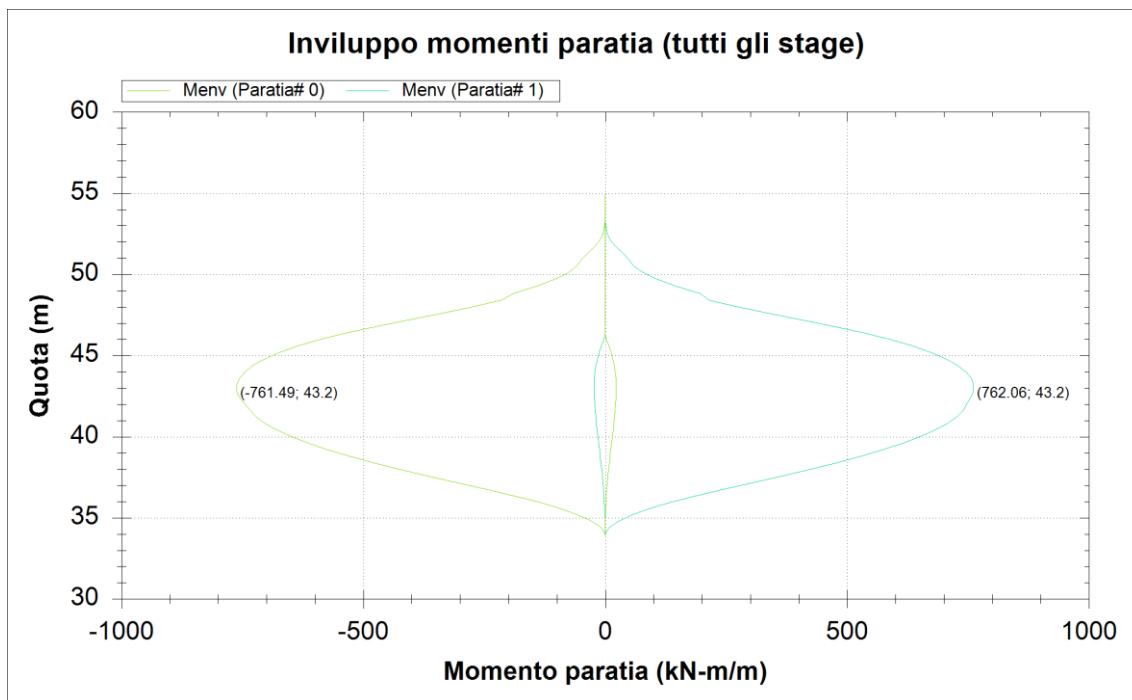
Opere di sostegno delle rampe: Relazione di  
calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	151 di 168



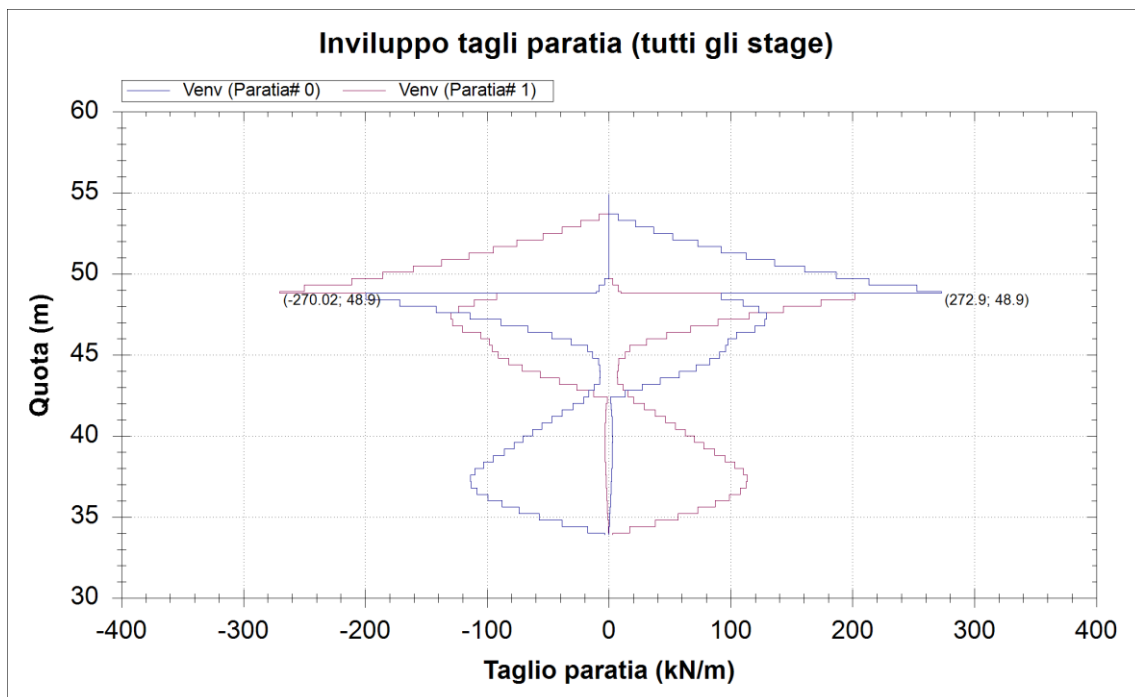
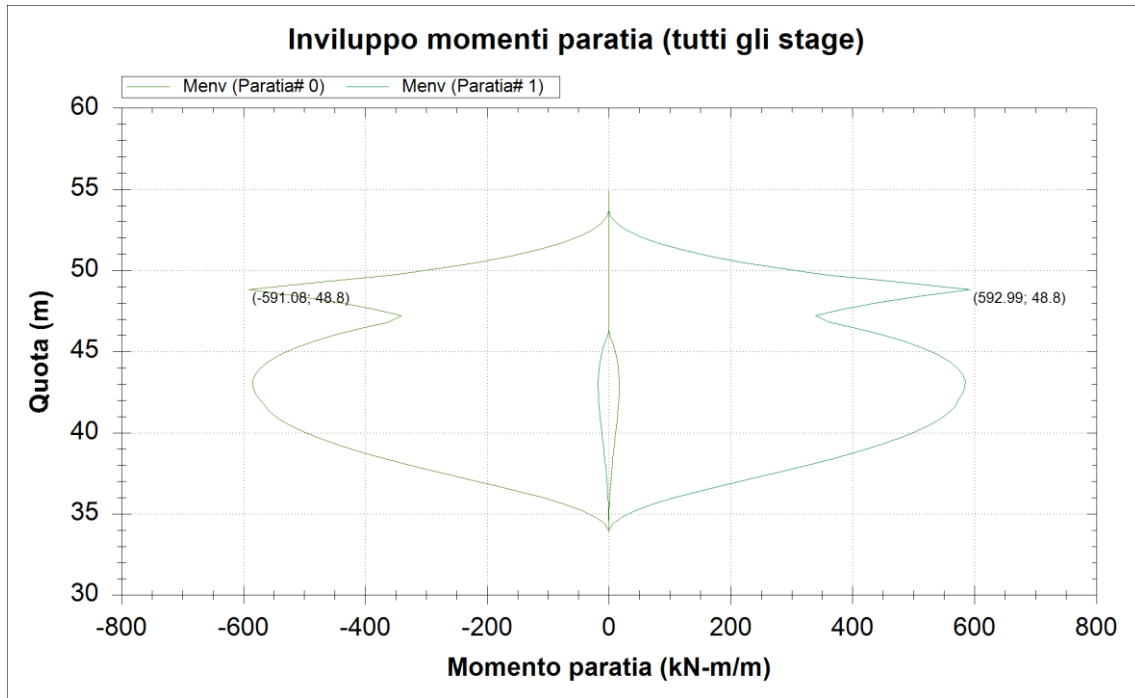
Opere di sostegno delle rampe: Relazione di  
calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	152 di 168

**SLU – A1+M1+R1**

Opere di sostegno delle rampe: Relazione di  
calcolo

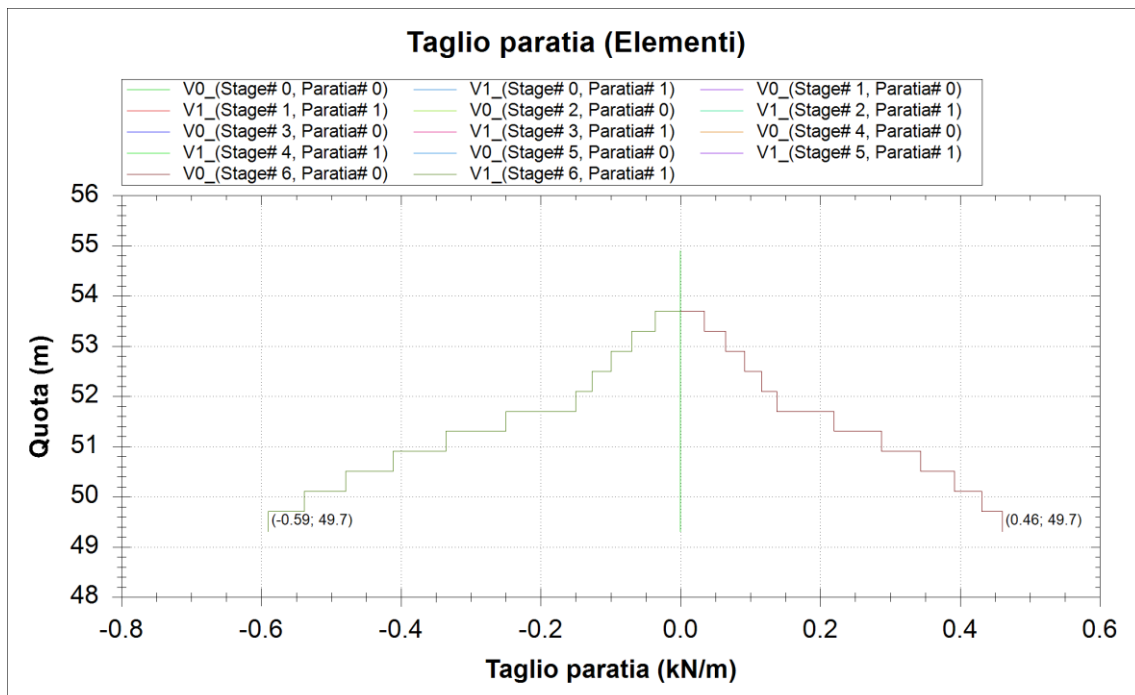
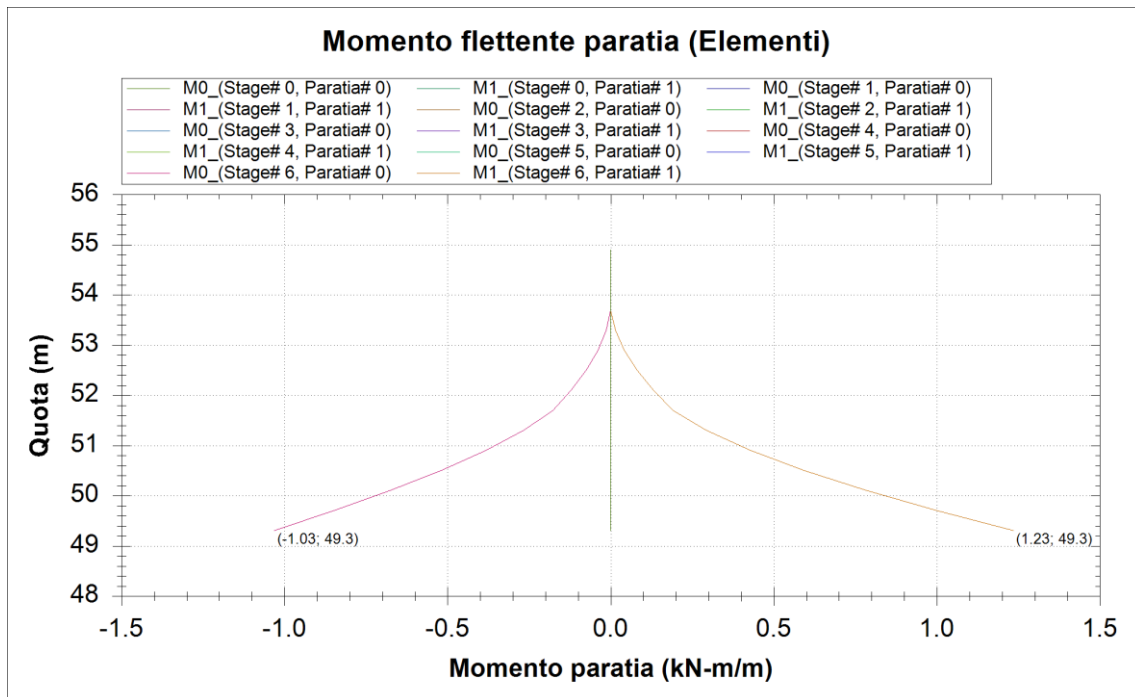
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	153 di 168

SLV

Opere di sostegno delle rampe: Relazione di  
calcolo

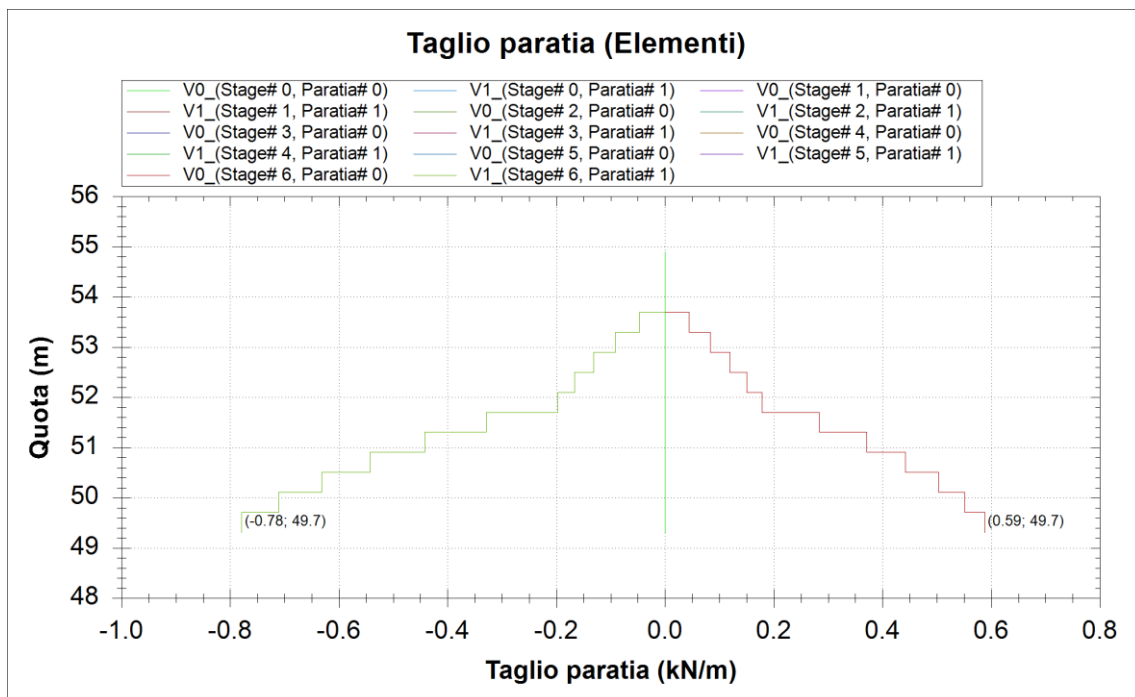
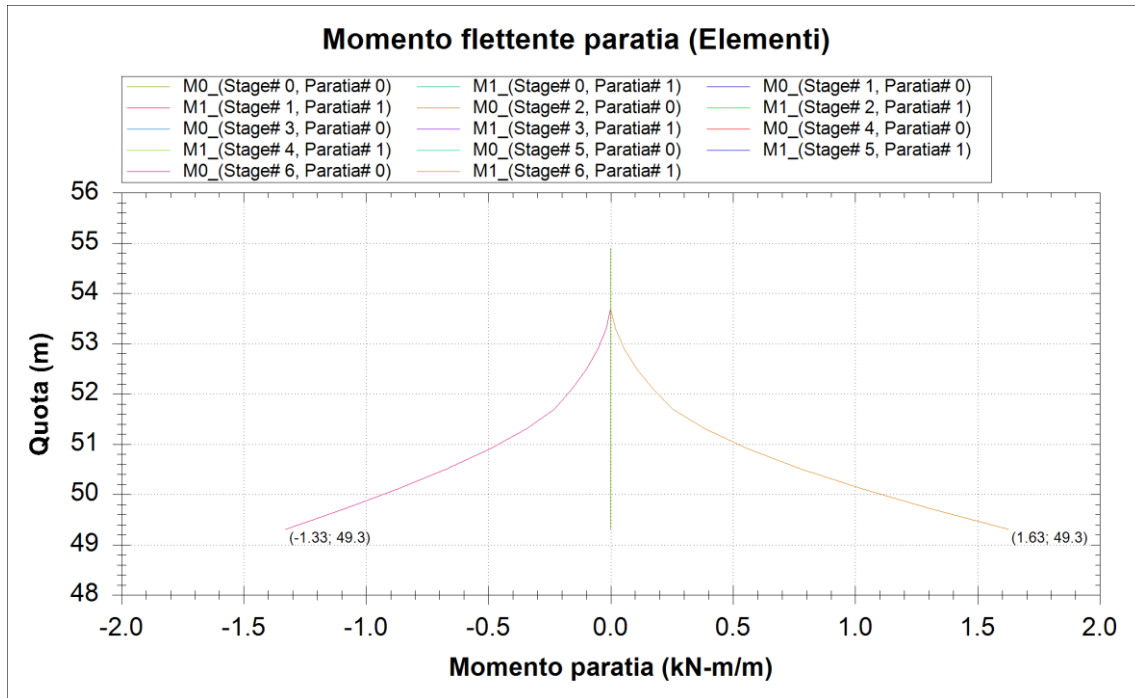
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	154 di 168

## 9.2.2 FODERA INTERNA

SLE

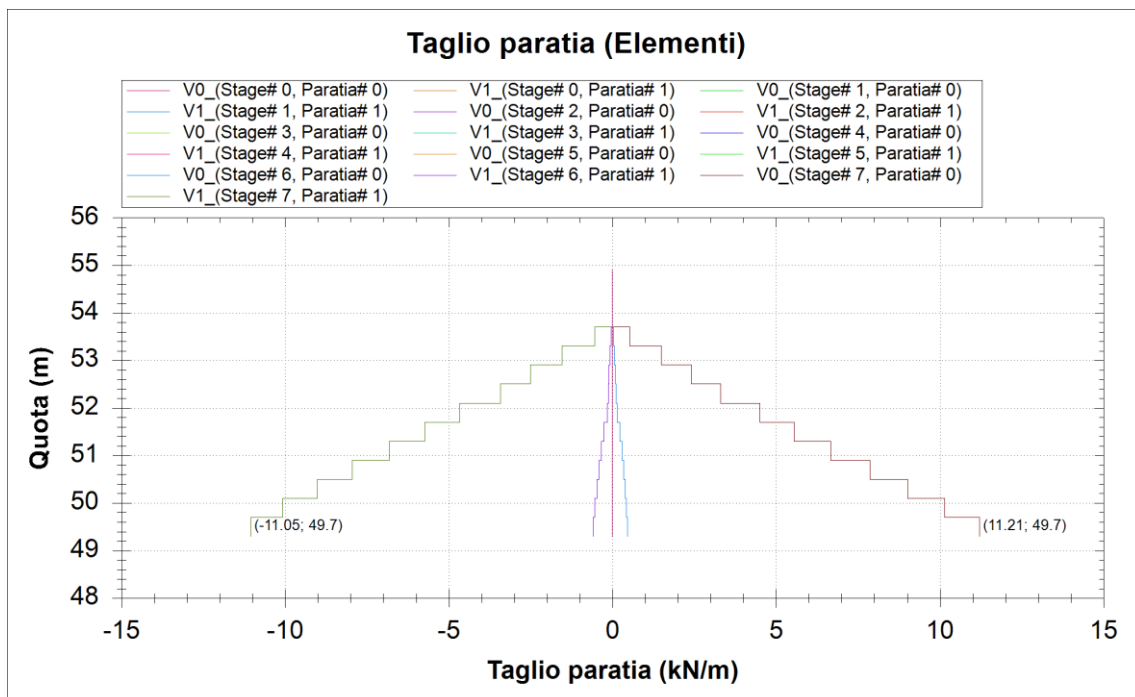
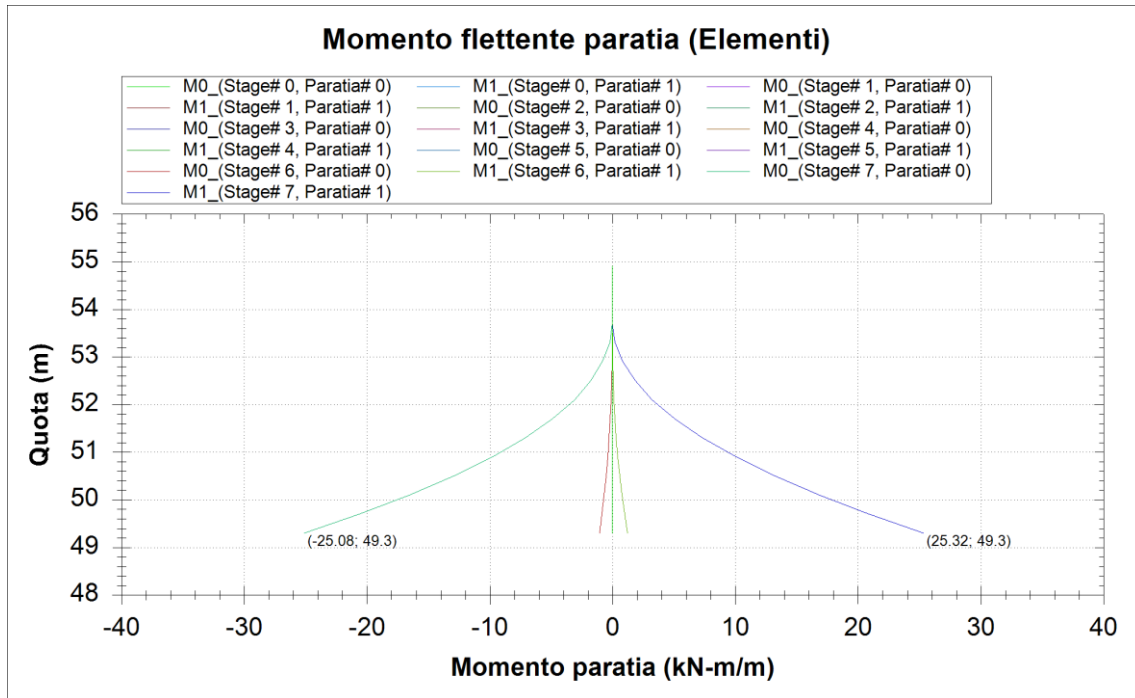
Opere di sostegno delle rampe: Relazione di  
calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	155 di 168

**SLU – A1+M1+R1**

Opere di sostegno delle rampe: Relazione di  
calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	156 di 168

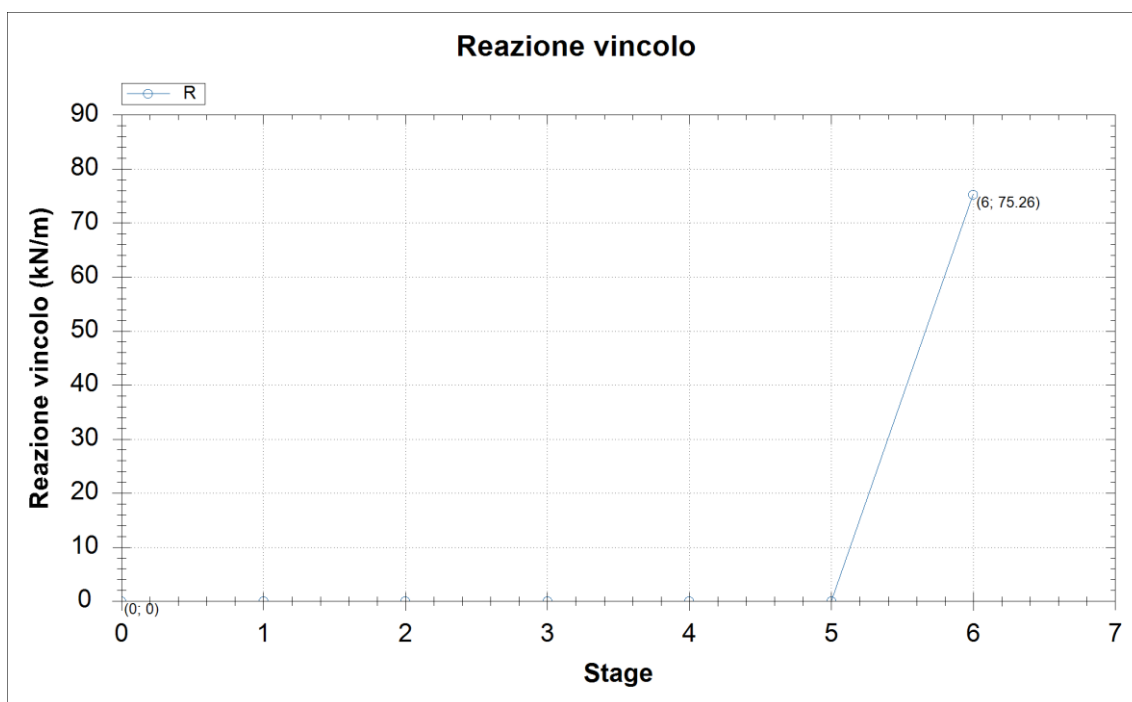
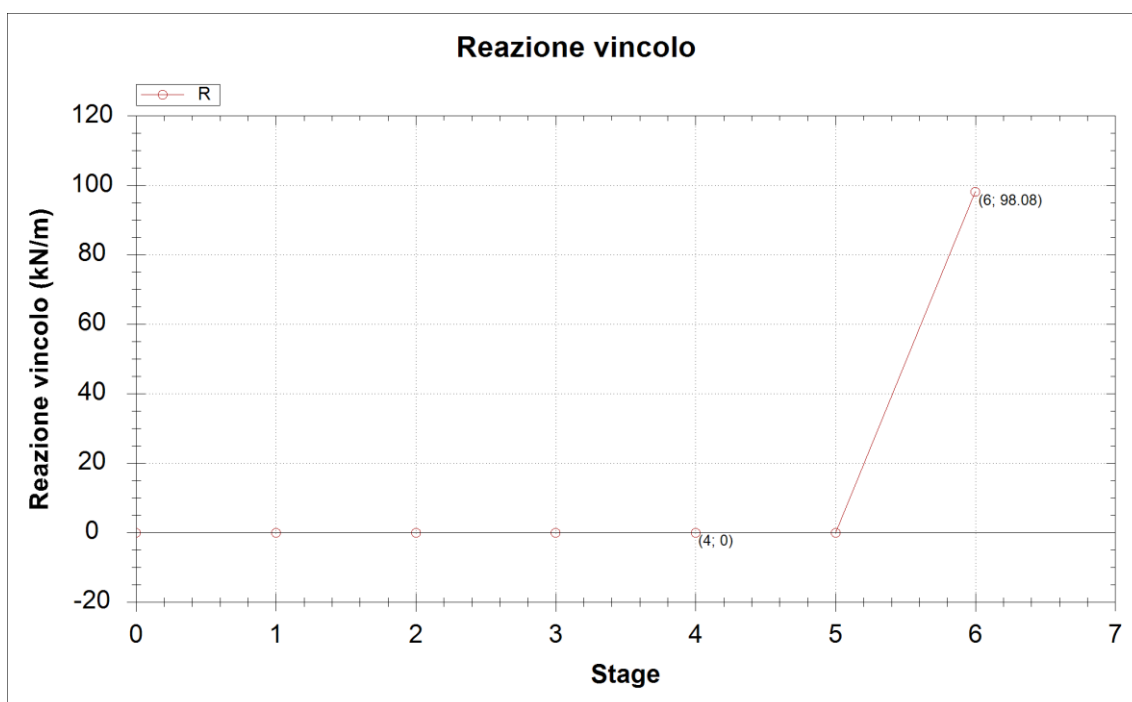
SLV



Opere di sostegno delle rampe: Relazione di  
calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	157 di 168

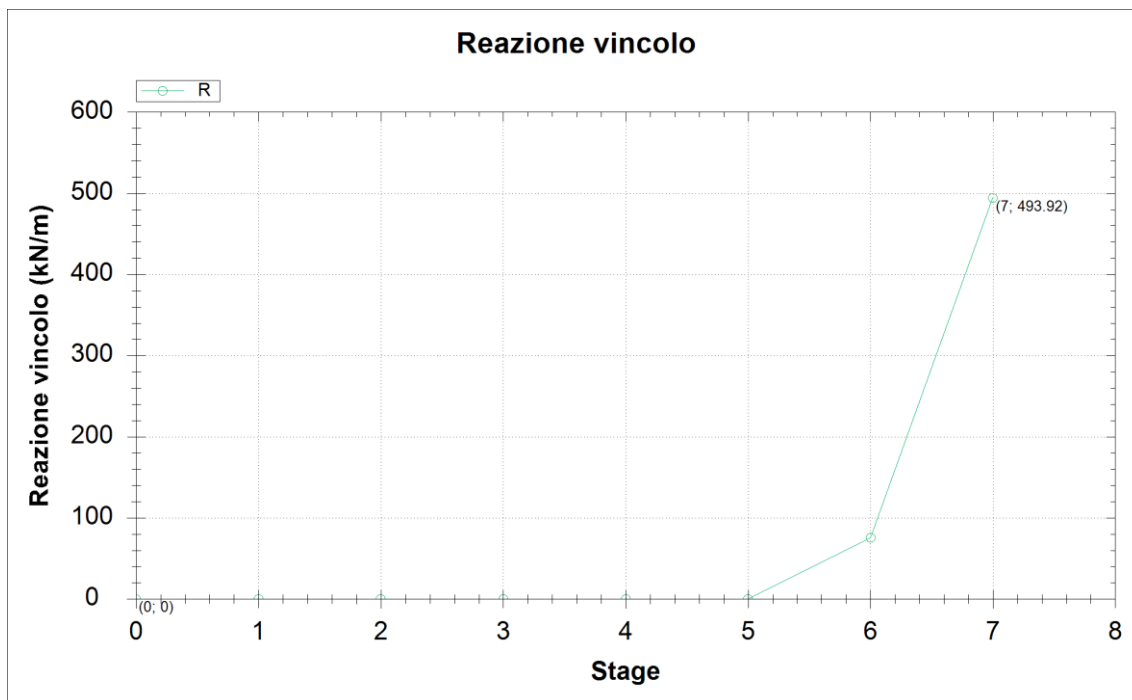
## 9.2.3 SOLETTONE DI FONDO

SLESLU – A1+M1+R1

Opere di sostegno delle rampe: Relazione di  
calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	158 di 168

## SLV



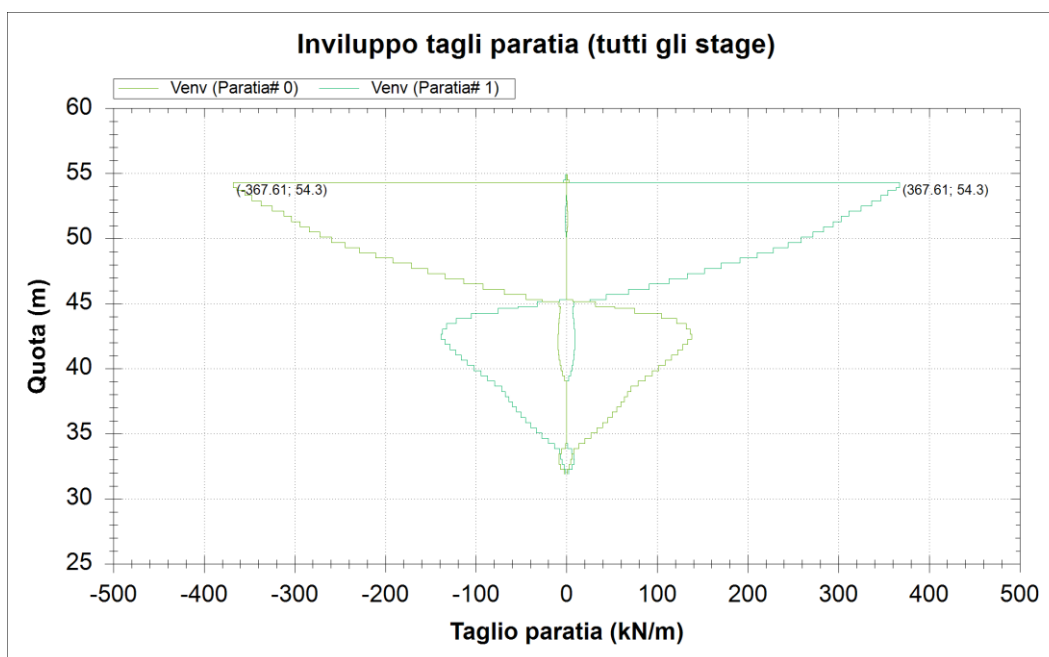
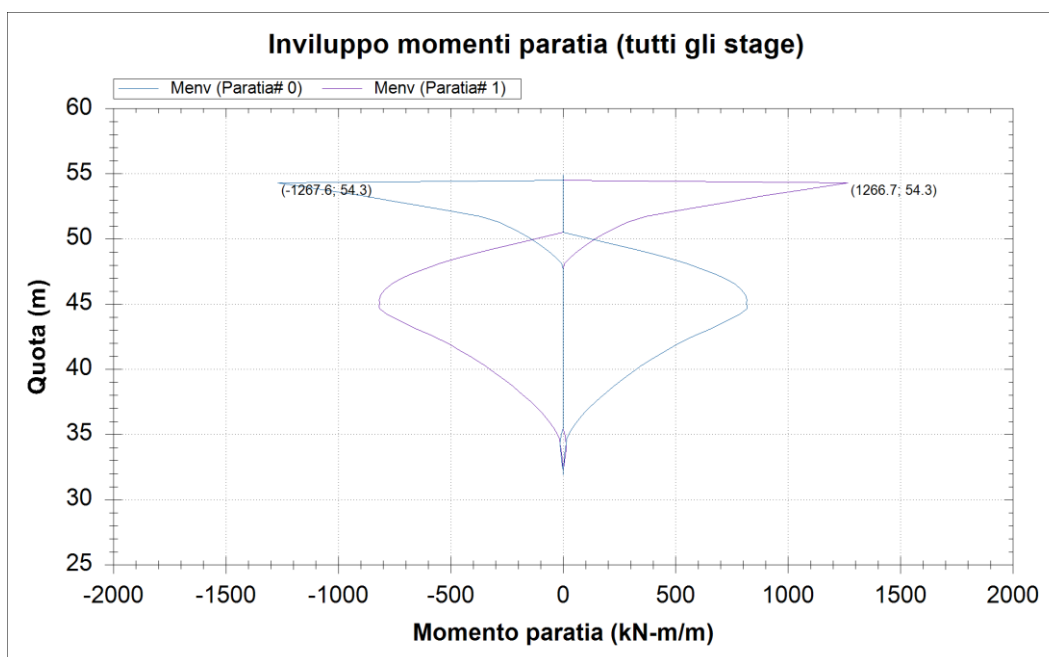
Opere di sostegno delle rampe: Relazione di  
calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	159 di 168

## 9.3 MODELLO DI CALCOLO 3

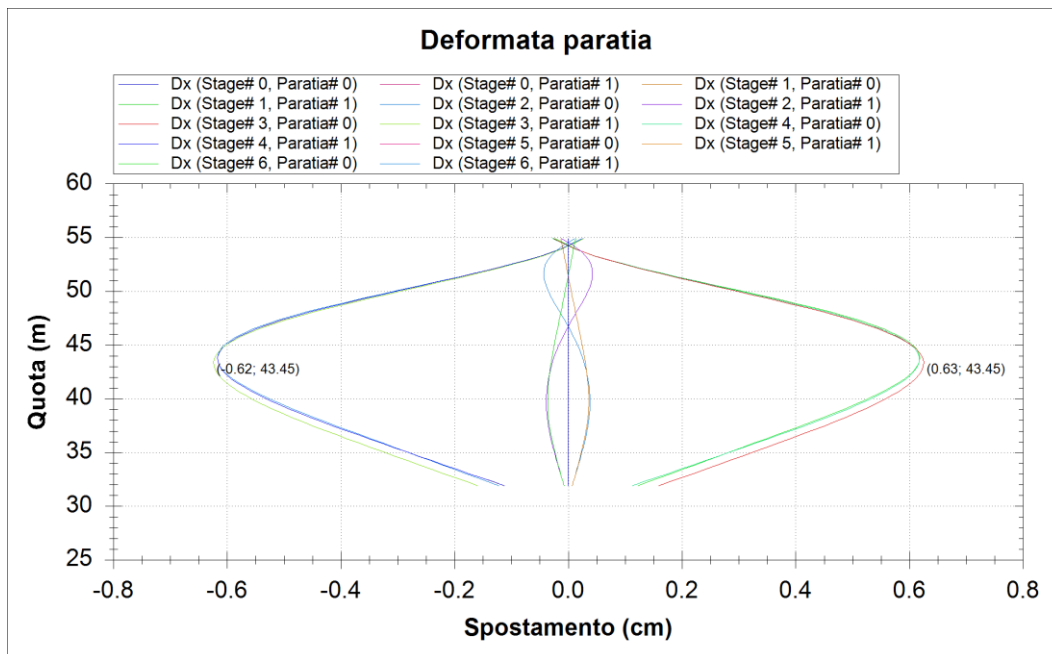
### 9.3.1 DIAFRAMMI

#### SLE



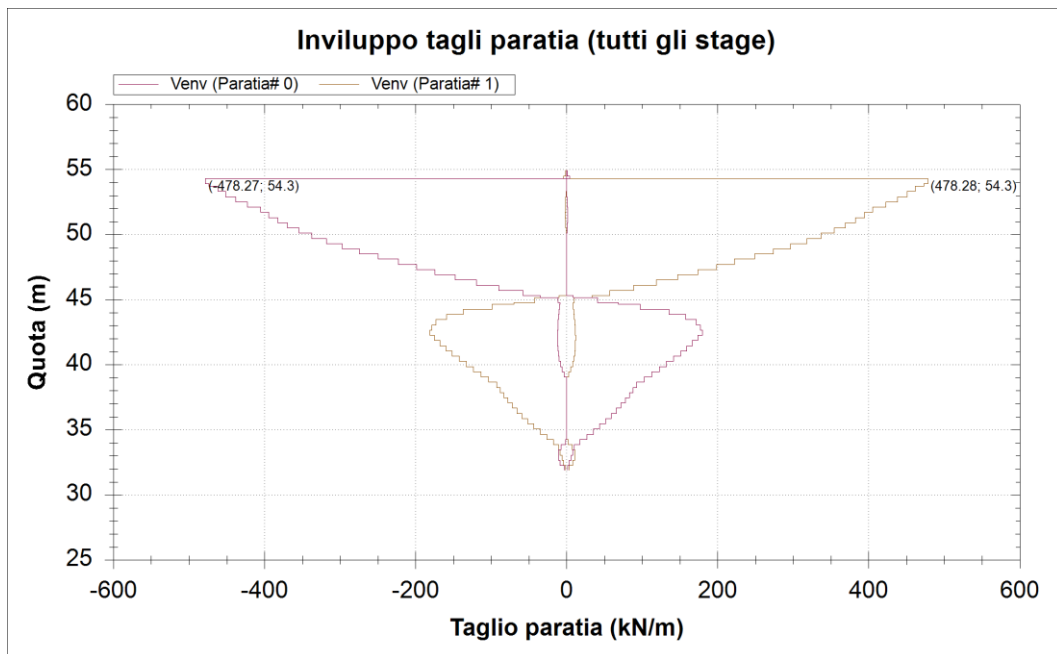
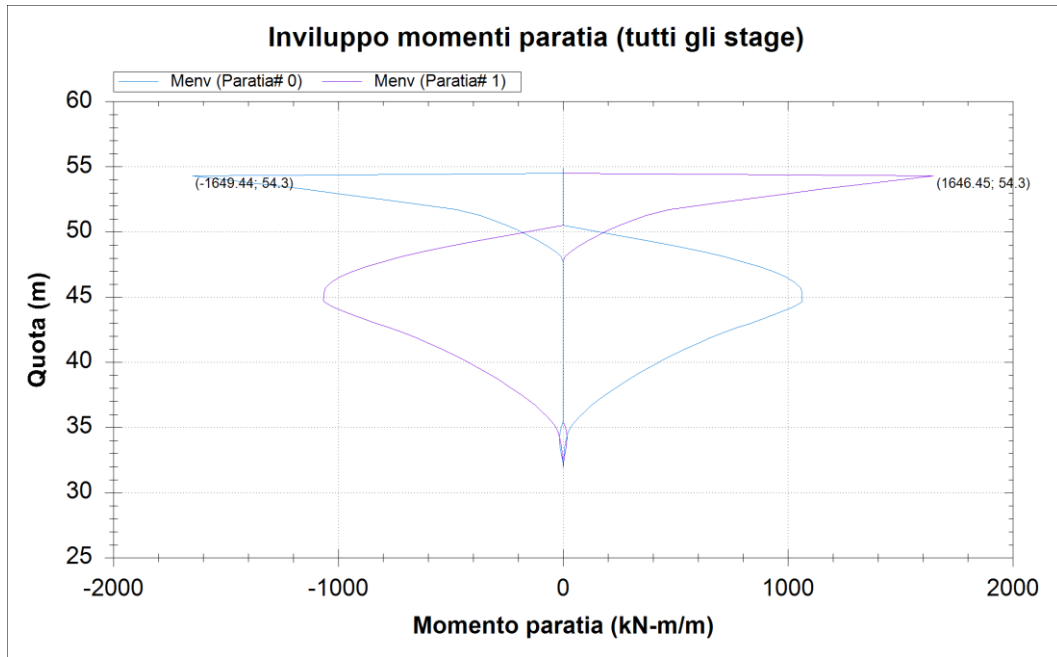
Opere di sostegno delle rampe: Relazione di  
calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	160 di 168



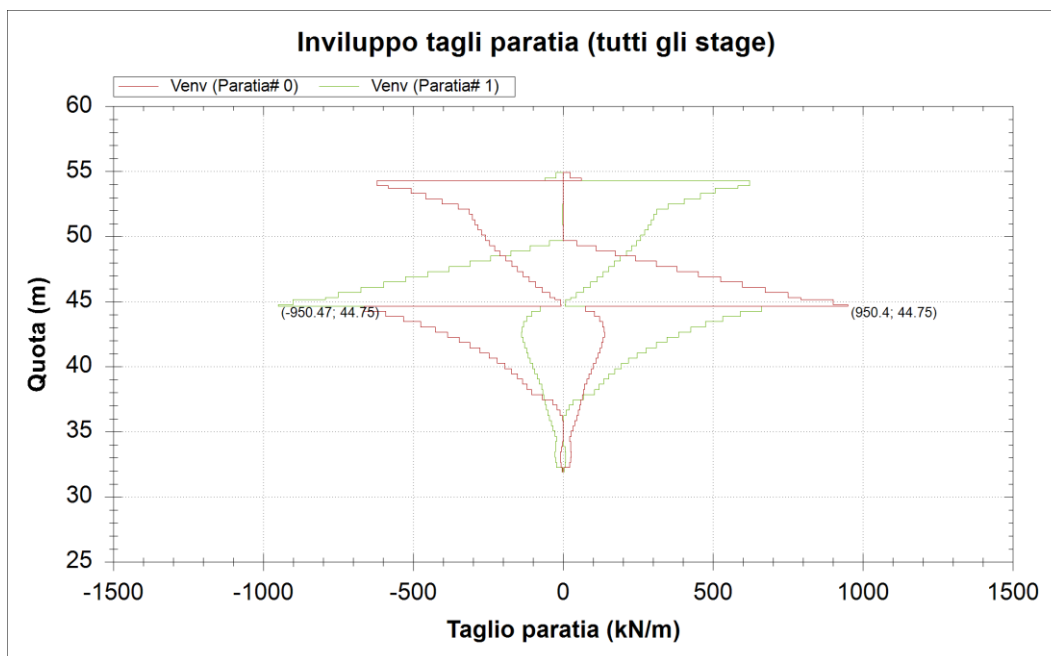
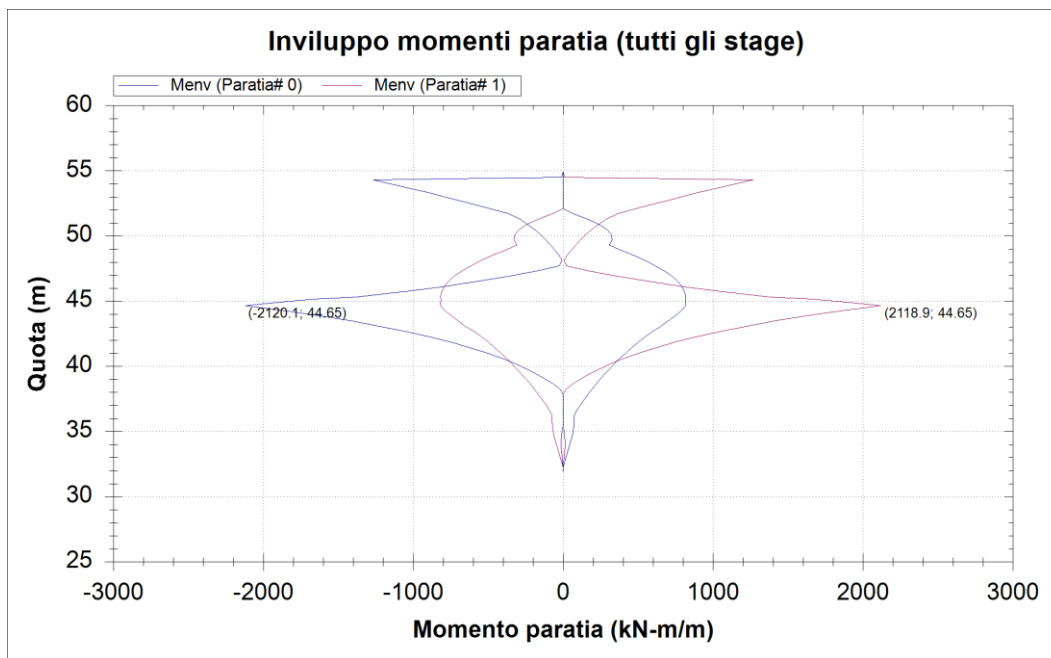
Opere di sostegno delle rampe: Relazione di  
calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	161 di 168

**SLU – A1+M1+R1**

Opere di sostegno delle rampe: Relazione di  
calcolo

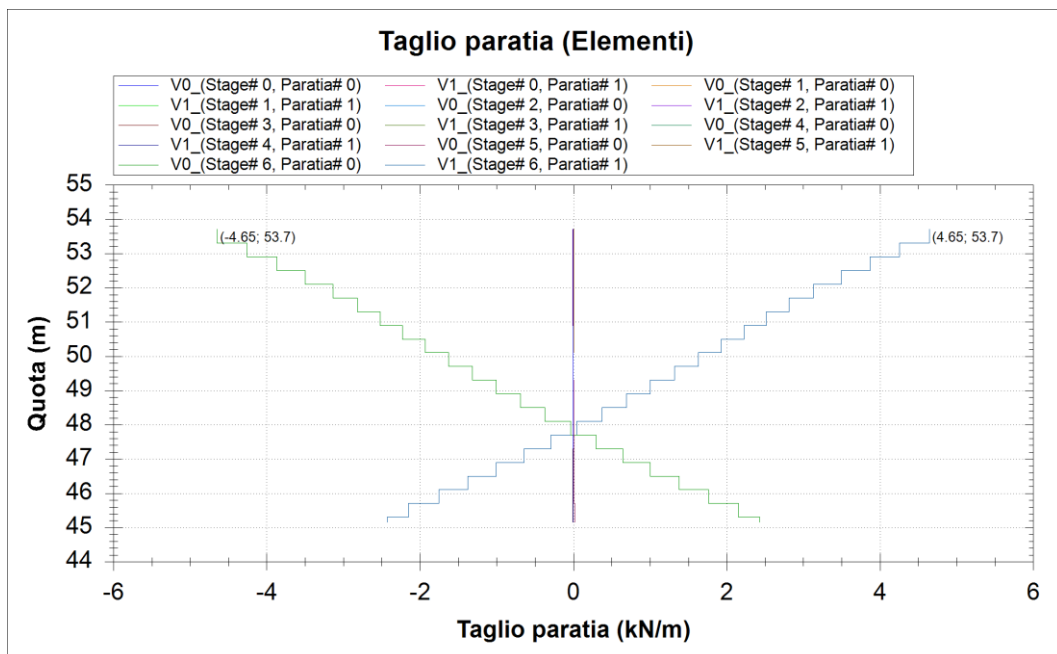
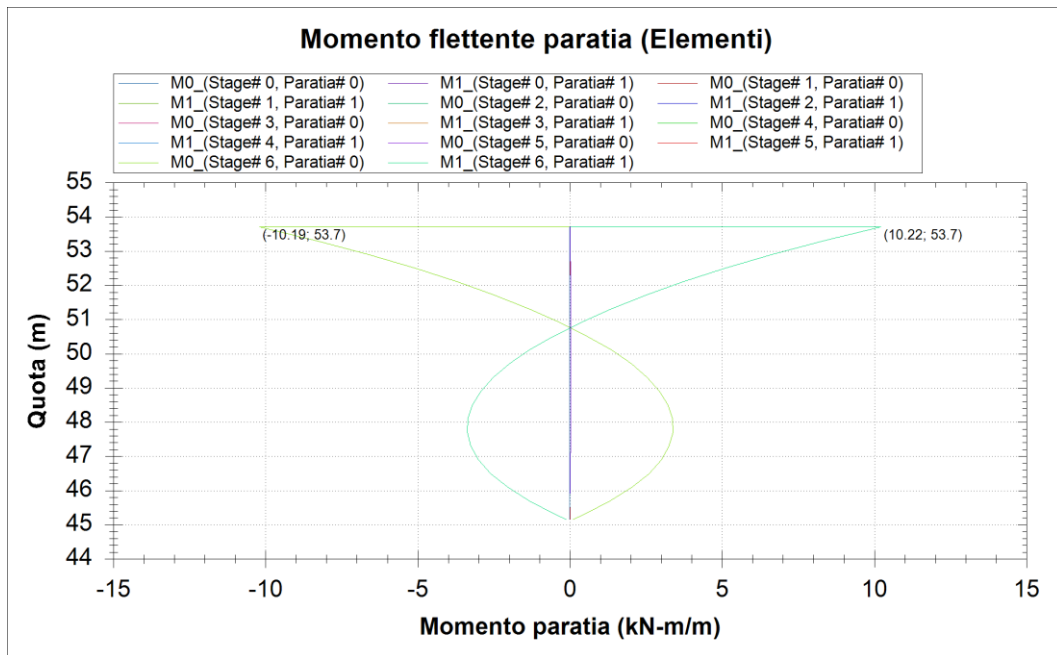
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	162 di 168

SLV

Opere di sostegno delle rampe: Relazione di  
calcolo

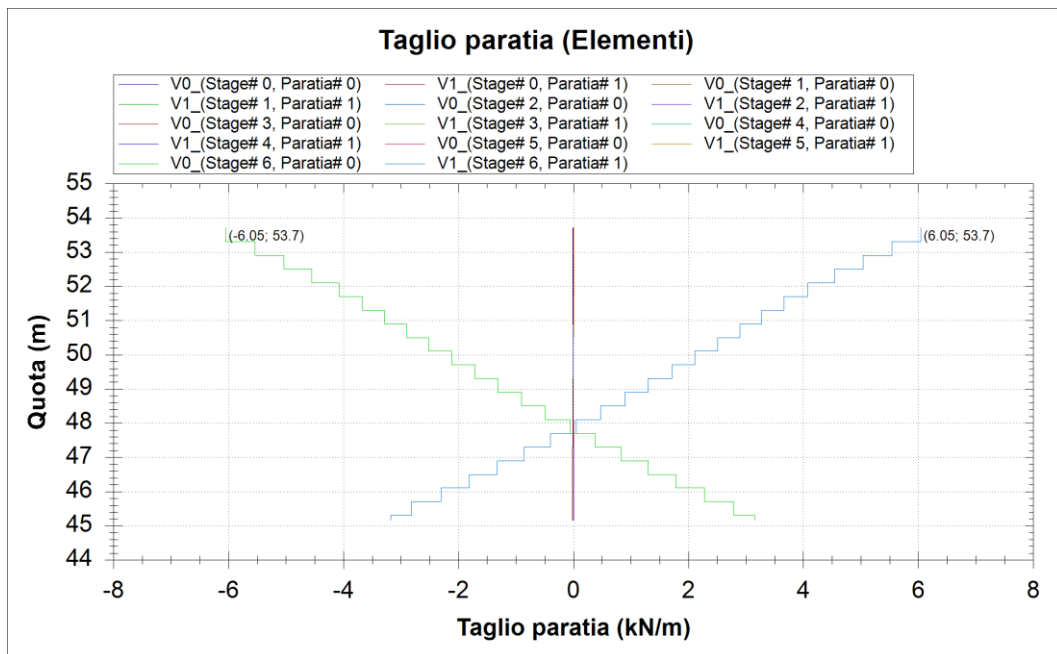
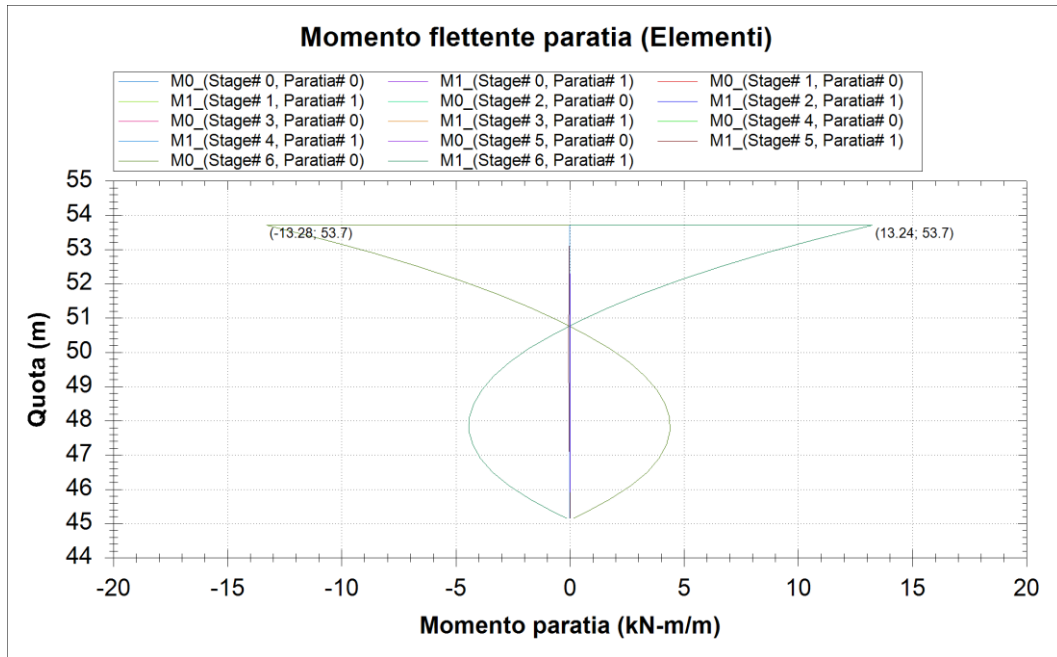
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	163 di 168

## 9.3.2 FODERA INTERNA

SLE

Opere di sostegno delle rampe: Relazione di  
calcolo

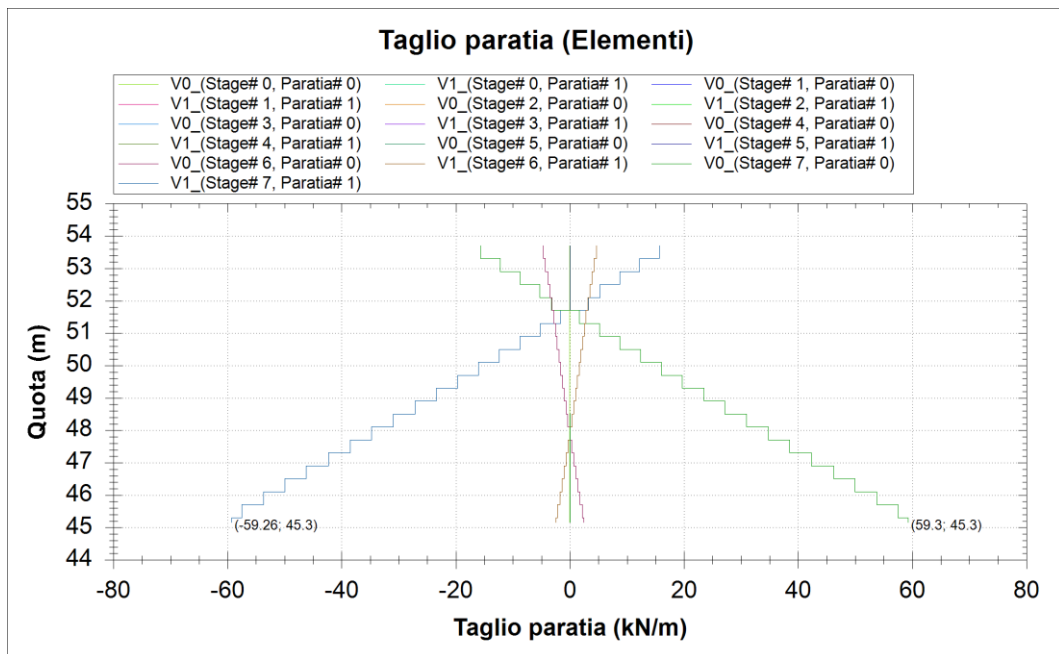
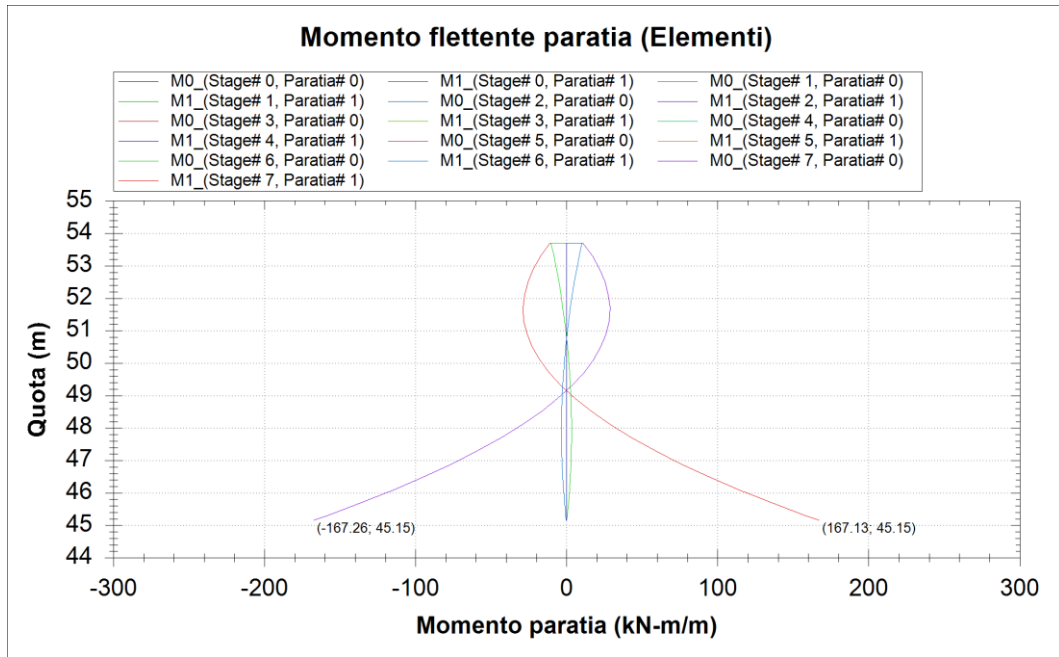
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	164 di 168

**SLU – A1+M1+R1**



Opere di sostegno delle rampe: Relazione di  
calcolo

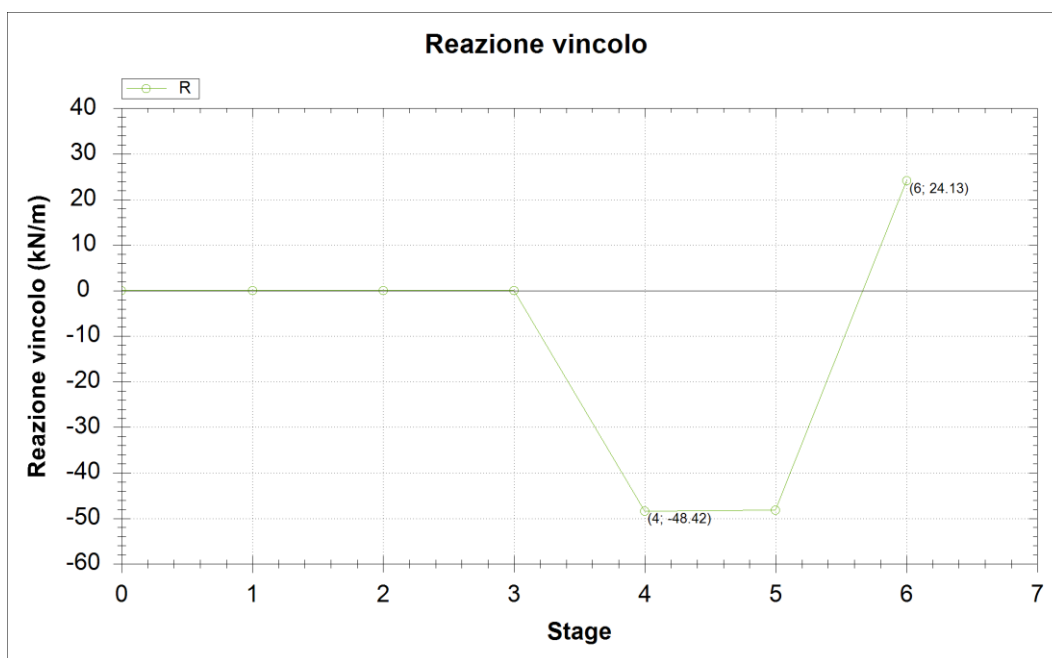
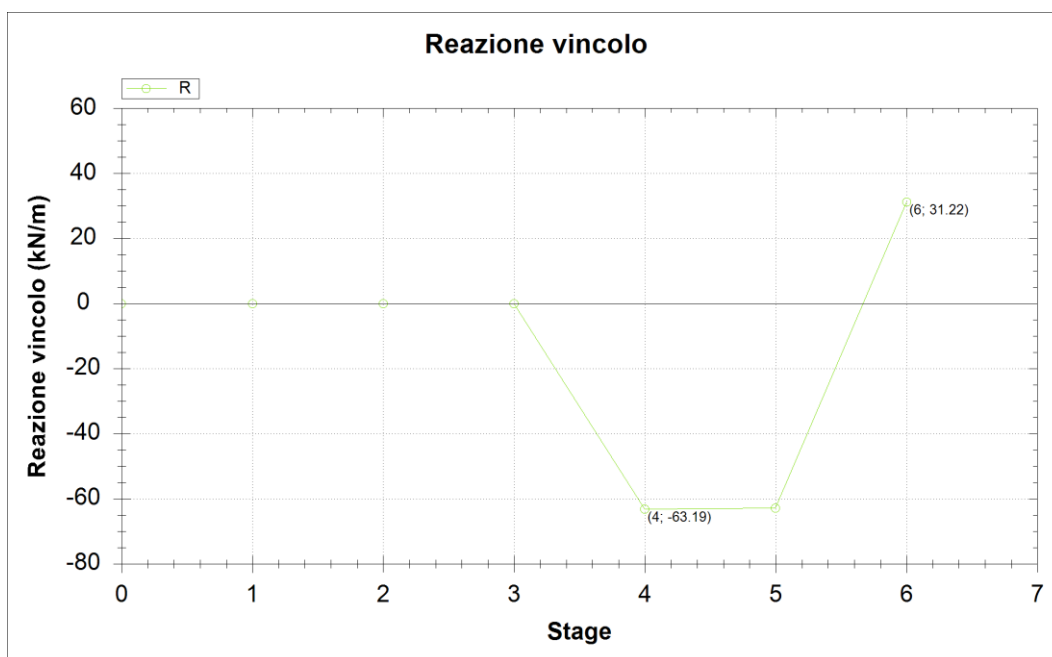
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	165 di 168

SLV

Opere di sostegno delle rampe: Relazione di  
calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	166 di 168

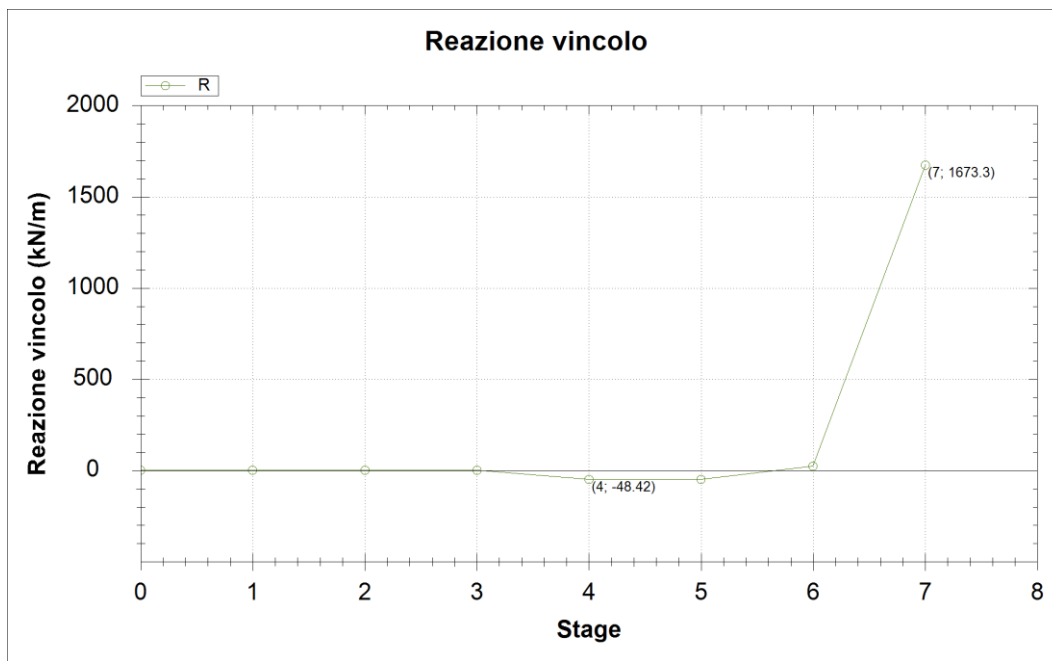
## 9.3.3 SOLETTONE DI FONDO

SLESLU – A1+M1+R1

Opere di sostegno delle rampe: Relazione di  
calcolo

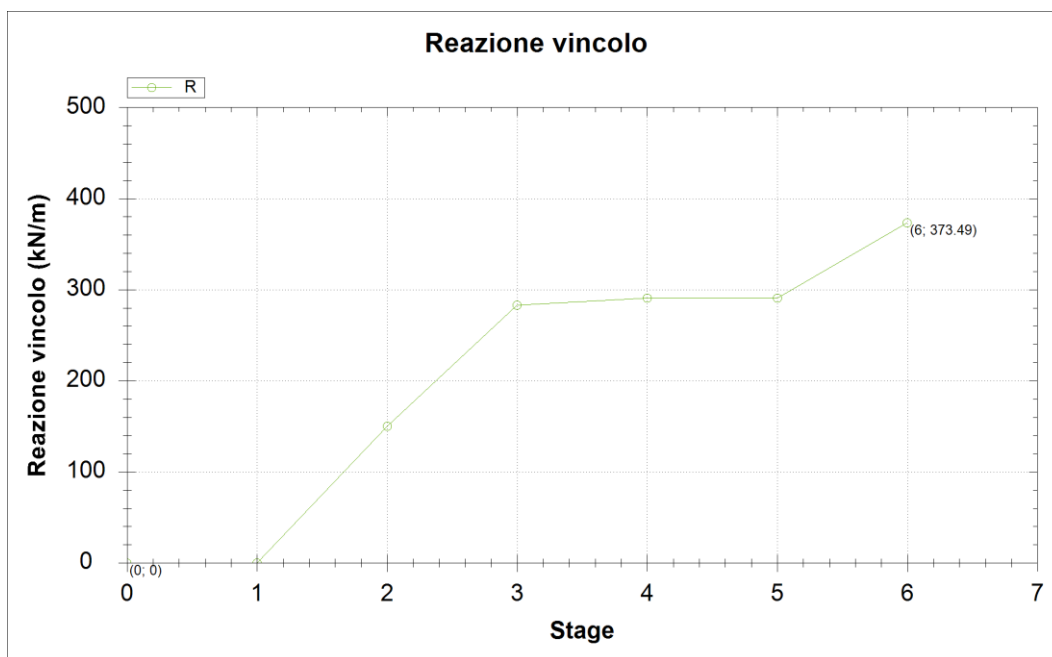
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	167 di 168

### SLV



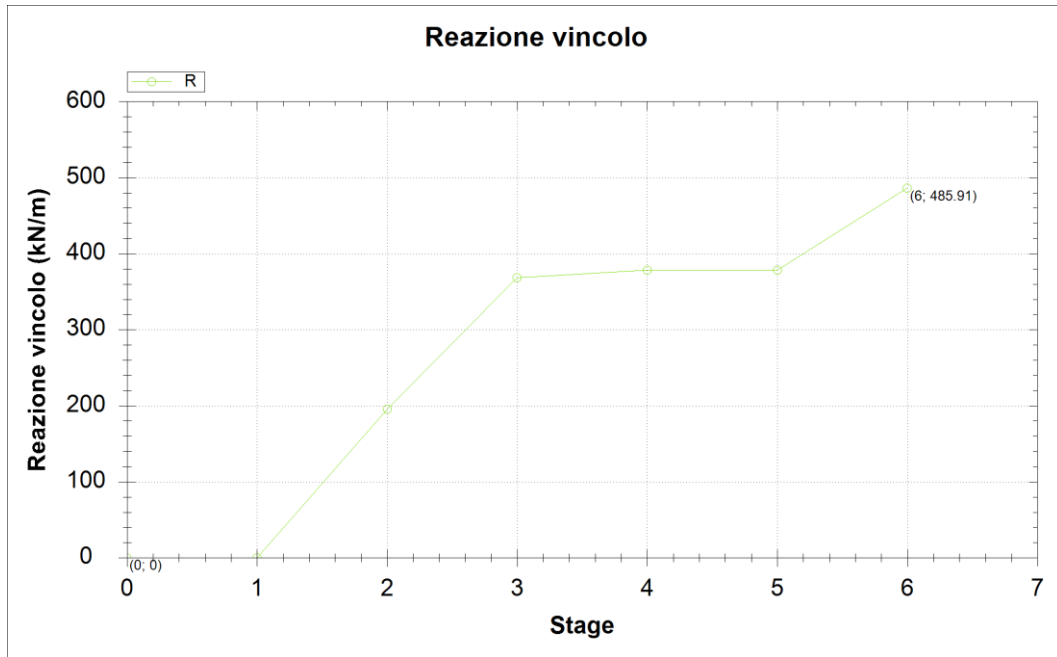
### 9.3.4 SOLETTONE DI COPERTURA

### SLE



Opere di sostegno delle rampe: Relazione di  
calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	SL0700 002	B	168 di 168

**SLU – A1+M1+R1****SLV**