

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:
CONSORZIO:



SOCI:



PROGETTAZIONE:
MANDATARIA:



MANDANTI:



PROGETTO ESECUTIVO

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

VIABILITA'

NV04-VIABILITA DI ACCESSO RI52

Opere di sostegno – Relazione di calcolo

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

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

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

06/09/2019

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

Indice

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

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

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

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

1 PREMESSA

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

1.1 NORMATIVA E STANDARD DI RIFERIMENTO

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

1.2 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

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

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

2 MATERIALI

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

2.1 ACCIAIO

2.1.1 Acciaio per armatura strutture in c.a.

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

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

2.2 CALCESTRUZZO

2.2.1 Calcestruzzo magro per getti di livellamento

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

2.2.2 Calcestruzzo pali e cordoli

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

2.2.3 Calcestruzzo muro ad "U"

Fondazione

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

Elevazione

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

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

3 DESCRIZIONE DELLE OPERE E SEZIONE DI CALCOLO

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

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

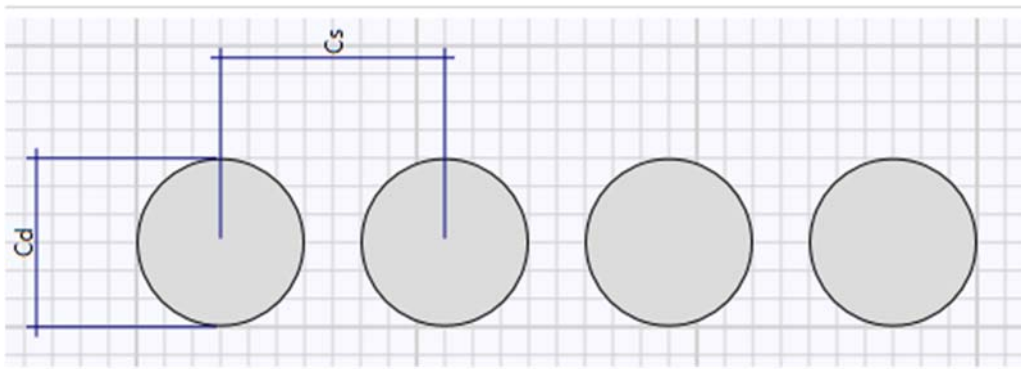


Figura 1: Paratia di pali –caratteristiche e schema geometrico

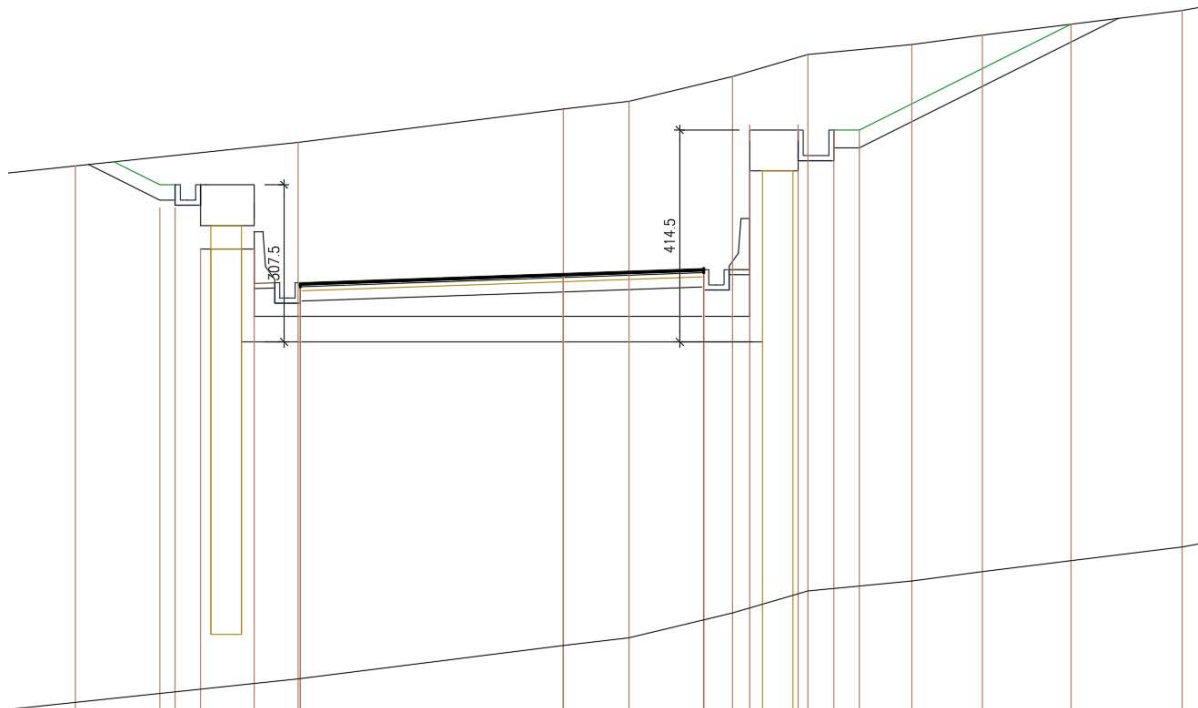


Figura 2: Sezione di calcolo considerata

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

4 ANALISI DELL'INTERAZIONE PARATIA-TERRENO

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

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

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

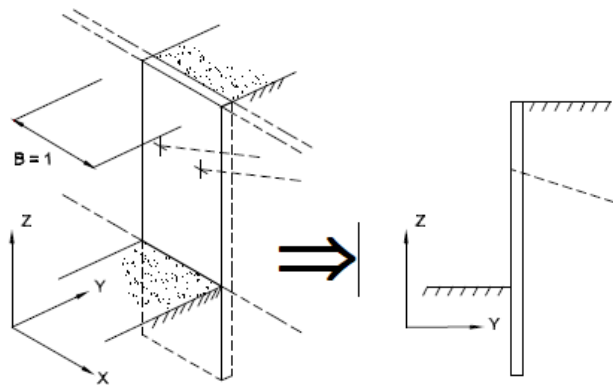


Figura 3: Modellazione piana della paratia.

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

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

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

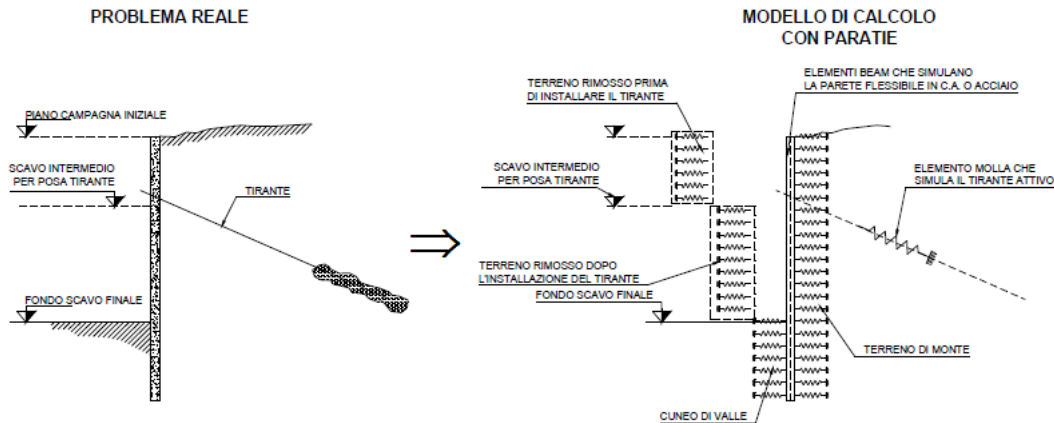


Figura 4: Schematizzazione terreno ed ancoraggi.

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

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

5 CRITERI DI VERIFICA

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

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

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

5.1 VERIFICHE NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU)

Per ogni stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

5.1.1 Approccio progettuale

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

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

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

5.2 VERIFICHE AGLI SLE

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

$$E_d \leq C_d,$$

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

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

6 CARICHI E AZIONI

6.1 CARICHI VARIABILI

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

6.2 AZIONE SISMICA

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

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

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

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

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

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

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

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

6.3 COMBINAZIONI DELLE AZIONI

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

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

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

E = azioni derivanti dai terremoti

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

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

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

$$G + Q_k$$

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

$$E + G + Q_k$$

7 SEZIONE DI CALCOLO

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

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

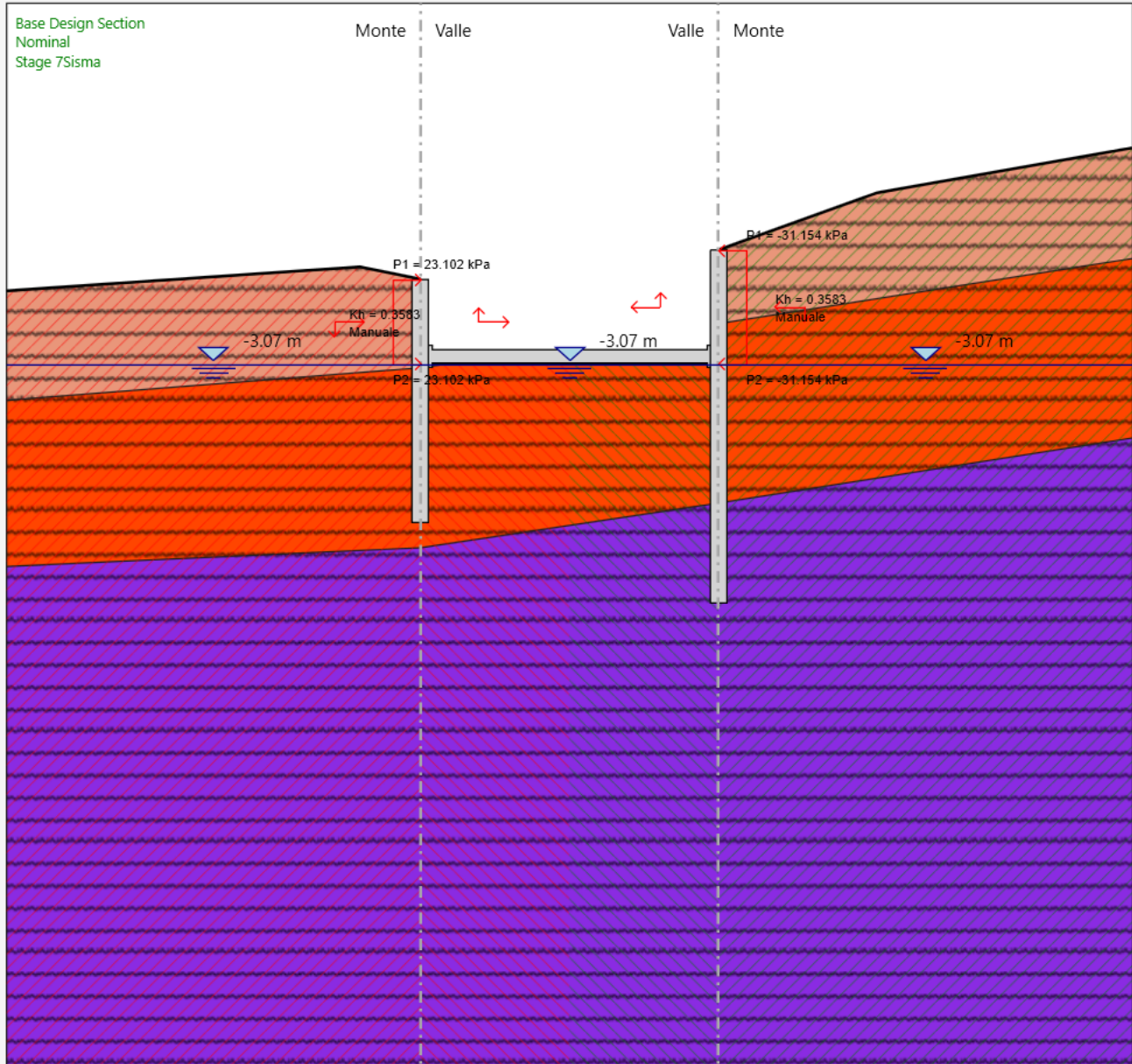


Figura 5: NV04. Modello di calcolo implementato nel software PARATIE PLUS.

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

7.1 DATI DI INPUT DEL MODELLO E LIVELLI PIEZOMETRICI

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

Tabella 1: NV04 - Stratigrafia e parametri geotecnici di riferimento

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

Spessore coltre 10.5 m.

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

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

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

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL</td> <td>NV0405 001</td> <td>A</td> <td>13 di 69</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	NV0405 001	A	13 di 69
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ CL	NV0405 001	A	13 di 69													
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo																		

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

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

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

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

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

7.2 DESCRIZIONE DELLE FASI DI CALCOLO

Le fasi di calcolo considerate nelle elaborazioni sono le seguenti :

Condizioni non drenate di scavo

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

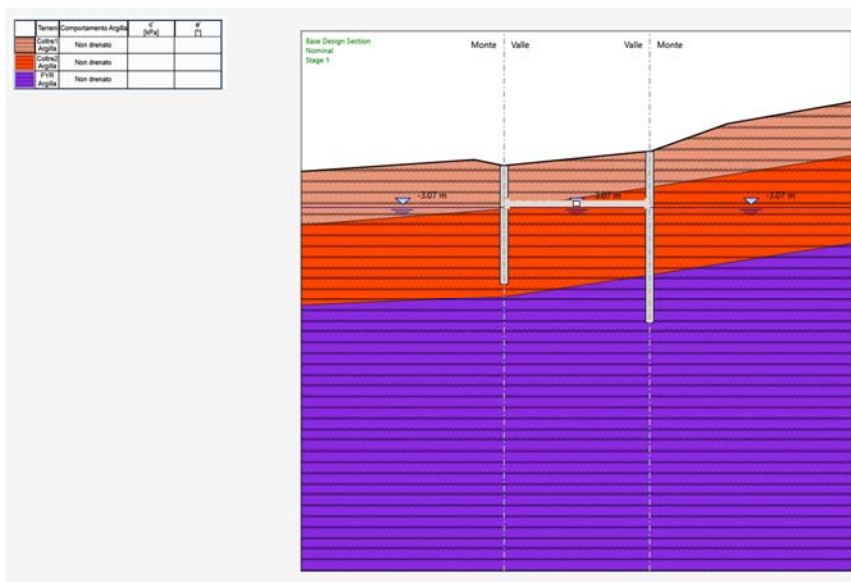


Figura 6 - FASE 1

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

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

ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA
I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA

PROGETTO ESECUTIVO
 Opere di sostegno – Relazione di calcolo

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

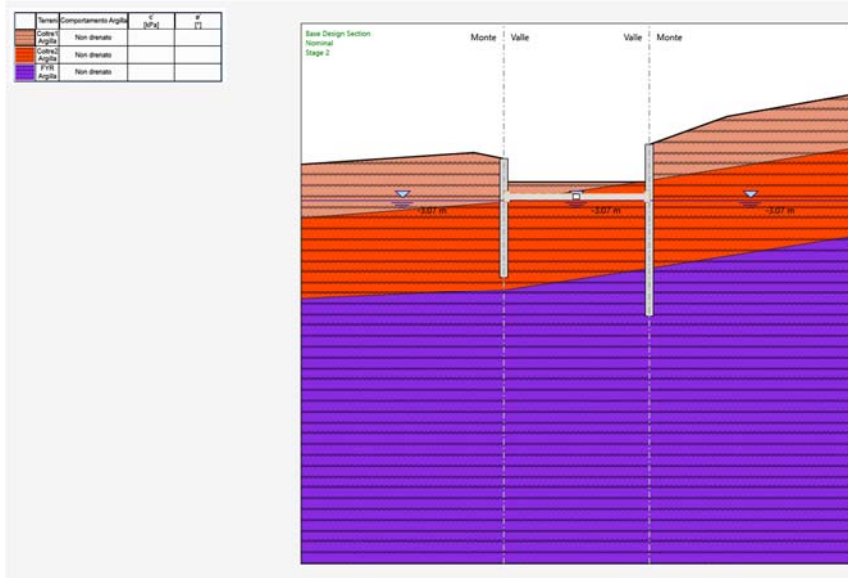


Figura 7 - FASE 2

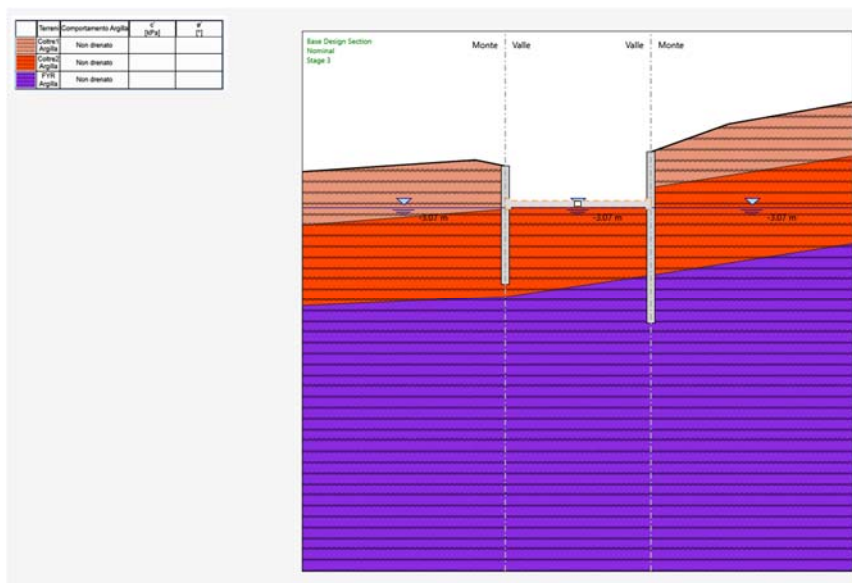


Figura 8 - FASE 3

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

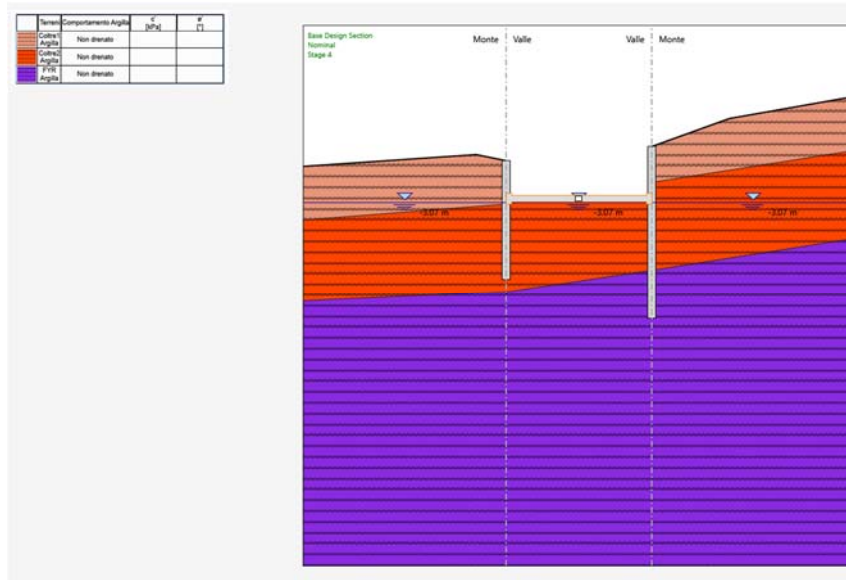


Figura 9 - FASE 4

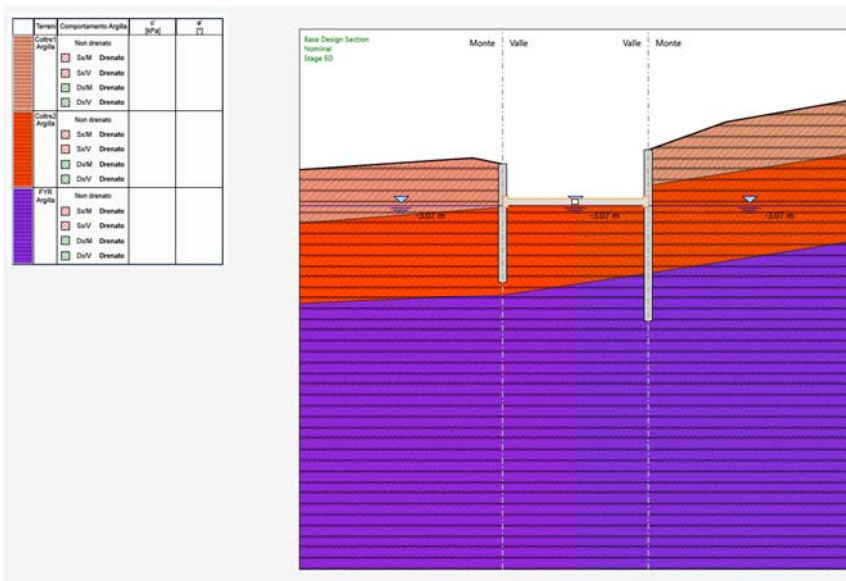


Figura 10 - FASE 5

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

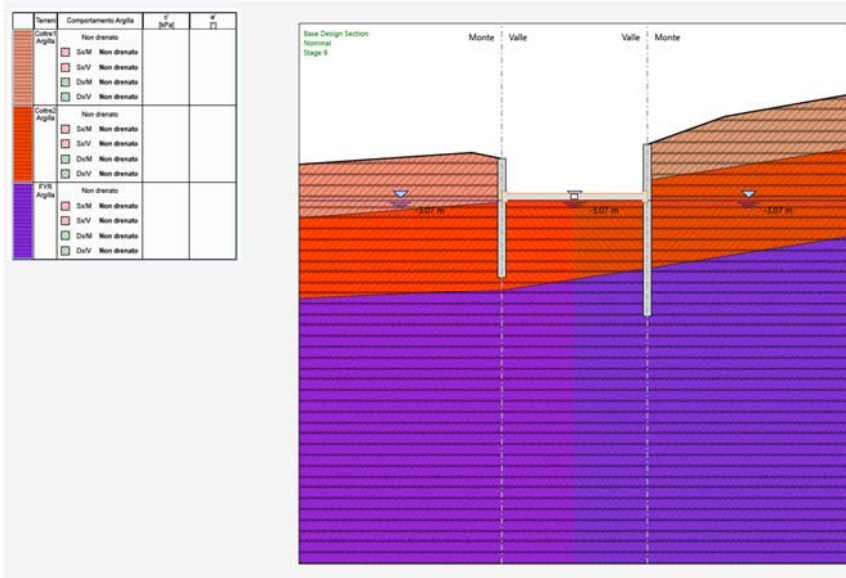


Figura 11 - FASE 6

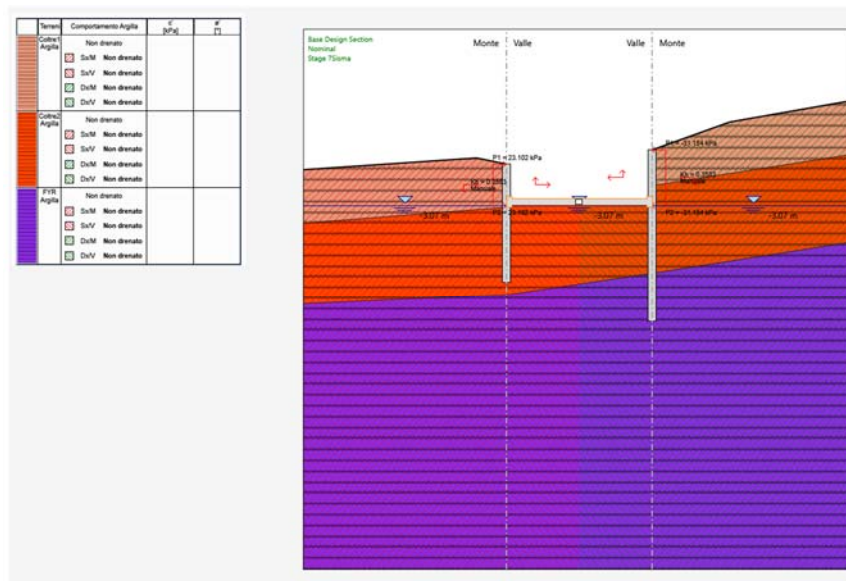


Figura 12 - FASE 7

Condizioni drenate di scavo

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

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

8 ANALISI IN CONDIZIONI STATICHE E SISMICHE

8.1 SINTESI RISULTATI ALLO SLE - SPOSTAMENTI

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

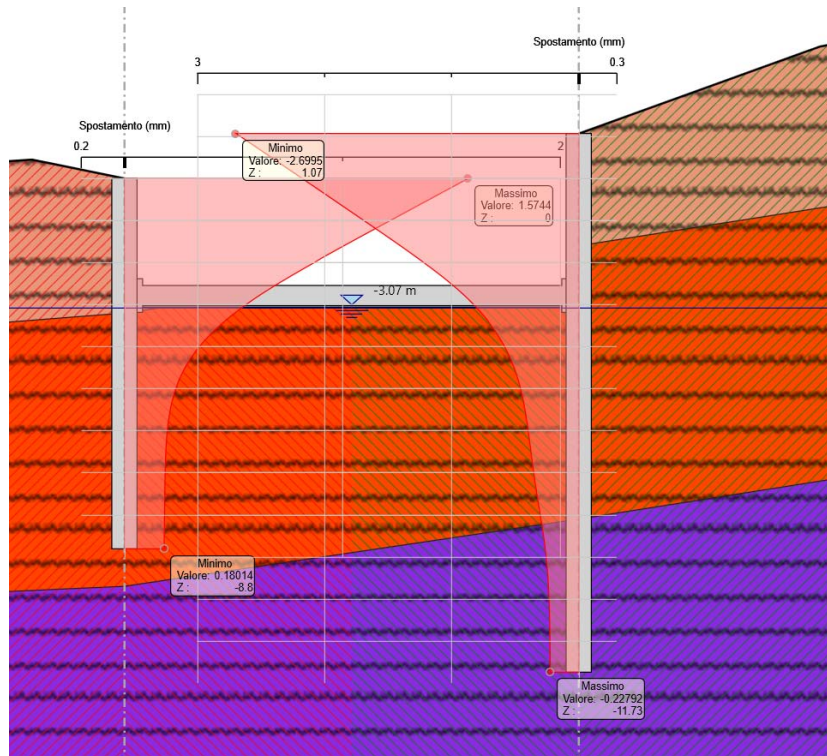


Figura 13: NV04. Fase 5: SLE rara – Deformazioni – Scavo condizioni non drenate

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

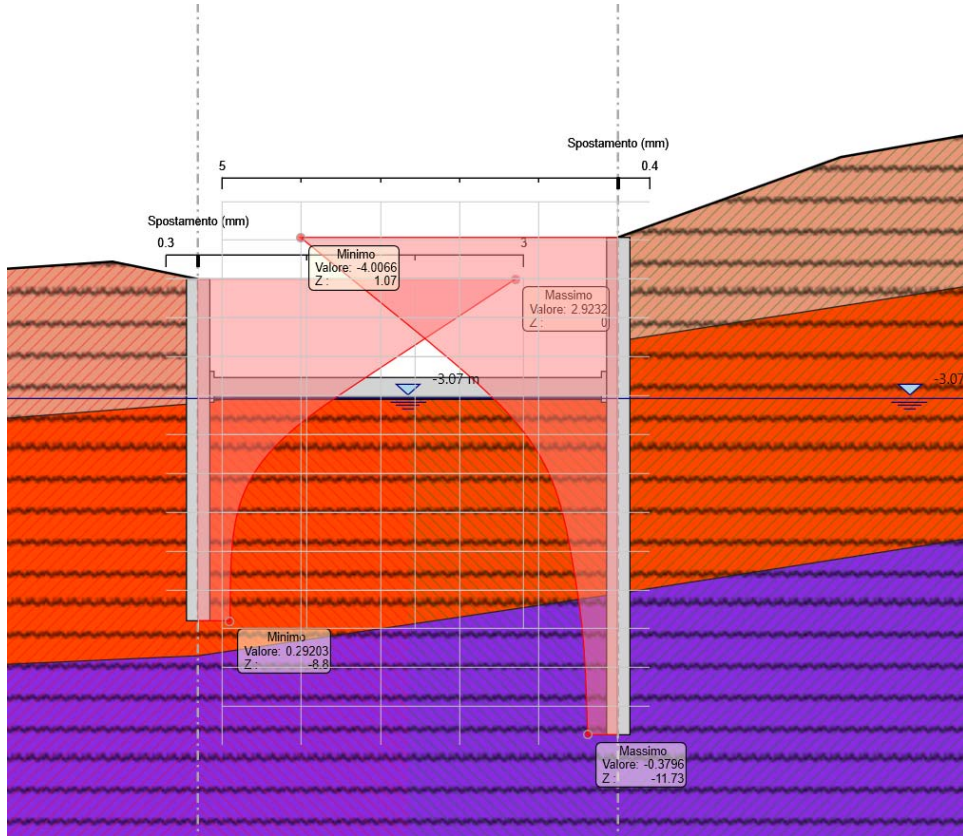


Figura 14: NV04. Fase 5: SLE rara – Deformazioni – Scavo condizioni drenate

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

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

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

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

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

Paratia di sinistra

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

Paratia di destra

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

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

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

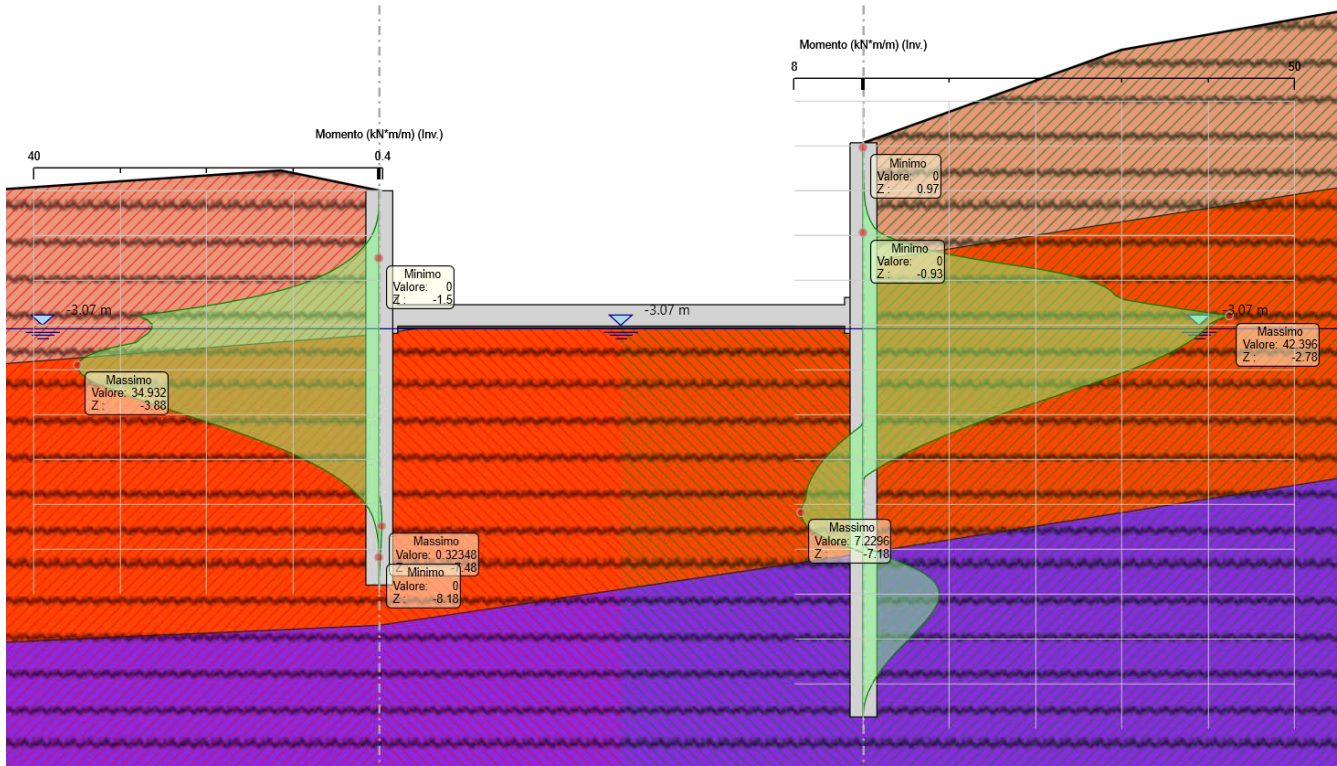


Figura 15: Involuppo SLE – Azione flettente condizione non drenata

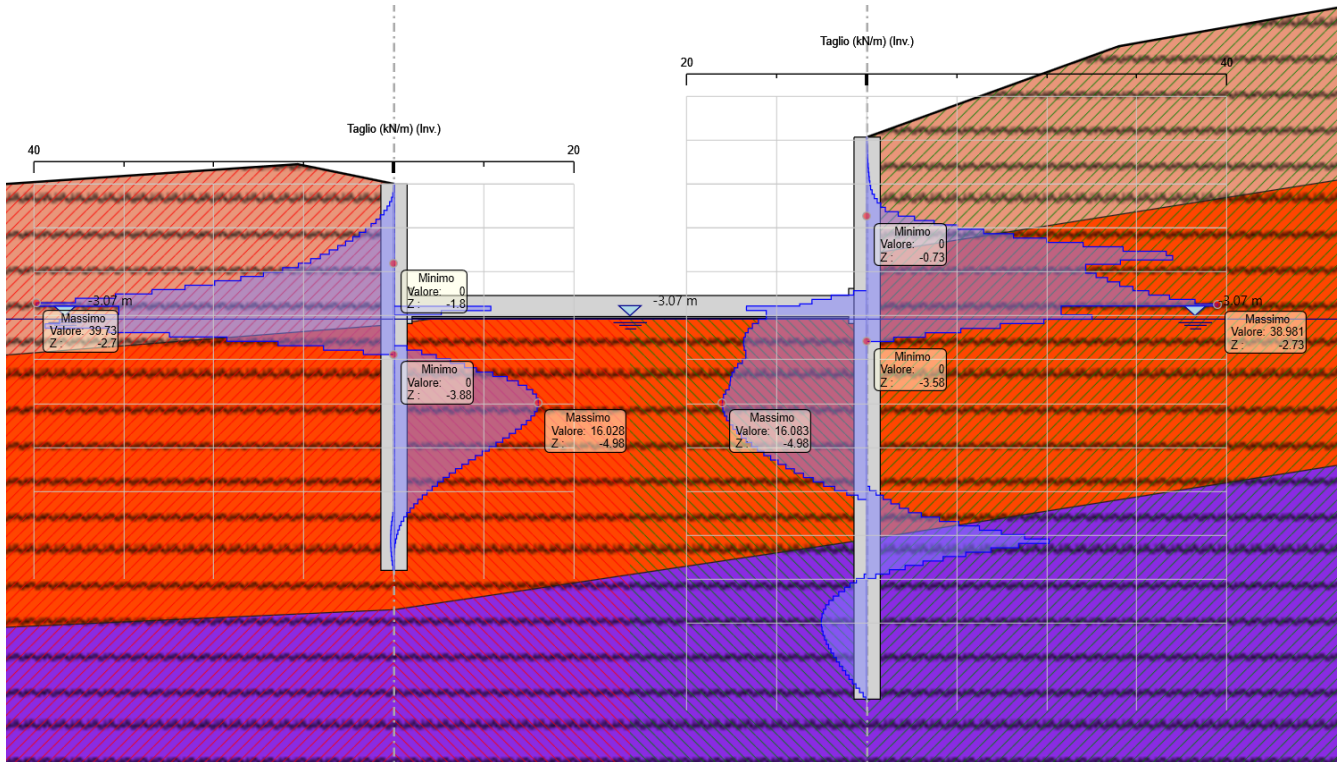


Figura 16: Involuppo SLE – Azione tagliante condizione non drenata

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

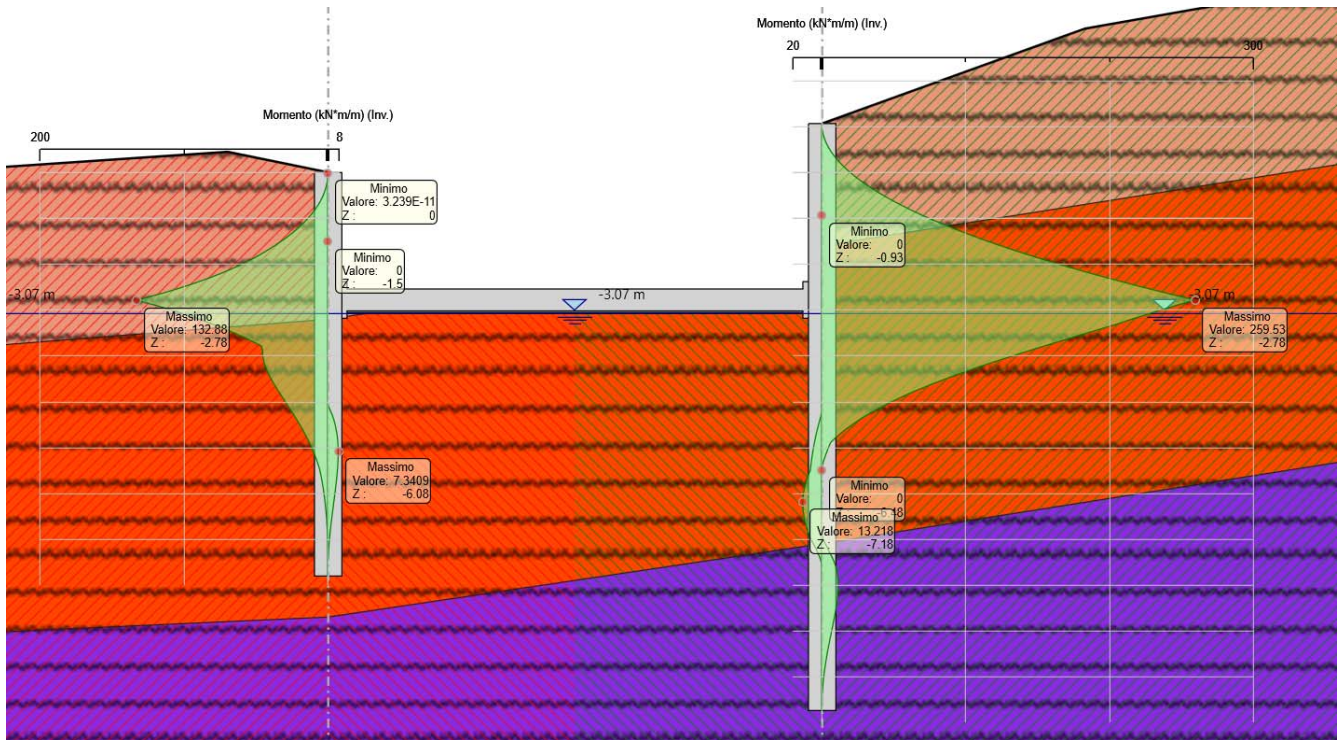


Figura 17: Involuppo SLU A1+M1+R1- SLV – Azione flettente condizione non drenata

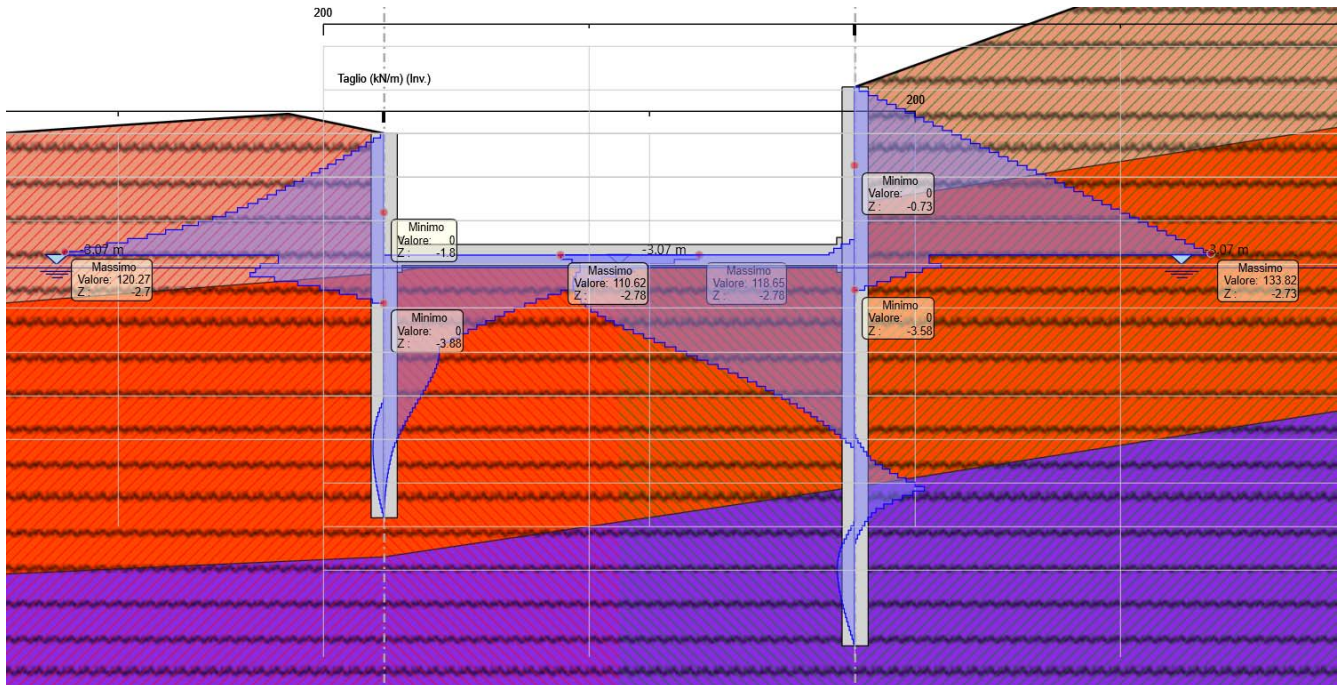


Figura 18: Involuppo SLU A1+M1+R1 - SLV – Azione tagliante condizione non drenata

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

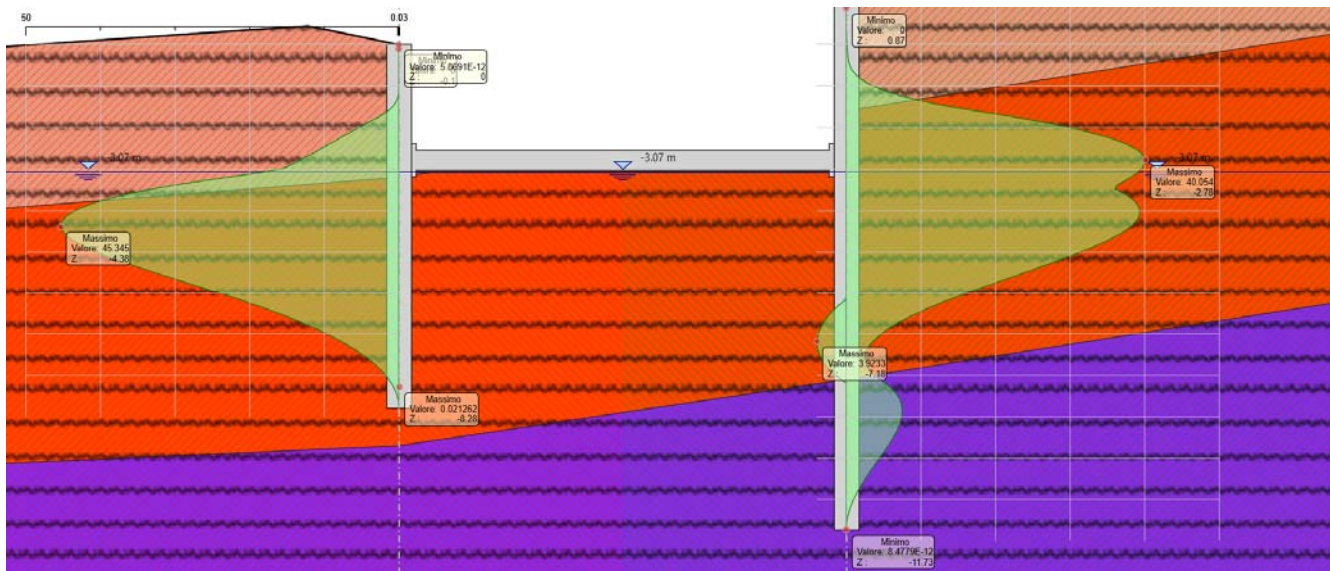


Figura 19: Involuppo SLE – Azione flettente condizione drenata

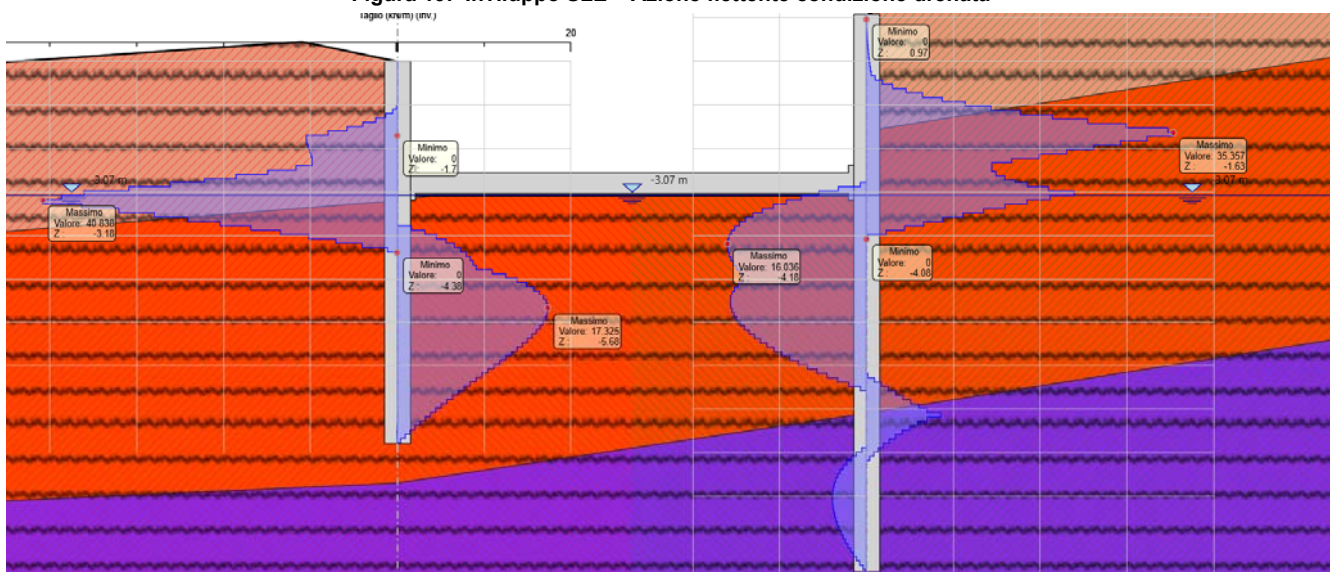


Figura 20: Involuppo SLE – Azione tagliante condizione drenata

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

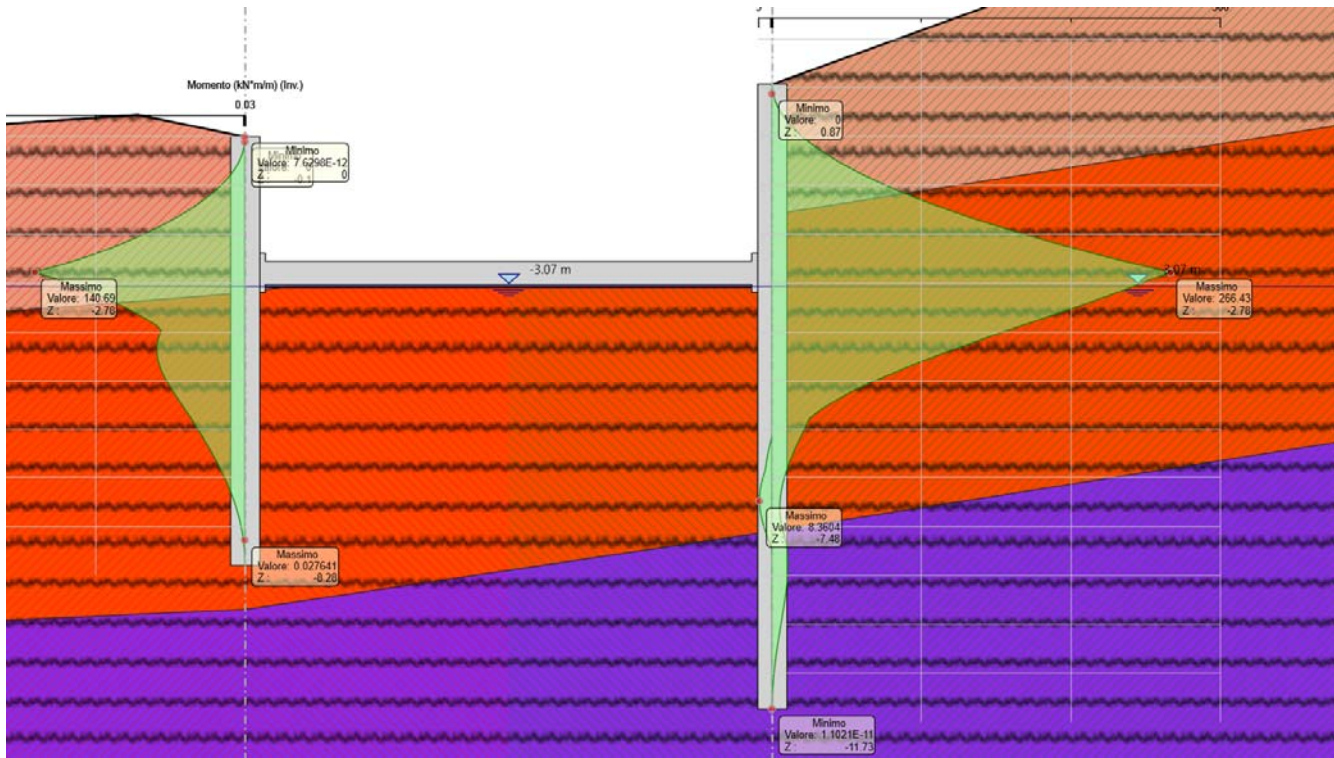


Figura 21: Involuppo SLU A1+M1+R1 - SLV – Azione flettente condizione drenata

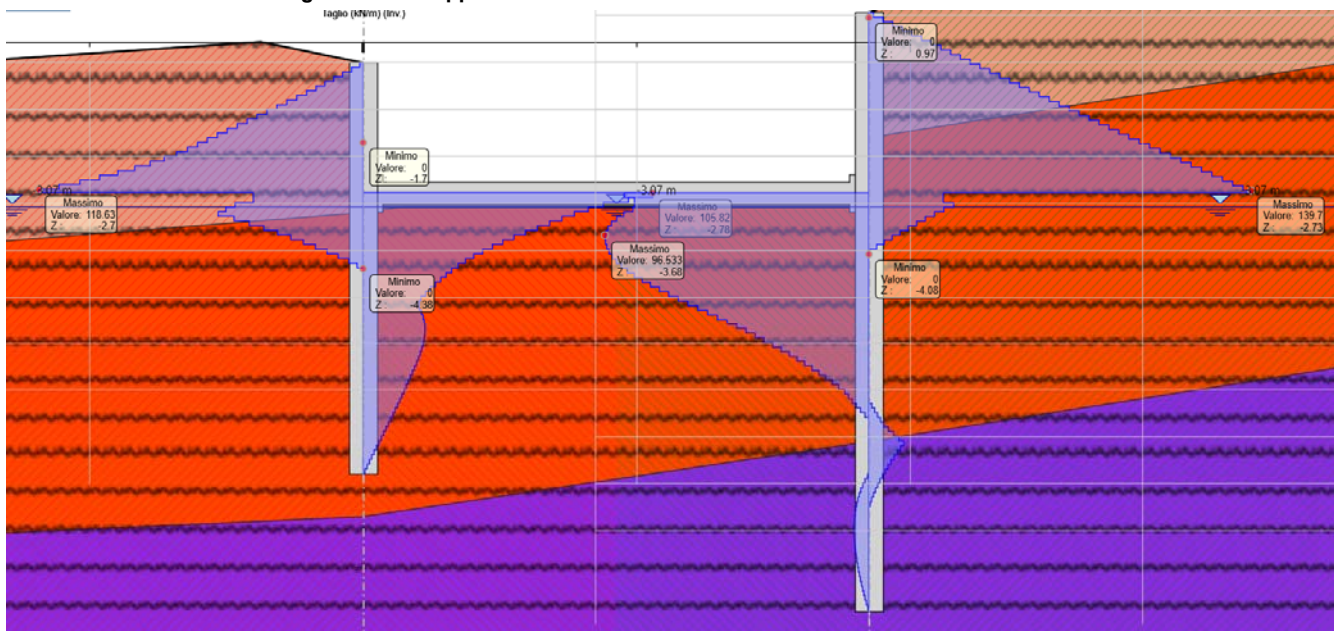


Figura 22: Involuppo SLU A1+M1+R1- SLV – Azione tagliante condizione drenata

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

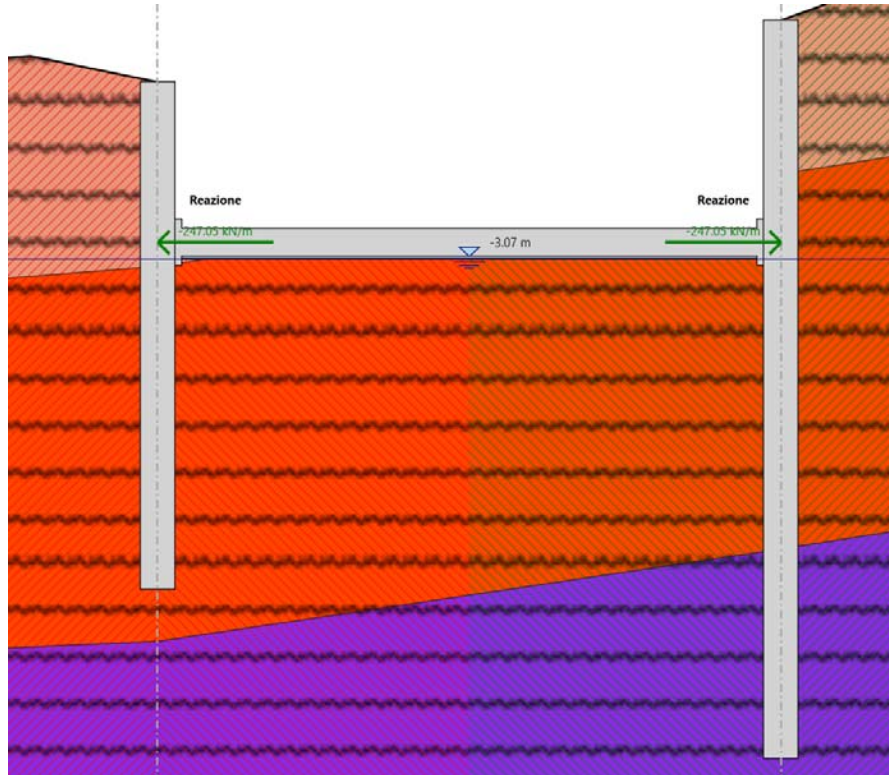


Figura 23: Involuppo SLU A1+M1+R1- SLV – Azione soletta condizione non drenata (-247.05 kN/m)

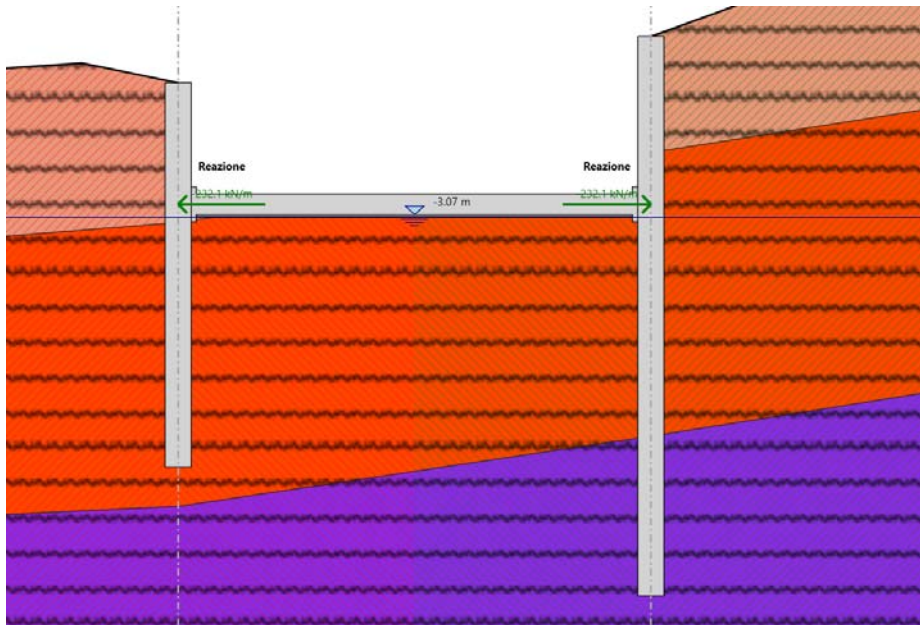


Figura 24: Involuppo SLU A1+M1+R1- SLV – Azione soletta condizione drenata (-232 kN/m)

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

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

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

Il modello converge.

9 VERIFICHE

9.1 VERIFICHE STRUTTURALI PARATIA DI DESTRA L=12 M

La tabella seguente riassume le massime sollecitazioni sul singolo palo

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

Armatura tipo del palo:

- armatura longitudinale 12 ϕ /18
- armatura trasversale spirale ϕ /12 passo 20 cm
- copriferro netto 6 cm

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

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

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

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

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare
Classe Conglomerato: C25/30

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

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

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

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

ARMATURE A TAGLIO

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

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	Vy
1	0.00	213.14	111.76

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	33.92	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

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

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

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

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

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

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

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

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

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

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 12 mm
Passo staffe: 20.0 cm

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

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

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

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

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

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

Fessurazione = 0.1 < 0.2 mm

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

Tensione acciaio = 74.25 MPa < 337.5 MPa

9.2 VERIFICHE STRUTTURALI PARATIA DI SINISTRA L=8 M

La tabella seguente riassume le massime sollecitazioni sul singolo palo

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

Armatura tipo del palo:

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

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

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

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

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA												
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.													
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ CL</td> <td>NV0405 001</td> <td>A</td> <td>30 di 69</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	NV0405 001	A	30 di 69
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	E ZZ CL	NV0405 001	A	30 di 69								

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

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare
Classe Conglomerato: C25/30

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

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

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

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

ARMATURE A TAGLIO

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

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	Vy
1	0.00	112.55	96.22

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	36.27	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

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

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

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

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

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

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

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

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

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 12 mm
Passo staffe: 20.0 cm

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

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

Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta-
sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

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

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

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

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

Fessurazione = 0.14 < 0.2 mm

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

Tensione acciaio = 97.8 MPa < 337.5 MPa

9.3 DIMENSIONAMENTO CORDOLO PARATIA

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

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

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

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

9.4 VERIFICA ALLO SLU DI TIPO GEO (STATICA)

9.4.1 Verifica delle spinte a valle della paratia

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

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

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

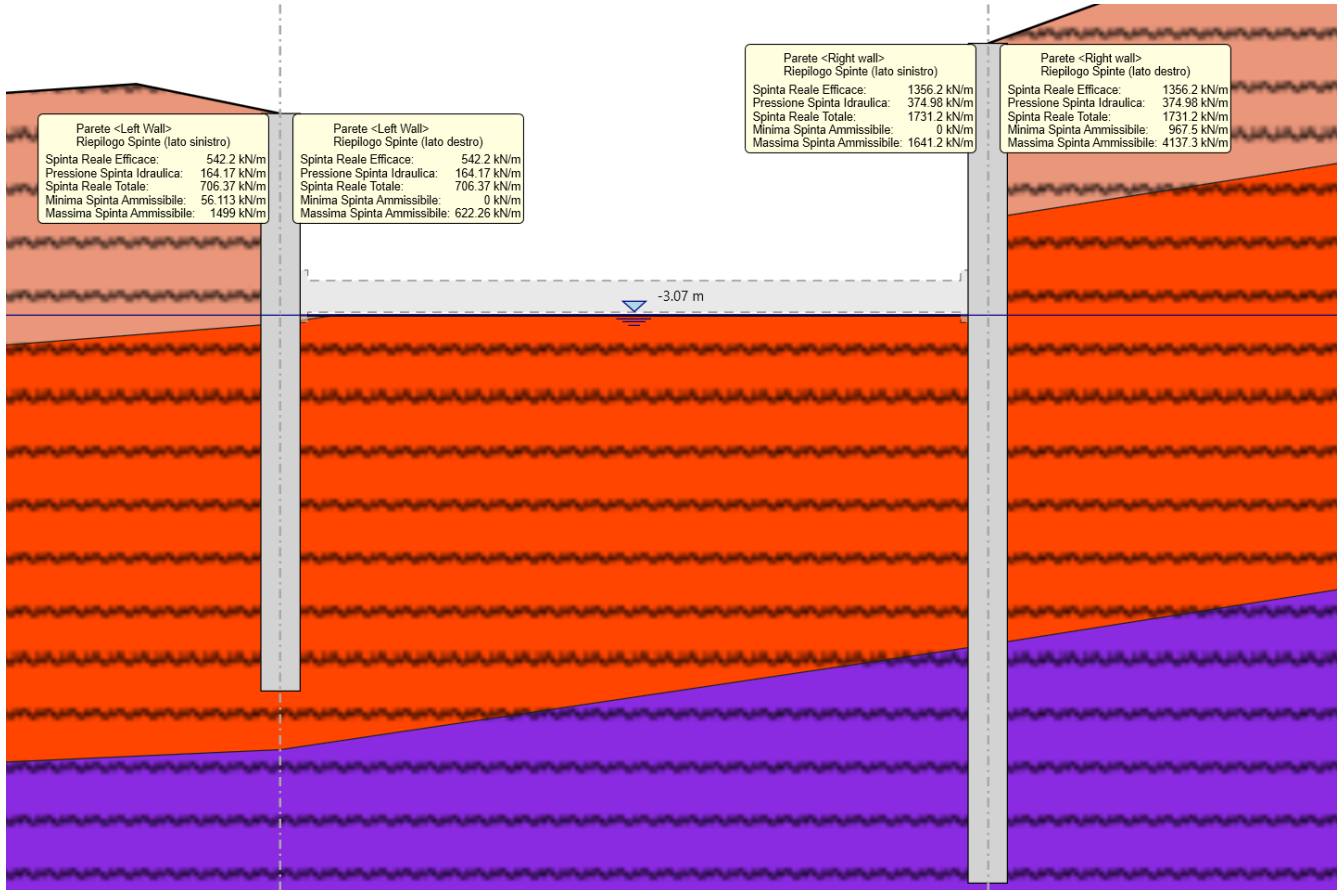


Figura 25: NV04. Spinte delle terre agenti in Fase 3 condizione drenata

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

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

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

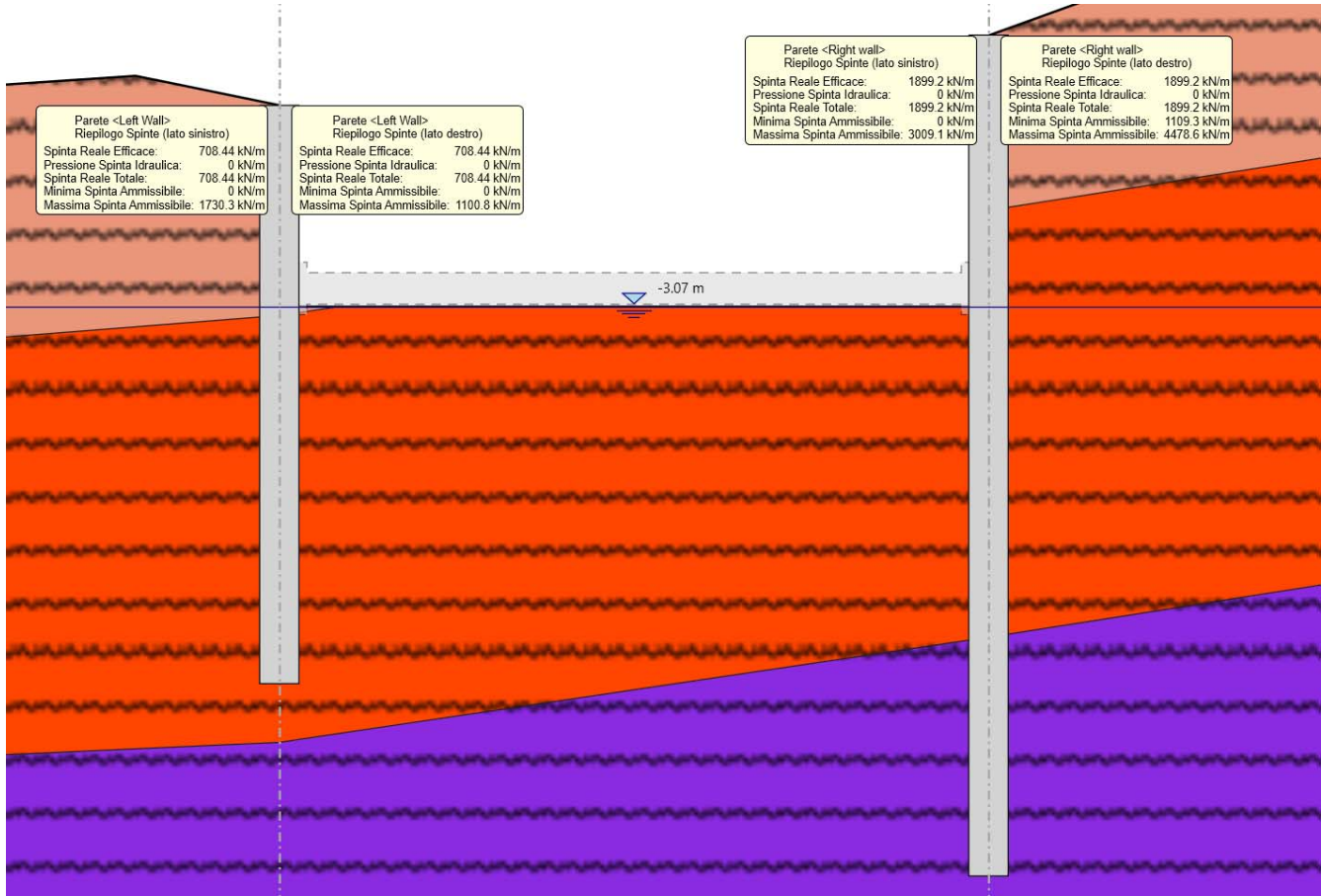


Figura 26: NV04. Spinte delle terre agenti in Fase 3 condizione non drenata

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

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

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

9.5 VERIFICA ALLO SLU DI TIPO GEO (SISMICA)

9.5.1 Verifica delle spinte a valle della paratia

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

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

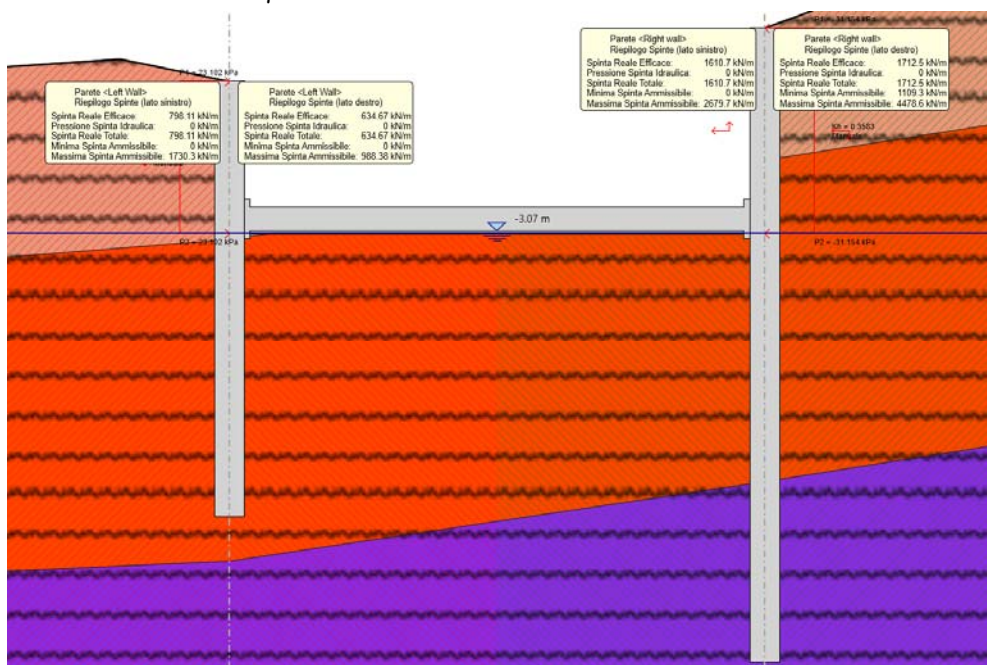


Figura 27: NV04. Spinte delle terre agenti in Fase 7 analisi drenata.

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

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

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

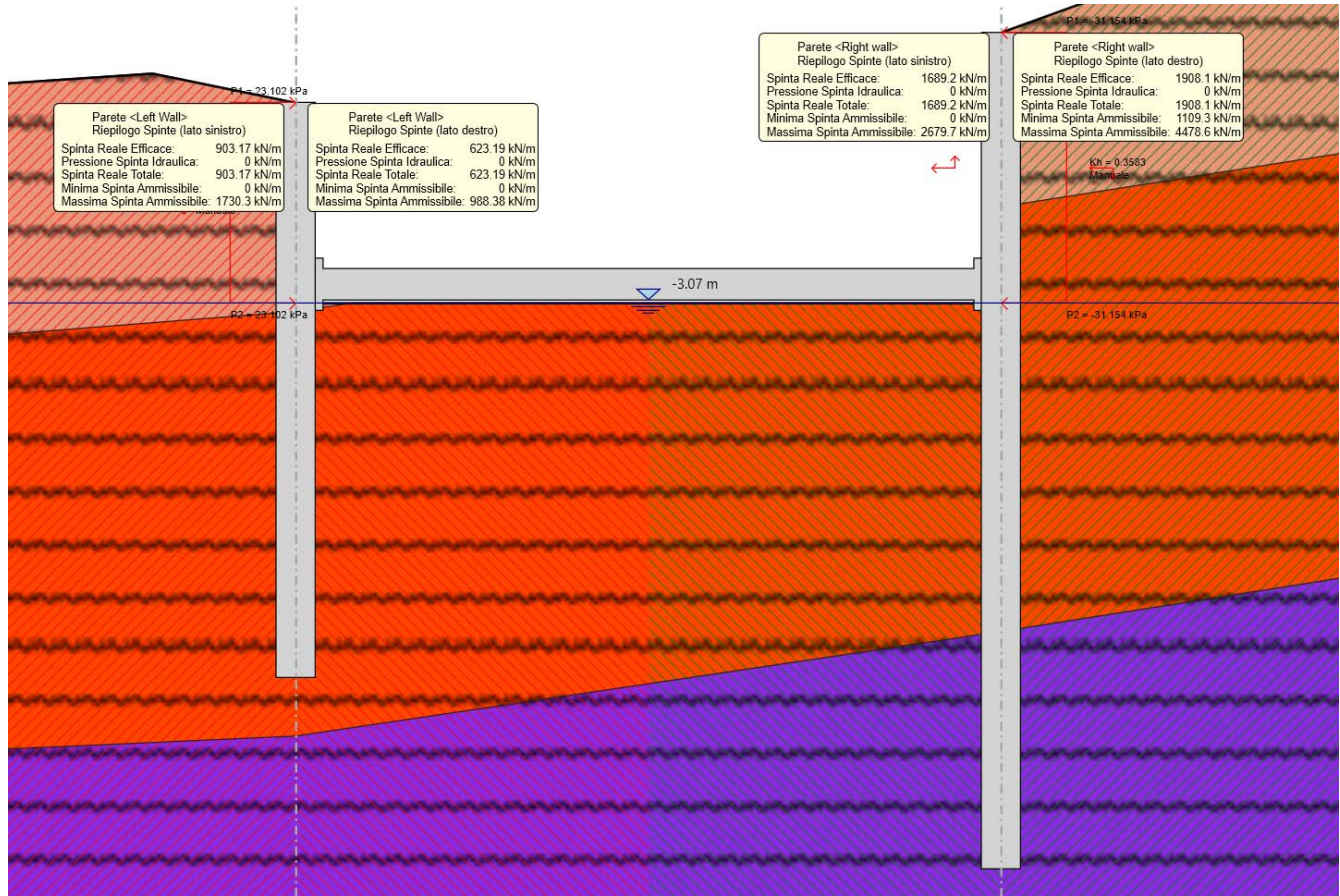


Figura 28: NV04. Spinte delle terre agenti in Fase 7 analisi non drenata.

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

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

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

9.6 VERIFICHE DI STABILITÀ GLOBALE

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

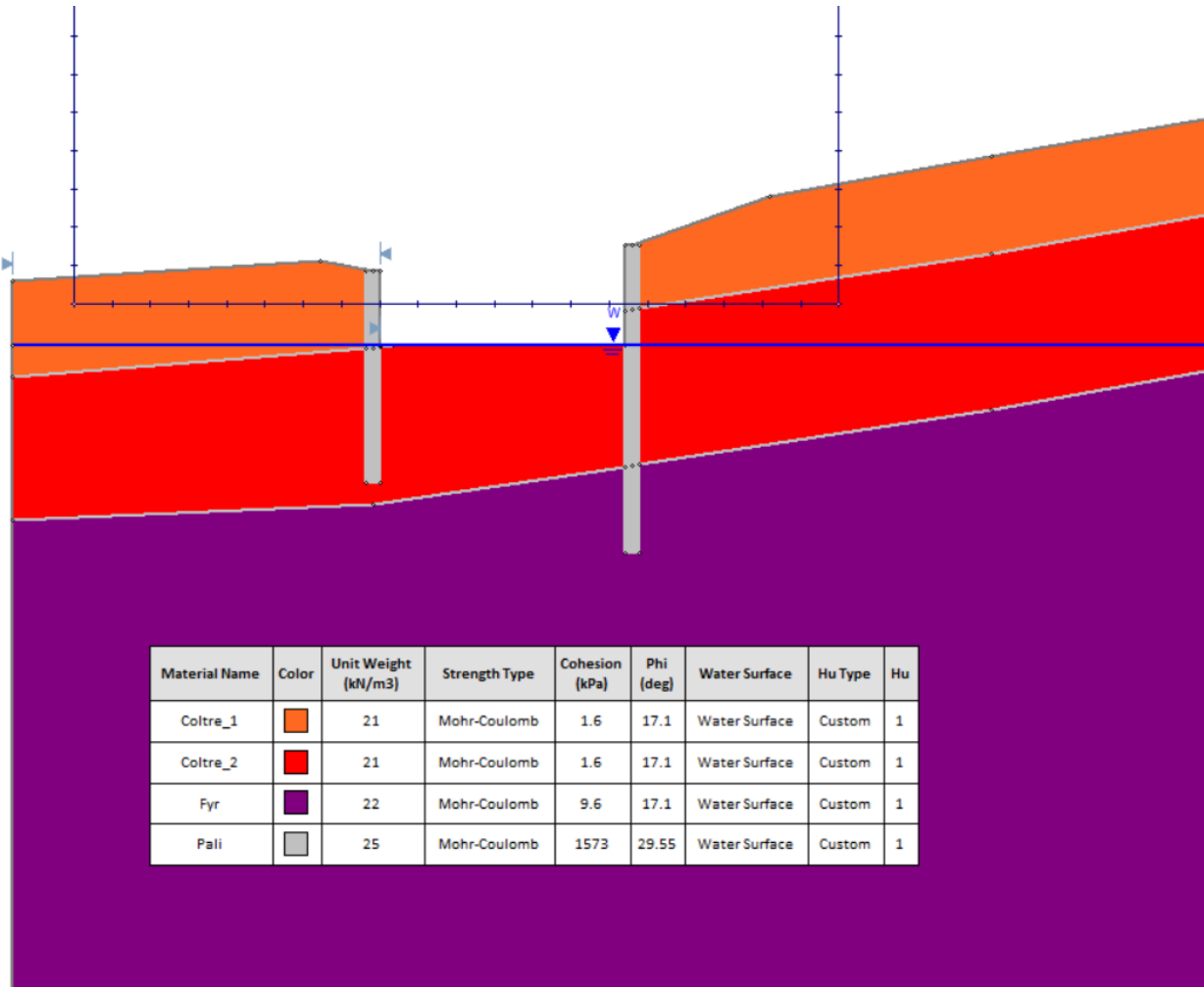


Figura 29 – Modello di calcolo

Parametri terreno combinazione M2

Coltre

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

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

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

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

FYR

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

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

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

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

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

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

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

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

Parametri sismici

$$a_g = 0.2689$$

$$S_s = 1.3326$$

$$S_t = 1$$

$$a_{max} = 0.358336$$

$$\beta = 0.28$$

$$K_h = 0.1003$$

$$K_v = 0.0502$$

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

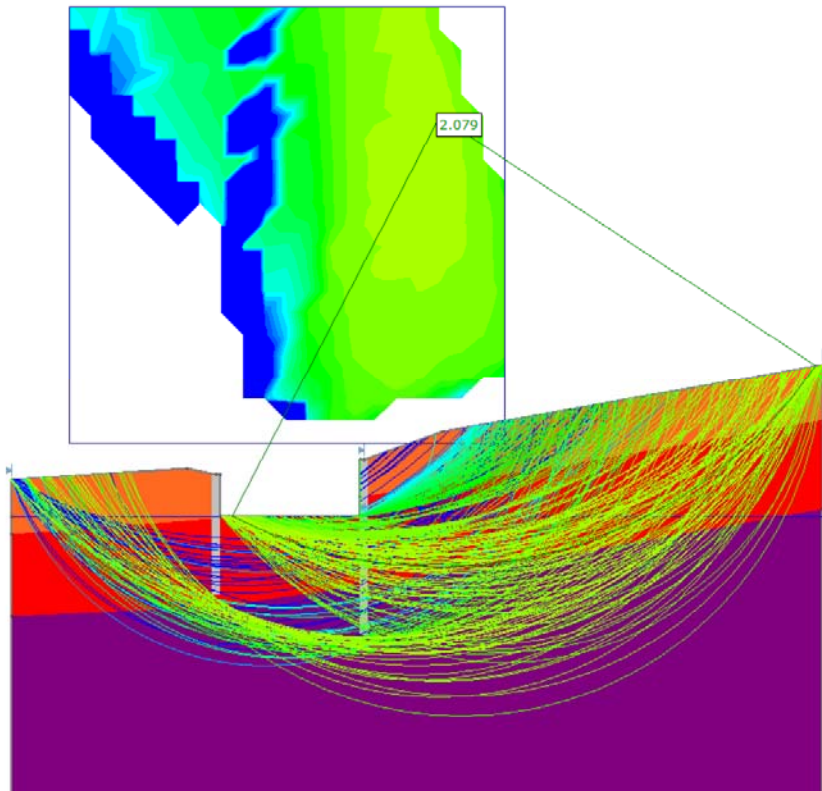
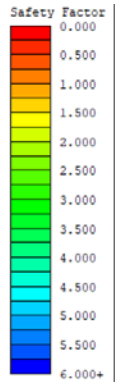
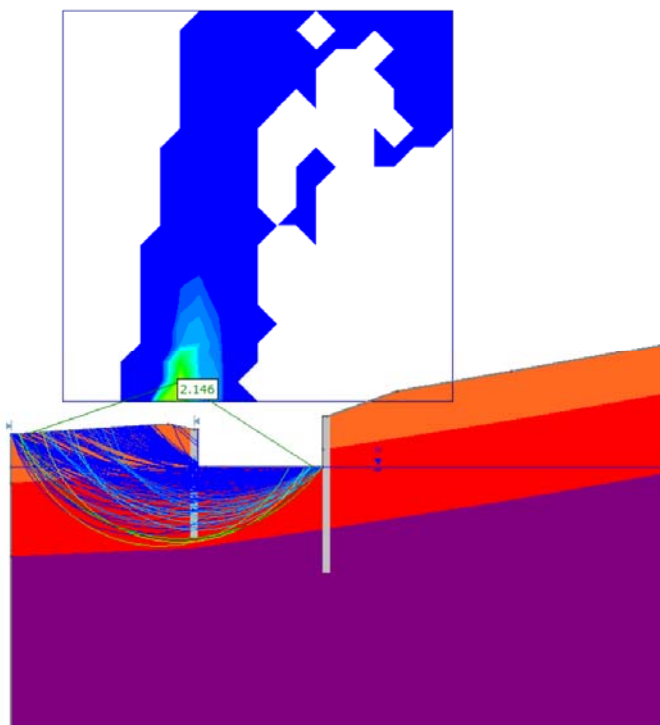
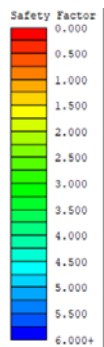


Figura 30 – Condizione drenata statica $R3 = 2.079 > 1.1$ paratia di destra



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

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

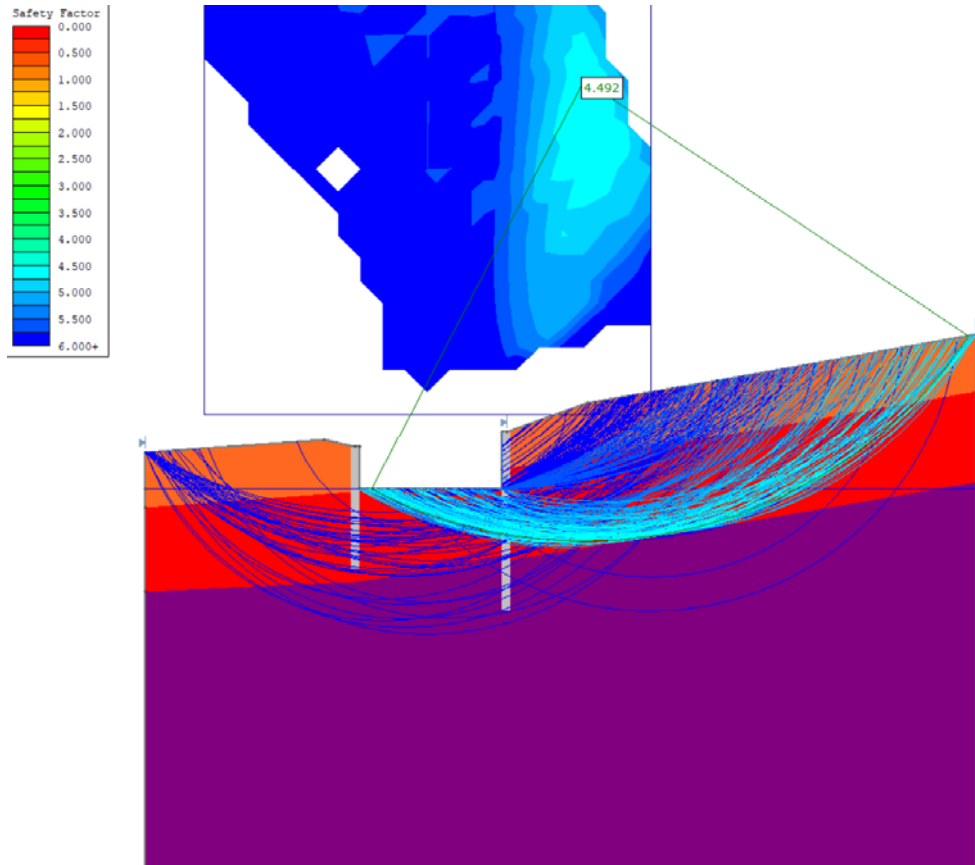


Figura 32 – Condizione non drenata statica $R3 = 4.492 > 1.1$ paratia di destra

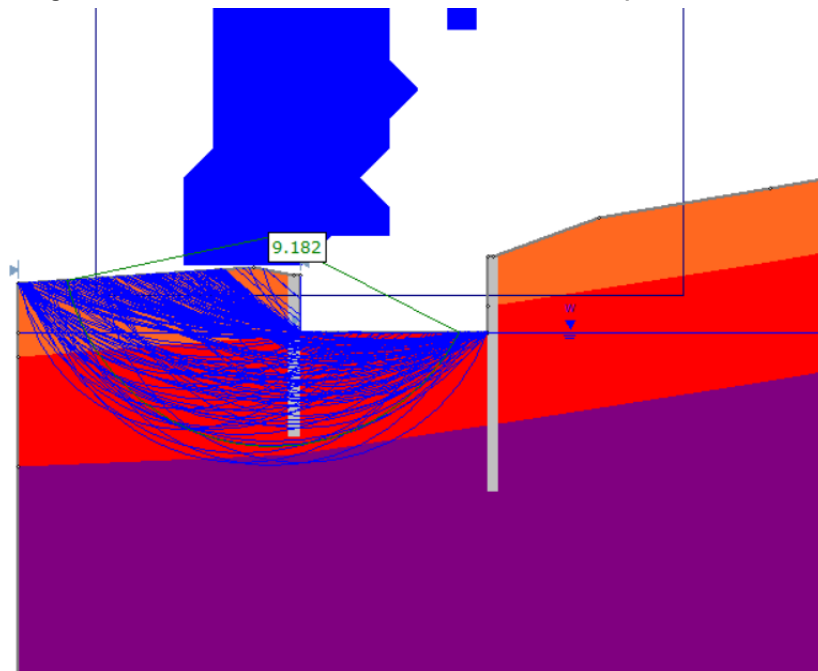


Figura 33 – Condizione non drenata statica $R3 = 9.182 > 1.1$ paratia di sinistra

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

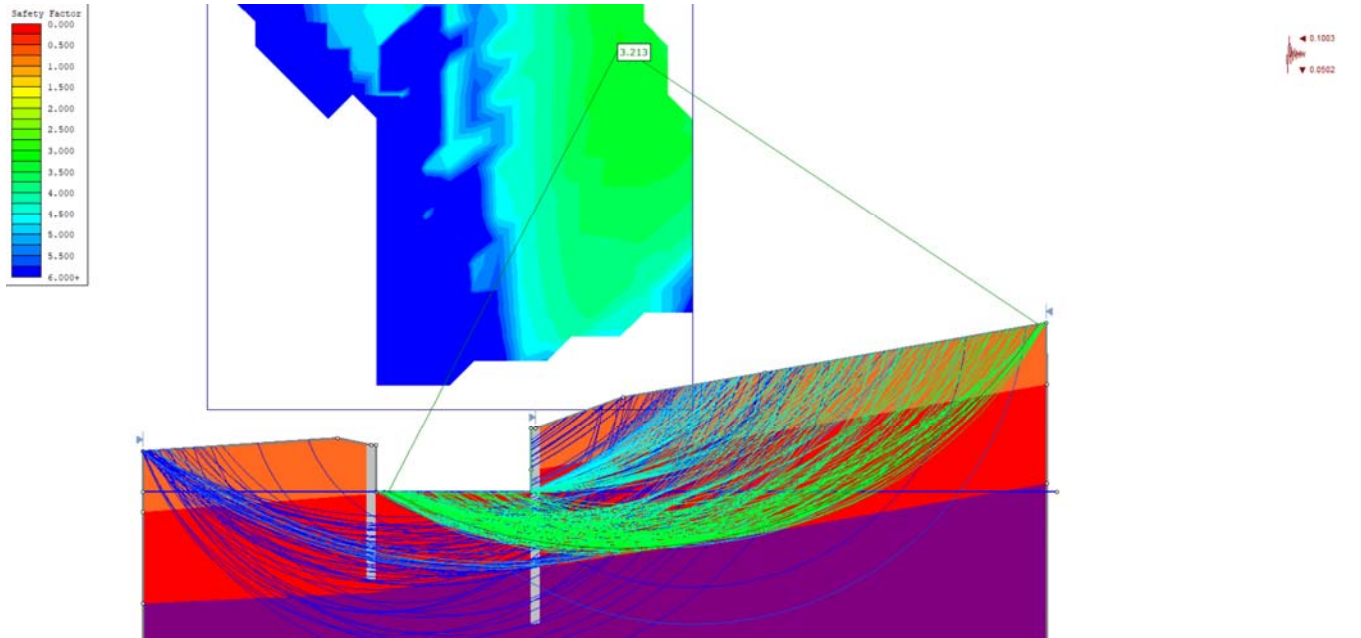


Figura 34 – Condizione non drenata sismica R3 = >1.1 paratia di destra

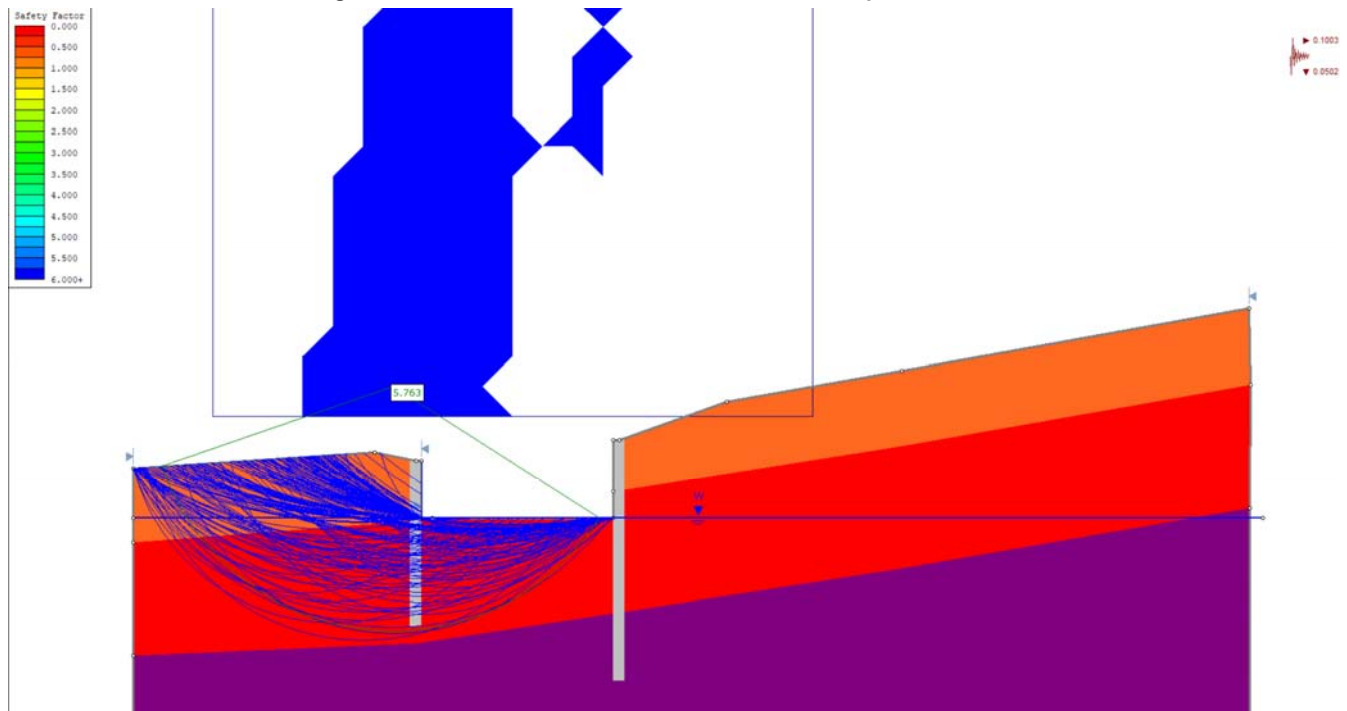


Figura 35 – Condizione non drenata sismica R3 = >1.1 paratia di sinistra

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

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

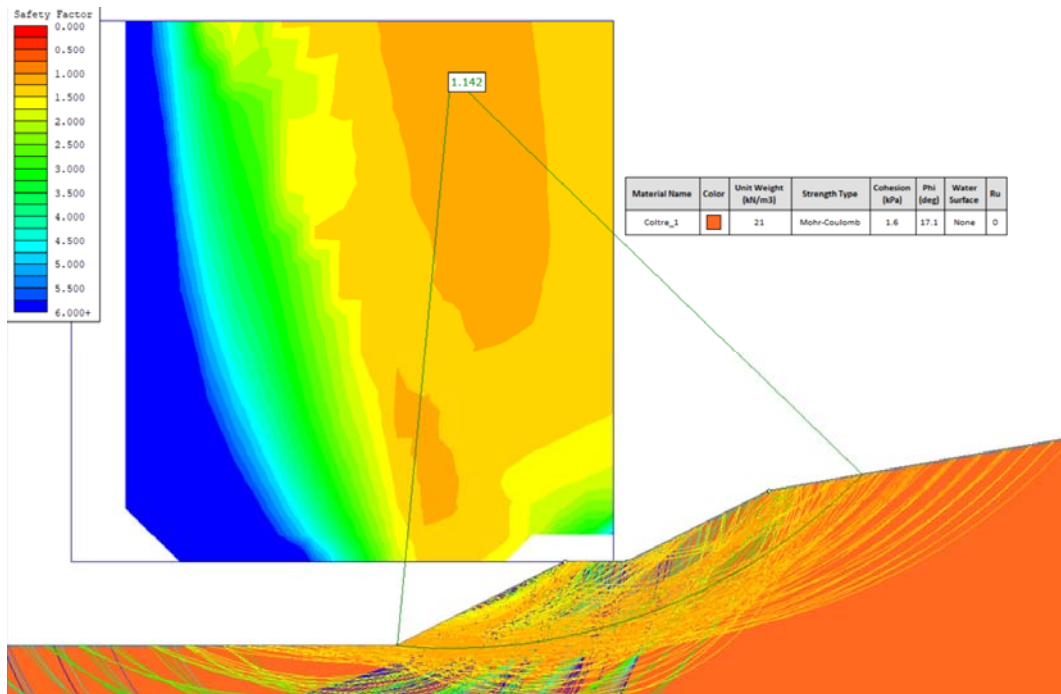


Figura 36 – Condizione drenata statica R3 = 1.14 > 1.1

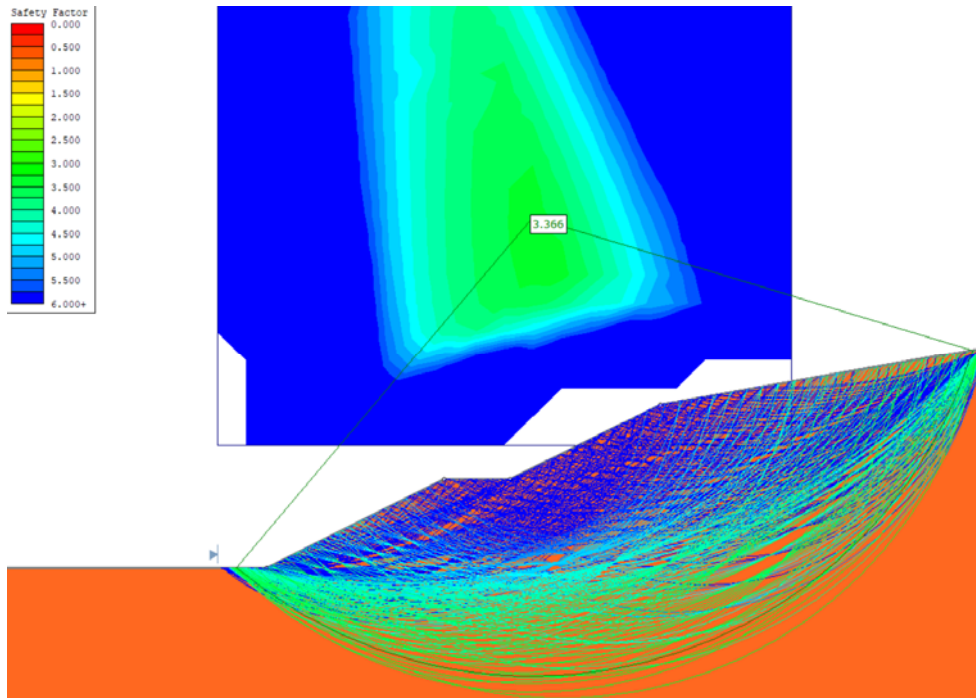


Figura 37 – Condizione non drenata statica R3 = 3.366 > 1.1

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

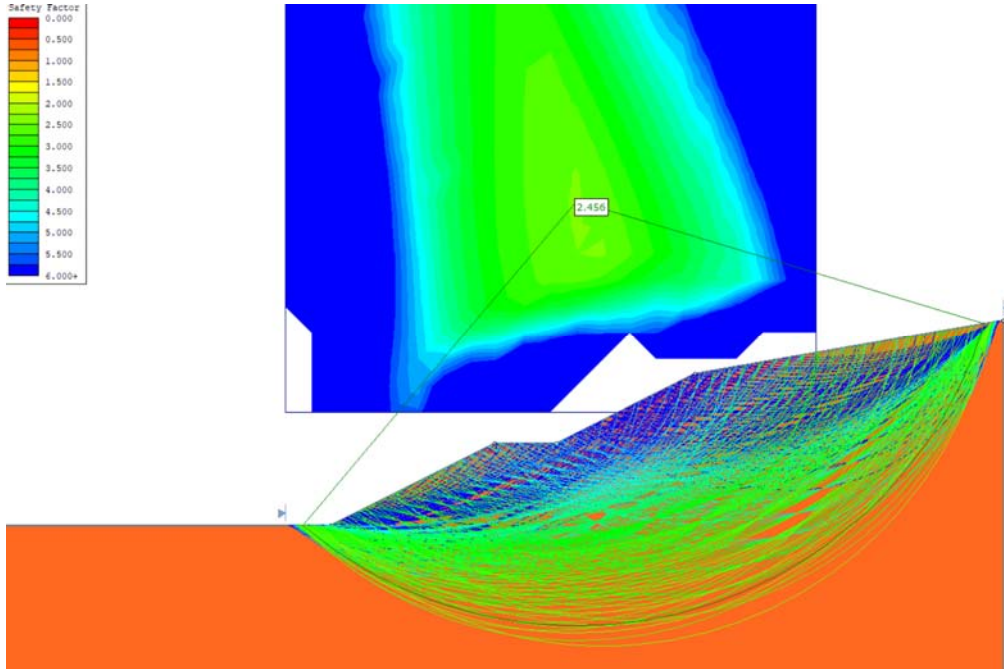


Figura 38 – Condizione non drenata sismica $R_3 = 2.456 > 1.1$

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

10 MURO AD “U” INTERNO ALLA PARATIA

10.1 DESCRIZIONE DELL’OPERA

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

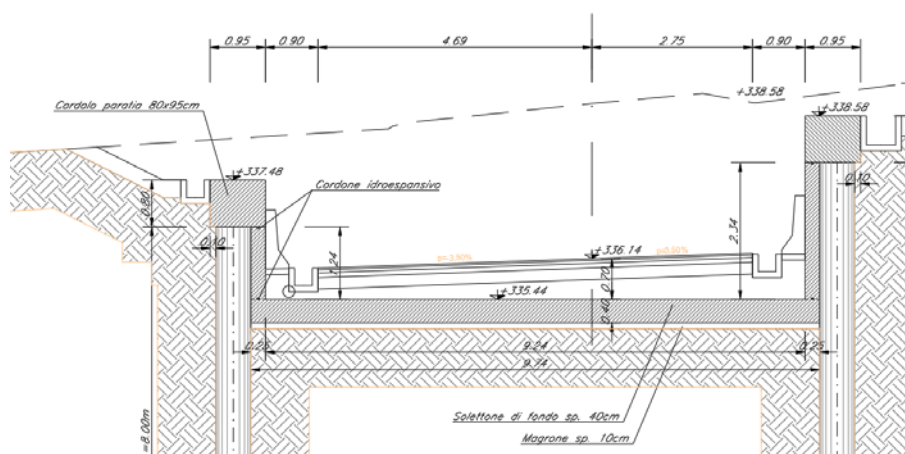


Figura 39 – Sezione trasversale tipo

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

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

Tabella 10.1: Dati geometrici

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

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

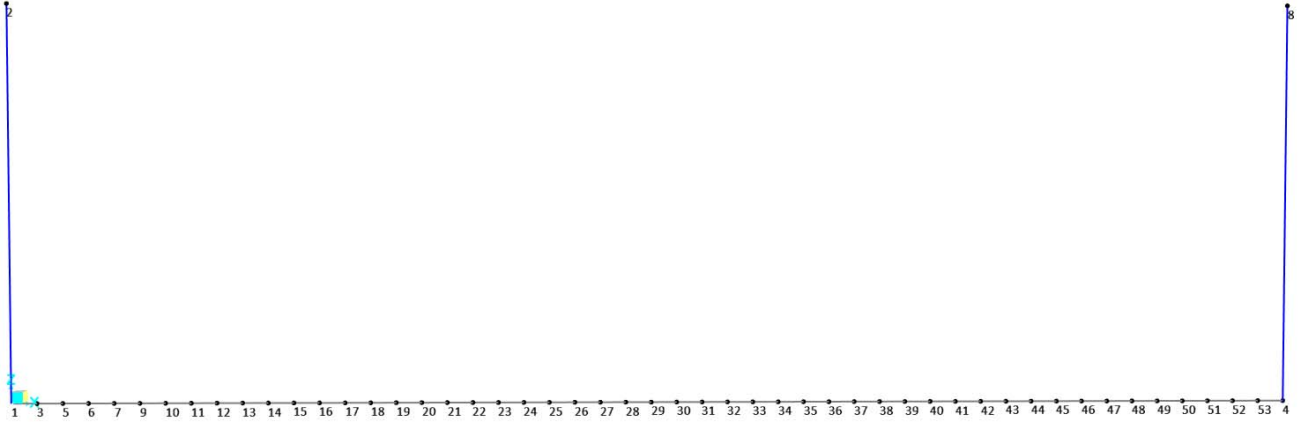


Figura 10-40 – Vista standard del modello di calcolo

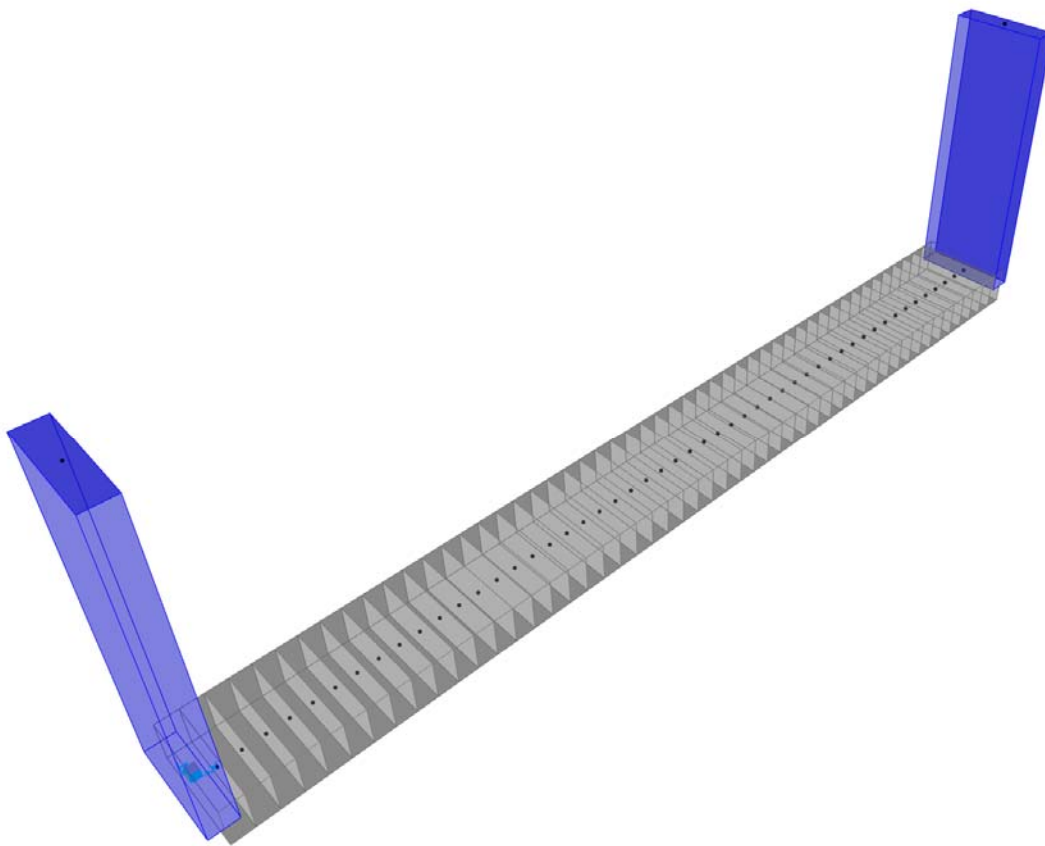


Figura 10-41 – Vista estrusa del modello di calcolo

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

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

10.2 MODELLAZIONE DELL'INTERAZIONE SUOLO – STRUTTURA

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

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

Molle verticali

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

Molle orizzontali

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

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

10.3 CODICE DI CALCOLO

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

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

Le unità di misura adottate sono le seguenti:

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

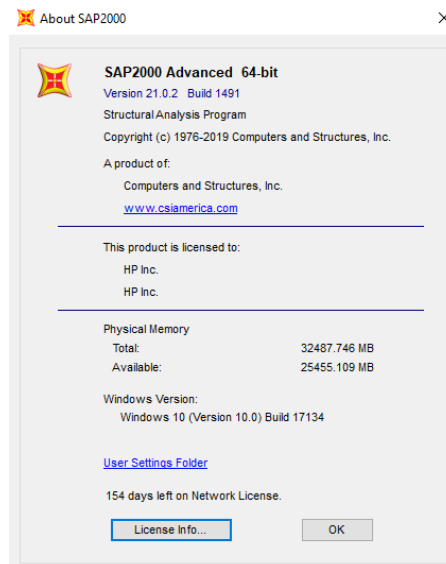


Figura 42 – Licenza d'uso

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

10.4 ANALISI DEI CARICHI

10.4.1 Peso proprio, G1-Dead

Il carico delle strutture in calcestruzzo armato viene valutato considerando un peso di volume pari a 25 kN/m³. Il peso proprio viene automaticamente calcolato dal programma in base alle dimensioni delle sezioni degli elementi.

10.4.2 Permanenti portati, G2

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

- Peso di volume: 19.00 kN/m³.

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

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

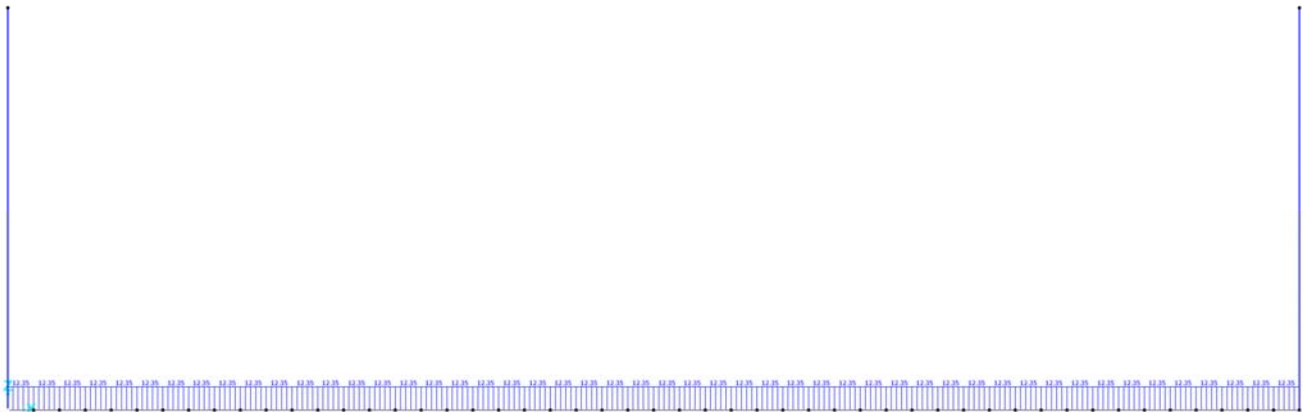


Figura 43 – Ricoprimento

10.5 AZIONI VARIABILI DA TRAFFICO

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

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

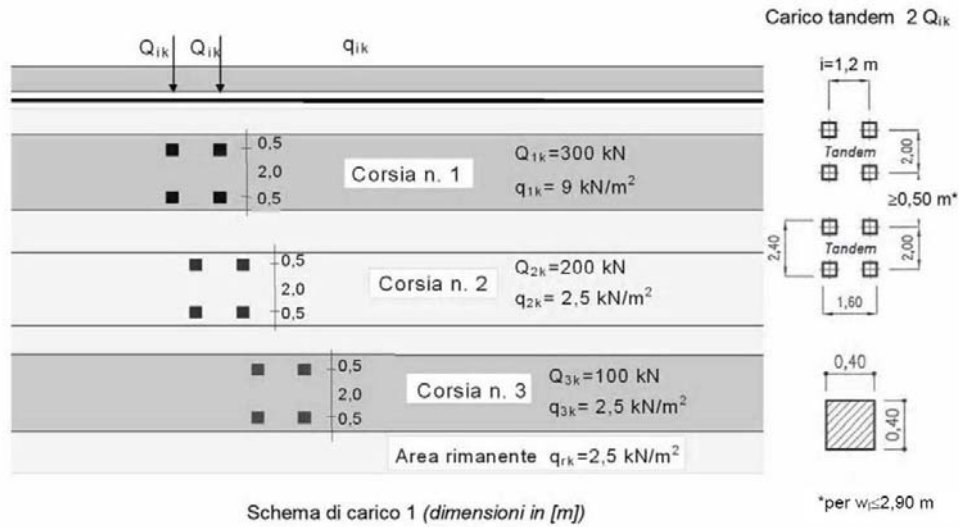
Ogni corsia prevede inoltre un carico distribuito (UDL) disposto su tutta la luce e per la larghezza della corsia convenzionale. Tale valore ha un'intensità q_{ik} .

In definitiva le corsie sono sottoposte ai seguenti carichi:

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

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

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



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

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

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

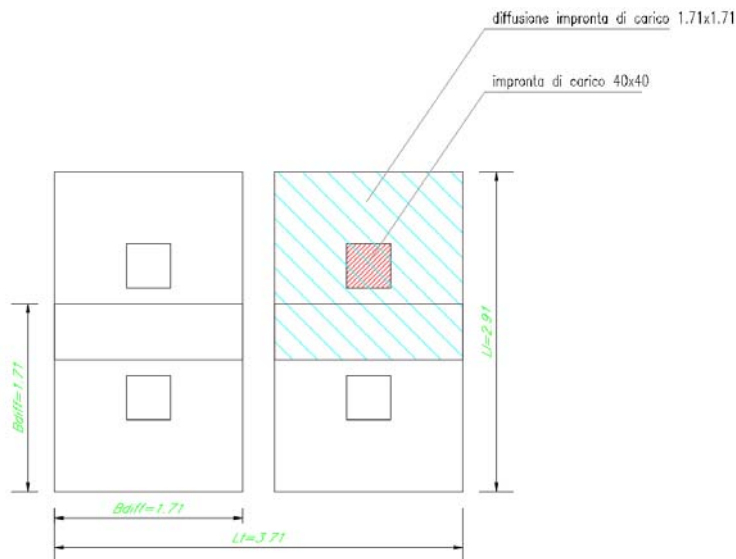


Figura 44 – Diffusione impronte di carico

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

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

Corsia n° 1:

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

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

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

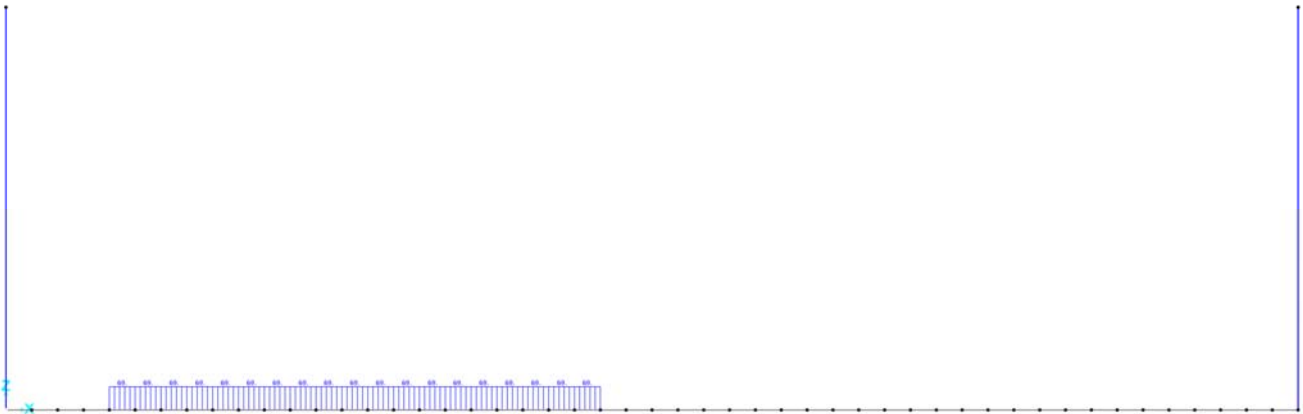


Figura 45 – Carico stradale applicato alla corsia n° 1

Corsia n° 2:

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

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

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

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

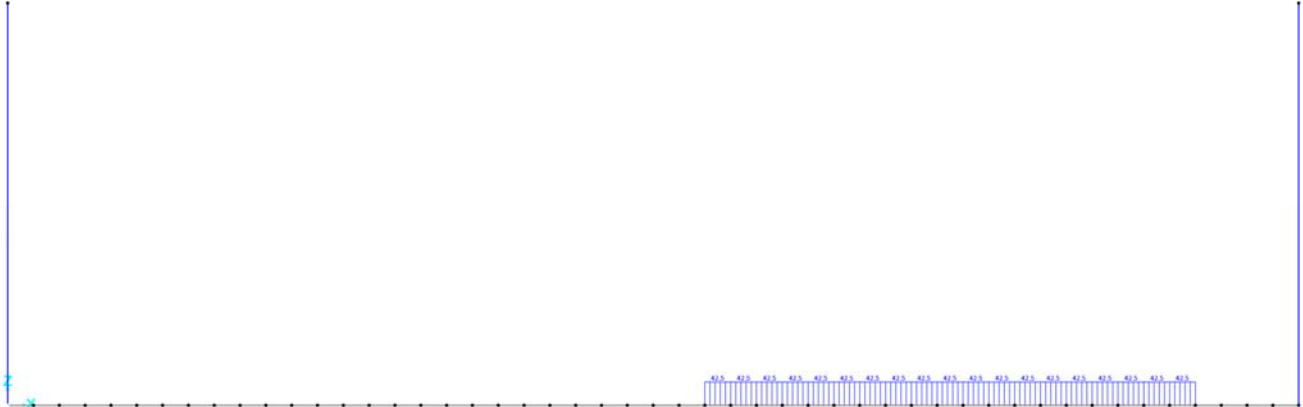


Figura 46 – Carico stradale applicato alla corsia n° 2

10.6 SPINTA SUI PIEDRITTI DOVUTA ALLA PRESENZA DELLA FALDA

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

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

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

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



Figura 47 – Pressione dovuta alla presenza della falda

10.7 AZIONE SISMICA

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

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

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

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

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

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

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

Pertanto si ha:

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



Figura 48 – Carico sismico

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

10.8 COMBINAZIONI DI CARICO

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

10.9 CRITERI DI VERIFICA

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

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

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

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.
⁽²⁾ Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.
⁽³⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna
⁽⁴⁾ 1,20 per effetti locali

Tabella 10.2: coefficienti parziali di sicurezza

Tabella 5.1.VI - Coefficienti ψ per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali

Azioni	Gruppo di azioni (Tabella 5.1.IV)	Coefficiente ψ_0 di combinazione	Coefficiente ψ_1 (valori frequenti)	Coefficiente ψ_2 (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tabella 5.1.IV)	Schema 1 (Carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (Carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	----	0,75	0,0
Vento q_s	5	0,0	0,0	0,0
	Vento a ponte scarico			
	SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	Esecuzione	0,8	----	0,0
Neve q_s	Vento a ponte carico	0,6		
	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
Temperatura	esecuzione	0,8	0,6	0,5
	T_k	0,6	0,6	0,5

Tabella 10.3: coefficienti di combinazione

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

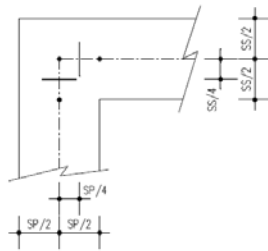
Le verifiche a flessione sono effettuate rispettivamente:

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

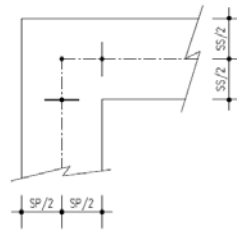
APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO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

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

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



VERIFICHE A FLESSIONE



VERIFICHE A FESSURAZIONE E TAGLIO

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

10.10 COMBINAZIONI DEI CARICHI E DIAGRAMMI DELLE SOLLECITAZIONI

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

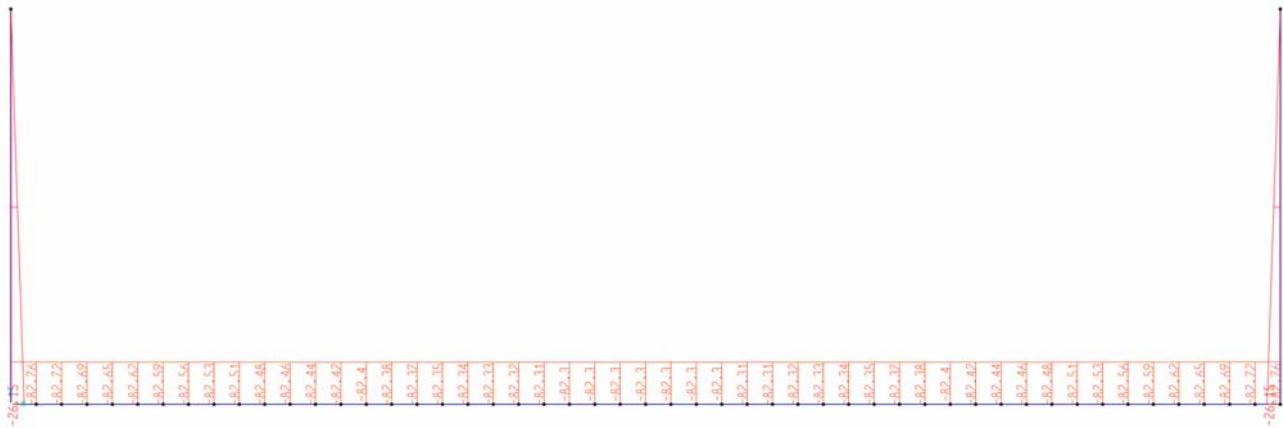


Figura 49 – Involuppo sforzo assiale N - SLU

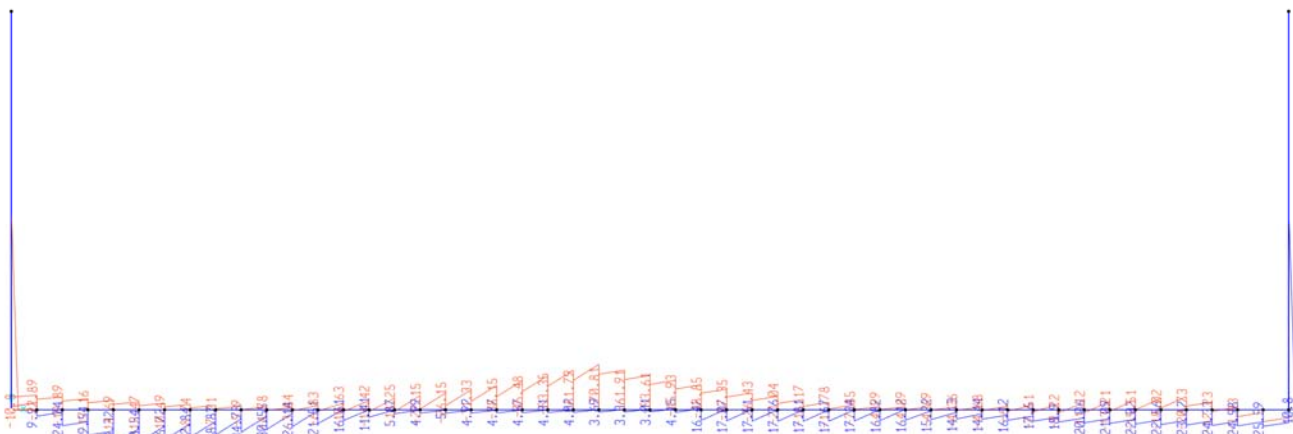


Figura 50 – Involuppo taglio V - SLU

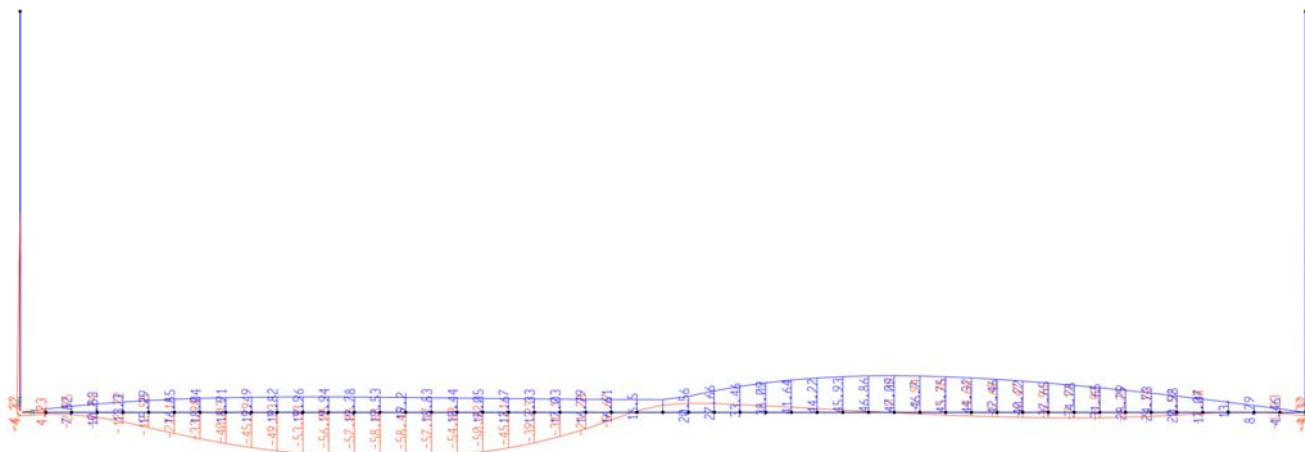


Figura 51 – Involuppo momento flettente M - SLU

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

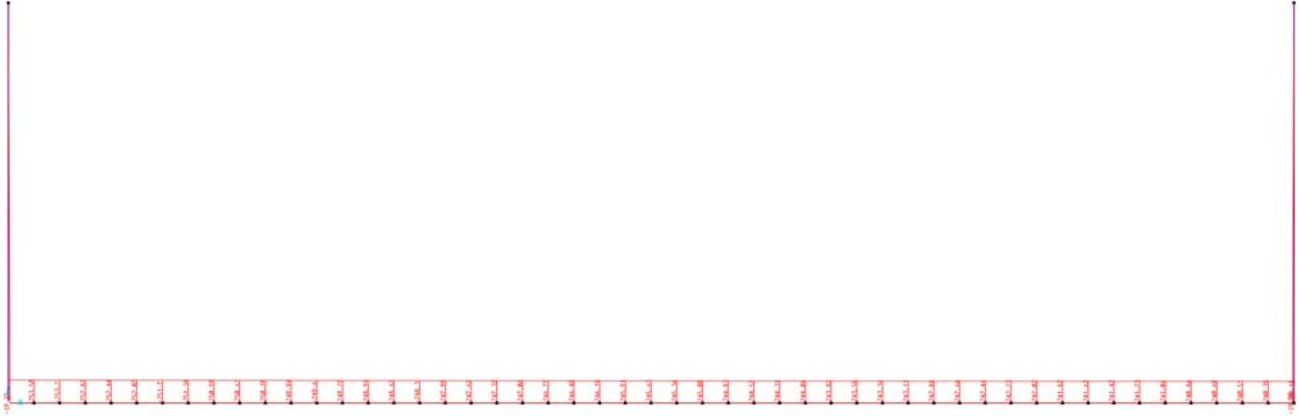


Figura 52 – Involuppo sforzo assiale N - SLV

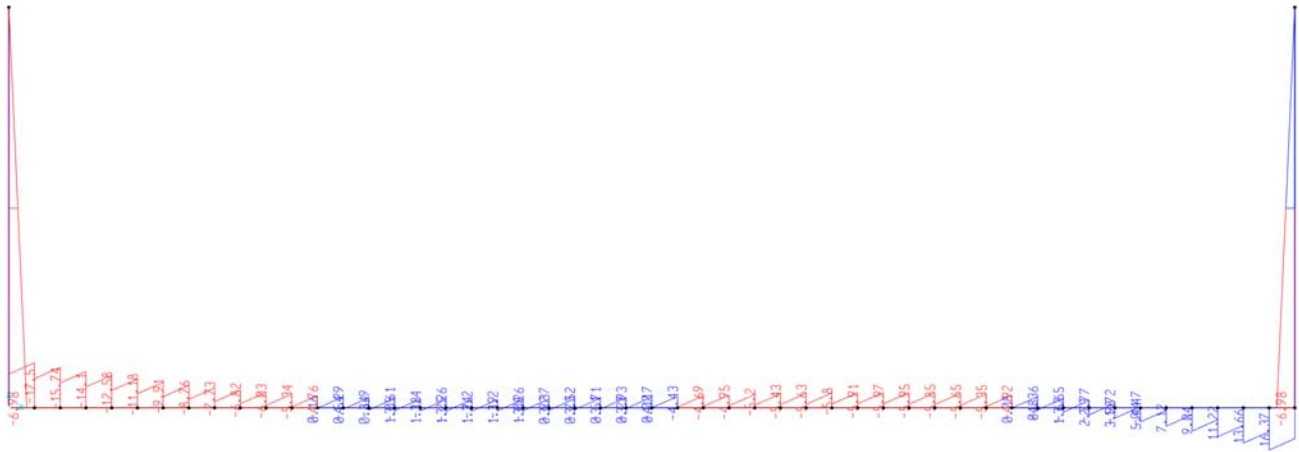


Figura 53 – Involuppo taglio V – SLV

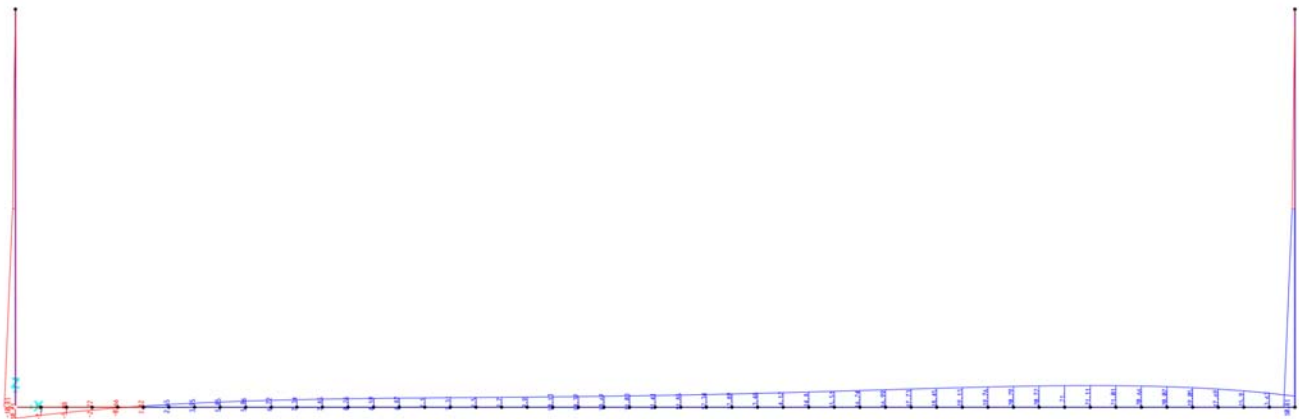


Figura 54 – Involuppo momento flettente M - SLV

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

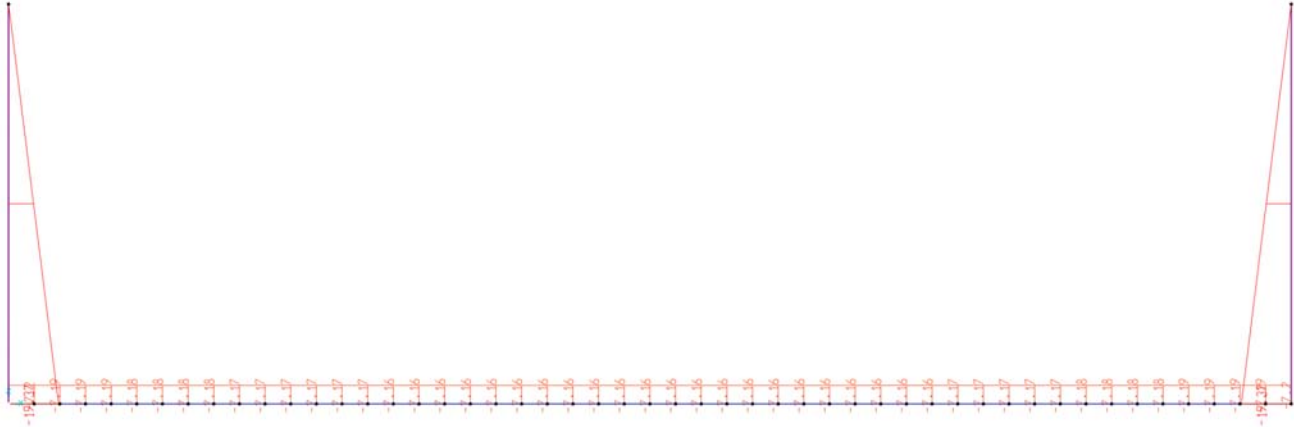


Figura 55 – Involuppo sforzo assiale N – SLE RARA

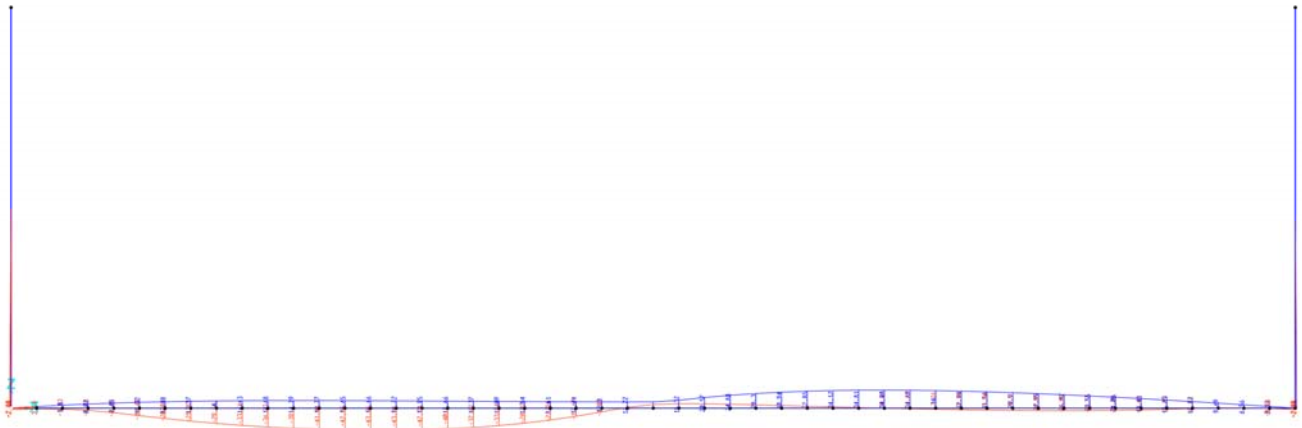


Figura 56 – Involuppo momento flettente M – SLE RARA

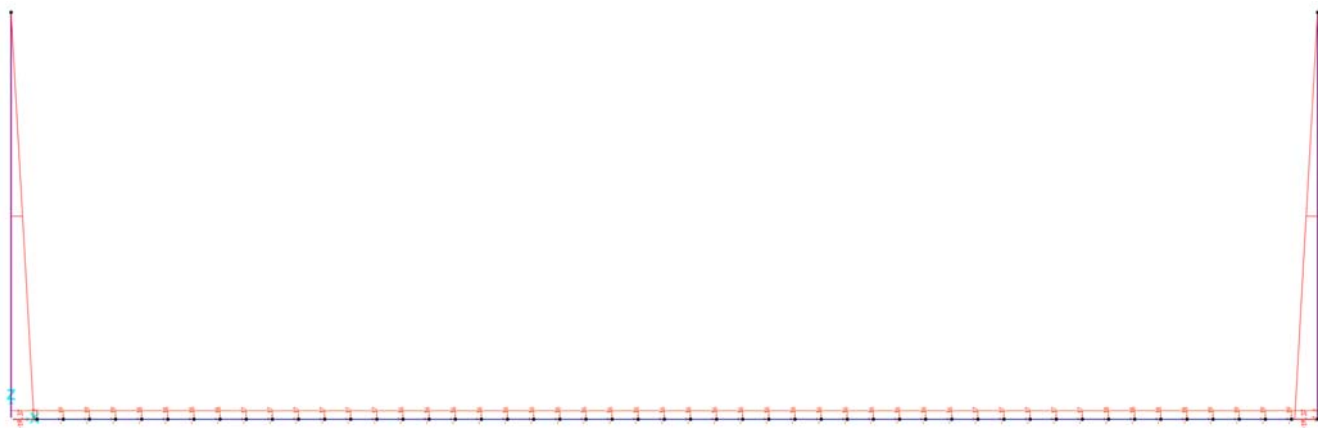


Figura 57 – Involuppo sforzo assiale N – SLE FREQUENTE

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

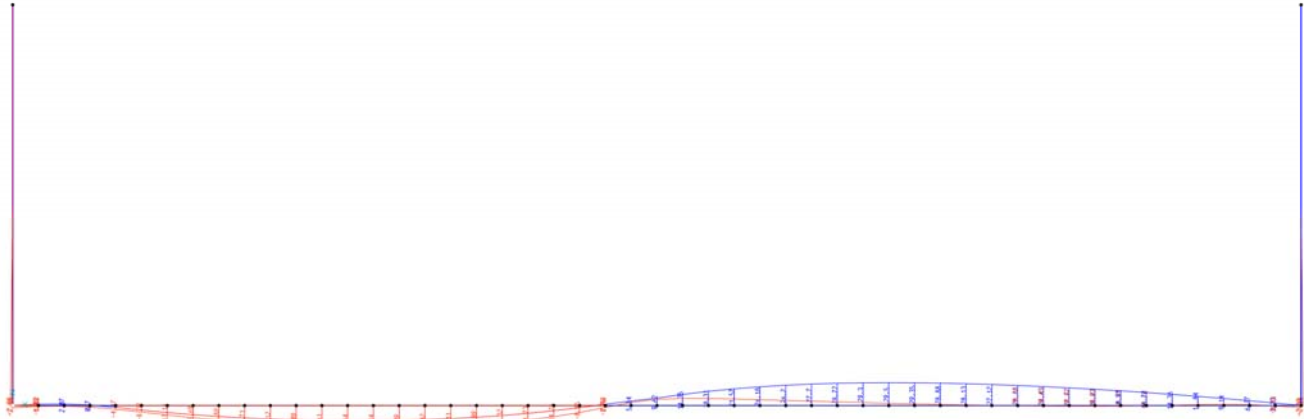


Figura 58 – Involuppo momento flettente M – SLE FREQUENTE

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

FONDAZIONE

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

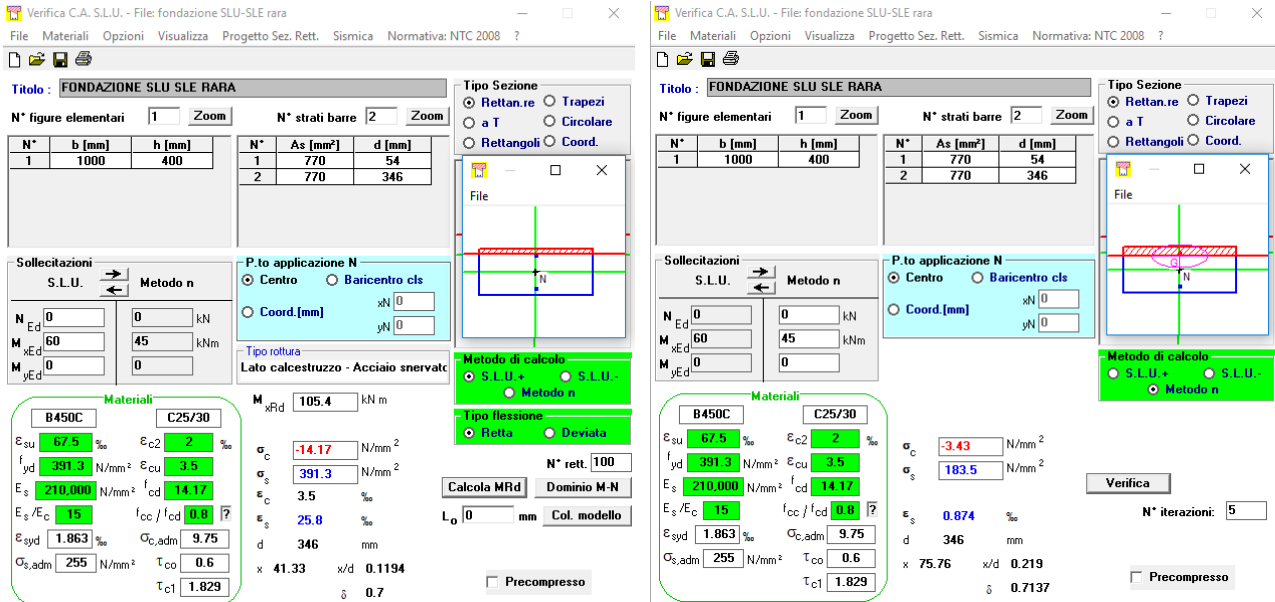


Figura 59 – Verifica a flessione SLU e tensione nei materiali in RARA

Armatura

Inferiore $\phi 14/200$

Superiore $\phi 14/200$

Longitudinale $\phi 12/200$

MED [kNm]	M _{RD} [kNm]	CS
60	105	1.75

dove:

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

Tensione nei materiali - RARA

σ_c [MPa]	σ_s [MPa]	$\sigma_{c,lim,rara} = 0.60f_{ck}$ [MPa]	$\sigma_{s,lim,rara} = 0.80f_{yk}$ [MPa]
3	184	15	360

dove:

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

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

Apertura delle fessure – Combinazione FREQUENTE

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

Titolo: **FONDAZIONE SLE - frequente**

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

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

Sollecitazioni: S.L.U. / Metodo n

P.to applicazione N: Centro

Metodo di calcolo: Metodo n

Materiali

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

Calcoli:

σ_c -2.287 N/mm²

σ_s 122.4 N/mm²

ϵ_s 0.5826 ‰

d 346 mm

x 75.76 x/d 0.219

δ 0.7137

Verifica: N° iterazioni: 5

Precompresso:

Figura 60 – Tensione nei materiali in FREQUENTE

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

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

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

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

VERIFICA A TAGLIO - SLU

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

• Caratteristiche della sezione

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

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

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

• Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

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

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

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

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

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

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

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

la sezione è verificata in assenza di armature per il taglio

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

PIEDRITTI

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

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

Armatura

Esterna $\phi 12/200$

Interna $\phi 12/200$

Longitudinale $\phi 10/200$

MED [kNm]	M _{RD} [kNm]	CS
10	50	5.00

dove:

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

Tensione nei materiali - RARA

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

dove:

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

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

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

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

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

VERIFICA A TAGLIO - SLU

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

• Caratteristiche della sezione

$b_w = 1000$	mm larghezza	$f_{yk} = 450$	MPa	resist. caratteristica
$h = 250$	mm altezza	$\gamma_s = 1.15$		coeff. sicurezza
$c = 51$	mm copriferro	$f_{yd} = 391.3$	MPa	resist. di calcolo
$f_{ck} = 32$	MPa resist. caratteristica	Armatura longitudinale tesa:		
$\gamma_c = 1.50$	coeff. sicurezza	$A_{sl,1} = 5 \text{ } \emptyset$	12	$= 5.65 \text{ cm}^2$
$\alpha_{cc} = 0.85$	coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 0 \text{ } \emptyset$	0	$= 0.00 \text{ cm}^2$
$d = 199$	mm altezza utile	$A_{sl,3} = 0 \text{ } \emptyset$	0	$= 0.00 \text{ cm}^2$
$f_{cd} = 18.13$	MPa resist. di calcolo			5.65 cm^2

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

$$N_{ed} = 0.0 \text{ kN} \quad V_{ed} = 9.4 \text{ kN}$$

• Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

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

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

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

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

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

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

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

la sezione è verificata in assenza di armature per il taglio

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

11 INCIDENZE

Pali paratia di destra L=12 m

- armatura longitudinale n.12 ϕ 18
- armatura trasversale spirale ϕ /12 passo 20 cm
- incidenza 125 kg/m³

Pali paratia di sinistra L=8 m

- armatura longitudinale n.12 ϕ 16
- armatura trasversale spirale ϕ /12 passo 20 cm
- incidenza 105 kg/m³

Cordolo paratia

- armatura longitudinale 18 ϕ 18
- armatura trasversale staffe ϕ /14 passo 20 cm
- incidenza 90 kg/m³

Muro ad “U”

Incidenza media sezione trasversale 85 kg/m³

Fondazione

- armatura trasversale superiore ed inferiore ϕ 14/200
- armatura longitudinale superiore ed inferiore ϕ 12/200
- spilli ϕ 10/200x400
- incidenza 80 kg/m³

Piedritto sinistro

- armatura trasversale esterna ed interna ϕ 12/200
- armatura longitudinale ϕ 10/200
- spilli ϕ 8/400x400
- incidenza 100 kg/m³

Piedritto destro

- armatura trasversale esterna ed interna ϕ 12/200
- armatura longitudinale ϕ 10/200
- spilli ϕ 8/400x400
- incidenza 95 kg/m³