

COMMITTENTE:



ALTA
SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE
OBIETTIVO N. 443/01**

LINEA AV/AC TORINO – VENEZIA Tratta VERONA – PADOVA

Lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza

PROGETTO ESECUTIVO

VIADOTTI E PONTI

Ponte sul canale Dugale dal Km 12+306,65 al Km 12+331,65

SCAVI, DEMOLIZIONE, OPERE PROVVISORIALI

Relazione di calcolo opere provvisoriali

GENERAL CONTRACTOR				DIRETTORE LAVORI				SCALA
IL PROGETTISTA		Consorzio Iricav Due						-
Ing. Giovanni MALAYENDA ALBO INGEGNERI PROV. DI MESSINA n. 4503		ing. Paolo Carmona						
Data: Maggio 2022		Data: Maggio 2022						

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

I N 1 7 1 2 E I 2 C L V I 0 3 0 1 0 0 1 B - - - D I - - -

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma	Data
	Ing Alberto Levorato	Maggio 2022

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
A	EMISSIONE	G. Furlani <i>Giuseppe Furlani</i>	Giugno 2021	V. Pastore <i>V. Pastore</i>	Giugno 2021	P. Ascari <i>P. Ascari</i>	Giugno 2021	P. Ascari
B	RECEPIMENTO ISTRUTTORIE	G. Furlani <i>Giuseppe Furlani</i>	Maggio 2022	V. Pastore <i>V. Pastore</i>	Maggio 2022	P. Ascari <i>P. Ascari</i>	Maggio 2022	

CIG: 8377957CD1 CUP: J41E91000000009 File: IN1712EI2CLVI0301001B.DOCX
Cod. origine:



Progetto cofinanziato
dalla Unione Europea

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI03 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 03 0 1 001	Rev. B	Foglio 2 di 41

INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	6
2.1	Normativa di riferimento.....	6
2.2	Documenti di riferimento.....	6
2.3	Software di riferimento.....	6
3	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	7
4	ANALISI DELLE PARATIE.....	8
4.1	Combinazioni e coefficienti parziali.....	8
4.2	Caratterizzazione geotecnica dei terreni	9
4.3	Elementi strutturali.....	10
4.4	Carichi applicati.....	10
4.5	Stabilità globale.....	10
4.6	Sezioni di calcolo	12
4.7	Discretizzazione di calcolo.....	12
4.7.1	Sezione 1	12
4.8	Fasi di calcolo	13
4.8.1	Sezione 1	13
4.9	Principali risultati delle analisi	16
4.9.1	Sezione 1	16
4.9.2	Stima portate di emungimento.....	20
4.10	Verifiche di resistenza palancole	22
4.11	Verifiche nei confronti degli stati limite idraulici	24
5	APPENDICE A. TABULATI DI CALCOLO PLAXIS.....	26
5.1	Sezione 1	26

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI03 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 03 0 1 001	Rev. B	Foglio 3 di 41

1 PREMESSA

La presente relazione sviluppa il dimensionamento, la verifica geotecnica e stabilità strutturale delle paratie provvisorie e degli scavi necessari per la realizzazione delle fondazioni del viadotto VI03 – Ponte sul canale Dugale, ubicato tra le progressive chilometriche 12+306,65 e 12+331,65, previsto nell’ambito della linea A.V. / A.C. Torino – Venezia, tratta Verona – Padova, lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza.

In particolare si tratta di palancolati metallici posti a presidio dello scavo delle spalle.

Per le fondazioni in esame, in relazione alle massime profondità di scavo (3.8 m dal p.c.) ed al livello di falda assunto per le opere provvisorie (+26.4 m s.l.m., prossimo al p.c.) si prevedono palancole a sbalzo con lunghezza $L=12.0$ m, che verranno infisse per almeno 11.5 m. Verranno realizzati con profili a doppia onda PU22 disposti planimetricamente sull’intero perimetro delle fondazioni, al fine di consentire lo scavo in sicurezza e limitare i processi di filtrazione idraulica verso l’interno.

È inoltre prevista la realizzazione di 2 pozzi di aggettamento per ogni plinto, ubicati all’interno del palancolato. In presenza di terreni granulari permeabili, verranno attivati prima di iniziare lo scavo e consentiranno di mantenere asciutto il fondo scavo durante l’approfondimento, la scapitozzatura dei pali, la posa delle armature e il getto del plinto.

Le opere di sostegno in argomento, in accordo al punto 2.4.1 NTC2008, sono da ritenersi opere provvisorie e per esse è omessa la verifica sismica.

Le analisi statiche e le verifiche di seguito esposte hanno consentito di definire le caratteristiche minime di inerzia e resistenza delle opere provvisorie. Tuttavia, si deve tenere presente che nei terreni granulari addensati considerazioni legate a difficoltà di infissione delle palancole possono diventare determinanti nella scelta della sezione. In relazione alle condizioni locali ed alle tecnologie di infissione disponibili in cantiere, si potrebbe verificare la necessità di operare con palancole più ‘pesanti’, sovradimensionate quindi rispetto alle semplici necessità statiche.



Nelle seguenti figure si riportano le sezioni delle opere provvisionali di riferimento per i calcoli di seguito eseguiti.

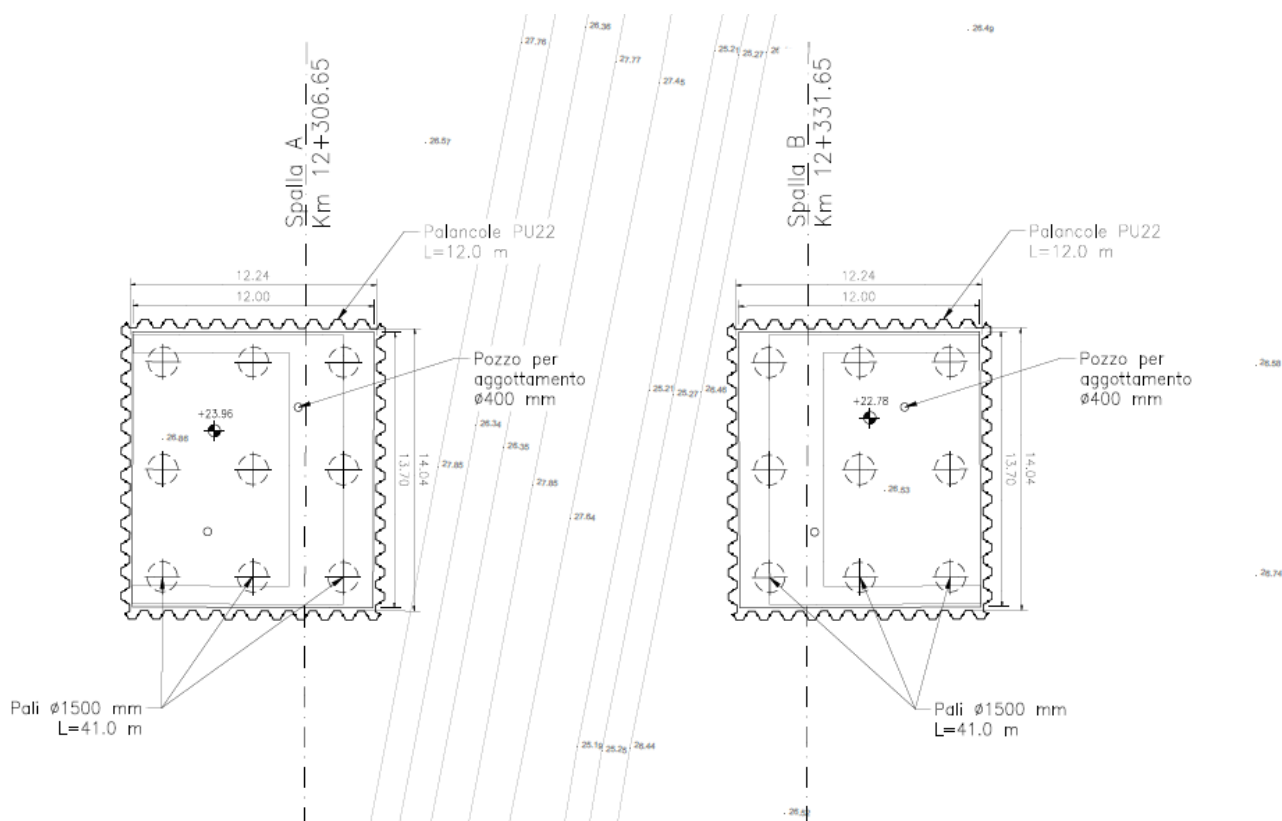


Figura 1 – Pianta opere provvisionali

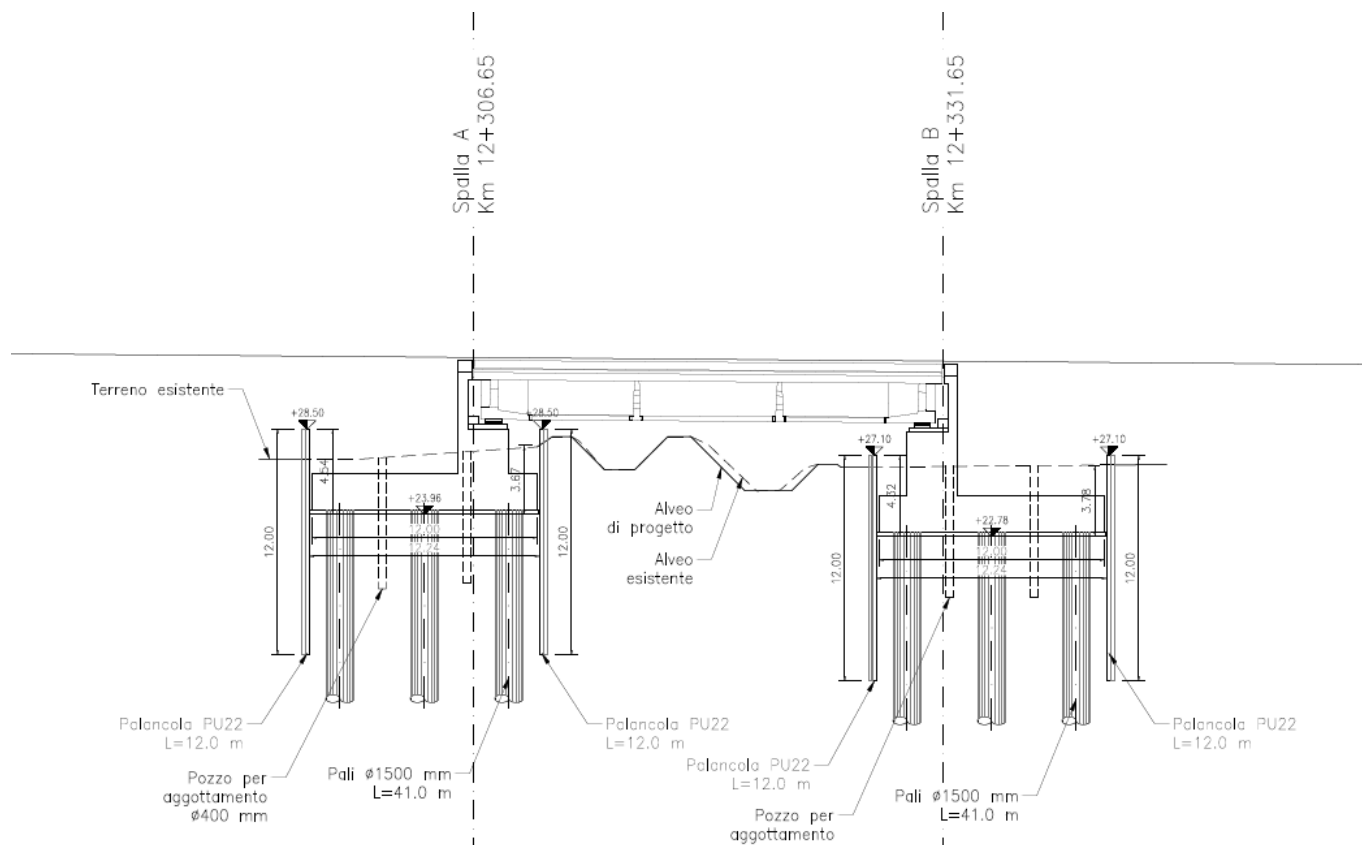


Figura 2 - Sezione longitudinale

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI03 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 03 0 1 001	Rev. B	Foglio 6 di 41

2 NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1 Normativa di riferimento

- [NR 1] D.M. 14/01/2008 – “Nuove norme tecniche per le costruzioni”.
- [NR 2] UNI EN 1997-1:2005 – “Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali”.
- [NR 3] UNI EN 1998-1:2005 – “Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”.
- [NR 4] BS 8006:1995 – “Code of practice for Strengthened/reinforced soils and other fills”.
- [NR 5] UNI EN 1993-5:2006 – “Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture in acciaio-Piling”.
- [NR 6] Manuale di Progettazione RFI.
- [NR 7] Capitolato RFI.

2.2 Documenti di riferimento

- [DR 1.] IN1712EI2FZVI0300001A - Profilo Geotecnico - – Ponte sul canale Dugale dal km 12+306,65 al km 12+331,65.
- [DR 2.] IN1712EI2RBVI0300001A – Relazione Geotecnica - Ponte sul canale Dugale dal km 12+306,65 al km 12+331,65..

2.3 Software di riferimento

Le analisi sono svolte per mezzo dei seguenti programmi di calcolo:

- codice Plaxis 2D 2020 (Delft, Olanda).

3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Per la realizzazione delle palancole si prevede l'impiego di acciaio S 275 JR - EN 10025-2 (Fe430 B) cui corrisponde una tensione di snervamento $f_{yk} = 275$ MPa.

Nel presente documento si fa riferimento a palancole con un profilo PU22, le cui caratteristiche geometriche sono riportate sinteticamente nelle seguenti tabelle.

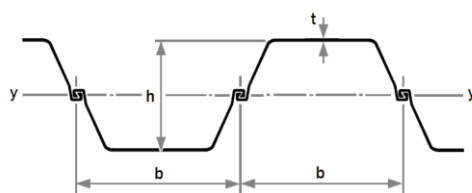


Tabella 1 - Caratteristiche palancole di progetto

Nome (-)	Tipo (-)	A (m ² /m)	b (m)	h (m)	t (m)	S (m)	I _y (m ⁴ /m)	W _{elx} (m ³ /m)	W _{plx} (m ³ /m)	w (kN/m ²)
PU22	U	0.01829	0.6	0.45	0.0121	0.0095	0.0004946	0.0022	0.00258	1.44

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI03 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 03 0 1 001	Rev. B	Foglio 8 di 41	

4 ANALISI DELLE PARATIE

4.1 Combinazioni e coefficienti parziali

Le azioni sulle opere di sostegno sono state ricavate mediante lo studio dell'interazione tra l'opera e il terreno e dipendono quindi dallo stato tensionale iniziale in sito, dal regime delle pressioni interstiziali, dalle proprietà meccaniche dei terreni, degli elementi strutturali e dal contatto terra-opera, dalla geometria dell'opera e dalla sequenza costruttiva. Il peso del terreno che interagisce con la paratia e le azioni che da esso derivano sono considerati come azioni permanenti strutturali. Si considera inoltre un sovraccarico accidentale agente sul p.c. circostante che simula la presenza dei mezzi di cantiere.

Le analisi sono state effettuate in conformità al DM 14 gennaio 2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni). In particolare la norma prevede tre combinazioni progettuali distinte. La prima combinazione, indicata con la sigla SLE è di riferimento per le verifiche di compatibilità delle deformazioni proprie ed indotte dalle paratie, la seconda combinazione, indicata con la sigla STR, è quella di riferimento per le verifiche di resistenza degli elementi strutturali, la terza, indicata con la sigla GEO, è di riferimento per le verifiche di stabilità geotecnica.

La prima analisi (SLE), volta alla valutazione delle deformazioni della struttura e delle sollecitazioni in esercizio è stata effettuata utilizzando nel modello i parametri caratteristici del terreno ed i valori caratteristici delle azioni.

La seconda analisi (STR) da usare per le verifiche di resistenza strutturale è stata svolta con riferimento all'Approccio 1 - Combinazione 1: A1+M1+R1. Quindi è stata effettuata utilizzando nel modello i parametri caratteristici del terreno ed i valori caratteristici delle azioni permanenti (spinte terreno ed acqua), nonché amplificando le azioni variabili per un coefficiente γ_q^* ($\gamma_q^* = 1.50/1.30 = 1.15$). Il coefficiente amplificativo equivalente del gruppo A1 ($\gamma_q = 1.30$) è stato infine applicato direttamente alle sollecitazioni ricavate dalle analisi, in accordo al paragrafo 6.2.4.1.3 del D.M. 17/01/2018.

Come indicato al par.C.6.5.3.1 della Circolare Ministeriale, per le verifiche di stabilità geotecnica (GEO) si fa riferimento all'Approccio 1 - Combinazione 2: A2+M2+R2. Pertanto, dopo la simulazione di tutte le fasi di scavo, il margine di sicurezza si ricava con un ulteriore passo di calcolo, finalizzato alla ricerca di un meccanismo di collasso del terreno, riducendo progressivamente i parametri di resistenza dopo aver incrementato le azioni permanenti non strutturali e le azioni variabili (sovraccarichi) dei coefficienti parziali (γ_{G2} , γ_Q) del gruppo A2. La verifica è soddisfatta se il fattore di riduzione dei parametri risulta non inferiore al prodotto dei coefficienti parziali γ_M e γ_R .

Nelle seguenti tabelle si riportano i coefficienti parziali indicati dalla normativa (amplificativi per le azioni e riduttivi per i parametri di resistenza del terreno) ed adottati nelle suddette combinazioni di calcolo.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
VI03 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17 Lotto 12 Codifica Documento EI2 CL VI 03 0 1 001 Rev. B Foglio 9 di 41

Tabella 2 - Combinazioni per analisi statiche in esercizio (SLE)

Azioni (γ_F)				Proprietà del terreno (γ_M)		
Permanenti		Variabili		tan φ'	c'	cu
sfavorevoli	favorevoli	sfavorevoli	favorevoli			
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Tabella 3 - Combinazioni per analisi statiche (STR e GEO)

	Azioni (γ_F)				Proprietà del terreno (γ_M)			Resistenze (γ_R)
	Permanenti		Variabili		tan φ'	c'	cu	
	sfavorevoli	favorevoli	sfavorevoli	favorevoli				
<i>STR</i> (A1 + M1 + R1)	1.30	1.00	1.50	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<i>GEO</i> (A2 + M2 + R2)	1.00	1.00	1.30	0.00	1.25	1.25	1.40	1.10

4.2 Caratterizzazione geotecnica dei terreni

Per le unità costituenti il terreno esistente si è utilizzato un modello costitutivo elastico-perfettamente-plastico con criterio di rottura alla Mohr-Coulomb.

Nella seguente tabella si riportano la stratigrafia ed i parametri geotecnici di resistenza e di rigidità adottati nei dimensionamenti a seguire.

Tabella 4 – Parametri geotecnici

da	a	Unità geotecnica	γ	φ'	c'	E'	K
[m]	[m]		[kN/m ³]	[°]	[kPa]	[MPa]	[m/s]
0.0	-4.0	3a/3b	18.5	28	0	10	3·10 ⁻⁶
-4.0	-12.0	6	19.0	39	0	50	1·10 ⁻⁴
-12.0	-17.0	2	19.0	27	5	10	6·10 ⁻⁷
-17.0	-30.0	4	19.0	37	0	50	2·10 ⁻⁵

Dove:

γ = peso di volume naturale

φ' = angolo di resistenza al taglio

c' = coesione drenata

E' = modulo di deformazione elastico di Young operativo = E_o / (3÷5)

K = permeabilità

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI03 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 03 0 1 001	Rev. B	Foglio 10 di 41

La falda, in accordo a quanto indicato nella relazione geotecnica ([DR 2.]) è stata assunta per il calcolo delle opere provvisoriali a +26.4 m s.l.m. quindi prossima al p.c.

4.3 Elementi strutturali

Le palancole provvisorie sono state modellate con elementi snelli (tipo beam), con legame costitutivo elastico lineare, aventi modulo di Young dell'acciaio ($E=2.1 \cdot 10^8$ kPa), area e inerzia propria del profilato scelto (vedasi Tabella 1).

Gli elementi strutturali interagiscono con il terreno circostante mediante elementi interfaccia caratterizzati con adesione nulla ed angolo di resistenza al taglio $\delta' = 2/3 \varphi' \leq 20^\circ$.

4.4 Carichi applicati

La presenza del sovraccarico accidentale dovuto al transito dei mezzi di cantiere è stata cautelativamente considerata nelle analisi applicando al piano campagna un sovraccarico di 10 kPa, uniformemente distribuito ed infinitamente esteso.

4.5 Stabilità globale

La determinazione del coefficiente di sicurezza avviene mediante un algoritmo iterativo ($\varphi' - c'$ reduction method, Dawson, Roth and Drescher, 1999) che, sulla base dei dati di partenza (c' e $\tan \varphi'$), determina successive condizioni di equilibrio del sistema eseguendo, ad ogni ciclo, una progressiva riduzione delle resistenze fino al raggiungimento del collasso (condizione di non equilibrio del sistema):

$$c'_{prova} = c' / FS_{prova}$$

$$\varphi'_{prova} = \arctan (\tan \varphi' / FS_{prova})$$

In Figura 3 la progressiva riduzione delle resistenze è rappresentata nel piano di Mohr-Coulomb per il singolo elemento di terreno. Si osserva che i parametri di deformabilità non influenzano in maniera apprezzabile i risultati del calcolo e, pertanto, possono essere considerati senza particolari affinamenti.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI03 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 03 0 1 001	Rev. B	Foglio 11 di 41	

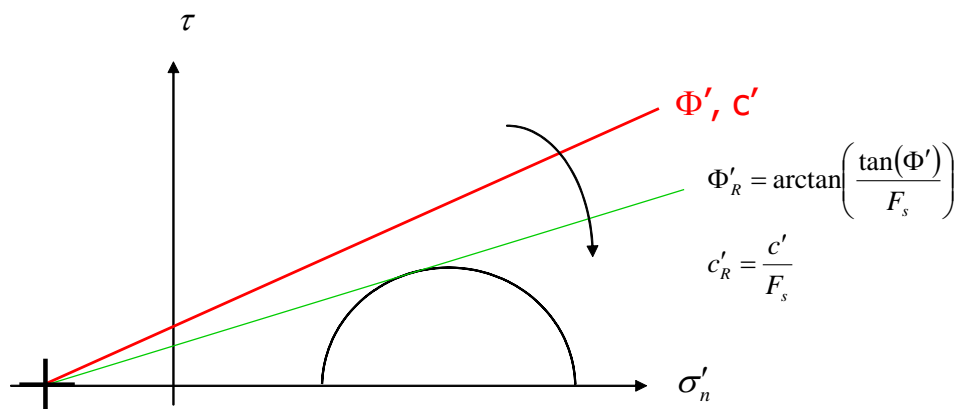


Figura 3 - Phi-c reduction method

Rispetto ai classici metodi dell'equilibrio limite presenta numerosi vantaggi (e.g. Dawson and Roth, 1999, and Cala and Flisiak, 2001):

- le superfici di rottura si propagano in maniera "naturale"; quindi non occorre specificare preventivamente i cinematici e le potenziali superfici di rottura su cui ricercare il coefficiente di sicurezza minimo;
- non richiede la definizione di ipotesi di calcolo "artificiali" (es. ipotesi sulle forze di interfaccia);
- la metodologia non implica limitazioni sulla forma e la modalità di propagazione delle potenziali superfici di rottura (anche multiple e/o con propagazioni complesse delle zone di snervamento) in funzione delle esigenze del sistema;
- l'interazione con eventuali elementi strutturali vengono modellate in maniera realistica con una mobilitazione delle resistenze in funzione della deformazione relativa rispetto al terreno circostante e non semplicemente mediante forze equivalenti.
- la soluzione converge in un meccanismo che è cinematicamente ammissibile (si noti che i metodi classici dell'equilibrio limite prescindono dalla valutazione degli spostamenti e non richiedono pertanto la conoscenza dei legami tensioni-deformazioni ma del solo criterio di resistenza dei terreni interessati).

Tale analisi di stabilità è generalmente svolta a partire dalla configurazione di progetto maggiormente cautelativa che risulta essere la fase di raggiungimento della massima profondità di scavo.

Tale analisi equivale alla verifica SLU (GEO) prevista dalla normativa vigente: combinazione 2 (A2+M2+R2), in base alla quale la stabilità geotecnica deve essere verificata con i parametri di resistenza del terreno ridotti tramite i coefficienti parziali del gruppo M2 ($\gamma_M = 1.25$ sia per la coesione sia per la resistenza al taglio, $\gamma_R = 1.1$).

Pertanto, per soddisfare le verifiche di stabilità geotecnica richieste dalla normativa occorre avere $FS > 1.25 \cdot 1.1 = 1.375$.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI03 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 03 0 1 001	Rev. B	Foglio 12 di 41

4.6 Sezioni di calcolo

Si sono individuate le seguenti sezioni di calcolo che rappresentano le situazioni più gravose in relazioni alle condizioni stratigrafiche ed alla massima altezza di scavo.

- **Sezione 1.** Palancolato PU22 L=12.0m a sbalzo. Il calcolo è eseguito cautelativamente per la sezione con altezza di scavo maggiore (3.8 m) della spalla B.

4.7 Discretizzazione di calcolo

La mesh è costituita da elementi finiti triangolari a 15 nodi, quindi con funzioni di forma del 4° grado, con 12 punti di integrazione numerica interni per ogni elemento. Le dimensioni della mesh, in relazione alle dimensioni degli scavi, sono sempre sufficienti a garantire che i risultati delle analisi siano indipendenti dalla particolare discretizzazione adottata e sono tali da permettere di vincolare il lato inferiore della mesh bloccando gli spostamenti verticali ed orizzontali ed i lati sinistro e destro bloccando gli spostamenti orizzontali.

4.7.1 Sezione 1

Nella seguente immagine si riporta la discretizzazione di calcolo adottata per la Sezione 1, in cui è evidenziata la successione stratigrafica. Il dominio discretizzato ha una larghezza di 100 m e un'altezza di 25 m circa, è costituito da circa 2500 elementi triangolari e da circa 20900 nodi.

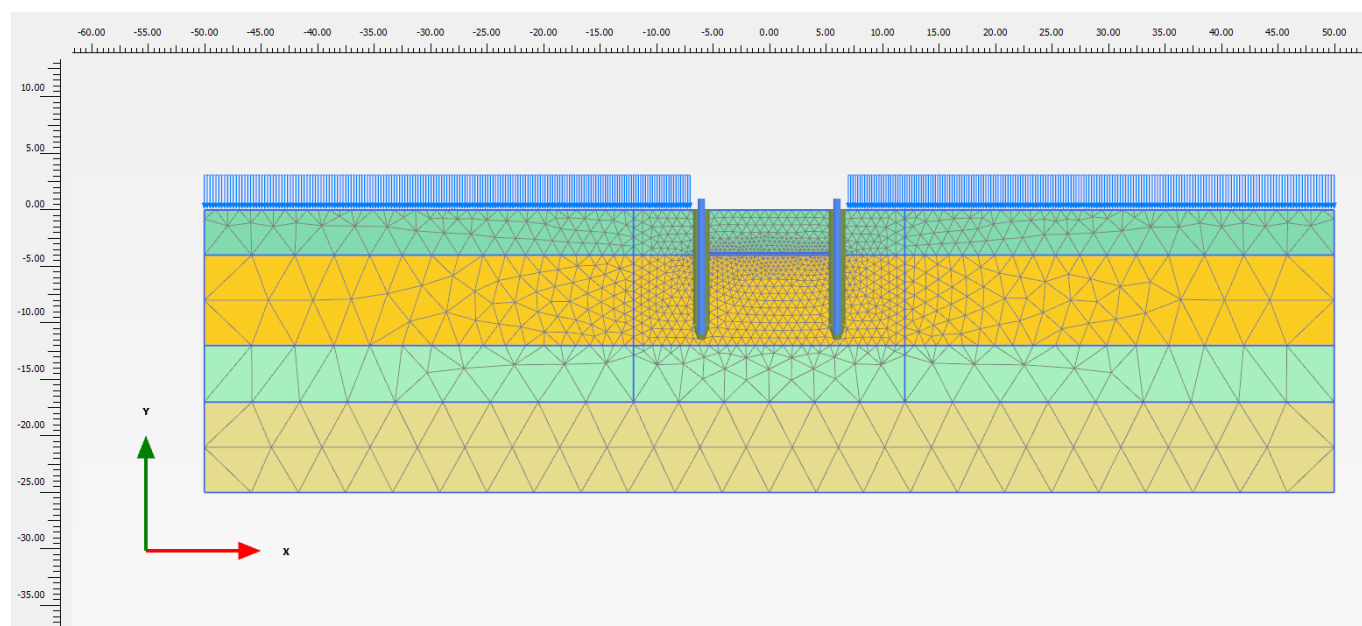


Figura 4 - Sezione 1, Discretizzazione del modello di calcolo

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI03 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 03 0 1 001	Rev. B	Foglio 13 di 41

4.8 Fasi di calcolo

Il tipo di analisi utilizzato consente di riprodurre nel dettaglio la storia della costruzione di opere geotecniche.

In generale, mediante il codice FEM utilizzato, possono essere schematizzate le paratie contrapposte, l'evoluzione delle condizioni idrauliche al contorno, la variazione delle condizioni di vincolo e di carico.

Le analisi eseguite sono di tipo sequenziale, riproducendo in successione tutte le principali fasi operative previste per la realizzazione dell'opera. Quindi, il termine di ciascuna analisi rappresenta la condizione iniziale per la fase successiva. Le fasi di scavo vengono simulate mediante la disattivazione dei cluster di terreno corrispondenti.

Nelle fasi in cui lo scavo intercetta il livello di falda, il calcolo tenso-deformativo viene fatto procedere dall'analisi 2D di filtrazione per la corretta determinazione delle pressioni neutre in fase di scavo. Tale calcolo idraulico contempla le seguenti condizioni al contorno: sui bordi della discretizzazione del modello di calcolo vengono fissati i valori iniziali delle pressioni neutre; pertanto tali bordi permettono la comunicazione con l'esterno e quindi l'alimentazione del processo di filtrazione; i contorni delle palancole si considerano impermeabili; il piano di scavo viene definito come una superficie drenante in equilibrio con la pressione atmosferica (pressione neutra nulla); viene così simulata l'operazione di emungimento a fondo scavo.

I modelli 2D sviluppati includono tutte le principali fasi esecutive, per i vari stati limite di progetto previsti dalla normativa. Nel seguito si illustrano esclusivamente le fasi di calcolo che riguardano le opere provvisorie. I risultati delle analisi saranno riportati nella sezione successiva.

4.8.1 Sezione 1

- Fase 1. Inizializzazione geostatica con presenza della falda di riferimento prossima al p.c..
- Fase 2. Posa in opera delle palancole.
- Fase 3. Raggiungimento dello scavo massimo (-3.8 m dal p.c.) e contestuale attivazione del sistema di dewatering e mantenimento del livello idrico interno allo scavo a quota fondo scavo. Il mantenimento "all'asciutto" dell'interno della trincea (tramite emungimento) è simulato imponendo la quota del piano libero della falda interno a fondo scavo e operando un'analisi di filtrazione in condizioni stazionarie.
- Fase 4. Applicazione del carico accidentale.
- Fase 5. Amplificazione del carico accidentale ($\times 1.50/1.30 = 1.15$).
- Fase 6. A partire dalla Fase 4, amplificazione del carico accidentale ($\times 1.30$).
- Fase 7. A partire dalla Fase 6 si esegue la verifica di stabilità globale, riducendo progressivamente i parametri di resistenza al taglio dei terreni (φ - c' reduction method) fino al raggiungimento del coefficiente di sicurezza desiderato, maggiore di 1.375 (FS min = 1.25×1.1), in osservanza alla normativa per la verifica SLU GEO (cfr. § 4.5).

Le Fasi 3 e 4 sono rappresentative delle condizioni SLE per la valutazione degli spostamenti.

La Fase 5 è quella di riferimento per le verifiche STR A1+M1 amplificando le sollecitazioni di calcolo ottenute x 1.30.

La Fase 7 contempla la verifica di stabilità GEO (A2+M2+R2).

Le principali fasi di calcolo sono rappresentate nelle seguenti immagini.

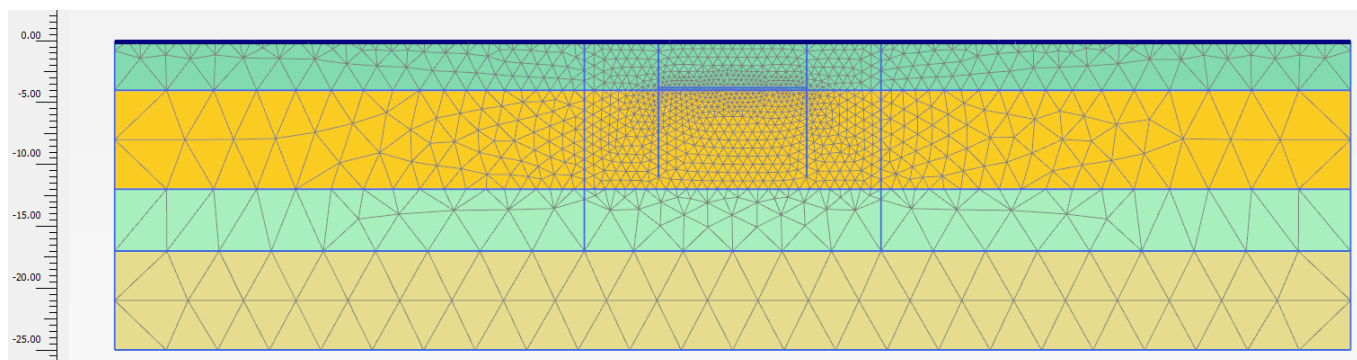


Figura 5 - Sezione 1, Inizializzazione geostatica

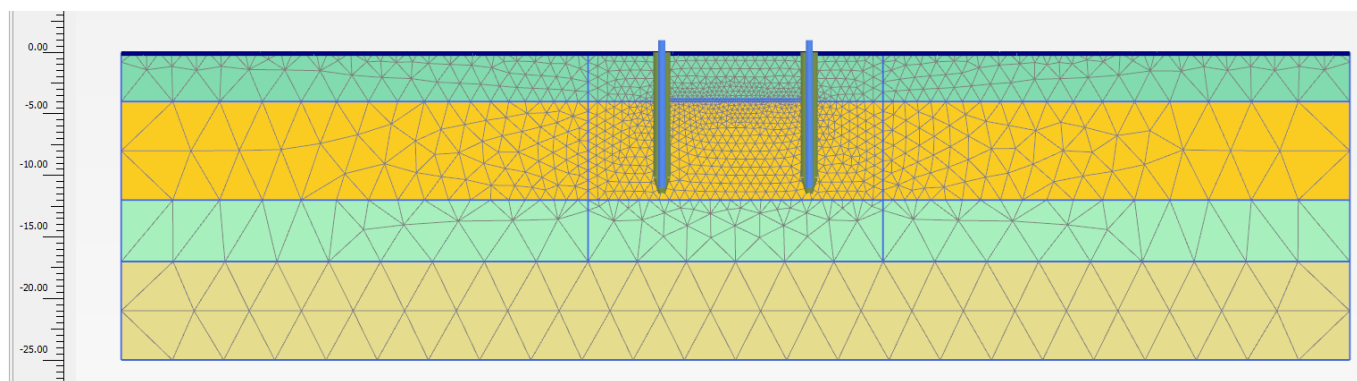


Figura 6 - Sezione 1, Realizzazione palancole

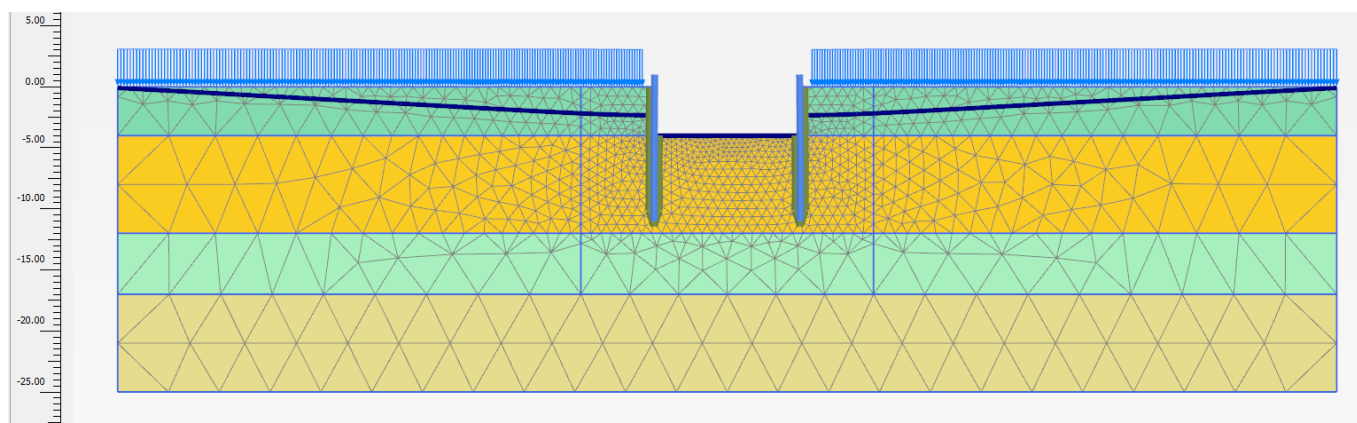


Figura 7 - Sezione 1, Scavo massimo e applicazione dei carichi

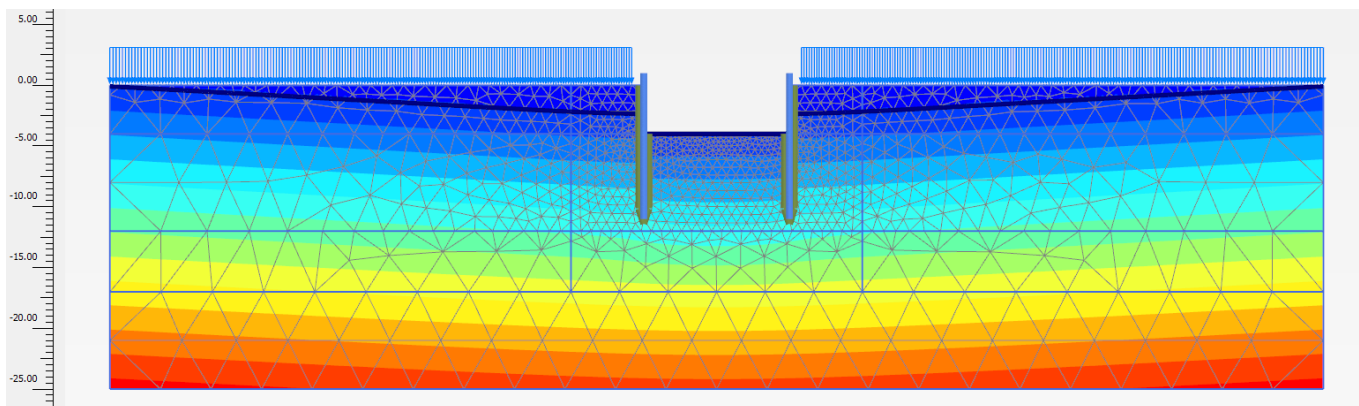


Figura 8 - Sezione 1, Pressioni neutre in fase di massimo scavo con carichi

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>IRICAV2</p>		<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>				
<p>VI03 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento EI2 CL VI 03 0 1 001</p>	<p>Rev. B</p>	<p>Foglio 16 di 41</p>	

4.9 Principali risultati delle analisi

Nelle seguenti immagini, per ogni sezione di calcolo, si riporta:

- il campo di spostamenti totali al raggiungimento del fondo scavo massimo;
- gli spostamenti delle palancole in rappresentazione vettoriale;
- le azioni interne di momento flettente, azione assiale e taglio sulle palancole, come involucro di tutte le fasi esecutive modellate;
- la tabella riassuntiva delle azioni interne massime nelle palancole;
- evidenza della verifica di stabilità globale.

4.9.1 Sezione 1

Questa sezione di calcolo presenta palancole PU22 di lunghezza 12.0 m, la falda è prossima al p.c. e lo scavo massimo risulta a quota -3.8 da p.c..

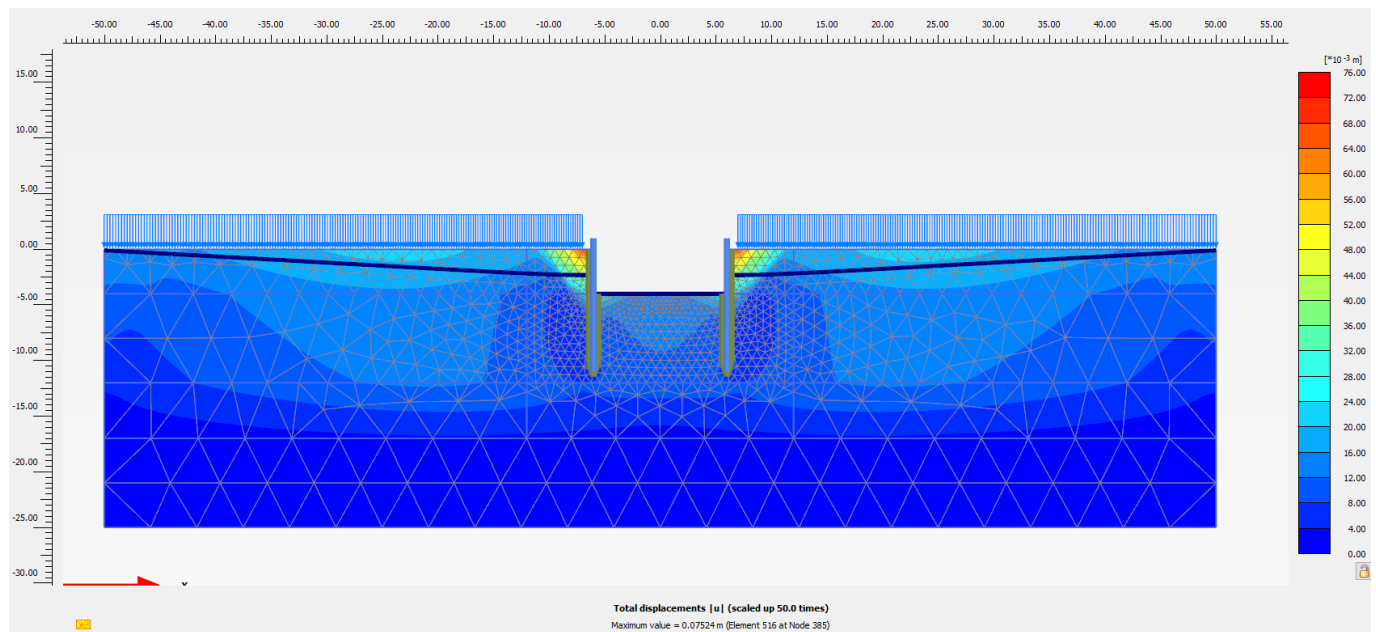


Figura 9 - Sezione 1, Spostamenti totali in fase di scavo massimo

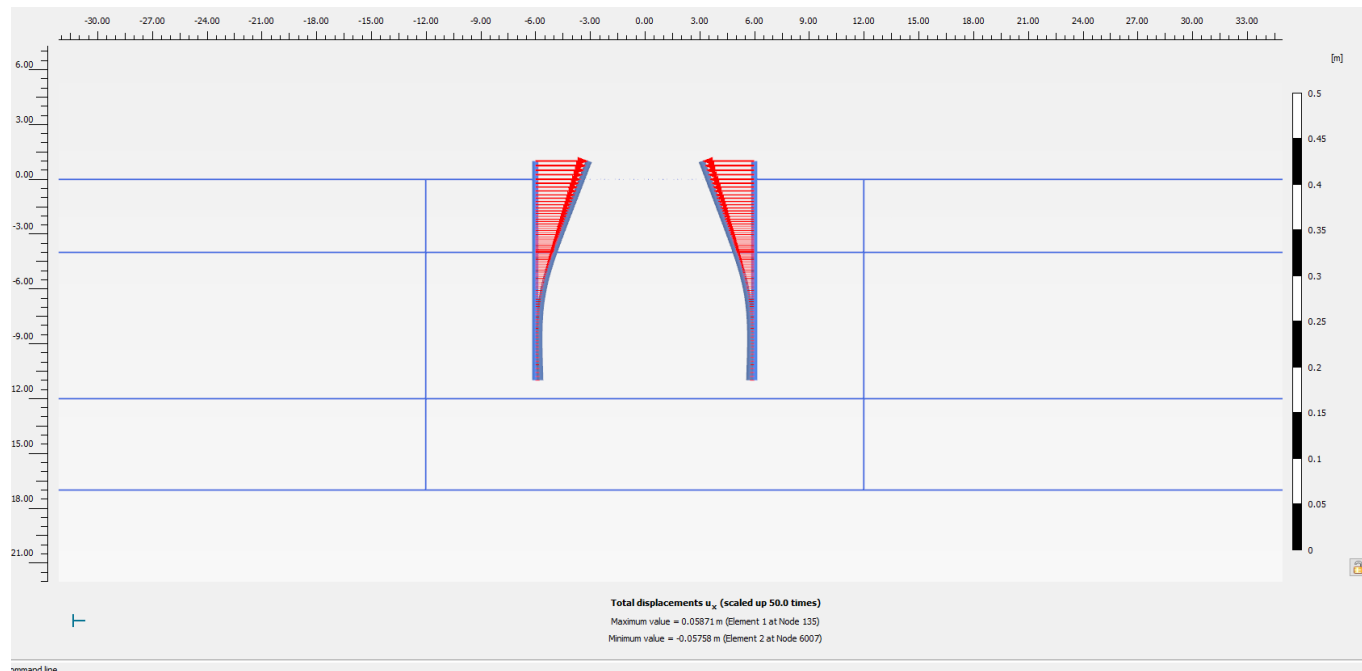


Figura 10 - Sezione 1, Spostamenti totali palancole SLE

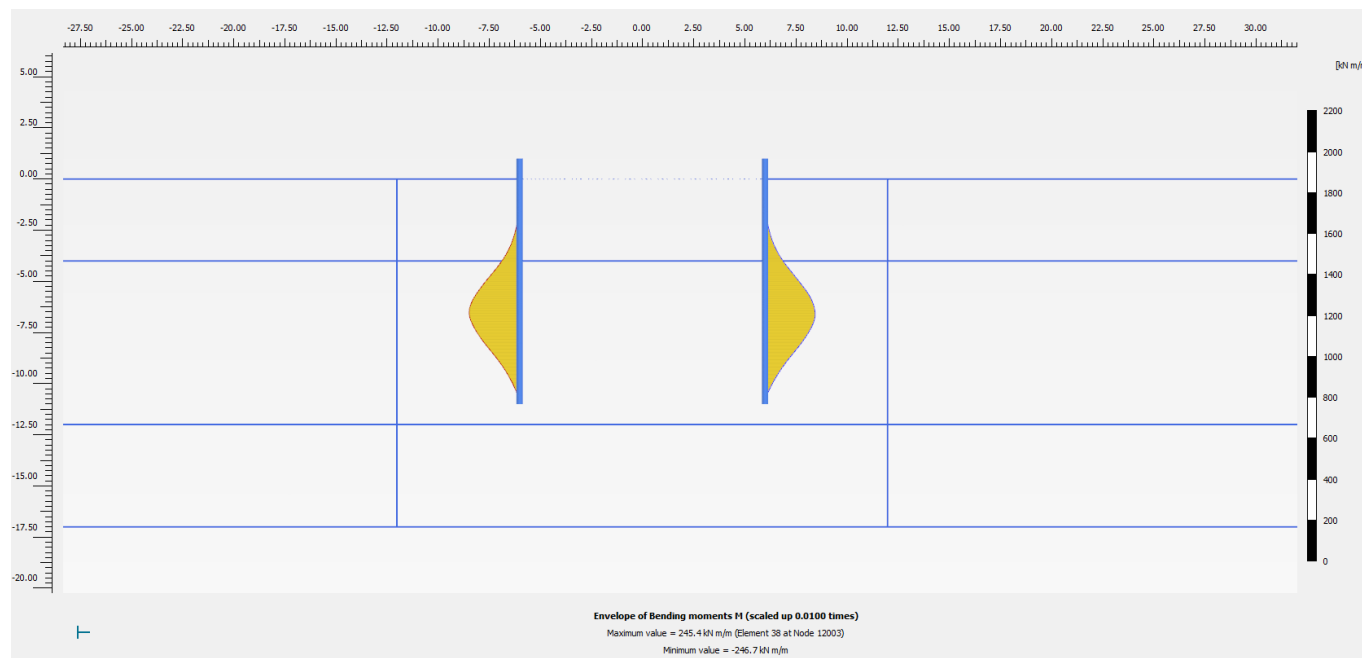


Figura 11 - Sezione1, Involuppo del momento flettente palancole (Fase 5: SLU/1.3)

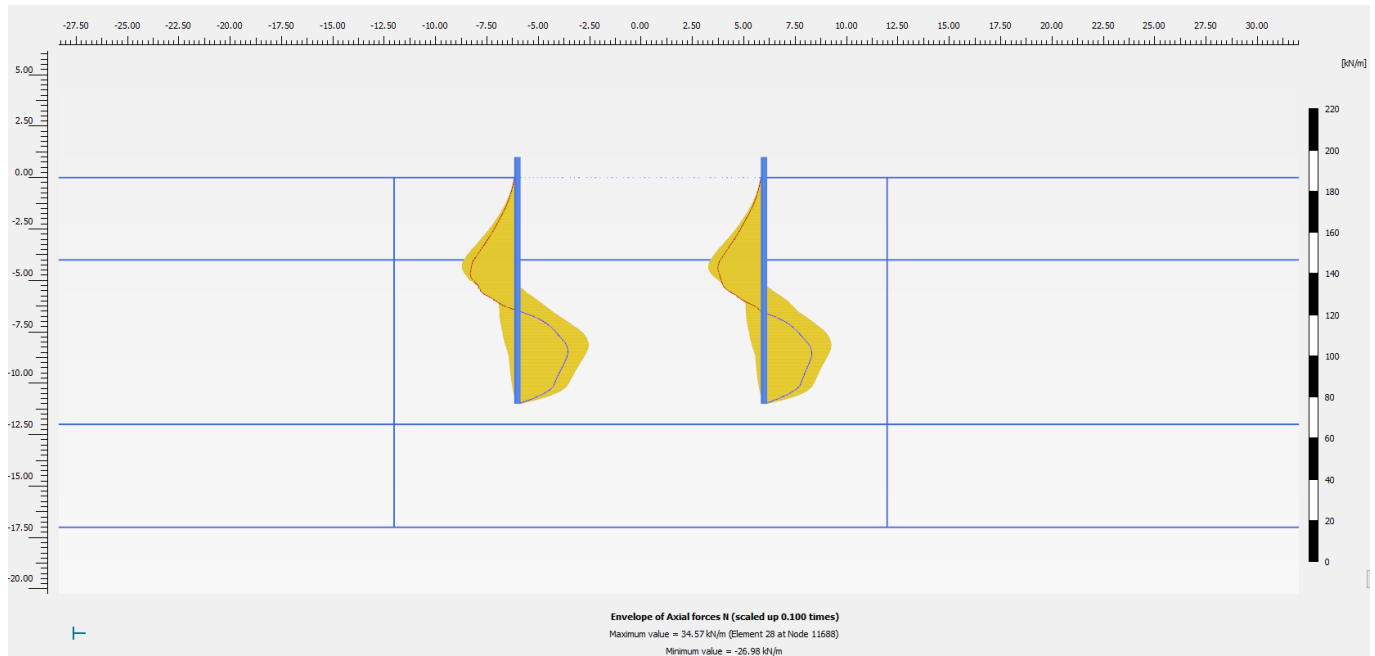


Figura 12 - Sezione 1, Inviluppo dell'azione assiale palancole (Fase 5: SLU/1.3)

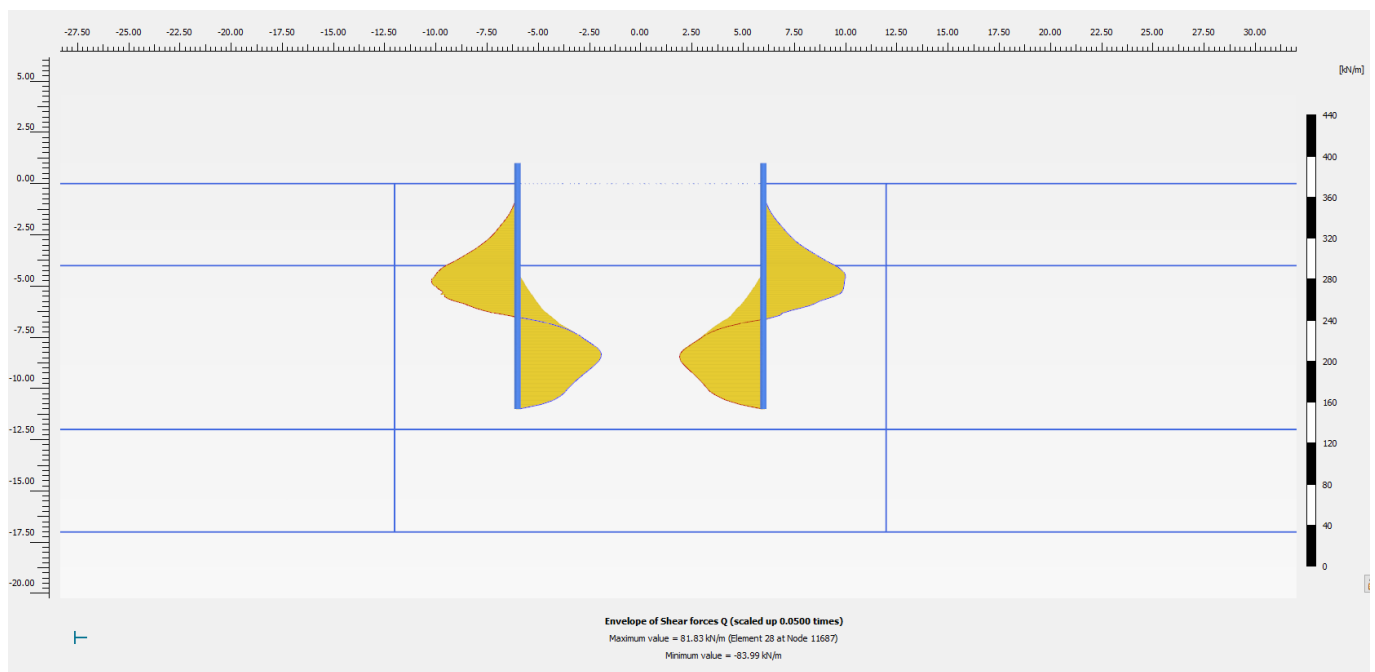


Figura 13 - Sezione 1, Inviluppo del taglio palancole (Fase 5: SLU/1.3)

Nella seguente tabella si riportano sinteticamente i massimi risultati in termini di azione interne sulle palancole, finalizzanti le verifiche di resistenza. I valori delle sollecitazioni allo SLU si ottengono amplificando i risultati della fase di calcolo 5 per il coefficiente parziale $\gamma_A = 1.3$, in accordo a quanto esplicitato nel precedente paragrafo 4.8.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
VI03 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 03 0 1 001	Rev. B	Foglio 19 di 41

Tabella 5 - Sintesi risultati palancole

Paratia di Palancole	Fase 5: SLU/1.3	SLU
azione assiale massima, Nmax [kN/m]	34.6	46.0
momento massimo, Mmax [kNm/m]	246.7	320.7
taglio massimo, Tmax [kN/m]	84.0	109.0
Spostamento max [mm]	58	

Nelle seguenti immagini si espongono nell'ordine il campo di spostamenti globali e i punti di plasticizzazione ottenuti al termine dell'analisi *c-φ-reduction* effettuata con la finalità di soddisfare la verifica di stabilità globale dell'opera in condizioni di scavo massimo. Nella successiva immagine si riporta anche il diagramma dell'incremento del fattore di sicurezza con lo spostamento totale di un punto di controllo. Quest'ultimo evidenzia che il fattore di sicurezza alla stabilità globale ottenuto è superiore al minimo imposto dalla normativa, pari a 1.375, pertanto la verifica di stabilità globale è soddisfatta.

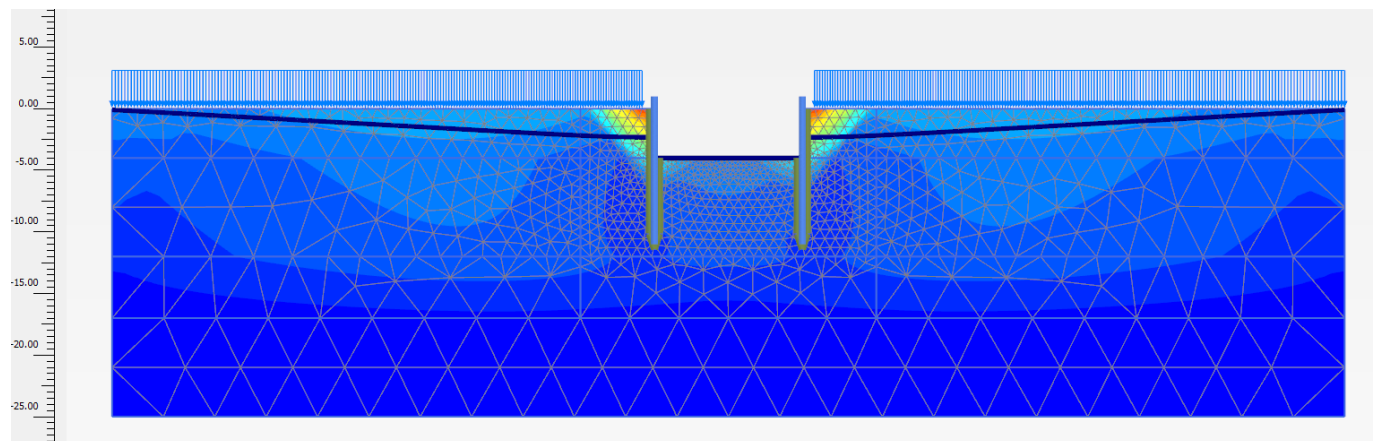


Figura 14 - Sezione 1, Individuazione del cinematismo di potenziale instabilità

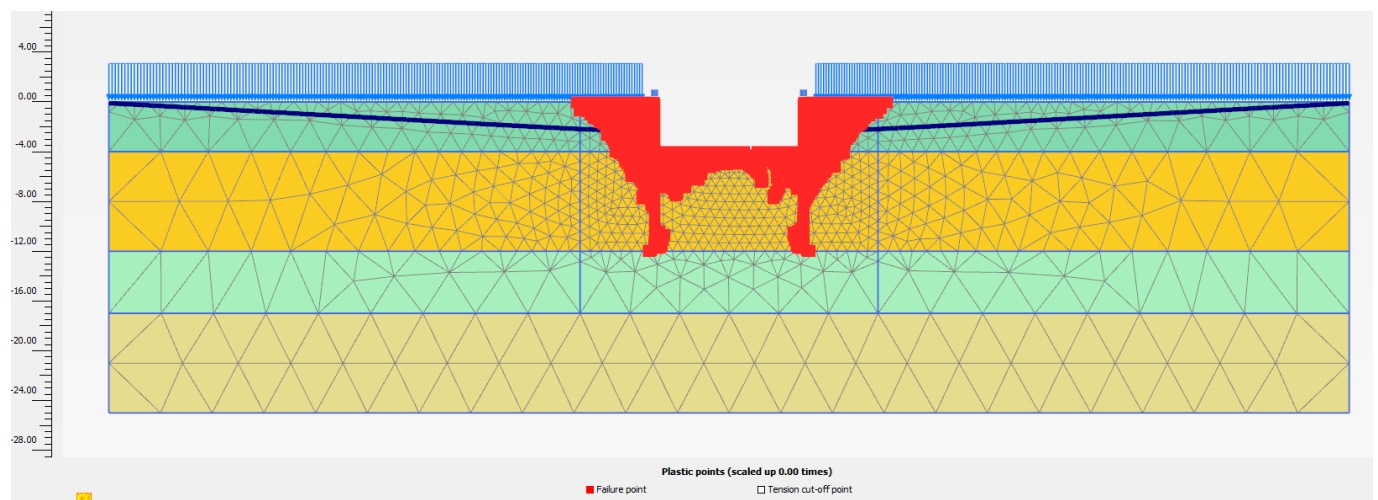


Figura 15 - Sezione 1, Punti di plasticizzazione al termine della verifica di stabilità globale

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI03 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 03 0 1 001	Rev. B	Foglio 20 di 41

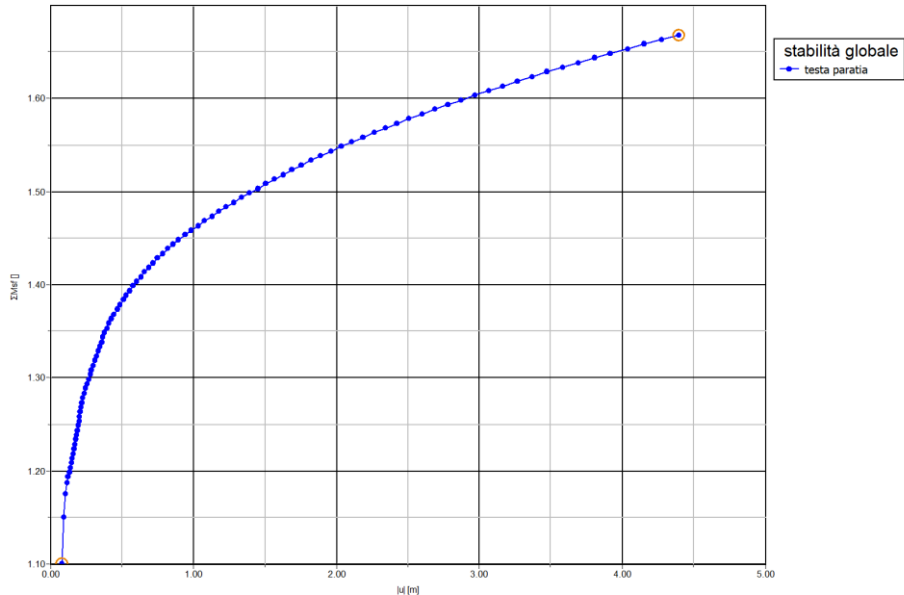


Figura 16 - Sezione 1, Sicurezza alla stabilità globale vs spostamento totale del punto di controllo ($FS > 1.1 \times 1.25 = 1.375$)

4.9.2 Stima portate di emungimento

Tale stima viene eseguita per la sezione 1 con maggiore battente idraulico e massimo scavo. Per l'analisi eseguita in corrispondenza della sezione 1 (stratigrafia 1), si fornisce nelle figure seguenti una stima della portata di aggotamento: 110 m³/giorno, valutata considerando il problema simmetrico e quindi moltiplicando per due la stima di portata (q) desunta dalla seguente sezione (A-A) e considerando una lunghezza (L) amplificata cautelativamente del 20%. Tale stima di portata è puramente indicativa e per il dimensionamento del sistema di emungimento dovranno essere applicati fattori di sicurezza almeno pari a 4.

q=	3.78E ⁻⁰⁵	m ³ /s/m
L=	16.8	m
Qtot=	110	m ³ /day

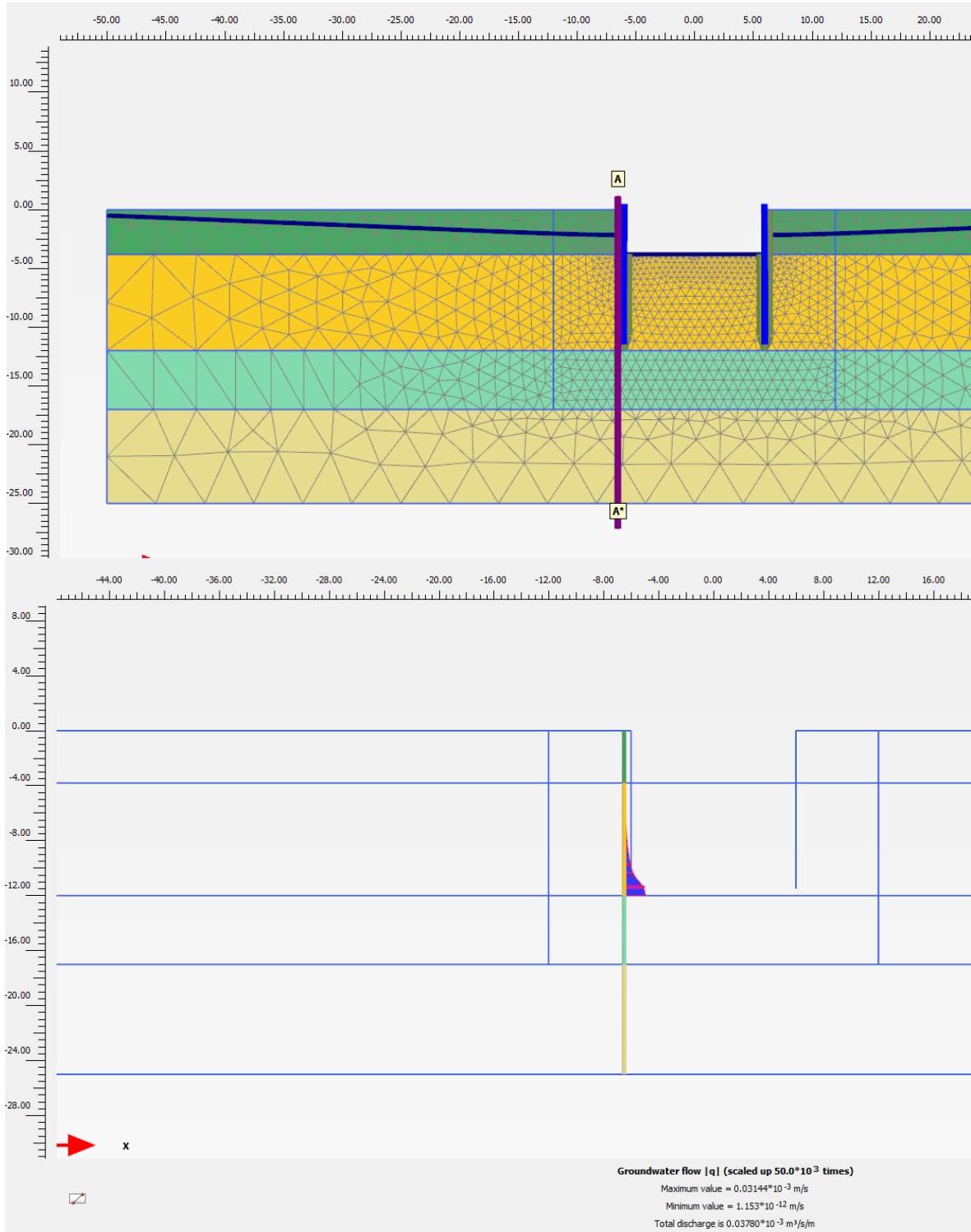


Figura 17 - Sezione A-A – stima portata q

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
VI03 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 03 0 1 001	Rev. B	Foglio 22 di 41

4.10 Verifiche di resistenza palancole

Per le palancole si adotta la metodologia di verifica in accordo con la normativa italiana vigente (N.T.C.'08) e con l'Eurocodice 3 (EN 1993-5). Per le verifiche si considera cautelativamente per l'acciaio $f_{yk} = 270$ MPa.

Le azioni interne allo stato limite ultimo, N_{Ed} , M_{Ed} and V_{Ed} , sono ottenute dal paragrafo 4.9.

Si determina quindi:

$$M_{Rd} = W_{pl} \cdot f_{yd} \cdot \beta_B \quad \text{momento resistente di progetto per sezioni di classe 1 e 2}$$

dove:

W_{pl} è il modulo di resistenza plastico

β_B è un coefficiente riduttivo per palancole a U, dipendente dal numero di palancole interconnesse e dal tipo di suolo

$$V_{Rd} = \frac{A_v \cdot f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad \text{resistenza a taglio di progetto}$$

Se la forza di taglio agente di progetto V_{Ed} è maggiore del 50% della resistenza di progetto V_{Rd} , il momento resistente si riduce secondo la seguente espressione:

$$M_{Rd} = \left(\beta_B \cdot W_{pl} - \frac{\rho \cdot A_v^2}{4 t_w \cdot \sin \alpha} \right) f_{yd} \quad \text{momento resistente ridotto}$$

$$\rho = (2V_{Ed} / V_{Rd} - 1)^2$$

Data l'azione assiale resistente del palancoleto $N_{Rd} = A \cdot f_{yd}$, dove A è la sezione resistente, se il rapporto N_{Ed}/N_{Rd} è maggiore di 0.25 per palancole ad U, o maggiore di 0.1 per palancole a Z, il momento resistente si riduce secondo la seguente espressione:

$$M_{N,Rd} = k \cdot M_{Rd} \left(1 - N_{Ed} / N_{Rd} \right) \leq M_{Rd} \quad \text{momento resistente ridotto}$$

dove:

$k = 1.33$ per palancole ad U

$k = 1.11$ per palancole a Z

Essendo $N_{Ed} \leq N_{Rd}$, $M_{Ed} \leq M_{N,Rd} \leq M_{Rd}$, $V_{Ed} \leq V_{Rd}$, come mostrato nelle seguenti tabelle, la verifica è soddisfatta.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
VI03 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17 Lotto 12 Codifica Documento EI2 CL VI 03 0 1 001 Rev. B Foglio 23 di 41

Tipo di profilo:	U_Z_Sheet_Pile			
Profilo:	PU 22			
Classe acciaio:	S 270			
$f_{yk} =$	270	N/mm ²	tensione di snervamento caratteristica	
$\gamma_{m,slu} =$	1.05		fattore parziale	
$f_{yd} =$	257	N/mm ²	tensione di snervamento di progetto	
$N_{Ed} =$	46.0	kN/m	axial load	
$M_{Ed} =$	320.7	kN-m/m	bending moment	
$V_{Ed} =$	109.0	kN/m	shear	
tipo:	2			
classe:	U			
$W_{el} =$	2200	cm ³ /m	modulo di resistenza elastico - asse forte	
$A =$	183	cm ² /m	area	
$W_{pl} =$	2580	cm ³ /m	modulo di resistenza plastico - asse forte	
$A_v =$	69.3	cm ² /m	area resistente a taglio	
$b =$	600	mm	larghezza	
$h =$	450	mm	altezza	
$t_w =$	9.5	mm	spessore anima	
$t_f =$	12.1	mm	spessore ali	
$\alpha =$	62.4°	deg	inclinazione dell'anima	
$\beta_B =$	1.0		coefficiente riduttivo	
$n =$	0.01		axial load strength ratio	

Tabella 6 - Verifica di resistenza (Sezione 1) -PU22

AZIONI DI PROGETTO			RESISTENZE DI PROGETTO				VERIFICA
(F_{Ed})			(R_d)				(>1)
N_{Ed}	M_{Ed}	V_{Ed}	N_{Rd}	M_{Rd}	V_{Rd}	$M_{N,Rd}$	$(R_d/F_{Ed})_{min}$
kN/m	kNm/m	kN/m	kN/m	kNm/m	kN/m	kNm/m	--
46.0	320.7	109.0	4706	663	1029	663	2.07

OK

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI03 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 03 0 1 001	Rev. B	Foglio 24 di 41

4.11 Verifiche nei confronti degli stati limite idraulici

Sifonamento

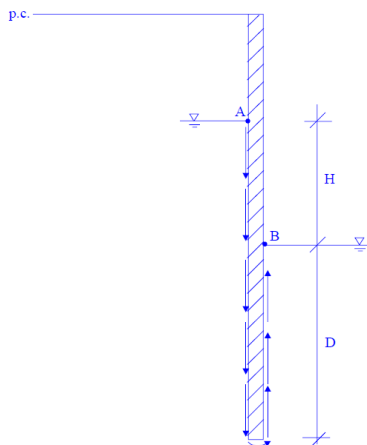
In un terreno privo di legami coesivi, in presenza di filtrazione ascendente quando il gradiente idraulico è prossimo al valore critico $i = i_c \approx 1$, si annullano le forze intergranulari, si annulla la resistenza del terreno e le particelle solide possono essere trasportate dall'acqua in movimento, dando origine ad un fenomeno progressivo di erosione che conduce al collasso della struttura del terreno. Tale fenomeno è noto come instabilità idrodinamica (o sifonamento). Il fattore di sicurezza globale nei confronti del sifonamento è il rapporto tra il gradiente idraulico critico, $i_c \approx 1.0$, e quello presente in esercizio (gradiente di efflusso), i_E :

$$FS = i_c / i_E \approx 1 / i_E$$

In via cautelativa, con riferimento al percorso di filtrazione più corto (situazione più critica), nell'ipotesi di perdita di carico lineare con la profondità e trascurando lo spessore della paratia, il gradiente di efflusso, i_E è dato da:

$$i_E = H / (H + 2 \cdot D)$$

dove H è la differenza di carico idraulico monte-valle e D è la profondità di infissione della paratia misurata sotto il fondo scavo.



	H scavo	H	D	i_E	FS
Sezione 1	3.8 m	3.8 m	7.7 m	0.20	4.9

Si tratta quindi di gradienti di efflusso piuttosto bassi, tali da evitare il pericolo di sifonamento.

Nel seguito si esprime la verifica di sifonamento in termini di pressioni come richiesto da NTC 2008, le pressioni totali a fondo scavo dovranno essere maggiori delle pressioni idrostatiche instabilizzanti:

$$U_{inst,d} \leq \sigma_{stb,d}$$

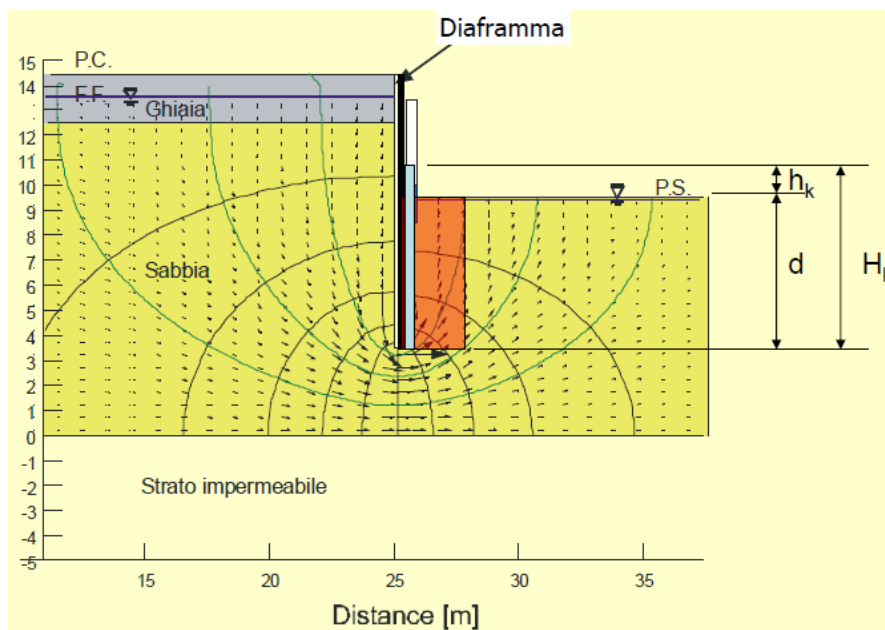


Figura 18 – Schema reticolo di filtrazione per verifica sifonamento

Quindi in termini di tensioni totali si verifica:

$$\gamma_{G,inst} (\gamma_w \cdot H_k) \leq \gamma_{G,std} (\gamma_{sat,k} \cdot d)$$

$$1.3 \cdot (\gamma_w \cdot H_k) \leq 0.9 \cdot (\gamma_{sat,k} \cdot d)$$

Dove:

$\gamma_{G,inst} = 1.3$; $\gamma_{G,std} = 0.9$ coefficienti parziali di normativa NTC 2008

γ_w = peso dell'acqua; $\gamma_{sat,k}$ = peso di volume del terreno

H_k ; d = profondità indicate come da schema di Figura 18.

Nel caso in esame si ha:

$$d = 7.7 \text{ m,}$$

$$H_k = d + h_k = d + (H/2) = 7.7 + (3.8 / 2) = 9.6 \text{ m}$$

$$1.3 \cdot (\gamma_w \cdot H_k) = 1.3 \cdot 10 \cdot 9.6 = 124.8 \text{ kPa}$$

$$0.9 \cdot (\gamma_{sat,k} \cdot d) = 0.9 \cdot 19.0 \cdot 7.7 = 131.7 \text{ kPa}$$

Quindi si verifica che: $1.3 \cdot (\gamma_w \cdot H_k) \leq 0.9 \cdot (\gamma_{sat,k} \cdot d)$

124.8 kPa è effettivamente < 131.7 kPa.

La verifica è soddisfatta.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
VI03 - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 03 0 1 001	Rev. B	Foglio 26 di 41





5 APPENDICE A. TABULATI DI CALCOLO PLAXIS

5.1 Sezione 1

PLAXIS Report

1	PREMESSA.....	3
2	NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	6
2.1	Normativa di riferimento.....	6
2.2	Documenti di riferimento.....	6
2.3	Software di riferimento.....	6
3	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	7
4	ANALISI DELLE PARATIE	8
4.1	Combinazioni e coefficienti parziali	8
4.2	Caratterizzazione geotecnica dei terreni	9
4.3	Elementi strutturali	10
4.4	Carichi applicati	10
4.5	Stabilità globale	10
4.6	Sezioni di calcolo	12
4.7	Discretizzazione di calcolo.....	12
4.7.1	Sezione 1	12
4.8	Fasi di calcolo	13
4.8.1	Sezione 1	13
4.9	Principali risultati delle analisi	16
4.9.1	Sezione 1	16
4.9.2	Stima portate di emungimento.....	20
4.10	Verifiche di resistenza palancole	22
4.11	Verifiche nei confronti degli stati limite idraulici	24
5	APPENDICE A. TABULATI DI CALCOLO PLAXIS	26
5.1	Sezione 1	26

1.1.1.1.1.1 Materials - Soil and interfaces - Mohr-Coulomb (1/2)

Identification	Ghiaia	Limo	Argilla	Sabbia
Identification number	1	2	3	4
Drainage type	Drained	Drained	Drained	Drained
Colour				





Comments					
γ_{unsat}	kN/m ³	19.00	18.50	19.00	19.00
γ_{sat}	kN/m ³	19.00	18.50	19.00	19.00
Dilatancy cut-off		No	No	No	No
e_{init}		0.5000	0.5000	0.5000	0.5000
e_{min}		0.000	0.000	0.000	0.000
e_{max}		999.0	999.0	999.0	999.0
Rayleigh α		0.000	0.000	0.000	0.000
Rayleigh β		0.000	0.000	0.000	0.000
E	kN/m ²	50.00E3	10.00E3	10.00E3	50.00E3
ν (nu)		0.3000	0.3000	0.3000	0.3000
G	kN/m ²	19.23E3	3846	3846	19.23E3
E_{ded}	kN/m ²	67.31E3	13.46E3	13.46E3	67.31E3
c_{ref}	kN/m ²	0.000	0.000	5.000	0.000
ϕ (phi)	°	39.00	28.00	27.00	37.00

Identification		Ghiaia	Limo	Argilla	Sabbia
ψ (psi)	°	0.000	0.000	0.000	0.000
V_s	m/s	99.65	45.16	44.56	99.65
V_p	m/s	186.4	84.49	83.37	186.4
Set to default values		Yes	Yes	Yes	Yes
E_{inc}	kN/m ² /m	0.000	0.000	0.000	0.000
Y_{ref}	m	0.000	0.000	0.000	0.000
c_{inc}	kN/m ² /m	0.000	0.000	0.000	0.000
Y_{ref}	m	0.000	0.000	0.000	0.000
Tension cut-off		Yes	Yes	Yes	Yes
Tensile strength	kN/m ²	0.000	0.000	0.000	0.000
Undrained behaviour		Standard	Standard	Standard	Standard
Skempton-B		0.9783	0.9783	0.9783	0.9783
v_u		0.4950	0.4950	0.4950	0.4950
$K_{w,ref} / n$	kN/m ²	1.875E6	375.0E3	375.0E3	1.875E6
Stiffness		Standard	Standard	Standard	Standard
Strength		Manual	Manual	Manual	Manual
R_{inter}		0.6700	0.6700	0.6700	0.6700
Consider gap closure		Yes	Yes	Yes	Yes
δ_{inter}		0.000	0.000	0.000	0.000
Cross permeability		Impermeable	Impermeable	Impermeable	Impermeable
Drainage conductivity, dk	m ³ /s/m	0.000	0.000	0.000	0.000

R	m ² K/kW	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
K ₀ determination		Automatic	Automatic	Automatic	Automatic	Automatic
K _{0,x} = K _{0,z}		Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
K _{0,x}		0.3707	0.5305	0.5460	0.3982	0.5460
K _{0,z}		0.3707	0.5305	0.5460	0.3982	0.5460
Data set		Standard	Standard	Standard	Standard	Standard
Type		Coarse	Coarse	Coarse	Coarse	Coarse
< 2 μm	%	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
2 μm - 50 μm	%	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00
50 μm - 2 mm	%	77.00	77.00	77.00	77.00	77.00
Use defaults		None	None	None	None	None
k _x	m/s	0.1000E-3	3.000E-6	0.6000E-6	0.02000E-3	0.1000E-3
k _y	m/s	0.1000E-3	3.000E-6	0.6000E-6	0.02000E-3	0.1000E-3
-ψ _{unsat}	m	10.00E3	10.00E3	10.00E3	10.00E3	10.00E3
e _{init}		0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000
S _s	1/m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
c _k		1000E12	1000E12	1000E12	1000E12	1000E12
c _s	kJ/t/K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
λ _s	kW/m/K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ρ _s	t/m ³	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Solid thermal expansion		Volumetric	Volumetric	Volumetric	Volumetric	Volumetric

Identification		Ghiaia	Limo	Argilla	Sabbia	Argine
α_s	1/K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D_v	m ² /s	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
f_{Tv}		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Unfrozen water content		None	None	None	None	None

1.1.1.1.1.2 Materials - Soil and interfaces - Mohr-Coulomb (2/2)



Identification		Argilla_Interfaccia	Ghiaia_Interfaccia	Sabbia_Interfaccia	Limo_Interfaccia
Identification number		6	7	8	9
Drainage type		Drained	Drained	Drained	Drained
Colour					
Comments					
γ_{unsat}	kN/m ³	18.50	19.00	19.00	18.50
γ_{sat}	kN/m ³	18.50	19.00	19.00	18.50
Dilatancy cut-off		No	No	No	No
e_{init}		0.5000	0.5000	0.5000	0.5000
e_{min}		0.000	0.000	0.000	0.000
e_{max}		999.0	999.0	999.0	999.0
Rayleigh α		0.000	0.000	0.000	0.000
Rayleigh β		0.000	0.000	0.000	0.000
E	kN/m ²	10.00E3	40.00E3	40.00E3	10.00E3
ν (nu)		0.3000	0.3000	0.3000	0.3000
G	kN/m ²	3846	15.38E3	15.38E3	3846
E_{Oed}	kN/m ²	13.46E3	53.85E3	53.85E3	13.46E3

Identification		Argilla_Interfaccia	Ghiaia_Interfaccia	Sabbia_Interfaccia	Limo_Interfaccia
c_{ref}	kN/m ²	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000
ϕ (phi)	°	16.00	20.00	20.00	17.00
ψ (psi)	°	0.000	0.000	0.000	0.000
V_s	m/s	45.16	89.13	89.13	45.16
V_p	m/s	84.49	166.7	166.7	84.49
Set to default values		Yes	Yes	Yes	Yes
E_{inc}	kN/m ² /m	0.000	0.000	0.000	0.000
γ_{ref}	m	0.000	0.000	0.000	0.000
c_{inc}	kN/m ² /m	0.000	0.000	0.000	0.000
γ_{ref}	m	0.000	0.000	0.000	0.000
Tension cut-off		Yes	Yes	Yes	Yes
Tensile strength	kN/m ²	0.000	0.000	0.000	0.000
Undrained behaviour		Standard	Standard	Standard	Standard
Skempton-B		0.9783	0.9783	0.9783	0.9783
ν_u		0.4950	0.4950	0.4950	0.4950
$K_{w,ref} / n$	kN/m ²	375.0E3	1.500E6	1.500E6	375.0E3
Stiffness		Standard	Standard	Standard	Standard
Strength		Rigid	Rigid	Manual	Manual
R_{inter}		1.000	1.000	0.6700	0.6700

Identification		Argilla_Interfaccia	Ghiaia_Interfaccia	Sabbia_Interfaccia	Limo_Interfaccia
Consider gap closure		Yes	Yes	Yes	Yes
δ_{inter}		0.000	0.000	0.000	0.000
Cross permeability		Impermeable	Impermeable	Impermeable	Impermeable
Drainage conductivity, dk	m ³ /s/m	0.000	0.000	0.000	0.000
R	m ² K/kW	0.000	0.000	0.000	0.000
K ₀ determination		Automatic	Automatic	Automatic	Automatic
K _{0,x} = K _{0,z}		Yes	Yes	Yes	Yes
K _{0,x}		0.7244	0.6580	0.6580	0.7076
K _{0,z}		0.7244	0.6580	0.6580	0.7076
Data set		Standard	Standard	Standard	Standard
Type		Coarse	Coarse	Coarse	Coarse
< 2 μm	%	10.00	10.00	10.00	10.00
2 μm - 50 μm	%	13.00	13.00	13.00	13.00
50 μm - 2 mm	%	77.00	77.00	77.00	77.00
Use defaults		None	None	None	None
k _x	m/s	0.6000E-6	0.7000E-3	0.01300E-3	3.000E-6
k _y	m/s	0.6000E-6	0.7000E-3	0.01300E-3	3.000E-6
-ψ _{unsat}	m	10.00E3	10.00E3	10.00E3	10.00E3
e _{init}		0.5000	0.5000	0.5000	0.5000

Identification		Argilla_Interfaccia	Ghiaia_Interfaccia	Sabbia_Interfaccia	Limo_Interfaccia
S_s	1/m	0.000	0.000	0.000	0.000
C_k		1000E12	1000E12	1000E12	1000E12
c_s	kJ/t/K	0.000	0.000	0.000	0.000
λ_s	kW/m/K	0.000	0.000	0.000	0.000
ρ_s	t/m ³	0.000	0.000	0.000	0.000
Solid thermal expansion		Volumetric	Volumetric	Volumetric	Volumetric
α_s	1/K	0.000	0.000	0.000	0.000
D_v	m ² /s	0.000	0.000	0.000	0.000
f_{Tv}		0.000	0.000	0.000	0.000
Unfrozen water content		None	None	None	None

1.1.1.2 Materials - Plates -

Identification		PU_18	PU_22
Identification number		1	2
Comments			
Colour			
Material type		Elastic	Elastic
Isotropic		Yes	Yes
EA_1	kN/m	3.429E6	3.841E6
EA_2	kN/m	3.429E6	3.841E6
EI	kN m ² /m	81.16E3	103.9E3
d	m	0.5329	0.5697
w	kN/m/m	1.280	1.440
ν (nu)		0.000	0.000
Rayleigh α		0.000	0.000
Rayleigh β		0.000	0.000
Prevent punching		No	No
Identification number		1	2
c	kJ/t/K	0.000	0.000
λ	kW/m/K	0.000	0.000

Identification	PU_18	PU_22
----------------	-------	-------

ρ	t/m ³	0.000	0.000
--------	------------------	-------	-------

α	1/K	0.000	0.000
----------	-----	-------	-------

1.1.1.3 Materials - Anchors -

Identification	Puntone
----------------	---------

Identification number	1
-----------------------	---

Comments

Colour	
--------	---

Material type	Elastic
---------------	---------

EA	kN	10.00E3
----	----	---------

L _{spacing}	m	1.000
----------------------	---	-------

Identification number	1
-----------------------	---

c	kJ/t/K	0.000
---	--------	-------

λ	kW/m/K	0.000
-----------	--------	-------

ρ	t/m ³	0.000
--------	------------------	-------

α	1/K	0.000
----------	-----	-------

Identification number	1
-----------------------	---

c	kJ/t/K	0.000
---	--------	-------

λ	kW/m/K	0.000
-----------	--------	-------

ρ	t/m ³	0.000
--------	------------------	-------

α	1/K	0.000
----------	-----	-------

A	m ²	0.000
---	----------------	-------

Identification	Puntone
----------------	---------

Identification number	1
-----------------------	---

c	kJ/t/K	0.000
---	--------	-------

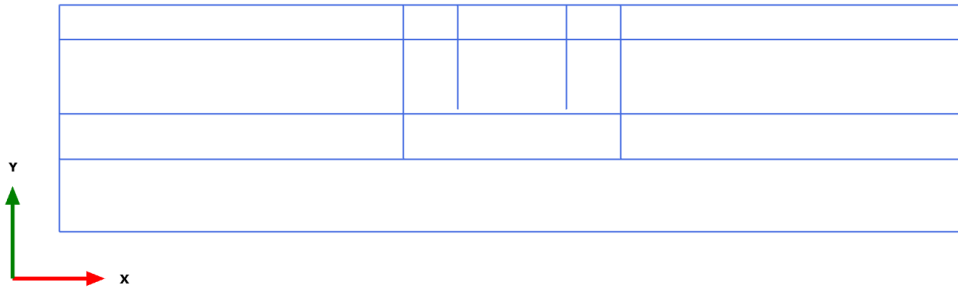
λ	kW/m/K	0.000
-----------	--------	-------

ρ	t/m ³	0.000
--------	------------------	-------

α	1/K	0.000
----------	-----	-------

A	m ²	0.000
---	----------------	-------

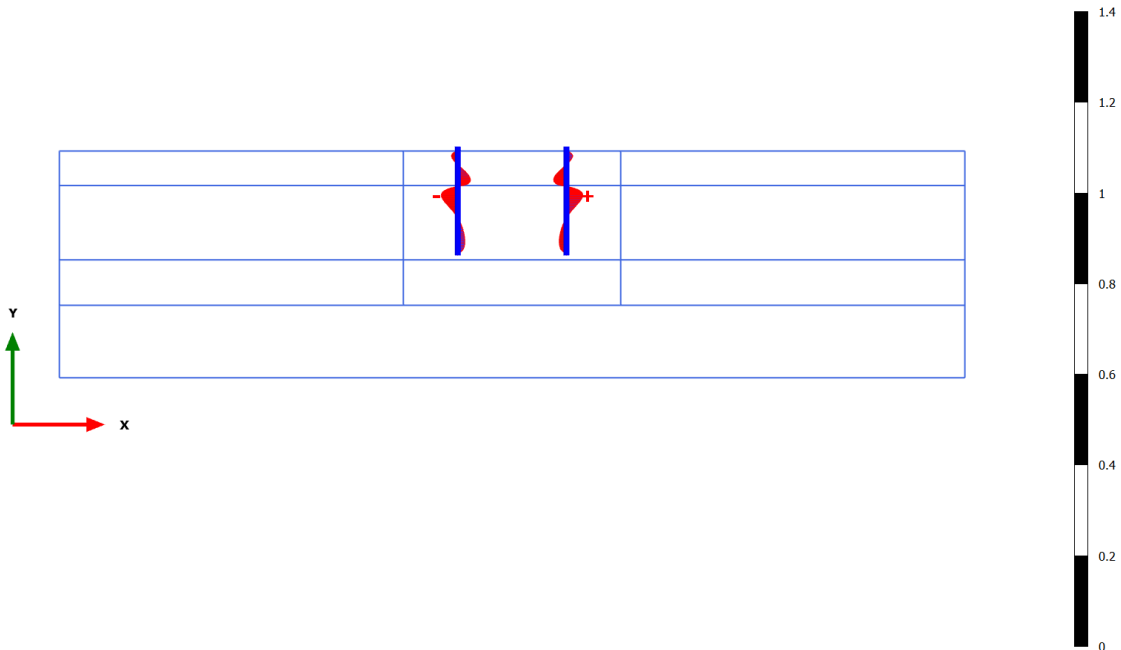
3.1.1.1.1 Calculation results, Plate, Initial phase [InitialPhase] (0/0), Shear forces Q



Shear forces Q (scaled up 1.00 times)
No results

3.1.1.1.2 Calculation results, Plate, Palancoleto [Phase_2] (2/4), Shear forces Q

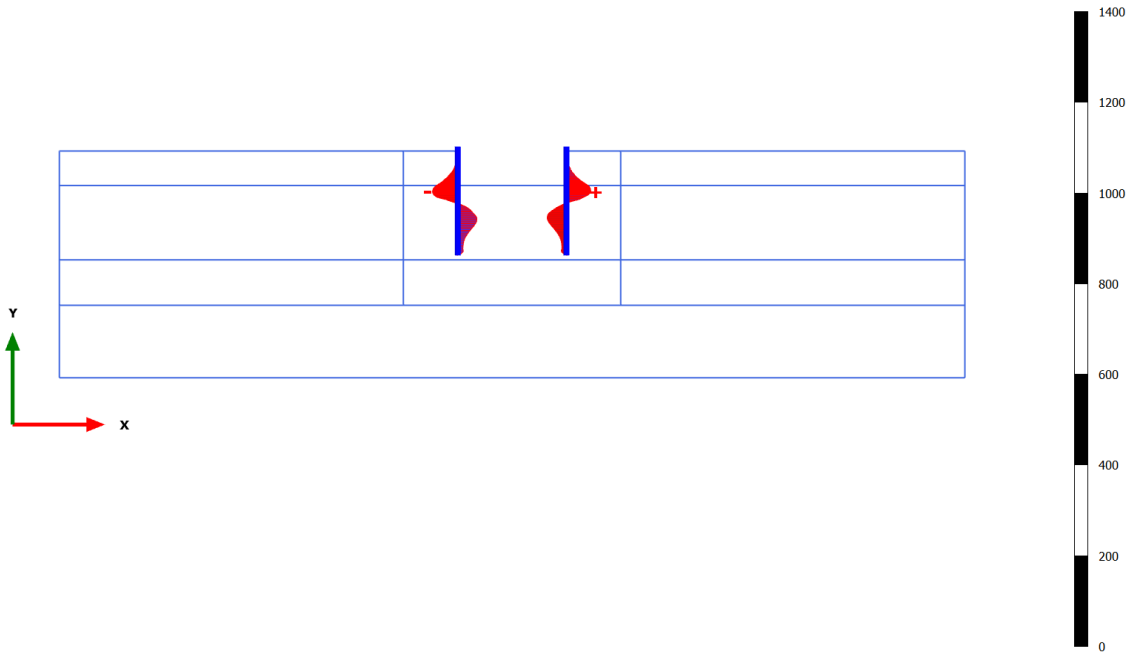
[kN/m]



Shear forces Q (scaled up 50.0 times)
Maximum value = 0.03633 kN/m (Element 38 at Node 7374)
Minimum value = -0.03632 kN/m (Element 23 at Node 2728)

3.1.1.1.3 Calculation results, Plate, Scavo max [Phase_3] (3/124), Shear forces Q

[kN/m]



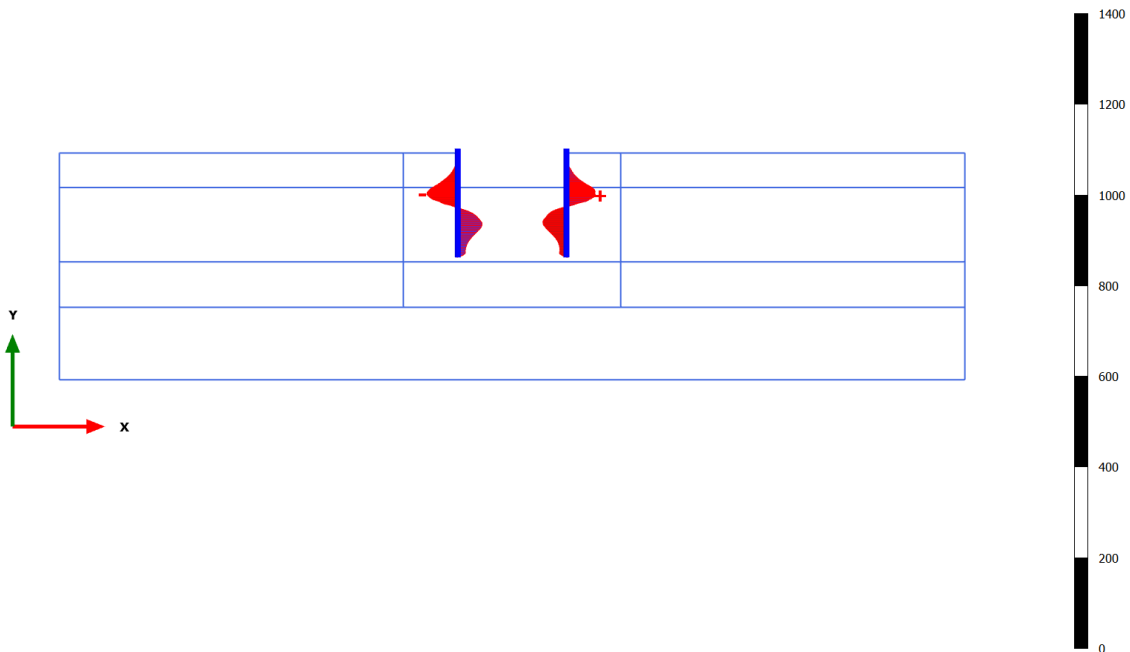
Shear forces Q (scaled up 0.0500 times)

Maximum value = 54.10 kN/m (Element 37 at Node 7391)

Minimum value = -55.76 kN/m (Element 22 at Node 1946)

3.1.1.1.4 Calculation results, Plate, Sovraccarico [Phase_5] (5/186), Shear forces Q

[kN/m]

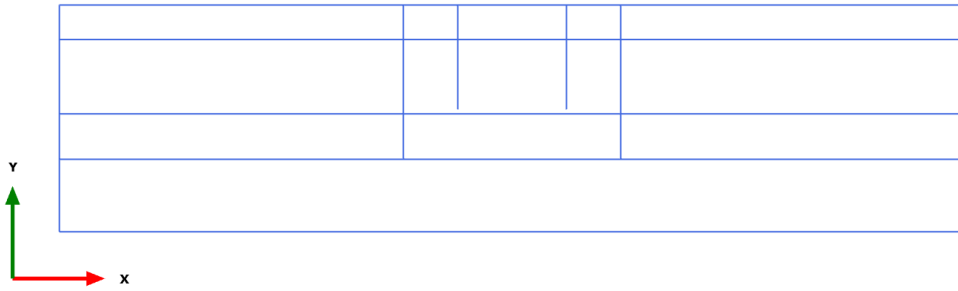


Shear forces Q (scaled up 0.0500 times)

Maximum value = 63.90 kN/m (Element 38 at Node 7389)

Minimum value = -68.26 kN/m (Element 22 at Node 1945)

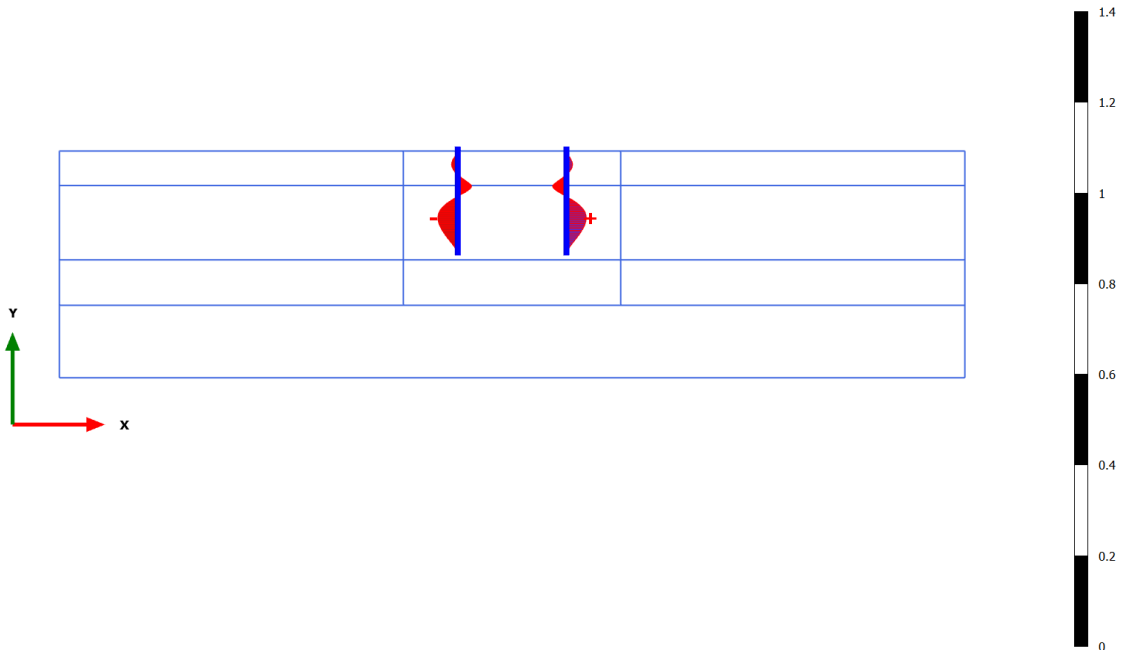
3.1.1.2.1 Calculation results, Plate, Initial phase [InitialPhase] (0/0), Bending moments M



Bending moments M (scaled up 1.00 times)
No results

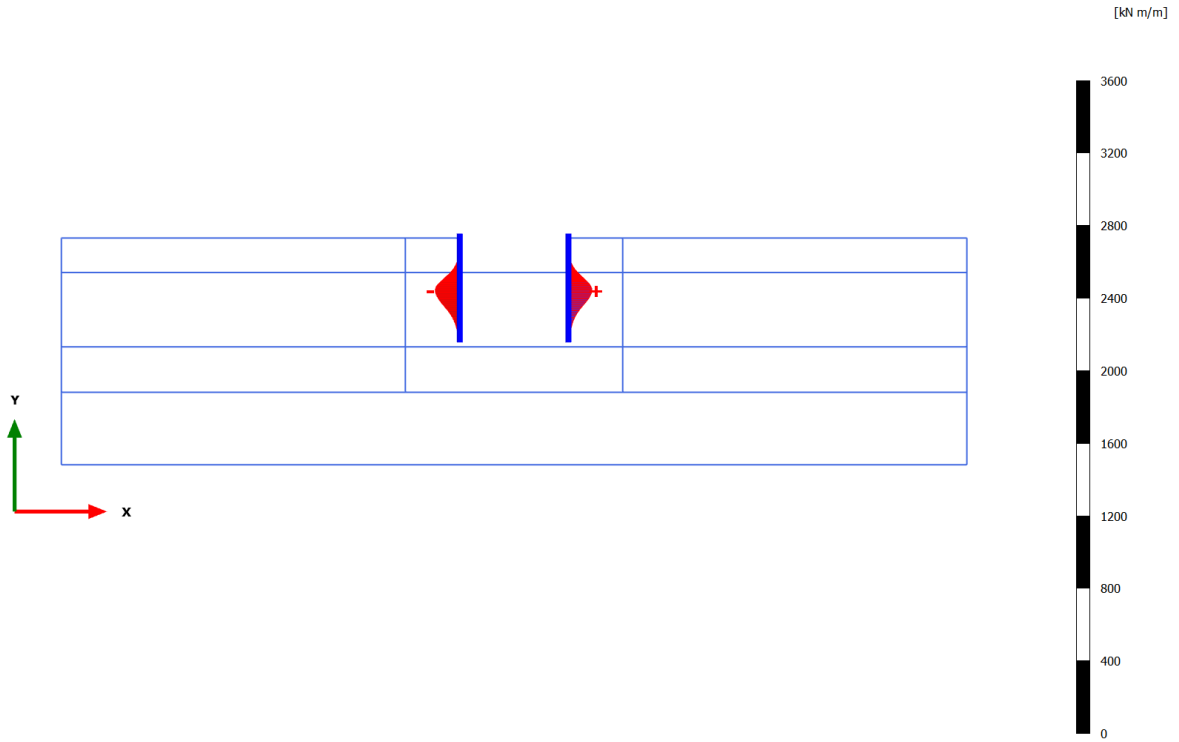
3.1.1.2.2 Calculation results, Plate, Palancoleto [Phase_2] (2/4), Bending moments M

[kN m/m]



Bending moments M (scaled up 50.0 times)
Maximum value = 0.04382 kN m/m (Element 44 at Node 11203)
Minimum value = -0.04382 kN m/m (Element 29 at Node 7009)

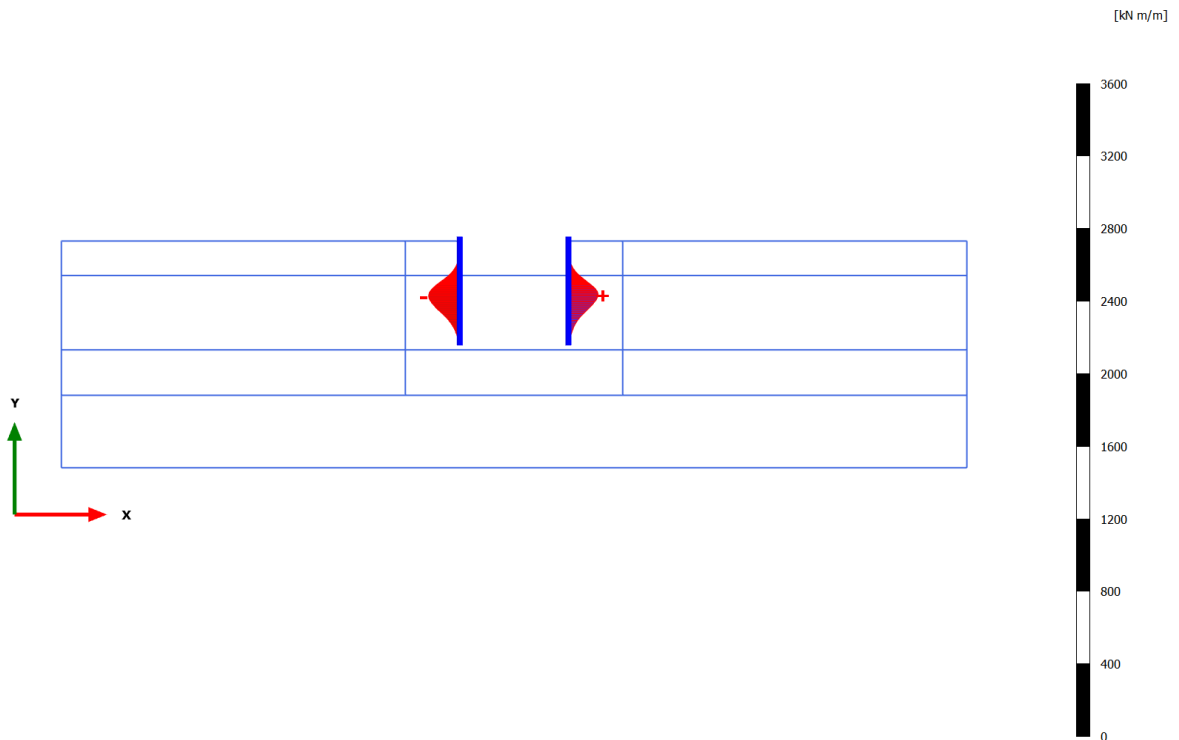
3.1.1.2.3 Calculation results, Plate, Scavo max [Phase_3] (3/124), Bending moments M



Bending moments M (scaled up 0.0200 times)

Maximum value = 129.6 kN m/m (Element 40 at Node 8271)
 Minimum value = -134.8 kN m/m (Element 25 at Node 4503)

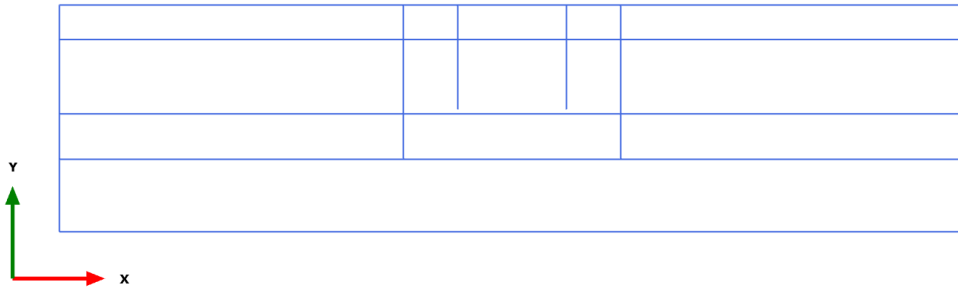
3.1.1.2.4 Calculation results, Plate, Sovraccarico [Phase_5] (5/186), Bending moments M



Bending moments M (scaled up 0.0200 times)

Maximum value = 164.2 kN m/m (Element 41 at Node 8273)
 Minimum value = -171.5 kN m/m (Element 26 at Node 4504)

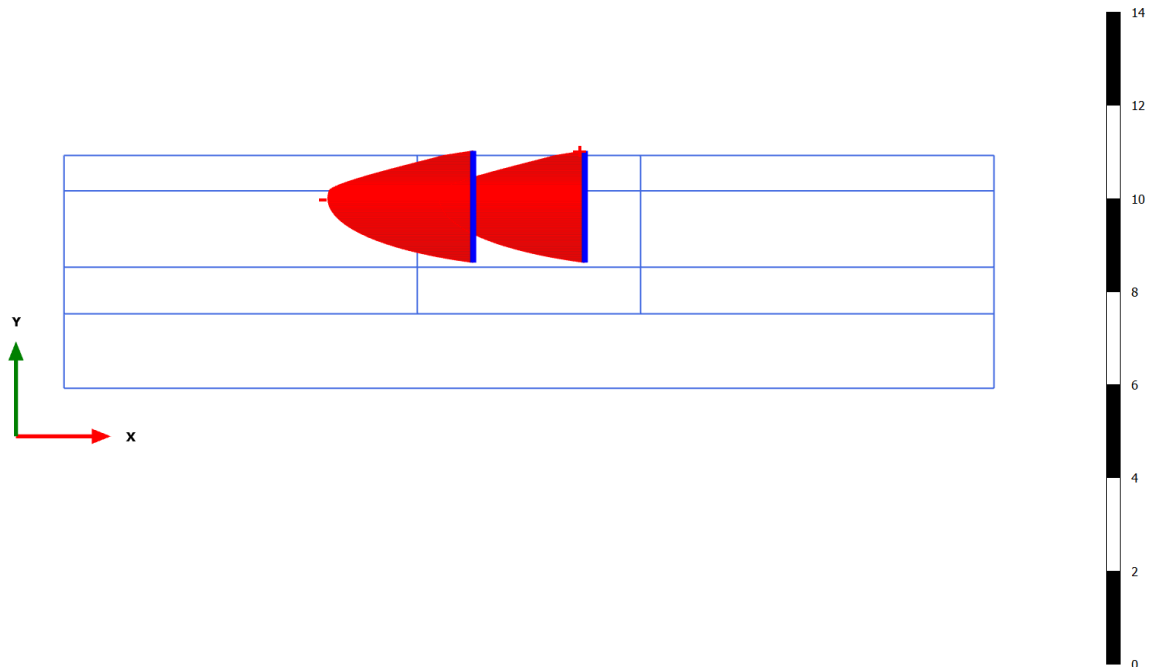
3.1.1.3.1 Calculation results, Plate, Initial phase [InitialPhase] (0/0), Axial forces N



Axial forces N (scaled up 1.00 times)
No results

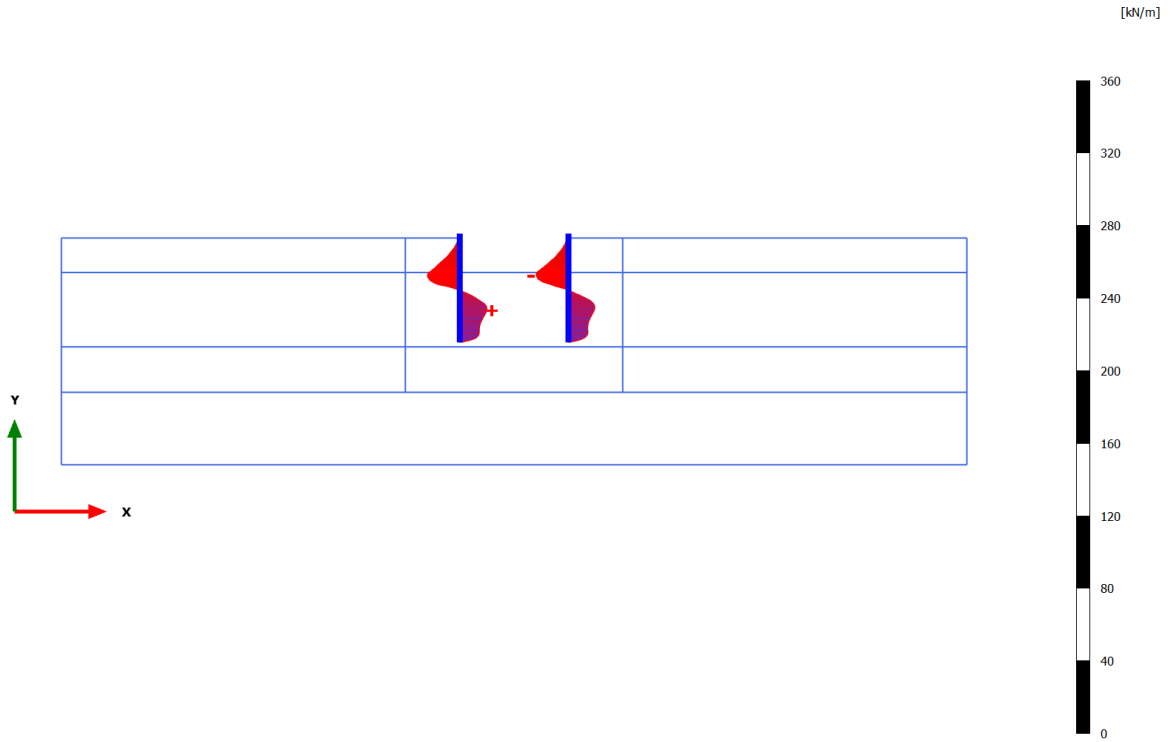
3.1.1.3.2 Calculation results, Plate, Palancoleto [Phase_2] (2/4), Axial forces N

[kN/m]



Axial forces N (scaled up 5.00 times)
Maximum value = $-0.03888 \cdot 10^{-3}$ kN/m (Element 2 at Node 9833)
Minimum value = -3.126 kN/m (Element 22 at Node 2725)

3.1.1.3.3 Calculation results, Plate, Scavo max [Phase_3] (3/124), Axial forces N

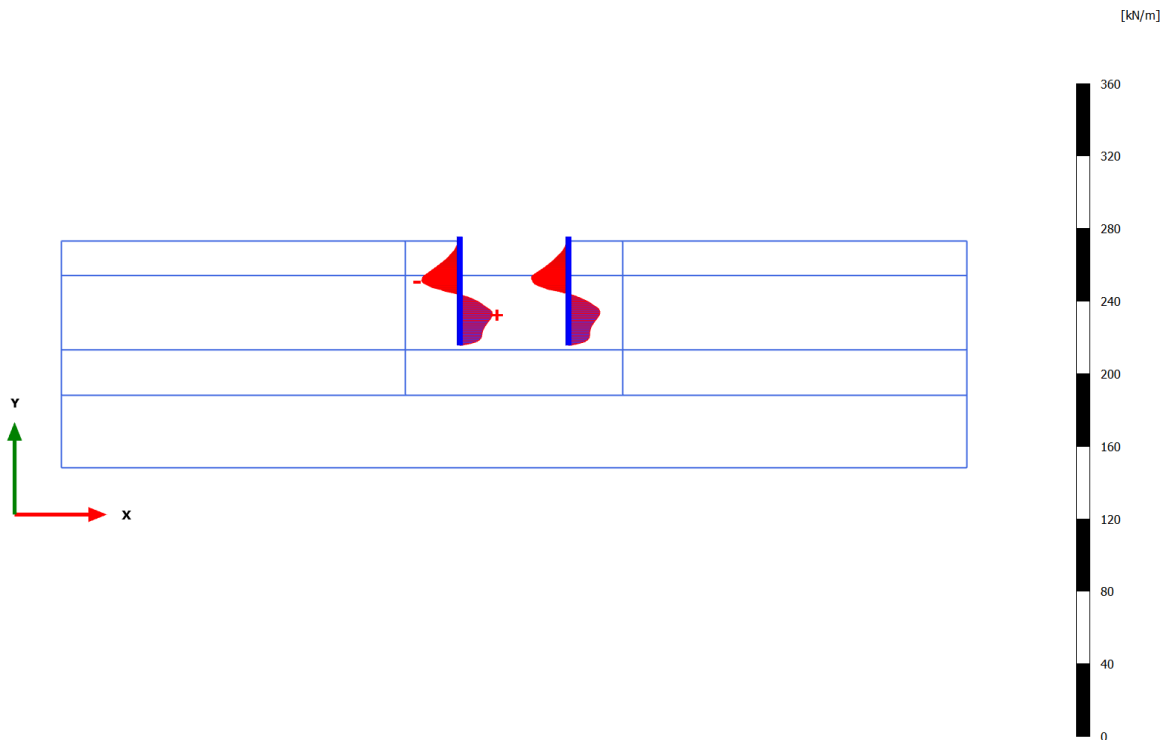


Axial forces N (scaled up 0.200 times)

Maximum value = 15.09 kN/m (Element 30 at Node 8239)

Minimum value = -18.00 kN/m (Element 36 at Node 7451)

3.1.1.3.4 Calculation results, Plate, Sovraccarico [Phase_5] (5/186), Axial forces N



Axial forces N (scaled up 0.200 times)

Maximum value = 18.07 kN/m (Element 30 at Node 8240)

Minimum value = -21.00 kN/m (Element 22 at Node 1946)