

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
Viadotto Alpone I dal km 20+735.666 al km 21+497.666
SCAVI, DEMOLIZIONE, OPERE PROVVISORIALI
Relazione di calcolo opere provvisoriali**

GENERAL CONTRACTOR				DIRETTORE LAVORI				SCALA
IL PROGETTISTA INTEGRATORE		Consorzio Iricav Due ing. Paolo Carmona <i>Carmona</i> Data: Giugno 2022						-
Ing. Giovanni MALAVENDA ALBO INGEGNERI PROV. DI MESSINA n. 4503 Giugno 2022 <i>Malavenda</i>								
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 5 C 1 0 0 1 B - - - D I - - -

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma	Data
	Ing Alberto Levorato <i>Levorato</i>	Giugno 2022

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
B	REVISIONE	G. Furlani <i>G. Furlani</i>	Febbraio 2022	V. Pastore <i>V. Pastore</i>	Febbraio 2022	P. Ascari <i>P. Ascari</i>	Febbraio 2022	P. Ascari
C	RECEPIMENTO ISTRUTTORIE	G. Furlani <i>G. Furlani</i>	Giugno 2022	V. Pastore <i>V. Pastore</i>	Giugno 2022	P. Ascari <i>P. Ascari</i>	Giugno 2022	

CIG. 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN1712EI2CLVI05C1001B.DOCX
		Cod. origine:



Progetto cofinanziato
dalla Unione Europea

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI01A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 01 A 1 001	Rev. B	Foglio 2 di 157	

INDICE

1	PREMESSA.....	4
2	NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	13
2.1	Normativa di riferimento.....	13
2.2	Documenti di riferimento.....	13
2.3	Software di riferimento.....	13
3	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	15
4	ANALISI DELLE PARATIE.....	17
4.1	Combinazioni e coefficienti parziali.....	17
4.2	Caratterizzazione geotecnica dei terreni	18
4.3	Elementi strutturali	19
4.4	Carichi applicati.....	20
4.5	Stabilità globale.....	20
4.6	Sezioni di calcolo	22
4.7	Discretizzazione di calcolo.....	22
4.7.1	Sezione 1	22
4.7.2	Sezione 2	24
4.7.3	Sezione 3.....	25
4.8	Fasi di calcolo	26
4.8.1	Sezione 1	26
4.8.2	Sezione 2	29
4.8.3	Sezione 3.....	33
4.9	Principali risultati delle analisi.....	37
4.9.1	Sezione 1	37
4.9.2	Sezione 2.....	42
4.9.3	Sezione 3.....	47
4.9.4	Stima portate di emungimento.....	53
4.10	Verifiche di resistenza palancole	55
4.10.1	Sezione 1	56

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>IRICAV2</p>		<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>				
<p>VI01A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento EI2 CL VI 01 A 1 001</p>	<p>Rev. B</p>	<p>Foglio 3 di 157</p>	

4.10.2	Sezione 2	57
4.11	Verifiche di resistenza sistema di contrasto sommitale	57
4.11.1	Sezione 2 - Verifica strutturale dei puntoni di contrasto	60
4.11.2	Sezione 2 - Verifica travi di ripartizione	62
4.11.3	Sezione 3 - Verifica strutturale dei puntoni di contrasto	64
4.11.4	Sezione 3 - Verifica travi di ripartizione	66
4.12	Verifica strutturale dei pali	67
4.13	Verifiche nei confronti degli stati limite idraulici	71
5	ANALISI DI STABILITA'	73
5.1	Metodologie di calcolo verifica di stabilità	73
5.2	Carichi	73
5.3	Sezioni di calcolo	74
5.4	Caratterizzazione geotecnica dei terreni	74
5.5	Risultati	74
6	APPENDICE A. ANALISI STABILITA'. TABULATI DI CALCOLO SLIDE	77
6.1	Analisi di stabilità statica SLU – Hscavo = 3.5 m – Pila P21	77
6.2	Analisi di stabilità statica SLU – Hscavo = 3.1 m – Pila P41	83
7	APPENDICE B. Tabulato di calcolo Plaxis	89
7.1	Tabulati di calcolo sezione 1	90
7.2	Tabulati di calcolo sezione 2	103
7.3	Tabulati di calcolo sezione 3	145

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI01A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 01 A 1 001	Rev. B	Foglio 4 di 157	

1 PREMESSA

La presente revisione del documento viene emessa al fine di recepire le osservazioni di istruttoria RINA.

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 Alpone I VI05C, ubicato tra le progressive chilometriche 20+735.666 e 21+497.666 della linea A.V. / A.C. Torino – Venezia, tratta Verona – Padova, lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza.

Per le pile P18 e P19 si prevede scavo protetto con palancolati metallici in relazione al massimo scavo di 5 m circa con a tergo presenza del rilevato della viabilità Strada Porcilana quindi si prevedono palancole PU18 con lunghezza 12.0 m e sistema di contrasto con puntoni (de=298.5 mm, s=10 mm, acciaio S355) e travi di ripartizione in acciaio (HE 280 B, acciaio S355) posto a circa 1 m da testa palancola. Il sistema di contrasto verrà rimosso dopo la realizzazione del plinto di fondazione.

Per le pile P31 e P32 si prevede scavo protetto con paratie di pali secanti D=1000 mm i=0.60 m L=20.0 m; in relazione al massimo scavo di 6.85 m circa ed alla presenza a tergo del rilevato della viabilità in esercizio Strada Porcilana si prevede inoltre sistema di contrasto con puntoni (de=355.6 mm, s=20 mm, acciaio S355) e travi di ripartizione in acciaio (HE 360 B acciaio S355) posto a circa 1.5 m da testa palo. Il sistema di contrasto verrà rimosso dopo la realizzazione del plinto di fondazione.

Per le pile P29, P30, P33÷P40, in relazione alla presenza di interferenze al contorno (adiacente viabilità Strada Porcilaia in esercizio) ed alla massima altezza di scavo di 4 m circa, si prevedono palancole a sbalzo con lunghezza L=12.0 m, di cui il primo metro rimane sopra p.c. ed i restanti 11 m sono infissi nel terreno. Verranno realizzate con profili a doppia onda PU18 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.

Per le restanti fondazioni si prevedono scavi a cielo aperto con scarpate a pendenza 2 (verticale) / 3 (orizzontale) considerando una altezza massima di scavo di 3.5 m circa; per queste fondazioni la falda è generalmente sotto il fondo scavo.

Il livello di falda per il dimensionamento delle opere provvisorie è assunto a +20.5 m s.l.m. per la maggior parte delle opere e quindi sotto fondo scavo (come si evince dalla figure a seguire), ad eccezione delle pile da P31 e P32 di scavalco dello scolo Palù, dove si è considerato cautelativamente un livello di +23.06 m s.l.m. in accordo alle indicazioni idrauliche.

È inoltre prevista la predisposizione di eventuali pozzi di aggotamento (2 per ogni plinto, ubicati all'interno del palancolato) in funzione del livello piezometrico effettivamente misurato in fase di cantierizzazione. 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 provvisionali 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 provvisionali. 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.

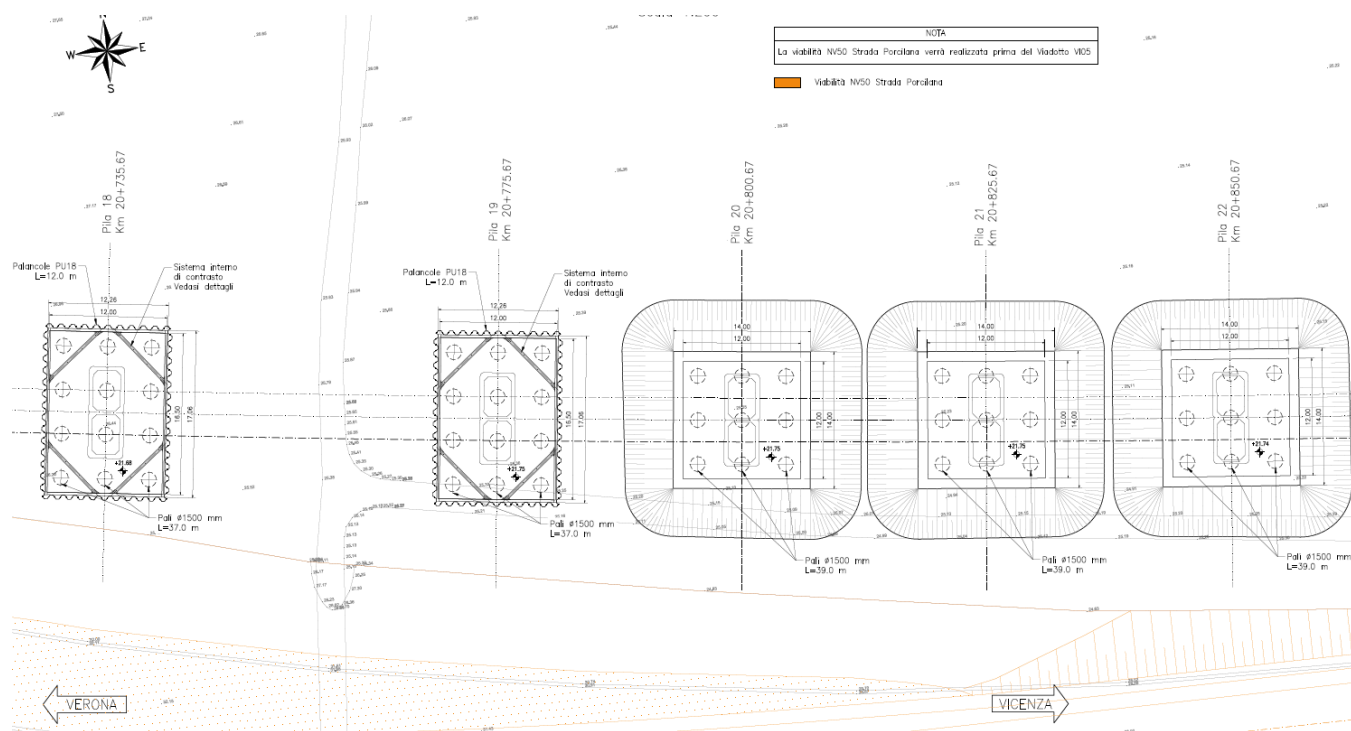


Figura 1 – Pianta opere provvisionali da da P18 a P22

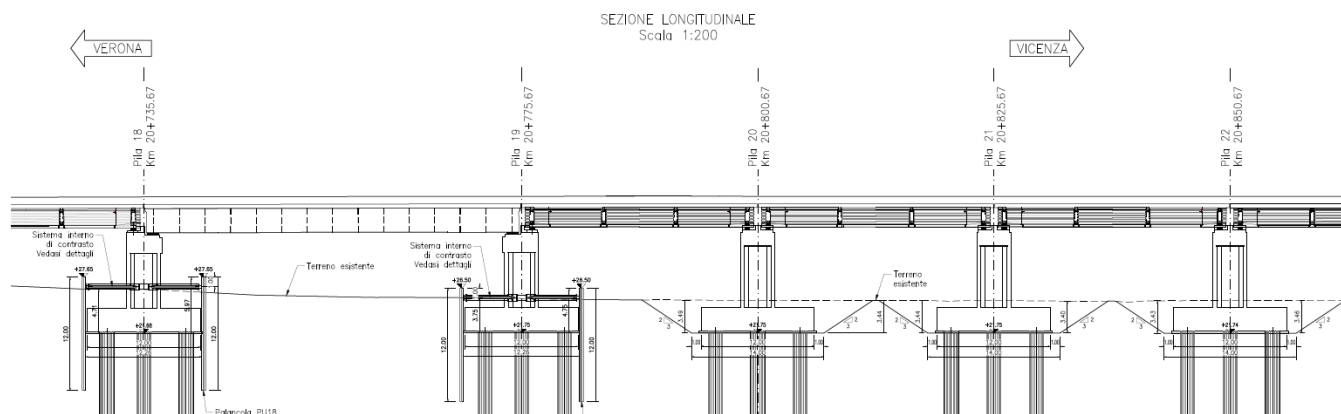


Figura 2 – Sezione longitudinale da P18 a P22

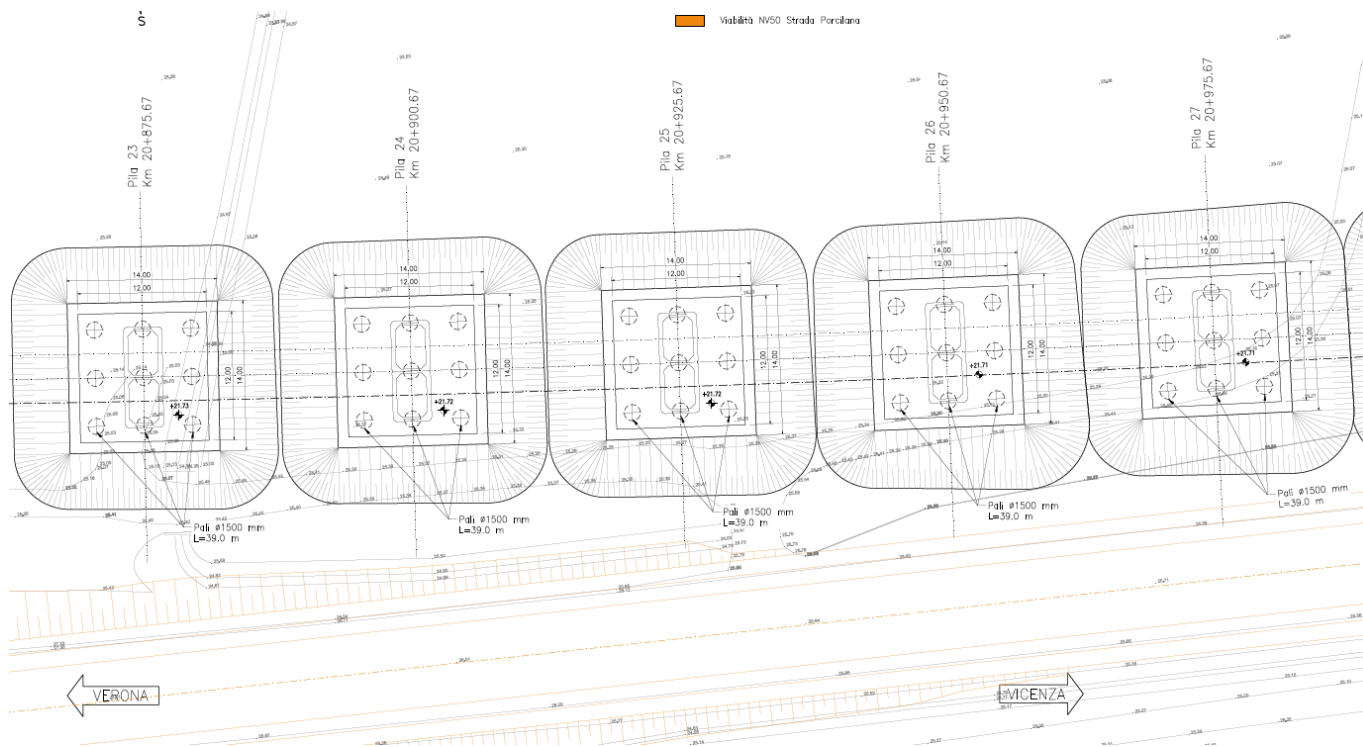


Figura 3 – Pianta opere provvisori da P23 a P27

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



VI01A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

Progetto
IN17

Lotto
12

Codifica Documento
EI2 CL VI 01 A 1 001

Rev.
B

Foglio
7 di 157

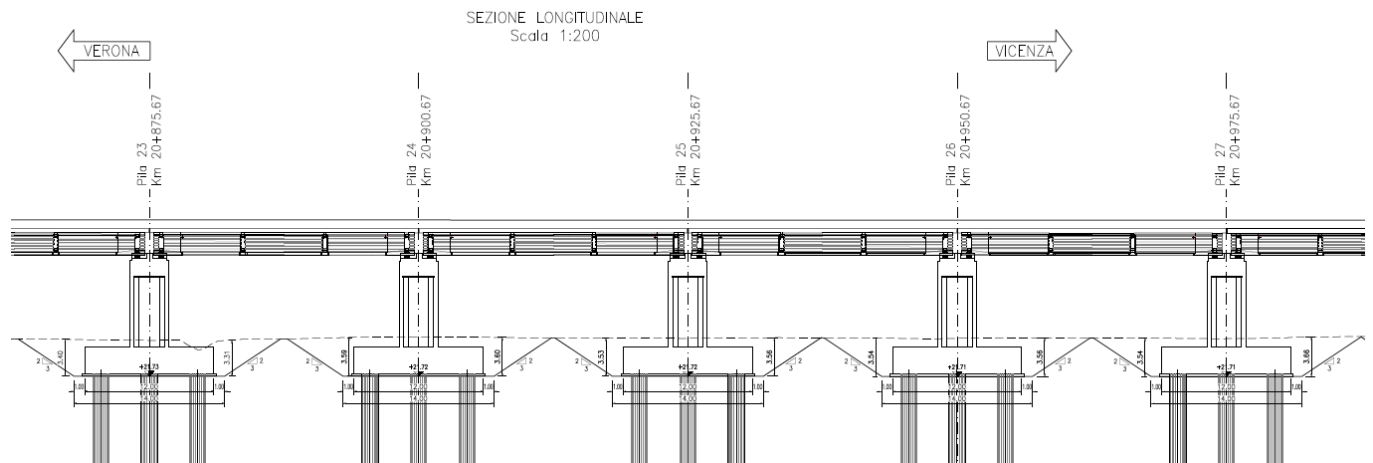


Figura 4 – Sezione longitudinale da P23 a P27

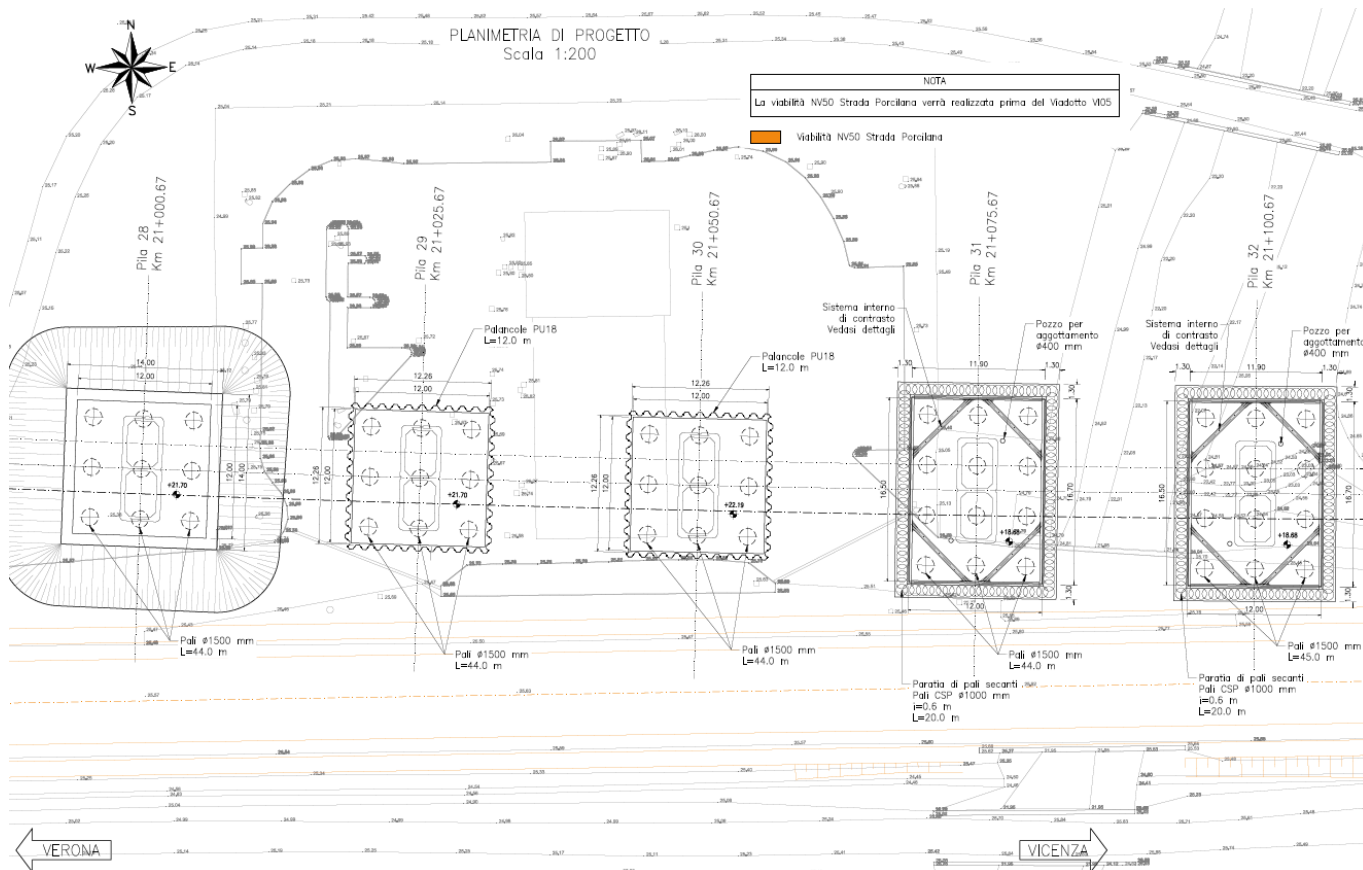


Figura 5 – Pianta opere provvisorie da P28 a P32

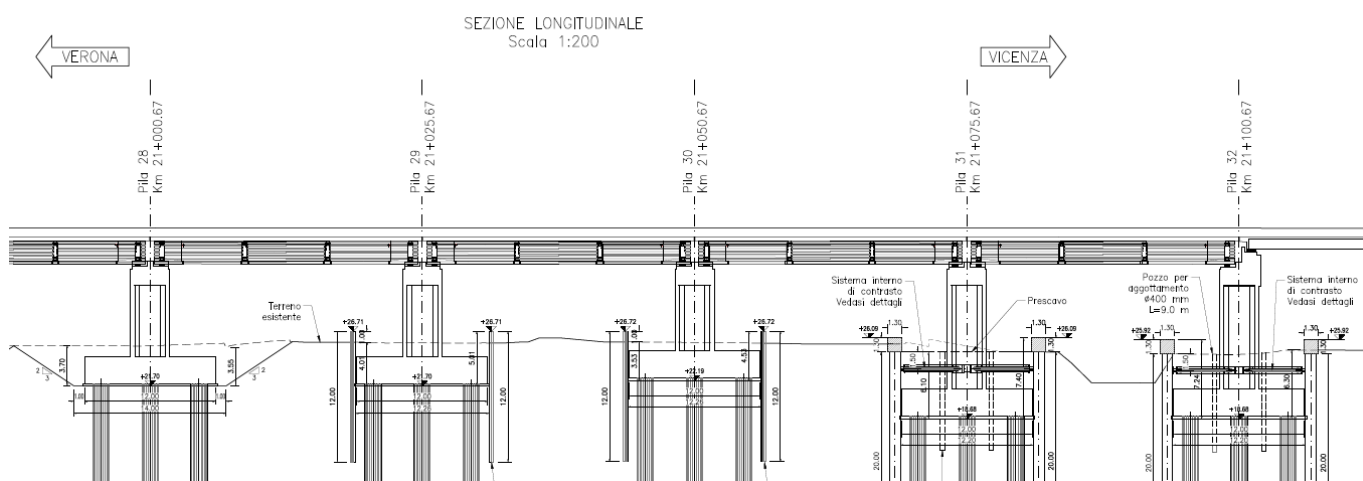


Figura 6 – Sezione longitudinale da P28 a P32

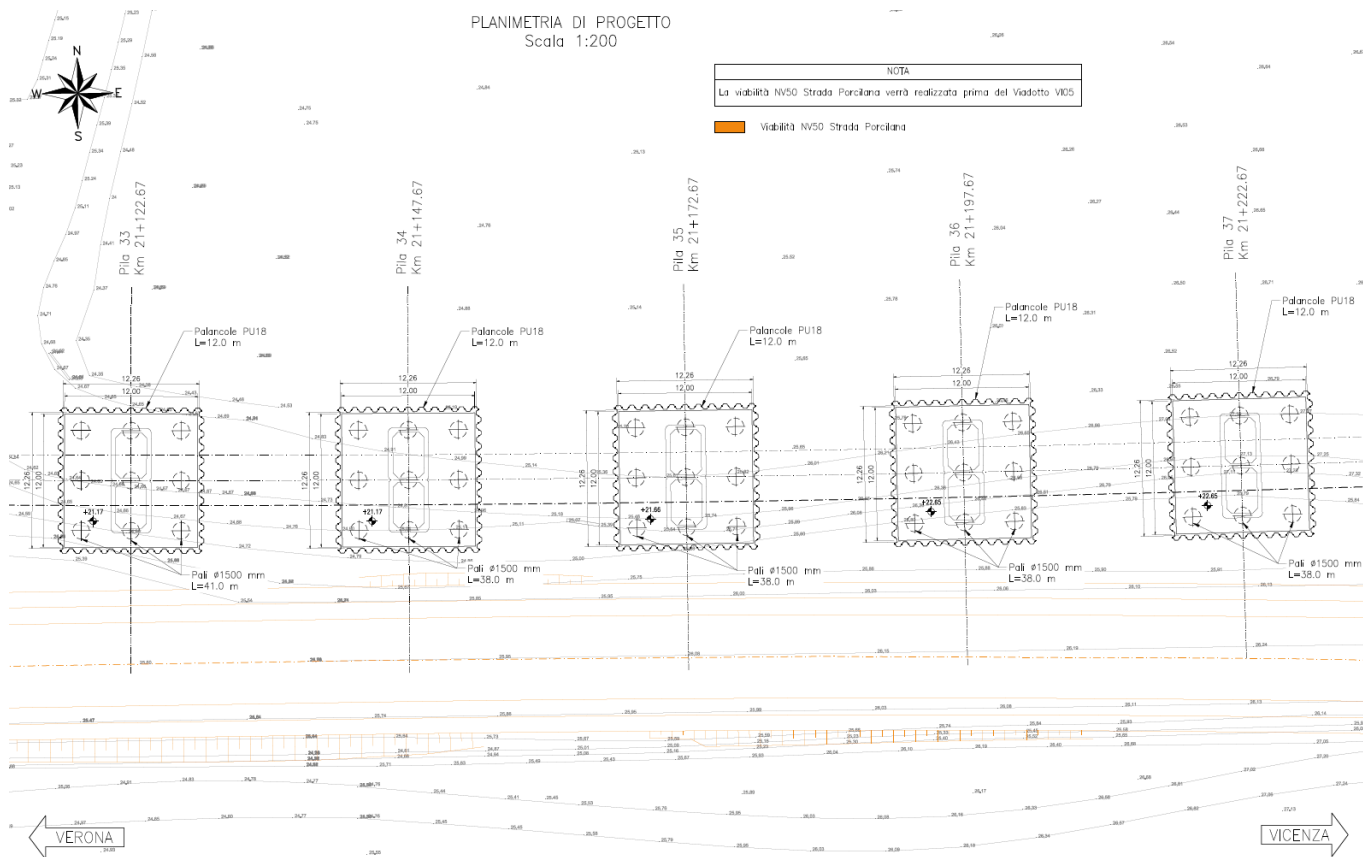


Figura 7 – Pianta opere provvisoriali da P33 a P37

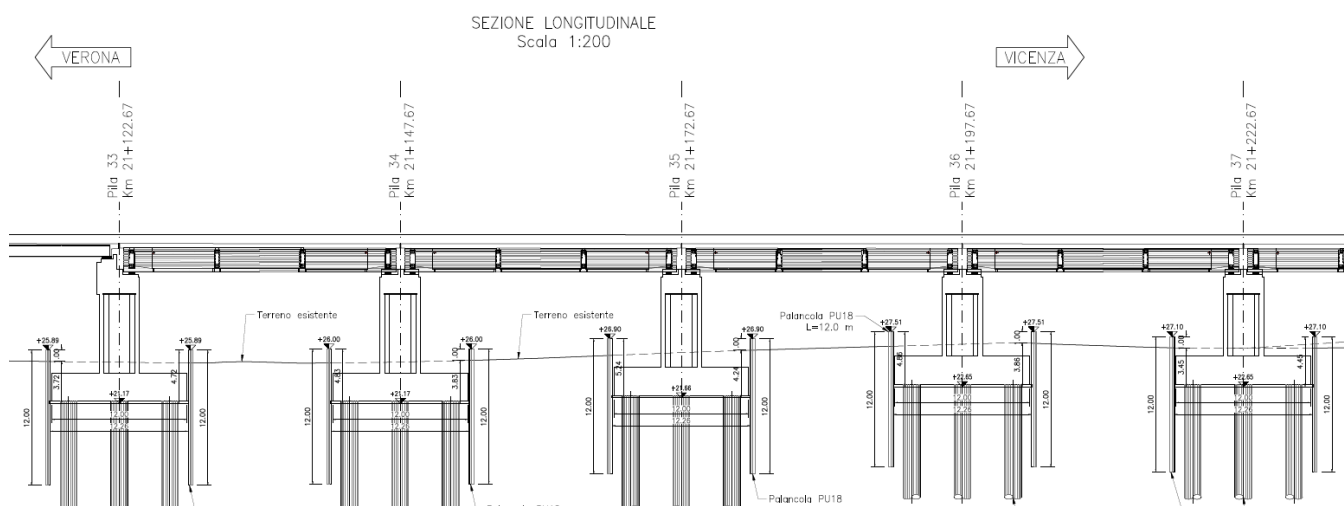


Figura 8 – Sezione longitudinale da P33 a P37

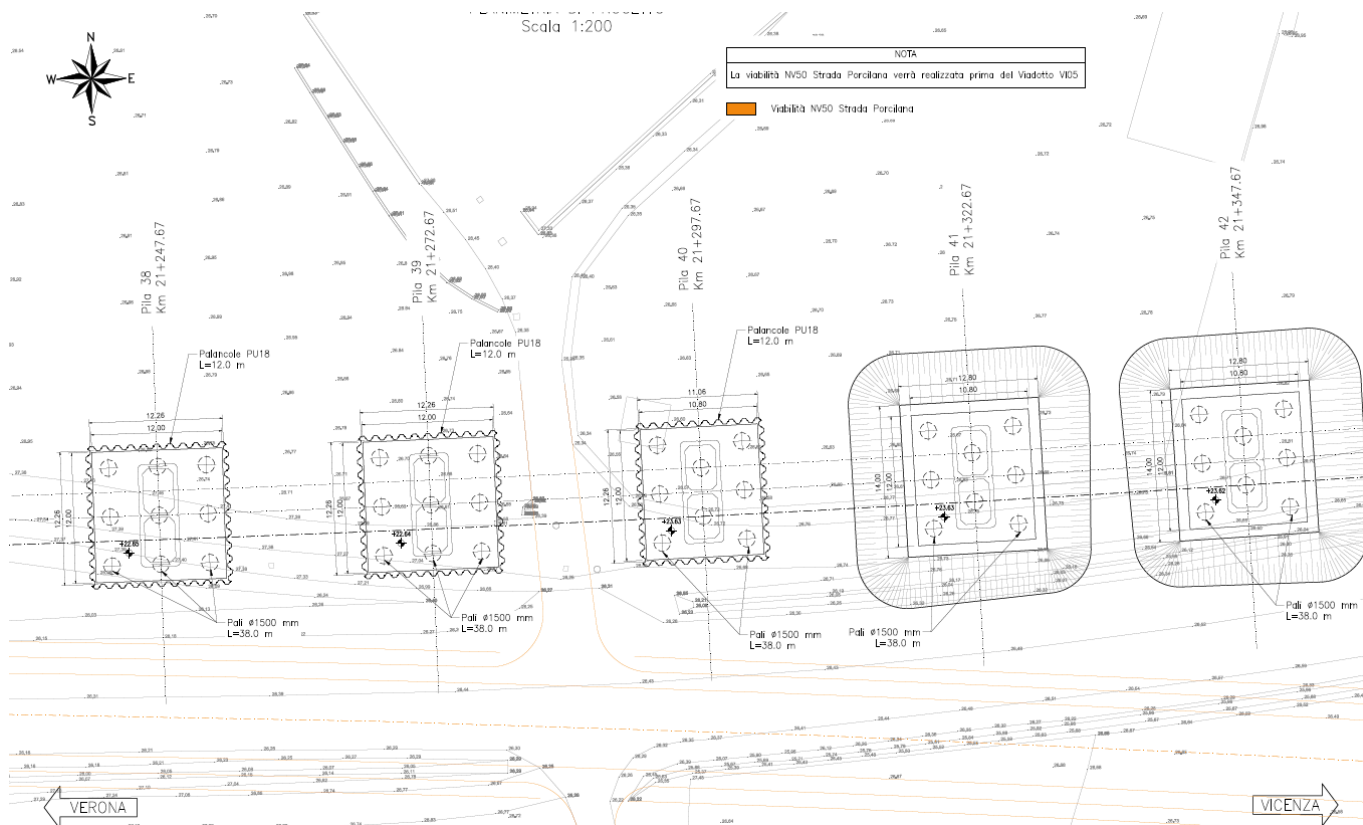


Figura 9 – Pianta opere provvisori da P38 a P42

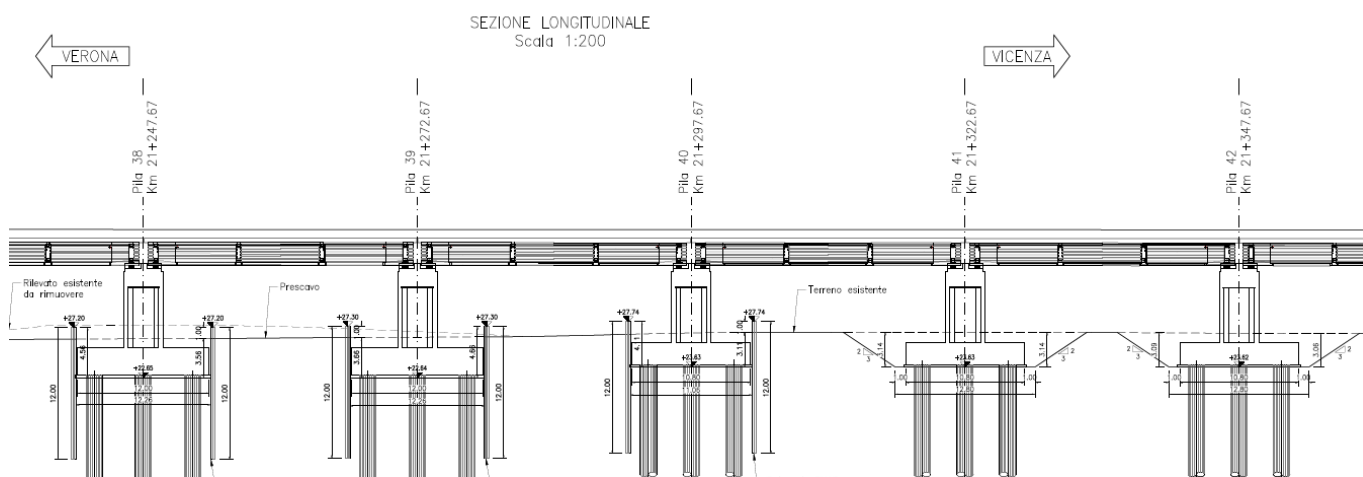


Figura 10 – Sezione longitudinale da P38 a P42

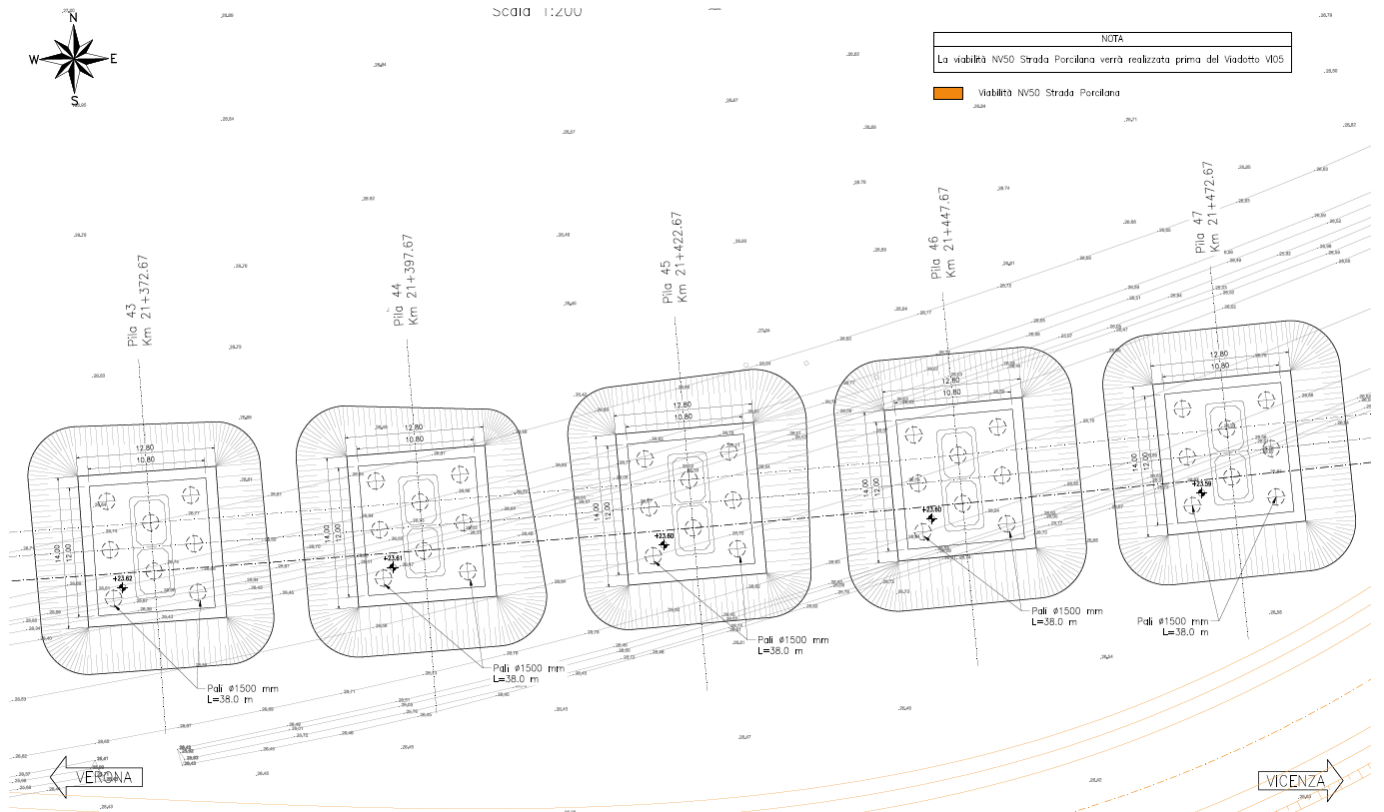


Figura 11 – Pianta opere provvisori da P43 a P47

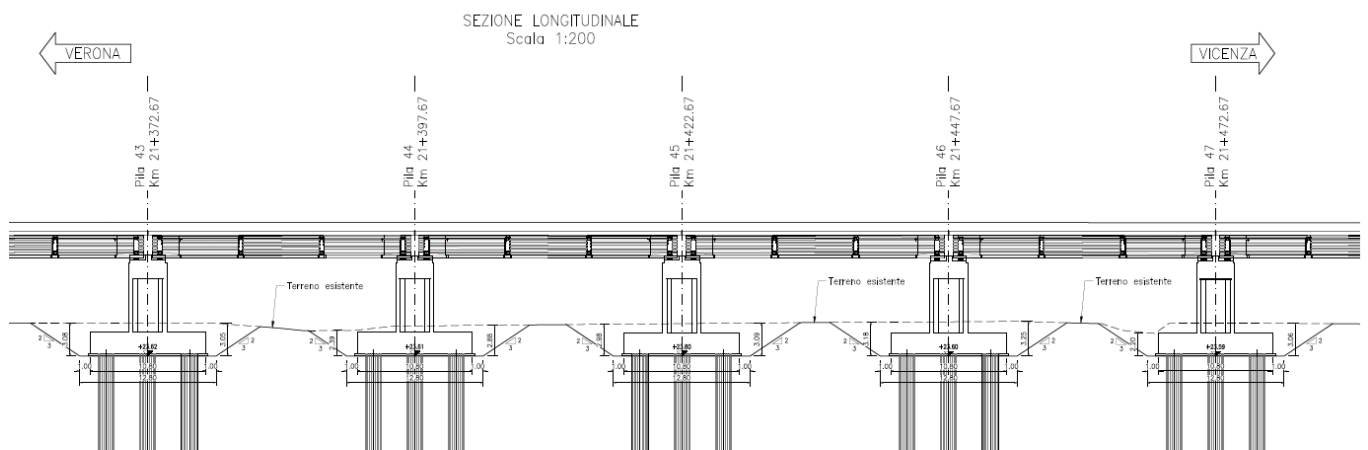


Figura 12 – Sezione longitudinale da P43 a P47

PILA 18
SEZIONE TRASVERSALE
Scala 1:200

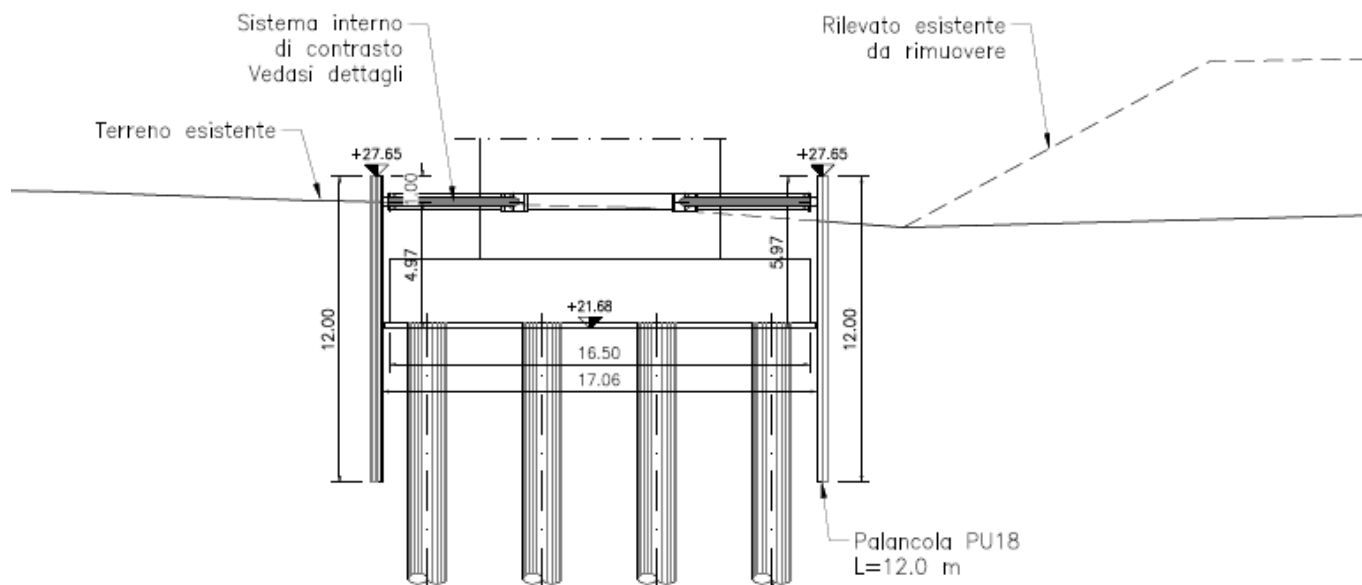


Figura 13 - Sezione trasversale – P18

PILA 21
SEZIONE TRASVERSALE
Scala 1:200

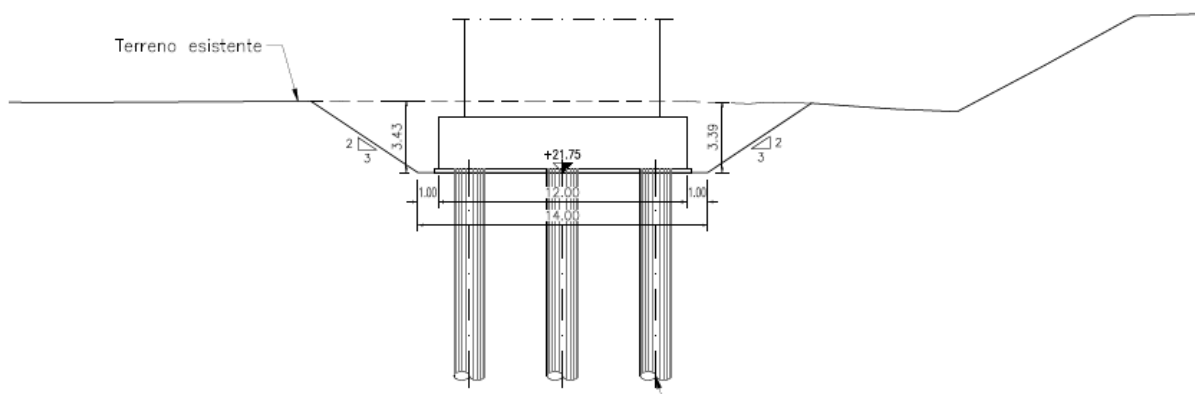


Figura 14 - Sezione trasversale – P21

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI01A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 01 A 1 001	Rev. B	Foglio 13 di 157	

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.

2.2 Documenti di riferimento

- [DR 1.] IN1712EI2FZVI05C0001A - Profilo Geotecnico - Viadotto Alpone I dal km 20+735.666 al km 21+497.666.
- [DR 2.] IN1712EI2RBVI05C0001A – Relazione Geotecnica - Viadotto Alpone I dal km 20+735.666 al km 21+497.666.
- [DR 3.] Manuale di Progettazione RFI.
- [DR 4.] Capitolato RFI.

2.3 Software di riferimento

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

- codice Plaxis 2D 2020 (Delft, Olanda).
- programma di calcolo Slide 2018, prodotto da Rocscience. Validato ed utilizzato in svariati ambiti progettuali (Italferr, Autostrade, ecc.). In accordo a quanto prescritto nel paragrafo 10.2 del D.M. 14/01/2008, il progettista certifica la affidabilità del suddetto codice di calcolo e l'idoneità di utilizzo nel caso specifico.

Per il programma citato, con riferimento al paragrafo 10.2 del D.M. 14.01.2008 e relativa Circolare esplicativa n° 617/09 C.S.LL.PP., si dichiara che:

- i risultati dei calcoli eseguiti con l'utilizzo del calcolatore sono stati verificati dal progettista;
- i risultati presentati nelle forme allegate al progetto ne garantiscono la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità;
- l'affidabilità dei codici utilizzati è stata verificata attraverso esame preliminare, di valutazione dell'affidabilità e soprattutto dell'idoneità del programma nel caso specifico di applicazione;
- la validazione dei codici di calcolo è stata verificata sia per confronto con soluzioni semplificate con metodi tradizionali, sia dall'esame della documentazione fornita dal produttore/distributore sulle modalità e procedure seguite per la validazione generale del codice.

GENERAL CONTRACTOR



IRICAV2

ALTA SORVEGLIANZA



VI01A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

Progetto
IN17

Lotto
12

Codifica Documento
EI2 CL VI 01 A 1 001

Rev.
B

Foglio
14 di 157

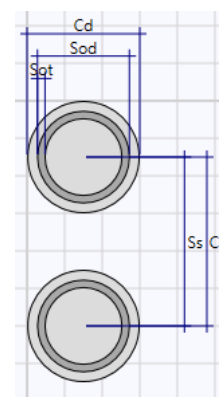
GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI01A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 01 A 1 001	Rev. B	Foglio 15 di 157

3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Per la realizzazione delle paratie di pali si prevede l'utilizzo di calcestruzzo armato C25/30, diametro di perforazione 1.0 m e interasse di 0.6 m. L'armatura è prevista in corrispondenza dei pali secanti secondari (interasse 1.20 m) e si prevede l'utilizzo di acciaio B450C.

CALCESTRUZZO -

Classe:	C25/30
Resis. compr. di calcolo 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
Coeff. di Poisson:	0.20
Resis. media a trazione fctm:	2.560 MPa



ACCIAIO -

Tipo:	B450C
Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
Resist. snerv. di calcolo fyd:	391.30 MPa
Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30 MPa
Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068
Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito

Tabella 1 - Caratteristiche pali

Cd [m]	Cs [m]	Inerzia eq. [m ⁴ /m]	Area eq. [m]
1.0	1.2	0.0409	0.6545

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 PU18, le cui caratteristiche geometriche sono riportate sinteticamente nelle seguenti tabelle.

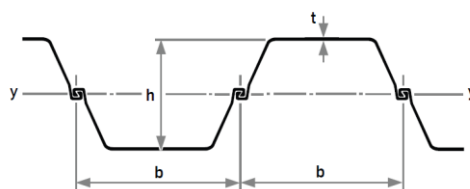


Tabella 2 - Caratteristiche palancole di progetto

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)
PU18	U	0.01633	0.6	0.43	0.0112	0.009	0.0003865	0.0018	0.002134	1.26

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI01A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 01 A 1 001	Rev. B	Foglio 16 di 157	

Per la carpenteria metallica degli elementi del sistema di contrasto sommitale delle palancole previsti si adotta acciaio S355 con i seguenti profilati (con modulo dell'acciaio $E_s = 210000 \text{ MPa}$):

per P31, P32:

- puntoni: $d_e = 355.6 \text{ mm}$, $s=20 \text{ mm}$ ($A=211 \text{ cm}^2$).
- travi di ripartizione: doppio HE 360 B.

per P18, P19:

- puntoni: $d_e = 298.5 \text{ mm}$, $s=10 \text{ mm}$ ($A=90.63 \text{ cm}^2$).
- travi di ripartizione: doppio HE 280 B.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI01A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 01 A 1 001	Rev. B	Foglio 17 di 157	

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
VI01A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17 Lotto 12 Codifica Documento E12 CL VI 01 A 1 001 Rev. B Foglio 18 di 157

Tabella 3 - 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 4 - 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.

In particolare le stratigrafie sono le seguenti:

- stratigrafia 2 dal km 20+730 al km 20+990: valida per le pile da P18 a P27;
- stratigrafia 3 dal km 20+990 al km 21+115: valida per le pile da P28 a P32;
- stratigrafia 4 dal km 21+115 a fine opera: valida per le pile da P33 a P47 del tratto di opera in oggetto.

Nelle seguenti tabelle si riportano la stratigrafia ed i parametri geotecnici adottati nei dimensionamenti a seguire.

Tabella 5 – Stratigrafia 2 e Parametri geotecnici

da [m]	a [m]	Unità geotecnica	γ [kN/m ³]	φ' [°]	c' [kPa]	E' [MPa]	K [m/s]
0	-12.0	argilla	18.5	26	0	10	1.0E ⁻⁰⁷
-12.0	-27.0	Sabbia/ghiaia	19.0	37	0	40	1.3E ⁻⁰⁵
-27.0	-32.0	argilla	19.0	26	0	10	1.0E ⁻⁰⁷
-32.0	-40.0	sabbia	19.0	37	0	40	1.3E ⁻⁰⁵

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)

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI01A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 01 A 1 001	Rev. B	Foglio 19 di 157	

Tabella 6 – Stratigrafia 3 e Parametri geotecnici

da [m]	a [m]	Unità geotecnica	γ [kN/m ³]	ϕ' [°]	c' [kPa]	E' [MPa]	k [m/s]
0	-17.0	argilla	18.5	26	0	10	1.0E ⁻⁰⁷
-17.0	-23.5	sabbia	19.0	37	0	40	1.3E ⁻⁰⁵
-23.5	-29.0	argilla	19.0	26	0	10	1.0E ⁻⁰⁷
-29.0	-40.0	sabbia	19.0	37	0	40	1.3E ⁻⁰⁵

Dove:
 γ = peso di volume naturale
 ϕ' = angolo di resistenza al taglio
c' = coesione drenata
E' = modulo di deformazione elastico di Young operativo = $E_o / (3 \div 5)$

Tabella 7 – Stratigrafia 4 e Parametri geotecnici

da [m]	a [m]	Unità geotecnica	γ [kN/m ³]	ϕ' [°]	c' [kPa]	E' [MPa]	k [m/s]
0.0	-9.0	4	19.0	34	0	40	1.3E ⁻⁰⁵
-9.0	-11.0	3b	18.5	26	0	10	1.0E ⁻⁰⁷
-11.0	-16.0	4	19.0	34	0	40	1.3E ⁻⁰⁵
-16.0	-20.0	3b	18.5	26	0	10	1.0E ⁻⁰⁷
-20.0	-30.0	4	19.0	37	0	40	1.3E ⁻⁰⁵

Dove:
 γ = peso di volume naturale
 ϕ' = angolo di resistenza al taglio
c' = coesione drenata
E' = modulo di deformazione elastico di Young operativo = $E_o / (3 \div 5)$
K = permeabilità

La falda, in accordo a quanto indicato nella relazione geotecnica ([DR 2.]) è stata assunta per il calcolo delle opere provvisorie alla quota di +20.5 m s.l.m. per la maggior parte delle pile, ad eccezione delle pile P31 e P32 per le quali si assume +23.06 m s.l.m. in accordo alle indicazioni idrauliche fornite per lo scolo Palù, ubicato tra le palificate P31 e P32.

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 2).

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI01A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 01 A 1 001	Rev. B	Foglio 20 di 157	

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

Il sistema di contrasto sommitale viene modellato con elemento "anchor" considerando l'area del puntone tubolare (vedasi capitolo 3) con il modulo di Young dell'acciaio ed un interasse medio di calcolo di 7 m circa.

Il solettone di fondo viene modellato nel calcolo assegnando un materiale elastico avente peso di volume 25 kN/m^3 e modulo $E = 30 \cdot 10^6 \text{ kN/m}^2$.

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. Inoltre è stato considerato anche il carico accidentale stradale della viabilità Strada Porcilana (20 kPa), che rimane in esercizio durante le fasi realizzative dei suddetti plinti di fondazione.

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):

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

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

In Figura 15 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				
VI01A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 01 A 1 001	Rev. B	Foglio 21 di 157	

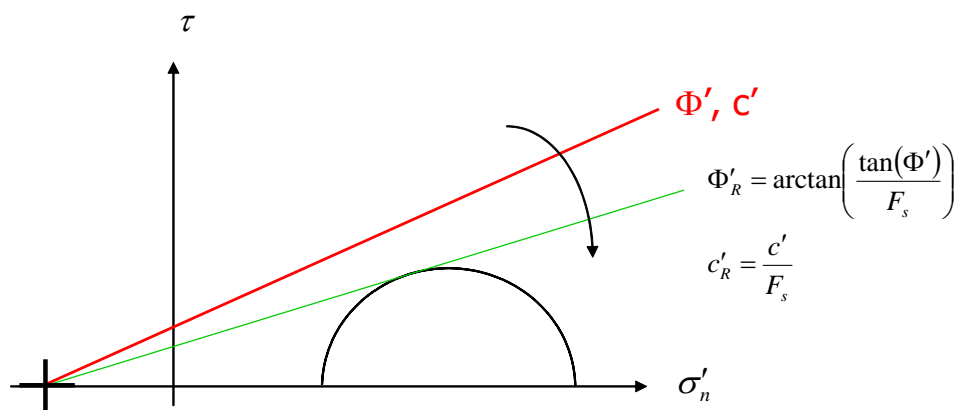


Figura 15 - Phi-c reduction method

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  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI01A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 01 A 1 001	Rev. B	Foglio 22 di 157	

4.6 Sezioni di calcolo

Si sono individuate le seguenti sezioni di calcolo che rappresentano le situazioni più gravose in relazioni alle condizioni stratigrafiche, alla massima altezza di scavo e alla posizione della falda rispetto al fondo scavo.

- **Sezione 1.** Palancoato PU18 L = 12.0 m a sbalzo con per altezza di scavo massima di 4 m e con falda a +20.5 m s.l.m. (assunta cautelativamente a fondo scavo), pila di riferimento P35 con altezza massima di scavo e distanza minore dal sovraccarico accidentale stradale.
- **Sezione 2.** Si riferisce allo scavo della pila 18 che presenta altezza di scavo di 5 m e falda a +20.5 m s.l.m. (assunta cautelativamente a fondo scavo) e sistema di puntonamento sommitale a 1.0 m da p.c..
- **Sezione 3.** Si riferisce allo scavo della pila 31 che presenta altezza di scavo di 6.85 m e falda a -2.44 m da p.c. (+23.06 m s.l.m. da indicazione idrauliche sullo scolo Palù) e sistema di puntonamento sommitale a 1.5 m da p.c..

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 30 m circa, è costituito da circa 2380 elementi triangolari e da circa 19580 nodi.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



VI01A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

Progetto
IN17

Lotto
12

Codifica Documento
EI2 CL VI 01 A 1 001

Rev.
B

Foglio
23 di 157

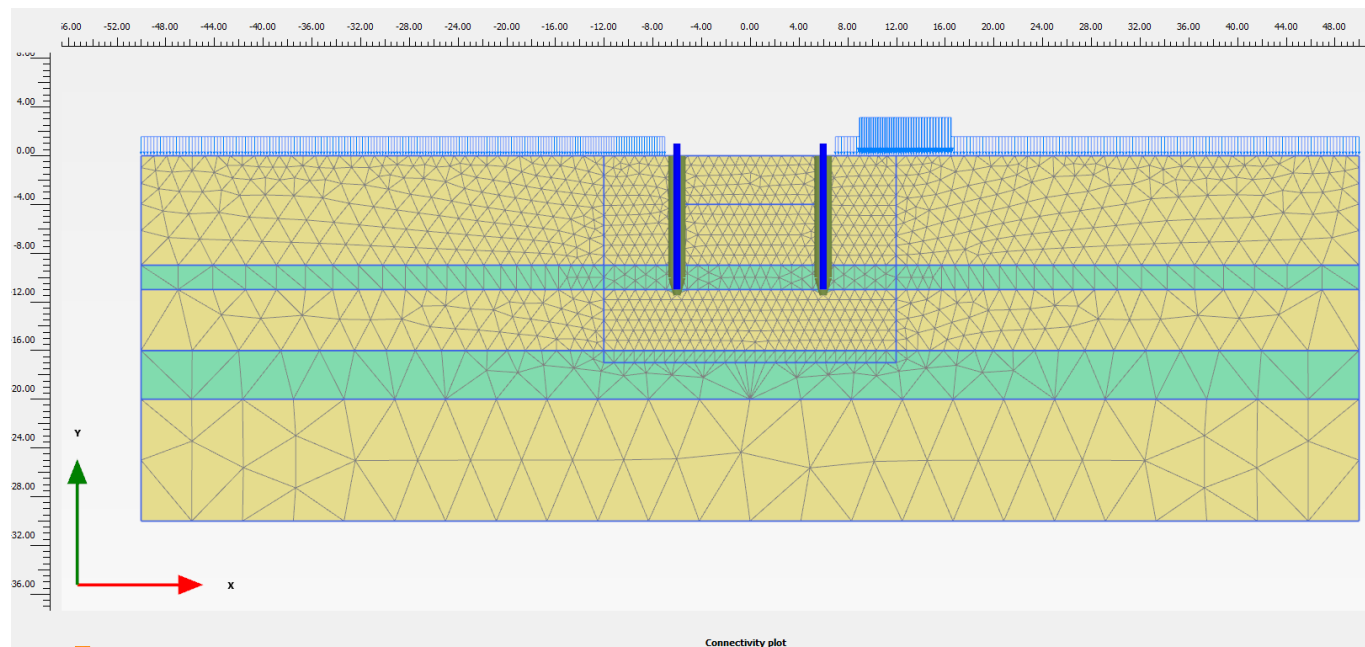


Figura 16 - Sezione 1, Discretizzazione del modello di calcolo

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>VI01A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento EI2 CL VI 01 A 1 001</p>	<p>Rev. B</p>	<p>Foglio 24 di 157</p>

4.7.2 Sezione 2

Nella seguente immagine si riporta la discretizzazione di calcolo adottata per la Sezione 2, in cui è evidenziata la successione stratigrafica. Il dominio discretizzato ha una larghezza di 100 m e un'altezza di 40 m circa, è costituito da circa 3700 elementi triangolari e da circa 30170 nodi.

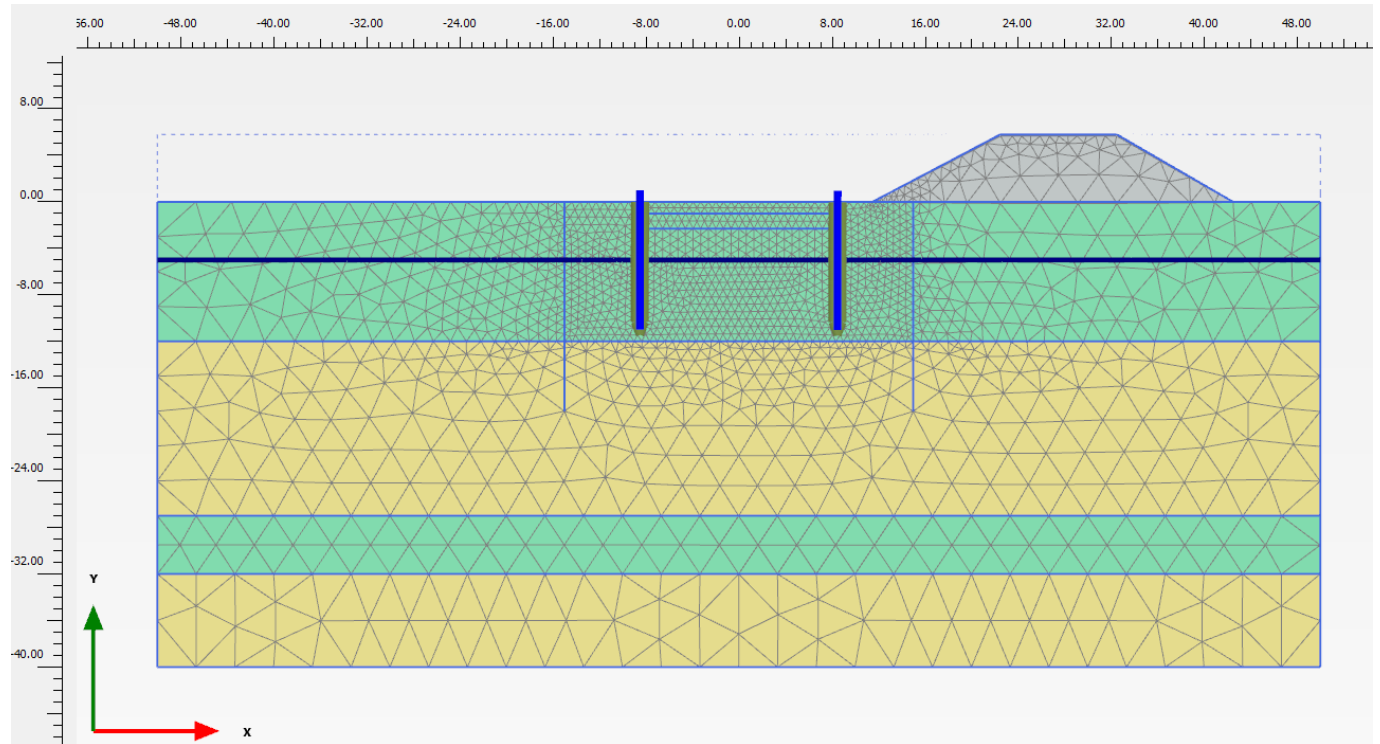


Figura 17 - Sezione 2, Discretizzazione del modello di calcolo

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>VI01A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento EI2 CL VI 01 A 1 001</p>	<p>Rev. B</p>	<p>Foglio 25 di 157</p>

4.7.3 Sezione 3

Nella seguente immagine si riporta la discretizzazione di calcolo adottata per la Sezione 3, in cui è evidenziata la successione stratigrafica. Il dominio discretizzato ha una larghezza di 100 m e un'altezza di 40 m circa, è costituito da circa 4888 elementi triangolari e da circa 39900 nodi.

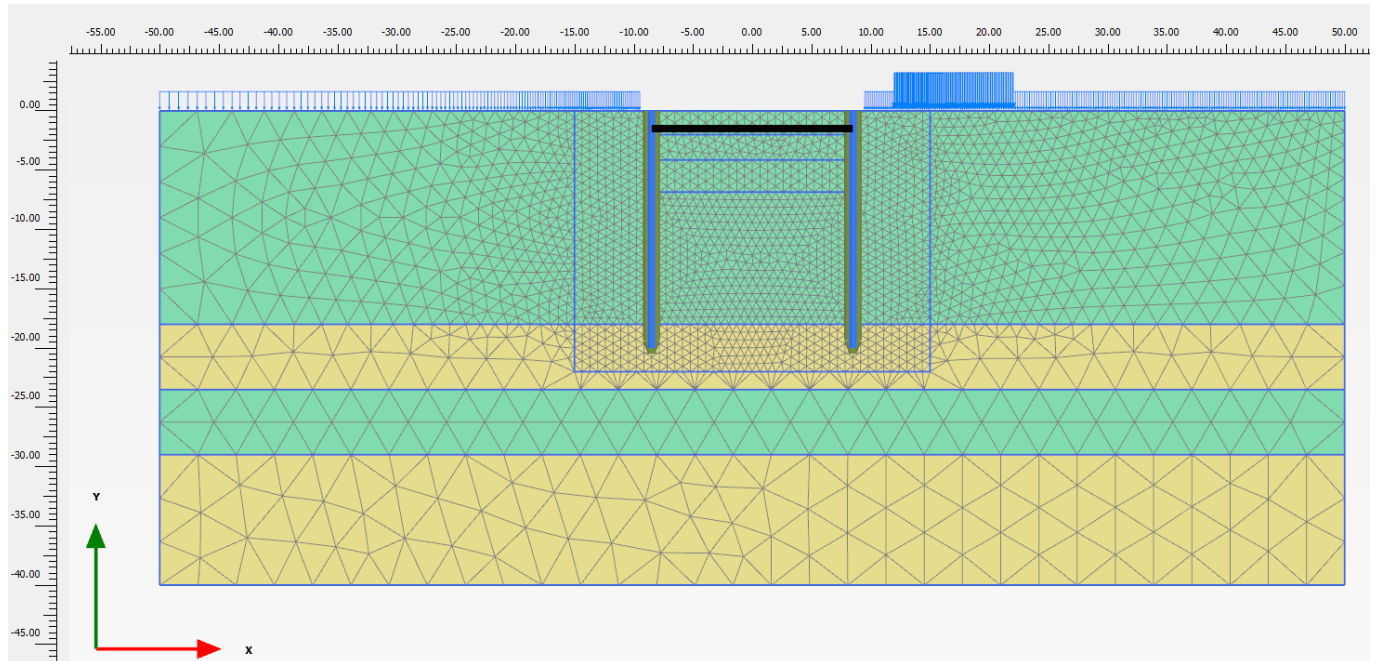


Figura 18 - Sezione 3, Discretizzazione del modello di calcolo

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI01A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 01 A 1 001	Rev. B	Foglio 26 di 157	

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 a fondo scavo.
- Fase 2. Posa in opera delle palancole.
- Fase 3. Raggiungimento dello scavo massimo (-4.0 m dal p.c.).
- Fase 4. Applicazione del carico accidentale.
- Fase 5. Amplificazione del carico accidentale ($x 1.50/1.30 = 1.15$).
- Fase 6. A partire dalla Fase 4, amplificazione del carico accidentale ($x 1.30$).
- 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.

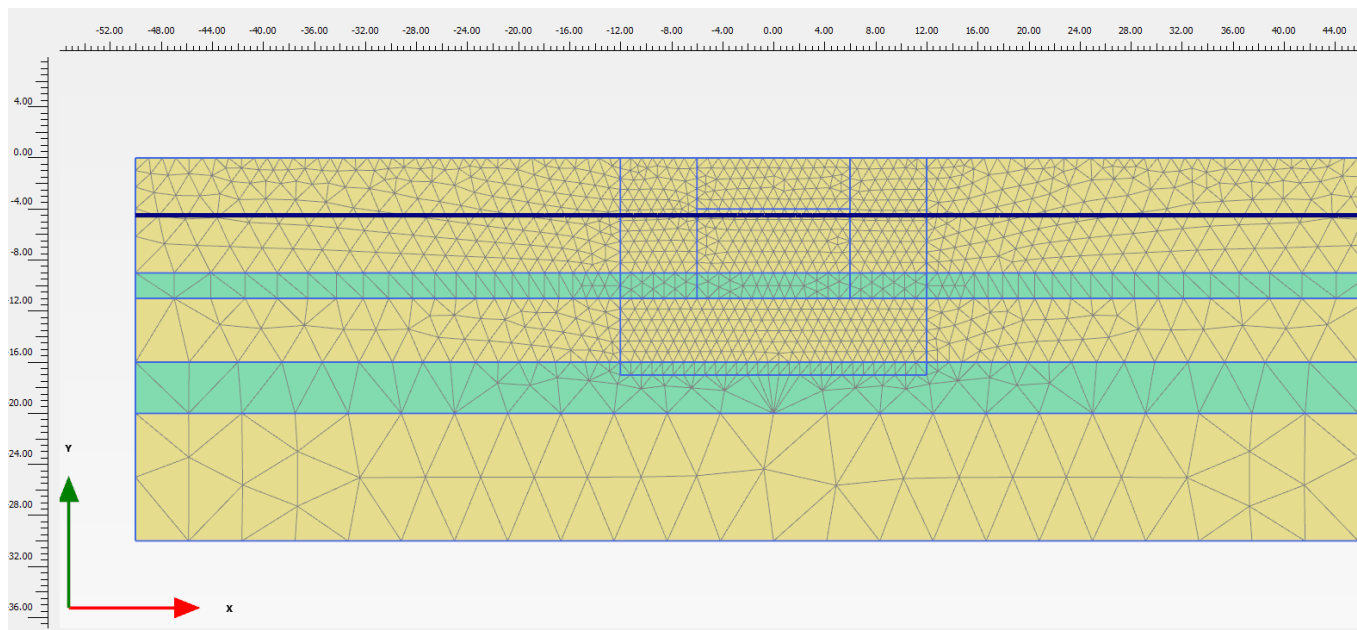


Figura 19 - Sezione 1, Inizializzazione geostatica

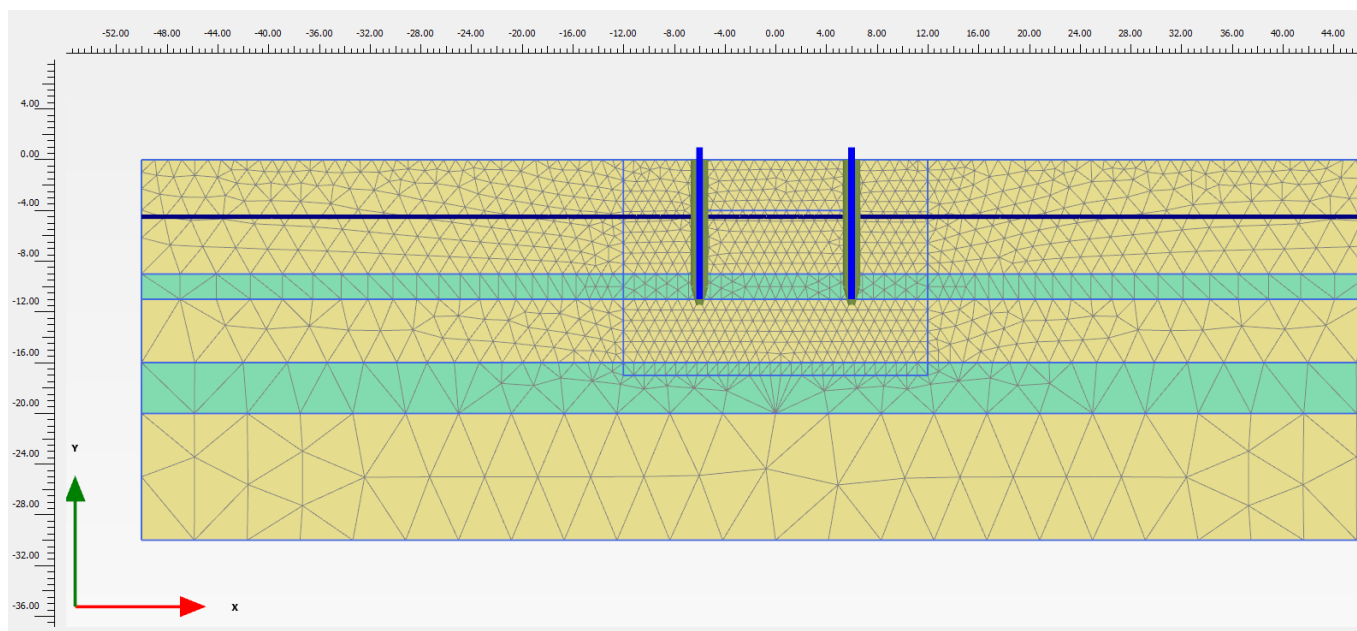


Figura 20 - Sezione 1, Realizzazione palancole

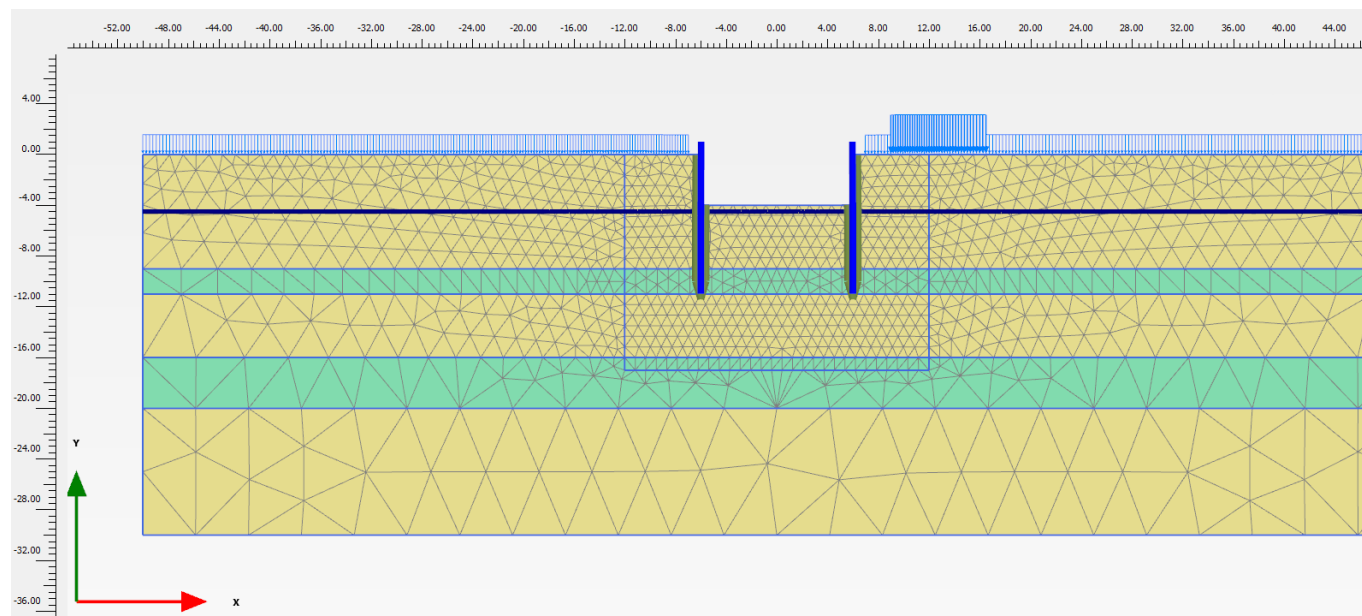


Figura 21 - Sezione 1, Scavo massimo e applicazioni dei carichi

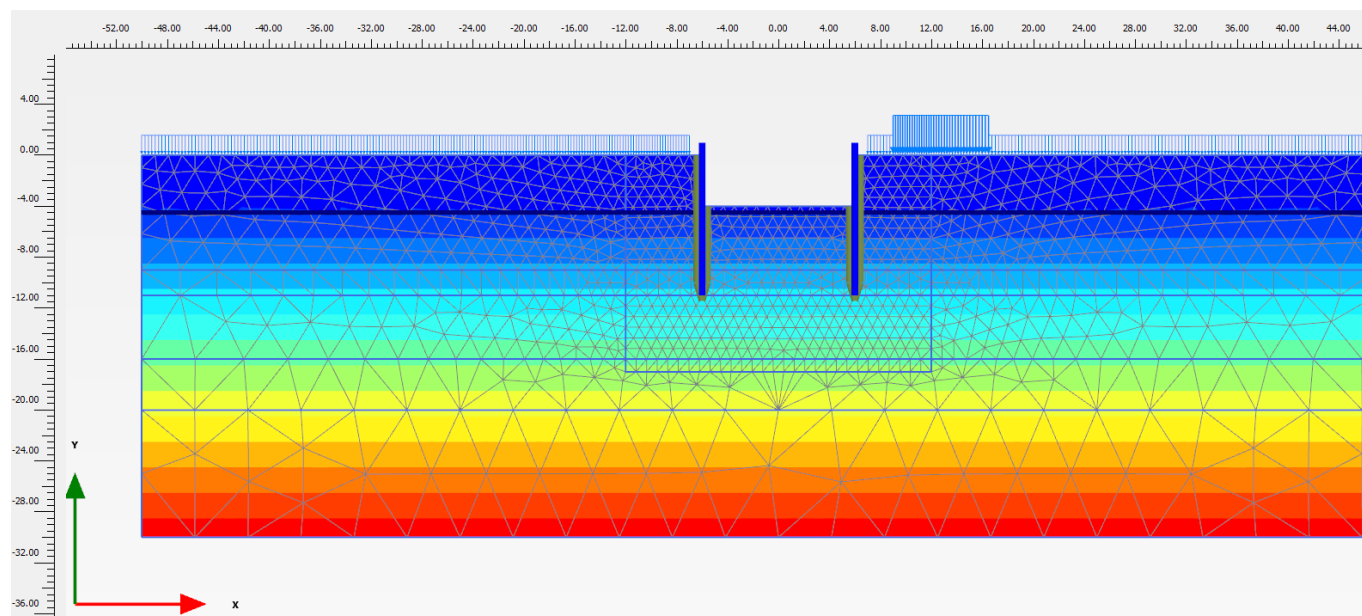


Figura 22 - Sezione 1, Pressioni neutre in fase di massimo scavo con carichi

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI01A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 01 A 1 001	Rev. B	Foglio 29 di 157	

4.8.2 Sezione 2

- Fase 1. Inizializzazione geostatica con presenza della falda di riferimento (cautelativamente posta a fondo scavo).
- Fase 2. Realizzazione rilevato stradale.
- Fase 3. Posa in opera delle palancole.
- Fase 4. Prescavo a -0.5 m da p.c.;
- Fase 5. Raggiungimento dello scavo massimo (-5 m dal p.c.) e contestuale attivazione del sistema di contrasto sommitale ed applicazione dei carichi accidentali.
- Fase 6. Amplificazione del carico accidentale ($x 1.50/1.30 = 1.15$) e permanente ($x 1.30/1.30 = 1.0$).
- Fase 7. A partire dalla Fase 6, amplificazione del carico accidentale ($x 1.30$) e permanente ($x 1.0$).
- Fase 8. 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).
- Fase 9. Realizzazione del solettone di fondo e rimozione sistema di puntonamento.
- Fase 10. A partire dalla Fase 9, amplificazione del carico accidentale ($x 1.30$) e permanente ($x 1.0$).

Le Fasi 4, 5 e 9 sono rappresentative delle condizioni SLE per la valutazione degli spostamenti.

Le Fasi 6 e 10 sono quella di riferimento per le verifiche STR A1+M1 amplificando le sollecitazioni di calcolo ottenute $x 1.30$. La Fase 8 contempla la verifica di stabilità GEO (A2+M2+R2).

E' stata riprodotta l'intera storia dell'opera in costruzione che include il posizionamento del rilevato stradale della viabilità strada Porcilana (rappresentato in maniera schematica con rilevato di area equivalente). Le principali fasi di calcolo sono rappresentate nelle seguenti immagini.

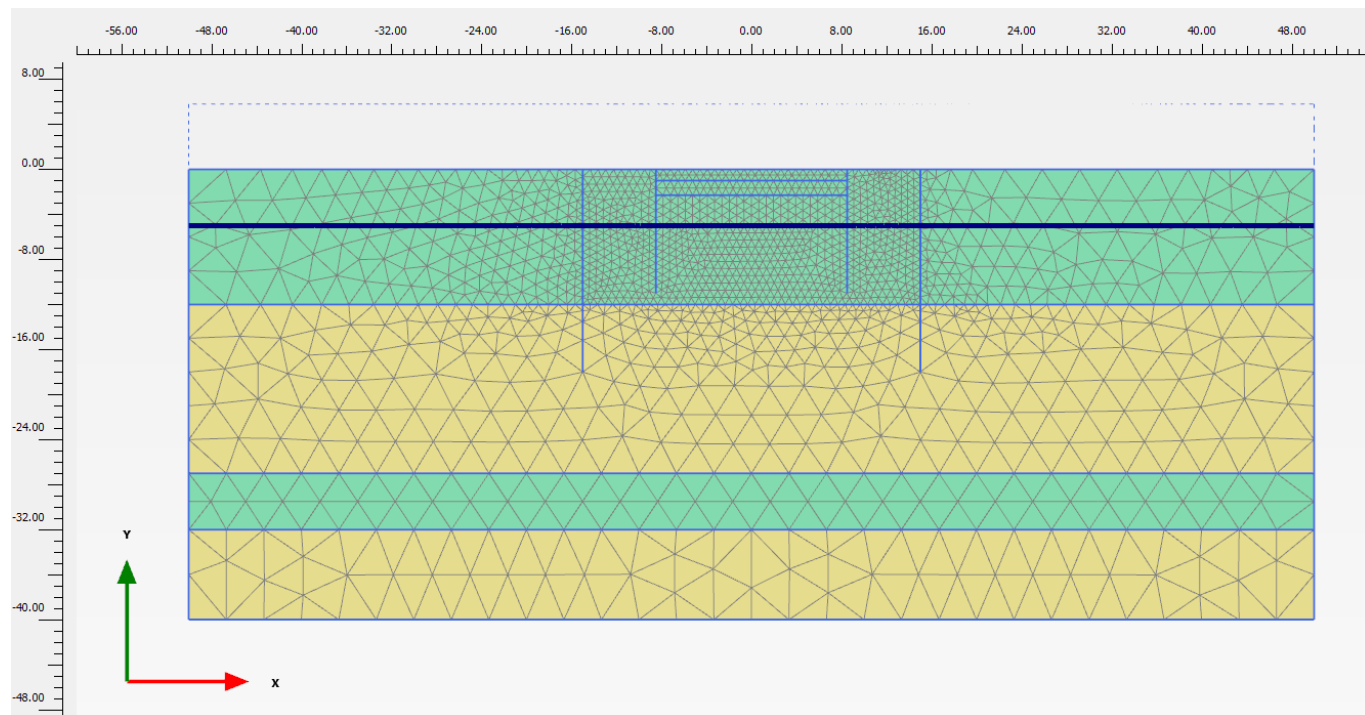


Figura 23 - Sezione 2, Inizializzazione geostatica

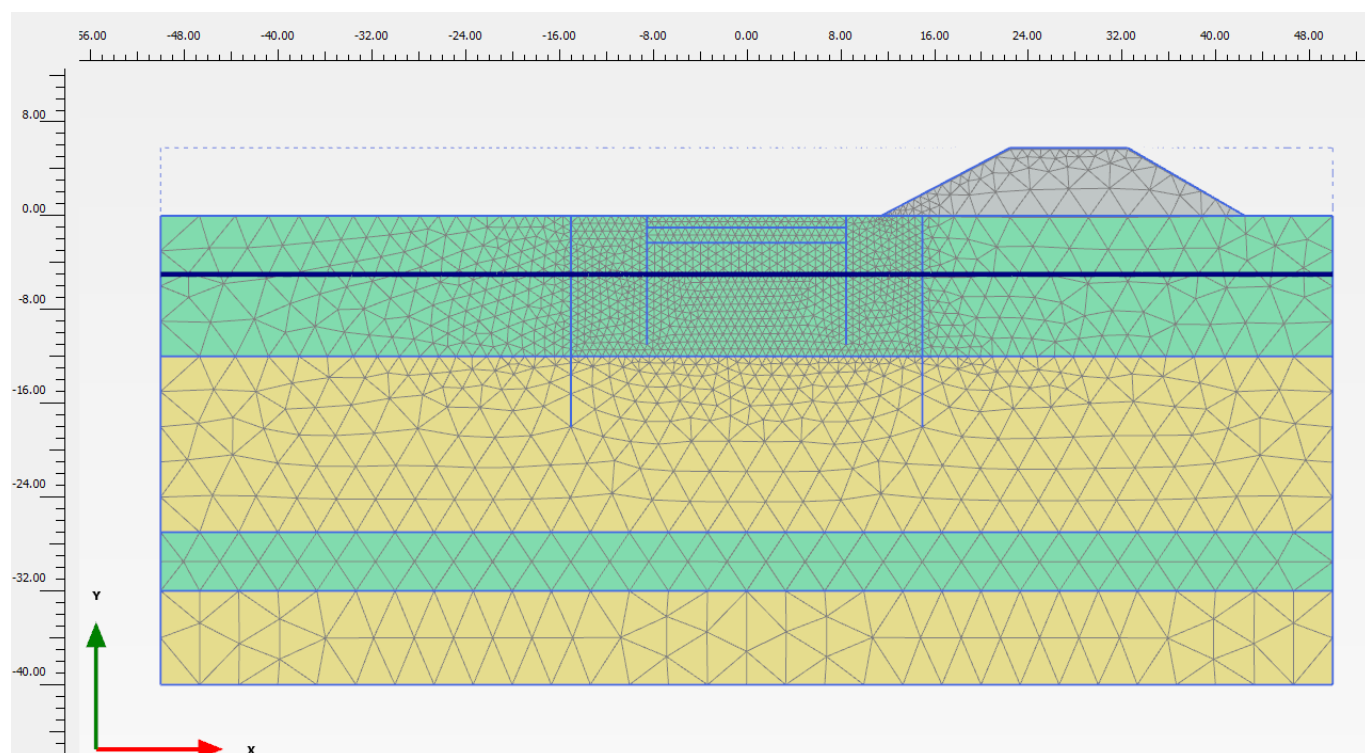


Figura 24 - Sezione 2, realizzazione rilevato stradale

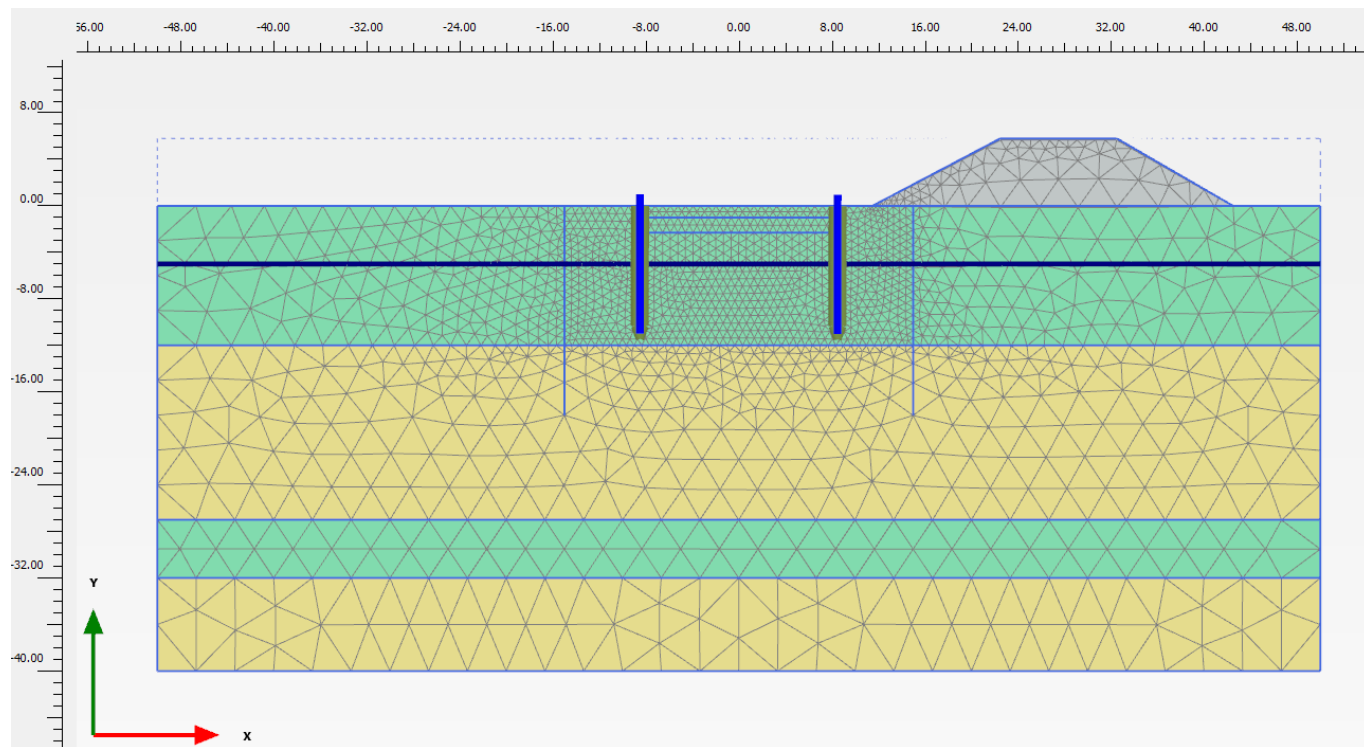


Figura 25 - Sezione 2, Realizzazione palancole

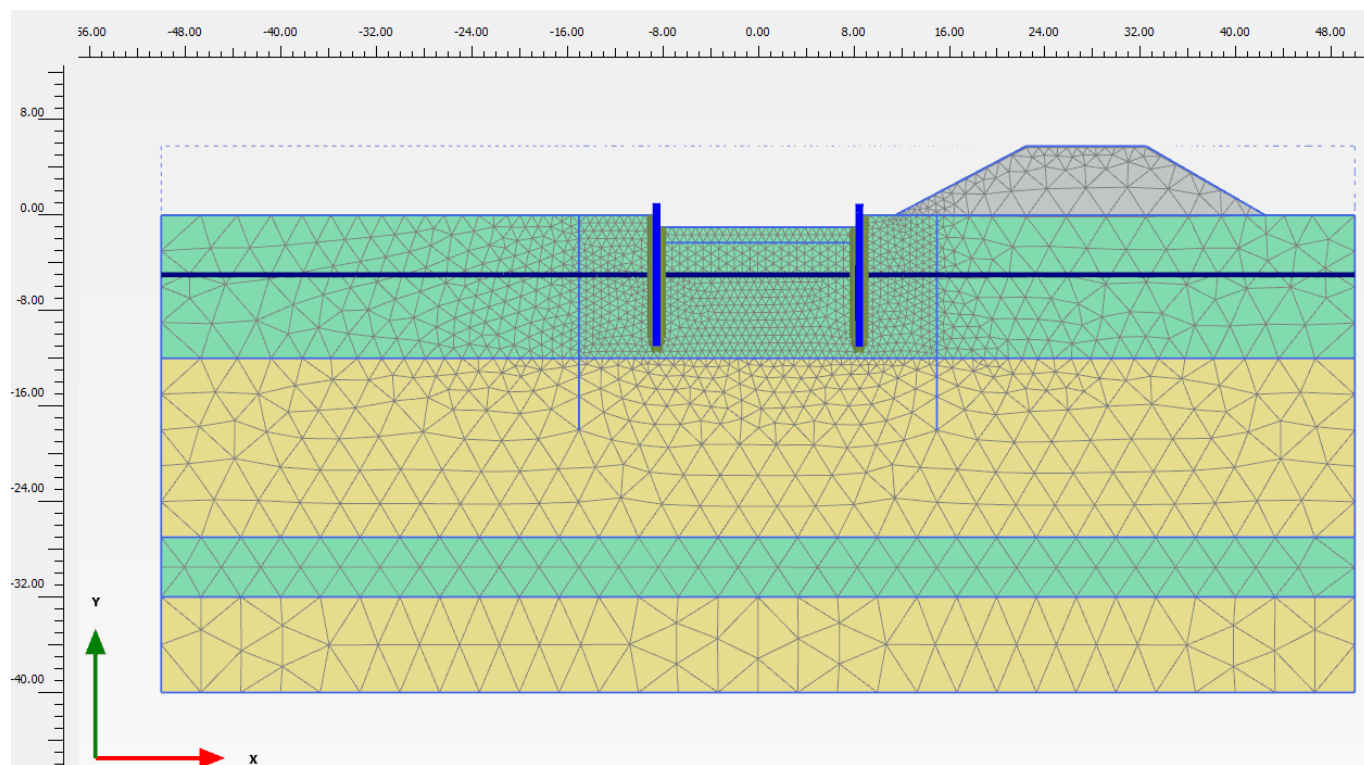


Figura 26 - Sezione 2, Precavo

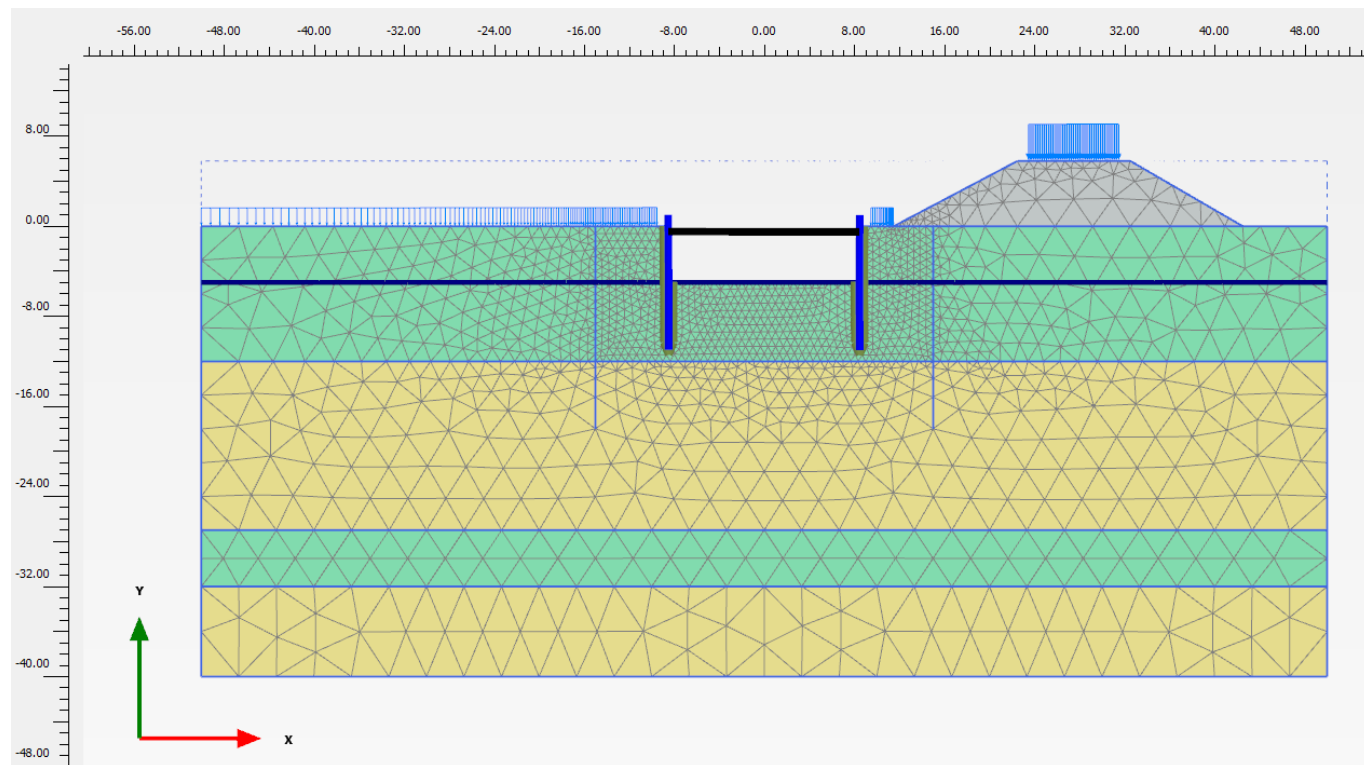


Figura 27 - Sezione 2, Scavo massimo, sistema di puntamento sommitale e applicazione dei carichi

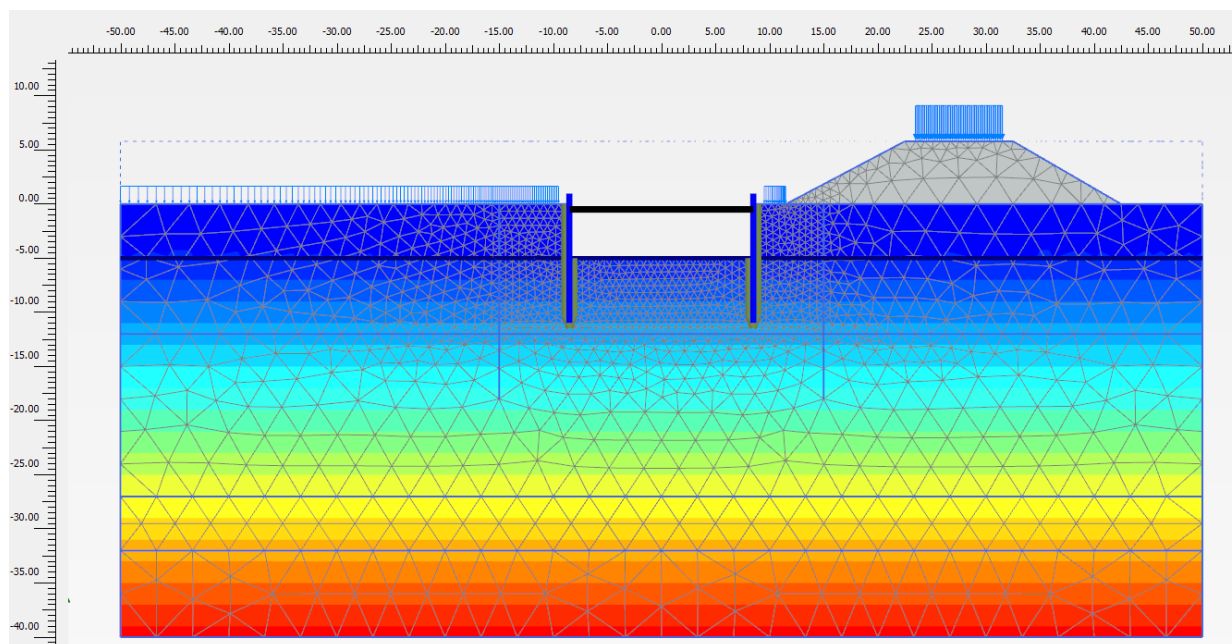


Figura 28 - Sezione 2, Pressioni neutre in fase di massimo scavo con carichi

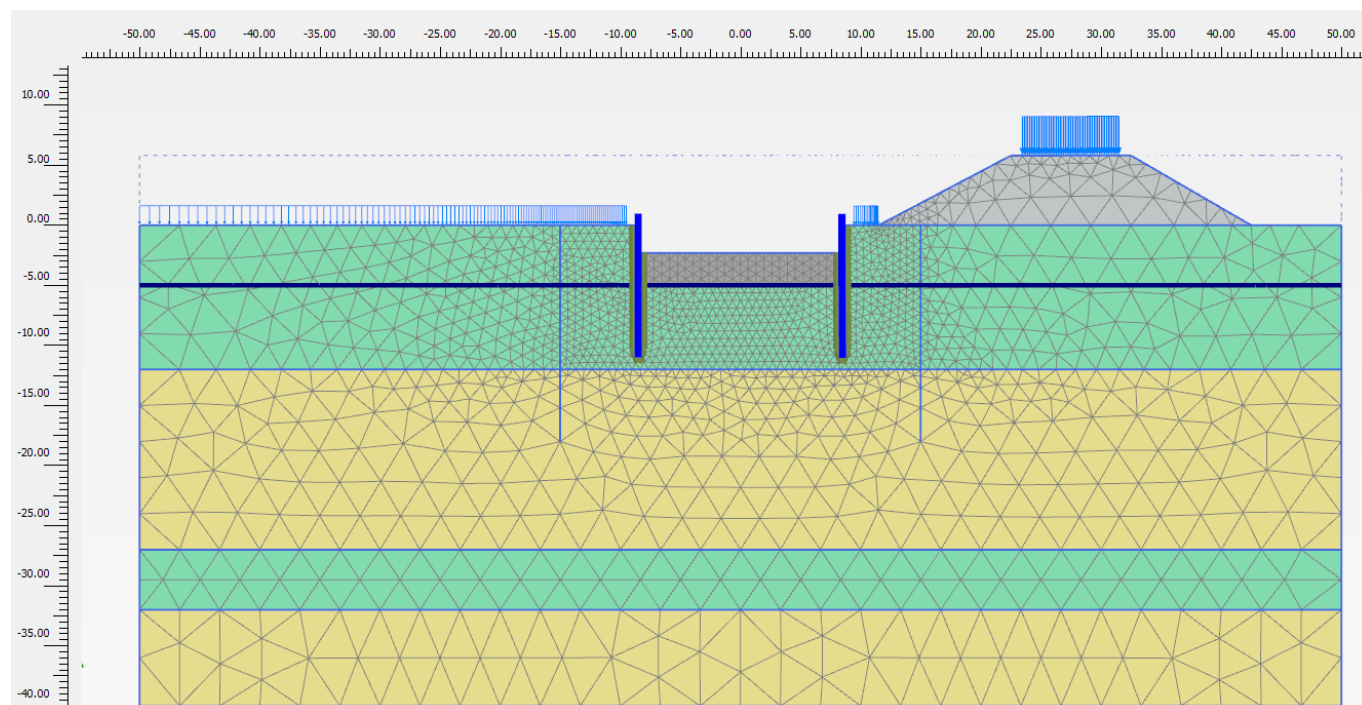


Figura 29 - Sezione 2, Realizzazione solettone di fondo in cls e rimozione sistema di contrasto

4.8.3 Sezione 3

- Fase 1. Inizializzazione geostatica con presenza della falda di riferimento (a -2.44 m da p.c.).
- Fase 2. Realizzazione paratie di pali secanti e trave di coronamento sommitale.
- Fase 3. Prescavo a -2.0 m da p.c.;
- Fase 4. Raggiungimento dello scavo massimo (-6.85 m dal p.c.) e contestuale attivazione del sistema di contrasto sommitale ed applicazione dei carichi accidentali.
- Fase 5. Amplificazione del carico accidentale ($\times 1.50/1.30 = 1.15$) e permanente ($\times 1.30/1.30 = 1.0$).
- Fase 6. A partire dalla Fase 4, amplificazione del carico accidentale ($\times 1.30$) e permanente ($\times 1.0$).
- Fase 7. A partire dalla Fase 4 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 x 1.1), in osservanza alla normativa per la verifica SLU GEO (cfr. § 4.5).
- Fase 8. Realizzazione del solettone di fondo e rimozione sistema di puntonamento.
- Fase 9. A partire dalla Fase 8, amplificazione del carico accidentale ($\times 1.30$) e permanente ($\times 1.0$).

Le Fasi 3, 4 e 8 sono rappresentative delle condizioni SLE per la valutazione degli spostamenti.

Le Fasi 5 e 9 sono quella di riferimento per le verifiche STR A1+M1 amplificando le sollecitazioni di calcolo ottenute $\times 1.30$. La Fase 7 contempla la verifica di stabilità GEO (A2+M2+R2).



E' stata riprodotta l'intera storia dell'opera in costruzione. Le principali fasi di calcolo sono rappresentate nelle seguenti immagini.

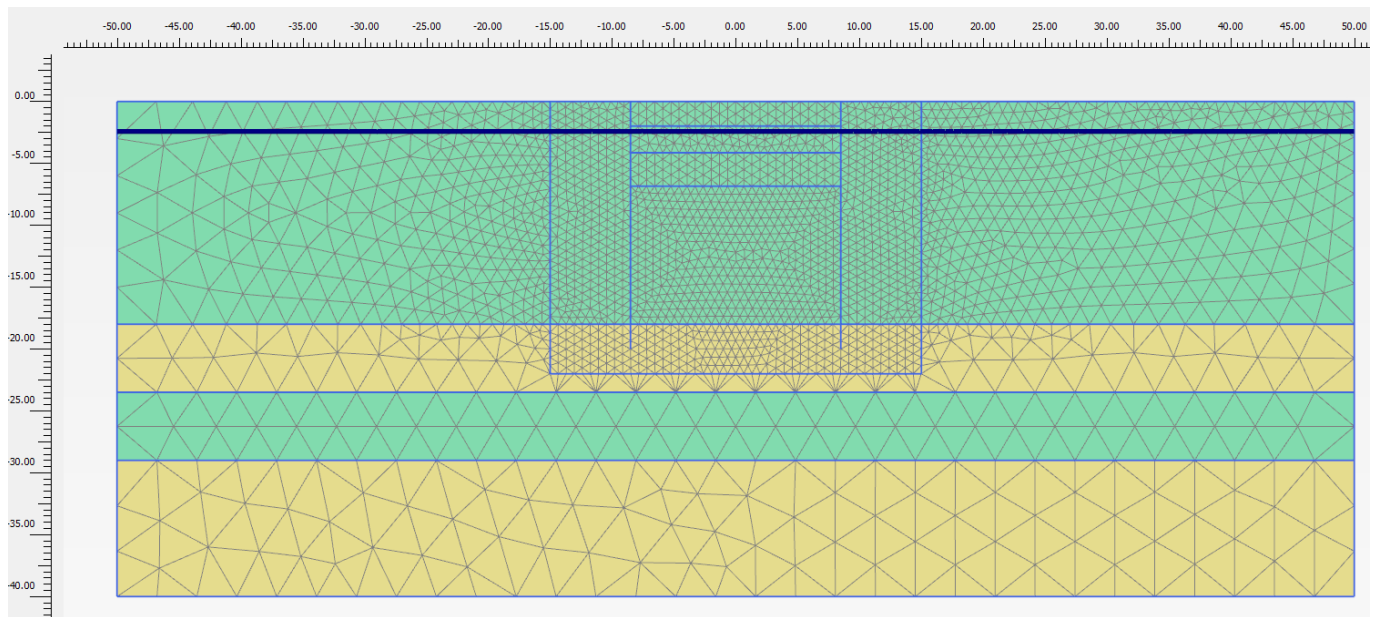


Figura 30 - Sezione 3, Inizializzazione geostatica

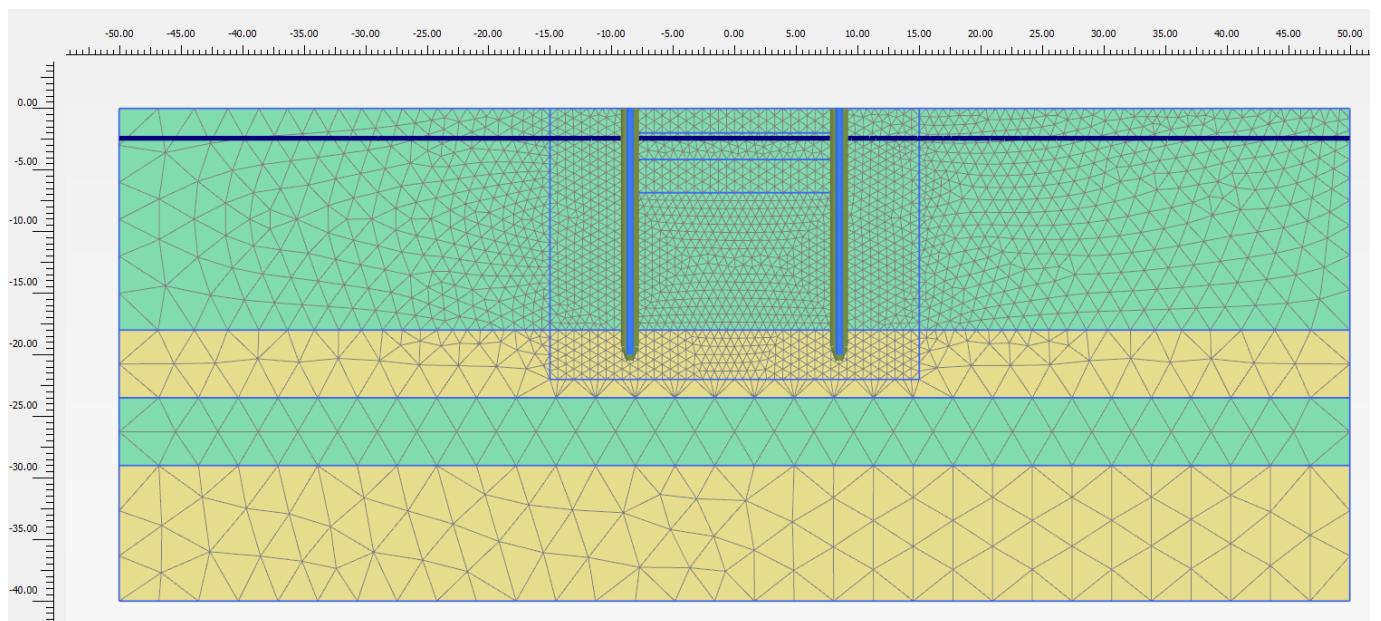


Figura 31 – Sezione 3, Realizzazione delle paratie di pali

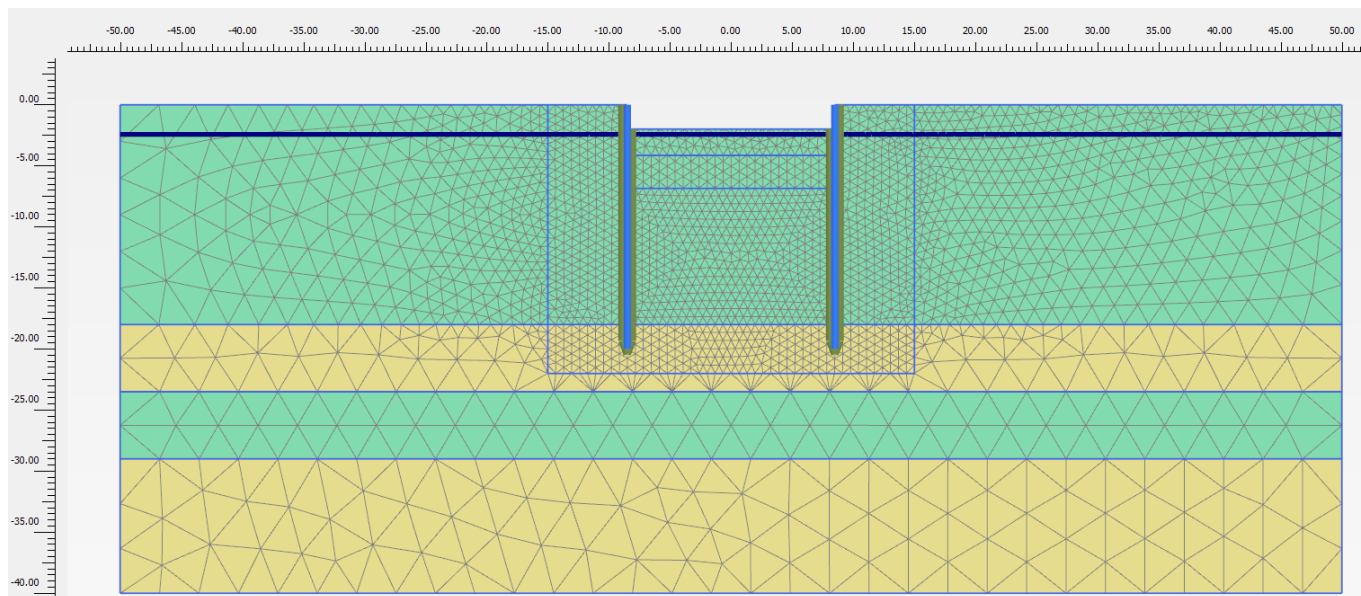


Figura 32 - Sezione 3, Prescavo

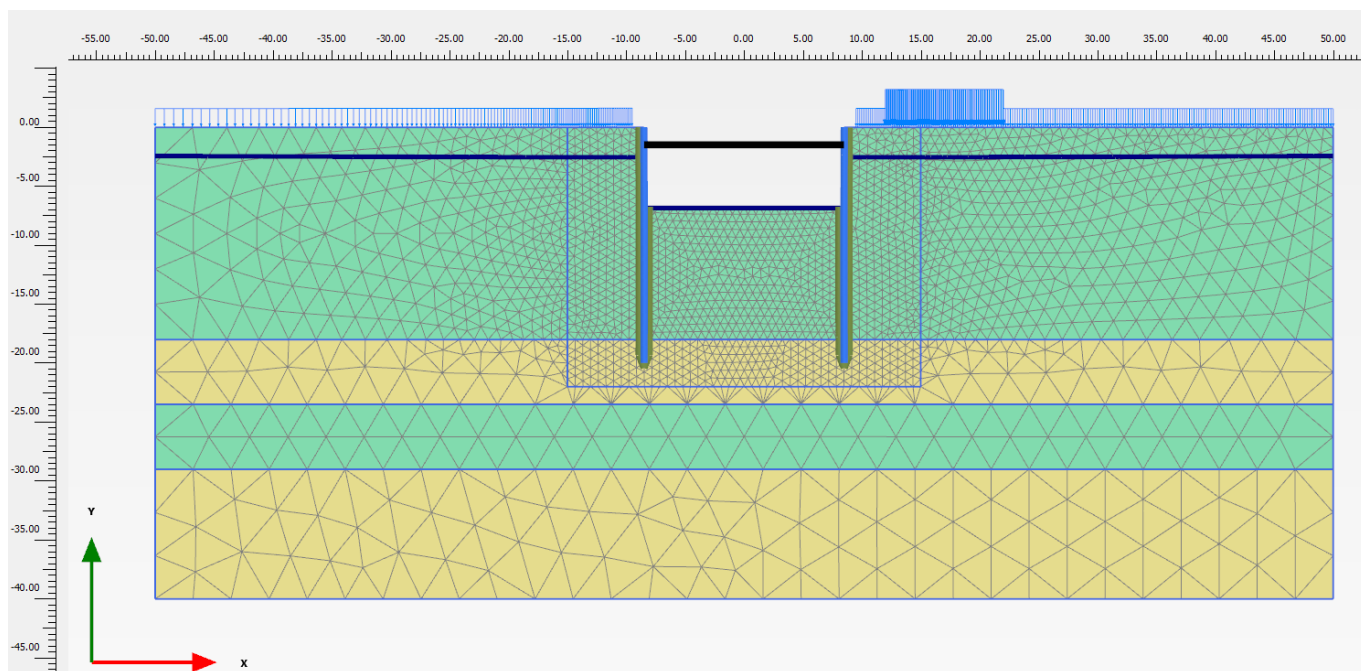


Figura 33 - Sezione 3, Scavo massimo, sistema di puntonamento sommitale e applicazione dei carichi

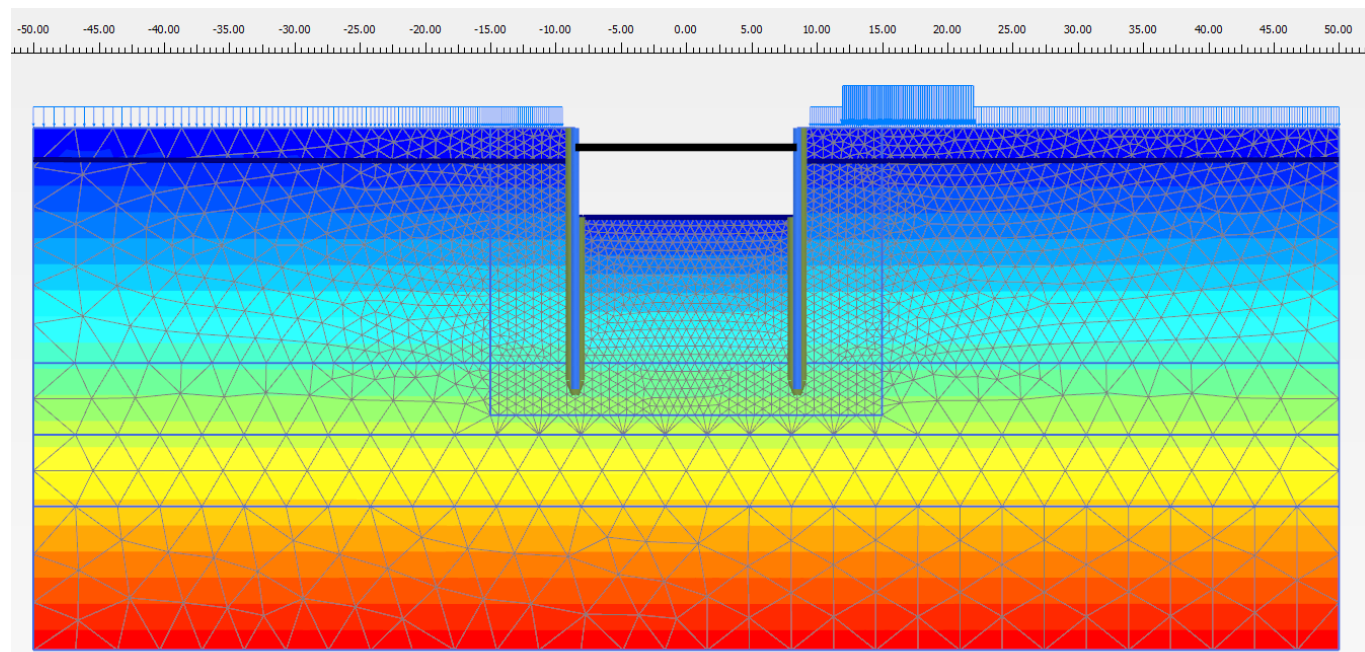


Figura 34 - Sezione 3, Pressioni neutre in fase di massimo scavo con carichi

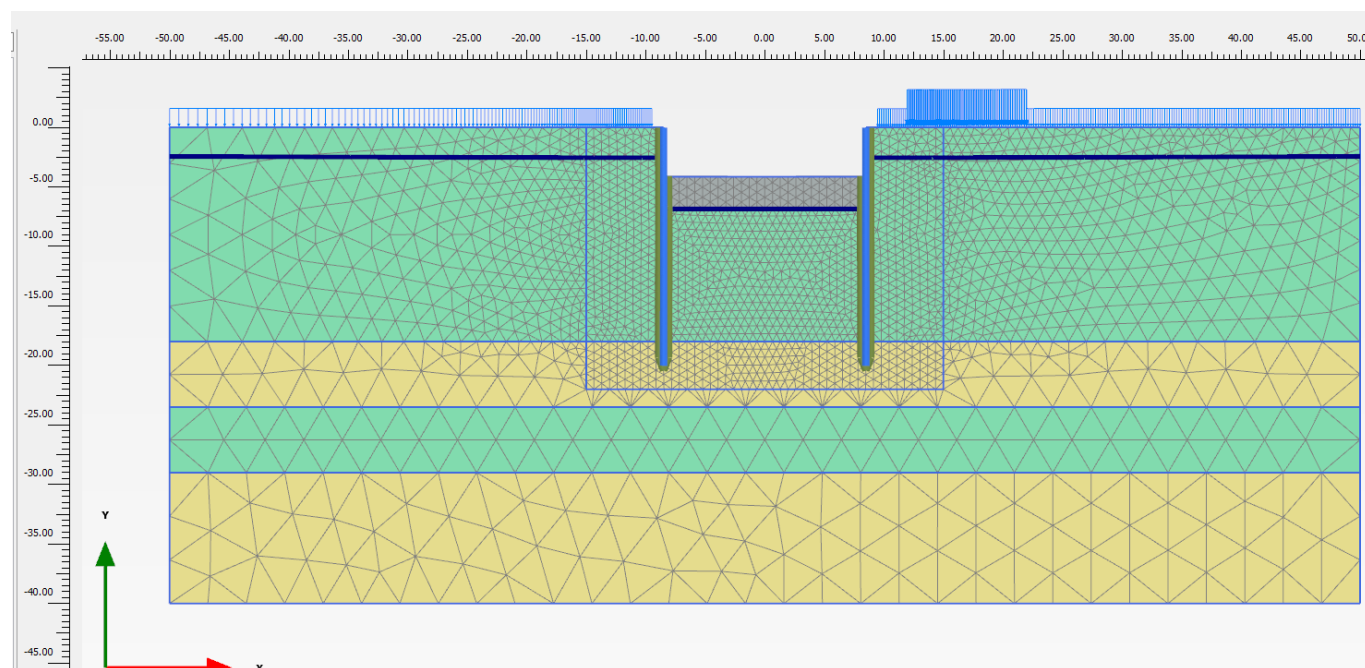


Figura 35 - Sezione 3, Realizzazione solettone di fondo in cls e rimozione sistema di contrasto

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
VI01A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 01 A 1 001	Rev. B	Foglio 37 di 157

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 paratie in rappresentazione vettoriale;
- le azioni interne di momento flettente, azione assiale e taglio sulle paratie, come involucro di tutte le fasi esecutive modellate;
- la tabella riassuntiva delle azioni interne massime nelle paratie e sui sistemi di contrasto;
- evidenza della verifica di stabilità globale.

4.9.1 Sezione 1

Questa sezione di calcolo presenta palancole PU18 di lunghezza 12.0 m, la falda è posta a fondo scavo e lo scavo massimo risulta a -4.0 m da p.c..

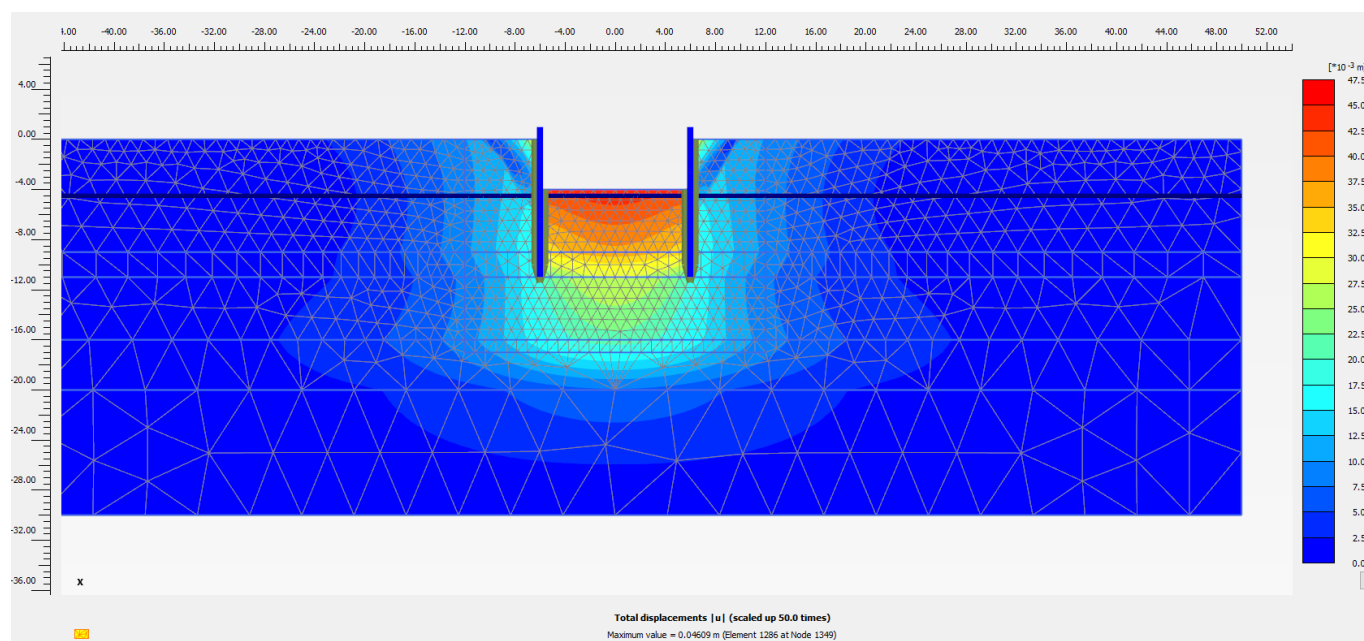


Figura 36 - Sezione 1, Spostamenti totali in fase di scavo massimo

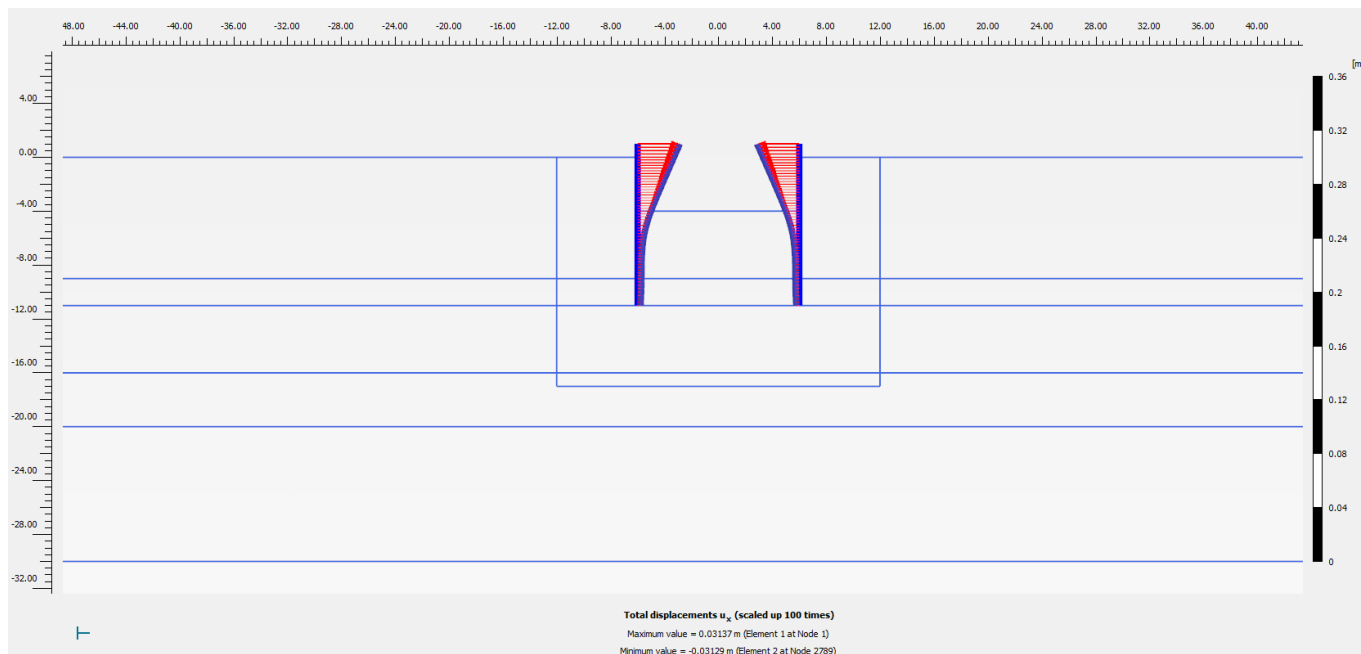


Figura 37 - Sezione 1, Spostamenti totali palancole SLE

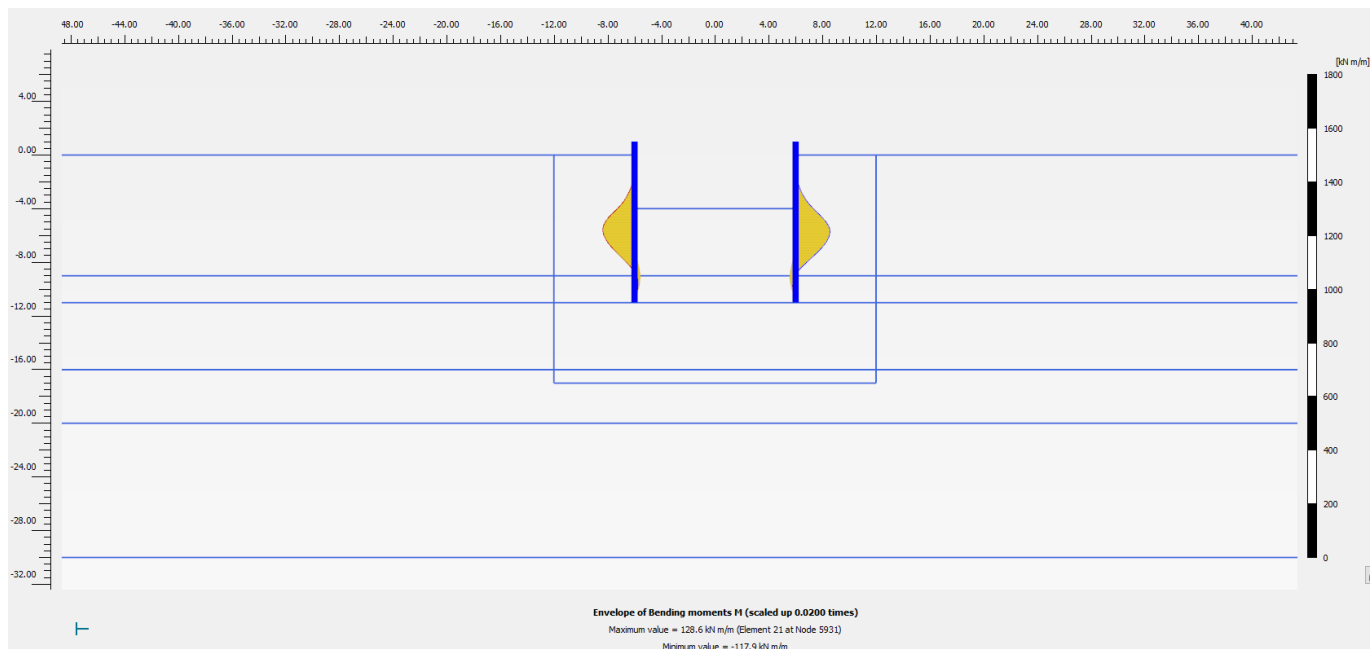


Figura 38 - Sezione1, Involuppo del momento flettente palancole (Fase 5: SLU/1.3)

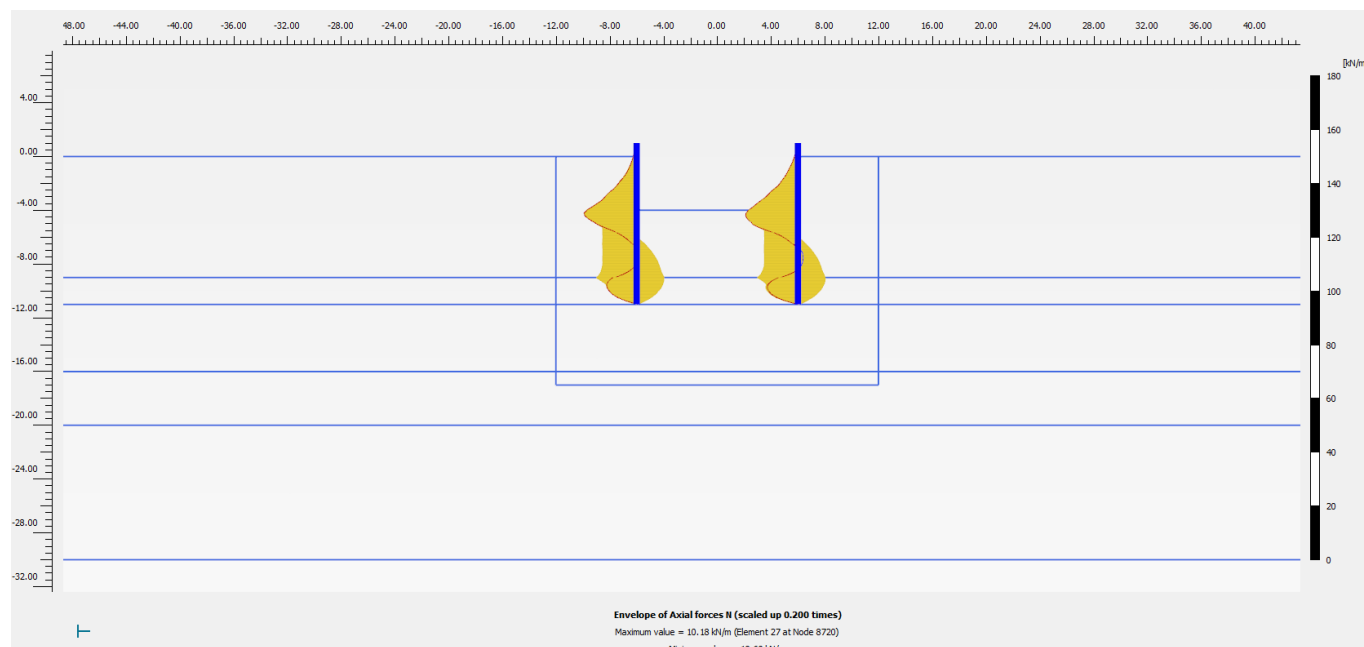


Figura 39 - Sezione 1, Involuppo dell'azione assiale palancole (Fase 5: SLU/1.3)

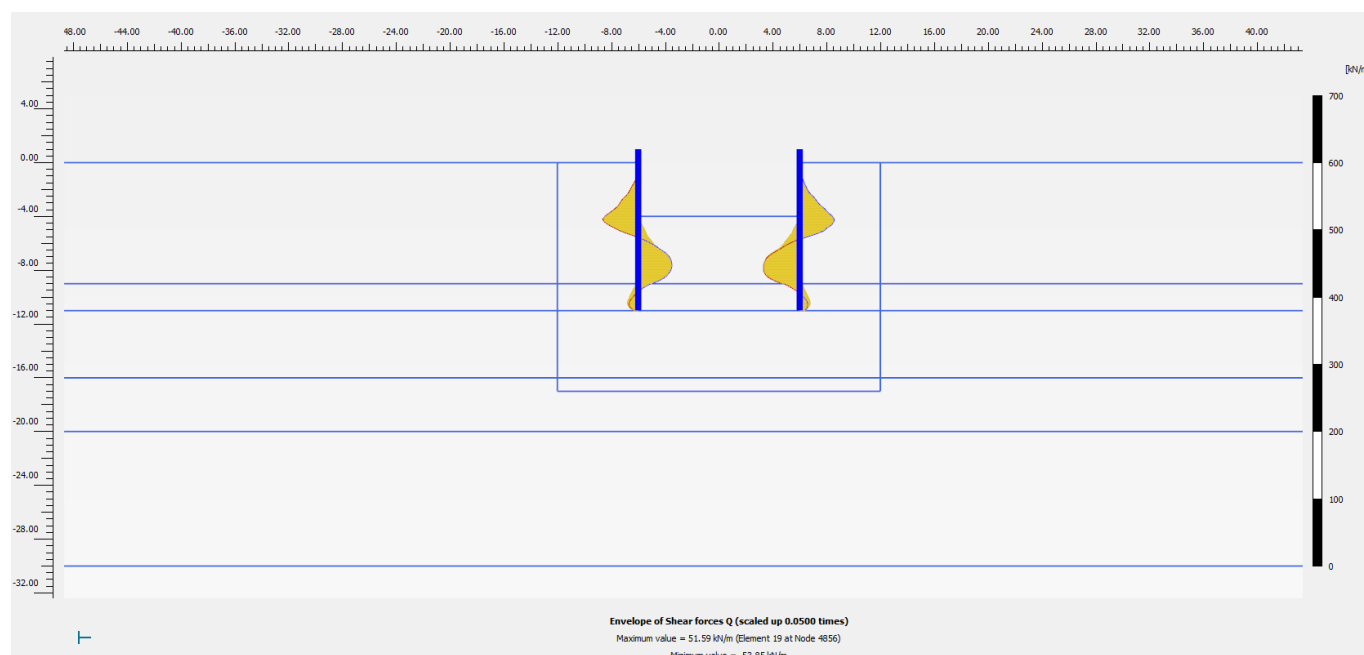


Figura 40 - Sezione 1, Involuppo del taglio palancole (Fase 5: SLU/1.3)

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				
VI01A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 01 A 1 001	Rev. B	Foglio 40 di 157	

Tabella 8 - Sintesi risultati palancole

Paratia di Palancole	Fase 5: SLU/1.3	SLU
azione assiale massima, Nmax [kN/m]	19.6	25.5
momento massimo, Mmax [kNm/m]	128.6	167.2
taglio massimo, Tmax [kN/m]	53.9	70.1
Spostamento max [mm]	31	

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.

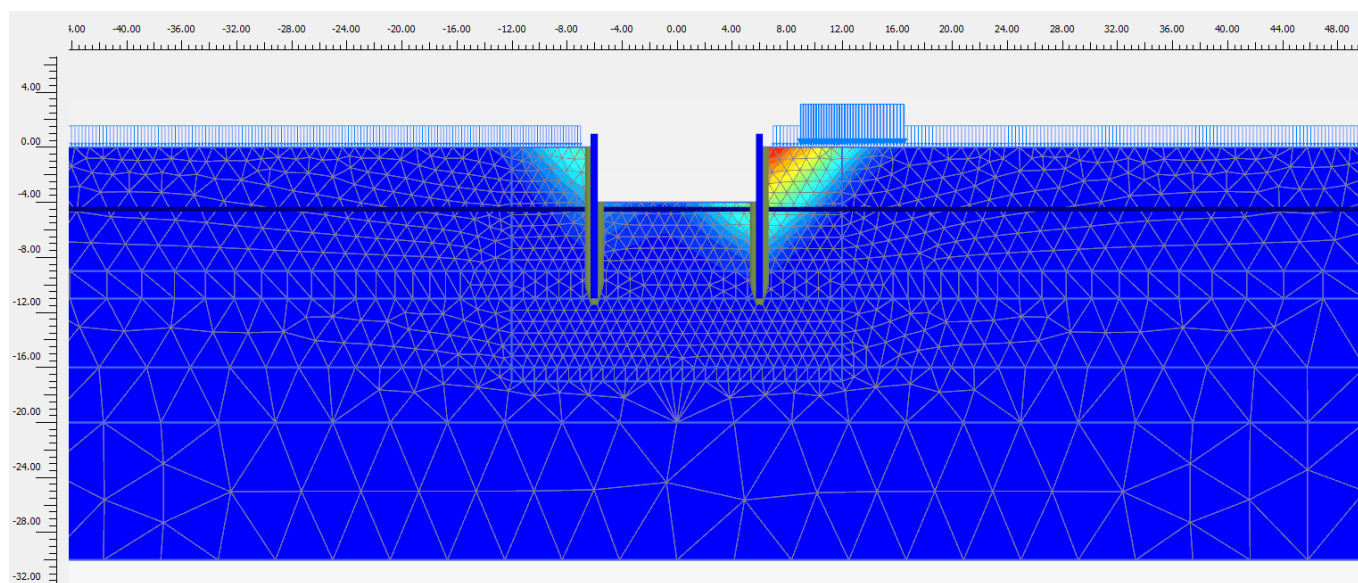


Figura 41 - Sezione 1, Individuazione del cinematismo di potenziale instabilità

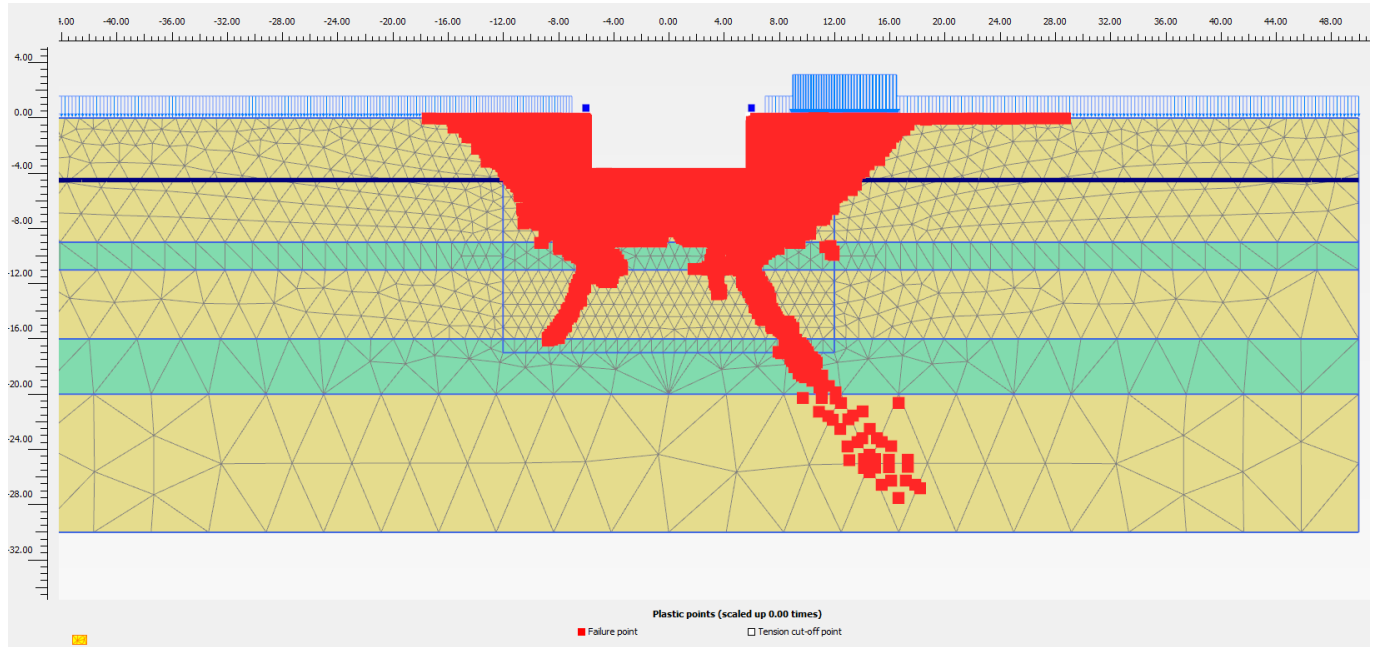


Figura 42 - Sezione 1, Punti di plasticizzazione al termine della verifica di stabilità globale

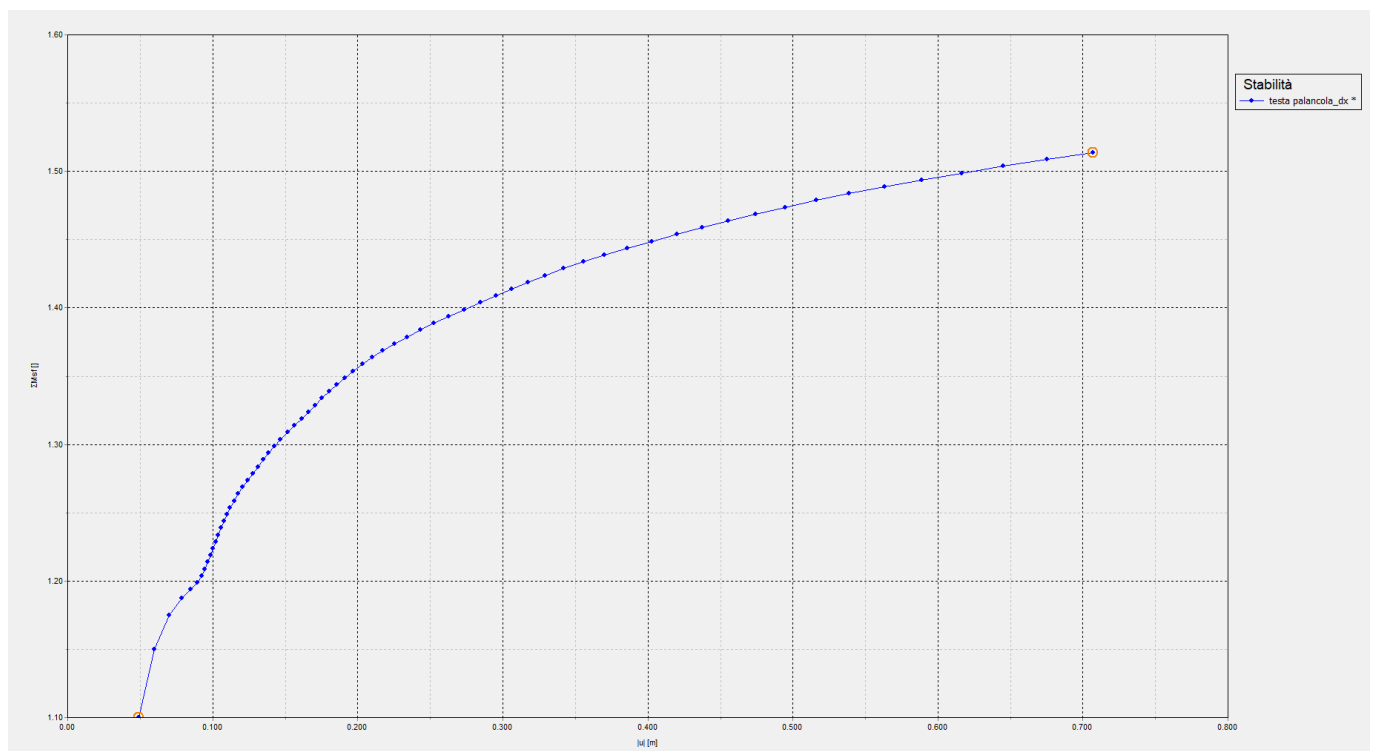


Figura 43 - Sezione 1, Sicurezza alla stabilità globale vs spostamento totale del punto di controllo ($FS > 1.1 \times 1.25 = 1.375$)

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>IRICAV2</p>		<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>				
<p>VI01A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento EI2 CL VI 01 A 1 001</p>	<p>Rev. B</p>	<p>Foglio 42 di 157</p>	

4.9.2 Sezione 2

Questa sezione di calcolo presenta palancole PU18 di lunghezza 12.0 m con sistema di puntonamento, la falda è a quota -5 m da p.c. e lo scavo massimo risulta a -5 da p.c..

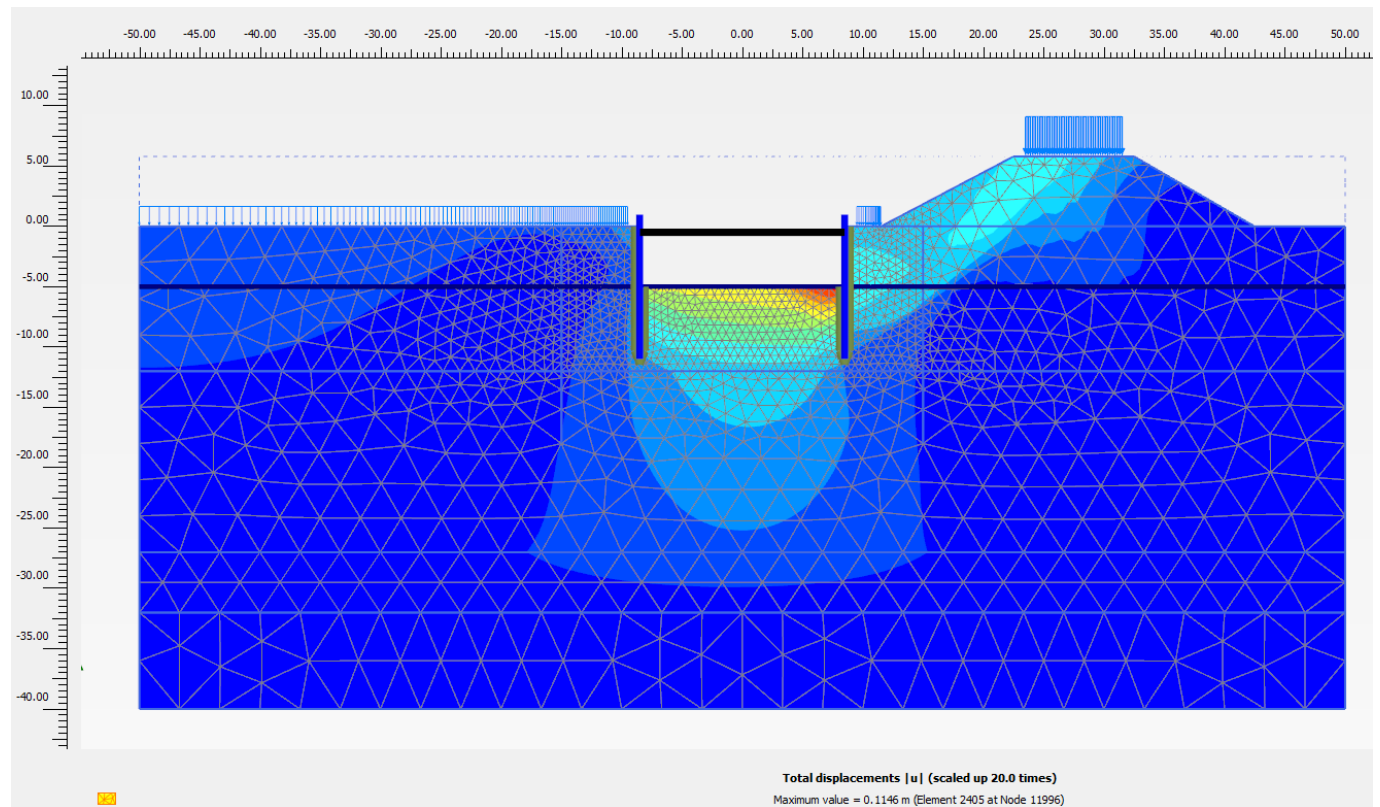


Figura 44 - Sezione 2, Spostamenti totali in fase di scavo massimo (fase 5)

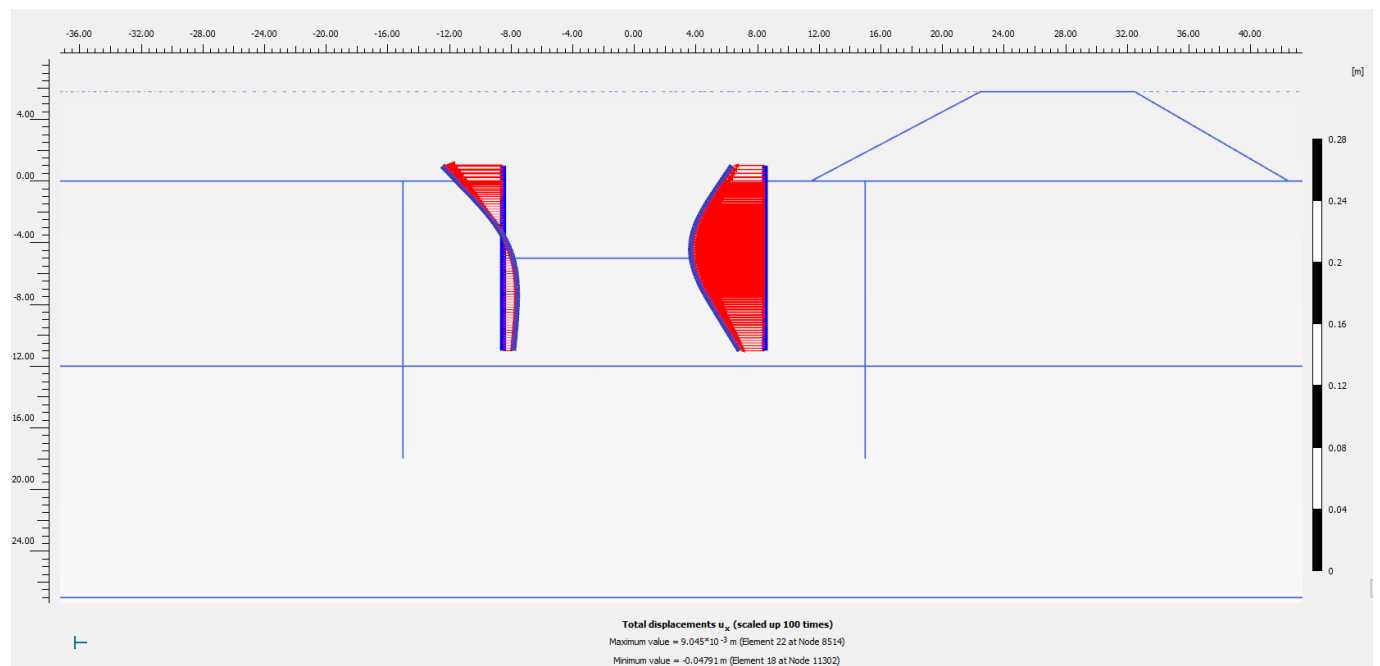


Figura 45 - Sezione 2, Spostamenti totali palancole SLE in fase di massimo scavo (fase 5)

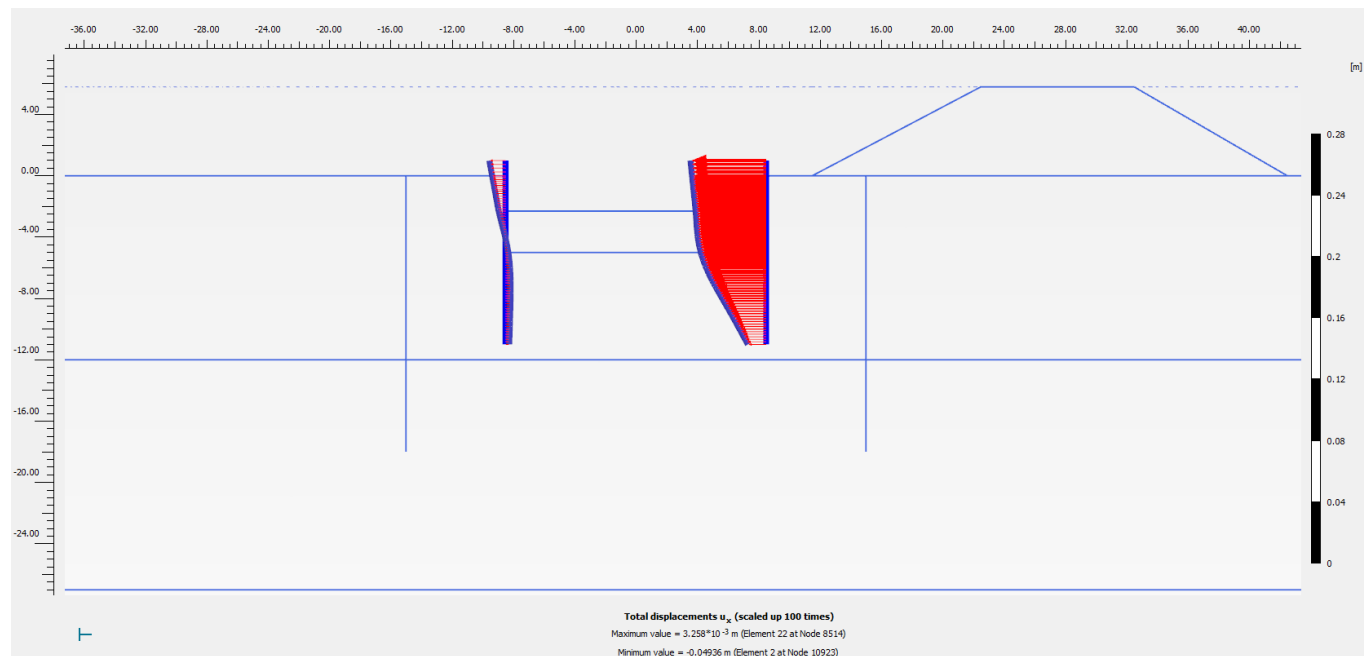


Figura 46 - Sezione 2, Spostamenti totali palancole SLE in fase di rimozione sistema di contrasto (fase 9)

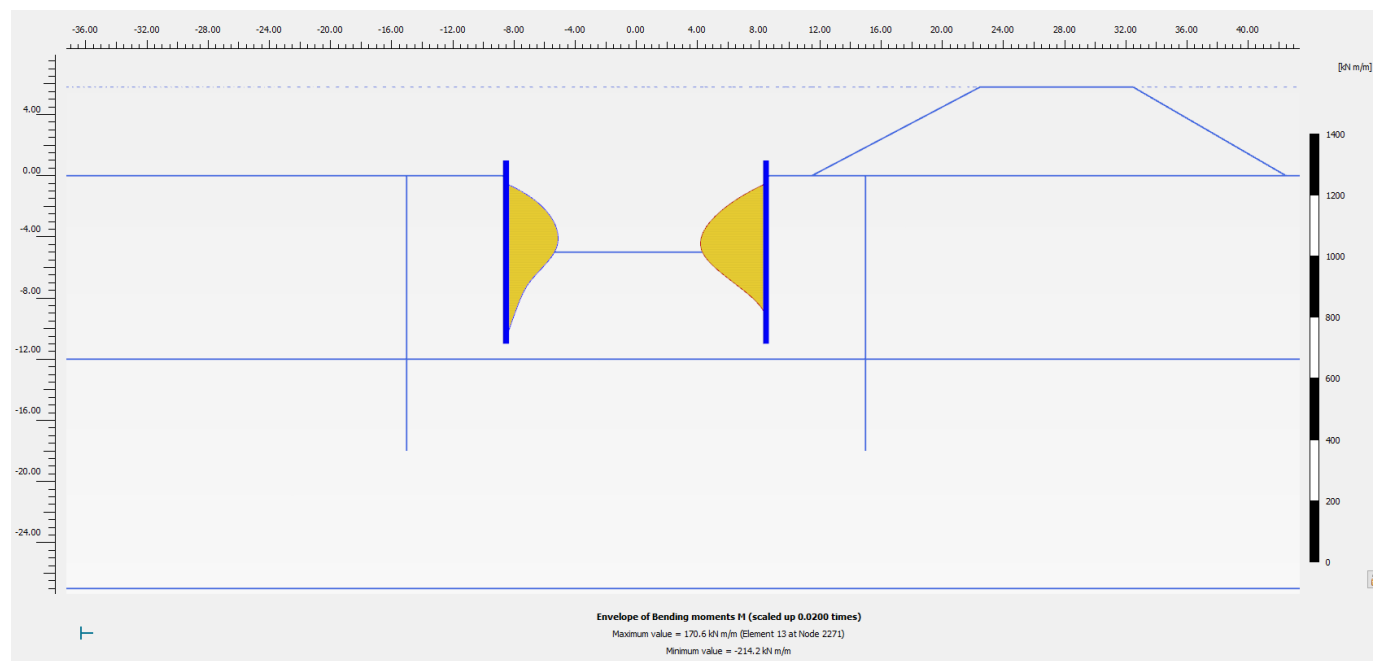


Figura 47 – Sezione 2, Inviluppo del momento flettente palancole (Fase 6: SLU/1.3) – fase di massimo scavo

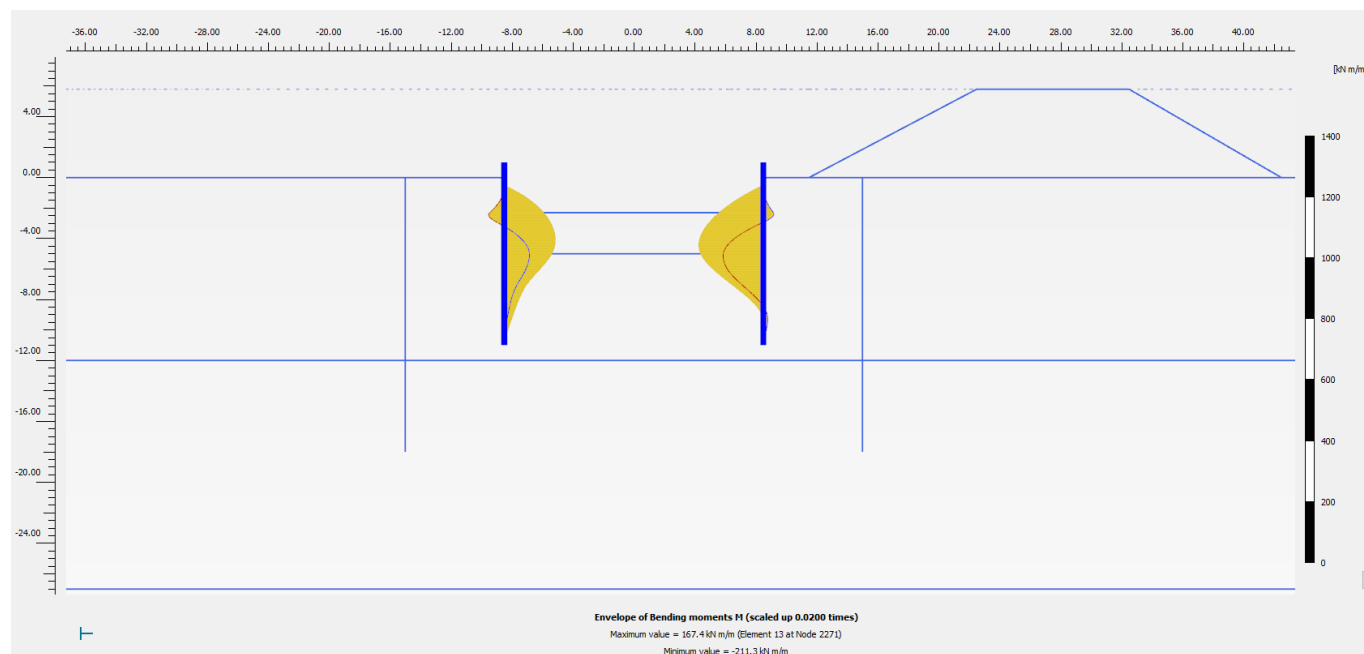


Figura 48 – Sezione 2, Involuppo del momento flettente palancole (Fase 10: SLU/1.3) - fase di rimozione sistema di contrasto

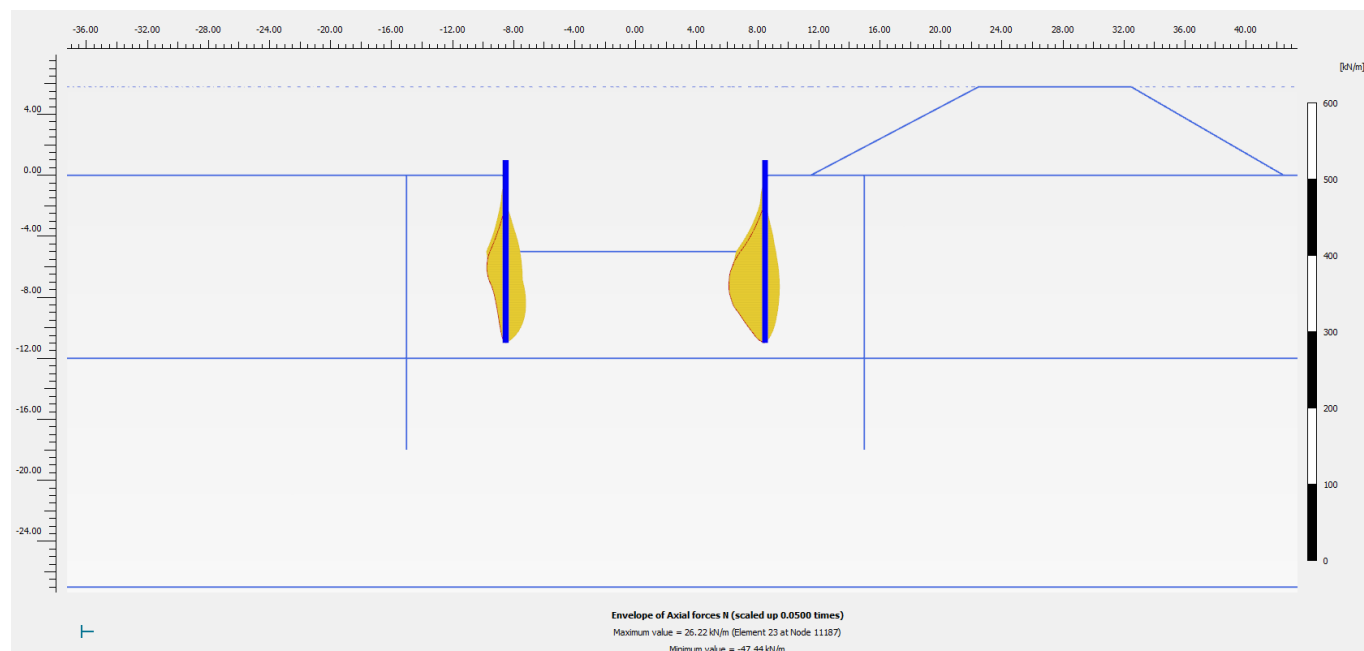


Figura 49 - Sezione 2, Involuppo dell'azione assiale palancole (Fase 6: SLU/1.3)

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
VI01A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 01 A 1 001	Rev. B	Foglio 45 di 157

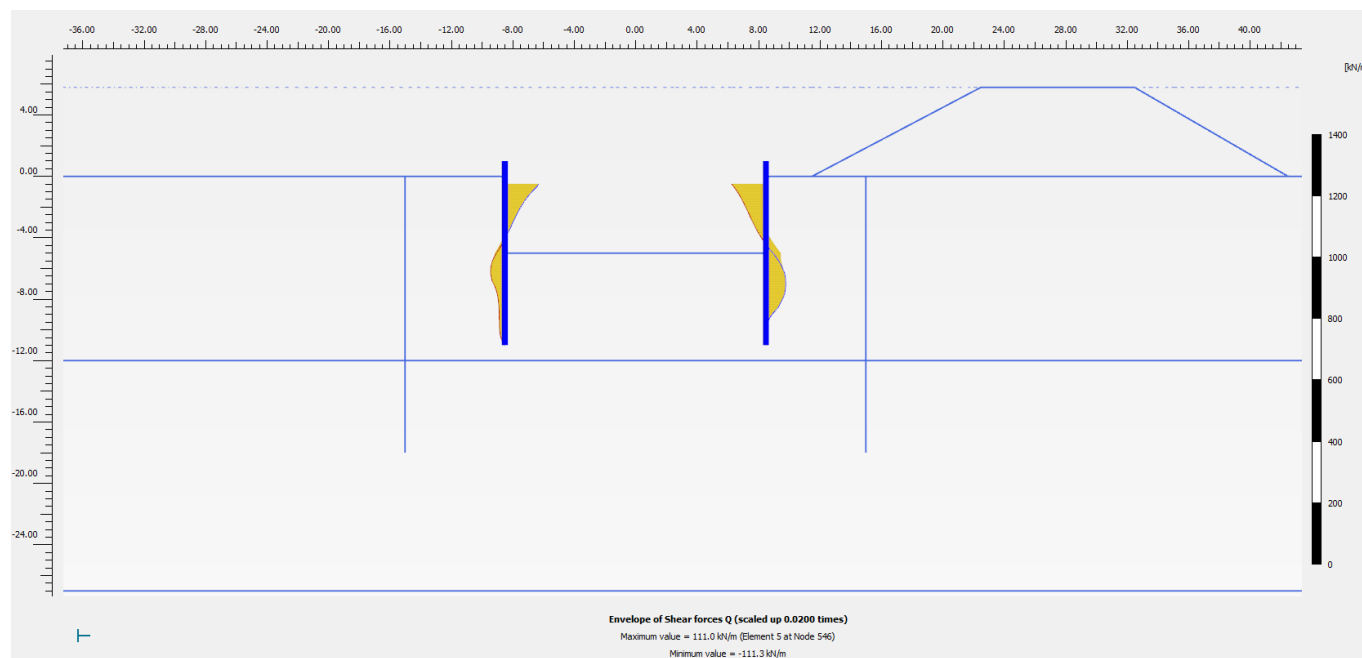


Figura 50 - Sezione 2, Involuppo del taglio palancole (Fase 6: SLU/1.3)

Nella seguente tabella si riportano sinteticamente i massimi risultati in termini di azione interne sulle palancole, per le verifiche di resistenza, da cui si evince che le sollecitazioni flettenti massime si hanno nella fase di scavo massimo (fase 6). I valori delle sollecitazioni allo SLU si ottengono amplificando i risultati della fase di calcolo 6 per il coefficiente parziale $\gamma_A = 1.3$, in accordo a quanto esplicitato nel precedente paragrafo 4.8.

Tabella 9 - Sintesi risultati palancole e sistema di contrasto

Paratia di Palancole	Fase 6: SLU/1.3	SLU
azione assiale massima, N_{max} [kN/m]	47	61
momento massimo, M_{max} [kNm/m]	214	278
taglio massimo, T_{max} [kN/m]	111	144
Sollecitazione massima sul sistema di contrasto [kN]	719.5	935.4
Spostamento max [mm] – fase 5	48	
Spostamento max [mm] – fase 9	49	

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.

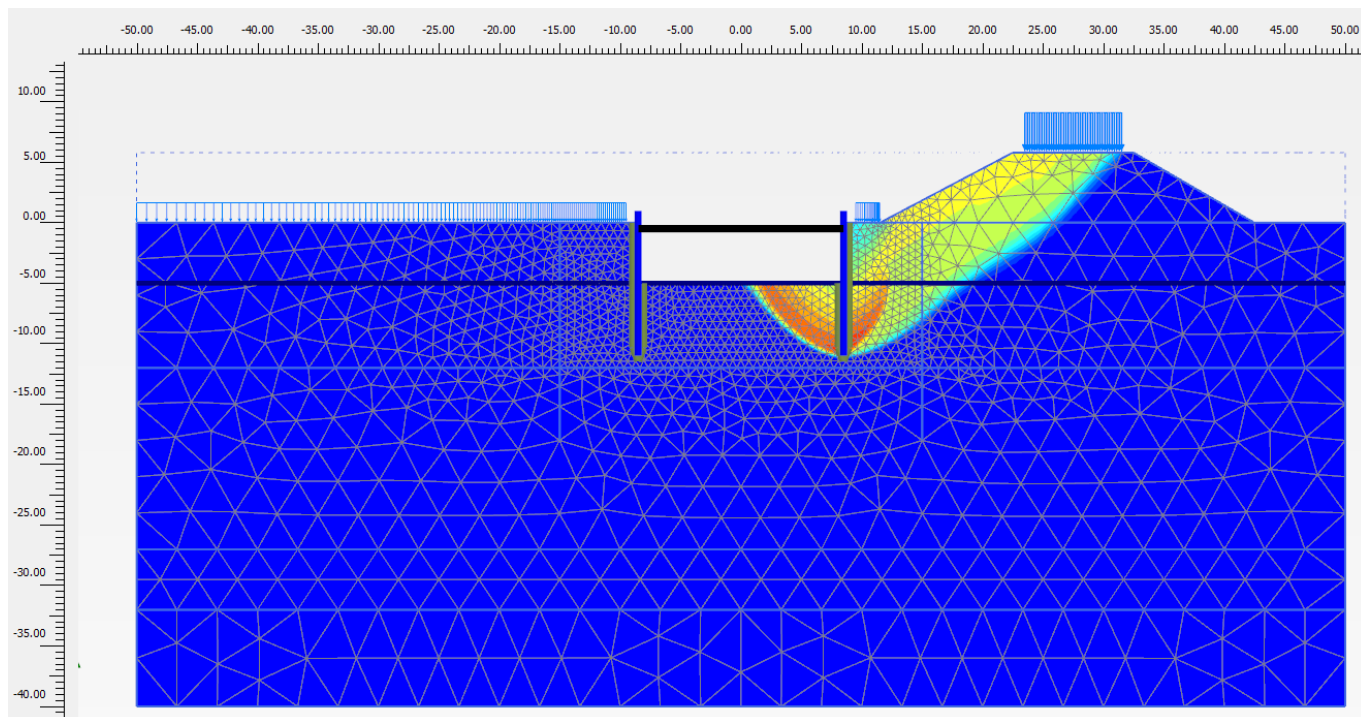


Figura 51 - Sezione 2, Individuazione del cinematismo di potenziale instabilità

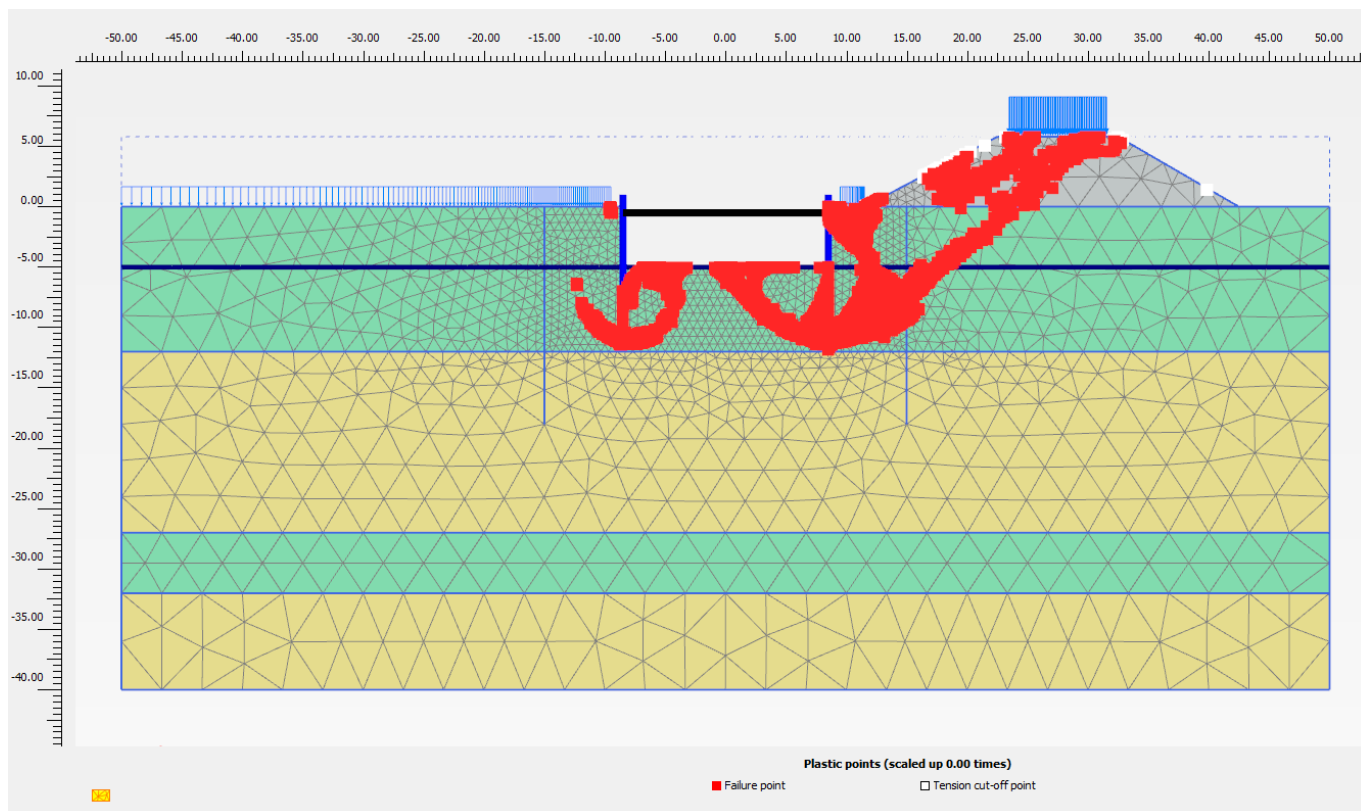


Figura 52 - Sezione 2, Punti di plasticizzazione al termine della verifica di stabilità globale

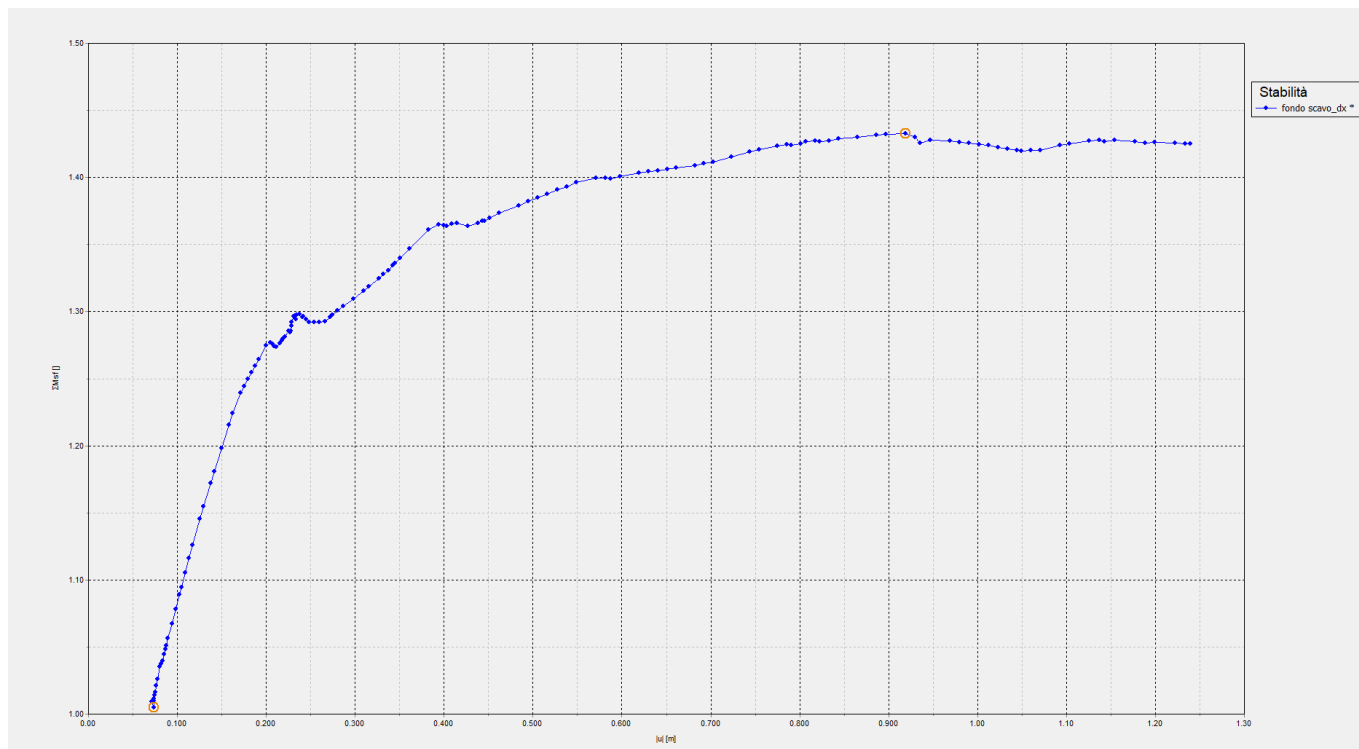


Figura 53 - Sezione 2, Sicurezza alla stabilità globale vs spostamento totale del punto di controllo ($FS > 1.1 \times 1.25 = 1.375$)

4.9.3 Sezione 3

Questa sezione di calcolo presenta paratie di pali secanti con sistema di puntonamento, la falda è a quota -2.44 m da p.c. e lo scavo massimo risulta a -6.85 da p.c..

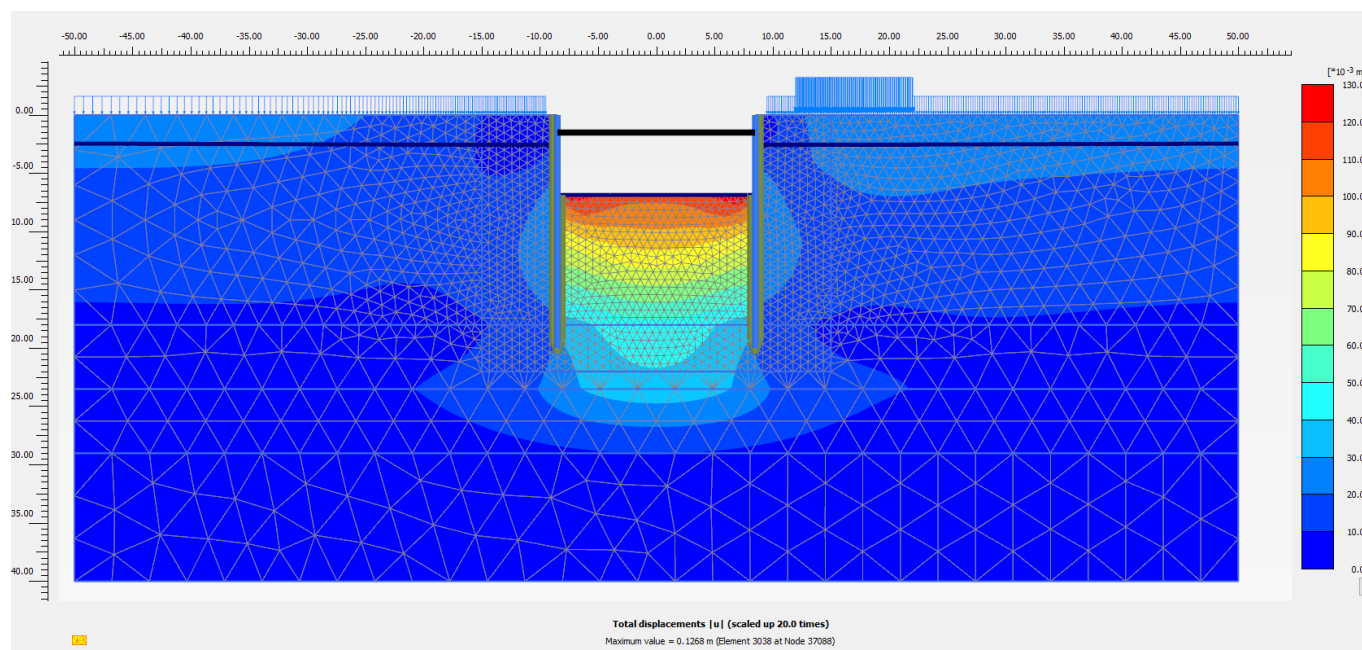


Figura 54 - Sezione 3, Spostamenti totali in fase di scavo massimo (fase 4)

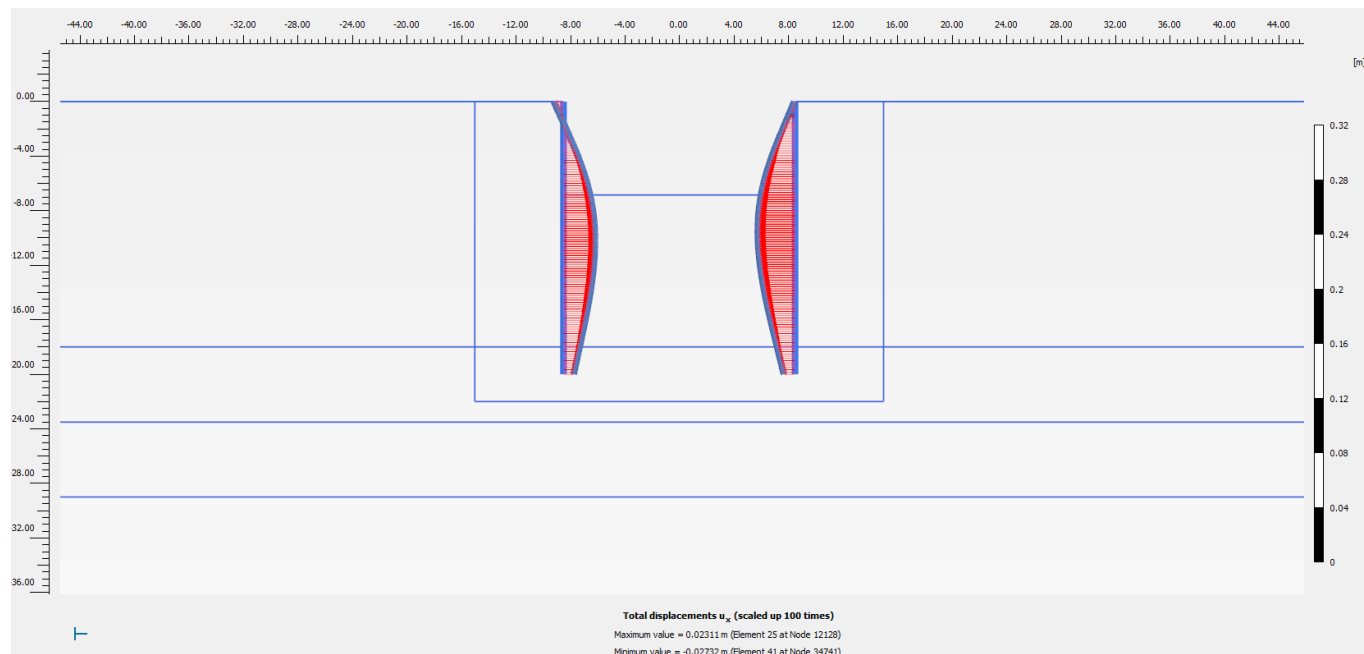


Figura 55 - Sezione 3, Spostamenti totali paratie SLE in fase di massimo scavo (fase 4)

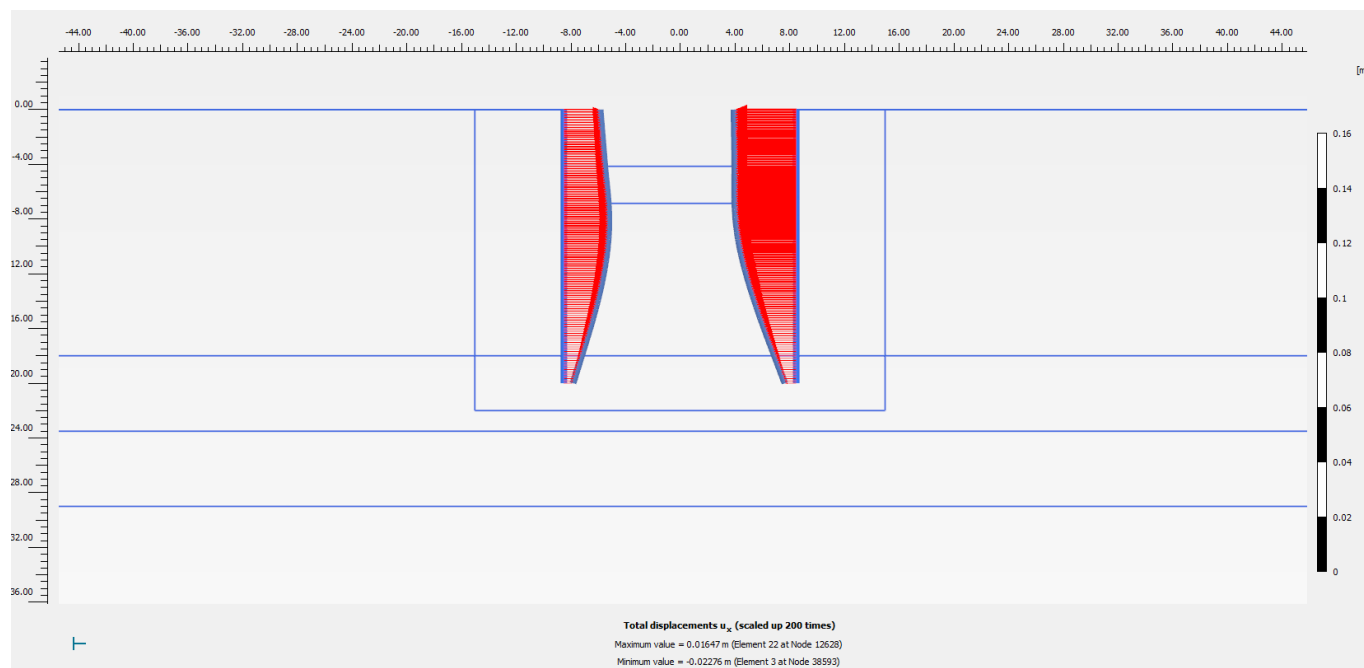


Figura 56 - Sezione 3, Spostamenti totali paratie SLE in fase di rimozione sistema di contrasto (fase 8)

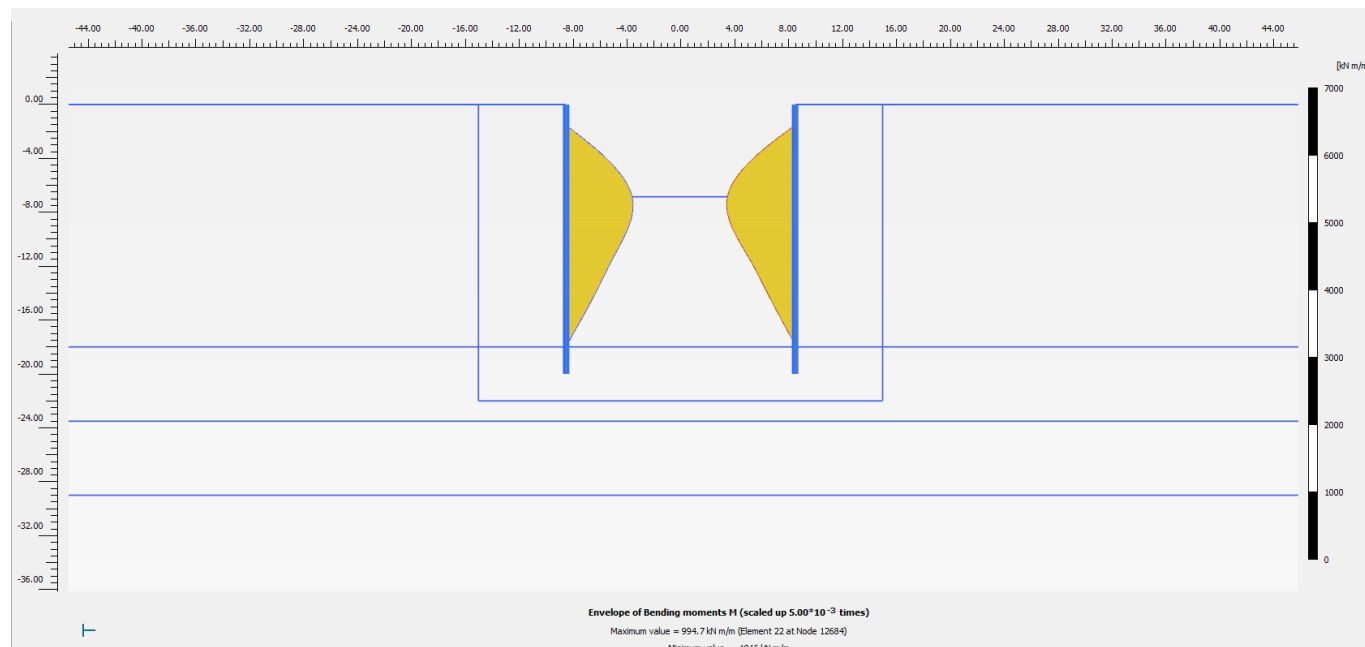


Figura 57 – Sezione 3, Involuppo del momento flettente paratie (Fase 5: SLU/1.3) – fase di massimo scavo

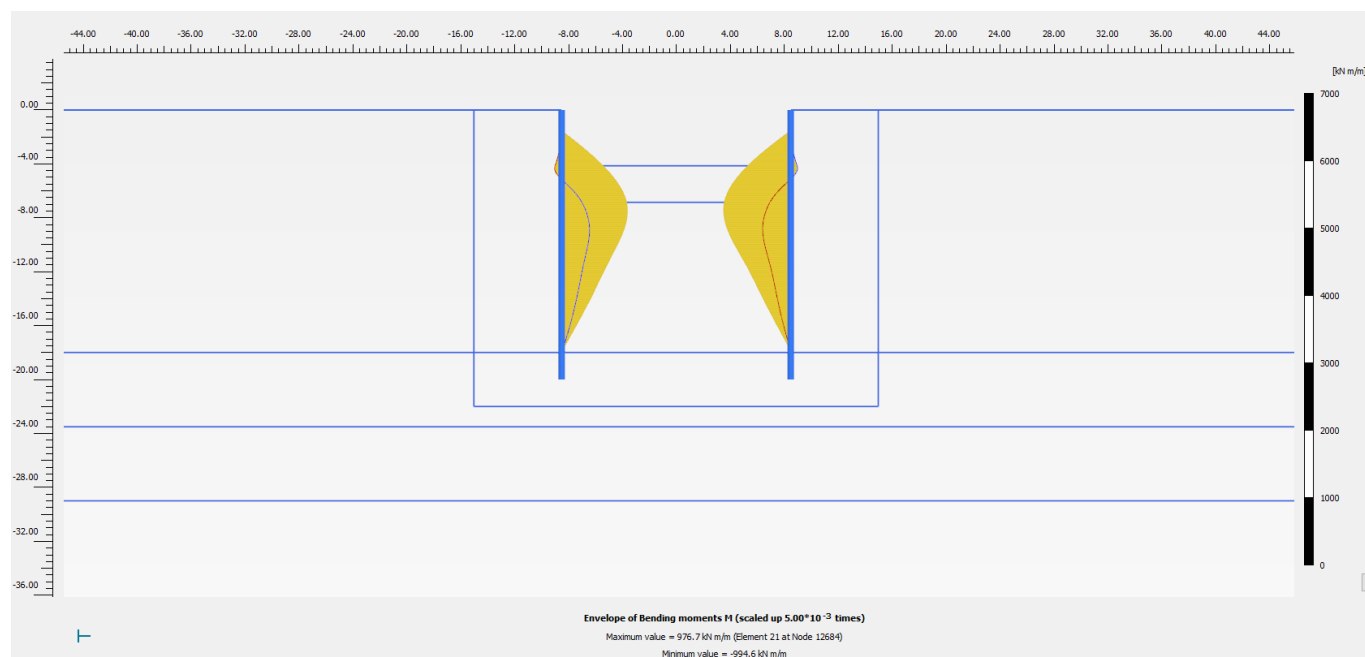


Figura 58 – Sezione 3, Involuppo del momento flettente paratie (Fase 9: SLU/1.3) - fase di rimozione sistema di contrasto

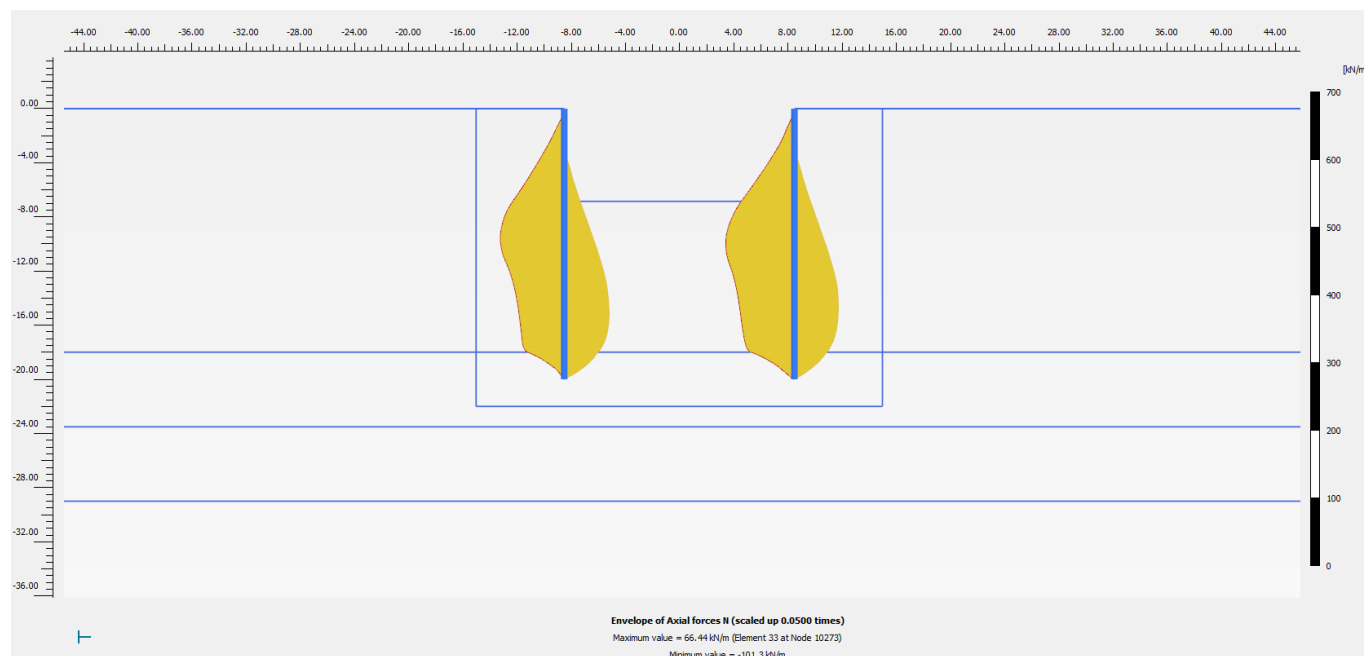


Figura 59 - Sezione 3, Involuppo dell'azione assiale paratie (Fase 5: SLU/1.3)

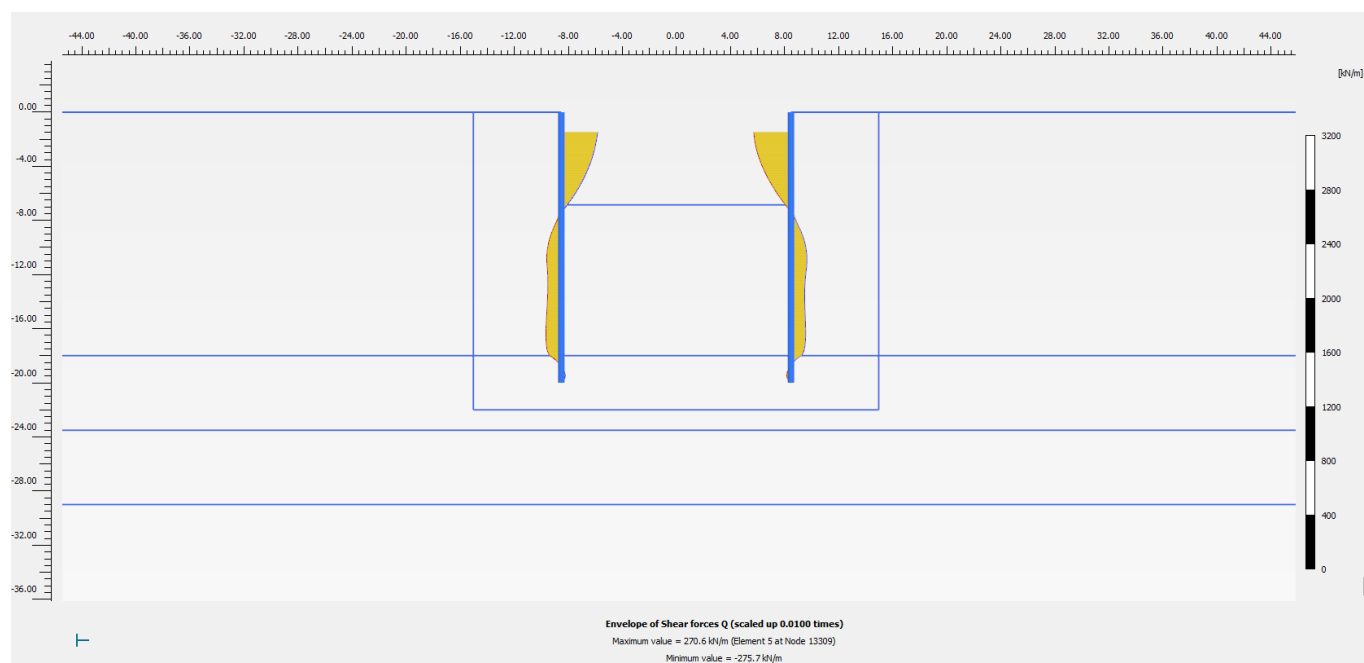


Figura 60 - Sezione 3, Involuppo del taglio paratie (Fase 5: SLU/1.3)

Nella seguente tabella si riportano sinteticamente i massimi risultati in termini di azione interne sulle palancole, per le verifiche di resistenza; da cui si evince che le sollecitazioni flettenti massime si hanno nella fase di scavo massimo. 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				
VI01A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 01 A 1 001	Rev. B	Foglio 51 di 157	

Tabella 10 - Sintesi risultati paratie e sistema di contrasto

Paratia di Pali	Fase 5: SLU/1.3	SLU
azione assiale massima, Nmax [kN/m]	101	131
momento massimo, Mmax [kNm/m]	1016	1321
taglio massimo, Tmax [kN/m]	275.7	228.4
Sollecitazione massima sul sistema di contrasto [kN]	1748.3	2272.8
Spostamento max [mm] – fase 3	27	
Spostamento max [mm] – fase 8	23	

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.

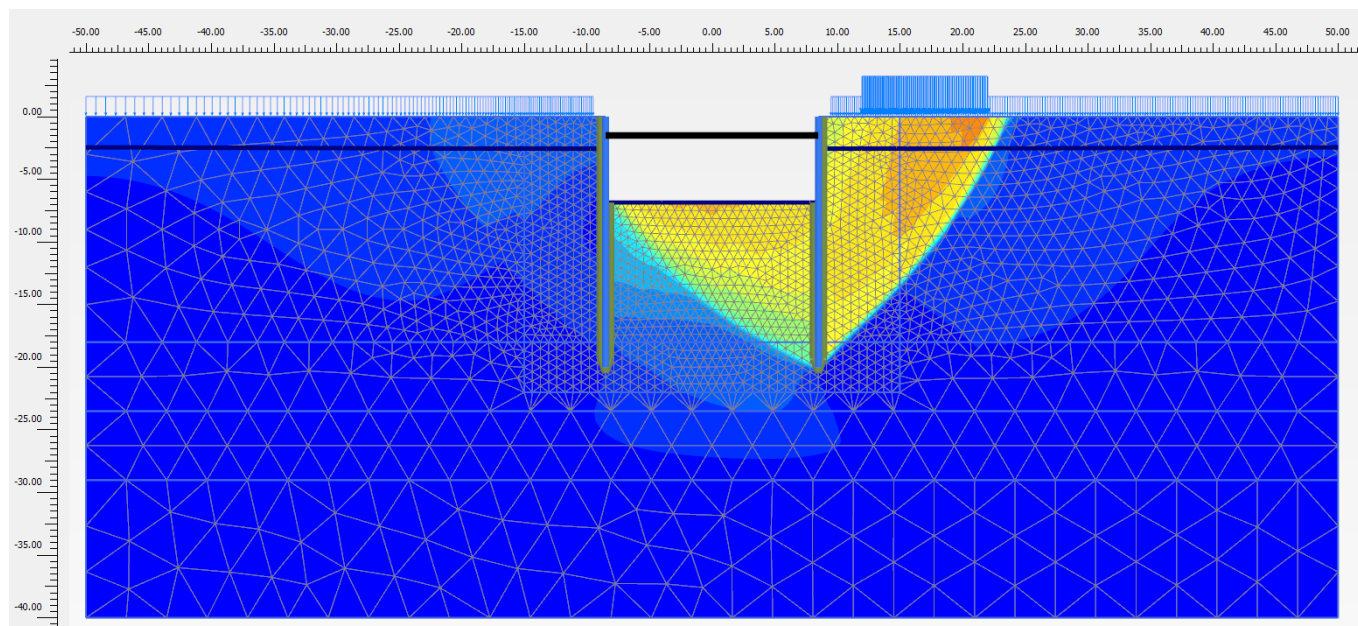


Figura 61 - Sezione 3, Individuazione del cinematismo di potenziale instabilità

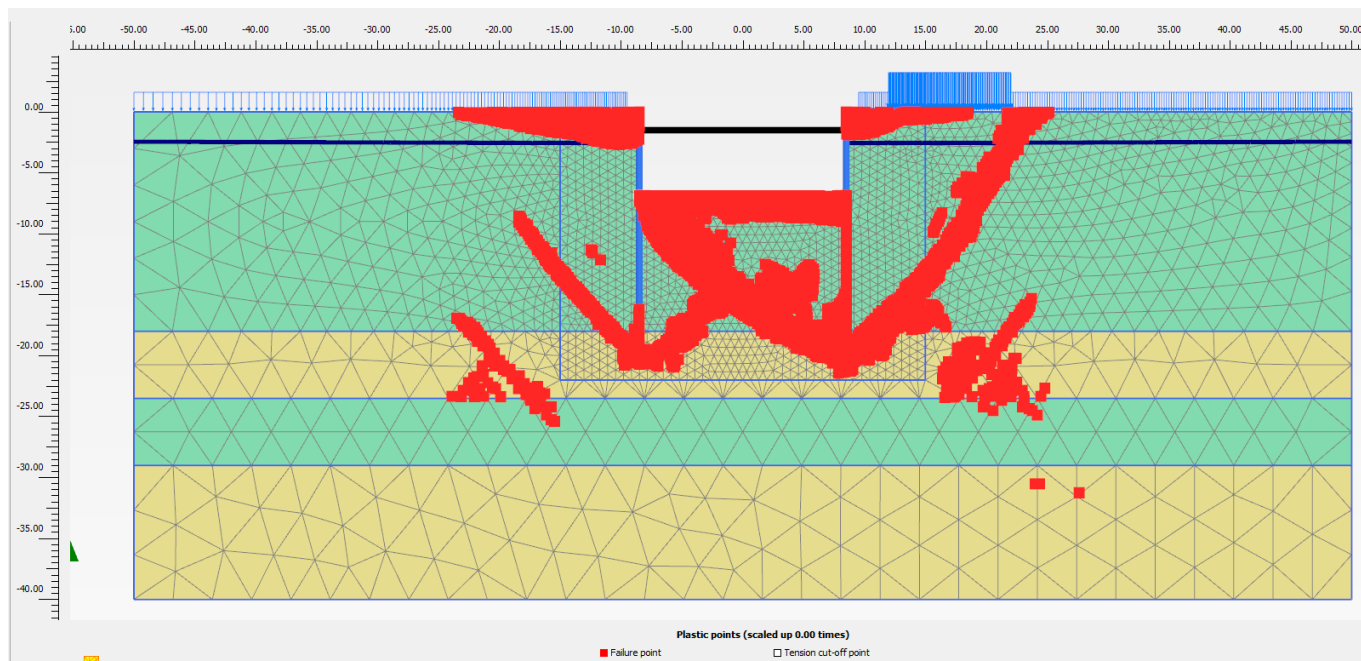


Figura 62 - Sezione 3, Punti di plasticizzazione al termine della verifica di stabilità globale

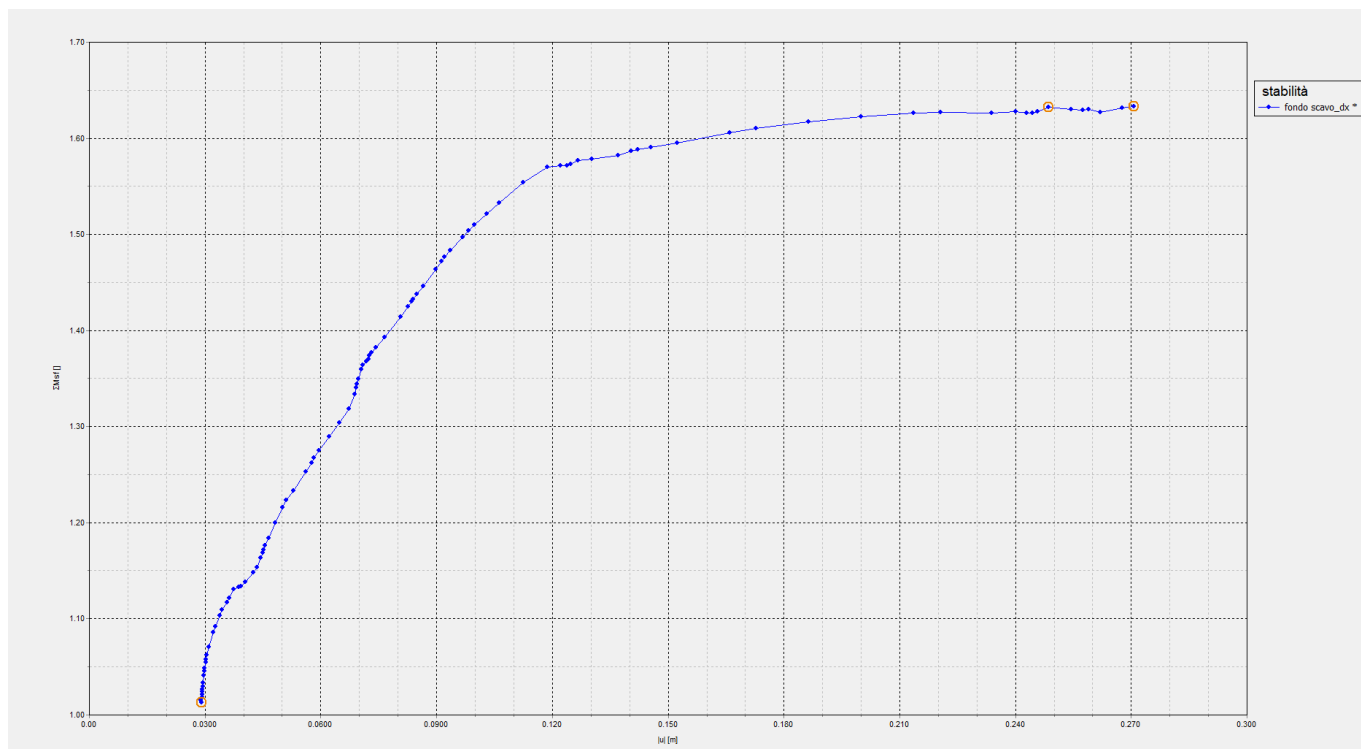


Figura 63 - Sezione 3, Sicurezza alla stabilità globale vs spostamento totale del punto di controllo ($FS > 1.1 \times 1.25 = 1.375$)

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI01A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 01 A 1 001	Rev. B	Foglio 53 di 157	

4.9.4 Stima portate di emungimento

Si fornisce una stima delle portate di emungimento per la sezione di calcolo 3, che è l'unica sezione con falda interferente con lo scavo. Per l'analisi eseguita, si fornisce nelle figure seguenti una stima della portata di aggettamento: 1 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.

Sezione di calcolo 3		
q=	3.23E ⁻⁰⁷	m ³ /s/m
L=	20.4	m
Qtot=	1	m ³ /day

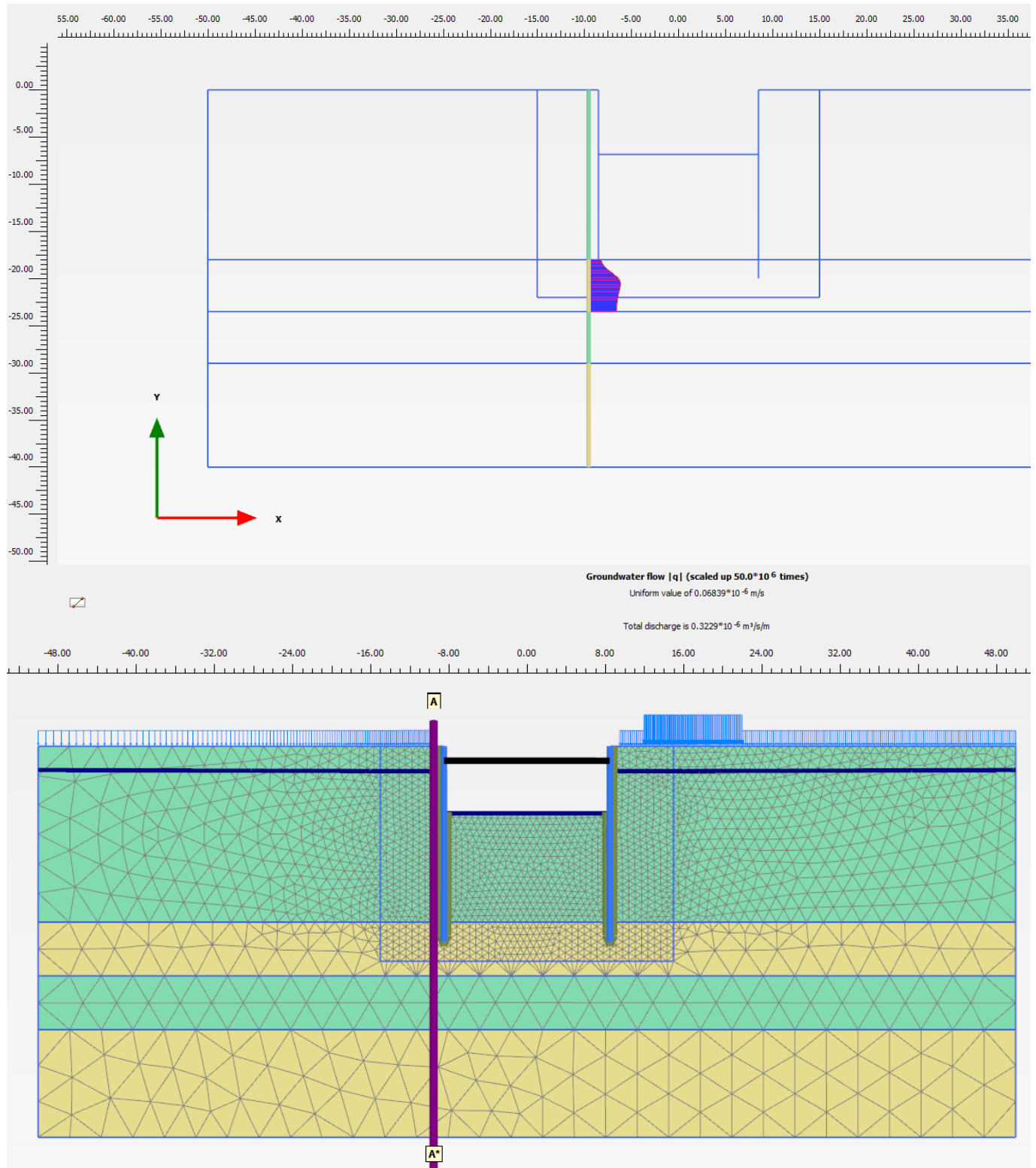


Figura 64 - Sezione A-A per la sezione di calcolo 3 – stima portata q

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI01A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 01 A 1 001	Rev. B	Foglio 55 di 157	

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:

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

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

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
VI01A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17 Lotto 12 Codifica Documento EI2 CL VI 01 A 1 001 Rev. B Foglio 56 di 157

4.10.1 Sezione 1

Tipo di profilo:	U_Z_Sheet_Pile			
Profilo:	PU 18			
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	
$N_{Ed} =$	25.5	kN/m	axial load	
$M_{Ed} =$	167.2	kN-m/m	bending moment	
$V_{Ed} =$	70.1	kN/m	shear	
tipo:	2			
classe:	U			
$W_{el} =$	1800	cm ³ /m	modulo di resistenza elastico - asse forte	
$A =$	163	cm ² /m	area	
$W_{pl} =$	2134	cm ³ /m	modulo di resistenza plastico - asse forte	
$A_v =$	62.8	cm ² /m	area resistente a taglio	
$b =$	600	mm	larghezza	
$h =$	430	mm	altezza	
$t_w =$	9	mm	spessore anima	
$t_f =$	11.2	mm	spessore ali	
$\alpha =$	57.5°	deg	inclinazione dell'anima	
$\beta_B =$	1.0		coefficiente riduttivo	
$n =$	0.01		axial load strength ratio	

Tabella 11 - Verifica di resistenza (Sezione 1) -PU18

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	--
26	167	70	4191	549	933	549	3.28

OK

 IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
VI01A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17 Lotto 12 Codifica Documento EI2 CL VI 01 A 1 001 Rev. B Foglio 57 di 157

4.10.2 Sezione 2

Tipo di profilo:	U_Z_Sheet_Pile			
Profilo:	PU 18			
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	
$N_{Ed} =$	61.0	kN/m	axial load	
$M_{Ed} =$	278.0	kN-m/m	bending moment	
$V_{Ed} =$	144.0	kN/m	shear	
tipo:	2			
classe:	U			
$W_{el} =$	1800	cm ³ /m	modulo di resistenza elastico - asse forte	
$A =$	163	cm ² /m	area	
$W_{pl} =$	2134	cm ³ /m	modulo di resistenza plastico - asse forte	
$A_v =$	62.8	cm ² /m	area resistente a taglio	
$b =$	600	mm	larghezza	
$h =$	430	mm	altezza	
$t_w =$	9	mm	spessore anima	
$t_f =$	11.2	mm	spessore ali	
$\alpha =$	57.5°	deg	inclinazione dell'anima	
$\beta_B =$	1.0		coefficiente riduttivo	
$n =$	0.01		axial load strength ratio	

Tabella 12 - Verifica di resistenza (Sezione 2) – PU18

AZIONI DI PROGETTO (F_{Ed})			RESISTENZE DI PROGETTO (R_d)				VERIFICA (>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	--
61	278	144	4191	549	933	549	1.97

OK

4.11 Verifiche di resistenza sistema di contrasto sommitale

La verifica delle sezioni in acciaio del sistema di contrasto sommitale (puntoni tubolari e travi di ripartizione dei tiranti) viene eseguita secondo il criterio valido per sezioni compatte di classe 1 o 2 con il metodo plastico – par. 4.2 – Costruzioni

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
VI01A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 01 A 1 001	Rev. B	Foglio 58 di 157

in Acciaio – N.T.C.-2008 adottando per il materiale $f_{tk} = 510$ MPa (tensione caratteristica di rottura) e $f_{yk} = 355$ MPa (tensione caratteristica di snervamento) per acciaio S355.

Note le massime sollecitazioni di taglio e momento flettente in condizione di SLU la verifica della palancola è effettuata tramite le seguenti espressioni, per sezioni di classe 1 e 2:

$$N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd} \geq N_{Ed} \quad \text{per sola azione assiale;}$$

$$M_{c,Rd} = W_{pl} \cdot f_{yd} \geq M_{Ed} \quad \text{per solo momento flettente;}$$

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot f_{yd} / \sqrt{3} \geq V_{Ed} \quad \text{per solo taglio;}$$

$$M_{y,V,Rd} = M_{c,Rd} \cdot (1 - \rho) \geq M_{Ed} \quad \text{per momento flettente e taglio;}$$

dove:

N_{Ed} , M_{Ed} , V_{Ed} sono il carico assiale, il momento e il taglio di progetto allo SLU/SLV

$N_{pl,Rd}$ è il carico assiale resistente

$M_{c,Rd}$ è il momento resistente per sola flessione

$V_{c,Rd}$ è il taglio resistente

$M_{y,V,Rd}$ è il momento resistente per $V_{Ed} > 0.5 \cdot V_{c,Rd}$

A è l'area della sezione

W_{pl} è il modulo di resistenza plastico

r è il raggio di curvatura

A_v e ρ sono l'area resistente a taglio e il relativo fattore di riduzione della resistenza a flessione, dati dalle seguenti:

$$A_v = 2 \cdot A / \pi \quad \text{per i profilati circolari cavi;}$$

$$\rho = \left(\frac{2 \cdot V_{Ed}}{V_{c,Rd}} - 1 \right)^2$$

Per le verifiche in caso di presso-flesso-tensione, con o senza taglio, di sezioni circolari sottili, si determina quindi il dominio di resistenza M-N, in caso di plasticizzazione della sezione fino al raggiungimento della deformazione ultima sulla fibra maggiormente tesa ($\epsilon_u = 1\%$). Da tale dominio, si determina il momento ultimo mantenendo costante il rapporto M/N e pari a M_{Ed}/N_{Ed} . Le verifiche per sezioni circolari sottili sono quindi date dalle seguenti.

$$M_{N,y,Rd} = M_{ult}(N_{Ed}; M_{Ed}) \geq M_{Ed} \quad \text{presso-tenso-flessione, per profilati circolari cavi;}$$

$$M_{y,V,N,Rd} = (1 - \rho) \cdot M_{ult}(N_{Ed}; M_{Ed}) \geq M_{Ed}$$

presso-tenso-flessione e taglio, per profilati circolari sottili cavi;

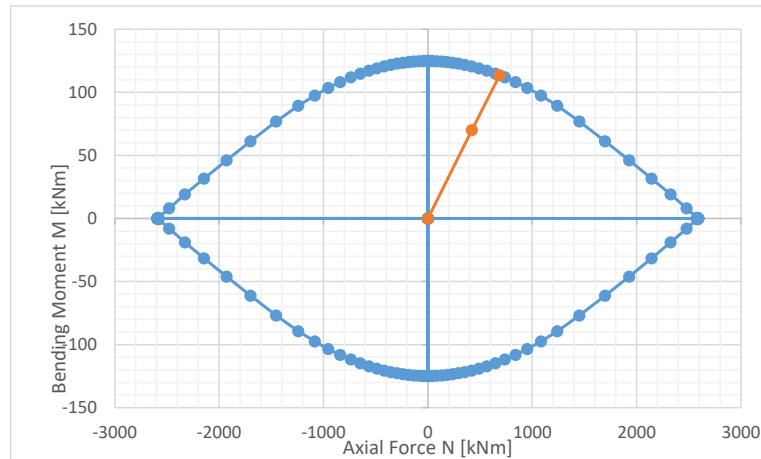


Figura 65 - Esempio di determinazione del momento ultimo dal dominio di resistenza per sezioni circolari sottili

La verifica di stabilità delle membrature compresse e presso-inflesse si effettua soddisfacendo le seguenti disequazioni, in accordo alla vigente normativa:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} \geq N_{Ed}$$

stabilità assiale;

$$FS_b = \frac{N_{Ed}}{\chi \cdot f_{yd} \cdot A} + \frac{M_{yeq,Ed}}{f_{yd} \cdot W_y \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr}}\right)} \leq 1$$

stabilità flessionale per aste presso - inflesse;

dove:

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda^2}} \leq 1$$

è il fattore di riduzione per la stabilità assiale

$$\Phi = 0.5 \left(1 + \alpha (\lambda - 0.2) + \lambda^2\right)$$

α

è il fattore di imperfezione

$$\lambda = \lambda / \lambda_c$$

è la snellezza adimensionale

$$M_{yeq,Ed} = \max \{1.3 \cdot M_{m,Ed}; 0.75 \cdot M_{Ed}\} \leq M_{Ed}$$

è il momento equivalente di calcolo

$$M_{eq,Ed} = 0.6 \cdot M_a - 0.4 \cdot M_b \geq 0.4 \cdot M_b$$

è il momento equivalente di calcolo per aste vincolate agli

estremi, con momento variabile linearmente tra i valori di estremi M_a e M_b , con $|M_a| \geq |M_b|$

M_{cr}

è il momento critico

$$W_y = W_{y,pl} \text{ per sezioni di classe 1 e 2}$$

è il modulo di resistenza

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
VI01A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 01 A 1 001	Rev. B	Foglio 60 di 157

4.11.1 Sezione 2 - Verifica strutturale dei puntoni di contrasto

I puntoni sono verificati allo SLU secondo quanto previsto dalla normativa vigente ed in accordo alla metodologia riportata nel paragrafo precedente. Le azioni di calcolo sono valutate in base alle reazioni derivanti dal calcolo riportate al paragrafo 4.9.2.

La sollecitazione assiale massima che arriva al sistema di contrasto sommitale modellato nel calcolo è 935.4 kN (SLU) con un interasse medio di 6.0 m. Il momento flettente e il taglio di calcolo sono valutati per il solo peso proprio del profilato Ø298.5#10 (amplificato per 1.3 allo SLU), per lo schema di trave appoggiata agli estremi:

$$N_{Ed} = 935.4 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 5.7 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_{Ed} = 3.2 \text{ kN}$$

Le caratteristiche geometriche ed i parametri di verifica, con riferimento ai simboli descritti al precedente paragrafo, sono i seguenti:

tipo:	Ø				
classe:	1				
$W_{el,maj}$ =	633	cm ³	modulo di resistenza elastico - asse forte		
$W_{el,min}$ =	633	cm ⁴	modulo di resistenza elastico - asse debole		
A =	91	cm ²	area		
$W_{pl,maj}$ =	833	cm ³	modulo di resistenza plastico - asse forte		
$W_{pl,min}$ =	833	cm ⁴	modulo di resistenza plastico - asse debole		
A_v =	57.7	cm ²	area resistente a taglio		
b =	298.5	mm	larghezza		
h =	298.5	mm	altezza		
t_w =	10	mm	spessore anima		
t_f =	10	mm	spessore ali		
r =	-	mm	raggio curvatura raccordo		
ρ =	0.000		parametro di riduzione resistenza a taglio		
n =	0.31		rapporto azione/resistenza assiale		
a =	0.34		parametro di riduzione resistenza assiale		

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 		<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>VI01A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento EI2 CL VI 01 A 1 001</p>	<p>Rev. B</p>	<p>Foglio 61 di 157</p>

	Stabilità Assiale				
$i_{maj} =$	10	cm	raggio d'inerzia		
$l_0 =$	7.00	m	lunghezza libera di inflessione		
$\lambda =$	69		snellezza		
$\lambda_{max} =$	250	per membrature secondo		OK FS=	3.65
$\underline{\lambda} = \lambda/\lambda_c =$	0.898		snellezza adimensionale		
$\alpha =$	0.21	for curv	fattore d'imperfezione		
$\Phi =$	0.976				
$\chi =$	0.736		fattore di riduzione per stabilità assiale		
	Stabilità Flessionale				
	asse forte		asse debole		
$M_{av,Ed} =$	3.78	kN·m	0.00	kN·m	
$M_A =$	0.00	kN·m	0.00	kN·m	
$M_B =$	0.00	kN·m	0.00	kN·m	
$M_{eq,Ed} =$	4.91	kN·m	0.00	kN·m	
$N_{cr} =$	3993	kN	3993	kN	carico critico Euleriano
$\psi =$	1.00				

Le verifiche di resistenza e stabilità per carico di punta assiale e flessionale sono riportate nella seguente tabella. La resistenza flessionale ridotta per effetto dell'azione assiale è valutata per mezzo del dominio di resistenza riportato nella successiva immagine. Poiché le resistenze (R_d) sono sempre maggiori delle relative azioni di progetto (E_d) e risultando $F_{Sb} < 1$, le verifiche sono soddisfatte.

Tabella 13 - Verifica puntoni

Verifica in Campo Plastico			
$N_{pl,Rd} =$	3064	kN	3.28
$M_{c,Rd} =$	282	kN·m	49.69
$V_{c,Rd} =$	1126	kN	347.92
$M_{y,V,Rd} =$	282	kN·m	49.69
$M_{N,y,Rd} =$	18	kN·m	3.14
$M_{y,V,N,Rd} =$	18	kN·m	3.14
Verifica di Stabilità Assiale			
$N_{b,Rd} =$	2254	kN	2.41
Verifica di Stabilità Flessionale			
$FS_b =$	0.438	≤ 1	2.28

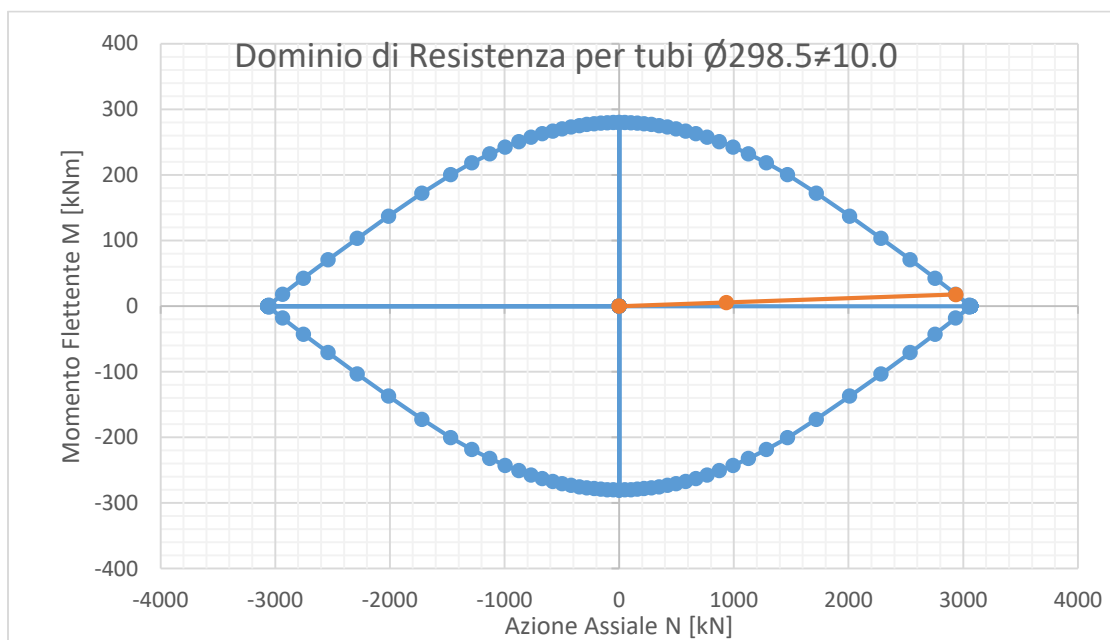


Figura 66: Dominio di resistenza allo SLU per i puntoni

4.11.2 Sezione 2 - Verifica travi di ripartizione

Si prevedono travi di ripartizione in acciaio (S355) costituite da HE 280 B.

Il momento flettente M_{max} ed il taglio massimo T_{max} sono calcolati modellando la trave di coronamento come una trave continua su appoggi disposti ad un interasse pari all'interasse fra i puntoni e sollecitata da un carico uniformemente ripartito pari alla reazione dei puntoni F_h (kN/m). In particolare si considera:

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
VI01A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17 Lotto 12 Codifica Documento E12 CL VI 01 A 1 001 Rev. B Foglio 63 di 157

$$M_{\max} = F_h \frac{L^2}{10}$$

$$T_{\max} = F_h \frac{L}{2}$$

L ~ 7 m (luce massima tra i puntoni).

Nel caso in esame le sollecitazioni valgono (SLU STR):

$$F_h = 935.4 / 7 = 133.6 \text{ kN/m}$$

$$M_{\max} = 655 \text{ kNm}$$

$$T_{\max} = 468 \text{ kN}$$

Nella seguente tabella sono mostrate le caratteristiche delle travi di ripartizioni adottate.

Tabella 14 – Caratteristiche travi di ripartizione adottate

Tipo di profilo:	HE			
Profilo:	HE 280 B			
Classe acciaio:	S 355			
$f_{yk} =$	355	N/mm ²	tensione di snervamento caratteristica	
$\gamma_{m,slu} =$	1.05		fattore parziale	
$f_{yd} =$	338	N/mm ²	tensione di snervamento di progetto	
n. di profili =	2			
tipo:	H			
classe:	1			
$W_{el} =$	1376	cm ³	modulo di resistenza elastico - asse forte	
A =	131	cm ²	area	
$W_{pl} =$	1534	cm ³	modulo di resistenza plastico - asse forte	
$A_v =$	41.1	cm ²	area resistente a taglio	
b =	280	mm	larghezza	
h =	280	mm	altezza	
$t_w =$	10.5	mm	spessore anima	
$t_f =$	18	mm	spessore ali	
r =	24	mm	raggio curvatura raccordo	
$\rho =$	0.000		parametro di riduzione resistenza a taglio	
n =	0.00		rapporto azione/resistenza assiale	
a =	0.23		parametro di riduzione resistenza assiale	

Nella seguente tabella sono mostrati i risultati della verifica. Poiché le resistenze (Rd) sono sempre maggiori delle relative azioni di progetto (FEd) e risultando (Rd/FEd) > 1, le verifiche sono soddisfatte.

Tabella 15 - Verifica travi di ripartizione

DATI				AZIONI DI PROGETTO			RESISTENZE DI PROGETTO						VERIFICA
				(F _{Ed})			(R _d)						(>1)
Section	Order	N _Q	i	N _{Ed}	M _{Ed}	V _{Ed}	N _{pl,Rd}	M _{c,Rd}	V _{c,Rd}	M _{y,V,Rd}	M _{N,y,Rd}	M _{y,V,N,Rd}	(R _d /F _{Ed}) _{min}
-	-	kN	m	kN	kNm	kN	kN	kNm	kN	kNm	kNm	kNm	--
3	0	935	7.00	0	655	468	8885	1037	1606	1037	1037	1037	1.58

OK

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
VI01A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 01 A 1 001	Rev. B	Foglio 64 di 157

4.11.3 Sezione 3 - Verifica strutturale dei puntoni di contrasto

I puntoni sono verificati allo SLU secondo quanto previsto dalla normativa vigente ed in accordo alla metodologia riportata nel paragrafo precedente. Le azioni di calcolo sono valutate in base alle reazioni derivanti dal calcolo riportate al paragrafo 4.9.2.

La sollecitazione assiale massima che arriva al sistema di contrasto sommitale modellato nel calcolo è 2272.8 kN (SLU) con un interasse medio di 6.0 m. Il momento flettente e il taglio di calcolo sono valutati per il solo peso proprio del profilato Ø355.6#20 (amplificato per 1.3 allo SLU), per lo schema di trave appoggiata agli estremi:

$$N_{Ed} = 2272.8 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 13.2 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_{Ed} = 7.5 \text{ kN}$$

Le caratteristiche geometriche ed i parametri di verifica, con riferimento ai simboli descritti al precedente paragrafo, sono i seguenti:

tipo:	Ø			
classe:	1			
$W_{el,maj}$ =	1676	cm ³	modulo di resistenza elastico - asse forte	
$W_{el,min}$ =	1676	cm ⁴	modulo di resistenza elastico - asse debole	
A =	211	cm ²	area	
$W_{pl,maj}$ =	2255	cm ³	modulo di resistenza plastico - asse forte	
$W_{pl,min}$ =	2255	cm ⁴	modulo di resistenza plastico - asse debole	
A_v =	134.2	cm ²	area resistente a taglio	
b =	355.6	mm	larghezza	
h =	355.6	mm	altezza	
t_w =	20	mm	spessore anima	
t_f =	20	mm	spessore ali	
r =	-	mm	raggio curvatura raccordo	
ρ =	0.000		parametro di riduzione resistenza a taglio	
n =	0.32		rapporto azione/resistenza assiale	
a =	0.33		parametro di riduzione resistenza assiale	

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
VI01A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17 Lotto 12 Codifica Documento E12 CL VI 01 A 1 001 Rev. B Foglio 65 di 157

Stabilità Assiale				
$i_{maj} =$	12	cm	raggio d'inerzia	
$l_0 =$	7.00	m	lunghezza libera di inflessione	
$\lambda =$	59		snellezza	
$\lambda_{max} =$	250	per membrature secondo		OK FS= 4.25
$\underline{\lambda} = \lambda/\lambda_c =$	0.771		snellezza adimensionale	
$\alpha =$	0.21	for curve	fattore d'imperfezione	
$\Phi =$	0.857			
$\chi =$	0.812		fattore di riduzione per stabilità assiale	
Stabilità Flessionale				
	asse forte		asse debole	
$M_{av,Ed} =$	8.79	kN·m	0.00	kN·m
$M_A =$	0.00	kN·m	0.00	kN·m
$M_B =$	0.00	kN·m	0.00	kN·m
$M_{eq,Ed} =$	11.42	kN·m	0.00	kN·m
$N_{cr} =$	12601	kN	12601	kN
$\psi =$	1.00			carico critico Euleriano

Le verifiche di resistenza e stabilità per carico di punta assiale e flessionale sono riportate nella seguente tabella. La resistenza flessionale ridotta per effetto dell'azione assiale è valutata per mezzo del dominio di resistenza riportato nella successiva immagine. Poiché le resistenze (R_d) sono sempre maggiori delle relative azioni di progetto (E_d) e risultando $FS_b < 1$, le verifiche sono soddisfatte.

Tabella 16 - Verifica puntoni

Verifica in Campo Plastico			
$N_{pl,Rd} =$	7129	kN	3.14
$M_{c,Rd} =$	762	kN·m	57.85
$V_{c,Rd} =$	2620	kN	347.92
$M_{y,V,Rd} =$	762	kN·m	57.85
$M_{N,y,Rd} =$	40	kN·m	3.03
$M_{y,V,N,Rd} =$	40	kN·m	3.03
Verifica di Stabilità Assiale			
$N_{b,Rd} =$	5789	kN	2.55
Verifica di Stabilità Flessionale			
$FS_b =$	0.411	<=1	2.43

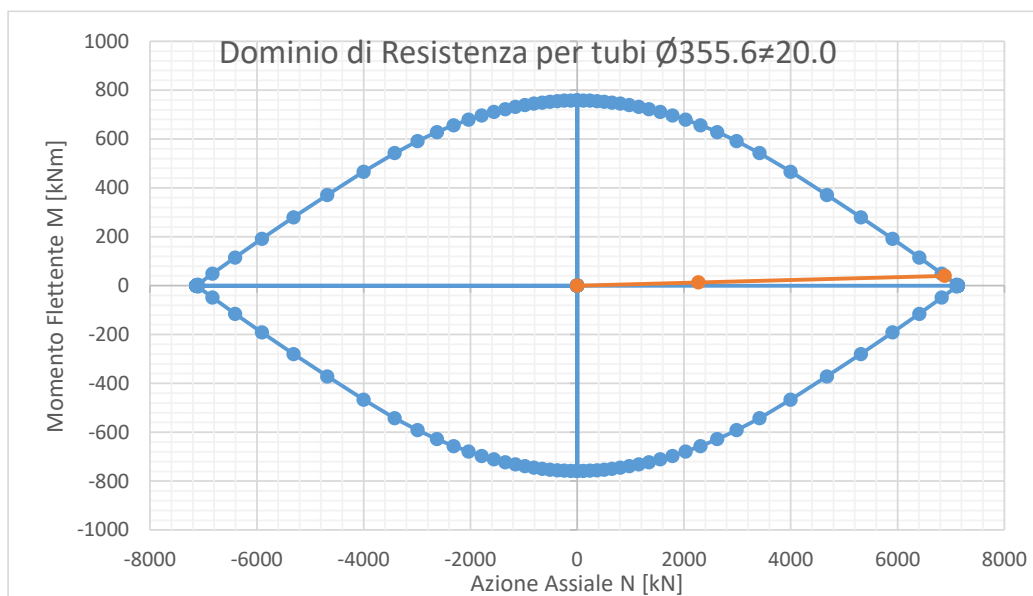


Figura 67: Dominio di resistenza allo SLU per i puntoni

4.11.4 Sezione 3 - Verifica travi di ripartizione

Si prevedono travi di ripartizione in acciaio (S355) costituite da HE 360 B.

Il momento flettente M_{max} ed il taglio massimo T_{max} sono calcolati modellando la trave di coronamento come una trave continua su appoggi disposti ad un interasse pari all'interasse fra i puntoni e sollecitata da un carico uniformemente ripartito pari alla reazione dei puntoni F_h (kN/m). In particolare si considera:

$$M_{max} = F_h \frac{L^2}{10}$$

$$T_{max} = F_h \frac{L}{2}$$

$L \sim 7$ m (luce massima tra i puntoni).

Nel caso in esame le sollecitazioni valgono (SLU STR):

$$F_h = 2272.8 / 7 = 324.7 \text{ kN/m}$$

$$M_{max} = 1591 \text{ kNm}$$

$$T_{max} = 1136 \text{ kN}$$

Nella seguente tabella sono mostrate le caratteristiche delle travi di ripartizioni adottate.

 IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
VI01A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17 Lotto 12 Codifica Documento EI2 CL VI 01 A 1 001 Rev. B Foglio 67 di 157

Tabella 17 – Caratteristiche travi di ripartizione adottate

Tipo di profilo:	HE			
Profilo:	HE 360 B			
Classe acciaio:	S 355			
$f_{yk} =$	355	N/mm ²	tensione di snervamento caratteristica	
$\gamma_{m,slu} =$	1.05		fattore parziale	
$f_{yd} =$	338	N/mm ²	tensione di snervamento di progetto	
n. di profili =	2			
tipo:	H			
classe:	1			
$W_{el} =$	2400	cm ³	modulo di resistenza elastico - asse forte	
$A =$	181	cm ²	area	
$W_{pl} =$	2683	cm ³	modulo di resistenza plastico - asse forte	
$A_v =$	60.6	cm ²	area resistente a taglio	
$b =$	300	mm	larghezza	
$h =$	360	mm	altezza	
$t_w =$	12.5	mm	spessore anima	
$t_f =$	22.5	mm	spessore ali	
$r =$	27	mm	raggio curvatura raccordo	
$\rho =$	0.000		parametro di riduzione resistenza a taglio	
$n =$	0.00		rapporto azione/resistenza assiale	
$a =$	0.25		parametro di riduzione resistenza assiale	

Nella seguente tabella sono mostrati i risultati della verifica. Poiché le resistenze (R_d) sono sempre maggiori delle relative azioni di progetto (F_{Ed}) e risultando $(R_d/F_{Ed}) > 1$, le verifiche sono soddisfatte.

Tabella 18 - Verifica travi di ripartizione

DATI				AZIONI DI PROGETTO			RESISTENZE DI PROGETTO						VERIFICA	
Section	Order	N_d	i	N_{Ed}	M_{Ed}	V_{Ed}	(R_d)						(>1)	
-	-	kN	m	kN	kNm	kN	$N_{pl,Rd}$	$M_{c,Rd}$	$V_{c,Rd}$	$M_{yV,Rd}$	$M_{Ny,Rd}$	$M_{yV,N,Rd}$	$(R_d/F_{Ed})_{min}$	
1	0	2273	7.00	0	1591	1136	12212	1814	2364	1814	1814	1814	1.14	OK

4.12 Verifica strutturale dei pali

Per i pali $D=1000$ mm delle paratie delle pile P31 e P32, si prevede la seguente armatura massima:

- 26 ϕ 26 e staffe ϕ 12 /20 cm

Considerando le sollecitazioni massime agenti sui pali precedentemente sintetizzate nella Tabella 19, si ottengono le seguenti azioni massime sui singoli pali (considerando l'interasse dei pali armati $i=1.2$ m), con cui si eseguono le verifiche strutturali

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
VI01A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17 Lotto 12 Codifica Documento E12 CL VI 01 A 1 001 Rev. B Foglio 68 di 157

Tabella 19 – Azioni sui pali della paratia - SLU

Pali armati (D=1000 mm i=1.2m)	SLU
azione assiale massima, Nmax	158 [kN]
momento massimo, Mmax [kNm/m]	1585 [kNm]
taglio massimo, Tmax [kN/m]	430 [kN]

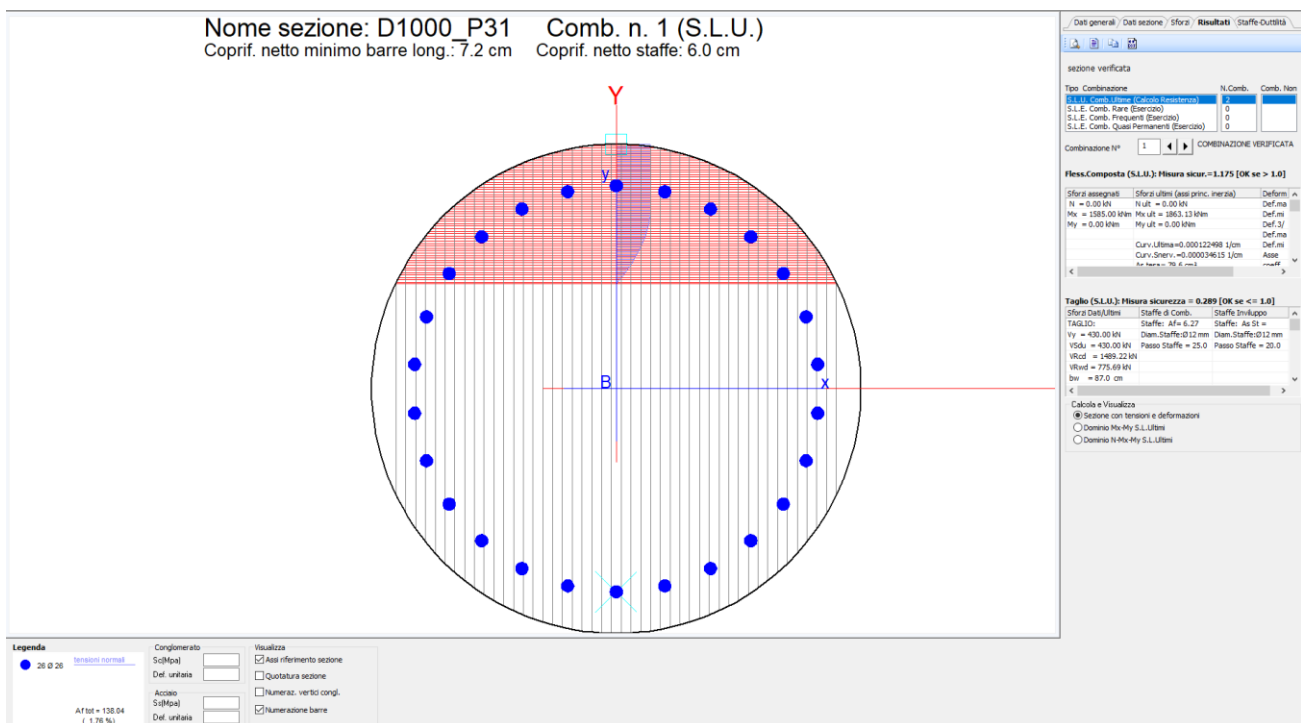


Figura 68 – Armatura dei pali

Nel seguito i tabulati di calcolo delle verifiche strutturali dei pali, da cui si evince che le verifiche sono soddisfatte.

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: D1000_P31

(Percorso File: S:\LAVORI\NET Engineering\40064 - AV Verona Vicenza\03 Analisi\sezca\OP\VI05\D1000_P31.sez)

Descrizione Sezione:	Stati Limite Ultimi
Metodo di calcolo resistenza:	Sezione generica
Tipologia sezione:	N.T.C.
Normativa di riferimento:	A Sforzo Norm. costante
Percorso sollecitazione:	Assi x, y principali d'inerzia
Riferimento Sforzi assegnati:	Zona non sismica
Riferimento alla sismicità:	

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di calcolo 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
	Coeff. di Poisson:	0.20
	Resis. media a trazione fctm:	2.560 MPa



ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Circolare
Classe Conglomerato:	C25/30

Raggio circ.:	50.0 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	41.5	26	26

ARMATURE A TAGLIO

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

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

NSforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)

Mx	Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Coppia concentrata [kNm] applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	1585.00	0.00	430.00	0.00
2	158.00	1585.00	0.00	430.00	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.4 cm
Copriferro netto minimo staffe:	6.0 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata				
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)				
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia				
My	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia				
N ult	Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)				
Mx ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia				
My ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia				
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)				
As Tesa	Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000				
	Area armature [cm ²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa				

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	1585.00	0.00	0.00	1863.13	0.00	1.175	79.6(11.3)
2	S	158.00	1585.00	0.00	158.25	1898.57	0.00	1.198	-----

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
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	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.00175	0.0	50.0	0.00246	0.0	41.5	-0.00771	0.0	-41.5
2	0.00350	-0.00161	0.0	50.0	0.00249	0.0	41.5	-0.00741	0.0	-41.5

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, cCoeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.

x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000122498	-0.002624894	0.312	0.830
2	0.000000000	0.000119276	-0.002463782	----	----

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
 Vsdu Taglio di progetto [kN] = proiez. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro
 Vcd Taglio resistente ultimo [kN] lato conglomerato compresso [(4.1.19) NTC]
 Vwd Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
 Dmed Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.
 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.
 Teta Angolo [gradi sessadec.] 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	Vsdu	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Teta	Acw	Ast	A.Eff
1	S	430.00	1489.22	775.69	77.9	87.0	21.80°	1.000	6.3	11.3(0.0)
2	S	430.00	1525.93	770.78	77.4	88.5	21.80°	1.014	6.3	11.3(0.0)

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI01A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 01 A 1 001	Rev. B	Foglio 71 di 157

4.13 Verifiche nei confronti degli stati limite idraulici

Per il tratto di opera in esame, generalmente il livello di falda per le opere provvisionali è a quota +20.5 m s.l.m. e quindi sotto fondo scavo; ad eccezione delle pile P31 e P32 per le quali si è assunto livello di falda a +23.06 m s.l.m. e quindi interferente con gli scavi. A seguire si riportano le verifiche nei confronti degli stati limite idraulici per le pile P31 e P32 relativamente alle fasi provvisionali di scavo.

Sollevamento a breve termine

Se lo scavo interessa un terreno a grana fine sovrastante un terreno a elevata permeabilità deve essere considerata la condizione a breve termine. In questo caso l'azione instabilizzante è data dalla pressione idrostatica iniziale alla base dello strato di argilla:

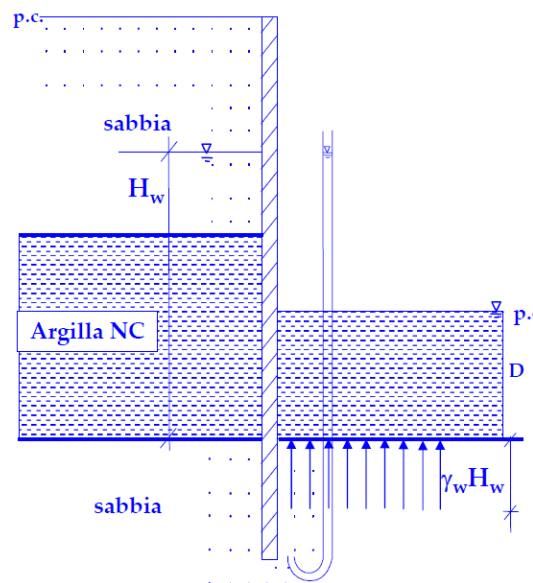
$$p_w = \gamma_w \cdot H_w$$

mentre l'azione stabilizzante è la pressione totale alla base dello strato impervio:

$$p = \gamma_{sat} \cdot D$$

Per la verifica a sollevamento (UPL), si è fatto riferimento alle indicazioni contenute nel paragrafo 6.2.3.2 delle NTC 2008 ove le azioni stabilizzanti vengono ridotte x 0.9 e le azioni instabilizzanti amplificate x 1.1.

Di seguito si riporta la verifica per la pila P31 (stratigrafia 3), lo schema è in figura di pagina seguente. Risultando $p_{w,d} < p_{,d}$, la verifica è soddisfatta.



Hw	D	γ_{sat}	p_w	p	$p_{w,d} = p_w \cdot 1.1$	$p_{,d} = p \cdot 0.9$
14.52 m	10.14 m	18.5 kN/m ³	145.2 kPa	187.6 kPa	159.72 kN/m	168.8 kN/m

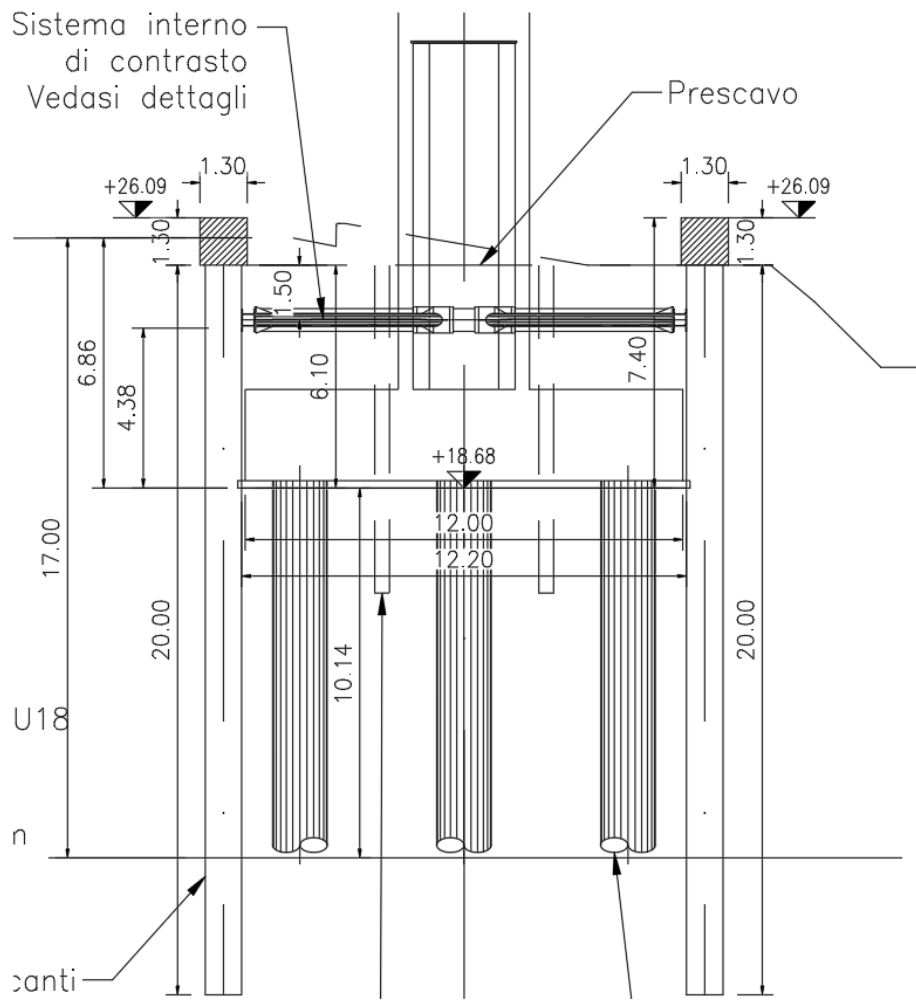


Figura 69: schema paratia P31

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI01A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 01 A 1 001	Rev. B	Foglio 73 di 157	

5 ANALISI DI STABILITA'

Nel presente capitolo si riportano le verifiche di stabilità globale delle scarpate di scavo provvisoriale previste per la realizzazione delle fondazioni di alcune pile del tratto di opera in esame. Si tratta di scavi a cielo aperto con scarpate a pendenza (2 (verticale) / 3 (orizzontale)) con una altezza massima di scavo di 3.5 m circa.

5.1 Metodologie di calcolo verifica di stabilità

La valutazione dei fattori di sicurezza alla stabilità viene condotta mediante il codice di calcolo SLIDE 18, in cui la ricerca delle superfici critiche viene svolta attraverso la generazione automatica di un elevato numero di superfici di potenziale scivolamento. Il coefficiente di sicurezza a rottura lungo la superficie di scorrimento viene definito come rapporto tra la resistenza al taglio disponibile lungo la superficie e quella effettivamente mobilitata lungo la stessa superficie:

$$FS = \frac{\int_S \tau_{disp}}{\int_S \tau_{mob}} \quad \text{coefficiente di sicurezza}$$

In conformità alla normativa vigente (D.M. 14/01/2008 "Norme Tecniche per le costruzioni" – NTC2008), l'analisi di stabilità globale deve svolgersi agli SLU: A2+M2+R2.

Secondo la normativa quindi i parametri di resistenza del terreno devono essere abbattuti a mezzo dei coefficienti parziali di seguito riportati.

$$\gamma_\phi = 1.25 \quad \text{coefficiente parziale per l'angolo di resistenza al taglio}$$

$$\gamma_c = 1.25 \quad \text{coefficiente parziale per la coesione drenata}$$

L'analisi viene quindi condotta con i seguenti parametri geotecnici di calcolo:

$$\tan(\phi'_d) = \tan(\phi'_k) / \gamma_\phi \quad \text{angolo di resistenza al taglio}$$

$$c'_d = c'_k / \gamma_c \quad \text{coesione drenata}$$

Il coefficiente di sicurezza minimo per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e fronti di scavo è pari ad 1.1 (γ_R) sia in condizioni statiche, che sismiche. Pertanto il fattore di sicurezza alla stabilità da verificare $FS \geq 1.1$.

5.2 Carichi

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. Inoltre è stato modellato nelle analisi anche il carico accidentale della viabilità a tergo (20 kPa).

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI01A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 01 A 1 001	Rev. B	Foglio 74 di 157	

Nell'analisi di stabilità, i carichi accidentali sono stati opportunamente applicati i coefficienti parziali di normativa ($\gamma=1.3$ per A2).

5.3 Sezioni di calcolo

La verifica di stabilità è svolta per le sezioni rappresentative delle condizioni peggiori considerando altezza di scavo, stratigrafia e livello di falda; in particolare è stata analizzata la seguente sezione con:

- **Scavo h = 3.5 m** (pila P21) con rilevato stradale e relativo carico accidentale stradale a tergo (20 kPa) e carico accidentale dei mezzi di cantiere (10kPa), falda a circa 1 m sotto fondo scavo, quindi non interferente con lo scavo; la stratigrafia di riferimento è la 2.
- **Scavo h = 3.1 m** (pila P41) con carico accidentale stradale a tergo e falda a circa 3 m sotto fondo scavo, quindi non interferente con lo scavo; stratigrafia 4.

5.4 Caratterizzazione geotecnica dei terreni

Nelle seguenti tabelle si riportano stratigrafia e parametri delle unità geotecniche di interesse progettuale.

Tabella 20 - Stratigrafia 2 e parametri geotecnici – pila P21

da [m]	a [m]	Unità geotecnica	γ [kN/m ³]	ϕ' [°]	c' [kPa]
0.0	-12.0	argilla	18.5	26	0
-12.0	-27.0	Sabbia/ghiaia	19.0	37	0

Tabella 21 - Stratigrafia 4 e parametri geotecnici – pila P41

da [m]	a [m]	Unità geotecnica	γ [kN/m ³]	ϕ' [°]	c' [kPa]
0.0	-9.0	sabbia	19.0	34	0
-9.0	-11.0	argilla	18.5	26	0
-11.0	-16.0	sabbia	19.0	34	0

Il livello di falda per le fasi provvisorie degli scavi a cielo aperto, è assunto a +20.5 m s.l.m., quindi circa 1 m sotto fondo scavo per P21 e 3 m sotto fondo scavo per P41.

5.5 Risultati

Nelle seguenti figure si riportano i risultati della verifica di stabilità nelle sole condizioni statiche SLU in quanto si tratta di opere provvisorie. Il fattore di sicurezza minimo è > 1.1 , quindi la verifica di stabilità è soddisfatta, secondo quanto previsto da normativa.

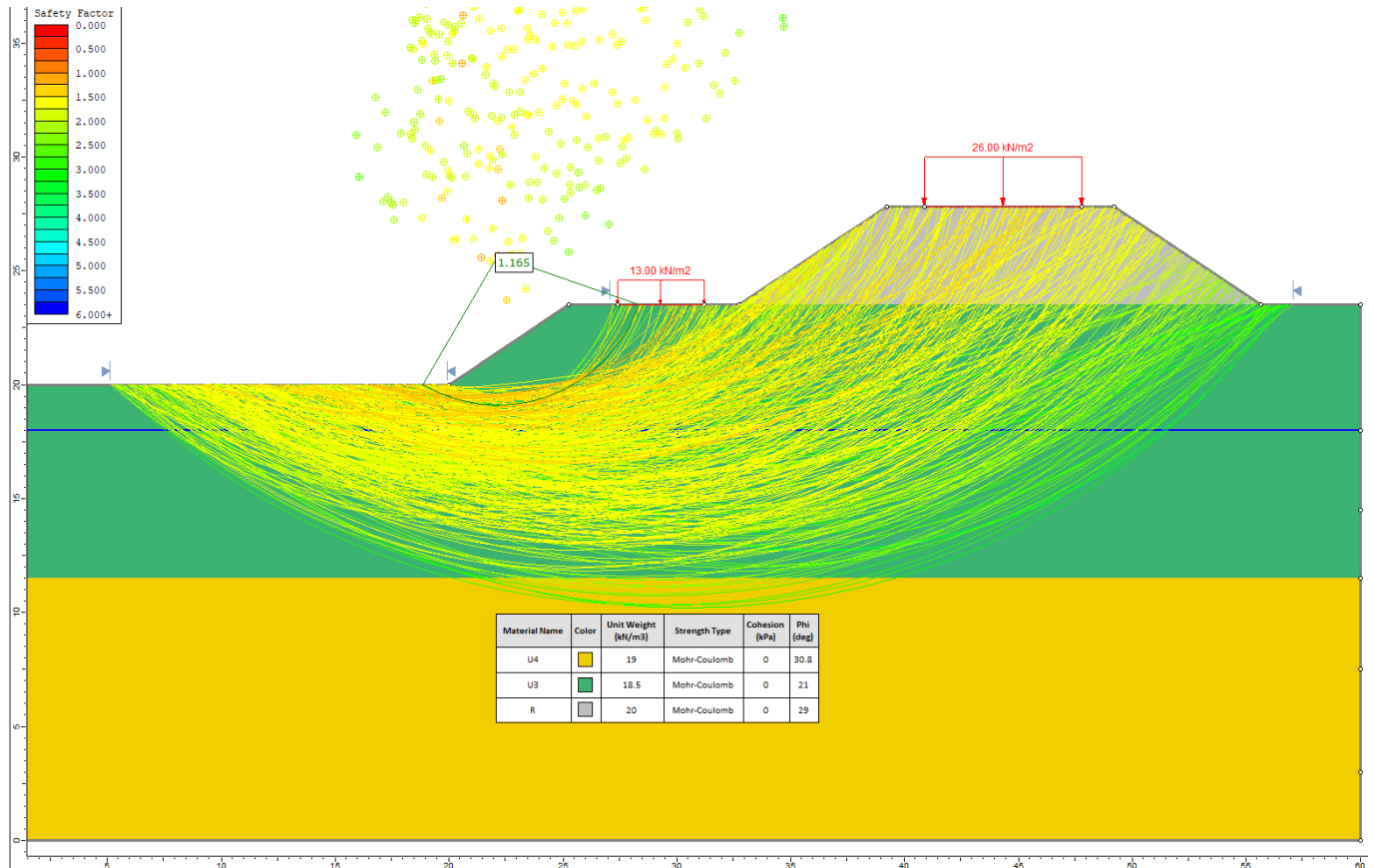


Figura 70 – Analisi di stabilità statica SLU – Hscavo = 3.5 m – pila P21

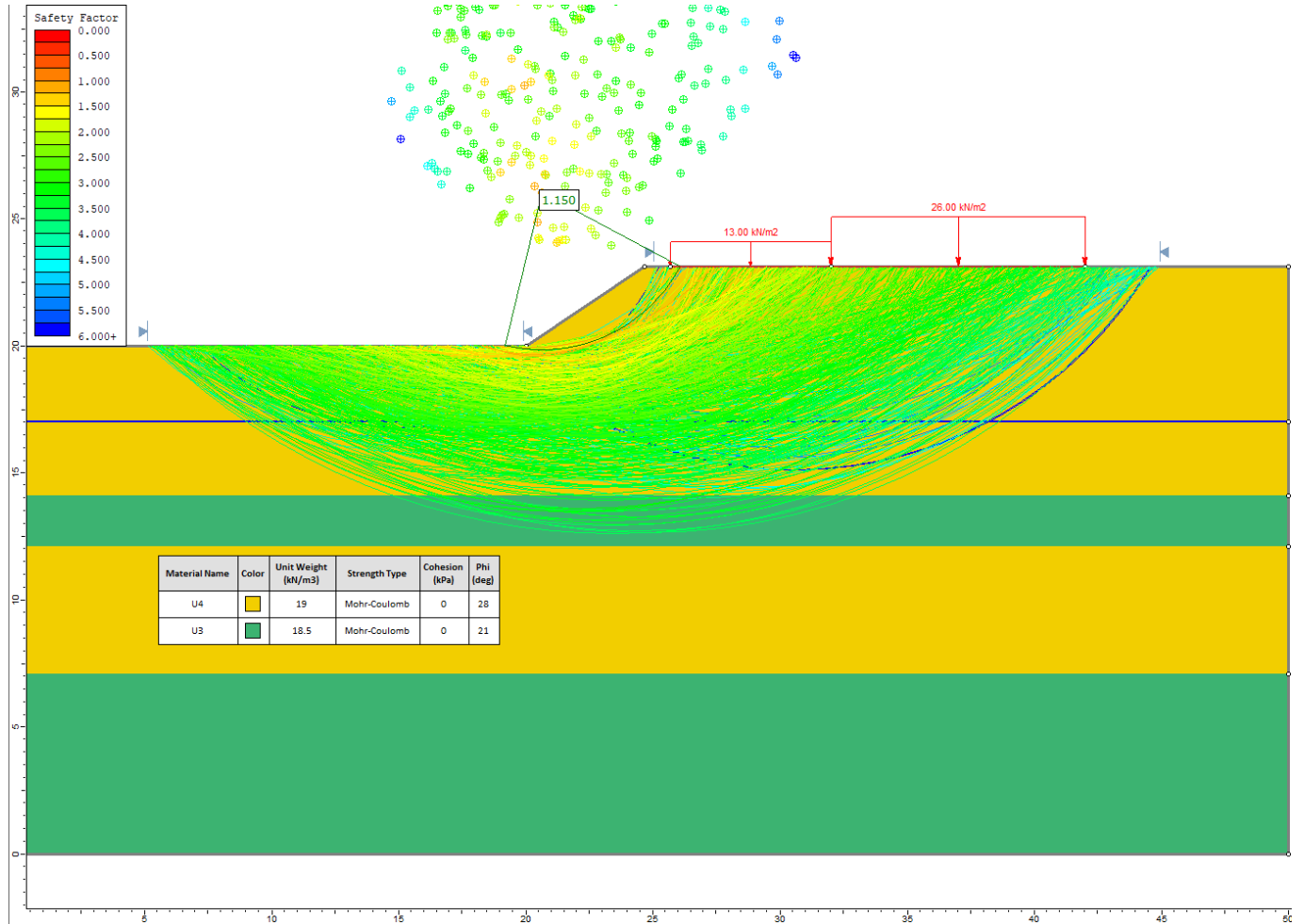


Figura 71 – Analisi di stabilità statica SLU – Hscavo = 3.1 m – Pila P41

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
VI01A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 01 A 1 001	Rev. B	Foglio 77 di 157

6 APPENDICE A. ANALISI STABILITA'. TABULATI DI CALCOLO SLIDE

6.1 Analisi di stabilità statica SLU – Hscavo = 3.5 m – Pila P21

Slide Analysis Information

P21_00

Project Summary

File Name: P21_00.slmd
Slide Modeler Version: 8.024
Compute Time: 00h:00m:00.88s
Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Date Created: 30/10/2021, 11:17:54

General Settings

Units of Measurement: Metric Units
Time Units: days
Permeability Units: meters/second
Data Output: Standard
Failure Direction: Right to Left

Analysis Options

Slices Type: Vertical

Analysis Methods Used

Bishop simplified

Number of slices: 50
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 75
Check malpha < 0.2: Yes
Create Interslice boundaries at intersections with water tables and piezos: Yes
Initial trial value of FS: 1
Steffensen Iteration: Yes

Groundwater Analysis



Groundwater Method: Water Surfaces
 Pore Fluid Unit Weight [kN/m3]: 9.81
 Use negative pore pressure cutoff: Yes
 Maximum negative pore pressure [kPa]: 0
 Advanced Groundwater Method: None

Random Numbers

Pseudo-random Seed: 10116
 Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Surface Options

Surface Type: Circular
 Search Method: Slope Search
 Number of Surfaces: 500
 Upper Angle [°]: Not Defined
 Lower Angle [°]: Not Defined
 Composite Surfaces: Disabled
 Reverse Curvature: Invalid Surfaces
 Minimum Elevation: Not Defined
 Minimum Depth [m]: Not Defined
 Minimum Area: Not Defined
 Minimum Weight: Not Defined

Seismic Loading

Advanced seismic analysis: No
 Staged pseudostatic analysis: No

Loading

- 2 Distributed Loads present

Distributed Load 1

Distribution: Constant
 Magnitude [kPa]: 26
 Orientation: Normal to boundary

Distributed Load 2

Distribution: Constant
 Magnitude [kPa]: 13
 Orientation: Normal to boundary

**Materials**

Property	U4	U3	R
Color			
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	19	18.5	20
Cohesion [kPa]	0	0	0
Friction Angle [°]	30.8	21	29
Water Surface	Water Table	Water Table	Water Table
Hu Value	1	1	1

Global Minimums**Method: bishop simplified**

FS	1.165060
Center:	22.134, 25.666
Radius:	6.554
Left Slip Surface Endpoint:	18.840, 20.000
Right Slip Surface Endpoint:	28.319, 23.500
Resisting Moment:	985.001 kN-m
Driving Moment:	845.45 kN-m
Total Slice Area:	20.0481 m2
Surface Horizontal Width:	9.47887 m
Surface Average Height:	2.11503 m

Valid/Invalid Surfaces**Method: bishop simplified**

Number of Valid Surfaces: 453
Number of Invalid Surfaces: 47

Slice Data**• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.16506**

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Angle of Slice Base [degrees]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]	Base Vertical Stress [kPa]	Effective Vertical Stress [kPa]
1	0.189577	0.18593	-29.2177	U3	0	21	0.396114	0.461496	1.20224	0	1.20224	0.980698	0.980698
2	0.189577	0.543705	-27.3353	U3	0	21	1.13885	1.32683	3.45651	0	3.45651	2.86782	2.86782
3	0.189577	0.874005	-25.4843	U3	0	21	1.80189	2.09931	5.46891	0	5.46891	4.61005	4.61005

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>IRICAV2</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>					
VI01A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Progetto IN17</td> <td style="width: 15%;">Lotto 12</td> <td style="width: 35%;">Codifica Documento E12 CL VI 01 A 1 001</td> <td style="width: 10%;">Rev. B</td> <td style="width: 25%;">Foglio 80 di 157</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E12 CL VI 01 A 1 001	Rev. B	Foglio 80 di 157
Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E12 CL VI 01 A 1 001	Rev. B	Foglio 80 di 157		

4	0.189577	1.17812	-23.6615	U3	0	21	2.39291	2.78788	7.26267	0	7.26267	6.21418	6.21418
5	0.189577	1.45719	-21.8638	U3	0	21	2.91826	3.39995	8.85714	0	8.85714	7.68615	7.68615
6	0.189577	1.71216	-20.0884	U3	0	21	3.38325	3.94169	10.2685	0	10.2685	9.03115	9.03115
7	0.189577	2.11661	-18.333	U3	0	21	4.1293	4.81088	12.5328	0	12.5328	11.1645	11.1645
8	0.189577	2.76605	-16.5953	U3	0	21	5.33059	6.21046	16.1788	0	16.1788	14.5902	14.5902
9	0.189577	3.39667	-14.8731	U3	0	21	6.46923	7.53704	19.6347	0	19.6347	17.9166	17.9166
10	0.189577	4.00597	-13.1646	U3	0	21	7.54342	8.78854	22.8949	0	22.8949	21.1306	21.1306
11	0.189577	4.59442	-11.4679	U3	0	21	8.55676	9.96914	25.9705	0	25.9705	24.2346	24.2346
12	0.189577	5.16243	-9.78135	U3	0	21	9.5123	11.0824	28.8707	0	28.8707	27.2308	27.2308
13	0.189577	5.71033	-8.10335	U3	0	21	10.4128	12.1315	31.6035	0	31.6035	30.1209	30.1209
14	0.189577	6.2384	-6.43231	U3	0	21	11.2603	13.1189	34.176	0	34.176	32.9065	32.9065
15	0.189577	6.74686	-4.76676	U3	0	21	12.057	14.0471	36.594	0	36.594	35.5886	35.5886
16	0.189577	7.23587	-3.10524	U3	0	21	12.8045	14.918	38.8628	0	38.8628	38.1682	38.1682
17	0.189577	7.70555	-1.44634	U3	0	21	13.5044	15.7334	40.9868	0	40.9868	40.6458	40.6458
18	0.189577	8.15597	0.211356	U3	0	21	14.1576	16.4945	42.9696	0	42.9696	43.0219	43.0219
19	0.189577	8.58715	1.86923	U3	0	21	14.7655	17.2027	44.8145	0	44.8145	45.2964	45.2964
20	0.189577	8.99906	3.52867	U3	0	21	15.3287	17.8589	46.5241	0	46.5241	47.4693	47.4693
21	0.189577	9.39161	5.19108	U3	0	21	15.8481	18.464	48.1003	0	48.1003	49.5401	49.5401
22	0.189577	9.76468	6.85789	U3	0	21	16.3241	19.0185	49.5449	0	49.5449	51.5081	51.5081
23	0.189577	10.1181	8.53055	U3	0	21	16.757	19.5229	50.859	0	50.859	53.3725	53.3725
24	0.189577	10.4516	10.2106	U3	0	21	17.1473	19.9776	52.0433	0	52.0433	55.1318	55.1318
25	0.189577	10.7649	11.8995	U3	0	21	17.4948	20.3825	53.0983	0	53.0983	56.7848	56.7848
26	0.189577	11.0577	13.5991	U3	0	21	17.7997	20.7377	54.0233	0	54.0233	58.3292	58.3292
27	0.189577	11.3295	15.3109	U3	0	21	18.0616	21.0429	54.8186	0	54.8186	59.7634	59.7634
28	0.189577	11.5799	17.0369	U3	0	21	18.2803	21.2977	55.4825	0	55.4825	61.0843	61.0843
29	0.189577	11.8082	18.7789	U3	0	21	18.4554	21.5017	56.0138	0	56.0138	62.2889	62.2889
30	0.189577	12.0139	20.5392	U3	0	21	18.5861	21.6539	56.4105	0	56.4105	63.374	63.374
31	0.189577	12.1961	22.32	U3	0	21	18.6717	21.7536	56.6701	0	56.6701	64.3356	64.3356
32	0.189577	12.354	24.1239	U3	0	21	18.711	21.7994	56.7893	0	56.7893	65.1685	65.1685
33	0.189577	12.4866	25.9536	U3	0	21	18.7028	21.7899	56.7646	0	56.7646	65.8678	65.8678
34	0.189577	12.5847	27.8122	U3	0	21	18.6341	21.7098	56.5562	0	56.5562	66.3859	66.3859
35	0.189577	12.3653	29.7032	U3	0	21	18.0911	21.0772	54.9081	0	54.9081	65.2285	65.2285
36	0.189577	11.9708	31.6306	U3	0	21	17.2959	20.1508	52.4946	0	52.4946	63.1479	63.1479
37	0.189577	11.5452	33.5989	U3	0	21	16.4627	19.18	49.9656	0	49.9656	60.9029	60.9029
38	0.189577	11.0862	35.6132	U3	0	21	15.5895	18.1627	47.3155	0	47.3155	58.4819	58.4819
39	0.189577	10.5914	37.6797	U3	0	21	14.6744	17.0965	44.538	0	44.538	55.8713	55.8713
40	0.189577	10.0576	39.8056	U3	0	21	13.7151	15.9789	41.6266	0	41.6266	53.0559	53.0559
41	0.189577	9.48121	41.9995	U3	0	21	12.7089	14.8066	38.5726	0	38.5726	50.0155	50.0155
42	0.189577	8.85779	44.2721	U3	0	21	11.6526	13.576	35.3667	0	35.3667	46.727	46.727
43	0.189577	8.18169	46.6365	U3	0	21	10.5426	12.2828	31.9978	0	31.9978	43.1606	43.1606
44	0.189577	7.44578	49.1095	U3	0	21	9.37462	10.922	28.4527	0	28.4527	39.2787	39.2787
45	0.189577	6.64073	51.7131	U3	0	21	8.14338	9.48753	24.7159	0	24.7159	35.032	35.032
46	0.189577	5.75392	54.477	U3	0	21	9.07576	10.5738	27.5457	0	27.5457	40.2587	40.2587
47	0.189577	4.76756	57.4435	U3	0	21	8.29144	9.66003	25.1652	0	25.1652	38.1519	38.1519
48	0.189577	3.65504	60.6759	U3	0	21	6.70429	7.8109	20.3481	0	20.3481	32.2832	32.2832
49	0.189577	2.37314	64.278	U3	0	21	4.99344	5.81766	15.1555	0	15.1555	25.5209	25.5209
50	0.189577	0.841527	68.4437	U3	0	21	3.13327	3.65045	9.50975	0	9.50975	17.4412	17.4412

Interslice Data

• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.16506

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
--------------	------------------	---------------------------	------------------------------	-----------------------------	----------------------------------

GENERAL CONTRACTOR



IRICAV2

ALTA SORVEGLIANZA



VI01A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

Progetto
IN17Lotto
12Codifica Documento
EI2 CL VI 01 A 1 001Rev.
BFoglio
81 di 157

1	18.8403	20	0	0	0
2	19.0299	19.894	0.202544	0	0
3	19.2195	19.796	0.757109	0	0
4	19.409	19.7056	1.59278	0	0
5	19.5986	19.6225	2.64959	0	0
6	19.7882	19.5465	3.87644	0	0
7	19.9778	19.4771	5.22958	0	0
8	20.1674	19.4143	6.79947	0	0
9	20.3569	19.3578	8.72382	0	0
10	20.5465	19.3075	10.9385	0	0
11	20.7361	19.2631	13.3833	0	0
12	20.9257	19.2247	16.0038	0	0
13	21.1152	19.192	18.7502	0	0
14	21.3048	19.165	21.5767	0	0
15	21.4944	19.1436	24.4413	0	0
16	21.684	19.1278	27.3049	0	0
17	21.8735	19.1175	30.1313	0	0
18	22.0631	19.1128	32.8869	0	0
19	22.2527	19.1135	35.5401	0	0
20	22.4423	19.1196	38.0613	0	0
21	22.6319	19.1313	40.4226	0	0
22	22.8214	19.1486	42.5977	0	0
23	23.011	19.1714	44.5619	0	0
24	23.2006	19.1998	46.2916	0	0
25	23.3902	19.2339	47.7643	0	0
26	23.5797	19.2739	48.9588	0	0
27	23.7693	19.3197	49.8547	0	0
28	23.9589	19.3716	50.4327	0	0
29	24.1485	19.4297	50.6742	0	0
30	24.3381	19.4942	50.5613	0	0
31	24.5276	19.5652	50.0771	0	0
32	24.7172	19.6431	49.2053	0	0
33	24.9068	19.728	47.9302	0	0
34	25.0964	19.8202	46.237	0	0
35	25.2859	19.9202	44.1128	0	0
36	25.4755	20.0284	41.6034	0	0
37	25.6651	20.1451	38.7517	0	0
38	25.8547	20.2711	35.5786	0	0
39	26.0443	20.4069	32.1082	0	0
40	26.2338	20.5533	28.3684	0	0
41	26.4234	20.7113	24.3915	0	0
42	26.613	20.882	20.2161	0	0
43	26.8026	21.0668	15.888	0	0
44	26.9921	21.2675	11.4632	0	0
45	27.1817	21.4865	7.01088	0	0
46	27.3713	21.7266	2.61852	0	0
47	27.5609	21.9922	-2.97624	0	0
48	27.7505	22.2891	-8.87713	0	0
49	27.94	22.6266	-14.4738	0	0
50	28.1296	23.0201	-19.4915	0	0
51	28.3192	23.5	0	0	0

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>IRICAV2</p>		<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>			
<p>VI01A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento EI2 CL VI 01 A 1 001</p>	<p>Rev. B</p>	<p>Foglio 82 di 157</p>




Group: Group 1

Shared Entities

Type	Coordinates	
External Boundary	X	Y
	0	0
	60	0
	60	3
	60	7.5
	60	11.5
	60	14.5
	60	23.5
	55.65	23.5
	49.2	27.8
	39.2	27.8
	32.75	23.5
	25.25	23.5
Material Boundary	X	Y
	0	11.5
Material Boundary	X	Y
	32.75	23.5
Material Boundary	X	Y
	55.65	23.5

Scenario-based Entities

Type	Coordinates	Master Scenario
Water Table	X	Y
	0	18
	60	18
Assigned to materials:		
Distributed Load	X	Y
	47.786	27.8
	40.8829	27.8
Distributed Load	X	Y
	31.1776	23.5
	27.4164	23.5

 U4
 U3
 R

Constant Distribution
Orientation: Normal to boundary
Magnitude: 26 kN/m2
Creates Excess Pore Pressure: No

Constant Distribution
Orientation: Normal to boundary
Magnitude: 13 kN/m2
Creates Excess Pore Pressure: No

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
VI01A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 01 A 1 001	Rev. B	Foglio 83 di 157

6.2 Analisi di stabilità statica SLU – Hscavo = 3.1 m – Pila P41

Slide Analysis Information

P41_00

Project Summary

File Name: P41_00.sldm
Slide Modeler Version: 8.024
Compute Time: 00h:00m:00.89s
Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Date Created: 30/10/2021, 11:17:54

General Settings

Units of Measurement: Metric Units
Time Units: days
Permeability Units: meters/second
Data Output: Standard
Failure Direction: Right to Left

Analysis Options

Slices Type: Vertical

Analysis Methods Used

Bishop simplified

Number of slices: 50
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 75
Check malpha < 0.2: Yes
Create Interslice boundaries at intersections with water tables and piezos: Yes
Initial trial value of FS: 1
Steffensen Iteration: Yes

Groundwater Analysis

Groundwater Method: Water Surfaces



Pore Fluid Unit Weight [kN/m3]: 9.81
 Use negative pore pressure cutoff: Yes
 Maximum negative pore pressure [kPa]: 0
 Advanced Groundwater Method: None

Random Numbers

Pseudo-random Seed: 10116
 Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Surface Options

Surface Type: Circular
 Search Method: Slope Search
 Number of Surfaces: 500
 Upper Angle [°]: Not Defined
 Lower Angle [°]: Not Defined
 Composite Surfaces: Disabled
 Reverse Curvature: Invalid Surfaces
 Minimum Elevation: Not Defined
 Minimum Depth [m]: Not Defined
 Minimum Area: Not Defined
 Minimum Weight: Not Defined

Seismic Loading

Advanced seismic analysis: No
 Staged pseudostatic analysis: No

Loading

- 2 Distributed Loads present

Distributed Load 1

Distribution: Constant
 Magnitude [kPa]: 26
 Orientation: Normal to boundary

Distributed Load 2

Distribution: Constant
 Magnitude [kPa]: 13
 Orientation: Normal to boundary

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE					
VI01A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Progetto IN17</td> <td style="width: 15%;">Lotto 12</td> <td style="width: 30%;">Codifica Documento EI2 CL VI 01 A 1 001</td> <td style="width: 10%;">Rev. B</td> <td style="width: 25%;">Foglio 85 di 157</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 01 A 1 001	Rev. B	Foglio 85 di 157
Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 01 A 1 001	Rev. B	Foglio 85 di 157		

Materials

Property	U4	U3
Color		
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	19	18.5
Cohesion [kPa]	0	0
Friction Angle [°]	28	21
Water Surface	Water Table	Water Table
Hu Value	1	1

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS	1.149830
Center:	20.615, 26.041
Radius:	6.214
Left Slip Surface Endpoint:	19.161, 20.000
Right Slip Surface Endpoint:	26.088, 23.100
Resisting Moment:	469.711 kN-m
Driving Moment:	408.507 kN-m
Total Slice Area:	7.6197 m2
Surface Horizontal Width:	6.92773 m
Surface Average Height:	1.09988 m

Valid/Invalid Surfaces

Method: bishop simplified

Number of Valid Surfaces: 483
 Number of Invalid Surfaces: 17

Slice Data

• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.14983

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Angle of Slice Base [degrees]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]	Base Vertical Stress [kPa]	Effective Vertical Stress [kPa]
1	0.138555	0.0417028	-12.8801	U4	0	28	0.155629	0.178947	0.33655	0	0.33655	0.300963	0.300963
2	0.138555	0.120751	-11.5727	U4	0	28	0.445131	0.511825	0.962605	0	0.962605	0.871454	0.871454
3	0.138555	0.191146	-10.2714	U4	0	28	0.696257	0.800577	1.50567	0	1.50567	1.3795	1.3795
4	0.138555	0.253	-8.9754	U4	0	28	0.910874	1.04735	1.96978	0	1.96978	1.82591	1.82591
5	0.138555	0.306411	-7.68404	U4	0	28	1.09065	1.25406	2.35855	0	2.35855	2.2114	2.2114

 IRICAV2	 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE					
GENERAL CONTRACTOR	ALTA SORVEGLIANZA					
VI01A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;">Progetto IN17</td> <td style="text-align: center;">Lotto 12</td> <td style="text-align: center;">Codifica Documento EI2 CL VI 01 A 1 001</td> <td style="text-align: center;">Rev. B</td> <td style="text-align: center;">Foglio 86 di 157</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 01 A 1 001	Rev. B	Foglio 86 di 157
Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 01 A 1 001	Rev. B	Foglio 86 di 157		

6	0.138555	0.351463	-6.3966	U4	0	28	1.2371	1.42245	2.67525	0	2.67525	2.53656	2.53656
7	0.138555	0.496308	-5.11239	U4	0	28	1.72786	1.98675	3.73653	0	3.73653	3.58194	3.58194
8	0.138555	0.767605	-3.83076	U4	0	28	2.64369	3.03979	5.71701	0	5.71701	5.53999	5.53999
9	0.138555	1.03111	-2.55104	U4	0	28	3.51366	4.04011	7.59835	0	7.59835	7.4418	7.4418
10	0.138555	1.28645	-1.2726	U4	0	28	4.33806	4.98803	9.38114	0	9.38114	9.28477	9.28477
11	0.138555	1.53365	0.00521488	U4	0	28	5.11834	5.88522	11.0685	0	11.0685	11.069	11.069
12	0.138555	1.77272	1.28303	U4	0	28	5.85582	6.7332	12.6633	0	12.6633	12.7945	12.7945
13	0.138555	2.00364	2.56148	U4	0	28	6.55168	7.53332	14.1681	0	14.1681	14.4612	14.4612
14	0.138555	2.22641	3.84121	U4	0	28	7.20698	8.2868	15.5852	0	15.5852	16.0691	16.0691
15	0.138555	2.44098	5.12286	U4	0	28	7.82263	8.9947	16.9166	0	16.9166	17.6179	17.6179
16	0.138555	2.64731	6.40709	U4	0	28	8.39949	9.65798	18.164	0	18.164	19.1073	19.1073
17	0.138555	2.84536	7.69456	U4	0	28	8.93828	10.2775	19.3291	0	19.3291	20.5367	20.5367
18	0.138555	3.03505	8.98596	U4	0	28	9.43957	10.8539	20.4133	0	20.4133	21.906	21.906
19	0.138555	3.21629	10.282	U4	0	28	9.90399	11.3879	21.4176	0	21.4176	23.2142	23.2142
20	0.138555	3.38899	11.5833	U4	0	28	10.332	11.8801	22.3432	0	22.3432	24.4609	24.4609
21	0.138555	3.55304	12.8908	U4	0	28	10.724	12.3308	23.1908	0	23.1908	25.6451	25.6451
22	0.138555	3.7083	14.2051	U4	0	28	11.0802	12.7404	23.9611	0	23.9611	26.7659	26.7659
23	0.138555	3.85463	15.5271	U4	0	28	11.4009	13.1091	24.6547	0	24.6547	27.8222	27.8222
24	0.138555	3.99187	16.8576	U4	0	28	11.6863	13.4373	25.2718	0	25.2718	28.813	28.813
25	0.138555	4.11982	18.1976	U4	0	28	11.9365	13.7249	25.8127	0	25.8127	29.7366	29.7366
26	0.138555	4.23828	19.548	U4	0	28	12.1513	13.9719	26.2774	0	26.2774	30.5918	30.5918
27	0.138555	4.34701	20.9097	U4	0	28	12.3309	14.1784	26.6657	0	26.6657	31.3768	31.3768
28	0.138555	4.44576	22.284	U4	0	28	12.4751	14.3442	26.9775	0	26.9775	32.0898	32.0898
29	0.138555	4.53424	23.6719	U4	0	28	12.5836	14.469	27.2122	0	27.2122	32.7287	32.7287
30	0.138555	4.61213	25.0747	U4	0	28	12.6562	14.5525	27.3692	0	27.3692	33.291	33.291
31	0.138555	4.67906	26.4938	U4	0	28	12.6925	14.5942	27.4478	0	27.4478	33.7743	33.7743
32	0.138555	4.73463	27.9307	U4	0	28	12.6921	14.5937	27.4469	0	27.4469	34.1756	34.1756
33	0.138555	4.7784	29.3869	U4	0	28	12.6544	14.5504	27.3653	0	27.3653	34.4918	34.4918
34	0.138555	4.80987	30.8643	U4	0	28	12.5786	14.4633	27.2016	0	27.2016	34.7191	34.7191
35	0.138555	4.82846	32.3648	U4	0	28	12.4643	14.3318	26.9542	0	26.9542	34.8535	34.8535
36	0.138555	4.83353	33.8907	U4	0	28	12.3103	14.1547	26.6211	0	26.6211	34.8904	34.8904
37	0.138555	4.82437	35.4445	U4	0	28	12.1156	13.9309	26.2002	0	26.2002	34.8245	34.8245
38	0.138555	4.80014	37.0288	U4	0	28	11.8791	13.659	25.6889	0	25.6889	34.6498	34.6498
39	0.138555	4.7599	38.647	U4	0	28	11.5995	13.3375	25.0842	0	25.0842	34.3596	34.3596
40	0.138555	4.68481	40.3026	U4	0	28	11.2327	12.9157	24.2909	0	24.2909	33.8178	33.8178
41	0.138555	4.41235	41.9999	U4	0	28	10.399	11.9571	22.488	0	22.488	31.8512	31.8512
42	0.138555	4.07359	43.7439	U4	0	28	9.42618	10.8385	20.3843	0	20.3843	29.406	29.406
43	0.138555	3.71319	45.5402	U4	0	28	8.42503	9.68735	18.2193	0	18.2193	26.8047	26.8047
44	0.138555	3.32904	47.3961	U4	0	28	7.39472	8.50267	15.9912	0	15.9912	24.0318	24.0318
45	0.138555	2.91856	49.3199	U4	0	28	6.33468	7.28381	13.6989	0	13.6989	21.0688	21.0688
46	0.138555	2.47856	51.3222	U4	0	28	5.24447	6.03025	11.3412	0	11.3412	17.8926	17.8926
47	0.138555	2.00502	53.4164	U4	0	28	4.12395	4.74184	8.91809	0	8.91809	14.4743	14.4743
48	0.138555	1.49276	55.6196	U4	0	28	6.55439	7.53644	14.174	0	14.174	23.7535	23.7535
49	0.138555	0.934857	57.955	U4	0	28	5.25319	6.04027	11.3601	0	11.3601	19.7523	19.7523
50	0.138555	0.321753	60.4547	U4	0	28	3.90306	4.48786	8.44046	0	8.44046	15.3264	15.3264

Interslice Data

• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.14983

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	19.1608	20	0	0	0
2	19.2993	19.9683	0.0322128	0	0

GENERAL CONTRACTOR



IRICAV2

ALTA SORVEGLIANZA



VI01A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

Progetto
IN17Lotto
12Codifica Documento
EI2 CL VI 01 A 1 001Rev.
BFoglio
87 di 157

3	19.4379	19.9399	0.121162	0	0
4	19.5764	19.9148	0.255377	0	0
5	19.715	19.893	0.424613	0	0
6	19.8535	19.8743	0.619727	0	0
7	19.9921	19.8587	0.832584	0	0
8	20.1306	19.8463	1.11816	0	0
9	20.2692	19.8371	1.53727	0	0
10	20.4077	19.8309	2.07072	0	0
11	20.5463	19.8278	2.70028	0	0
12	20.6849	19.8278	3.40889	0	0
13	20.8234	19.8309	4.18045	0	0
14	20.962	19.8371	4.99985	0	0
15	21.1005	19.8464	5.85281	0	0
16	21.2391	19.8588	6.72589	0	0
17	21.3776	19.8744	7.60637	0	0
18	21.5162	19.8931	8.48221	0	0
19	21.6547	19.915	9.34206	0	0
20	21.7933	19.9402	10.1752	0	0
21	21.9318	19.9686	10.9713	0	0
22	22.0704	20.0003	11.7209	0	0
23	22.209	20.0353	12.4148	0	0
24	22.3475	20.0738	13.0444	0	0
25	22.4861	20.1158	13.6016	0	0
26	22.6246	20.1614	14.0787	0	0
27	22.7632	20.2106	14.4686	0	0
28	22.9017	20.2635	14.7645	0	0
29	23.0403	20.3203	14.9601	0	0
30	23.1788	20.381	15.0497	0	0
31	23.3174	20.4459	15.0279	0	0
32	23.4559	20.5149	14.8899	0	0
33	23.5945	20.5884	14.6312	0	0
34	23.7331	20.6664	14.2482	0	0
35	23.8716	20.7492	13.7375	0	0
36	24.0102	20.837	13.0966	0	0
37	24.1487	20.9301	12.3235	0	0
38	24.2873	21.0287	11.4171	0	0
39	24.4258	21.1332	10.3771	0	0
40	24.5644	21.244	9.20411	0	0
41	24.7029	21.3615	7.90499	0	0
42	24.8415	21.4863	6.53947	0	0
43	24.98	21.6189	5.14158	0	0
44	25.1186	21.7601	3.73578	0	0
45	25.2572	21.9108	2.35056	0	0
46	25.3957	22.072	1.01951	0	0
47	25.5343	22.245	-0.21725	0	0
48	25.6728	22.4317	-1.31099	0	0
49	25.8114	22.6342	-3.27367	0	0
50	25.9499	22.8556	-5.06078	0	0
51	26.0885	23.1	0	0	0

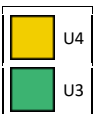
<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>IRICAV2</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>				
<p>VI01A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento EI2 CL VI 01 A 1 001</p>	<p>Rev. B</p>	<p>Foglio 88 di 157</p>

Group: Group 1

Shared Entities

Type	Coordinates																														
External Boundary	<table border="1"> <thead> <tr> <th>X</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>50</td><td>0</td></tr> <tr><td>50</td><td>7.1</td></tr> <tr><td>50</td><td>12.1</td></tr> <tr><td>50</td><td>14.1</td></tr> <tr><td>50</td><td>23.1</td></tr> <tr><td>42</td><td>23.1</td></tr> <tr><td>32</td><td>23.1</td></tr> <tr><td>24.65</td><td>23.1</td></tr> <tr><td>20</td><td>20</td></tr> <tr><td>0</td><td>20</td></tr> <tr><td>0</td><td>14.1</td></tr> <tr><td>0</td><td>12.1</td></tr> <tr><td>0</td><td>7.1</td></tr> </tbody> </table>	X	Y	0	0	50	0	50	7.1	50	12.1	50	14.1	50	23.1	42	23.1	32	23.1	24.65	23.1	20	20	0	20	0	14.1	0	12.1	0	7.1
	X	Y																													
	0	0																													
	50	0																													
	50	7.1																													
	50	12.1																													
	50	14.1																													
	50	23.1																													
	42	23.1																													
	32	23.1																													
	24.65	23.1																													
	20	20																													
	0	20																													
0	14.1																														
0	12.1																														
0	7.1																														
Material Boundary	<table border="1"> <thead> <tr> <th>X</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>12.1</td></tr> <tr><td>50</td><td>12.1</td></tr> </tbody> </table>	X	Y	0	12.1	50	12.1																								
X	Y																														
0	12.1																														
50	12.1																														
Material Boundary	<table border="1"> <thead> <tr> <th>X</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>14.1</td></tr> <tr><td>50</td><td>14.1</td></tr> </tbody> </table>	X	Y	0	14.1	50	14.1																								
X	Y																														
0	14.1																														
50	14.1																														
Material Boundary	<table border="1"> <thead> <tr> <th>X</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>7.1</td></tr> <tr><td>50</td><td>7.1</td></tr> </tbody> </table>	X	Y	0	7.1	50	7.1																								
X	Y																														
0	7.1																														
50	7.1																														

Scenario-based Entities

Type	Coordinates	Master Scenario						
Water Table	<table border="1"> <thead> <tr> <th>X</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>17</td></tr> <tr><td>50</td><td>17</td></tr> </tbody> </table>	X	Y	0	17	50	17	<p>Assigned to materials:</p>  <p>U4 U3</p>
X	Y							
0	17							
50	17							
Distributed Load	<table border="1"> <thead> <tr> <th>X</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>42</td><td>23.1</td></tr> <tr><td>32</td><td>23.1</td></tr> </tbody> </table>	X	Y	42	23.1	32	23.1	<p>Constant Distribution Orientation: Normal to boundary Magnitude: 26 kN/m2 Creates Excess Pore Pressure: No</p>
X	Y							
42	23.1							
32	23.1							
Distributed Load	<table border="1"> <thead> <tr> <th>X</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>32</td><td>23.1</td></tr> <tr><td>25.6731</td><td>23.1</td></tr> </tbody> </table>	X	Y	32	23.1	25.6731	23.1	<p>Constant Distribution Orientation: Normal to boundary Magnitude: 13 kN/m2 Creates Excess Pore Pressure: No</p>
X	Y							
32	23.1							
25.6731	23.1							





GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
VI01A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 01 A 1 001	Rev. B	Foglio 89 di 157

7 APPENDICE B. Tabulato di calcolo Plaxis

7.1 Tabulati di calcolo sezione 1

PLAXIS Report

1.1.1.1.1 Materials - Soil and interfaces - Mohr-Coulomb


Identification	Argilla	Sabbia	Argilla_Interfaccia	Sabbia_Interfaccia
Identification number	1	2	3	4
Drainage type	Drained	Drained	Drained	Drained
Colour				
Comments				
γ_{unsat}	kN/m ³ 18.50	19.00	18.50	19.00
γ_{sat}	kN/m ³ 18.50	19.00	18.50	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 10.00E3	40.00E3	10.00E3	40.00E3
ν (nu)	0.3000	0.3000	0.3000	0.3000
G	kN/m ² 3846	15.38E3	3846	15.38E3
E_{oed}	kN/m ² 13.46E3	53.85E3	13.46E3	53.85E3
c_{ref}	kN/m ² 1.000E-3	0.000	1.000E-3	1.000E-3

Identification		Argilla	Sabbia	Argilla_Interfaccia	Sabbia_Interfaccia
ϕ (phi)	°	26.00	34.00	17.00	20.00
ψ (psi)	°	0.000	0.000	0.000	0.000
V_s	m/s	45.16	89.13	45.16	89.13
V_p	m/s	84.49	166.7	84.49	166.7
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	375.0E3	1.500E6	375.0E3	1.500E6
Stiffness		Standard	Standard	Standard	Standard
Strength		Manual	Manual	Rigid	Manual
R_{inter}		0.6700	0.6700	1.000	0.6700
Consider gap closure		Yes	Yes	Yes	Yes

Identification		Argilla	Sabbia	Argilla_Interfaccia	Sabbia_Interfaccia
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}		0.5616	0.4408	0.7076	0.6580
K _{0,z}		0.5616	0.4408	0.7076	0.6580
Data set		Standard	Standard	Standard	Standard
Type		Coarse	Coarse	Coarse	Coarse
< 2 μ m	%	10.00	10.00	10.00	10.00
2 μ m - 50 μ m	%	13.00	13.00	13.00	13.00
50 μ m - 2 mm	%	77.00	77.00	77.00	77.00
Use defaults		None	None	None	None
k _x	m/s	0.6000E-6	0.01300E-3	0.6000E-6	0.01300E-3
k _y	m/s	0.6000E-6	0.01300E-3	0.6000E-6	0.01300E-3
$-\psi_{unsat}$	m	10.00E3	10.00E3	10.00E3	10.00E3
e _{init}		0.5000	0.5000	0.5000	0.5000
S _s	1/m	0.000	0.000	0.000	0.000

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

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

ρ t/m³ 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/m³ 0.000

α 1/K 0.000

Identification number 1

c kJ/t/K 0.000

λ kW/m/K 0.000

ρ t/m³ 0.000

α 1/K 0.000

A m² 0.000

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

Identification number 1

c kJ/t/K 0.000

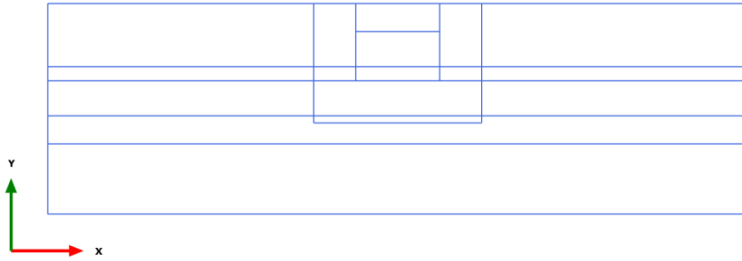
λ kW/m/K 0.000

ρ t/m³ 0.000

α 1/K 0.000

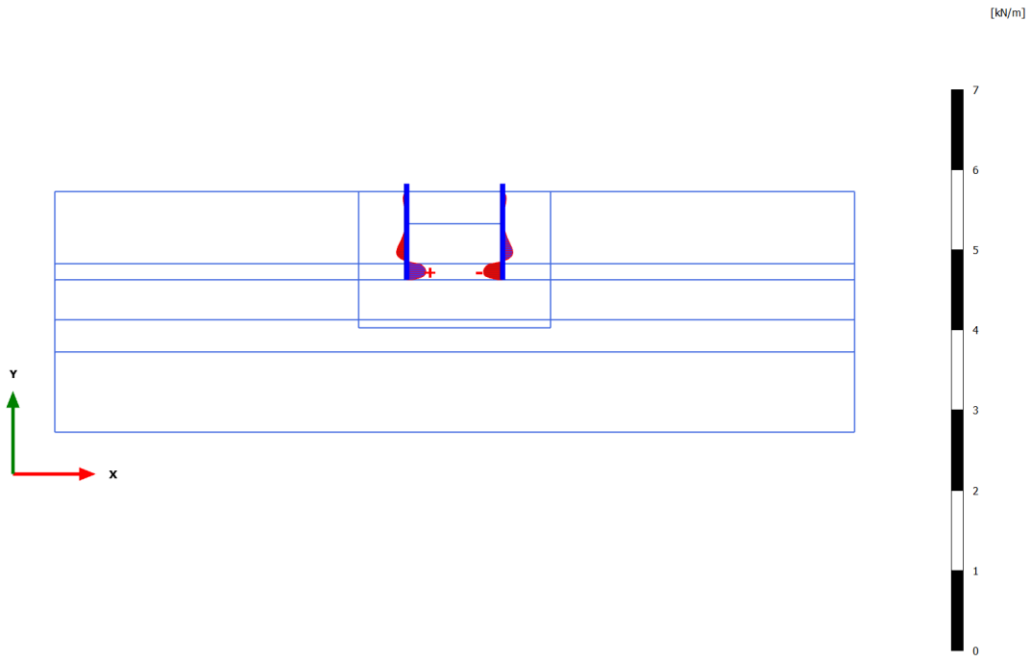
A m² 0.000

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



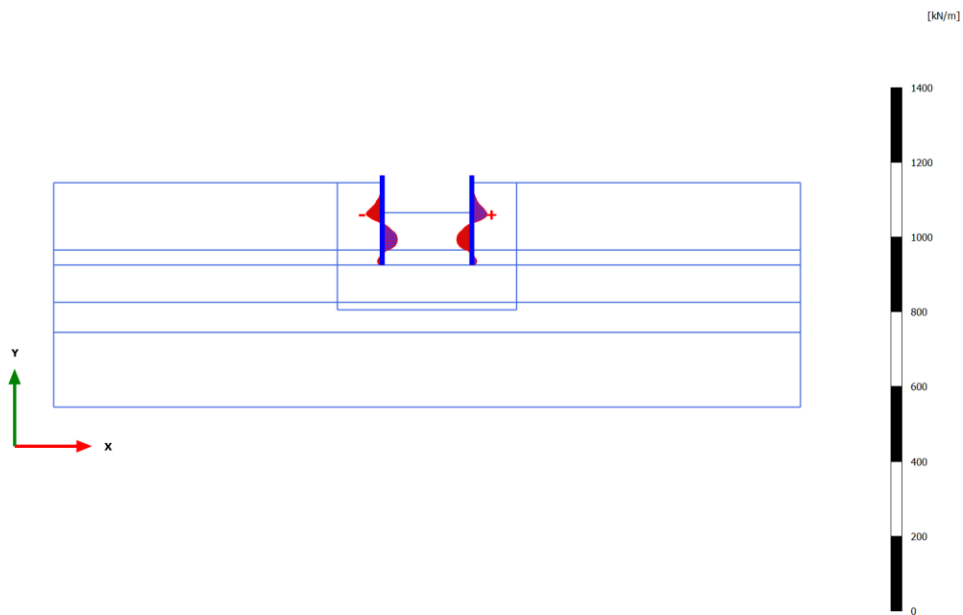
Shear forces Q (scaled up 1.00 times)
No results

3.1.1.1.2 Calculation results, Plate, Palancolato [Phase_2] (2/5), Shear forces Q



Shear forces Q (scaled up 10.0 times)
Maximum value = 0.2409 kN/m (Element 25 at Node 7879)
Minimum value = -0.2421 kN/m (Element 27 at Node 9936)

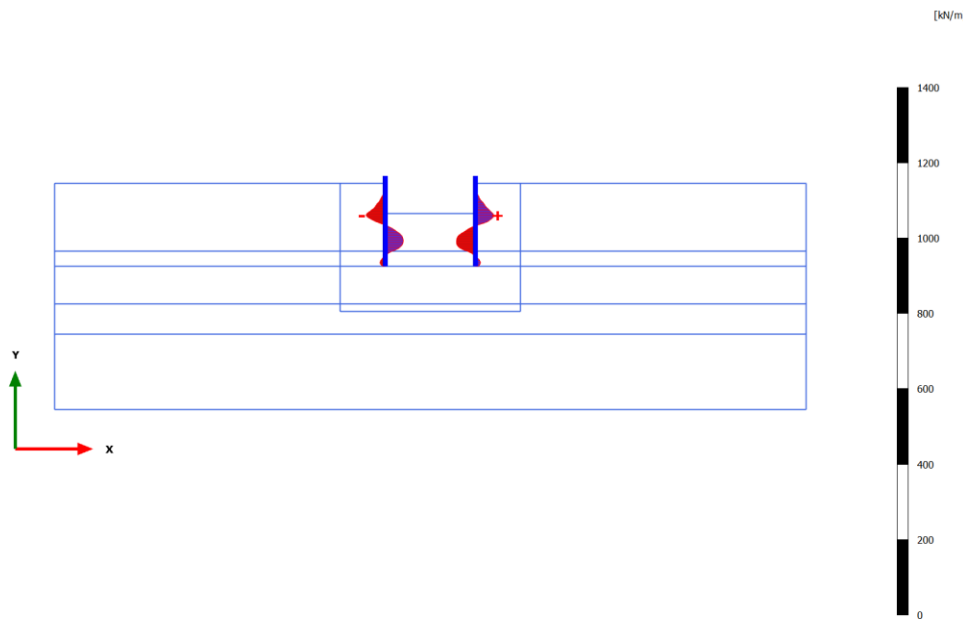
3.1.1.1.3 Calculation results, Plate, Scavo max [Phase_3] (3/276), Shear forces Q



Shear forces Q (scaled up 0.0500 times)
 Maximum value = 41.53 kN/m (Element 19 at Node 4856)
 Minimum value = -43.69 kN/m (Element 13 at Node 1360)

Calculation results, Plate, Sovraccarico [Phase_5] (5/364), Shear forces Q

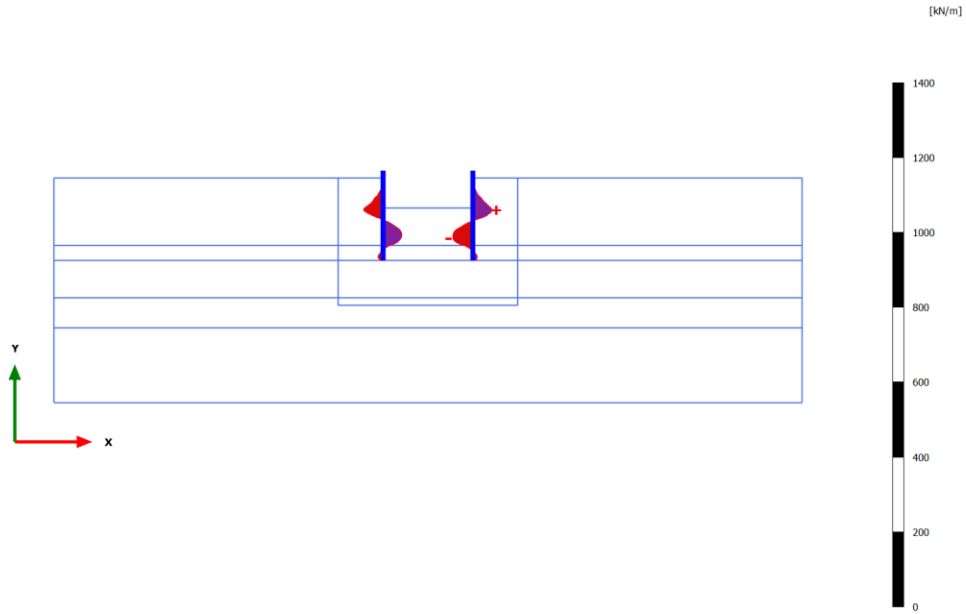
3.1.1.1.4



Shear forces Q (scaled up 0.0500 times)
 Maximum value = 49.03 kN/m (Element 19 at Node 4856)
 Minimum value = -51.44 kN/m (Element 13 at Node 1360)

Calculation results, Plate, Sovraccarico x1.15 (STR - SLU/1.3) [Phase_4] (4/398), Shear forces Q

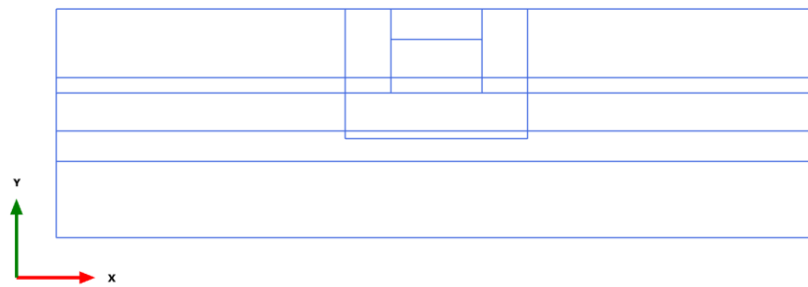
3.1.1.1.5



Shear forces Q (scaled up 0.0500 times)
 Maximum value = 51.59 kN/m (Element 19 at Node 4856)
 Minimum value = -53.85 kN/m (Element 23 at Node 7056)

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

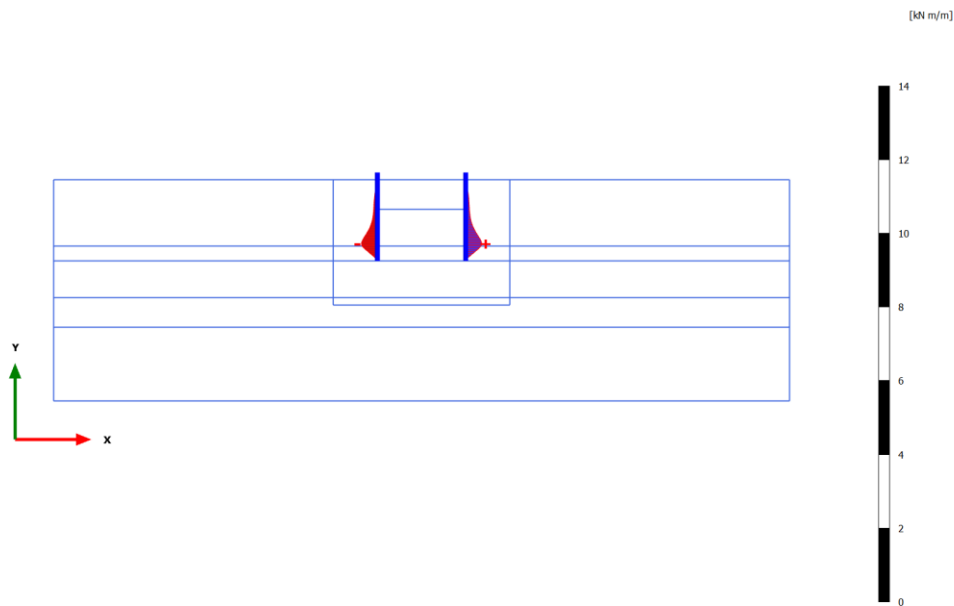
3.1.1.2.1



Bending moments M (scaled up 1.00 times)
 No results

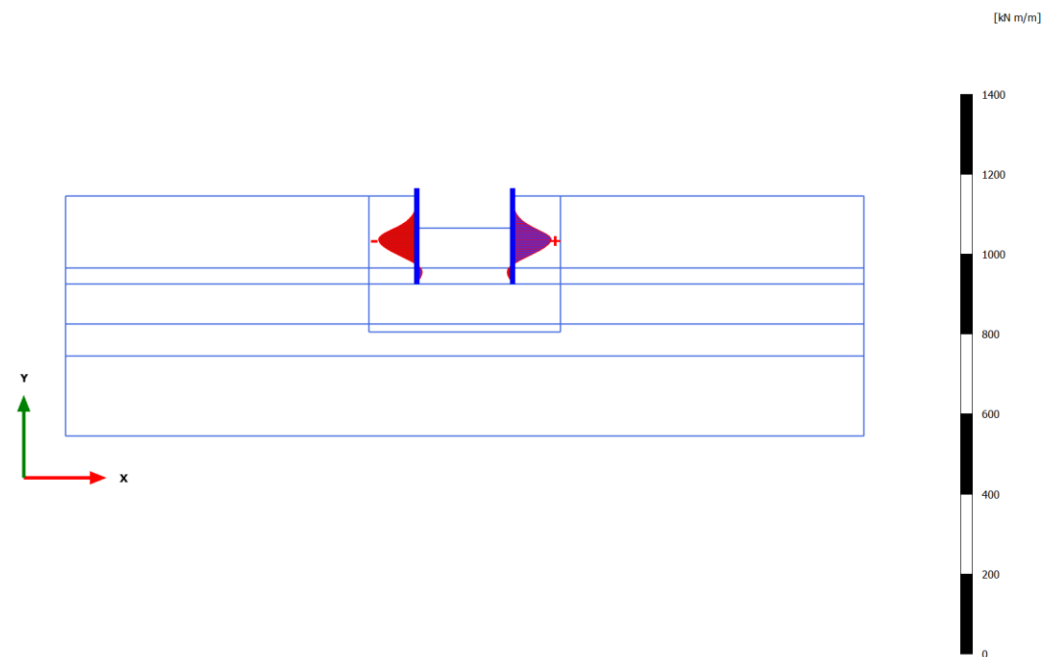
Calculation results, Plate, Palancolato [Phase_2] (2/5), Bending moments M

3.1.1.2.2



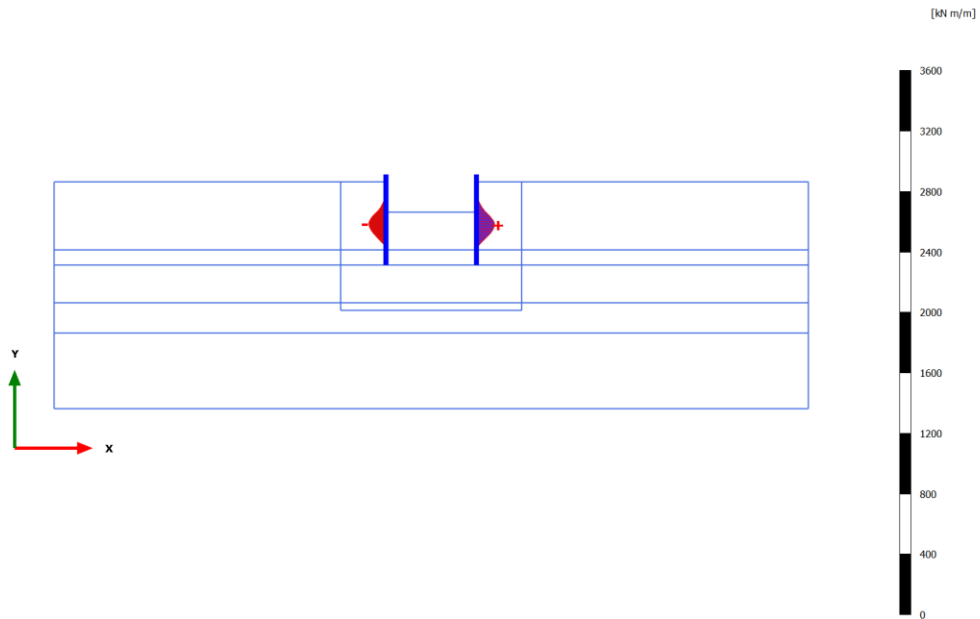
Bending moments M (scaled up 5.00 times)
 Maximum value = 0.4341 kN/m (Element 24 at Node 8072)
 Minimum value = -0.4340 kN/m (Element 18 at Node 6053)

3.1.1.2.3 Calculation results, Plate, Scavo max [Phase_3] (3/276), Bending moments M



Bending moments M (scaled up 0.0500 times)
 Maximum value = 97.11 kN/m (Element 20 at Node 5328)
 Minimum value = -96.10 kN/m (Element 14 at Node 2300)

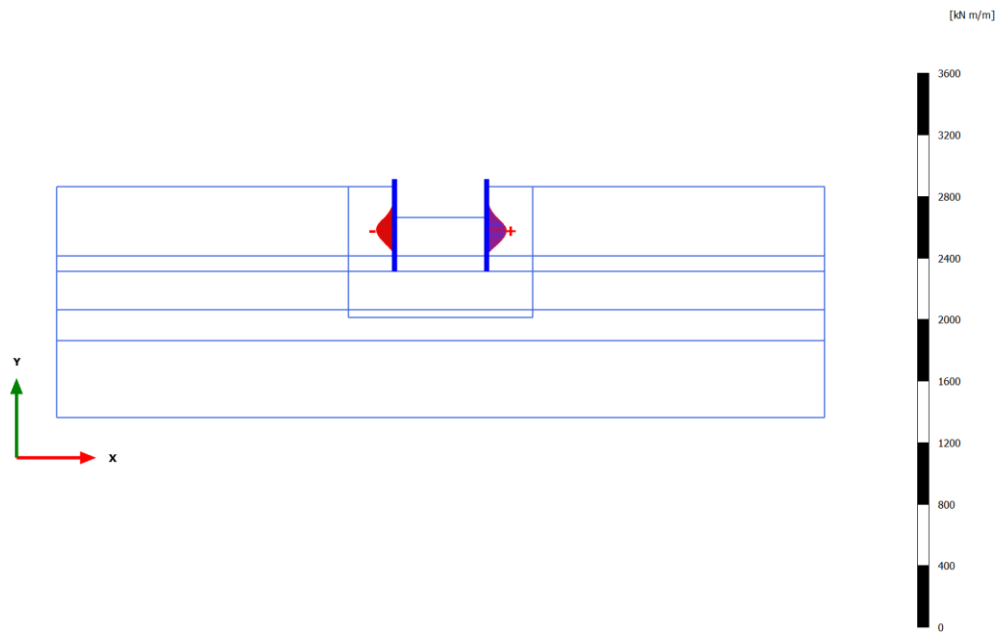
3.1.1.2.4 Calculation results, Plate, Sovraccarico [Phase_5] (5/364), Bending moments M



Bending moments M (scaled up 0.0200 times)
 Maximum value = 119.7 kN m/m (Element 20 at Node 5931)
 Minimum value = -113.2 kN m/m (Element 14 at Node 2300)

Calculation results, Plate, Sovraccarico x1.15 (STR - SLU/1.3) [Phase_4] (4/398), Bending moments M

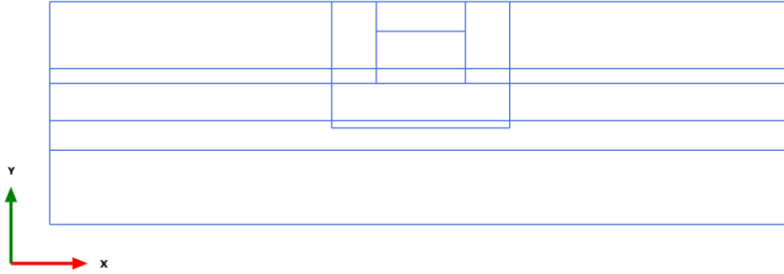
3.1.1.2.5



Bending moments M (scaled up 0.0200 times)
 Maximum value = 128.5 kN m/m (Element 21 at Node 5931)
 Minimum value = -117.9 kN m/m (Element 15 at Node 2583)

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

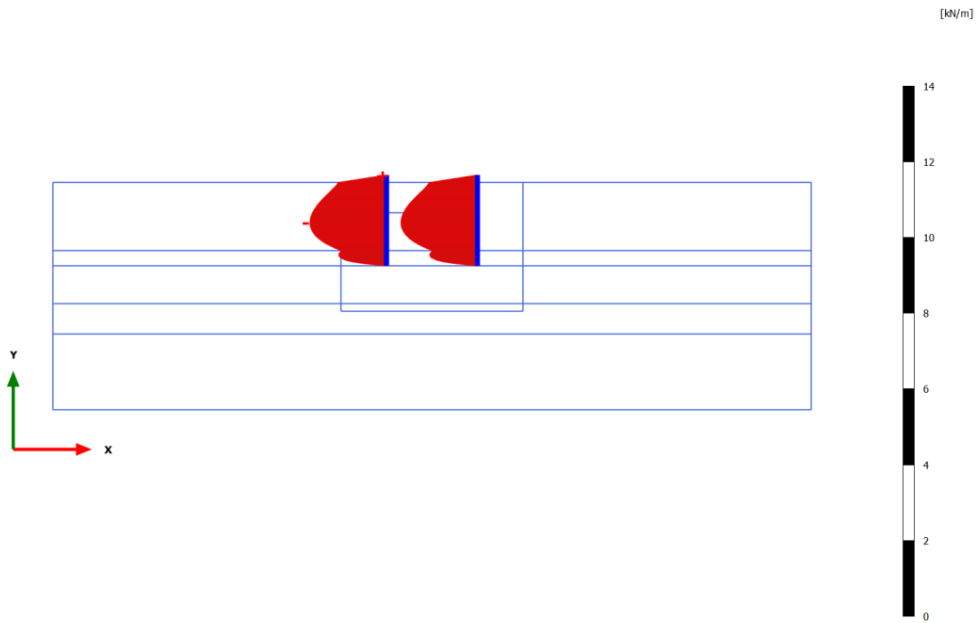
3.1.1.3.1



Axial forces N (scaled up 1.00 times)
No results

Calculation results, Plate, Palancolato [Phase_2] (2/5), Axial forces N

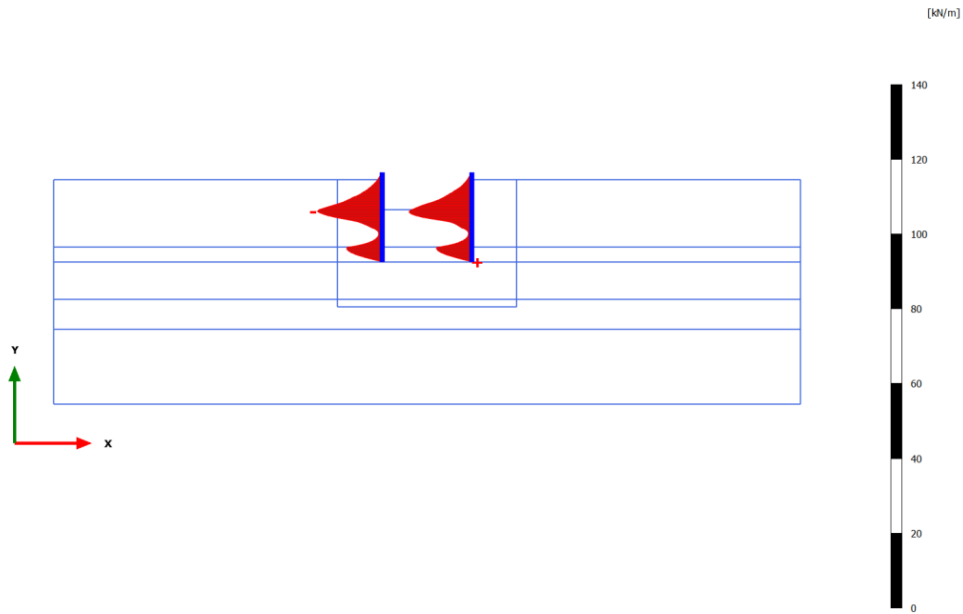
3.1.1.3.2



Axial forces N (scaled up 5.00 times)
Maximum value = $-0.07777 \cdot 10^{-3}$ kN/m (Element 1 at Node 1)
Minimum value = -2.022 kN/m (Element 14 at Node 2301)

Calculation results, Plate, Scavo max [Phase_3] (3/276), Axial forces N

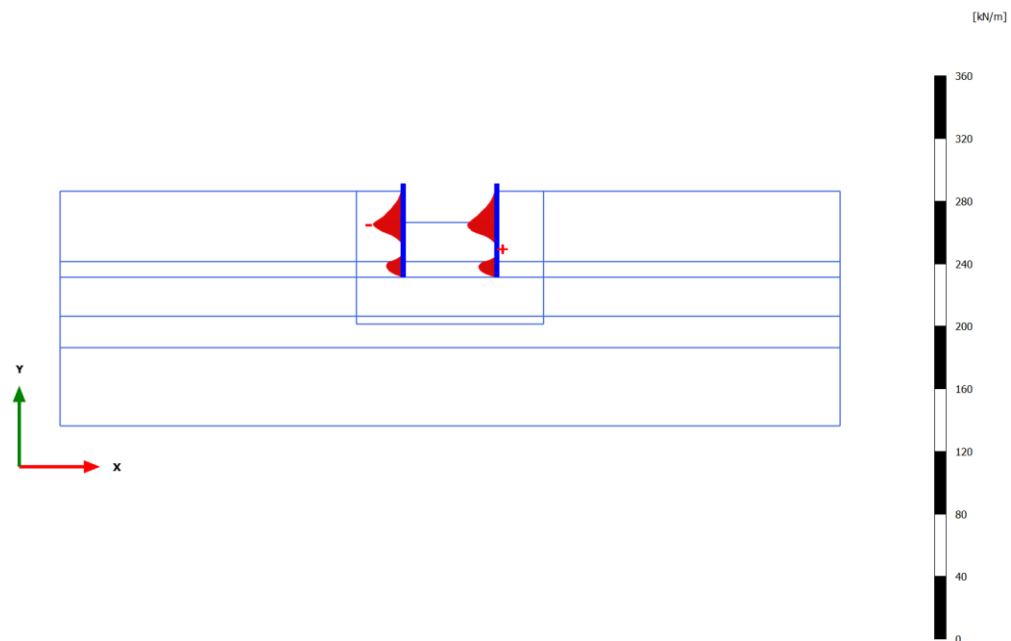
3.1.1.3.3



Axial forces N (scaled up 0.500 times)
 Maximum value = 0.4178 kN/m (Element 28 at Node 9937)
 Minimum value = -17.42 kN/m (Element 13 at Node 1360)

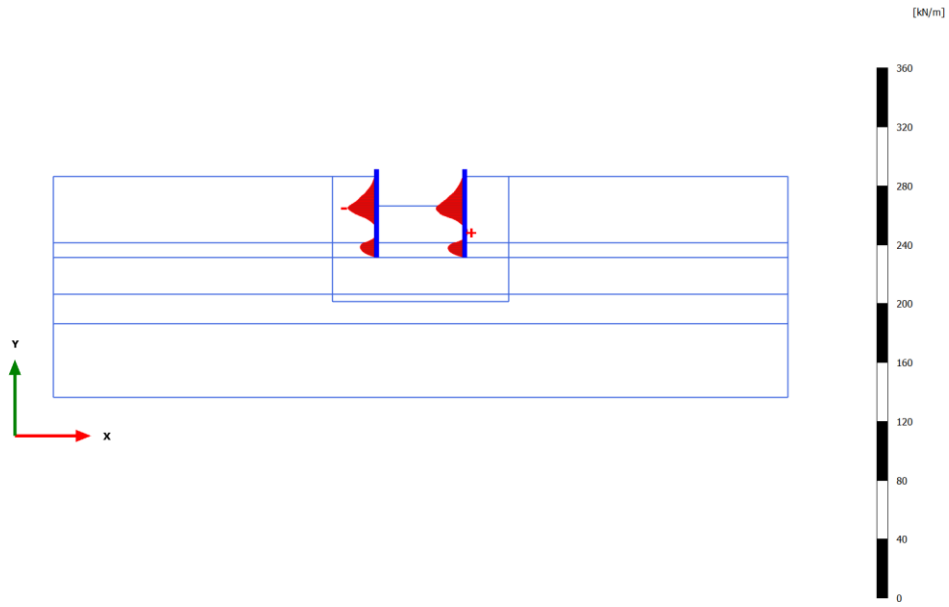
3.1.1.3.4

Calculation results, Plate, Sovraccarico [Phase_5] (5/364), Axial forces N



Axial forces N (scaled up 0.200 times)
 Maximum value = 1.285 kN/m (Element 23 at Node 7053)
 Minimum value = -19.34 kN/m (Element 13 at Node 1360)

3.1.1.3.5 Calculation results, Plate, Sovraccarico x1.15 (STR - SLU/1.3) [Phase_4] (4/398), Axial forces N

**Axial forces N (scaled up 0.200 times)**






Maximum value = 1.963 kN/m (Element 23 at Node 7054)

Minimum value = -19.59 kN/m (Element 13 at Node 1360)

7.2 Tabulati di calcolo sezione 2

PLAXIS Report

1.1.1.1.1 Materials - Soil and interfaces - Mohr-Coulomb


Identification		Argilla3	Sabbia	Argilla_interfaccia	Sabbia_Interfaccia	Rilevato
Identification number		1	2	3	4	5
Drainage type		Drained	Drained	Drained	Drained	Drained
Colour						
Comments						
γ_{unsat}	kN/m ³	18.50	19.00	18.50	19.00	20.00
γ_{sat}	kN/m ³	18.50	19.00	18.50	19.00	20.00
Dilatancy cut-off		No	No	No	No	No
e_{init}		0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000
e_{min}		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
e_{max}		999.0	999.0	999.0	999.0	999.0
Rayleigh α		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Rayleigh β		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
E	kN/m ²	10.00E3	40.00E3	10.00E3	40.00E3	40.00E3
ν (nu)		0.3000	0.3000	0.3000	0.3000	0.3000
G	kN/m ²	3846	15.38E3	3846	15.38E3	15.38E3
E_{oed}	kN/m ²	13.46E3	53.85E3	13.46E3	53.85E3	53.85E3
c_{ref}	kN/m ²	0.1000	0.000	0.5000	0.01000	3.000
ϕ (phi)	°	26.00	37.00	17.00	20.00	35.00
ψ (psi)	°	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Identification		Argilla3	Sabbia	Argilla_interfaccia	Sabbia_Interfaccia	Rilevato
V_s	m/s	45.16	89.13	45.16	89.13	86.87
V_p	m/s	84.49	166.7	84.49	166.7	162.5
Set to default values		Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
E_{inc}	kN/m ² /m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
γ_{ref}	m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
c_{inc}	kN/m ² /m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
γ_{ref}	m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Tension cut-off		Yes	Yes	Yes	Yes	Yes

Tensile strength	kN/m ²	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Undrained behaviour		Standard	Standard	Standard	Standard	Standard
Skempton-B		0.9783	0.9783	0.9783	0.9783	0.9783
v_u		0.4950	0.4950	0.4950	0.4950	0.4950
$K_{w,ref} / n$	kN/m ²	375.0E3	1.500E6	375.0E3	1.500E6	1.500E6
Stiffness		Standard	Standard	Standard	Standard	Standard
Strength		Manual	Manual	Rigid	Manual	Manual
R_{inter}		0.6700	0.6700	1.000	0.6700	0.6700
Consider gap closure		Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
δ_{inter}		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cross permeability		Impermeable	Impermeable	Impermeable	Impermeable	Impermeable
Drainage conductivity, dk	m ³ /s/m	0.000	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
Identification		Argilla3	Sabbia	Argilla_interfaccia	Sabbia_Interfaccia	Rilevato
$K_{0,x} = K_{0,z}$		Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
$K_{0,x}$		0.5616	0.3982	0.7076	0.6580	0.4264
$K_{0,z}$		0.5616	0.3982	0.7076	0.6580	0.4264
Data set		Standard	Standard	Standard	Standard	Standard
Type		Coarse	Coarse	Coarse	Coarse	Coarse
< 2 μ m	%	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
2 μ m - 50 μ m	%	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00
50 μ m - 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-6	0.01300E-3	0.1000E-6	0.01300E-3	0.01300E-3
k_y	m/s	0.1000E-6	0.01300E-3	0.1000E-6	0.01300E-3	0.01300E-3
$-\psi_{unsat}$	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
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

Identification	Argilla3	Sabbia	Argilla_interfaccia	Sabbia_Interfaccia	Rilevato
Unfrozen water content	None	None	None	None	None


1.1.1.1.2 Materials - Soil and interfaces - Linear elastic

Identification	Cls	
Identification number	6	
Drainage type	Drained	
Colour		
Comments		
V_{unsat}	kN/m ³	25.00
V_{sat}	kN/m ³	25.00
Dilatancy cut-off	No	
e_{init}	0.5000	
e_{min}	0.000	
e_{max}	999.0	
Rayleigh α	0.000	
Rayleigh β	0.000	
E	kN/m ²	30.00E6
ν (nu)	0.1500	
G	kN/m ²	13.04E6
E_{Oed}	kN/m ²	31.68E6
V_s	m/s	2262
Identification	Cls	
V_p	m/s	3526
Set to default values	Yes	
E_{inc}	kN/m ² /m	0.000
γ_{ref}	m	0.000
Undrained behaviour	Standard	
Skempton-B	0.9890	
ν_u	0.4950	
$K_{w,ref} / n$	kN/m ²	1.286E9
Stiffness	Standard	
Strength	Rigid	
R_{inter}	1.000	

Consider gap closure		Yes
δ_{inter}		0.000
Cross permeability		Impermeable
Drainage conductivity, dk	m ³ /s/m	0.000
R	m ² K/kW	0.000
K ₀ determination		Automatic
K _{0,x} = K _{0,z}		Yes
K _{0,x}		0.5000
Identification		Cl5
K _{0,z}		0.5000
Data set		Standard
Type		Coarse
< 2 μm	%	10.00
2 μm - 50 μm	%	13.00
50 μm - 2 mm	%	77.00
Use defaults		None
k _x	m/s	0.000
k _y	m/s	0.000
-ψ _{unsat}	m	10.00E3
e _{init}		0.5000
S _s	1/m	0.000
c _k		1000E12
c _s	kJ/t/K	0.000
λ _s	kW/m/K	0.000
ρ _s	t/m ³	0.000
Solid thermal expansion		Volumetric
α _s	1/K	0.000
D _v	m ² /s	0.000
Identification		Cl5
f _{TV}		0.000
Unfrozen water content		None
1.1.1.2 Materials - Plates -		
Identification		PU_18

Identification number	1	
Comments		
Colour		
Material type	Elastic	
Isotropic	Yes	
EA ₁	kN/m	3.429E6
EA ₂	kN/m	3.429E6
EI	kN m ² /m	81.16E3
d	m	0.5329
w	kN/m/m	1.280
v (nu)	0.000	
Rayleigh α	0.000	
Rayleigh β	0.000	
Prevent punching	No	
Identification number	1	
c	kJ/t/K	0.000
λ	kW/m/K	0.000
Identification	PU_18	PU_22
ρ	t/m ³	0.000
α	1/K	0.000

1.1.1.3 Materials - Anchors -

Identification	steel Ø298.5±10.0 i=6m	
Identification number	1	
Comments		
Colour		
Material type	Elastic	
EA	kN	1.900E6
L _{spacing}	m	6.000
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/m³ 0.000

α 1/K 0.000

A m² 0.000

Identification steel $\varnothing 298.5 \times 10.0$ i=6m

Identification number 1

c kJ/t/K 0.000

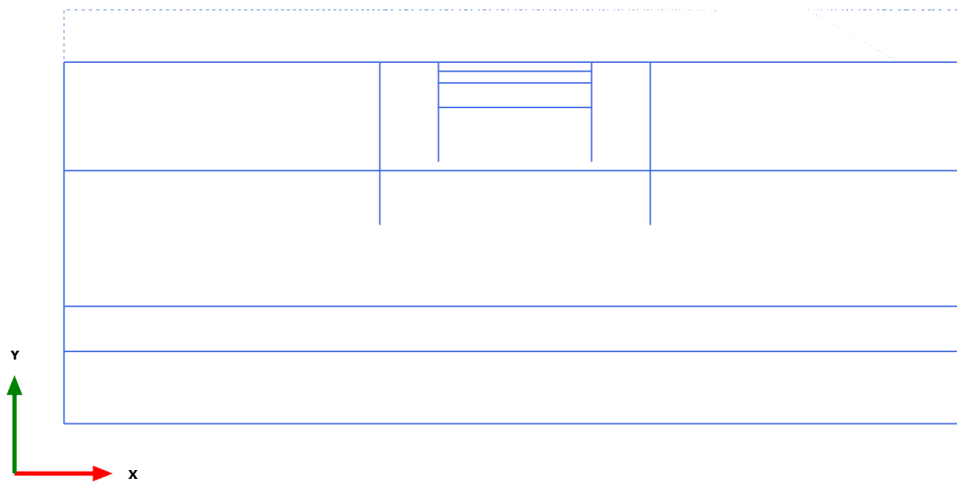
λ kW/m/K 0.000

ρ t/m³ 0.000

α 1/K 0.000

A m² 0.000

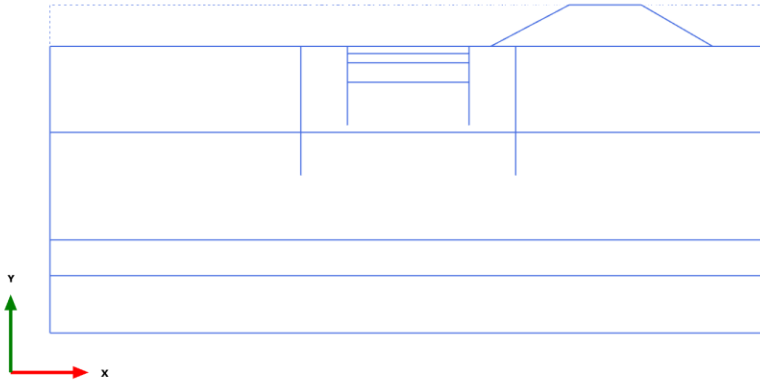
3.1.1.1.1 Calculation results, Plate, Initial phase [InitialPhase] (0/0), Shear forces Q



Shear forces Q (scaled up 1.00 times)

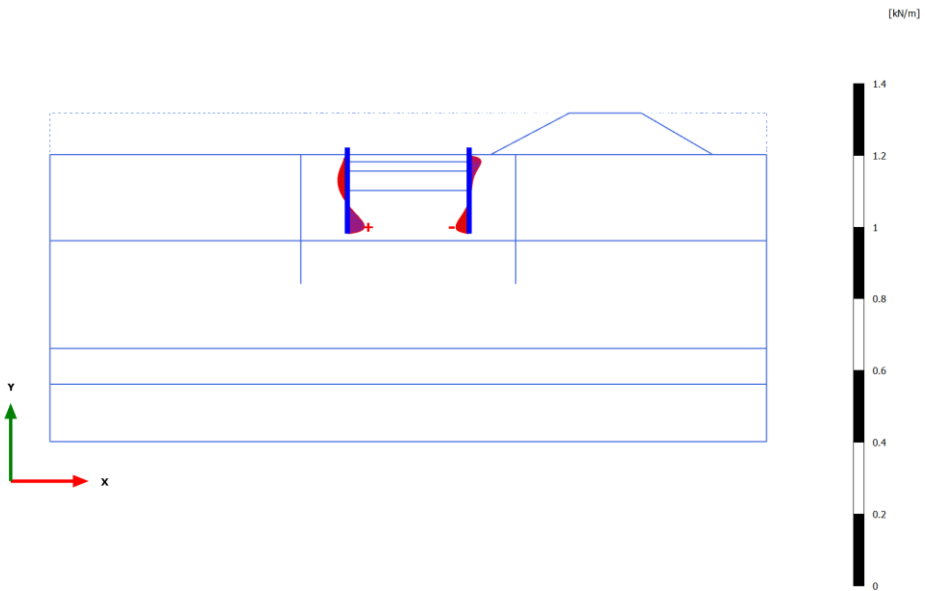
No results

3.1.1.1.2 Calculation results, Plate, Rilevato [Phase_5] (5/26), Shear forces Q



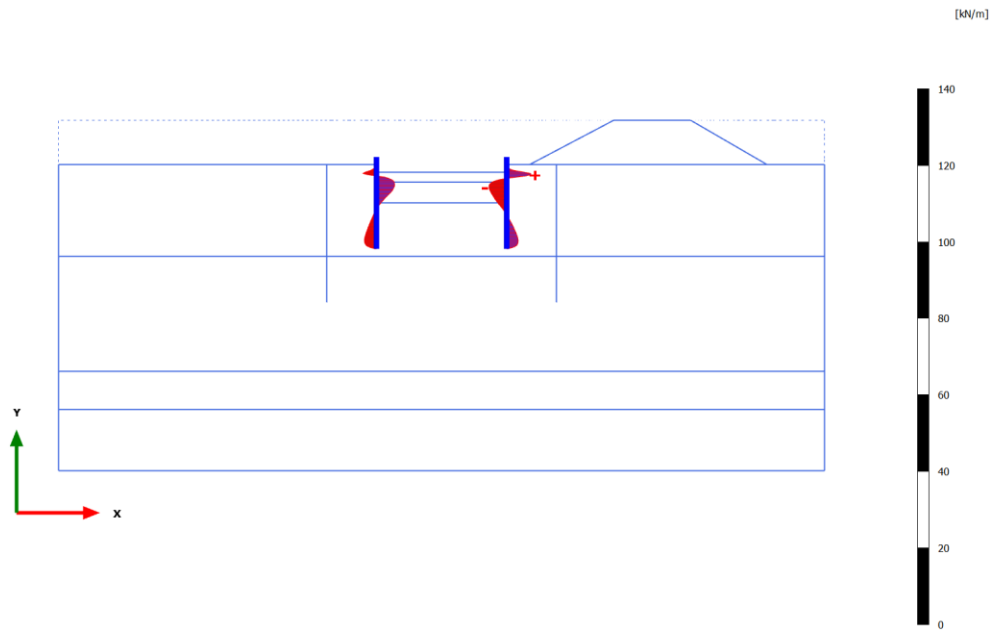
Shear forces Q (scaled up 1.00 times)
No results

3.1.1.1.3 Calculation results, Plate, Palancolato [Phase_2] (2/28), Shear forces Q



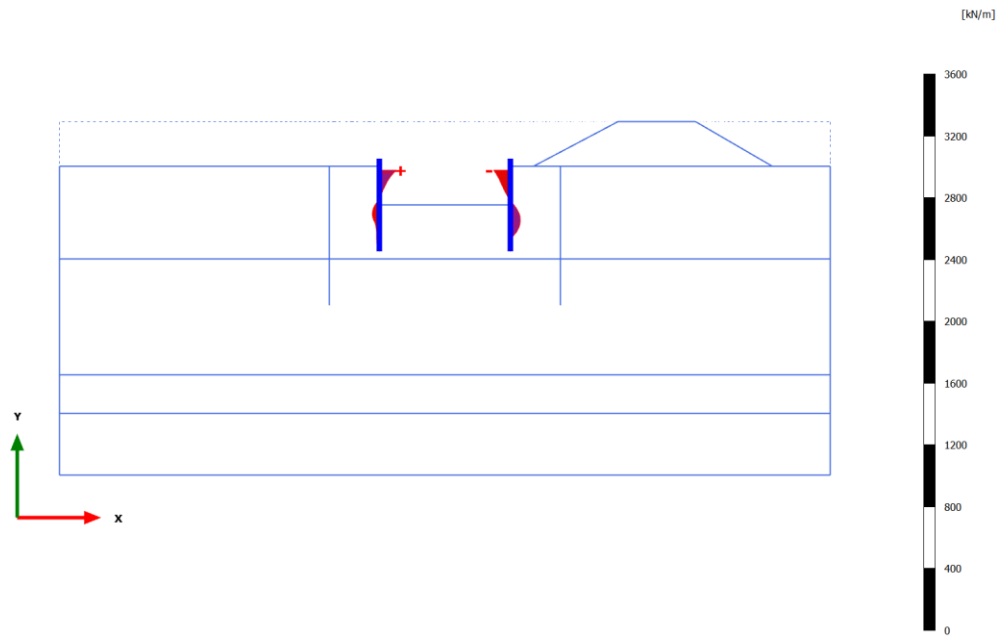
Shear forces Q (scaled up 50.0 times)
Maximum value = 0.04796 kN/m (Element 26 at Node 14165)
Minimum value = -0.03708 kN/m (Element 35 at Node 20544)

3.1.1.1.4 Calculation results, Plate, Scavo 1 [Phase_8] (8/32), Shear forces Q



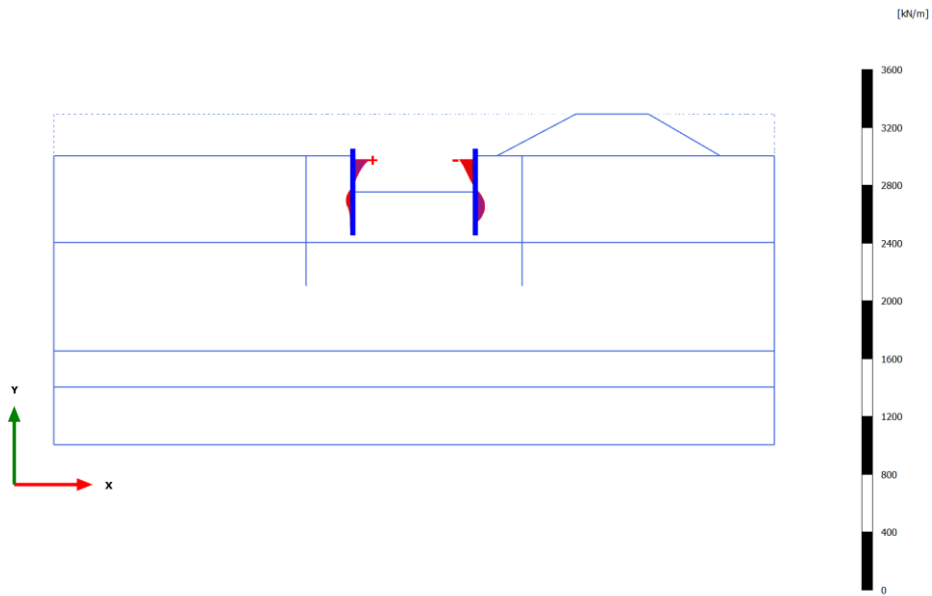
Shear forces Q (scaled up 0.500 times)
 Maximum value = 6.318 kN/m (Element 9 at Node 7531)
 Minimum value = -4.633 kN/m (Element 16 at Node 8812)

3.1.1.1.5 Calculation results, Plate, Puntone e Scavo max [Phase_3] (3/68), Shear forces Q



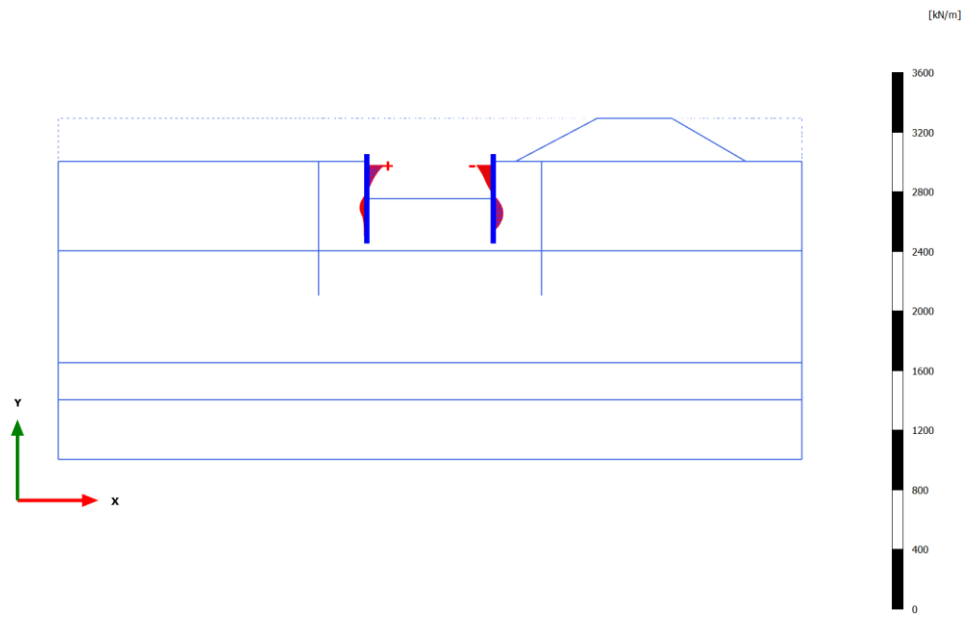
Shear forces Q (scaled up 0.0200 times)
 Maximum value = 108.9 kN/m (Element 5 at Node 546)
 Minimum value = -109.2 kN/m (Element 6 at Node 10014)

3.1.1.1.6 Calculation results, Plate, Sovraccarico x1.15 (STR - SLU/1.3) [Phase_4] (4/71), Shear forces Q



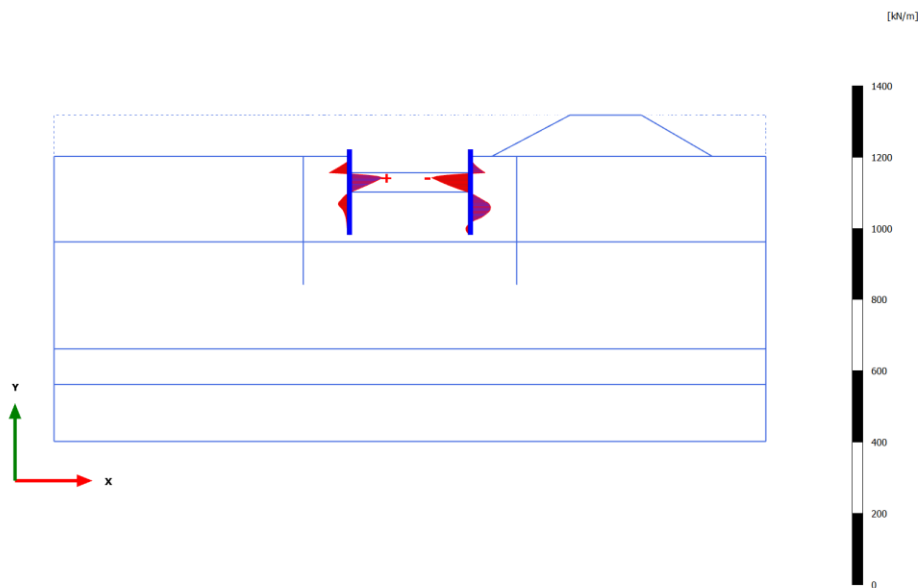
Shear forces Q (scaled up 0.0200 times)
 Maximum value = 111.0 kN/m (Element 5 at Node 546)
 Minimum value = -111.3 kN/m (Element 6 at Node 10014)

3.1.1.1.7 Calculation results, Plate, Sovraccarico x1.30 (GEO) [Phase_7] (7/75), Shear forces Q



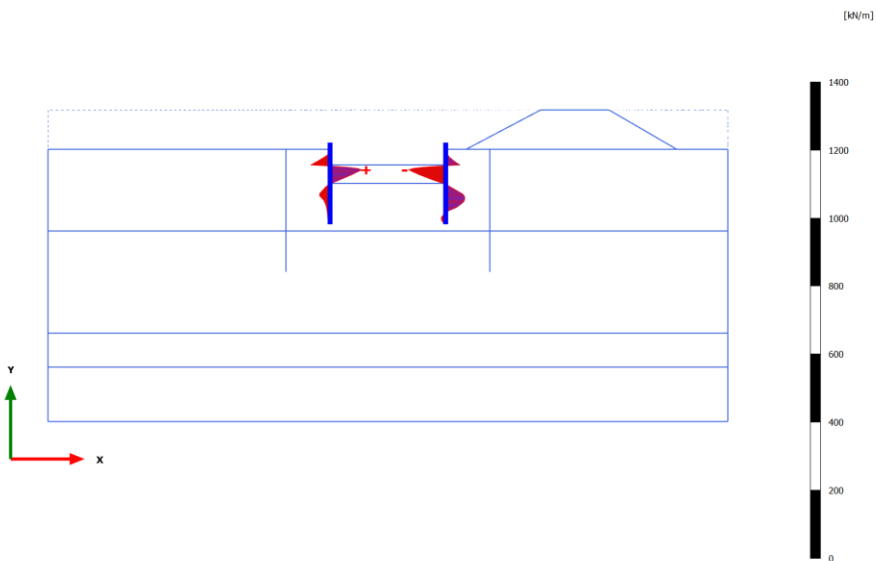
Shear forces Q (scaled up 0.0200 times)
 Maximum value = 113.0 kN/m (Element 5 at Node 546)
 Minimum value = -113.3 kN/m (Element 6 at Node 10014)

3.1.1.1.8 Calculation results, Plate, solettone [Phase_9] (9/1116), Shear forces Q



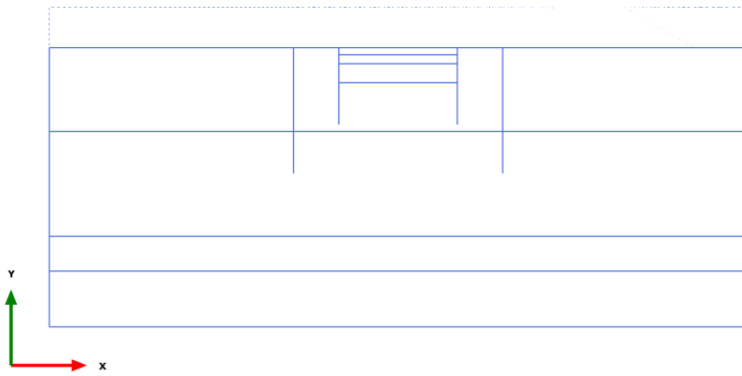
Shear forces Q (scaled up 0.0500 times)
 Maximum value = 94.12 kN/m (Element 12 at Node 1362)
 Minimum value = -109.3 kN/m (Element 16 at Node 8812)

3.1.1.1.9 Calculation results, Plate, sovraccarico x 1.15 [Phase_10] (10/1118), Shear forces Q



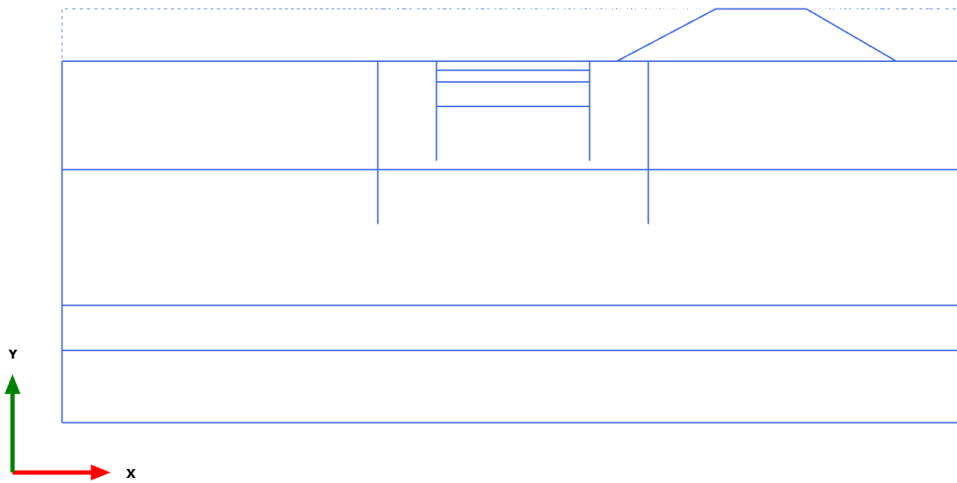
Shear forces Q (scaled up 0.0500 times)
 Maximum value = 94.84 kN/m (Element 12 at Node 1362)
 Minimum value = -110.4 kN/m (Element 16 at Node 8812)

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



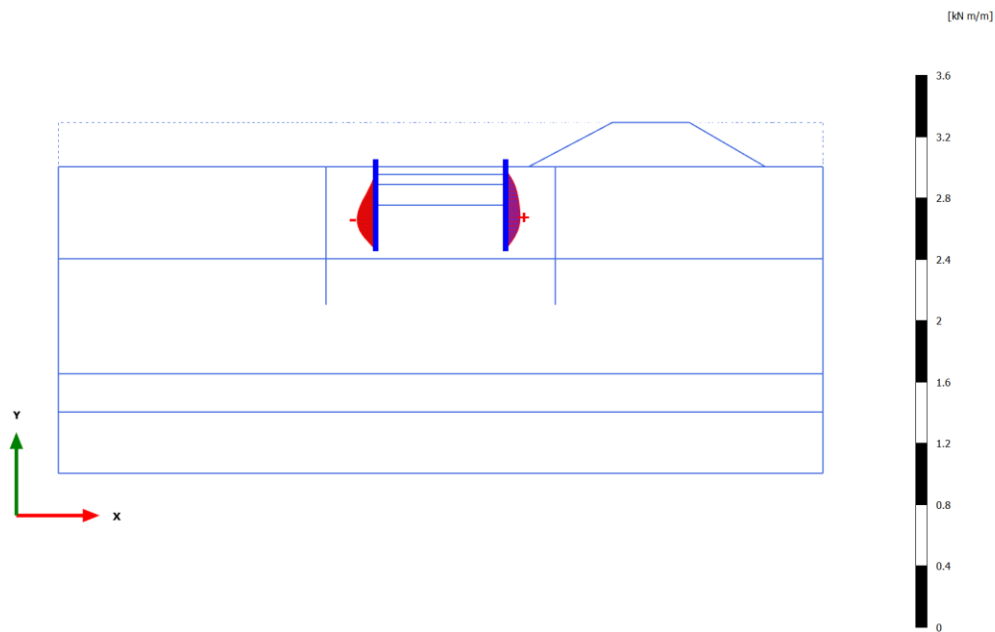
Bending moments M (scaled up 1.00 times)
No results

3.1.1.2.2 Calculation results, Plate, Rilevato [Phase_5] (5/26), Bending moments M



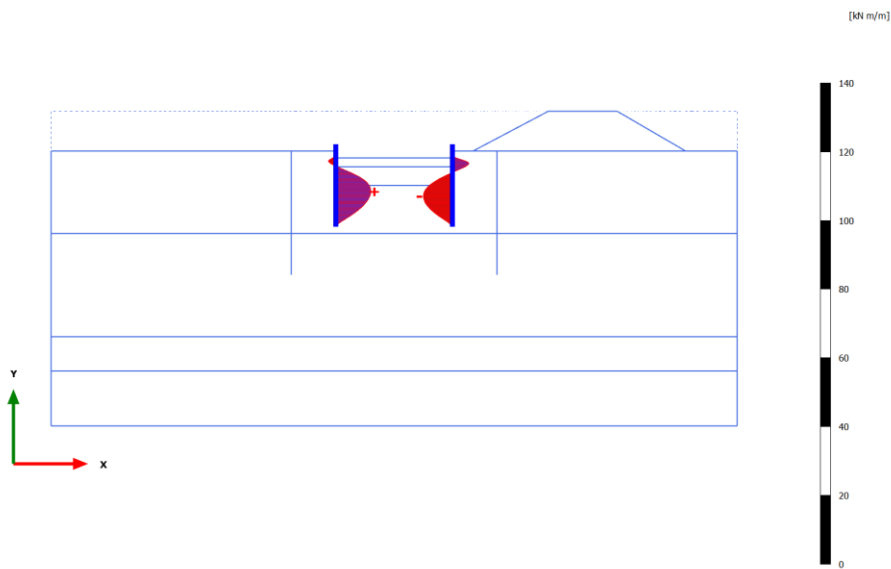
Bending moments M (scaled up 1.00 times)
No results

3.1.1.2.3 Calculation results, Plate, Palancolato [Phase_2] (2/28), Bending moments M



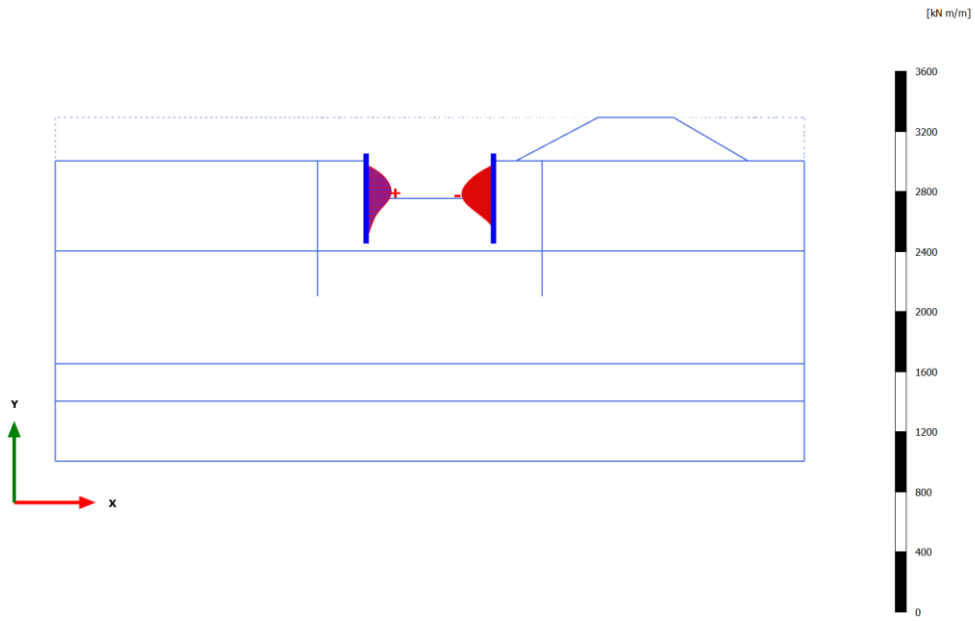
Bending moments M (scaled up 20.0 times)
 Maximum value = 0.09522 kN m/m (Element 30 at Node 14134)
 Minimum value = -0.1214 kN m/m (Element 21 at Node 7123)

3.1.1.2.4 Calculation results, Plate, Scavo 1 [Phase_8] (8/32), Bending moments M



Bending moments M (scaled up 0.500 times)
 Maximum value = 10.22 kN m/m (Element 20 at Node 5745)
 Minimum value = -8.474 kN m/m (Element 30 at Node 14134)

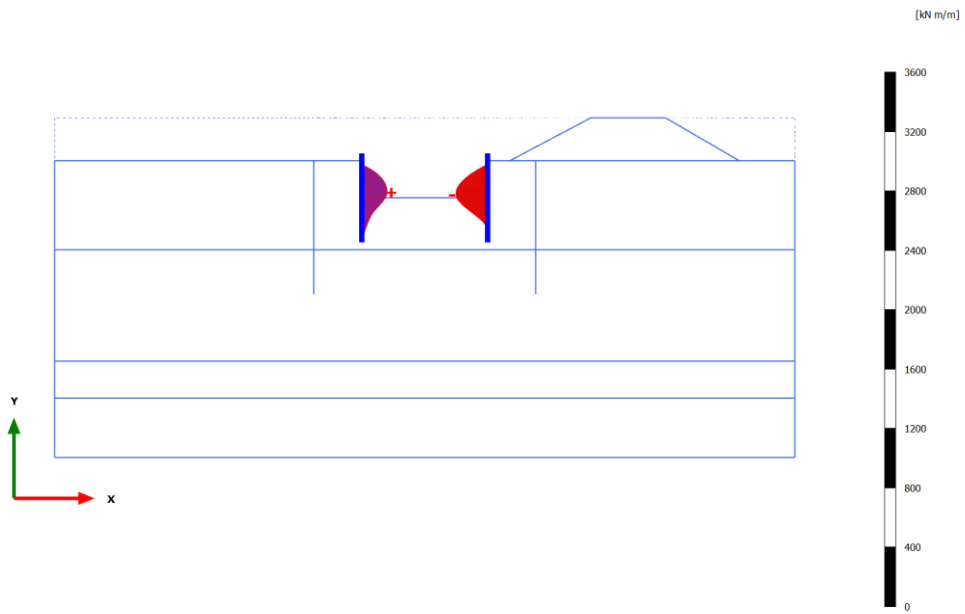
3.1.1.2.5 Calculation results, Plate, Puntone e Scavo max [Phase_3] (3/68), Bending moments M

**Bending moments M (scaled up 0.0200 times)**

Maximum value = 167.4 kN m/m (Element 13 at Node 2271)

Minimum value = -211.3 kN m/m (Element 18 at Node 11302)

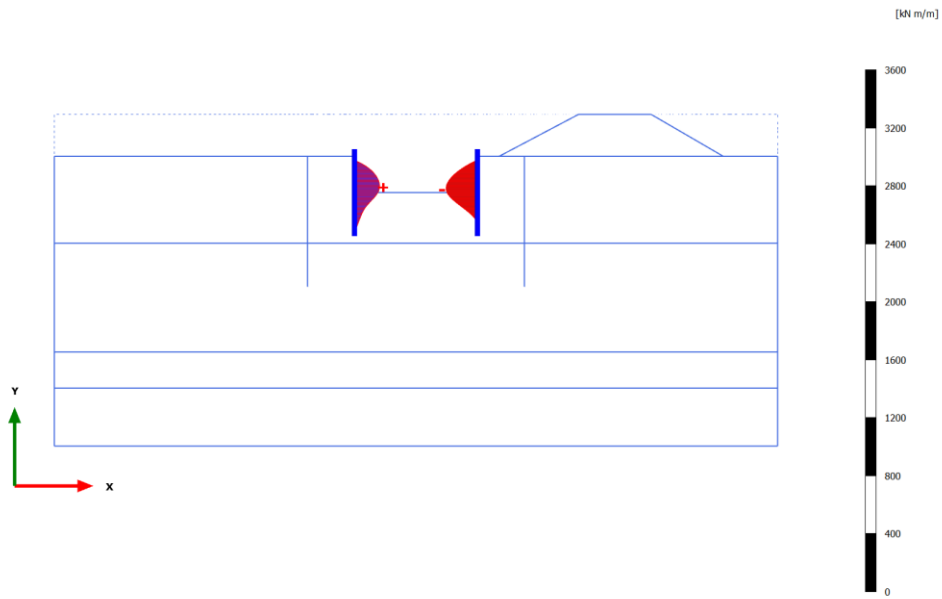
3.1.1.2.6 Calculation results, Plate, Sovraccarico x1.15 (STR - SLU/1.3) [Phase_4] (4/71), Bending moments M

**Bending moments M (scaled up 0.0200 times)**

Maximum value = 170.6 kN m/m (Element 13 at Node 2271)

Minimum value = -214.2 kN m/m (Element 18 at Node 11302)

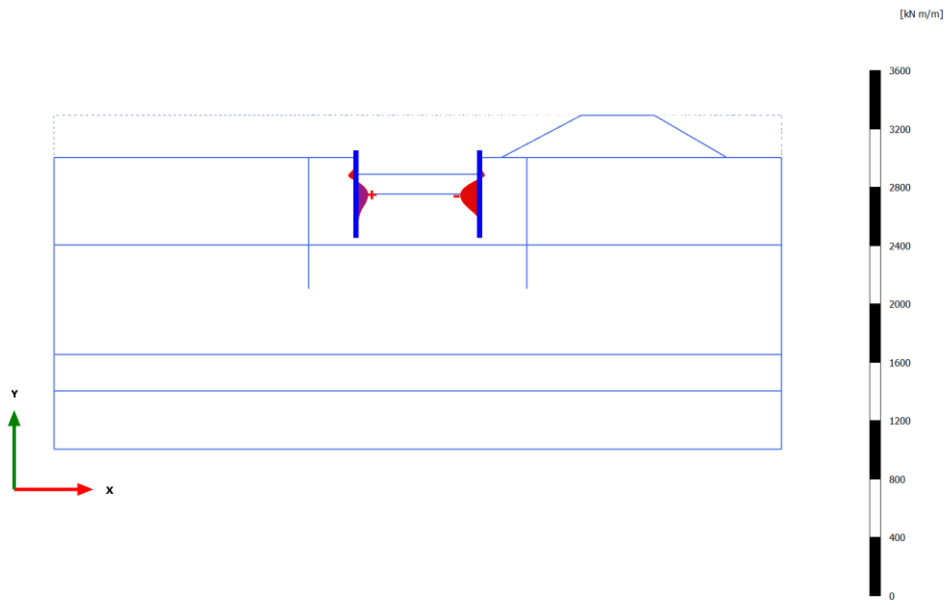
3.1.1.2.7 Calculation results, Plate, Sovraccarico x1.30 (GEO) [Phase_7] (7/75), Bending moments M

**Bending moments M (scaled up 0.0200 times)**

Maximum value = 173.8 kN m/m (Element 13 at Node 2271)

Minimum value = -216.9 kN m/m (Element 18 at Node 11302)

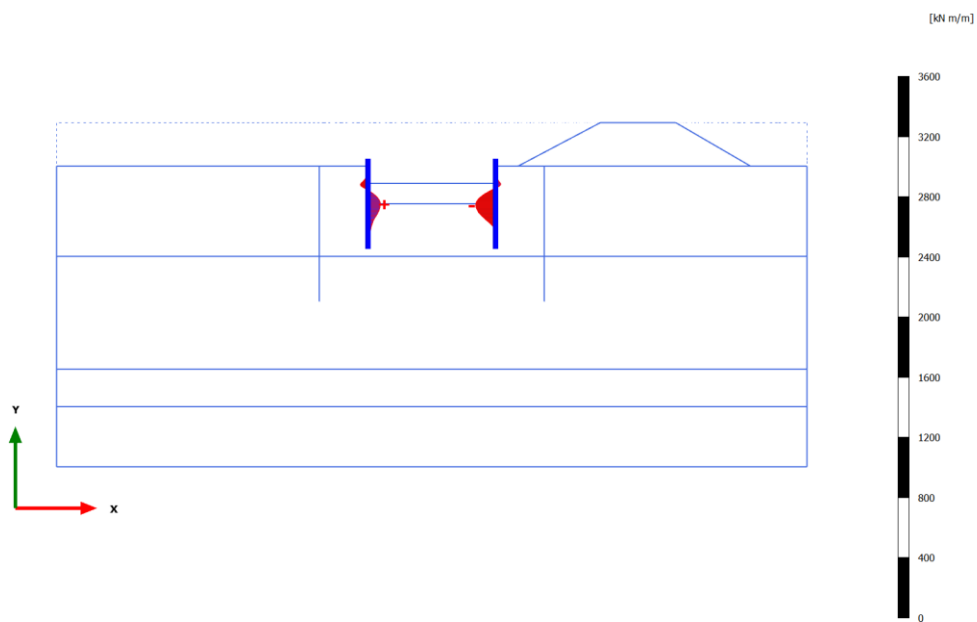
3.1.1.2.8 Calculation results, Plate, solettone [Phase_9] (9/1116), Bending moments M

**Bending moments M (scaled up 0.0200 times)**

Maximum value = 82.14 kN m/m (Element 14 at Node 4054)

Minimum value = -131.5 kN m/m (Element 28 at Node 11386)

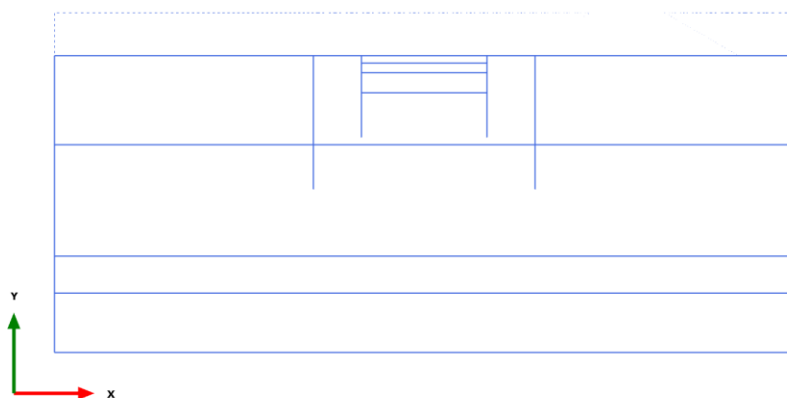
3.1.1.2.9 Calculation results, Plate, sovraccarico x 1.15 [Phase_10] (10/1118), Bending moments M

**Bending moments M (scaled up 0.0200 times)**

Maximum value = 82.77 kN m/m (Element 19 at Node 4054)

Minimum value = -131.7 kN m/m (Element 28 at Node 11386)

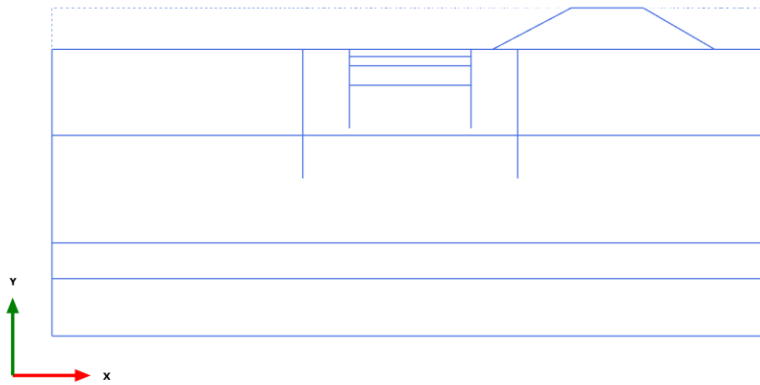
3.1.1.3.1 Calculation results, Plate, Initial phase [InitialPhase] (0/0), Axial forces N



Axial forces N (scaled up 1.00 times)

No results

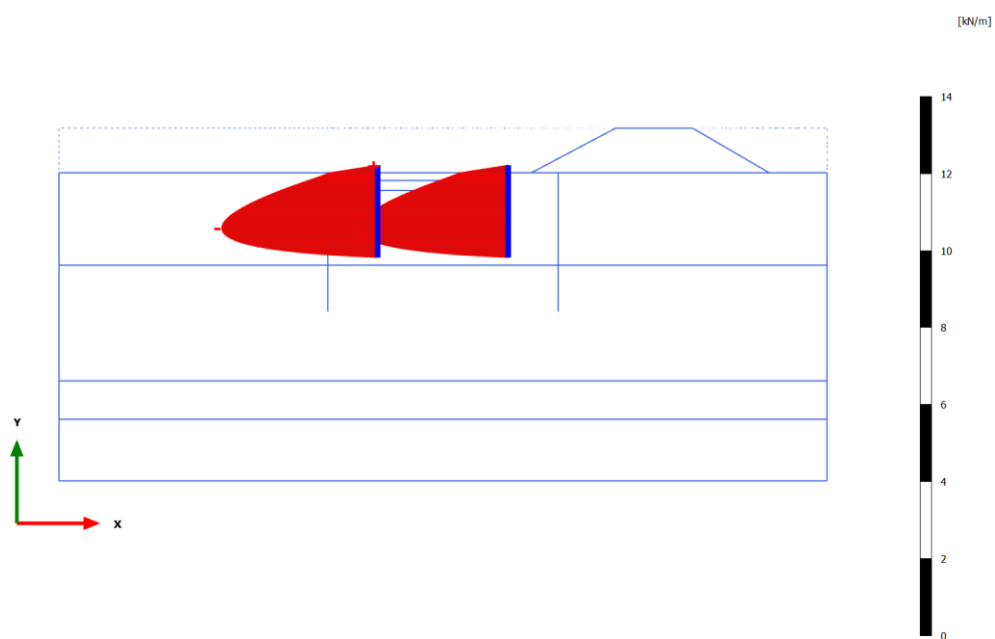
3.1.1.3.2 Calculation results, Plate, Rilevato [Phase_5] (5/26), Axial forces N



Axial forces N (scaled up 1.00 times)

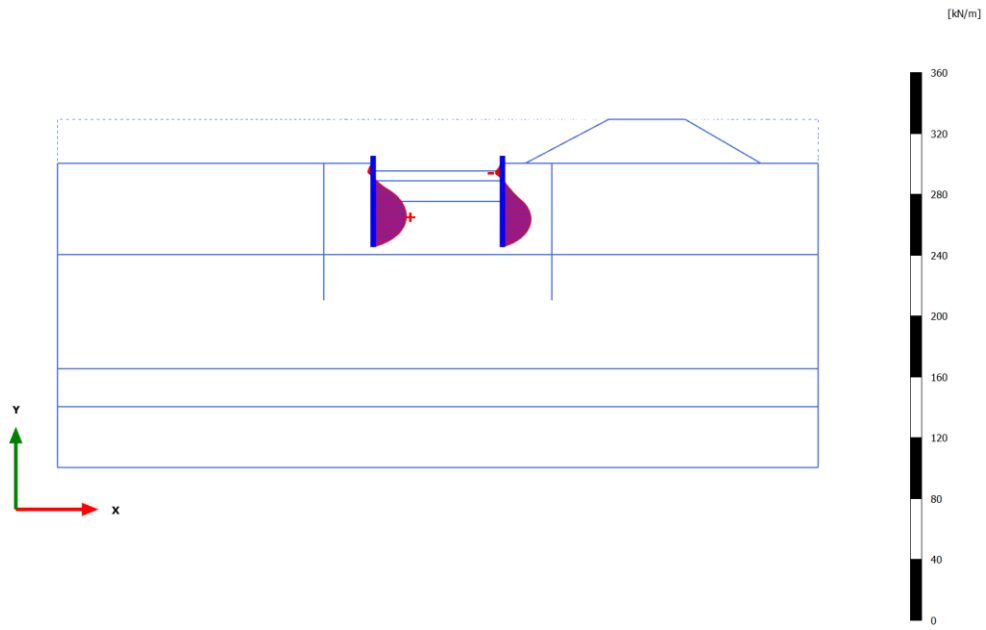
No results

3.1.1.3.3 Calculation results, Plate, Palancolato [Phase_2] (2/28), Axial forces N

**Axial forces N (scaled up 5.00 times)**Maximum value = $-0.07777 \cdot 10^{-3}$ kN/m (Element 1 at Node 1184)

Minimum value = -4.067 kN/m (Element 22 at Node 8513)

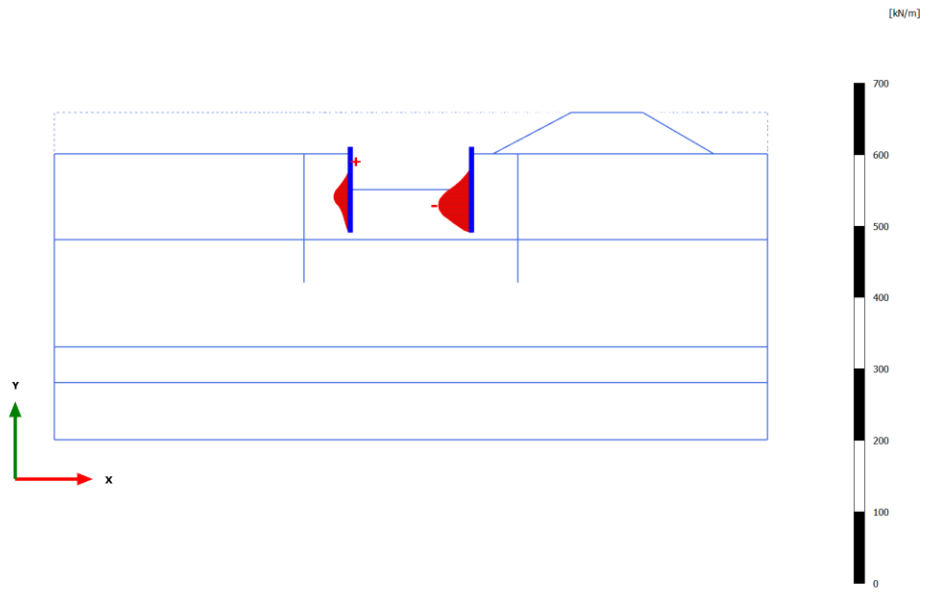
3.1.1.3.4 Calculation results, Plate, Scavo 1 [Phase_8] (8/32), Axial forces N

**Axial forces N (scaled up 0.200 times)**

Maximum value = 21.88 kN/m (Element 21 at Node 8512)

Minimum value = -4.729 kN/m (Element 9 at Node 7530)

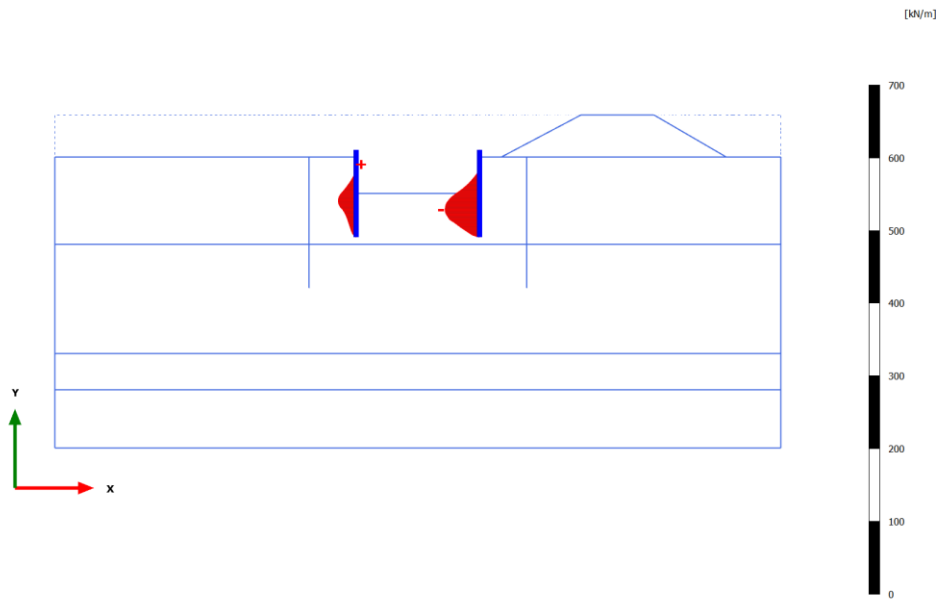
3.1.1.3.5 Calculation results, Plate, Puntone e Scavo max [Phase_3] (3/68), Axial forces N

**Axial forces N (scaled up 0.100 times)**

Maximum value = 2.008 kN/m (Element 7 at Node 295)

Minimum value = -46.27 kN/m (Element 31 at Node 15486)

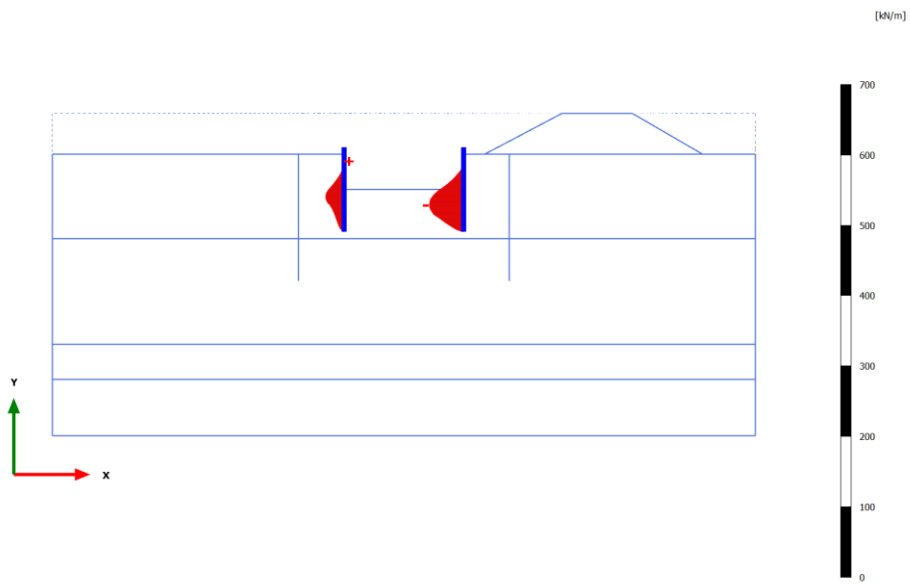
3.1.1.3.6 Calculation results, Plate, Sovraccarico x1.15 (STR - SLU/1.3) [Phase_4] (4/71), Axial forces N

**Axial forces N (scaled up 0.100 times)**

Maximum value = 1.898 kN/m (Element 5 at Node 294)

Minimum value = -47.44 kN/m (Element 31 at Node 15486)

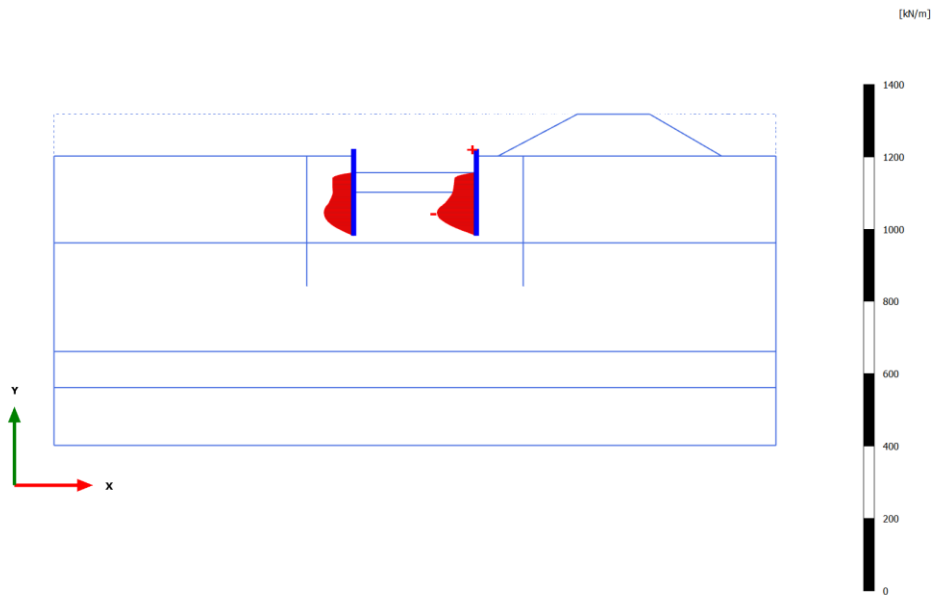
3.1.1.3.7 Calculation results, Plate, Sovraccarico x1.30 (GEO) [Phase_7] (7/75), Axial forces N

**Axial forces N (scaled up 0.100 times)**

Maximum value = 1.816 kN/m (Element 5 at Node 294)

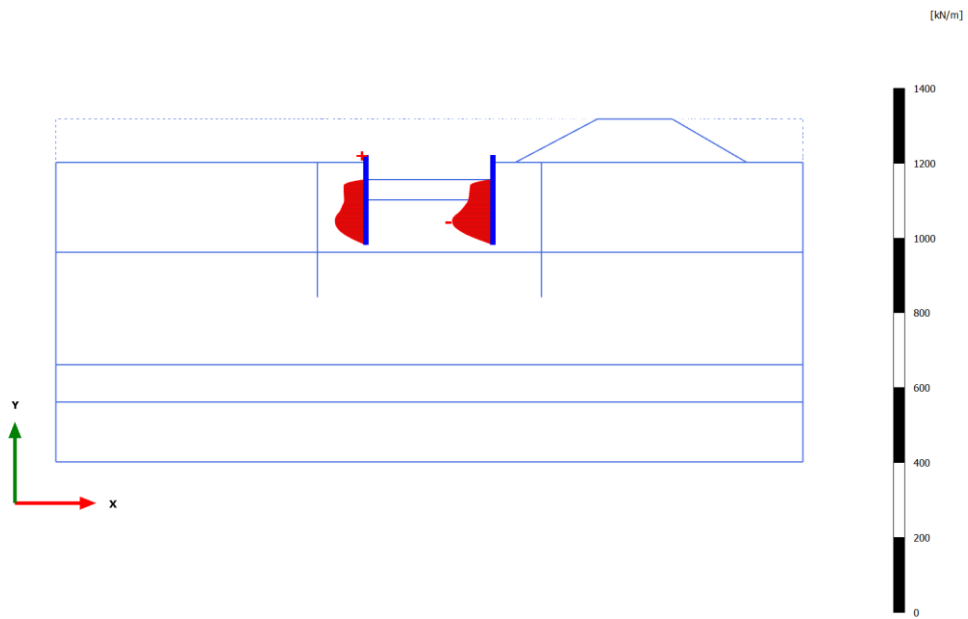
Minimum value = -48.62 kN/m (Element 31 at Node 15486)

3.1.1.3.8 Calculation results, Plate, solettone [Phase_9] (9/1116), Axial forces N

**Axial forces N (scaled up 0.0500 times)**Maximum value = $-0.07777 \cdot 10^{-3}$ kN/m (Element 2 at Node 10923)

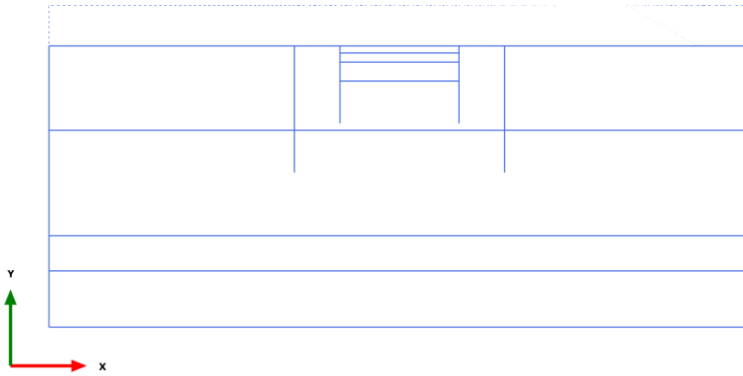
Minimum value = -108.5 kN/m (Element 32 at Node 16945)

3.1.1.3.9 Calculation results, Plate, sovraccarico x 1.15 [Phase_10] (10/1118), Axial forces N

**Axial forces N (scaled up 0.0500 times)**Maximum value = $-0.07777 \cdot 10^{-3}$ kN/m (Element 1 at Node 1184)

Minimum value = -108.7 kN/m (Element 32 at Node 16945)

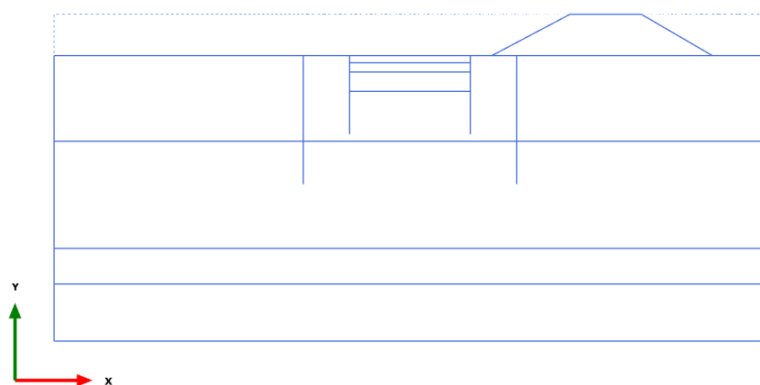
3.2.1.1.1 Calculation results, Node-to-node anchor, Initial phase [InitialPhase] (0/0), Anchor force for curves F N



Anchor force for curves F N (scaled up 1.00 times)

No results

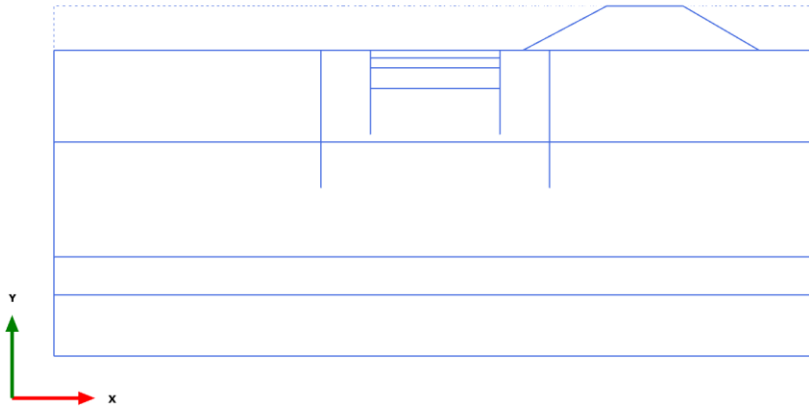
3.2.1.1.2 Calculation results, Node-to-node anchor, Rilevato [Phase_5] (5/26), Anchor force for curves F N



Anchor force for curves F N (scaled up 1.00 times)

No results

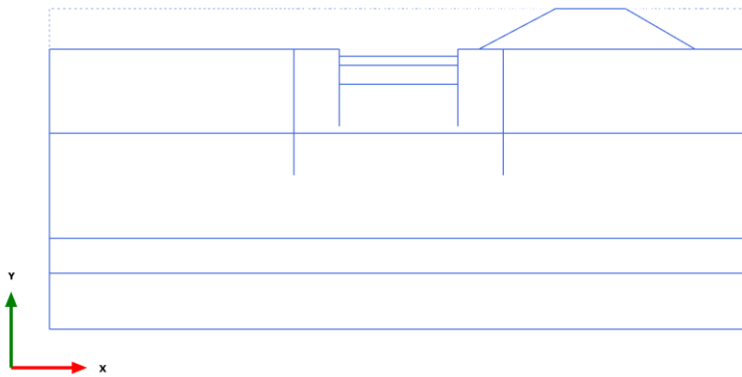
3.2.1.1.3 Calculation results, Node-to-node anchor, Palancolato [Phase_2] (2/28), Anchor force for curves F N



Anchor force for curves F N (scaled up 1.00 times)

No results

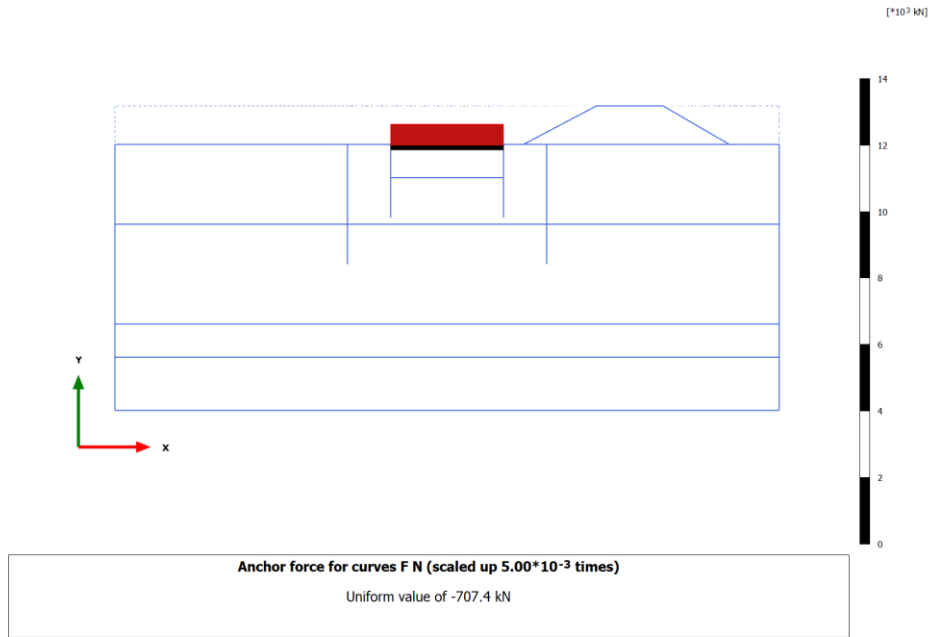
3.2.1.1.4 Calculation results, Node-to-node anchor, Scavo 1 [Phase_8] (8/32), Anchor force for curves F N



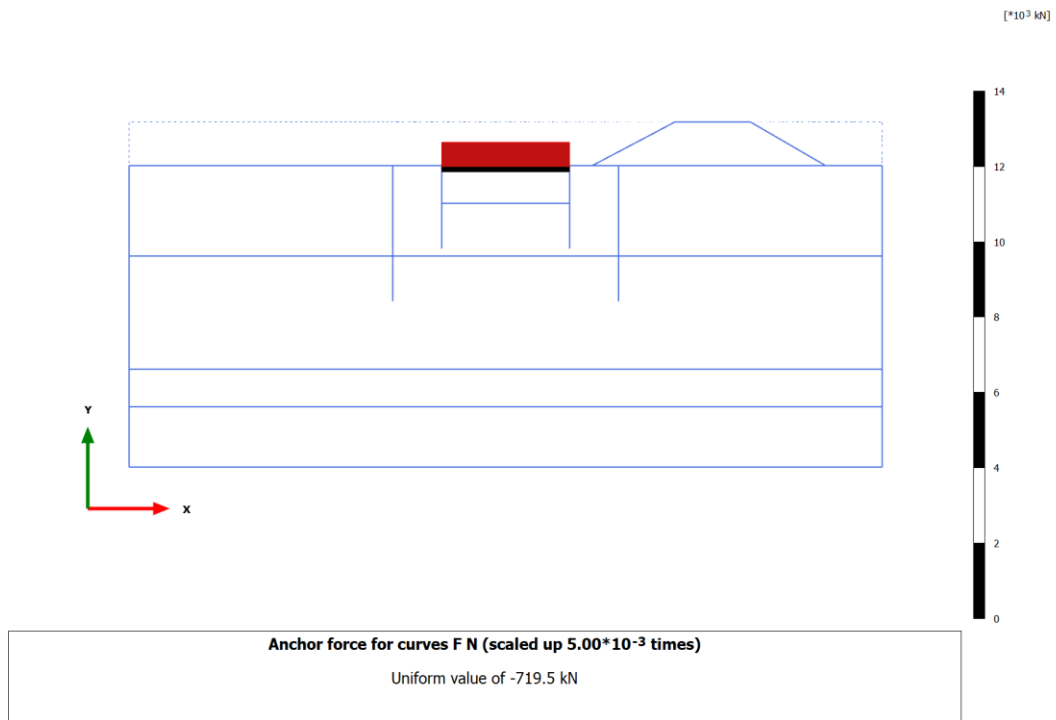
Anchor force for curves F N (scaled up 1.00 times)

No results

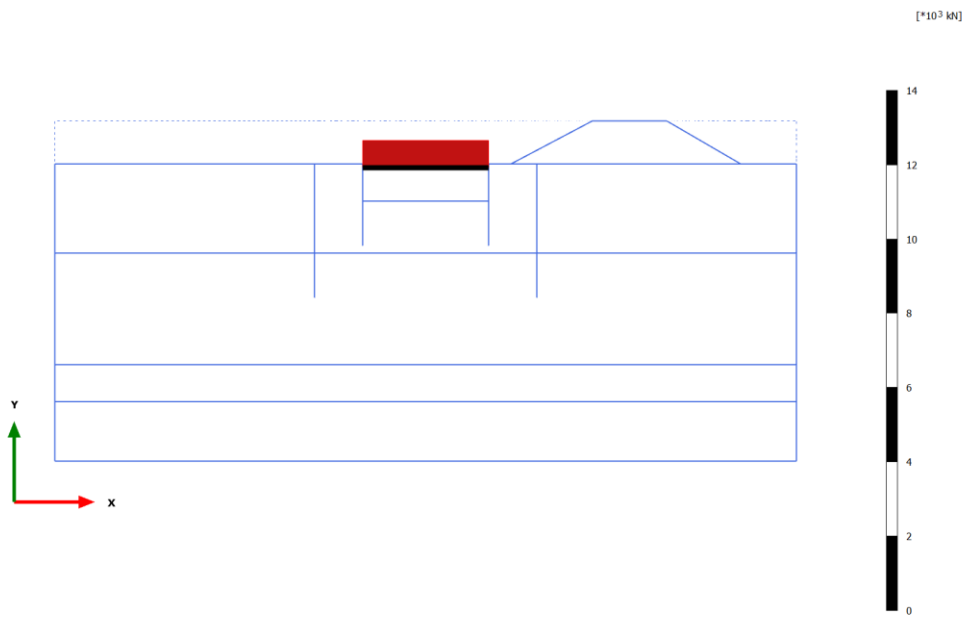
3.2.1.1.5 Calculation results, Node-to-node anchor, Puntone e Scavo max [Phase_3] (3/68), Anchor force for curves F N



3.2.1.1.6 Calculation results, Node-to-node anchor, Sovraccarico x1.15 (STR - SLU/1.3) [Phase_4] (4/71), Anchor force for curves F N

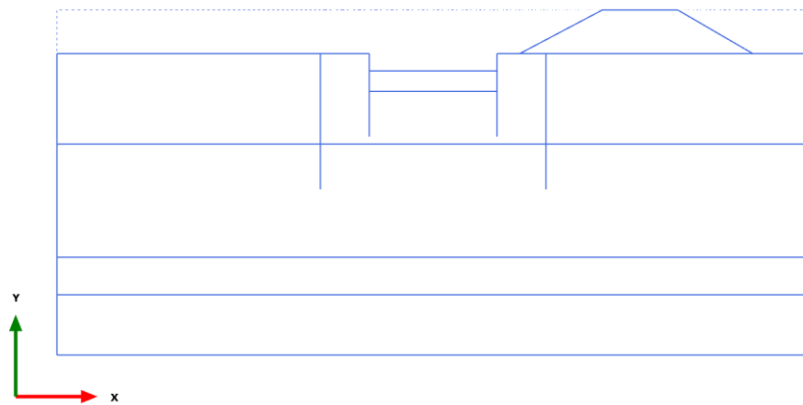


3.2.1.1.7 Calculation results, Node-to-node anchor, Sovraccarico x1.30 (GEO) [Phase_7] (7/75), Anchor force for curves F N



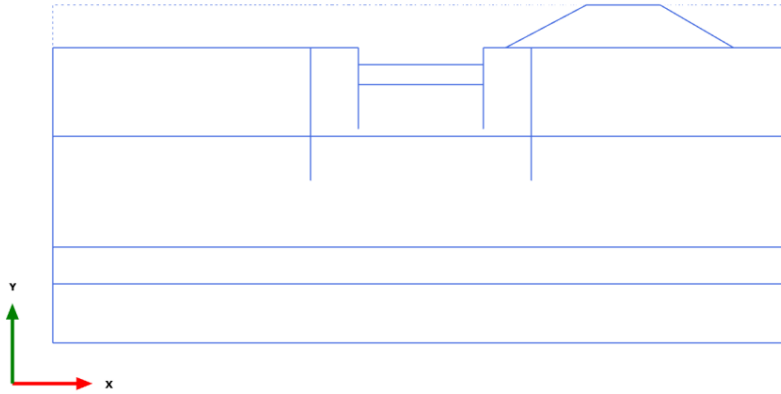
Anchor force for curves F N (scaled up $5.00 \cdot 10^{-3}$ times)
 Uniform value of -731.8 kN

3.2.1.1.8 Calculation results, Node-to-node anchor, solettone [Phase_9] (9/1116), Anchor force for curves F N



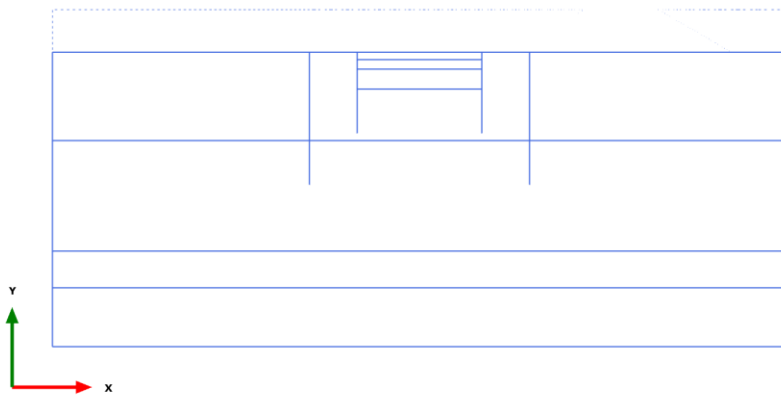
Anchor force for curves F N (scaled up 1.00 times)
 No results

3.2.1.1.9 Calculation results, Node-to-node anchor, sovraccarico x 1.15 [Phase_10] (10/1118), Anchor force for curves F N



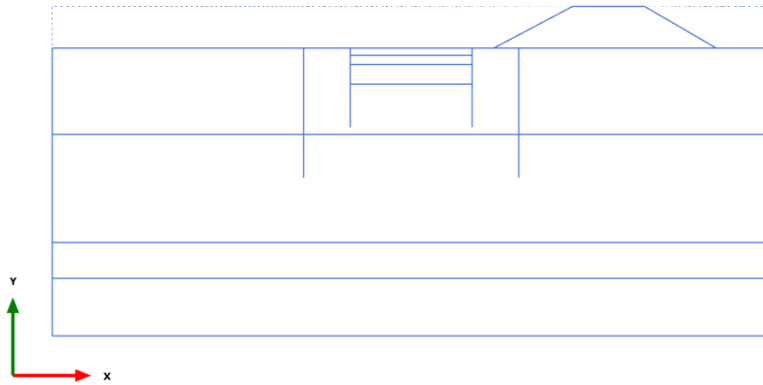
Anchor force for curves F N (scaled up 1.00 times)

No results

3.2.1.2.1 Calculation results, Node-to-node anchor, Initial phase [InitialPhase] (0/0), Anchor force for curves FMin N_{min}

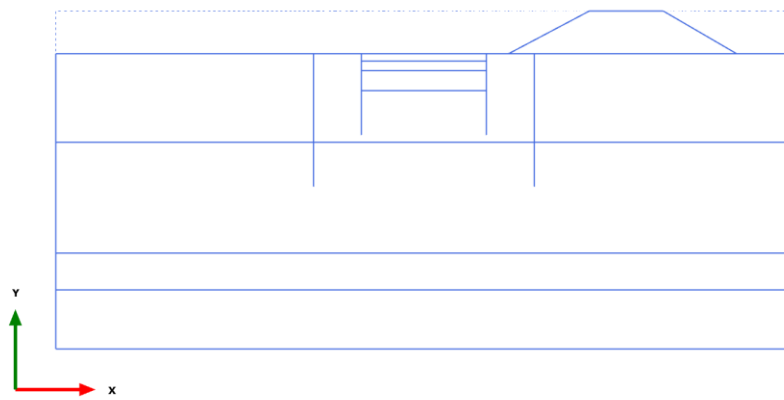
Anchor force for curves FMin N_{min} (scaled up 1.00 times)

No results

3.2.1.2.2 Calculation results, Node-to-node anchor, Rilevato [Phase_5] (5/26), Anchor force for curves FMin N_{min}

Anchor force for curves FMin N_{min} (scaled up 1.00 times)

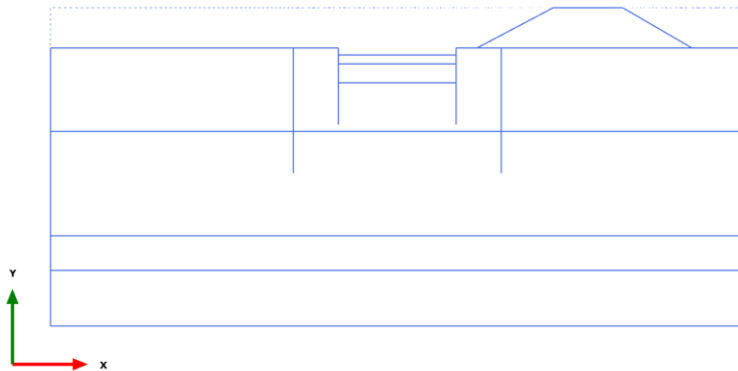
No results

3.2.1.2.3 Calculation results, Node-to-node anchor, Palancolato [Phase_2] (2/28), Anchor force for curves FMin N_{min}

Anchor force for curves FMin N_{min} (scaled up 1.00 times)

No results

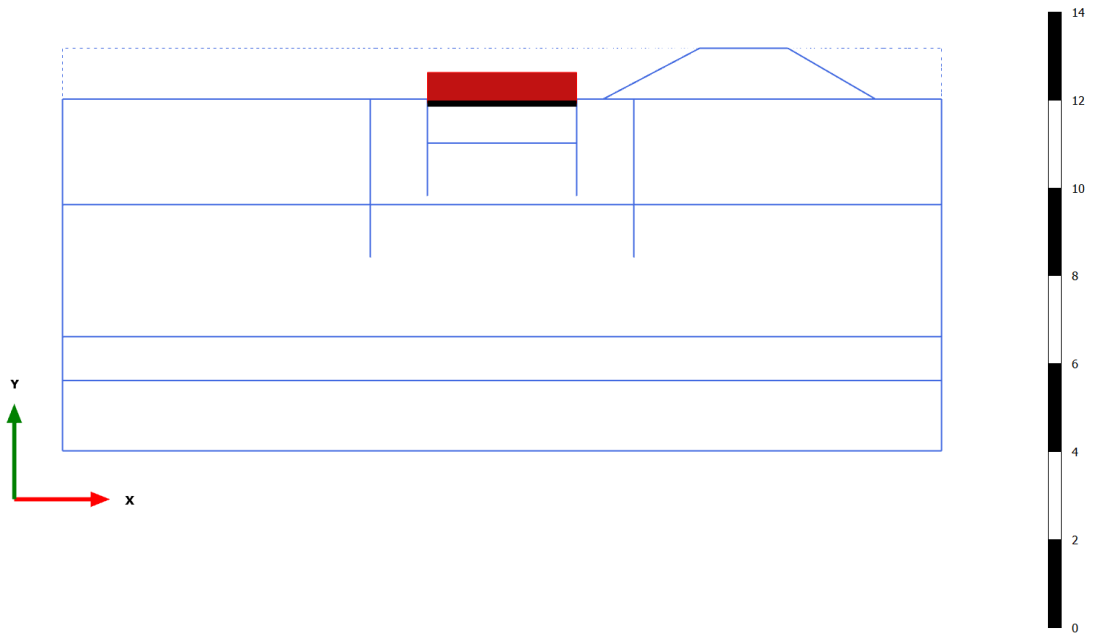
3.2.1.2.4 Calculation results, Node-to-node anchor, Scavo 1 [Phase_8] (8/32), Anchor force for curves FMin N_{min}



Anchor force for curves FMin N_{min} (scaled up 1.00 times)
No results

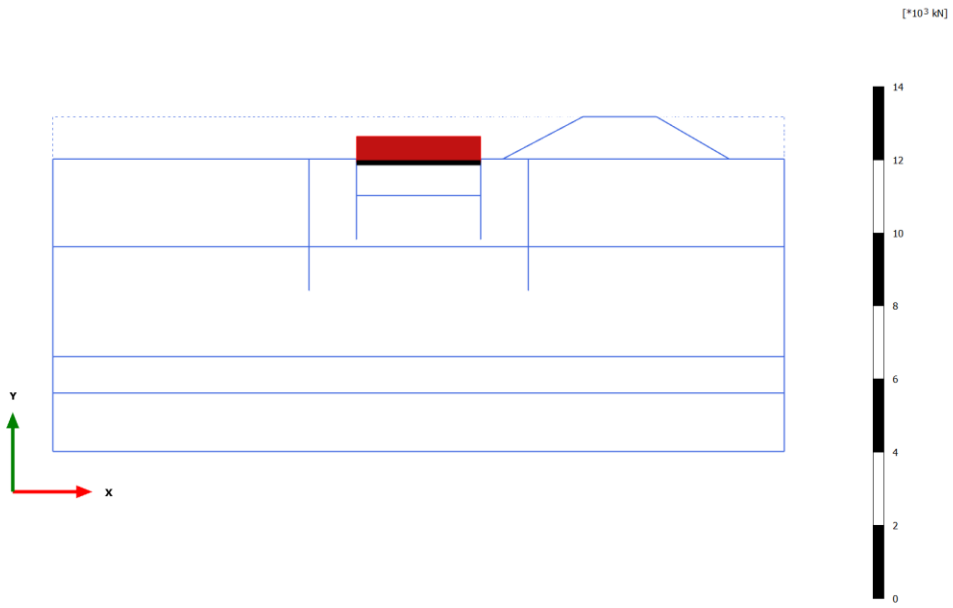
3.2.1.2.5 Calculation results, Node-to-node anchor, Puntone e Scavo max [Phase_3] (3/68), Anchor force for curves FMin N_{min}

[*10³ kN]



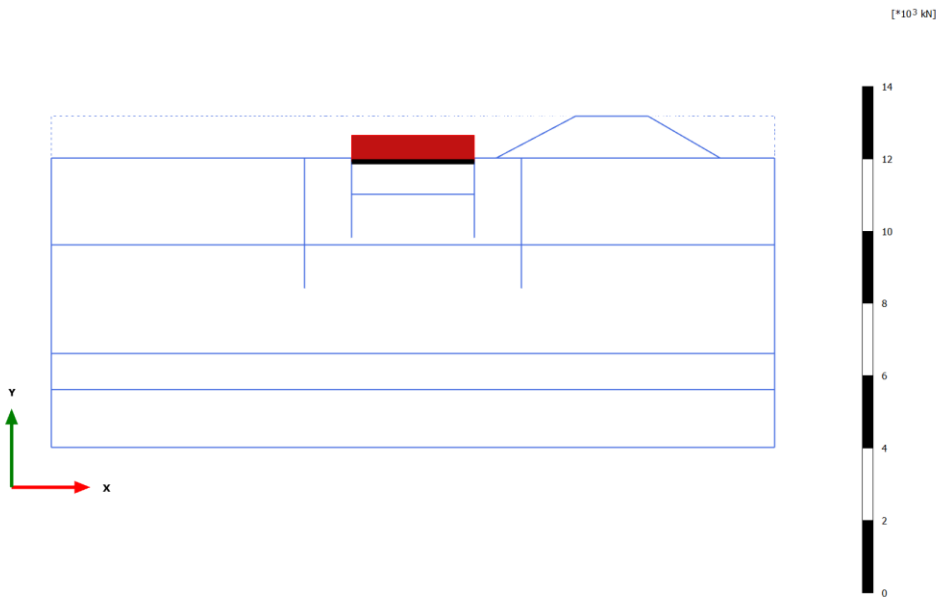
Anchor force for curves FMin N_{min} (scaled up 5.00*10⁻³ times)
Uniform value of -707.4 kN

3.2.1.2.6 Calculation results, Node-to-node anchor, Sovraccarico x1.15 (STR - SLU/1.3) [Phase_4] (4/71), Anchor force for curves FMin N_{min}

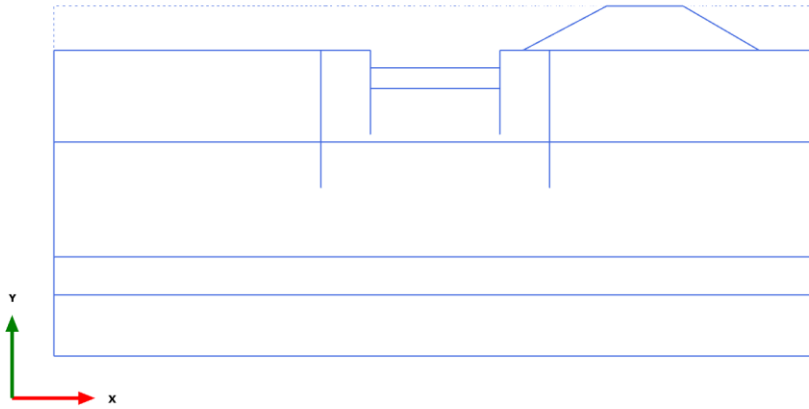


Anchor force for curves FMin N_{min} (scaled up 5.00*10⁻³ times)
 Uniform value of -719.5 kN

3.2.1.2.7 Calculation results, Node-to-node anchor, Sovraccarico x1.30 (GEO) [Phase_7] (7/75), Anchor force for curves FMin N_{min}

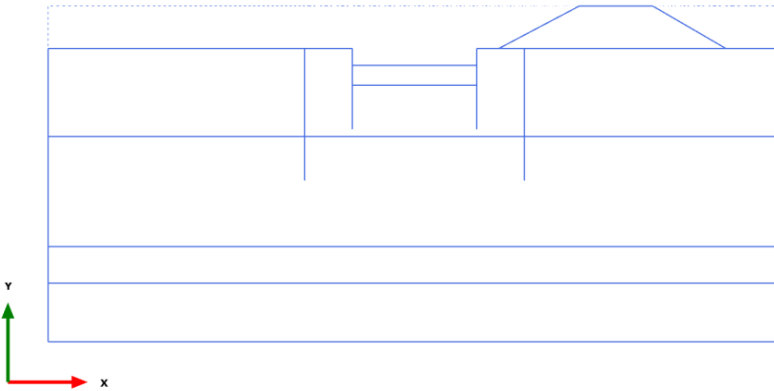


Anchor force for curves FMin N_{min} (scaled up 5.00*10⁻³ times)
 Uniform value of -731.8 kN

3.2.1.2.8 Calculation results, Node-to-node anchor, solettone [Phase_9] (9/1116), Anchor force for curves FMin N_{min}

Anchor force for curves FMin N_{min} (scaled up 1.00 times)

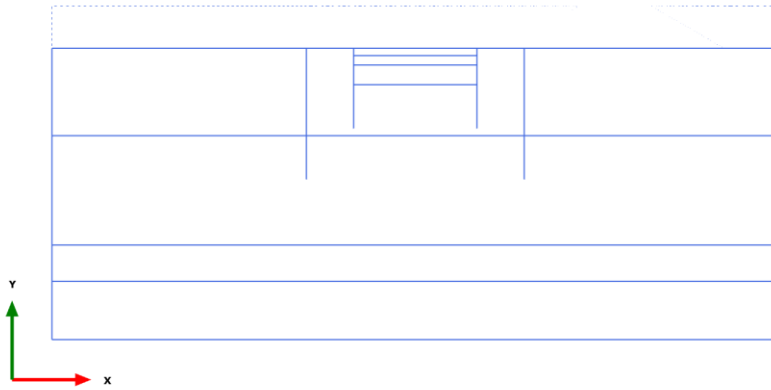
No results

3.2.1.2.9 Calculation results, Node-to-node anchor, sovraccarico x 1.15 [Phase_10] (10/1118), Anchor force for curves FMin N_{min}

Anchor force for curves FMin N_{min} (scaled up 1.00 times)

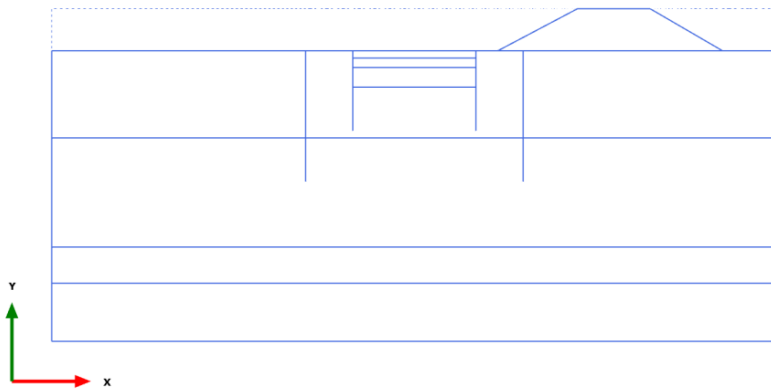
No results

3.2.1.3.1 Calculation results, Node-to-node anchor, Initial phase [InitialPhase] (0/0), Anchor force for curves FMax N_{max}

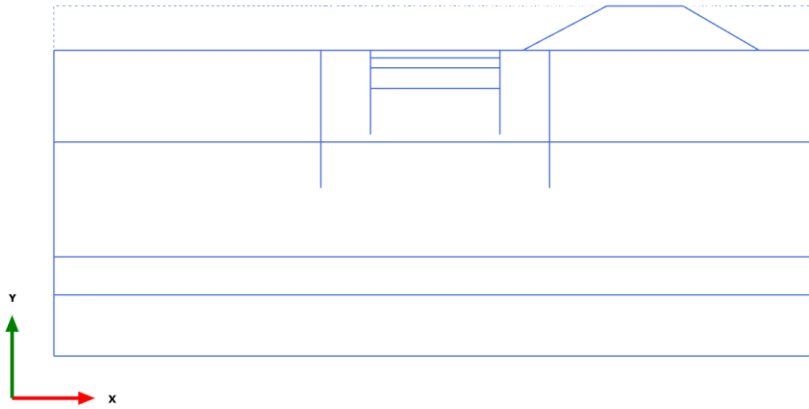


Anchor force for curves FMax N_{max} (scaled up 1.00 times)
No results

3.2.1.3.2 Calculation results, Node-to-node anchor, Rilevato [Phase_5] (5/26), Anchor force for curves FMax N_{max}

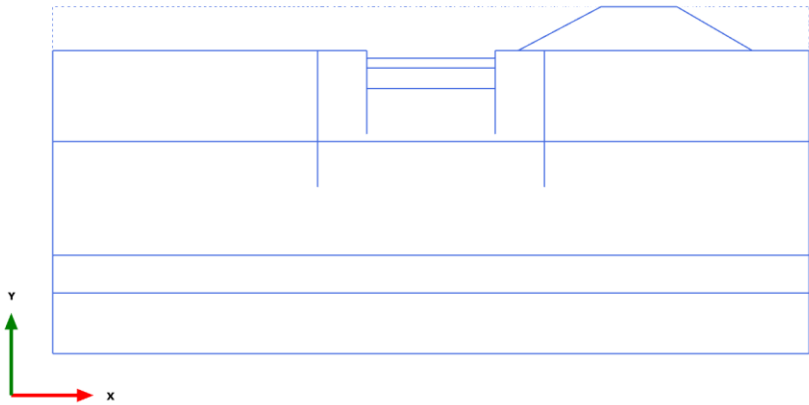


Anchor force for curves FMax N_{max} (scaled up 1.00 times)
No results

3.2.1.3.3 Calculation results, Node-to-node anchor, Palancolato [Phase_2] (2/28), Anchor force for curves FMax N_{max}

Anchor force for curves FMax N_{max} (scaled up 1.00 times)

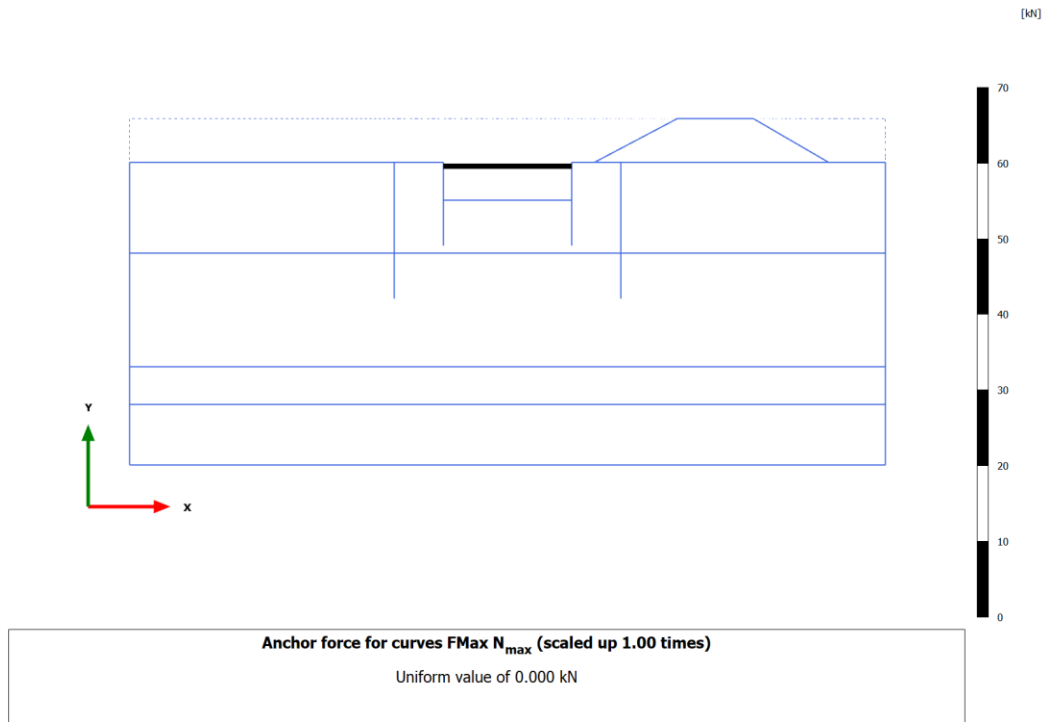
No results

3.2.1.3.4 Calculation results, Node-to-node anchor, Scavo 1 [Phase_8] (8/32), Anchor force for curves FMax N_{max}

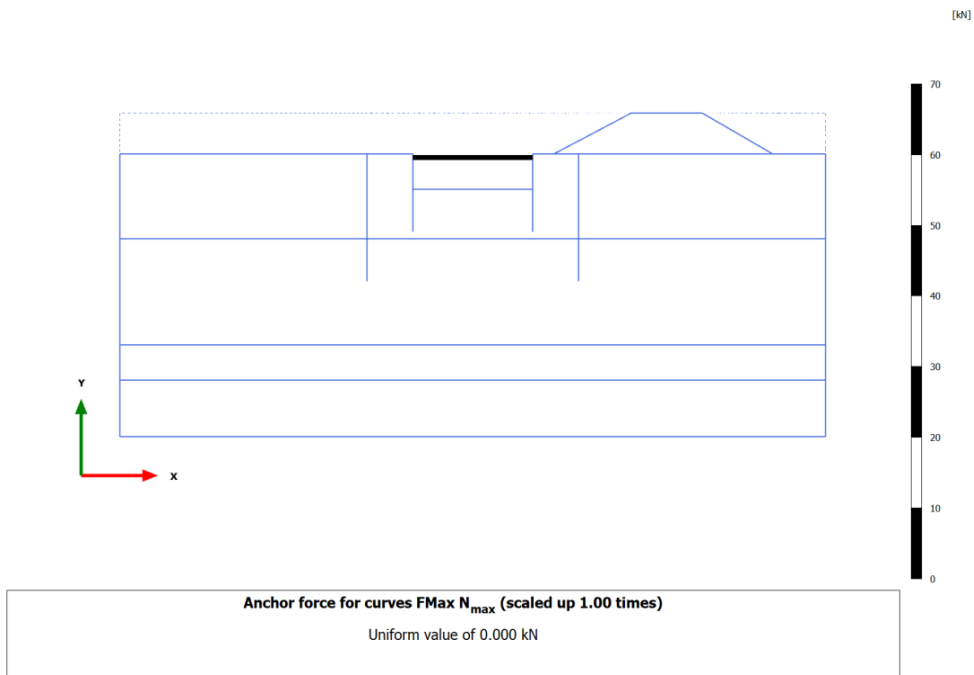
Anchor force for curves FMax N_{max} (scaled up 1.00 times)

No results

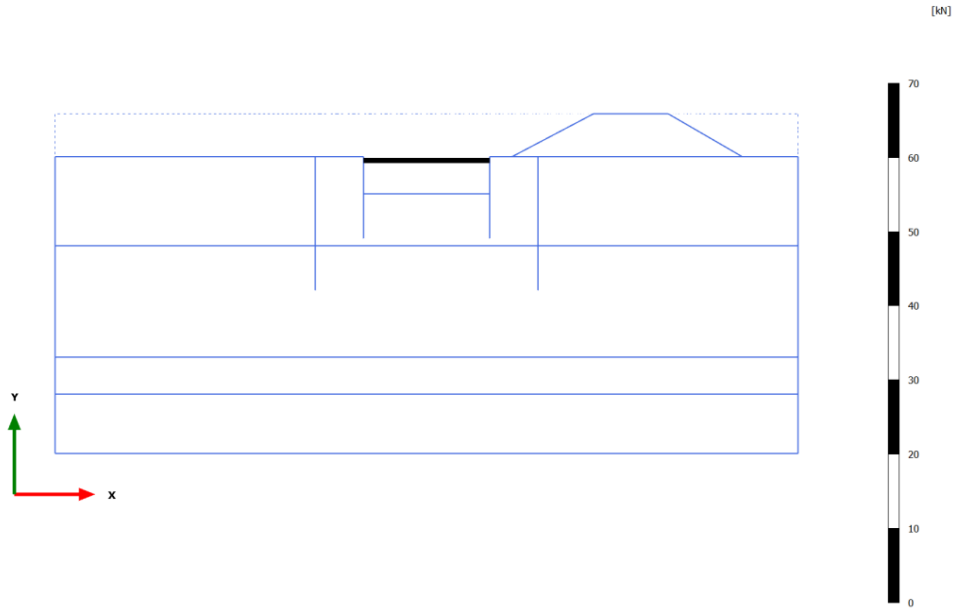
3.2.1.3.5 Calculation results, Node-to-node anchor, Puntone e Scavo max [Phase_3] (3/68), Anchor force for curves FMax N_{max}



3.2.1.3.6 Calculation results, Node-to-node anchor, Sovraccarico x1.15 (STR - SLU/1.3) [Phase_4] (4/71), Anchor force for curves FMax N_{max}

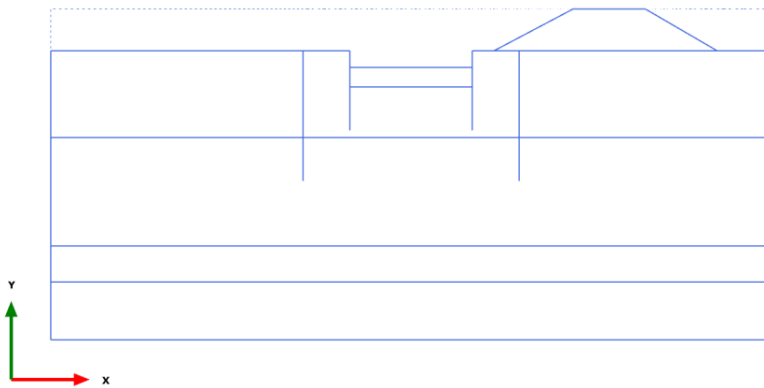


3.2.1.3.7 Calculation results, Node-to-node anchor, Sovraccarico x1.30 (GEO) [Phase_7] (7/75), Anchor force for curves FMax N_{max}



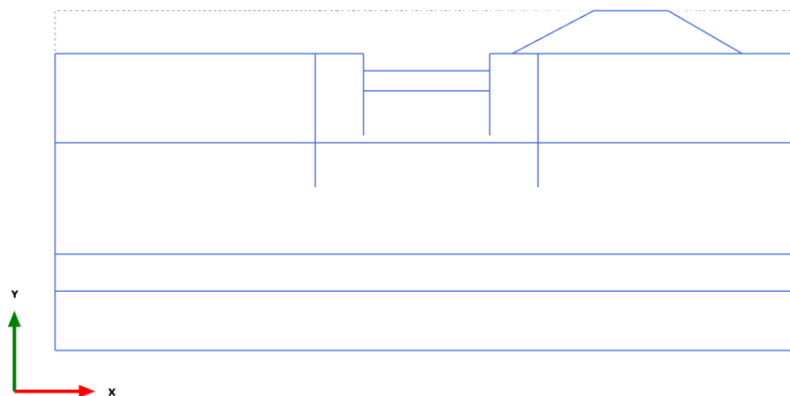
Anchor force for curves FMax N_{max} (scaled up 1.00 times)
Uniform value of 0.000 kN

3.2.1.3.8 Calculation results, Node-to-node anchor, solettone [Phase_9] (9/1116), Anchor force for curves FMax N_{max}



Anchor force for curves FMax N_{max} (scaled up 1.00 times)
No results

3.2.1.3.9 Calculation results, Node-to-node anchor, sovraccarico x 1.15 [Phase_10] (10/1118), Anchor force for curves FMax N_{max}







Anchor force for curves FMax N_{max} (scaled up 1.00 times)

No results

7.3 Tabulati di calcolo sezione 3

PLAXIS Report

1.1.1.1.1 Materials - Soil and interfaces - Mohr-Coulomb


Identification		Argilla	Sabbia	Argilla_Interfaccia	Sabbia_Interfaccia
Identification number		1	2	3	4
Drainage type		Drained	Drained	Drained	Drained
Colour					
Comments					
γ_{unsat}	kN/m ³	18.50	19.00	18.50	19.00
γ_{sat}	kN/m ³	18.50	19.00	18.50	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	10.00E3	40.00E3	10.00E3	40.00E3
ν (nu)		0.3000	0.3000	0.3000	0.3000
G	kN/m ²	3846	15.38E3	3846	15.38E3
E_{oed}	kN/m ²	13.46E3	53.85E3	13.46E3	53.85E3
c_{ref}	kN/m ²	1.000E-3	0.000	1.000E-3	1.000E-3

Identification		Argilla	Sabbia	Argilla_Interfaccia	Sabbia_Interfaccia
ϕ (phi)	°	26.00	34.00	17.00	20.00
ψ (psi)	°	0.000	0.000	0.000	0.000
V_s	m/s	45.16	89.13	45.16	89.13
V_p	m/s	84.49	166.7	84.49	166.7
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	375.0E3	1.500E6	375.0E3	1.500E6
Stiffness		Standard	Standard	Standard	Standard
Strength		Manual	Manual	Rigid	Manual
R_{inter}		0.6700	0.6700	1.000	0.6700
Consider gap closure		Yes	Yes	Yes	Yes


Identification		Argilla	Sabbia	Argilla_Interfaccia	Sabbia_Interfaccia
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}		0.5616	0.4408	0.7076	0.6580
K _{0,z}		0.5616	0.4408	0.7076	0.6580
Data set		Standard	Standard	Standard	Standard
Type		Coarse	Coarse	Coarse	Coarse
< 2 μ m	%	10.00	10.00	10.00	10.00
2 μ m - 50 μ m	%	13.00	13.00	13.00	13.00
50 μ m - 2 mm	%	77.00	77.00	77.00	77.00
Use defaults		None	None	None	None
k _x	m/s	0.6000E-6	0.01300E-3	0.6000E-6	0.01300E-3
k _y	m/s	0.6000E-6	0.01300E-3	0.6000E-6	0.01300E-3
$-\psi_{unsat}$	m	10.00E3	10.00E3	10.00E3	10.00E3
e _{init}		0.5000	0.5000	0.5000	0.5000
S _s	1/m	0.000	0.000	0.000	0.000

Identification		Argilla	Sabbia	Argilla_Interfaccia	Sabbia_Interfaccia
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	
Identification number	1	
Comments		
Colour		
Material type	Elastic	
Isotropic	Yes	
EA_1	kN/m	3.429E6
EA_2	kN/m	3.429E6
EI	kN m ² /m	81.16E3
d	m	0.5329
w	kN/m/m	1.280
ν (nu)	0.000	
Rayleigh α	0.000	
Rayleigh β	0.000	
Prevent punching	No	
Identification number	1	
c	kJ/t/K	0.000
λ	kW/m/K	0.000
Identification	PU_18	PU_22
ρ	t/m ³	0.000
α	1/K	0.000

1.1.1.3 Materials - Anchors -

Identification	Puntone	
Identification number	1	
Comments		
Colour		
Material type	Elastic	
EA	kN	10.00E3

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



VI05C - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

Progetto
IN17

Lotto
12

Codifica Documento
EI2 CL VI 05 C 1 001

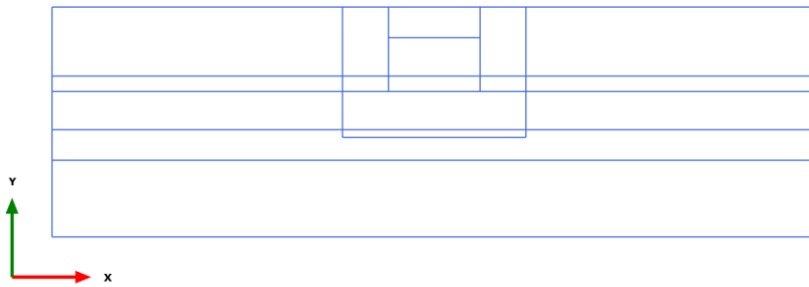
Rev.
B

Foglio
149 di 157

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

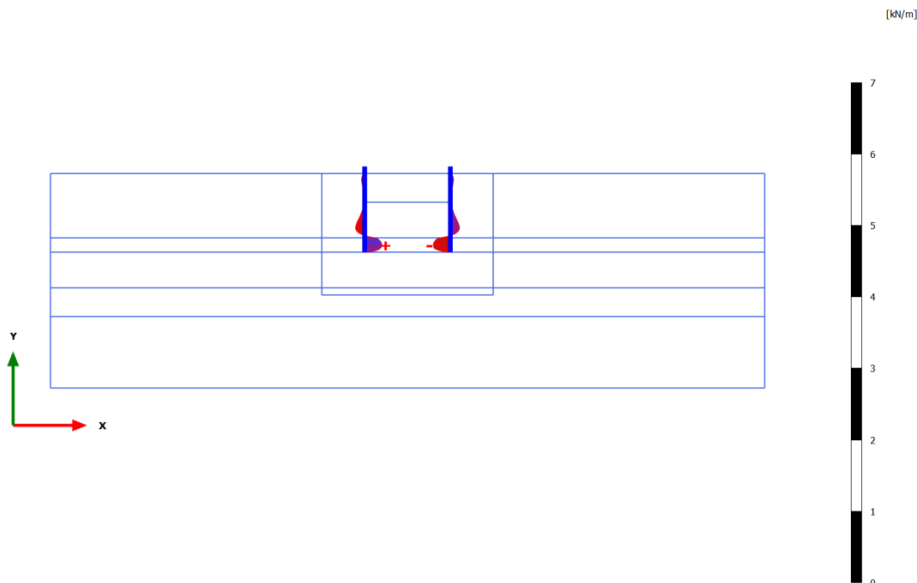


3.1.1.1.1 Calculation results, Plate, Initial phase [InitialPhase] (0/0), Shear forces Q



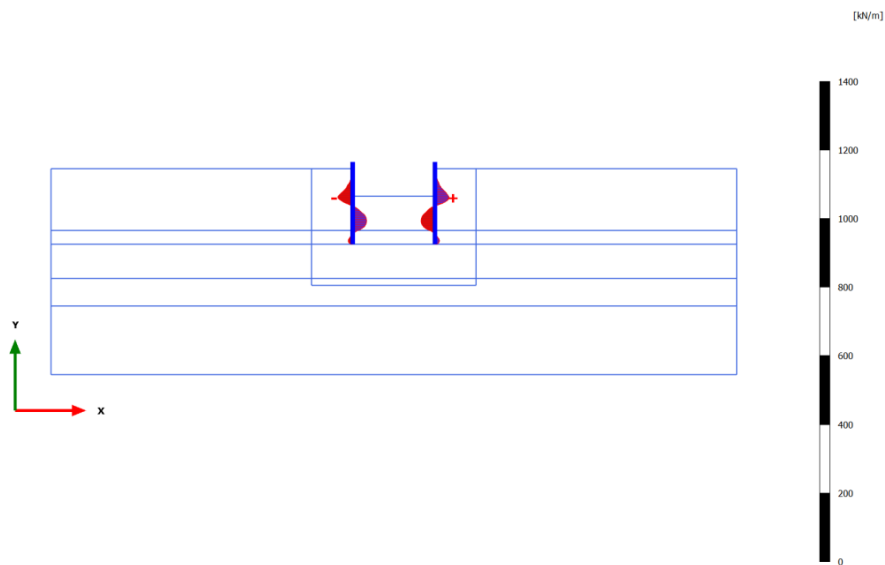
Shear forces Q (scaled up 1.00 times)
No results

3.1.1.1.2 Calculation results, Plate, Palancolato [Phase_2] (2/5), Shear forces Q



Shear forces Q (scaled up 10.0 times)
Maximum value = 0.2409 kN/m (Element 25 at Node 7879)
Minimum value = -0.2421 kN/m (Element 27 at Node 9936)

3.1.1.1.3 Calculation results, Plate, Scavo max [Phase_3] (3/276), Shear forces Q

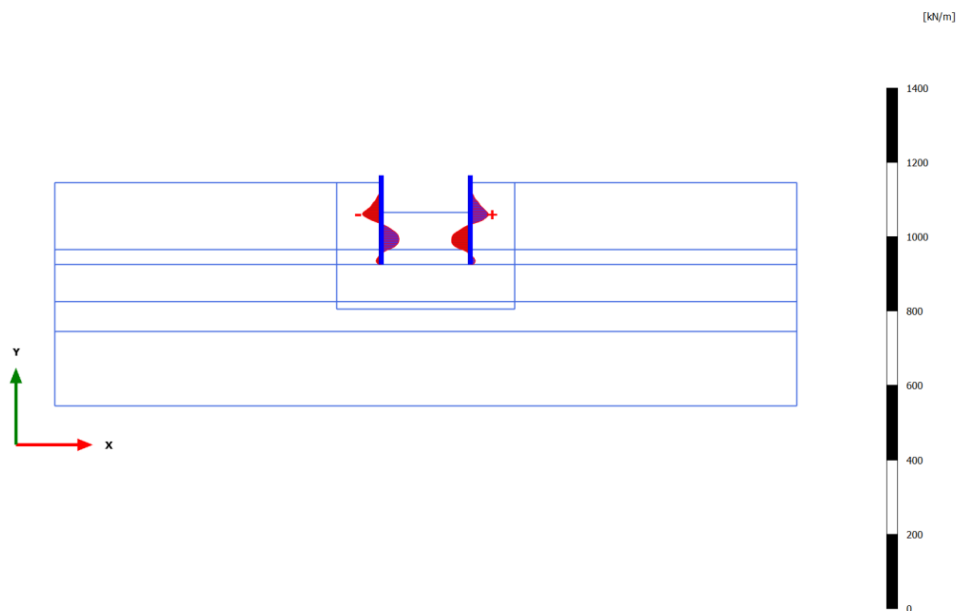


Shear forces Q (scaled up 0.0500 times)

Maximum value = 41.53 kN/m (Element 19 at Node 4856)

Minimum value = -43.69 kN/m (Element 13 at Node 1360)

3.1.1.1.4 Calculation results, Plate, Sovraccarico [Phase_5] (5/364), Shear forces Q

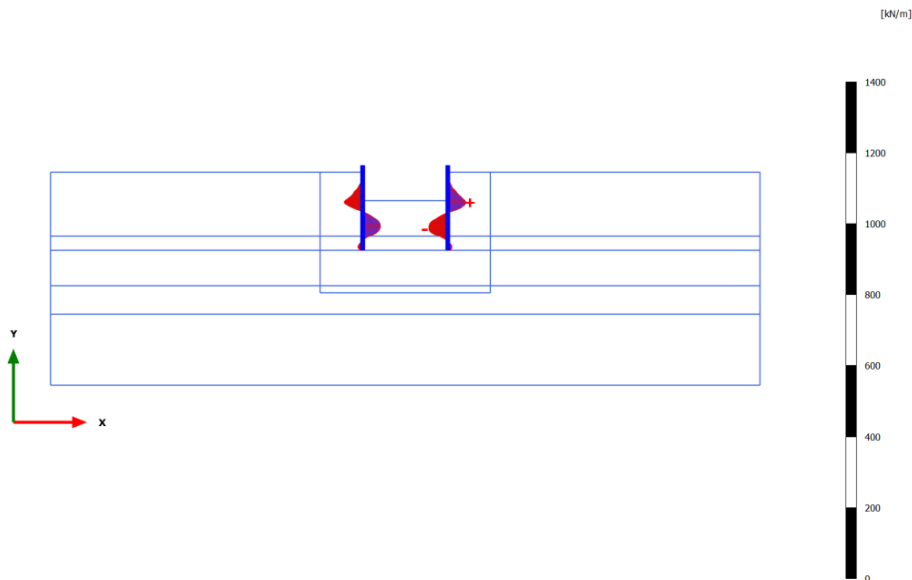


Shear forces Q (scaled up 0.0500 times)

Maximum value = 49.03 kN/m (Element 19 at Node 4856)

Minimum value = -51.44 kN/m (Element 13 at Node 1360)

3.1.1.1.5 Calculation results, Plate, Sovraccarico x1.15 (STR - SLU/1.3) [Phase_4] (4/398), Shear forces Q

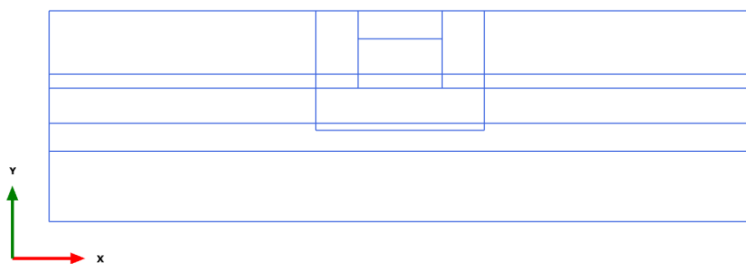


Shear forces Q (scaled up 0.0500 times)

Maximum value = 51.59 kN/m (Element 19 at Node 4856)

Minimum value = -53.85 kN/m (Element 23 at Node 7056)

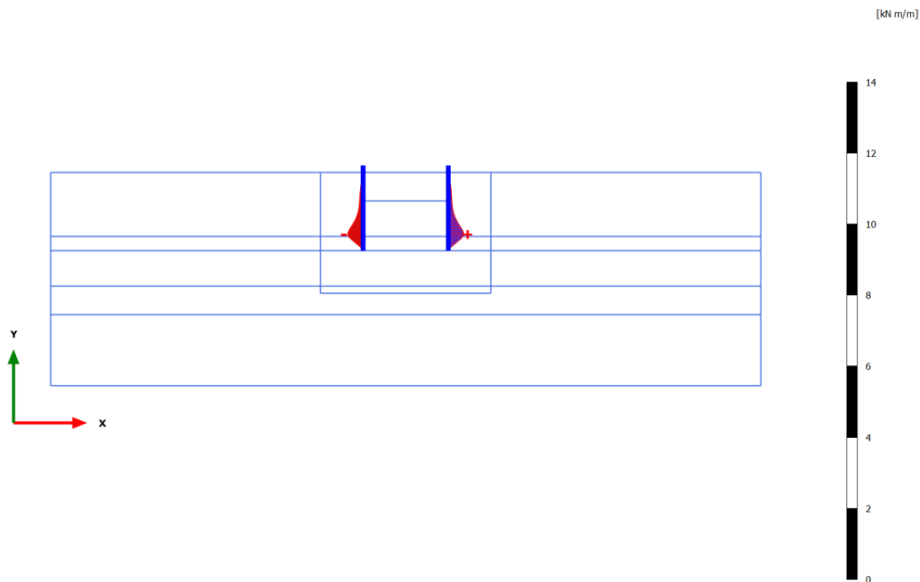
3.1.1.2.1 Calculation results, Plate, Initial phase [InitialPhase] (0/0), Bending moments M



Bending moments M (scaled up 1.00 times)

No results

3.1.1.2.2 Calculation results, Plate, Palancolato [Phase_2] (2/5), Bending moments M

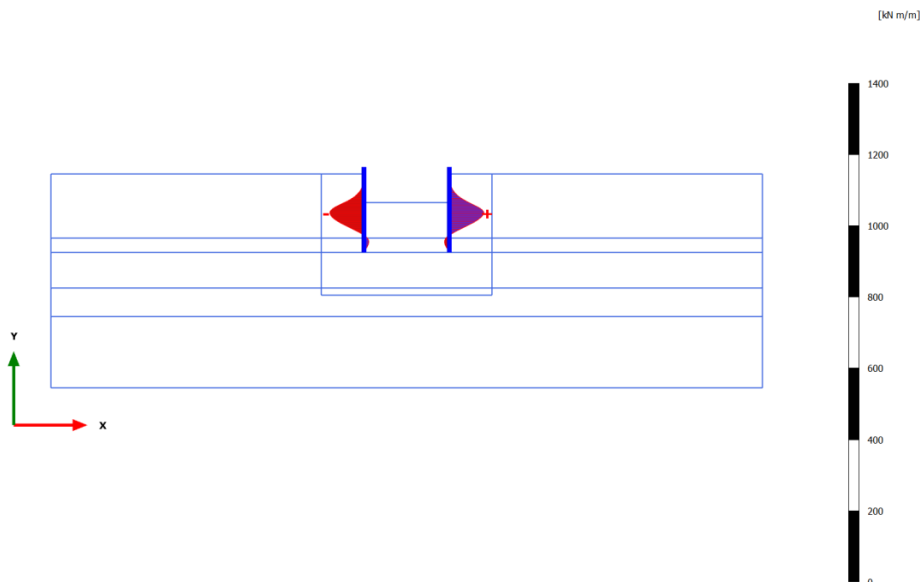


Bending moments M (scaled up 5.00 times)

Maximum value = 0.4341 kN m/m (Element 24 at Node 8072)

Minimum value = -0.4340 kN m/m (Element 18 at Node 6053)

3.1.1.2.3 Calculation results, Plate, Scavo max [Phase_3] (3/276), Bending moments M

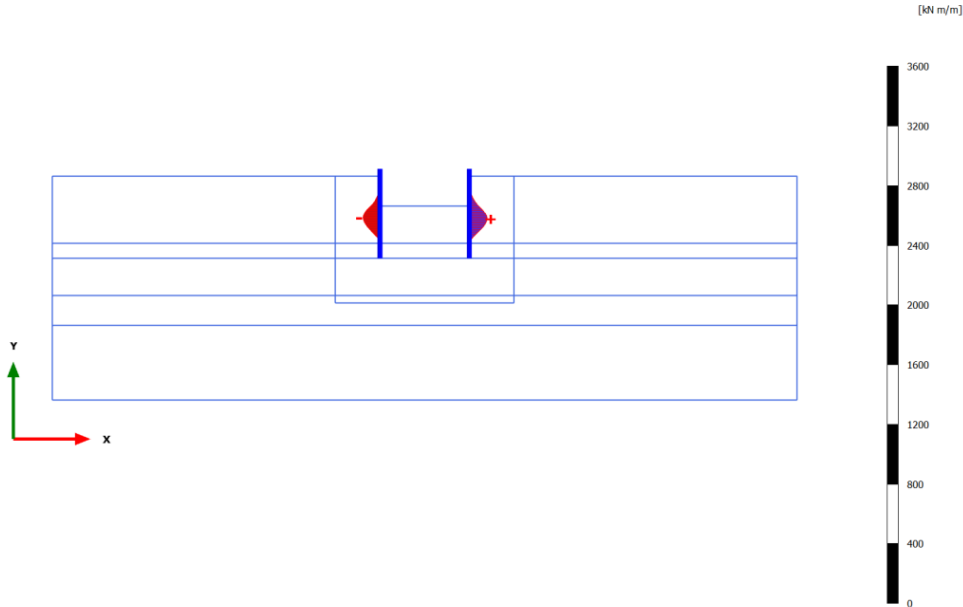


Bending moments M (scaled up 0.0500 times)

Maximum value = 97.11 kN m/m (Element 20 at Node 5328)

Minimum value = -96.10 kN m/m (Element 14 at Node 2300)

3.1.1.2.4 Calculation results, Plate, Sovraccarico [Phase_5] (5/364), Bending moments M

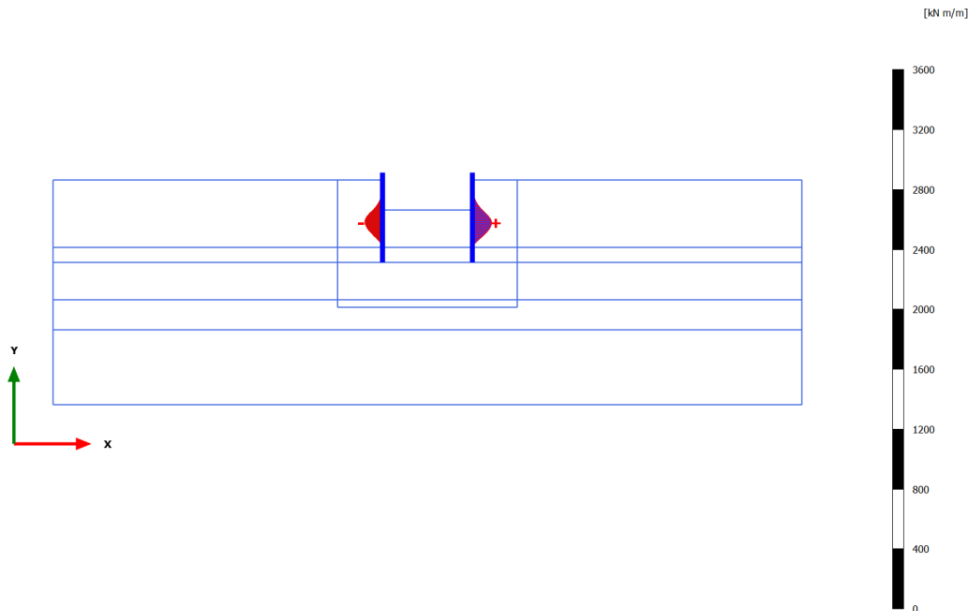


Bending moments M (scaled up 0.0200 times)

Maximum value = 119.7 kN m/m (Element 20 at Node 5931)

Minimum value = -113.2 kN m/m (Element 14 at Node 2300)

3.1.1.2.5 Calculation results, Plate, Sovraccarico x1.15 (STR - SLU/1.3) [Phase_4] (4/398), Bending moments M

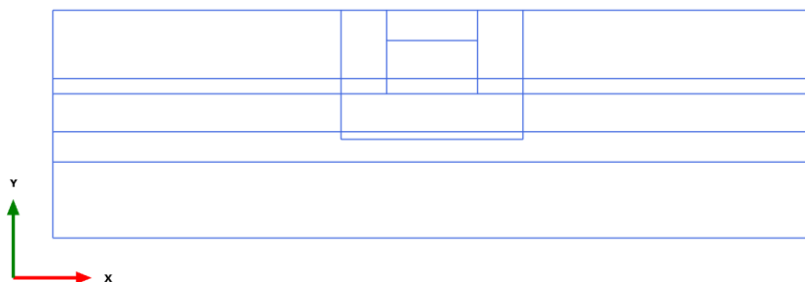


Bending moments M (scaled up 0.0200 times)

Maximum value = 128.5 kN m/m (Element 21 at Node 5931)

Minimum value = -117.9 kN m/m (Element 15 at Node 2583)

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

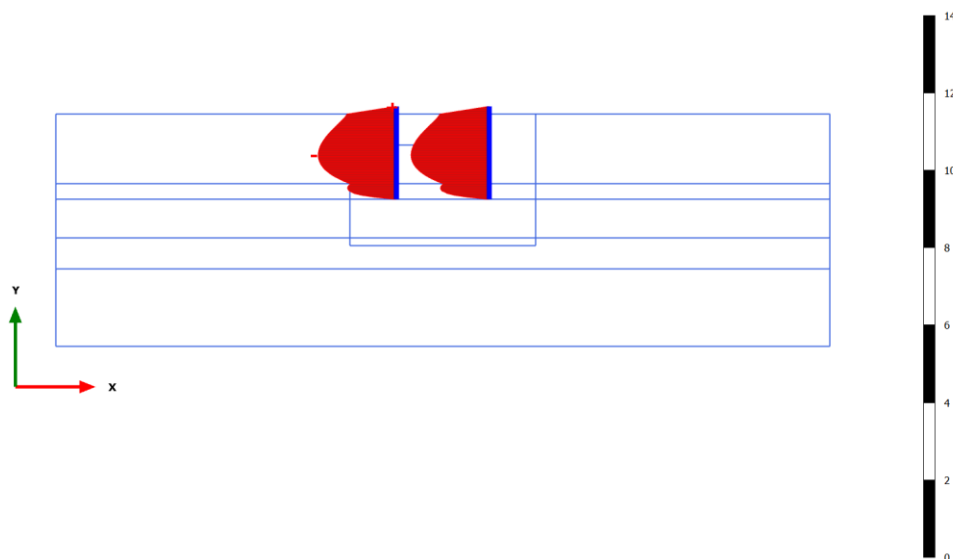


Axial forces N (scaled up 1.00 times)

No results

3.1.1.3.2 Calculation results, Plate, Palancolato [Phase_2] (2/5), Axial forces N

[kN/m]



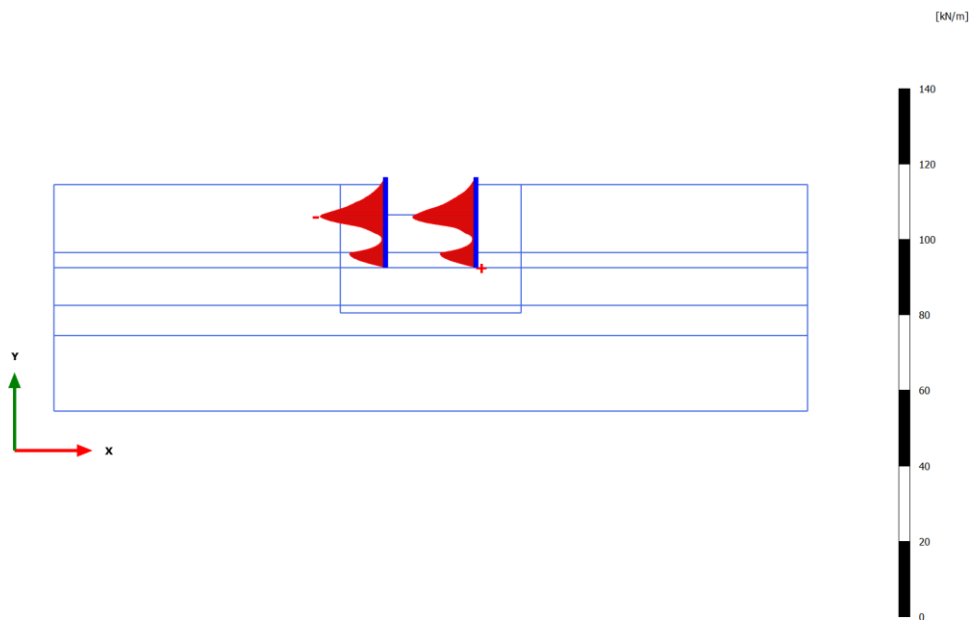
Axial forces N (scaled up 5.00 times)

Maximum value = $-0.07777 \cdot 10^{-3}$ kN/m (Element 1 at Node 1)

Minimum value = -2.022 kN/m (Element 14 at Node 2301)



3.1.1.3.3 Calculation results, Plate, Scavo max [Phase_3] (3/276), Axial forces N

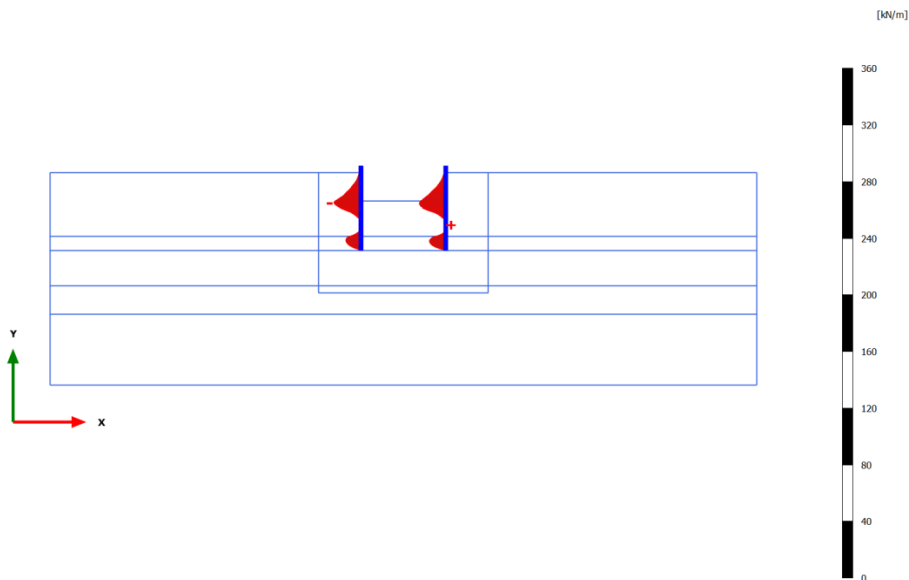


Axial forces N (scaled up 0.500 times)

Maximum value = 0.4178 kN/m (Element 28 at Node 9937)

Minimum value = -17.42 kN/m (Element 13 at Node 1360)

3.1.1.3.4 Calculation results, Plate, Sovraccarico [Phase_5] (5/364), Axial forces N

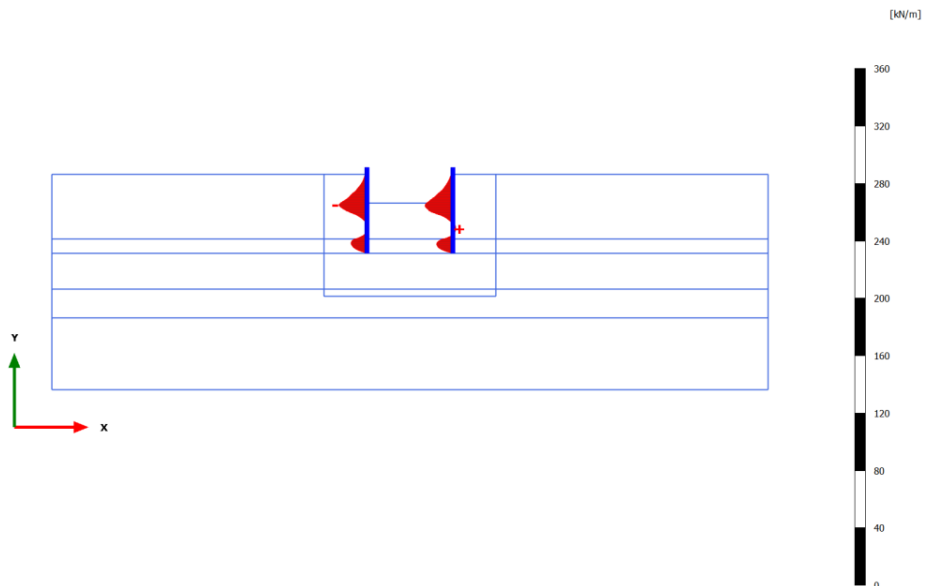


Axial forces N (scaled up 0.200 times)

Maximum value = 1.285 kN/m (Element 23 at Node 7053)

Minimum value = -19.34 kN/m (Element 13 at Node 1360)

3.1.1.3.5 Calculation results, Plate, Sovraccarico x1.15 (STR - SLU/1.3) [Phase_4] (4/398), Axial forces N



Axial forces N (scaled up 0.200 times)

Maximum value = 1.963 kN/m (Element 23 at Node 7054)

Minimum value = -19.59 kN/m (Element 13 at Node 1360)