

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+220,666 al km 20+592,474

SCAVI, DEMOLIZIONE, OPERE PROVVISORIALI

Relazione di calcolo opere provvisoriali

GENERAL CONTRACTOR				DIRETTORE LAVORI				SCALA
IL PROGETTISTA INTEGRATORE		Consorzio Iricav Due ing. Paolo Carmona <i>Paolo Carmona</i> Data: Settembre 2022						-
Ing. Giovanni MALAYENDA ALBO INGEGNERI PROV. DI MESSINA n. 4289 n. 4503 <i>Giovanni Malayenda</i> Data: Settembre 2022								

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

I N 1 7 1 2 E I 2 C L V I 0 5 A 1 0 0 1 C - - - D - - -

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

Progettazione:

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

CIG. 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN1712EI2CLVI05A1001C.DOCX
		Cod. origine:



Progetto cofinanziato
dalla Unione Europea

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI05A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 05 A 1 001	Rev. C	Foglio 2 di 53	

INDICE

1	PREMESSA.....	4
2	NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	9
2.1	Normativa di riferimento.....	9
2.2	Documenti di riferimento.....	9
2.3	Software di riferimento.....	9
3	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	10
4	ANALISI DELLE PARATIE.....	11
4.1	Combinazioni e coefficienti parziali.....	11
4.2	Caratterizzazione geotecnica dei terreni	12
4.3	Elementi strutturali	13
4.4	Carichi applicati.....	13
4.5	Stabilità globale.....	13
4.6	Sezioni di calcolo	15
4.7	Discretizzazione di calcolo.....	15
4.7.1	Sezione 1	15
4.8	Fasi di calcolo	17
4.8.1	Sezione 1	17
4.9	Principali risultati delle analisi.....	20
4.9.1	Sezione 1	20
4.9.2	Stima portate di emungimento.....	25
4.10	Verifiche di resistenza palancole	27
4.10.1	Sezione 1	28
4.11	Verifiche nei confronti degli stati limite idraulici	29
5	ANALISI DI STABILITA'	30
5.1	Metodologie di calcolo verifica di stabilità.....	30
5.2	Carichi.....	30
5.3	Sezioni di calcolo	31
5.4	Caratterizzazione geotecnica dei terreni	31

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI05A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 05 A 1 001	Rev. C	Foglio 3 di 53

5.5	Risultati	31
	APPENDICE A. ANALISI STABILITA'. TABULATI DI CALCOLO SLIDE	33
	Analisi di stabilità statica SLU – Hscavo = 3.5 m	33
	APPENDICE B. REPORT DI CALCOLO PARATIE PLUS.....	38
	Sezione 1	38

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI05A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 05 A 1 001	Rev. C	Foglio 4 di 53

1 PREMESSA

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

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 VI05A, ubicato tra le progressive chilometriche 20+220.666 e 20+592.474 della linea A.V. / A.C. Torino – Venezia, tratta Verona – Padova, lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza.

In particolare si tratta di palancolati metallici posti a presidio dello scavo di alcune pile e spalle.

Per la spalla A e per le pile P1-P7, in relazione alla presenza della adiacente viabilità della Strada Porcilaia in esercizio, delle massime profondità di scavo di circa 3 m dal p.c. (spalla A) e del livello di falda assunto per le opere provvisorie (+20.5 m s.l.m.), 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 non ci sono vincoli al contorno e la falda è generalmente prossima a fondo scavo o poco sopra, quindi gestibile con aggotamento da fondo scavo in relazione alla predominanza di terreni coesivi per i primi 11 m circa da p.c..

Per gli scavi che interferiscono con la falda (quota falda per le opere provvisorie +20.5 m s.l.m.) 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 provvisorie e per esse è omessa la verifica sismica.

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

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

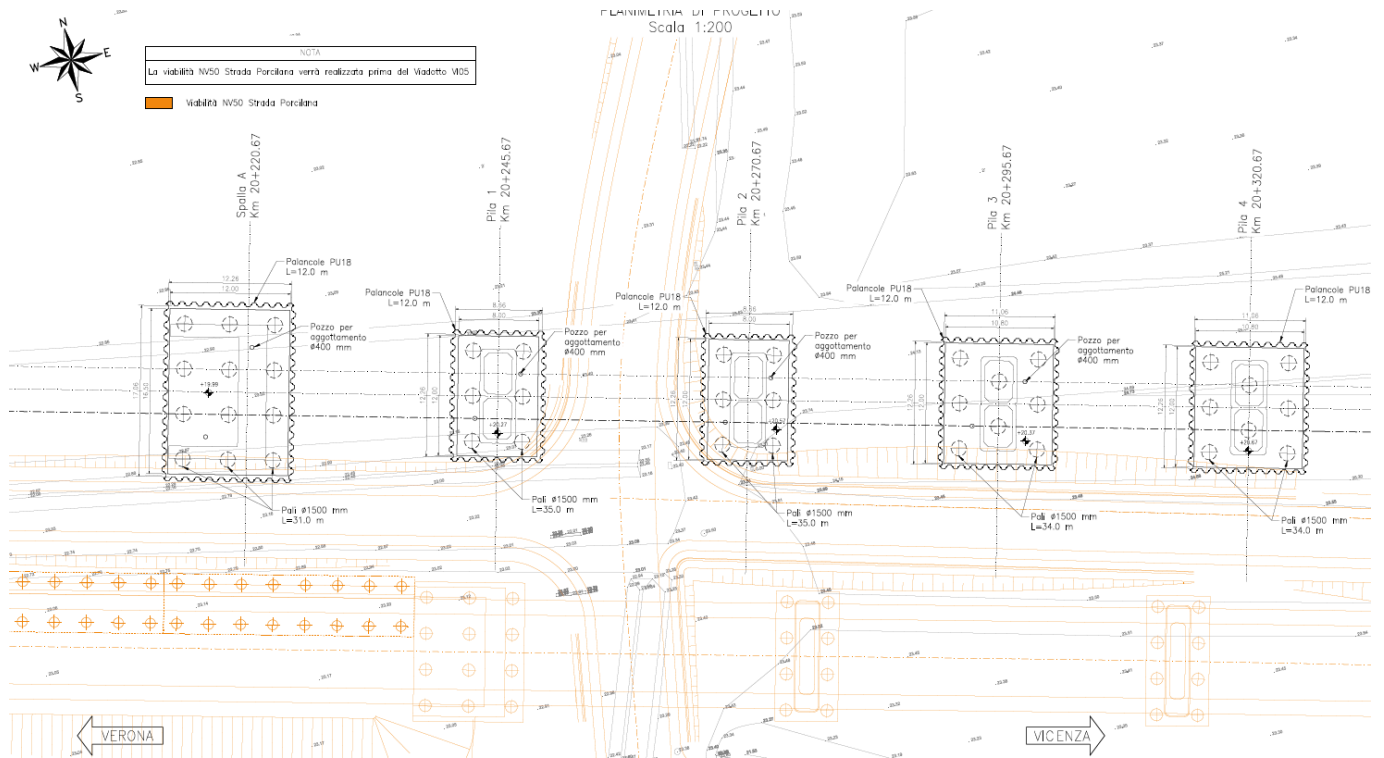


Figura 1 – Pianta opere provvisionali da spalla A a P4

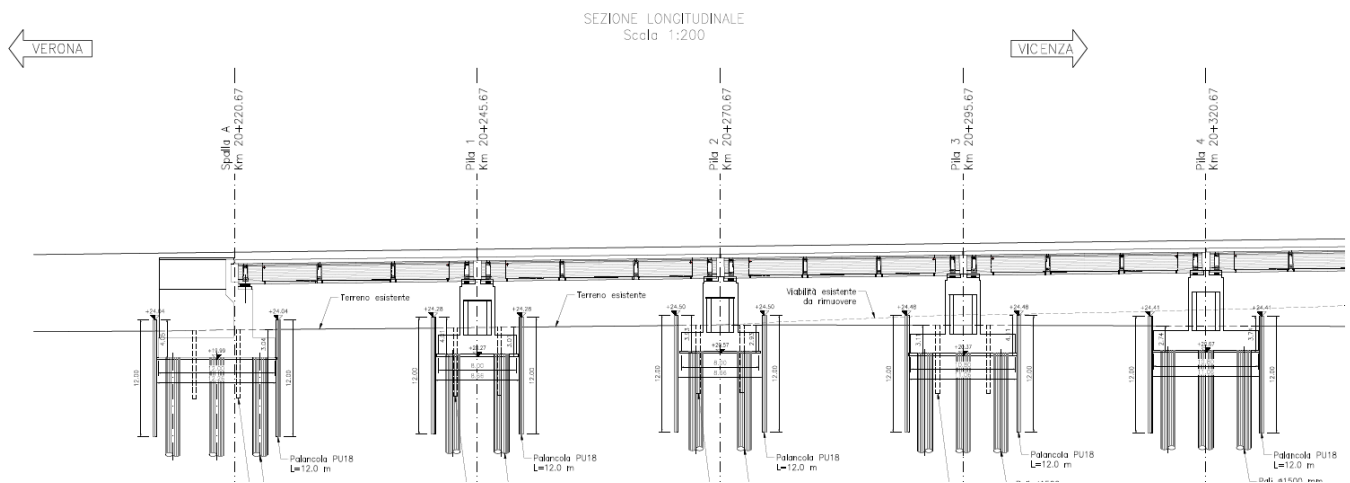


Figura 2 – Sezione longitudinale da spalla A a P4

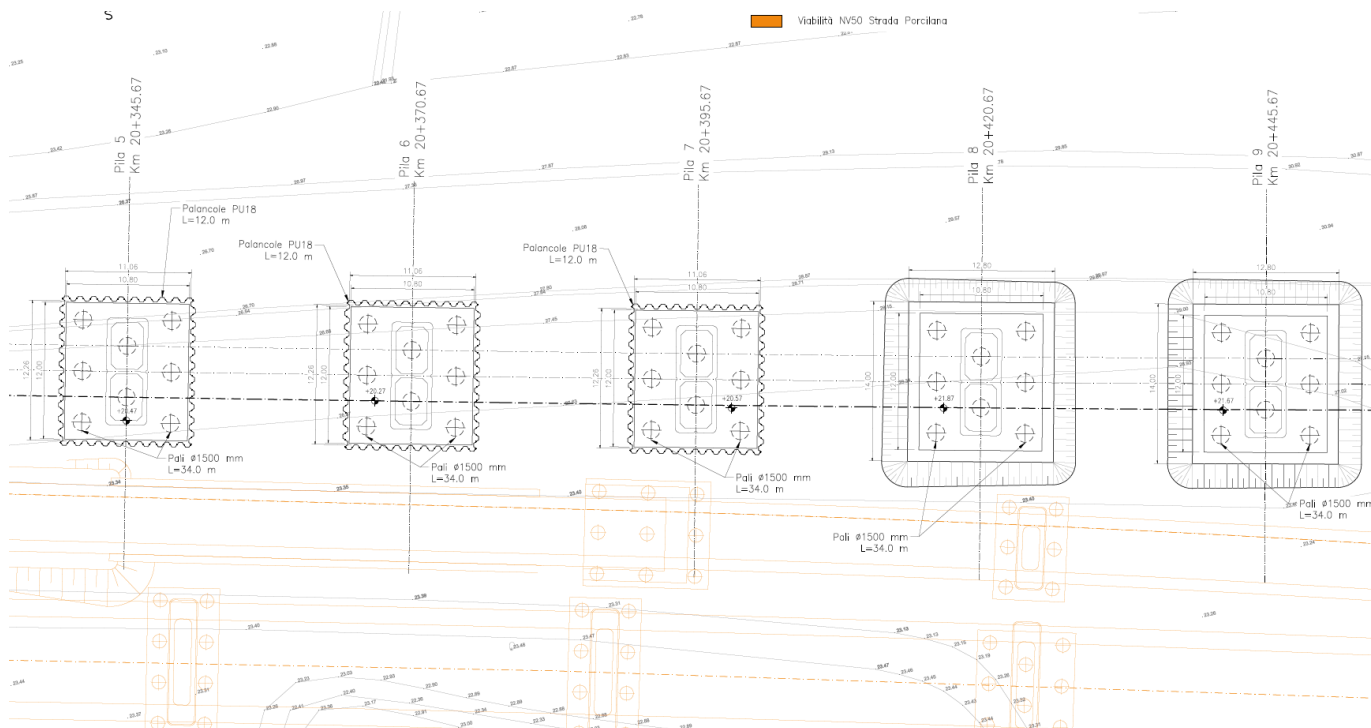


Figura 3 – Pianta opere provvisori da P5 a P9

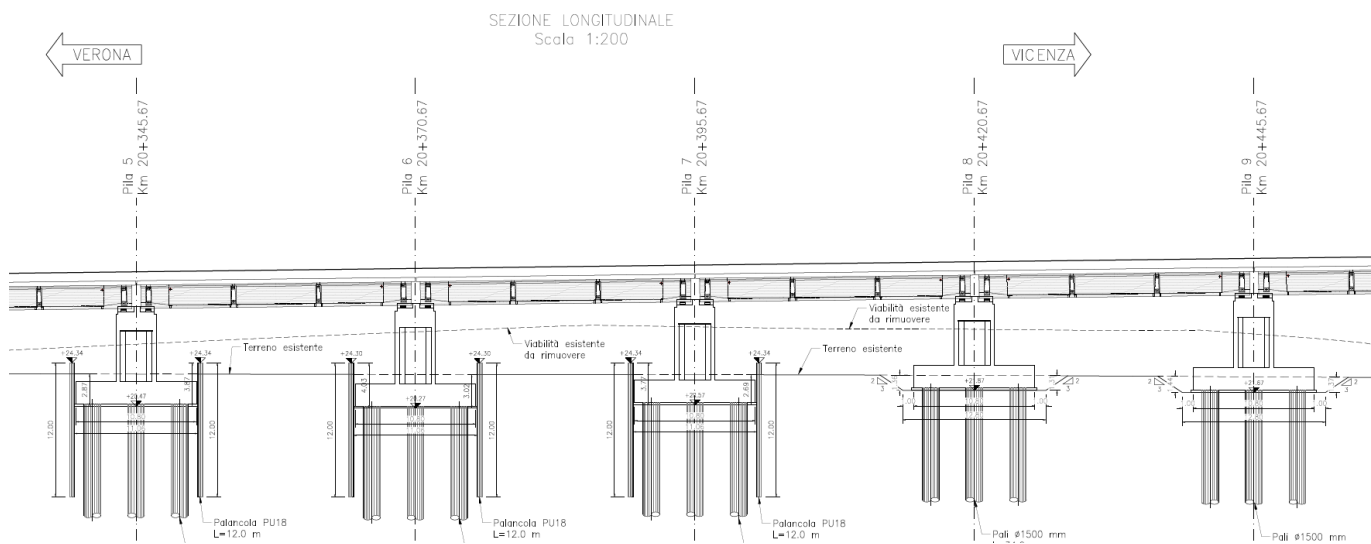


Figura 4 – Sezione longitudinale da P5 a P9

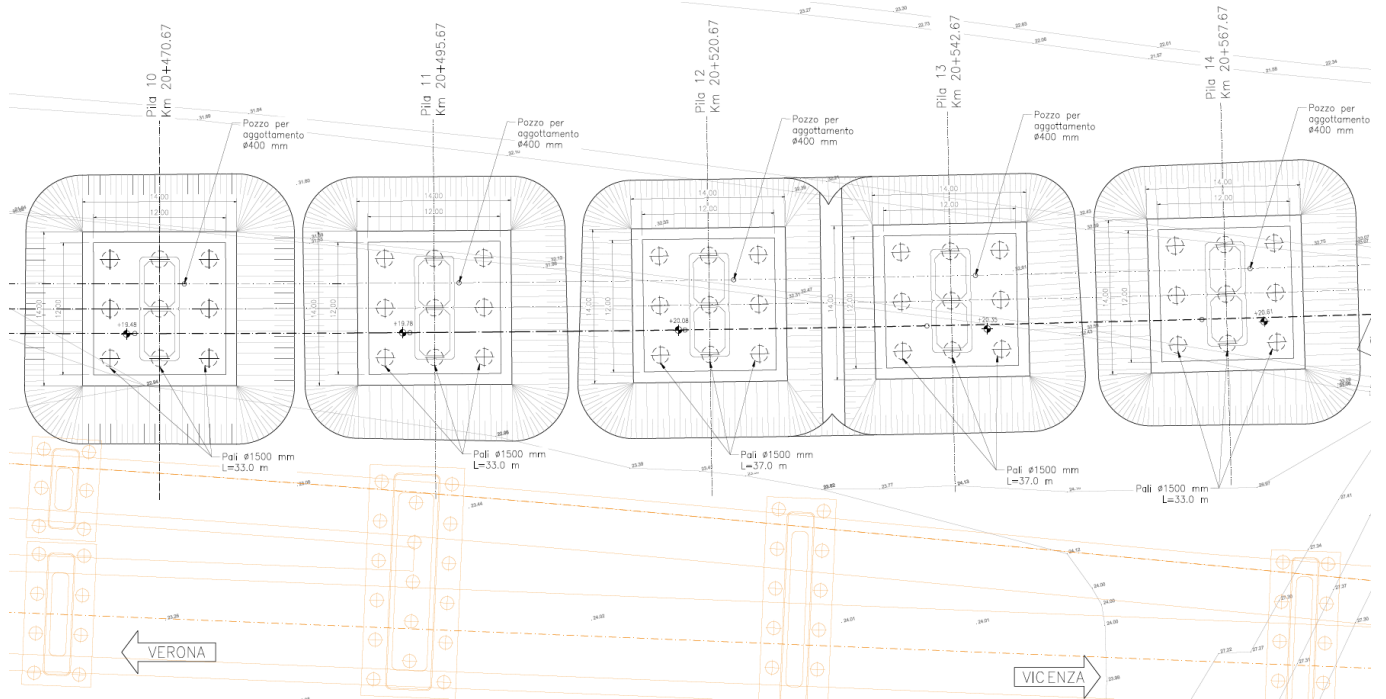


Figura 5 – Pianta opere provvisorie da P10 a P14

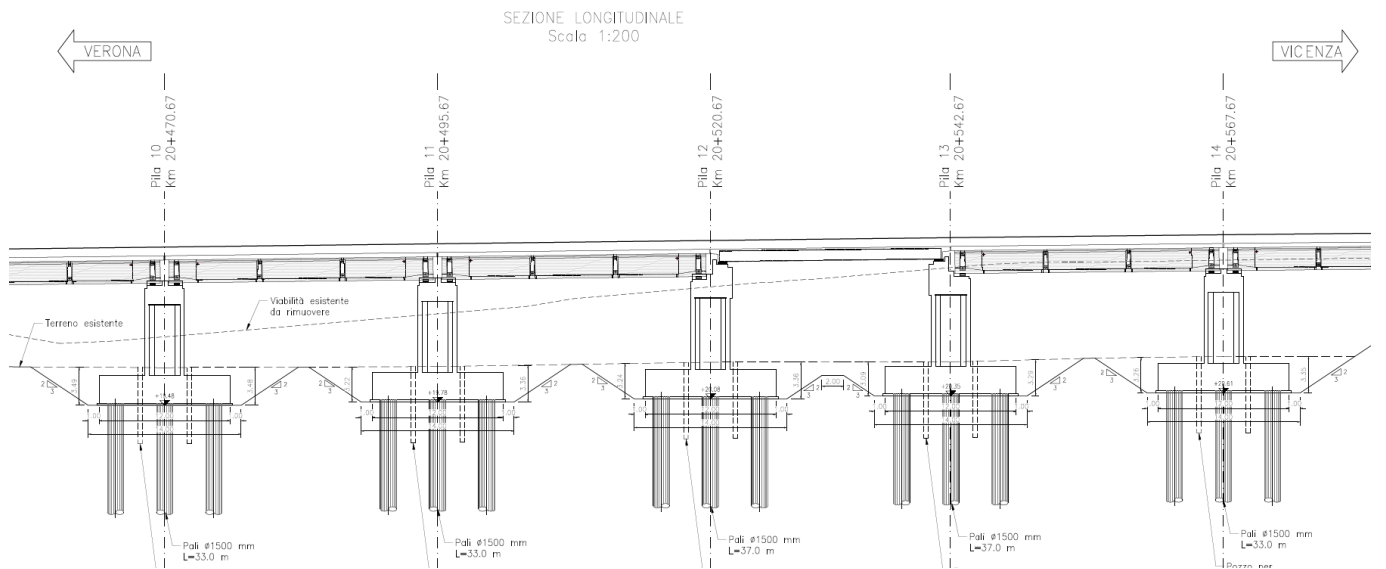


Figura 6 – Sezione longitudinale da P10 a P14

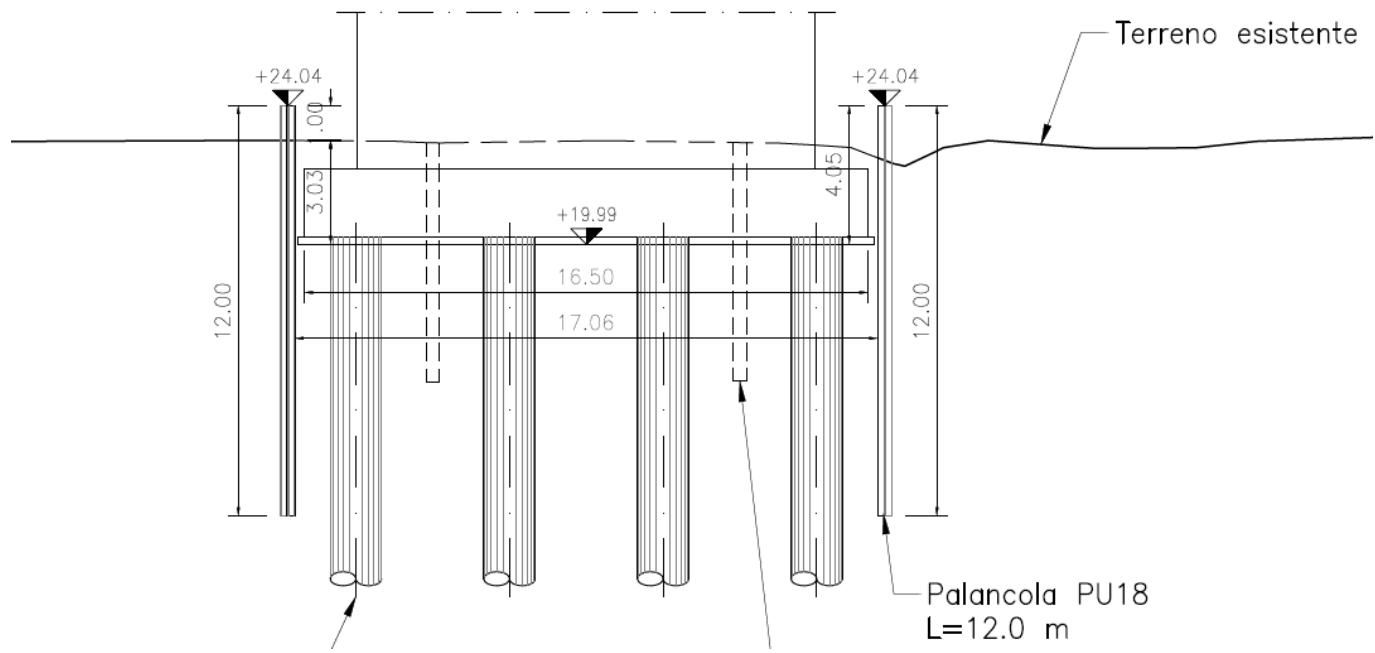


Figura 7 - Sezione trasversale – spalla A

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI05A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 05 A 1 001	Rev. C	Foglio 9 di 53	

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.] IN1712EI2FZVI05A0001 - Profilo Geotecnico - Viadotto Alpone I dal km 20+220.666 al km 20+592.474.
- [DR 2.] IN1712EI2RBVI05A0001 – Relazione Geotecnica - Viadotto Alpone I dal km 20+220.666 e 20+592.474.

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 garantiscano 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  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI05A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 05 A 1 001	Rev. C	Foglio 10 di 53	

3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

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

Nel presente documento si fa riferimento a palancole con un profilo PU18, le cui caratteristiche geometriche sono riportate sinteticamente nelle seguenti tabelle.

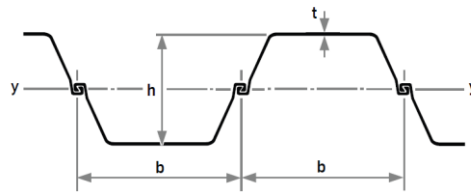


Tabella 1 - Caratteristiche palancole di progetto

Nome (-)	Tipo (-)	A (m ² /m)	b (m)	h (m)	t (m)	S (m)	I_y (m ⁴ /m)	W_{elx} (m ³ /m)	W_{plx} (m ³ /m)	w (kN/m ²)
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				
VI05A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 05 A 1 001	Rev. C	Foglio 11 di 53	

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				
VI05A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 05 A 1 001	Rev. C	Foglio 12 di 53	

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

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

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

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

4.2 Caratterizzazione geotecnica dei terreni

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

Nella tratta in oggetto del viadotto, le indagini hanno evidenziato una predominanza di terreni coesivi poco consistenti nei primi 11 m da p.c. poi terreni incoerenti ghiaiosi e sabbiosi. Quindi per il dimensionamento delle opere provvisorie in oggetto si considera la seguente stratigrafia di riferimento (stratigrafia 1 del VI05). Nella seguente tabella si riportano la stratigrafia ed i parametri geotecnici di resistenza e di rigidità adottati nei dimensionamenti a seguire.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE					
VI05A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	<table border="1"> <tr> <td>Progetto IN17</td> <td>Lotto 12</td> <td>Codifica Documento EI2 CL VI 05 A 1 001</td> <td>Rev. C</td> <td>Foglio 13 di 53</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 05 A 1 001	Rev. C	Foglio 13 di 53
Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 05 A 1 001	Rev. C	Foglio 13 di 53		

Tabella 4 – Stratigrafia 1 e Parametri geotecnici

da [m]	a [m]	Unità geotecnica	γ [kN/m ³]	ϕ' [°]	c' [kPa]	E' [MPa]	K [m/s]
0.0	-11.0	3b	18.5	24	0	10	1E ⁻⁰⁷
-11.0	-20.0	6	19.0	38	0	40	7E ⁻⁰⁴
-20.0	-25.0	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 = $E_o / (3+5)$
 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..

4.3 Elementi strutturali

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

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

4.4 Carichi applicati

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

4.5 Stabilità globale

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

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

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI05A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 05 A 1 001	Rev. C	Foglio 14 di 53	

In Figura 8 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.

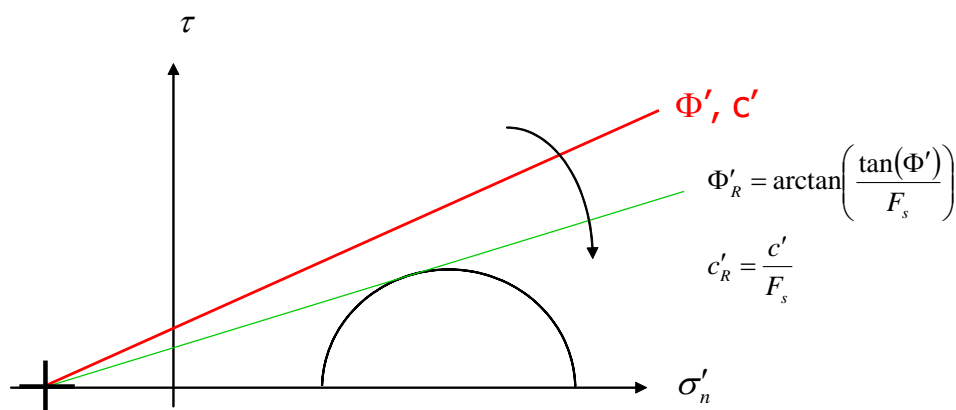


Figura 8 - Phi-c reduction method

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 cinematismi 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, $\gamma_R = 1.1$).

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI05A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 05 A 1 001	Rev. C	Foglio 15 di 53

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

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.** Palancolato PU18 L = 12.0 m a sbalzo; il calcolo è rappresentativo per la spalla A e le pile P1÷P7 ed è stato eseguito cautelativamente per altezza di scavo massima di 3 m e con falda a 0.5 m sopra fondo scavo (vedasi spalla A).

4.7 Discretizzazione di calcolo

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

4.7.1 Sezione 1

Nella seguente immagine si riporta la discretizzazione di calcolo adottata per la Sezione 1, in cui è evidenziata la successione stratigrafica. Il dominio discretizzato ha una larghezza di 100 m e un'altezza di 25 m circa, è costituito da circa 2137 elementi triangolari e da circa 17600 nodi.

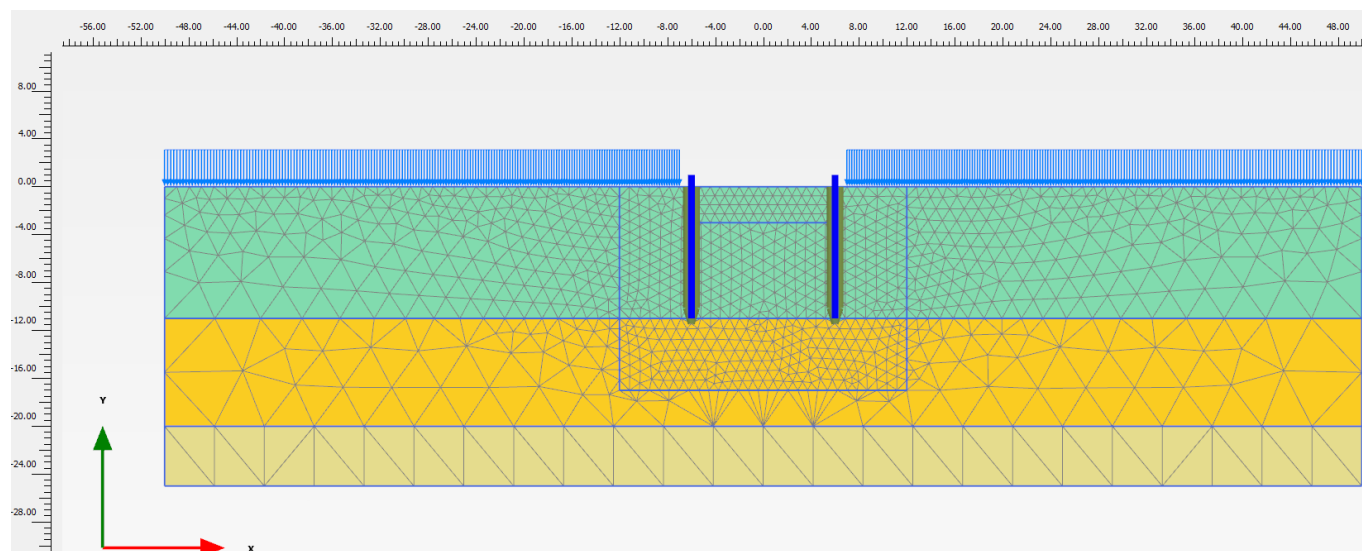


Figura 9 - Sezione 1, Discretizzazione del modello di calcolo

GENERAL CONTRACTOR



IRICAV2

ALTA SORVEGLIANZA



VI05A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

Progetto
IN17

Lotto
12

Codifica Documento
EI2 CL VI 05 A 1 001

Rev.
C

Foglio
16 di 53

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI05A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 05 A 1 001	Rev. C	Foglio 17 di 53	

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

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

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>IRICAV2</p>		<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>				
<p>VI05A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento E12 CL VI 05 A 1 001</p>	<p>Rev. C</p>	<p>Foglio 18 di 53</p>	

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.

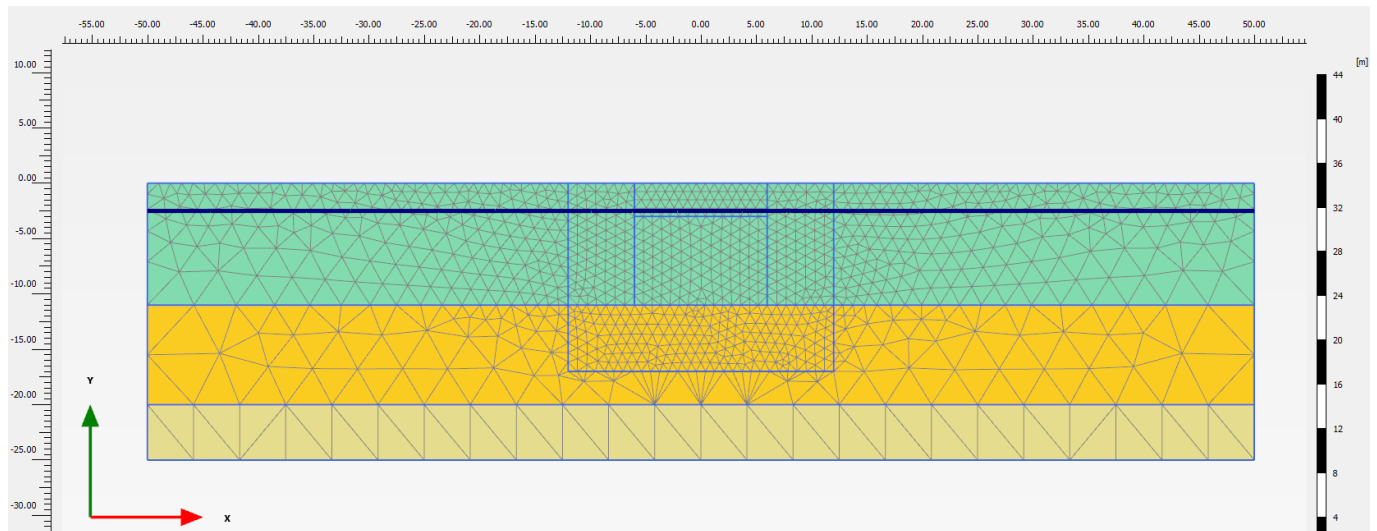


Figura 10 - Sezione 1, Inizializzazione geostatica

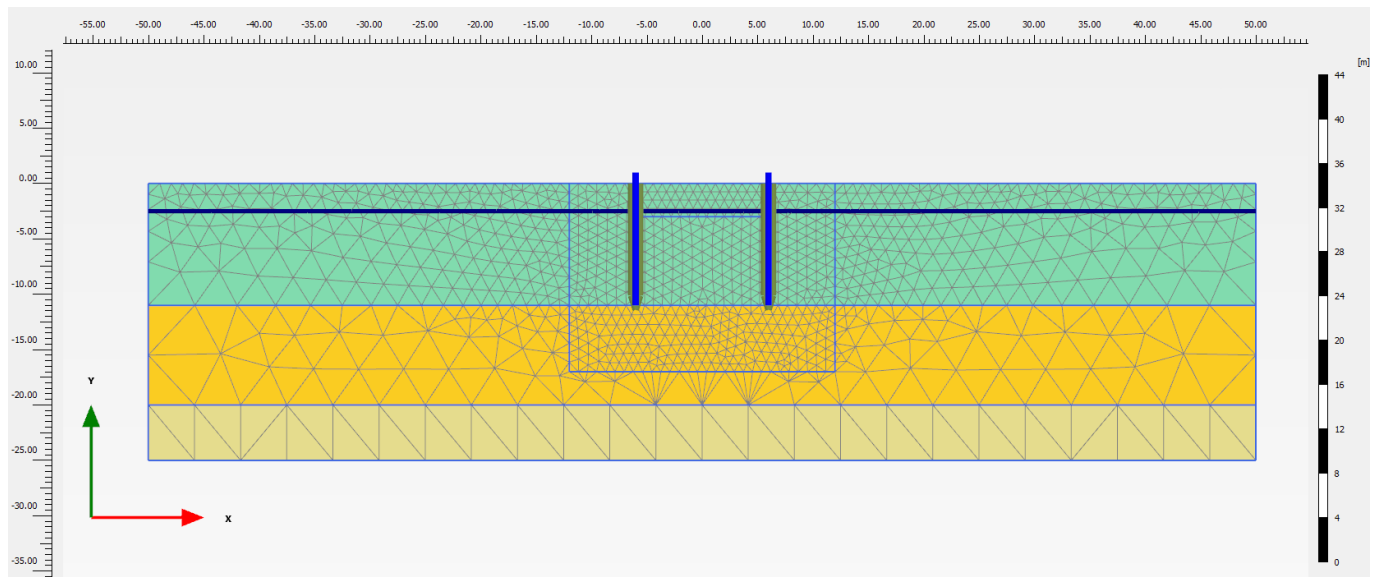


Figura 11 - Sezione 1, Realizzazione palancole

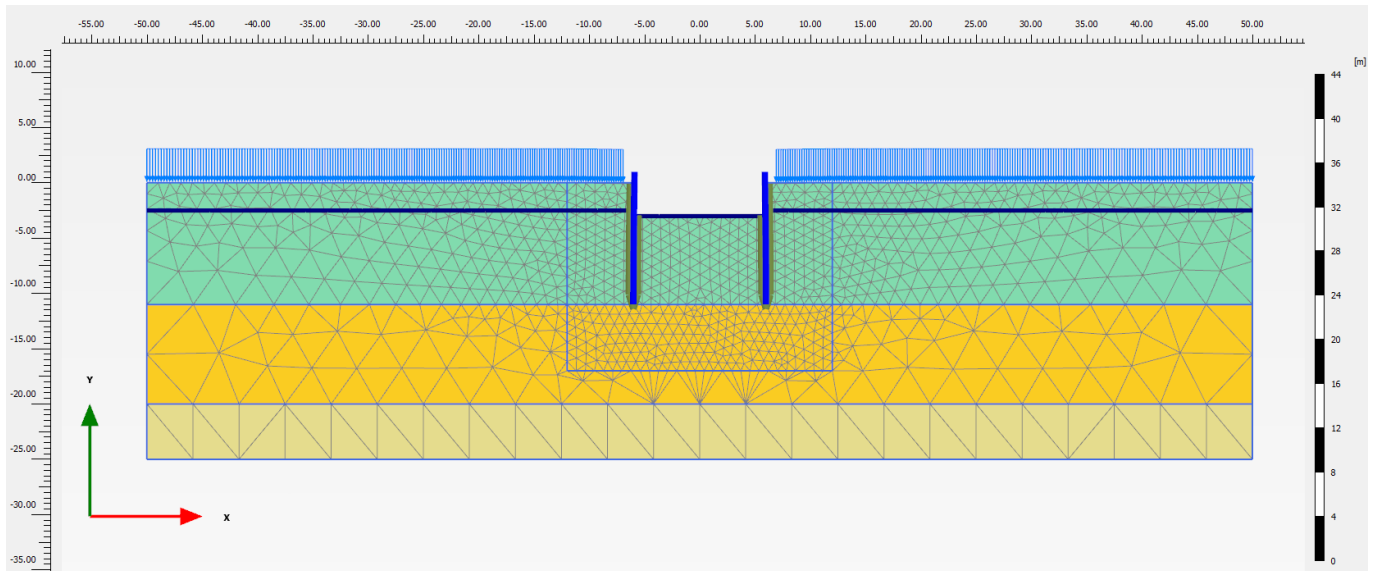


Figura 12 - Sezione 1, Scavo massimo e applicazioni dei carichi

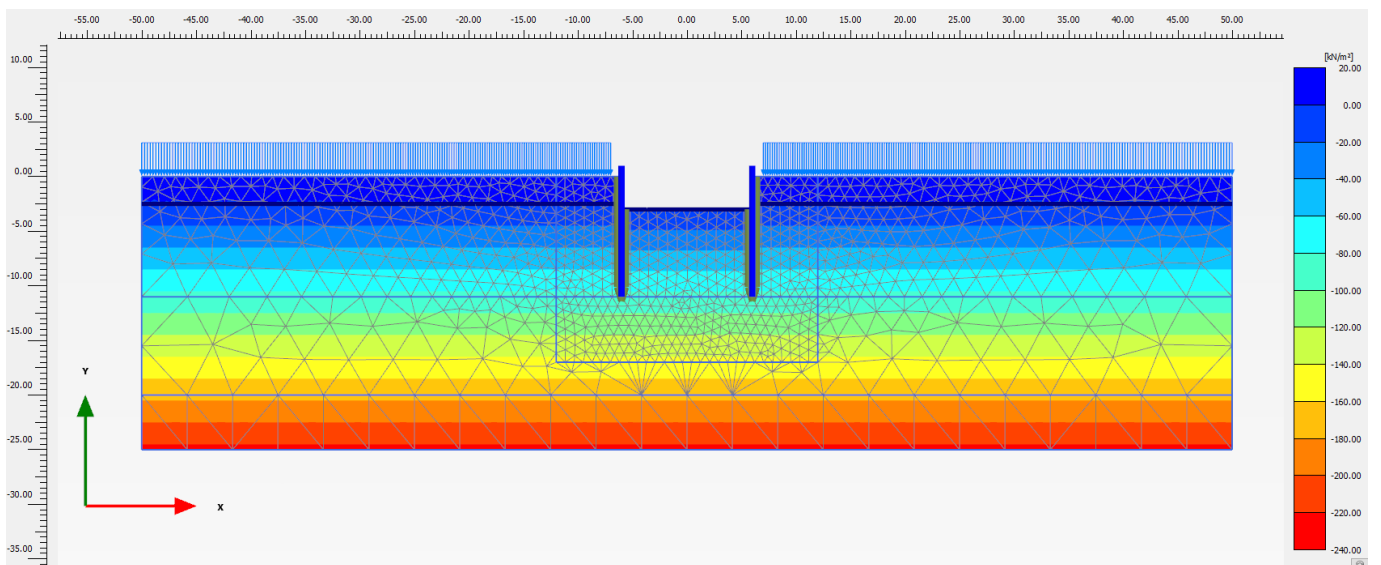


Figura 13 - Sezione 1, Pressioni neutre in fase di massimo scavo con carichi

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI05A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 05 A 1 001	Rev. C	Foglio 20 di 53	

4.9 Principali risultati delle analisi

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

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

4.9.1 Sezione 1

Questa sezione di calcolo presenta palancole PU18 di lunghezza 12.0 m, la falda è posta a -2.5 m dal p.c. e lo scavo massimo risulta a -3 m da p.c..

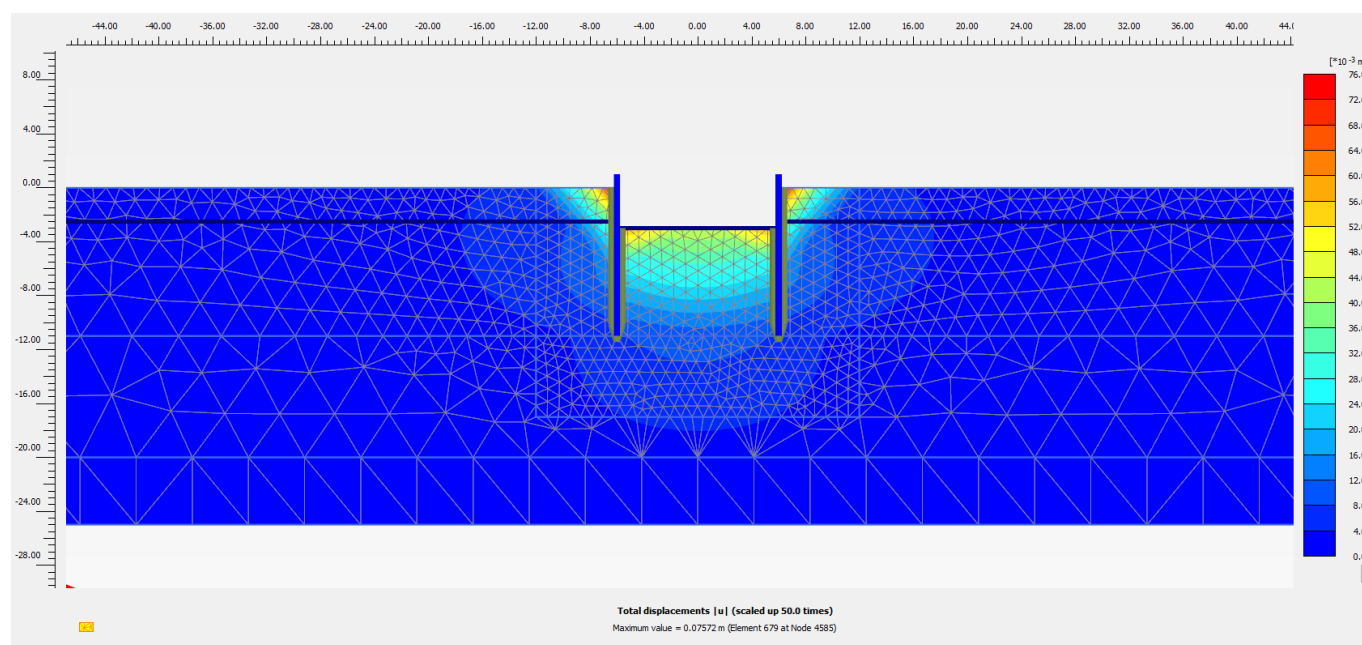


Figura 14 - Sezione 1, Spostamenti totali in fase di scavo massimo

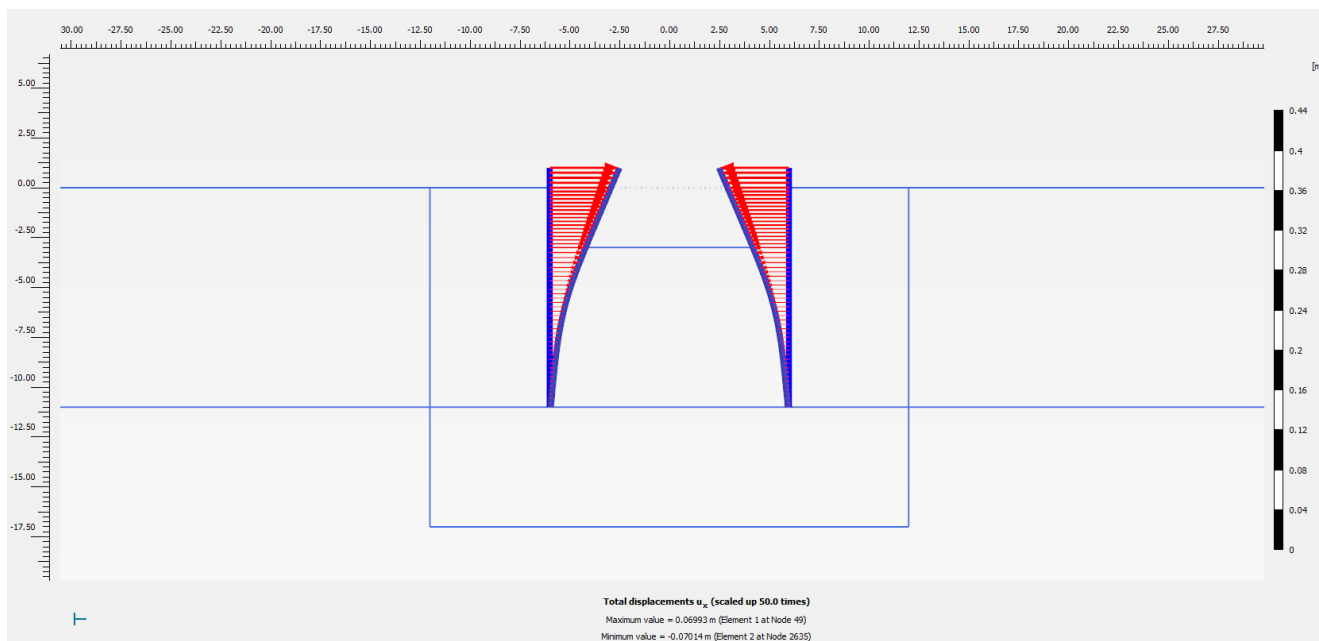


Figura 15 - Sezione 1, Spostamenti totali palancole SLE

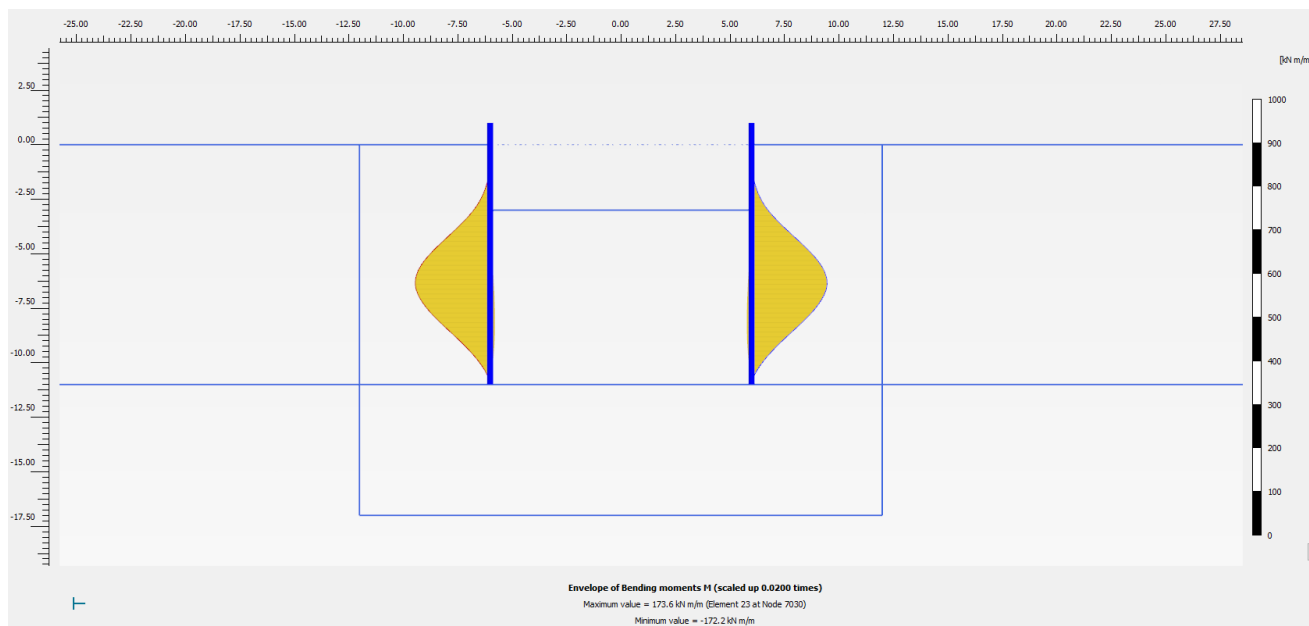


Figura 16 - Sezione1, Involuppo del momento flettente palancole (Fase 5: SLU/1.3)

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>IRICAV2</p>		<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>			
<p>VI05A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento EI2 CL VI 05 A 1 001</p>	<p>Rev. C</p>	<p>Foglio 22 di 53</p>

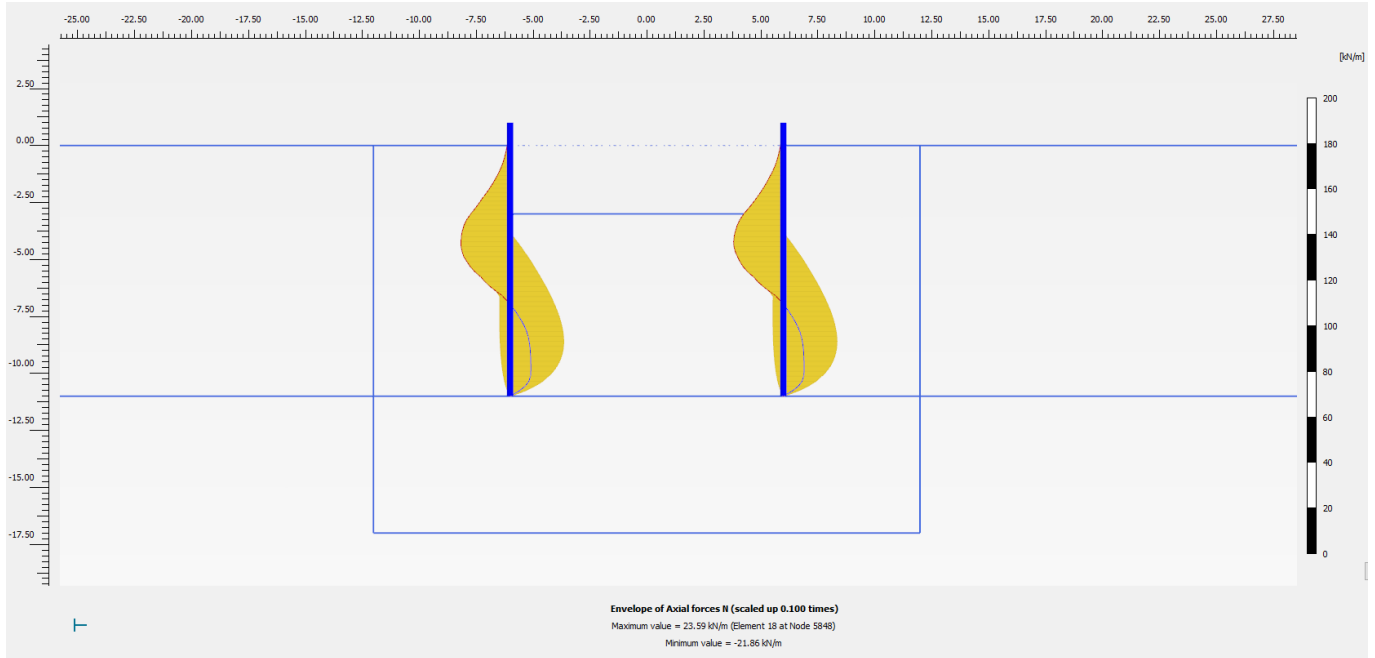


Figura 17 - Sezione 1, Involuppo dell'azione assiale palancole (Fase 5: SLU/1.3)

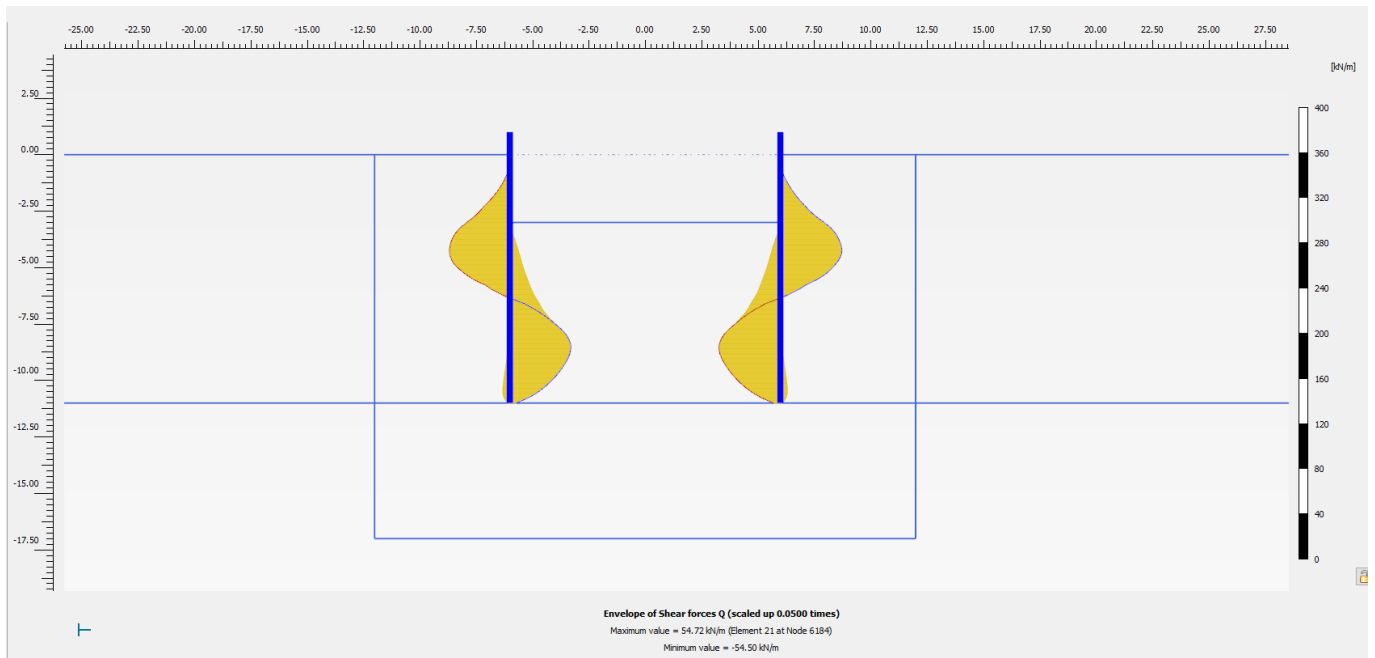


Figura 18 - Sezione 1, Involuppo del taglio palancole (Fase 5: SLU/1.3)

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				
VI05A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 05 A 1 001	Rev. C	Foglio 23 di 53	

Tabella 5 - Sintesi risultati palancole

Paratia di Palancole	Fase 5: SLU/1.3	SLU
azione assiale massima, Nmax [kN/m]	23.6	30.7
momento massimo, Mmax [kNm/m]	173.6	225.7
taglio massimo, Tmax [kN/m]	54.7	71.1
Spostamento max [mm]	70	

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.

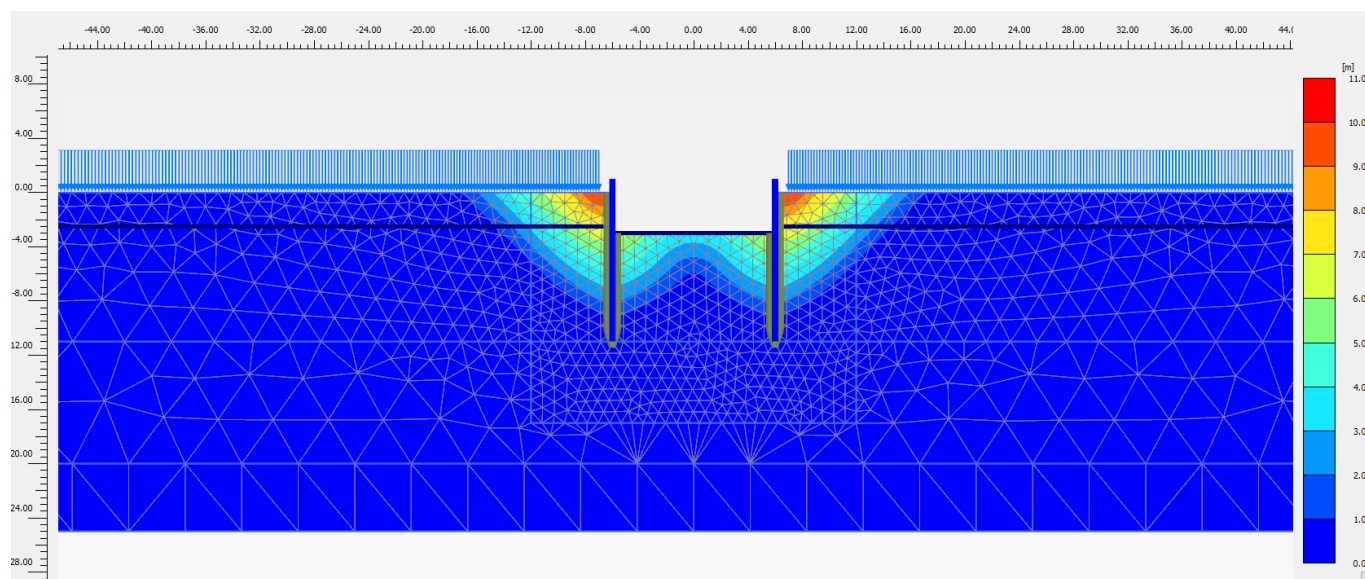


Figura 19 - Sezione 1, Individuazione del cinematiso di potenziale instabilità

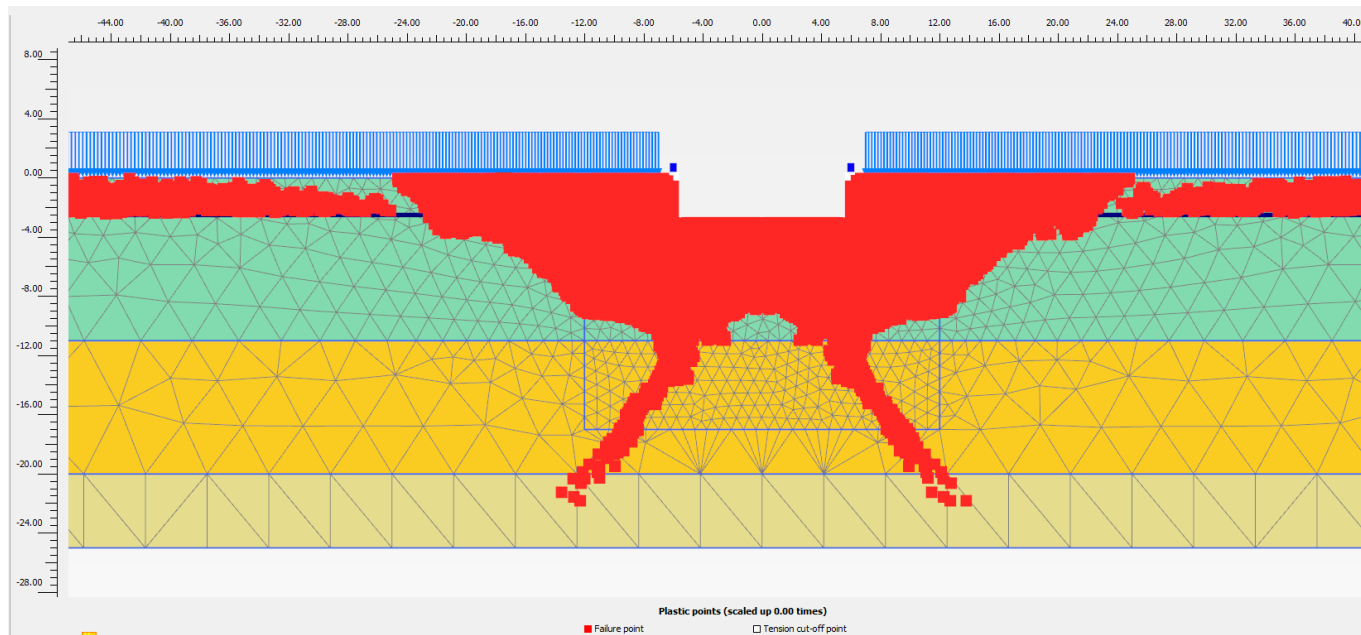


Figura 20 - Sezione 1, Punti di plasticizzazione al termine della verifica di stabilità globale

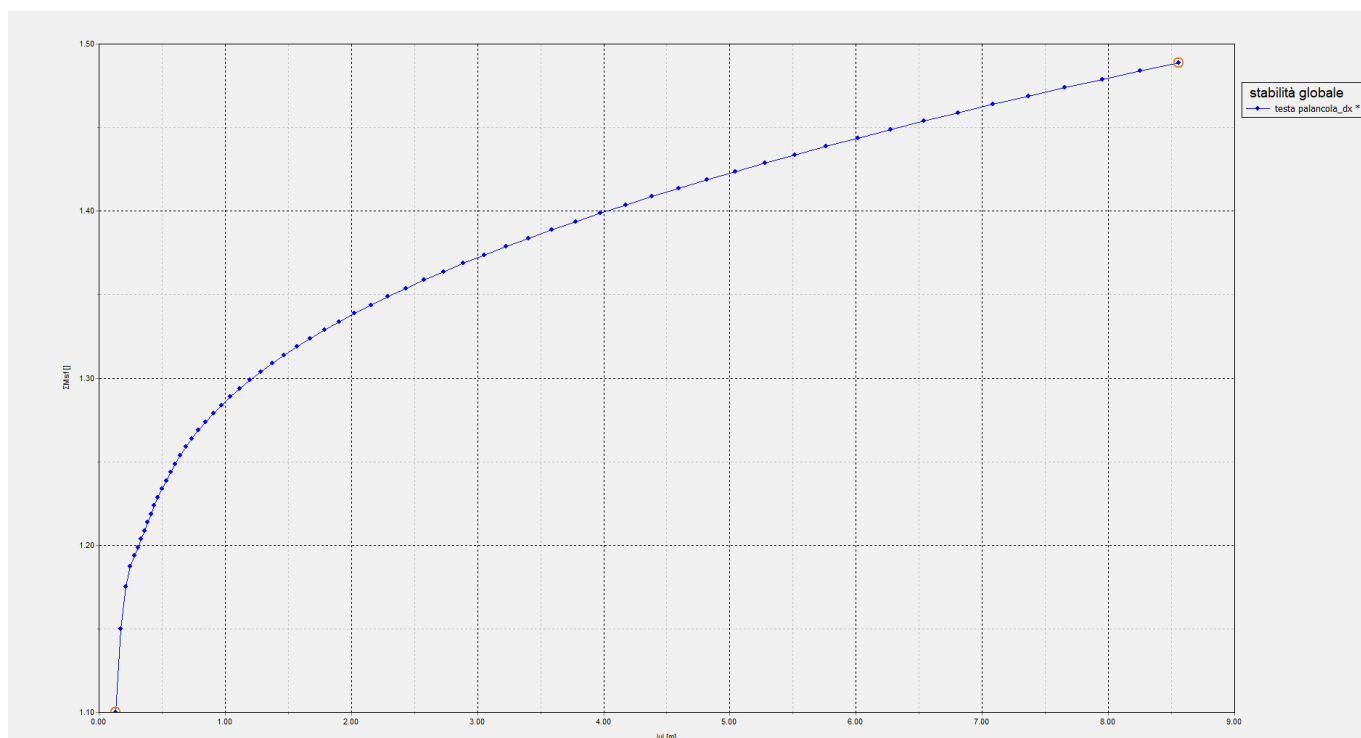


Figura 21 - Sezione 1, Sicurezza alla stabilità globale vs spostamento totale del punto di controllo ($FS > 1.1 \times 1.25 = 1.375$)

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI05A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 05 A 1 001	Rev. C	Foglio 25 di 53	

4.9.2 Stima portate di emungimento

Per l'analisi eseguita, si fornisce nelle figure seguenti una stima della portata di aggotamento: 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.

q=	2.24E-07	m ³ /s/m
L=	20.4	m
Qtot=	1	m ³ /day

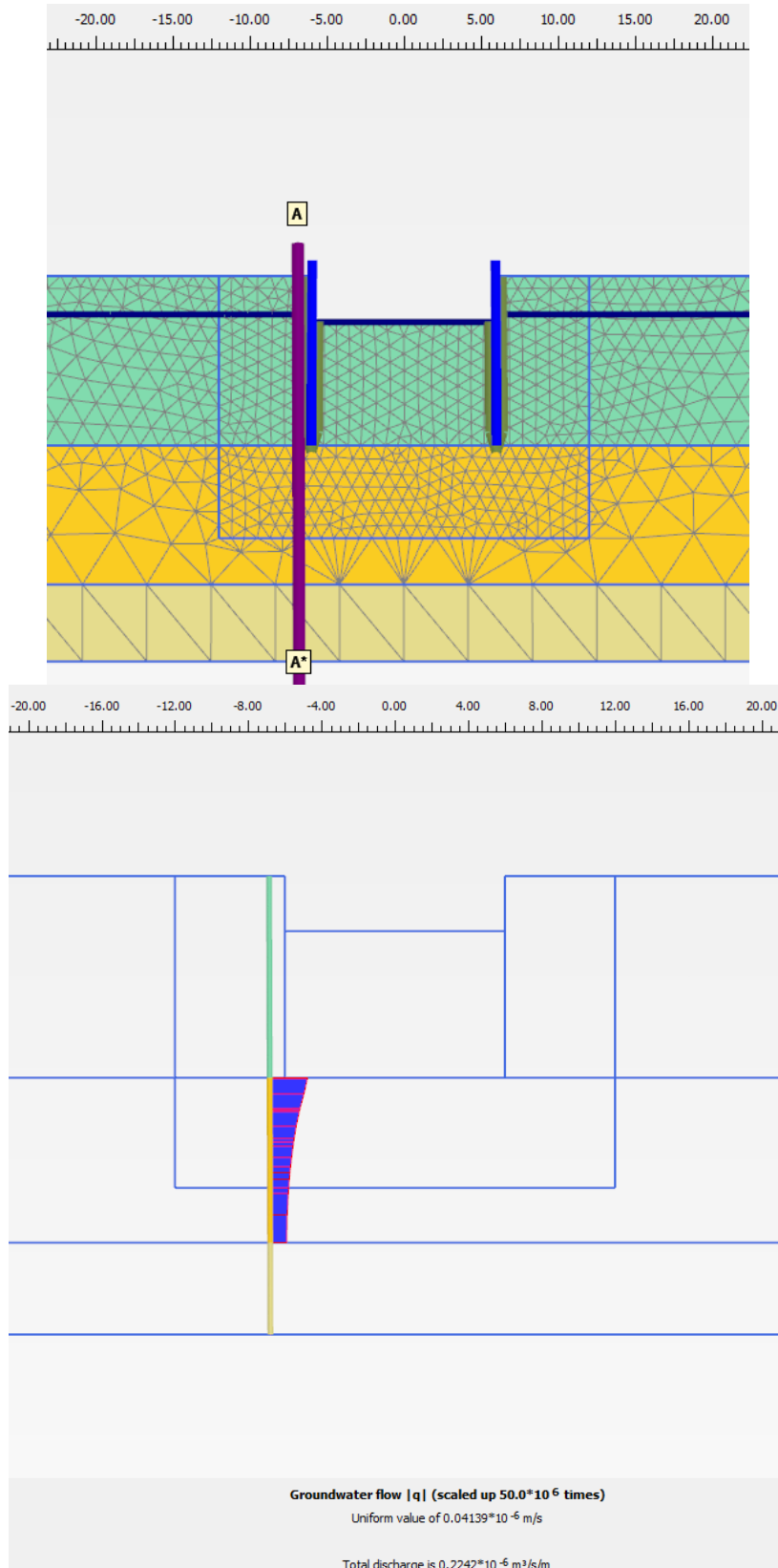


Figura 22 - Sezione A-A – stima portata q

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI05A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 05 A 1 001	Rev. C	Foglio 27 di 53	

4.10 Verifiche di resistenza palancole

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

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

Si determina quindi:

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

dove:

W_{pl} è il modulo di resistenza plastico

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

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

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

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

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

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

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

dove:

$k = 1.33$ per palancole ad U

$k = 1.11$ per palancole a Z

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
VI05A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17 Lotto 12 Codifica Documento EI2 CL VI 05 A 1 001 Rev. C Foglio 28 di 53

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
$N_{Ed} =$	30.7	kN/m	axial load
$M_{Ed} =$	225.7	kN·m/m	bending moment
$V_{Ed} =$	71.1	kN/m	shear
classe:	2		
tipo:	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 6 - Verifica di resistenza (Sezione 1) -PU18

VERIFICA IN CAMPO ELASTICO/PLASTICO							
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	--
30.7	225.7	71.1	4191	549	933	549	2.43

OK

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI05A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 05 A 1 001	Rev. C	Foglio 29 di 53

4.11 Verifiche nei confronti degli stati limite idraulici

Sollevamento a breve termine

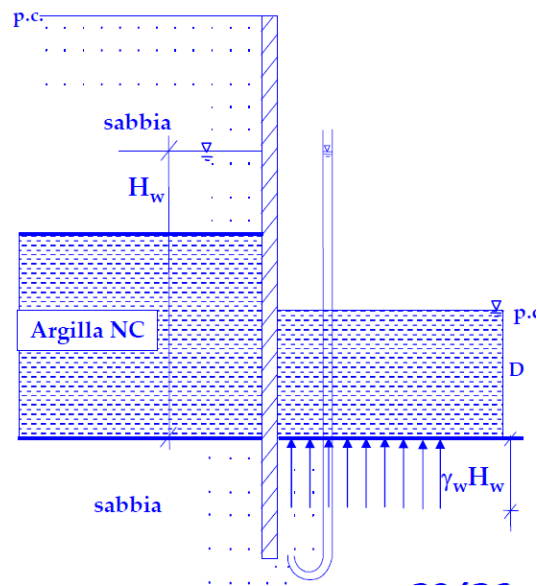
Se lo scavo interessa un terreno a grana fine sovrastante un terreno a elevata permeabilità deve essere considerata la condizione a breve termine. In questo caso l'azione instabilizzante è data dalla pressione idrostatica iniziale alla base dello strato di argilla:

$$p_w = \gamma_w \cdot H_w$$

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.



H _w	D	γ _{sat}	p _w	p	p _{w,d} = p _w · 1.1	p _d = p · 0.9
8.5 m	8 m	18.5 kN/m ³	85 kPa	148 kPa	93.5 kN/m	133.2 kN/m

Risultando $p_{w,d} < p_d$, la verifica è soddisfatta.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI05A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 05 A 1 001	Rev. C	Foglio 30 di 53	

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI05A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 CL VI 05 A 1 001	Rev. C	Foglio 31 di 53	

infinitamente esteso. I carichi accidentali sono opportunamente fattorizzati secondo quanto prescritto da normativa (γ_F per A2 GEO).

5.3 Sezioni di calcolo

La verifica di stabilità è svolta per la sezione rappresentativa 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** e falda cautelativamente posta a circa 1 m sopra fondo scavo, quindi con previsto emungimento durante le fasi di scavo.

5.4 Caratterizzazione geotecnica dei terreni

Nelle seguenti tabelle si riportano, per le unità geotecniche di interesse progettuale, i parametri geotecnici, per maggiori dettagli si rimanda alla Relazione Geotecnica ([DR 2.]).

Tabella 7 - Stratigrafia 1 e parametri geotecnici

da [m]	a [m]	Unità geotecnica	γ [kN/m ³]	ϕ' [°]	c' [kPa]
0.0	-11.0	argilla	18.5	26	0
-11.0	-20.0	Ghiaia e sabbia	19.0	37	0

5.5 Risultati

Nelle seguenti figure si riportano i risultati della verifica di stabilità nelle sole condizioni statiche SLU in quanto si tratta di scavi provvisori. Il fattore di sicurezza minimo è > 1.1 , quindi la verifica di stabilità è soddisfatta, secondo quanto previsto da normativa. In Appendice A vi sono riportati i tabulati di calcolo completi.

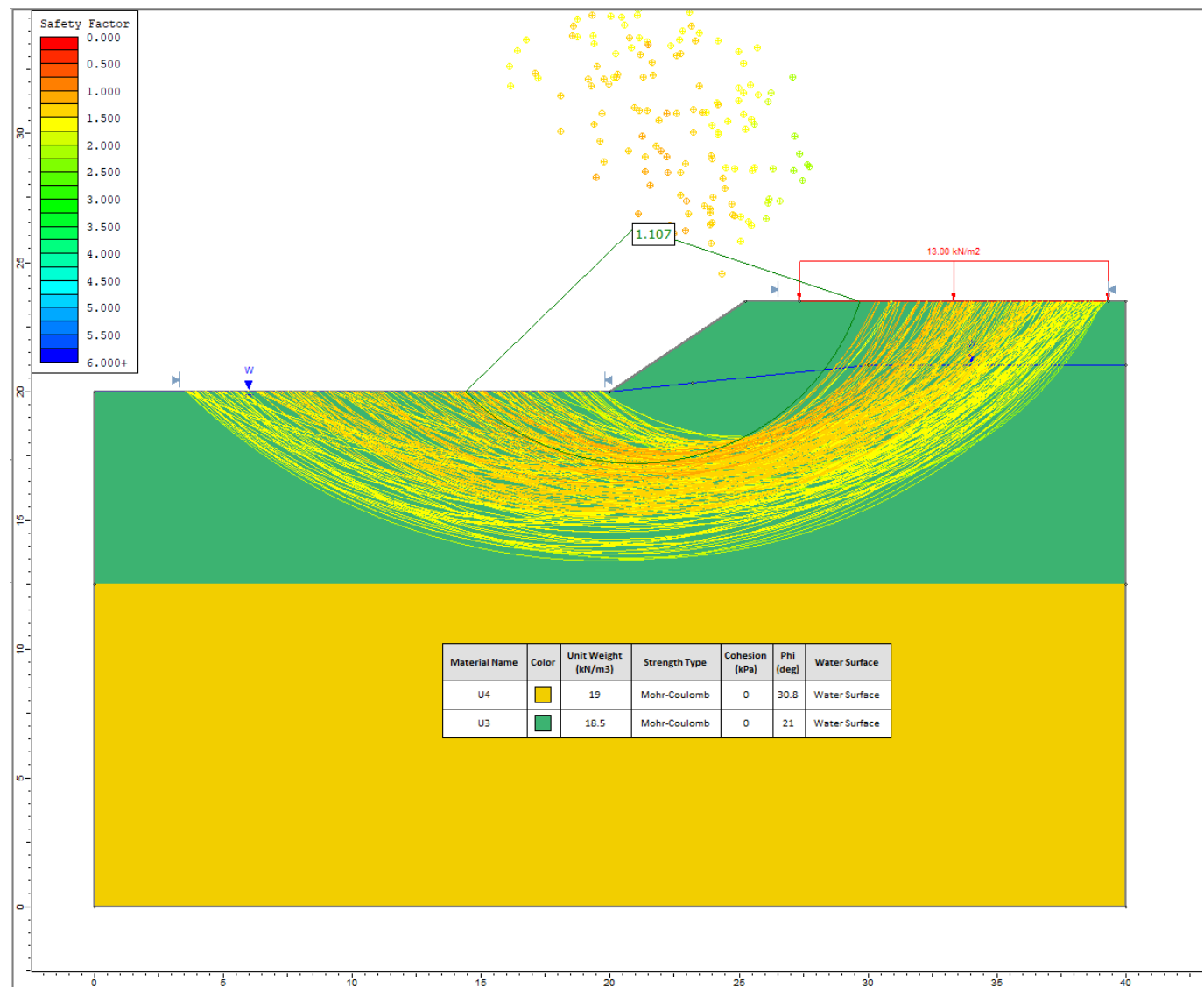


Figura 23 – Analisi di stabilità statica SLU – Hscavo = 3.5 m

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>IRICAV2</p>		<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>				
<p>VI05A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento EI2 CL VI 05 A 1 001</p>	<p>Rev. C</p>	<p>Foglio 33 di 53</p>	

APPENDICE A. ANALISI STABILITA'. TABULATI DI CALCOLO SLIDE

Analisi di stabilità statica SLU – Hscavo = 3.5 m

Slide Analysis Information

H35_00

Project Summary

File Name: H35_00.slm
Slide Modeler Version: 8.024
Compute Time: 00h:00m:00.63s
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

- 1 Distributed Load present

Distributed Load 1

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

Materials

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

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS	1.107110
Center:	20.966, 26.394
Radius:	9.176
Left Slip Surface Endpoint:	14.385, 20.000
Right Slip Surface Endpoint:	29.673, 23.500
Resisting Moment:	2279.08 kN-m
Driving Moment:	2058.58 kN-m
Total Slice Area:	46.8106 m2
Surface Horizontal Width:	15.2886 m
Surface Average Height:	3.06179 m

Valid/Invalid Surfaces

Method: bishop simplified

Number of Valid Surfaces: 196
 Number of Invalid Surfaces: 304

Slice Data



• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.10711

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	0.308461	0.864144	-44.4752	U3	0	21	0.691767	0.765862	3.48062	1.48548	1.99514	2.80141	1.31593
2	0.308461	2.51612	-41.8328	U3	0	21	1.92635	2.13268	9.88117	4.32535	5.55582	8.15683	3.83148
3	0.308461	4.0242	-39.2957	U3	0	21	2.96645	3.28419	15.4735	6.91788	8.5556	13.0458	6.12796
4	0.308461	5.40402	-36.8476	U3	0	21	3.85488	4.26778	20.4079	9.2899	11.118	17.519	8.22914
5	0.308461	6.66792	-34.4758	U3	0	21	4.6207	5.11562	24.7893	11.4626	13.3267	21.6164	10.1538
6	0.308461	7.82586	-32.1697	U3	0	21	5.28445	5.85047	28.6943	13.4532	15.2411	25.3704	11.9172
7	0.308461	8.88597	-29.9207	U3	0	21	5.86129	6.48909	32.1804	15.2757	16.9047	28.8072	13.5315
8	0.308461	9.85499	-27.7216	U3	0	21	6.36263	7.04413	35.2921	16.9415	18.3506	31.9486	15.0071
9	0.308461	10.7385	-25.566	U3	0	21	6.79734	7.5254	38.0647	18.4603	19.6044	34.813	16.3527
10	0.308461	11.5413	-23.4486	U3	0	21	7.1724	7.94064	40.5264	19.8404	20.686	37.4154	17.575
11	0.308461	12.2674	-21.3646	U3	0	21	7.49346	8.29608	42.7006	21.0885	21.6121	39.7693	18.6808
12	0.308461	12.92	-19.31	U3	0	21	7.76509	8.59681	44.606	22.2105	22.3955	41.8851	19.6746
13	0.308461	13.5022	-17.2808	U3	0	21	7.99108	8.84701	46.2585	23.2114	23.0471	43.7725	20.5611
14	0.308461	14.0164	-15.2739	U3	0	21	8.1746	9.05018	47.6717	24.0952	23.5765	45.4394	21.3442
15	0.308461	14.4645	-13.286	U3	0	21	8.31828	9.20925	48.8565	24.8657	23.9908	46.8923	22.0266
16	0.308461	14.8485	-11.3142	U3	0	21	8.42437	9.3267	49.8225	25.5256	24.2969	48.137	22.6114
17	0.308461	15.1696	-9.35598	U3	0	21	8.49478	9.40466	50.5777	26.0776	24.5001	49.1781	23.1005
18	0.308461	15.429	-7.40872	U3	0	21	8.53113	9.4449	51.1284	26.5237	24.6047	50.0191	23.4954
19	0.308461	15.9988	-5.47004	U3	0	21	8.93108	9.88769	52.7217	26.9632	25.7585	51.8664	24.9032
20	0.308461	17.2864	-3.53764	U3	0	21	10.1006	11.1825	56.6649	27.5335	29.1314	56.0405	28.507
21	0.308461	18.539	-1.60925	U3	0	21	11.2394	12.4433	60.4171	28.0013	32.4158	60.1014	32.1001
22	0.308461	19.7323	0.317306	U3	0	21	12.3208	13.6405	63.902	28.3672	35.5348	63.9702	35.603
23	0.308461	20.8665	2.24422	U3	0	21	13.3464	14.7759	67.1238	28.6313	38.4925	67.6469	39.0156
24	0.308461	21.9412	4.17369	U3	0	21	14.3175	15.851	70.0866	28.7934	41.2932	71.1314	42.338
25	0.308461	22.9563	6.10791	U3	0	21	15.2348	16.8666	72.792	28.8529	43.9391	74.4222	45.5693
26	0.308461	23.9112	8.04916	U3	0	21	16.0993	17.8237	75.2411	28.8088	46.4323	77.5178	48.709
27	0.308461	24.805	9.99977	U3	0	21	16.9112	18.7226	77.4338	28.6598	48.774	80.4157	51.7559
28	0.308461	25.6369	11.9622	U3	0	21	17.6707	19.5634	79.3687	28.4043	50.9644	83.1125	54.7082
29	0.308461	26.4055	13.9389	U3	0	21	18.3775	20.3459	81.043	28.04	53.003	85.6042	57.5642
30	0.308461	27.1093	15.9328	U3	0	21	19.0445	21.0844	82.4491	27.5225	54.9266	87.8859	60.3634
31	0.308461	27.7464	17.9467	U3	0	21	19.6577	21.7632	83.5847	26.8895	56.6952	89.9517	63.0622
32	0.308461	28.3148	19.9838	U3	0	21	20.2158	22.3811	84.4429	26.1383	58.3046	91.7944	65.6561
33	0.308461	28.8118	22.0477	U3	0	21	20.7173	22.9363	85.0154	25.2643	59.7511	93.4058	68.1415
34	0.308461	29.2344	24.1422	U3	0	21	21.1604	23.4269	85.2916	24.2623	61.0293	94.7758	70.5135
35	0.308461	29.579	26.2716	U3	0	21	21.543	23.8505	85.2591	23.1263	62.1328	95.893	72.7667
36	0.308461	29.4887	28.441	U3	0	21	21.5286	23.8345	83.9399	21.849	62.0909	95.6002	73.7512
37	0.308461	28.52	30.6558	U3	0	21	20.7194	22.9387	80.1791	20.4217	59.7574	92.4598	72.0381
38	0.308461	27.4284	32.9227	U3	0	21	19.8456	21.9713	76.0715	18.8343	57.2372	88.9214	70.0871
39	0.308461	26.2366	35.2494	U3	0	21	18.9324	20.9603	71.6775	17.0743	54.6032	85.0574	67.9831
40	0.308461	24.9357	37.6451	U3	0	21	17.9766	19.9021	66.9736	15.127	51.8466	80.84	65.713
41	0.308461	23.5151	40.1209	U3	0	21	16.9746	18.7927	61.9305	12.9738	48.9567	76.235	63.2612
42	0.308461	21.9615	42.6908	U3	0	21	16.0349	17.7524	56.8387	10.5921	46.2466	71.6305	61.0384
43	0.308461	20.258	45.3721	U3	0	21	18.1472	20.091	60.2916	7.95258	52.339	78.6761	70.7235
44	0.308461	18.3825	48.1877	U3	0	21	16.8859	18.6945	53.7181	5.0173	48.7008	72.5958	67.5785
45	0.308461	16.3051	51.1684	U3	0	21	15.5402	17.2047	46.5549	1.73513	44.8197	65.8612	64.126
46	0.281575	12.8686	54.2078	U3	0	21	13.7446	15.2168	39.6411	0	39.6411	58.7039	58.7039
47	0.281575	10.7074	57.3403	U3	0	21	11.4821	12.7119	33.1155	0	33.1155	51.0283	51.0283
48	0.281575	8.2526	60.7701	U3	0	21	9.05764	10.0278	26.1232	0	26.1232	42.3101	42.3101
49	0.281575	5.39594	64.6222	U3	0	21	6.44295	7.13305	18.5822	0	18.5822	32.1647	32.1647
50	0.281575	1.92495	69.1438	U3	0	21	3.60095	3.98665	10.3856	0	10.3856	19.8372	19.8372

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



VI05A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI

Progetto
IN17Lotto
12Codifica Documento
EI2 CL VI 05 A 1 001Rev.
CFoglio
36 di 53**Interslice Data**

• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.10711

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	14.3845	20	0	0	0
2	14.693	19.6971	1.26751	0	0
3	15.0014	19.421	4.58999	0	0
4	15.3099	19.1686	9.41097	0	0
5	15.6184	18.9374	15.3174	0	0
6	15.9268	18.7256	21.9931	0	0
7	16.2353	18.5316	29.1903	0	0
8	16.5438	18.3541	36.7109	0	0
9	16.8522	18.192	44.3939	0	0
10	17.1607	18.0444	52.1075	0	0
11	17.4691	17.9106	59.7419	0	0
12	17.7776	17.79	67.2056	0	0
13	18.0861	17.6819	74.4217	0	0
14	18.3945	17.5859	81.3254	0	0
15	18.703	17.5017	87.8624	0	0
16	19.0114	17.4288	93.9866	0	0
17	19.3199	17.3671	99.6598	0	0
18	19.6284	17.3163	104.85	0	0
19	19.9368	17.2762	109.532	0	0
20	20.2453	17.2467	113.844	0	0
21	20.5538	17.2276	118.04	0	0
22	20.8622	17.2189	122.031	0	0
23	21.1707	17.2206	125.722	0	0
24	21.4791	17.2327	129.027	0	0
25	21.7876	17.2552	131.865	0	0
26	22.0961	17.2882	134.161	0	0
27	22.4045	17.3319	135.845	0	0
28	22.713	17.3863	136.849	0	0
29	23.0214	17.4516	137.112	0	0
30	23.3299	17.5282	136.576	0	0
31	23.6384	17.6162	135.19	0	0
32	23.9468	17.7161	132.902	0	0
33	24.2553	17.8283	129.665	0	0
34	24.5638	17.9532	125.434	0	0
35	24.8722	18.0915	120.169	0	0
36	25.1807	18.2437	113.832	0	0
37	25.4891	18.4108	106.448	0	0
38	25.7976	18.5936	98.1799	0	0
39	26.1061	18.7934	89.1075	0	0
40	26.4145	19.0114	79.3216	0	0
41	26.723	19.2493	68.9308	0	0
42	27.0314	19.5092	58.0681	0	0
43	27.3399	19.7938	46.8405	0	0
44	27.6484	20.1063	33.597	0	0
45	27.9568	20.4511	20.2806	0	0
46	28.2653	20.8343	7.2332	0	0
47	28.5469	21.2249	-4.37787	0	0
48	28.8284	21.6641	-15.692	0	0
49	29.11	22.1673	-26.2871	0	0
50	29.3916	22.7609	-35.5033	0	0

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 		<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>VI05A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento EI2 CL VI 05 A 1 001</p>	<p>Rev. C</p>	<p>Foglio 37 di 53</p>

51	29.6732	23.5	0	0	0
----	---------	------	---	---	---

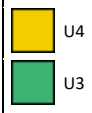
Entity Information

Group: Group 1

Shared Entities

Type	Coordinates	
	X	Y
External Boundary	0	0
	40	0
	40	12.5
	40	23.5
	25.25	23.5
	20	20
	0	20
	0	12.5
Material Boundary	0	12.5
	40	12.5

Scenario-based Entities

Type	Coordinates	Master Scenario	
Water Table	X	Y	<p>Assigned to materials:</p> 
	0	20	
	20	20	
	23.183	20.349	
	30	21	
Distributed Load	X	Y	<p>Constant Distribution Orientation: Normal to boundary Magnitude: 13 kN/m2 Creates Excess Pore Pressure: No</p>
	39.3096	23.5	
	27.3297	23.5	




<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>VI05A - RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica Documento EI2 CL VI 05 A 1 001</p>	<p>Rev. C</p>	<p>Foglio 38 di 53</p>

APPENDICE B. REPORT DI CALCOLO PARATIE PLUS

Sezione 1

PLAXIS Report

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




Identification	Ghiaia	Argilla	Sabbia
Identification number	1	3	4
Drainage type	Drained	Drained	Drained
Colour			
Comments			
γ_{unsat}	kN/m ³ 19.00	18.50	19.00
γ_{sat}	kN/m ³ 19.00	18.50	19.00
Dilatancy cut-off	No	No	No
e_{init}	0.5000	0.5000	0.5000
e_{min}	0.000	0.000	0.000
e_{max}	999.0	999.0	999.0
Rayleigh α	0.000	0.000	0.000
Rayleigh β	0.000	0.000	0.000
E	kN/m ² 40.00E3	10.00E3	40.00E3
ν (nu)	0.3000	0.3000	0.3000
G	kN/m ² 15.38E3	3846	15.38E3
E_{Oed}	kN/m ² 53.85E3	13.46E3	53.85E3
c_{ref}	kN/m ² 0.000	0.000	0.000
ϕ (phi)	° 38.00	24.00	37.00

Identification		Ghiaia	Argilla	Sabbia
ψ (psi)	°	0.000	0.000	0.000
V_s	m/s	89.13	45.16	89.13
V_p	m/s	166.7	84.49	166.7
Set to default values		Yes	Yes	Yes
E_{inc}	kN/m ² /m	0.000	0.000	0.000
Y_{ref}	m	0.000	0.000	0.000
c_{inc}	kN/m ² /m	0.000	0.000	0.000
Y_{ref}	m	0.000	0.000	0.000
Tension cut-off		Yes	Yes	Yes
Tensile strength	kN/m ²	0.000	0.000	0.000
Undrained behaviour		Standard	Standard	Standard
Skempton-B		0.9783	0.9783	0.9783
v_u		0.4950	0.4950	0.4950
$K_{w,ref} / n$	kN/m ²	1.500E6	375.0E3	1.500E6
Stiffness		Standard	Standard	Standard
Strength		Manual	Manual	Manual
R_{inter}		0.6700	0.6700	0.6700
Consider gap closure		Yes	Yes	Yes
δ_{inter}		0.000	0.000	0.000
Cross permeability		Impermeable	Impermeable	Impermeable
Drainage conductivity, dk	m ³ /s/m	0.000	0.000	0.000

Identification		Ghiaia	Argilla	Sabbia
R	m ² K/kW	0.000	0.000	0.000
K ₀ determination		Automatic	Automatic	Automatic
K _{0,x} = K _{0,z}		Yes	Yes	Yes
K _{0,x}		0.3843	0.5933	0.3982
K _{0,z}		0.3843	0.5933	0.3982
Data set		Standard	Standard	Standard
Type		Coarse	Coarse	Coarse
< 2 μm	%	10.00	10.00	10.00
2 μm - 50 μm	%	13.00	13.00	13.00
50 μm - 2 mm	%	77.00	77.00	77.00
Use defaults		None	None	None
k _x	m/s	0.7000E-3	0.6000E-6	0.01300E-3
k _y	m/s	0.7000E-3	0.6000E-6	0.01300E-3
-ψ _{unsat}	m	10.00E3	10.00E3	10.00E3
e _{init}		0.5000	0.5000	0.5000
S _s	1/m	0.000	0.000	0.000
c _k		1000E12	1000E12	1000E12
c _s	kJ/t/K	0.000	0.000	0.000
λ _s	kW/m/K	0.000	0.000	0.000
ρ _s	t/m ³	0.000	0.000	0.000
Solid thermal expansion		Volumetric	Volumetric	Volumetric

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

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


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

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

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

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

1.1.1.2 Materials - Plates -

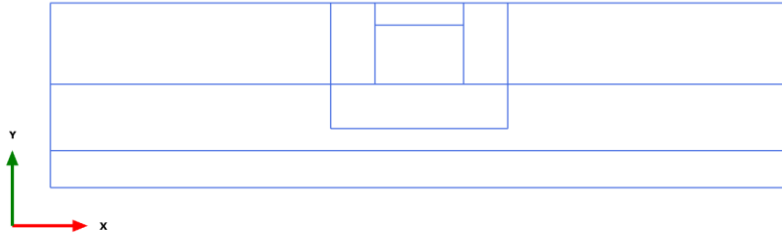
Identification	PU_18	
Identification number	1	
Comments		
Colour		
Material type	Elastic	
Isotropic	Yes	
EA_1	kN/m	3.429E6
EA_2	kN/m	3.429E6
EI	kN m ² /m	81.16E3
d	m	0.5329
w	kN/m/m	1.280
ν (nu)	0.000	
Rayleigh α	0.000	
Rayleigh β	0.000	
Prevent punching	No	
Identification number	1	
c	kJ/t/K	0.000
λ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

Identification PU_18

ρ t/m³ 0.000

α 1/K 0.000

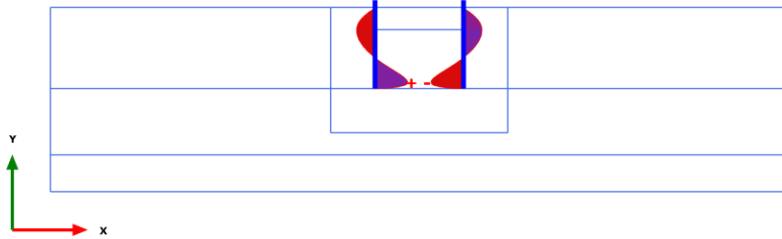
3.1.1.1.1 Calculation results, Plate, Initial phase [InitialPhase] (0/0), Shear forces Q



Shear forces Q (scaled up 1.00 times)
No results

Palancolato [Phase_2] (2/4), Shear forces Q

3.1.1.1.2 Calculation results, Plate,



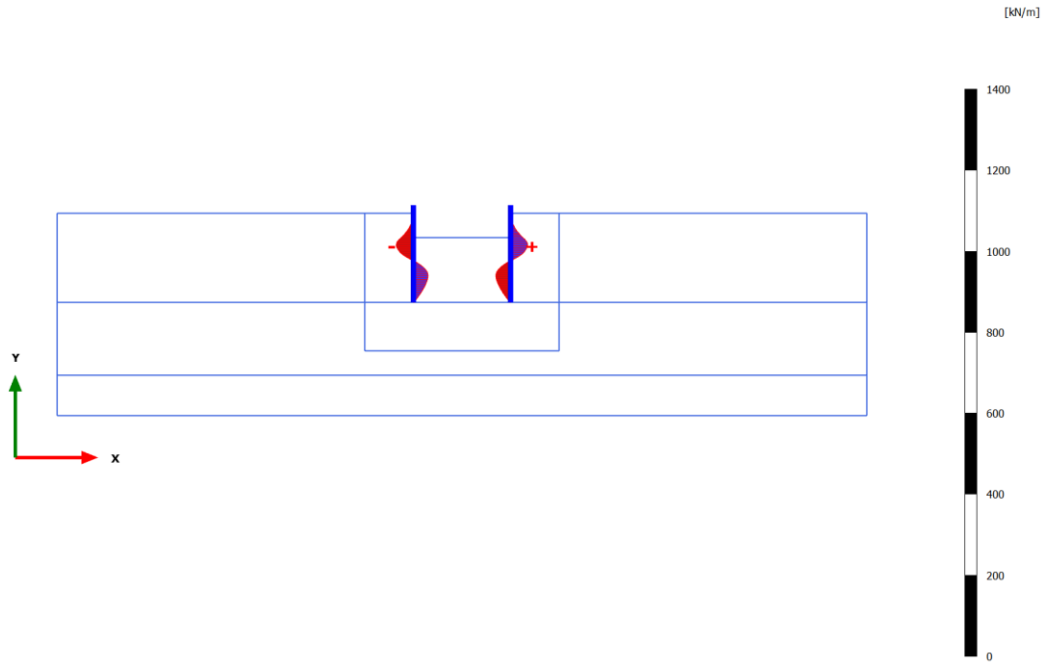
[kN/m]



Shear forces Q (scaled up 50.0 times)
Maximum value = 0.08900 kN/m (Element 19 at Node 7635)
Minimum value = -0.08893 kN/m (Element 27 at Node 9464)

Scavo max [Phase_3] (3/81), Shear forces Q

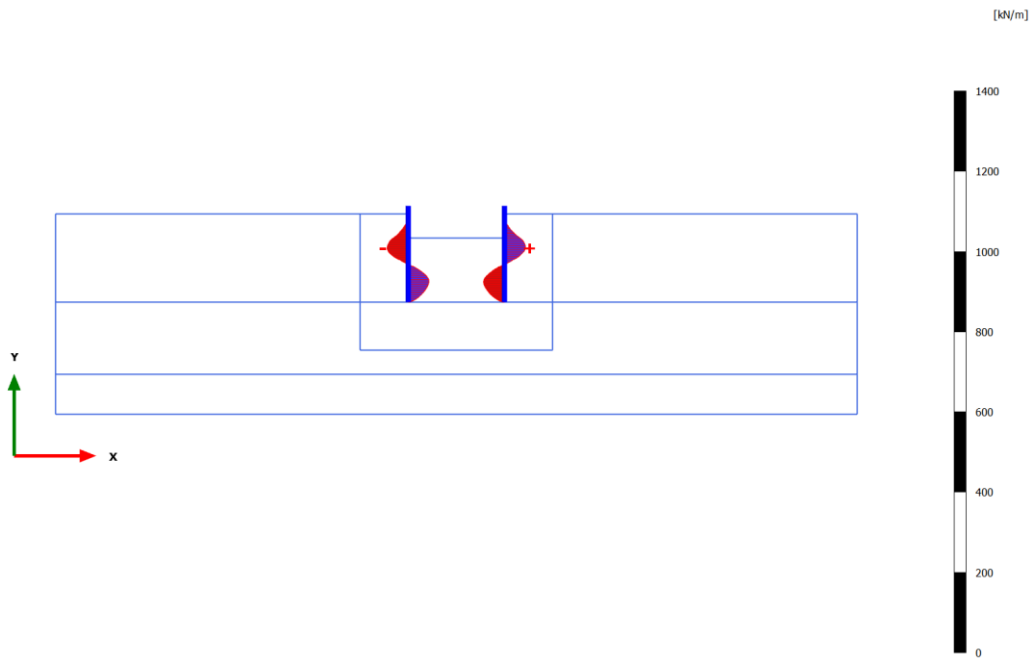
3.1.1.1.3 Calculation results, Plate,



Shear forces Q (scaled up 0.0500 times)
 Maximum value = 42.45 kN/m (Element 21 at Node 6183)
 Minimum value = -42.55 kN/m (Element 13 at Node 1337)

results, Plate, Sovraccarico [Phase_5] (5/138), Shear forces Q

3.1.1.1.4 Calculation

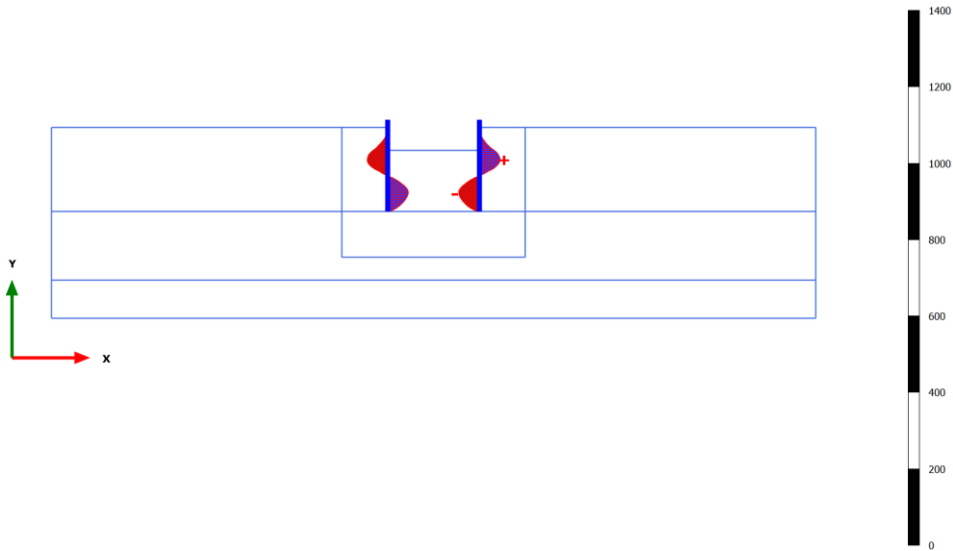


Shear forces Q (scaled up 0.0500 times)
 Maximum value = 52.69 kN/m (Element 21 at Node 6184)
 Minimum value = -52.76 kN/m (Element 13 at Node 1340)

results, Plate, Sovraccarico x1.15 (STR - SLU/1.3) [Phase_4] (4/146), Shear forces Q

3.1.1.1.5 Calculation

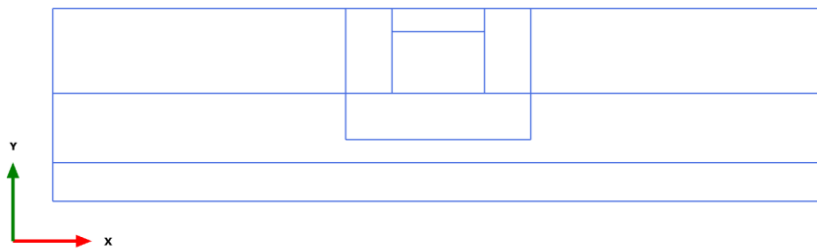
[kN/m]



Shear forces Q (scaled up 0.0500 times)
 Maximum value = 54.72 kN/m (Element 21 at Node 6184)
 Minimum value = -54.50 kN/m (Element 26 at Node 8187)

3.1.1.2.1 Calculation results,

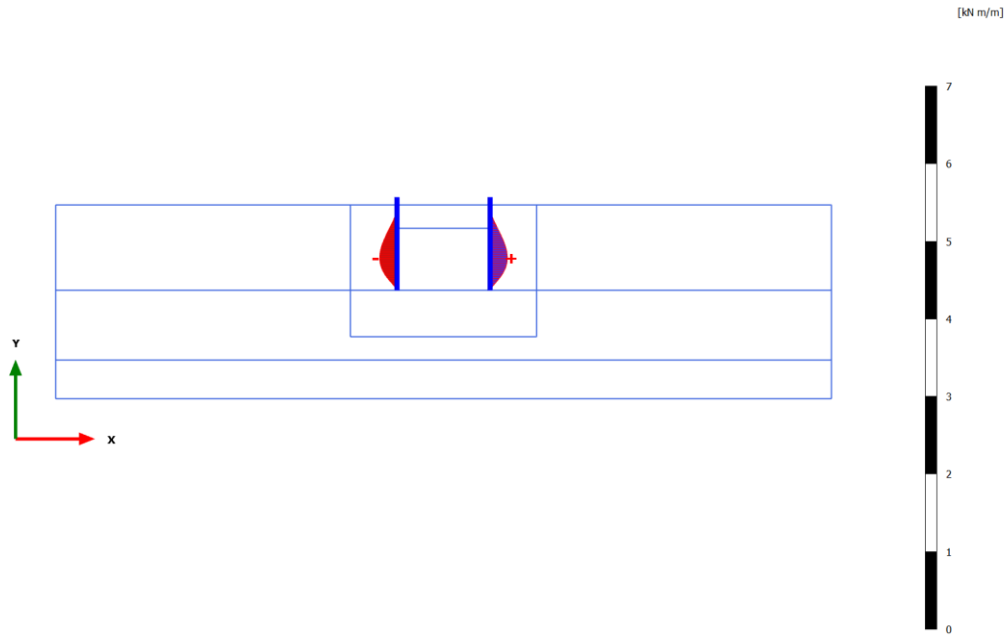
Plate, Initial phase [InitialPhase] (0/0), Bending moments M



Bending moments M (scaled up 1.00 times)
 No results

3.1.1.2.2 Calculation results,

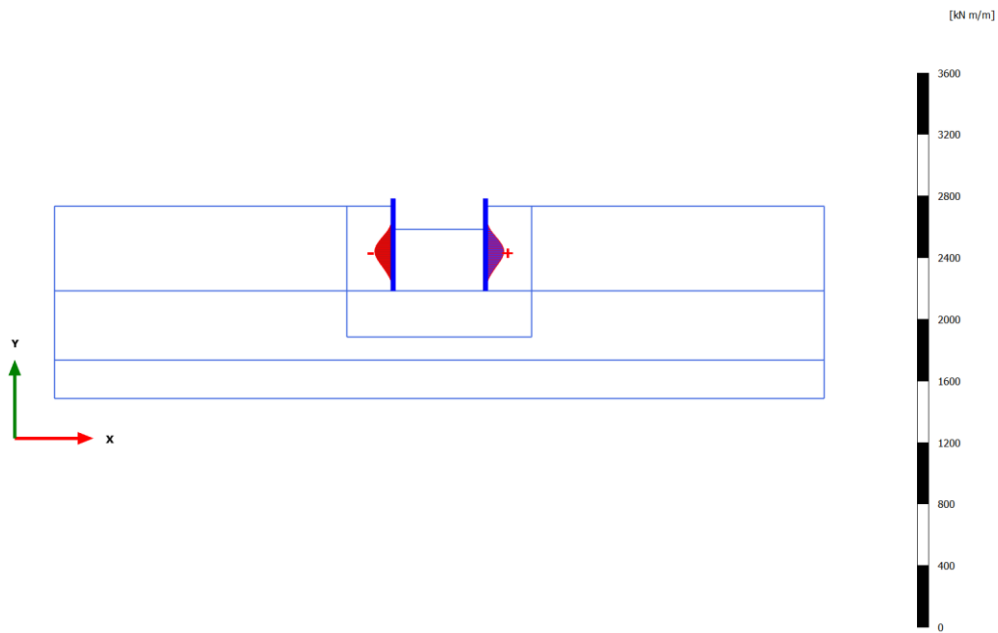
Plate, Palancolato [Phase_2] (2/4), Bending moments M



Bending moments M (scaled up 10.0 times)
 Maximum value = 0.2232 kN m/m (Element 24 at Node 7612)
 Minimum value = -0.2234 kN m/m (Element 16 at Node 4180)

Plate, Scavo max [Phase_3] (3/81), Bending moments M

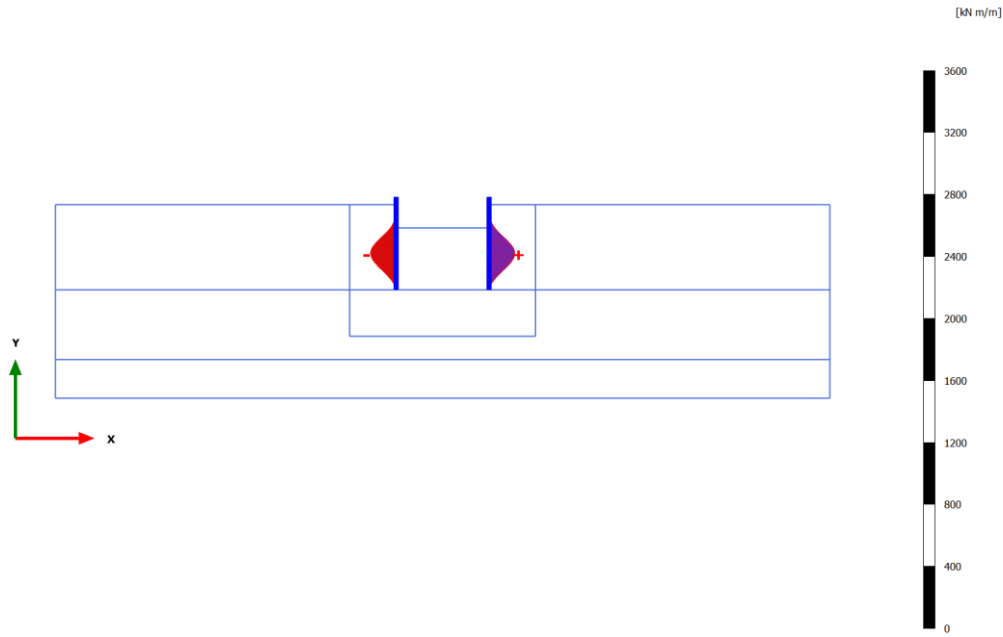
3.1.1.2.3 Calculation results,



Bending moments M (scaled up 0.0200 times)
 Maximum value = 119.7 kN m/m (Element 23 at Node 7028)
 Minimum value = -119.4 kN m/m (Element 15 at Node 3254)

Plate, Sovraccarico [Phase_5] (5/138), Bending moments M

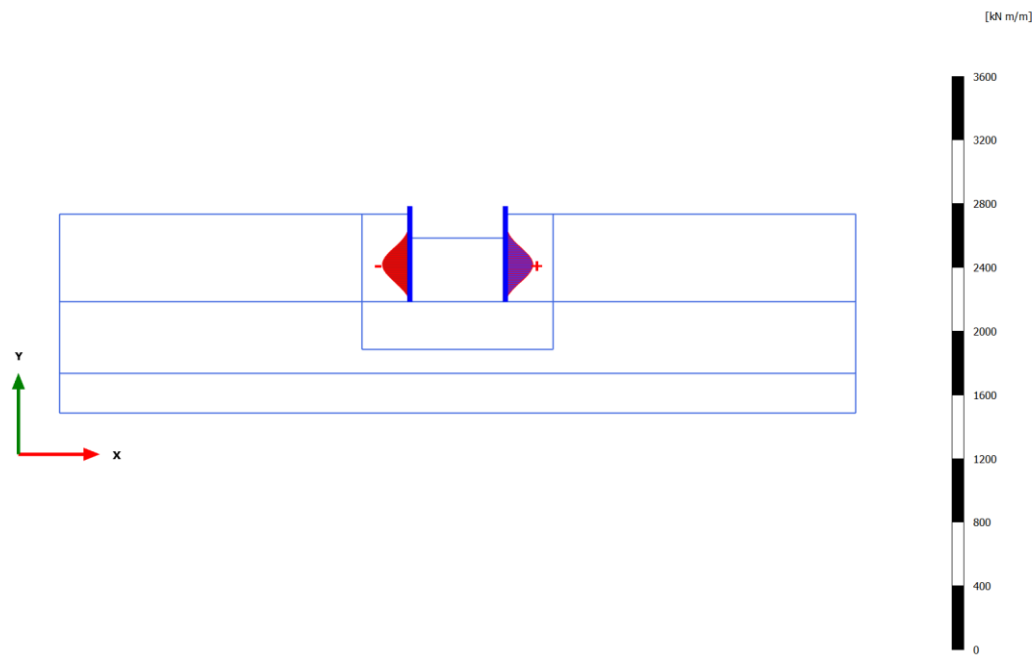
3.1.1.2.4 Calculation results,



Bending moments M (scaled up 0.0200 times)
 Maximum value = 166.4 kN m/m (Element 23 at Node 7030)
 Minimum value = -165.1 kN m/m (Element 15 at Node 3256)

Plate, Sovraccarico x1.15 (STR - SLU/1.3) [Phase_4] (4/146), Bending moments M

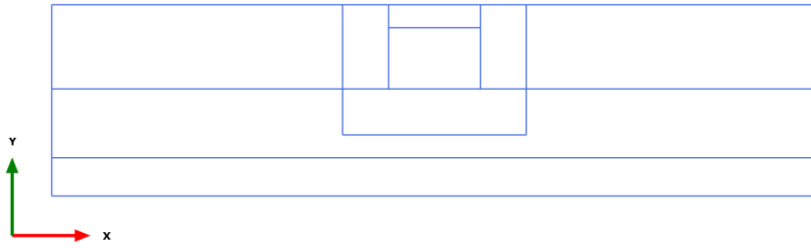
3.1.1.2.5 Calculation results,



Bending moments M (scaled up 0.0200 times)
 Maximum value = 173.6 kN m/m (Element 23 at Node 7030)
 Minimum value = -172.2 kN m/m (Element 15 at Node 3256)

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

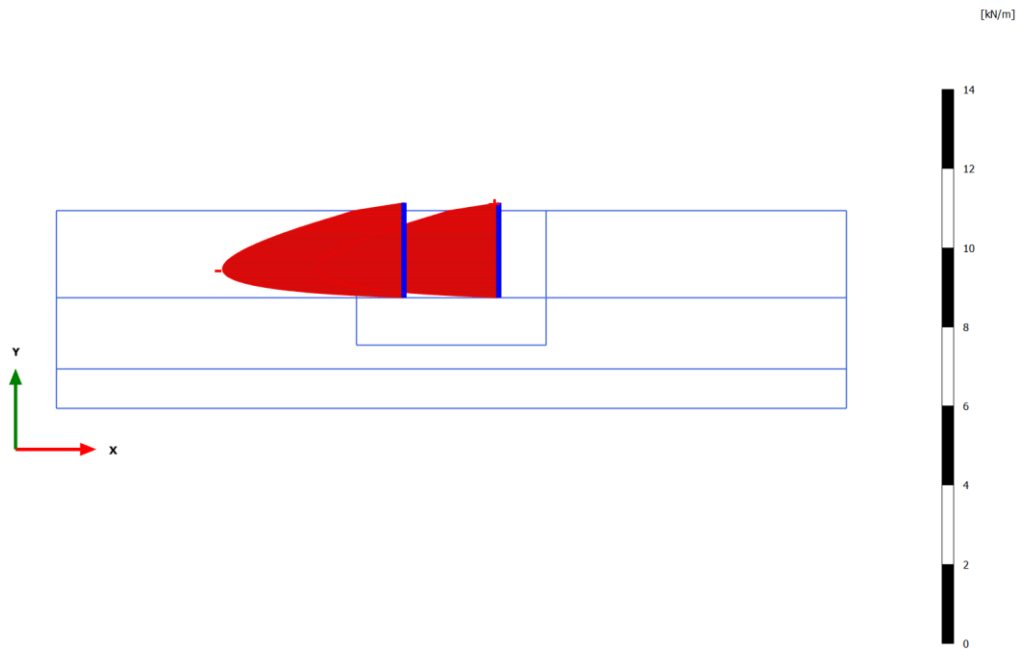
3.1.1.3.1 Calculation



Axial forces N (scaled up 1.00 times)
No results

Plate, Palancolato [Phase_2] (2/4), Axial forces N

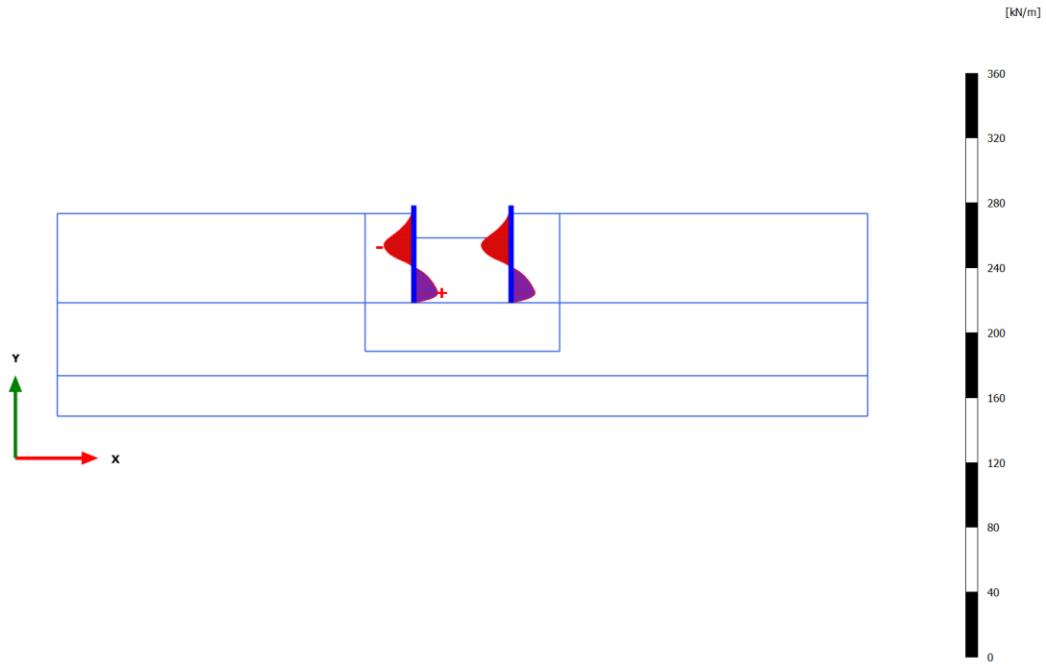
3.1.1.3.2 Calculation results,



Axial forces N (scaled up 5.00 times)
Maximum value = $-0.07777 \cdot 10^{-3}$ kN/m (Element 2 at Node 2635)
Minimum value = -4.598 kN/m (Element 16 at Node 5027)

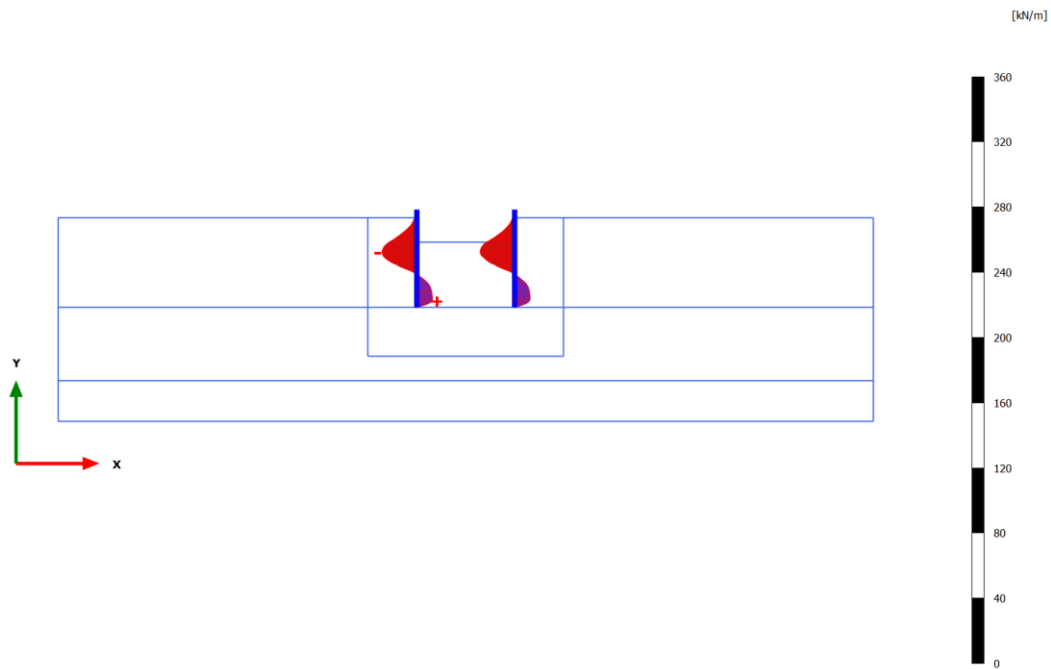
results, Plate, Scavo max [Phase_3] (3/81), Axial forces N

3.1.1.3.3 Calculation



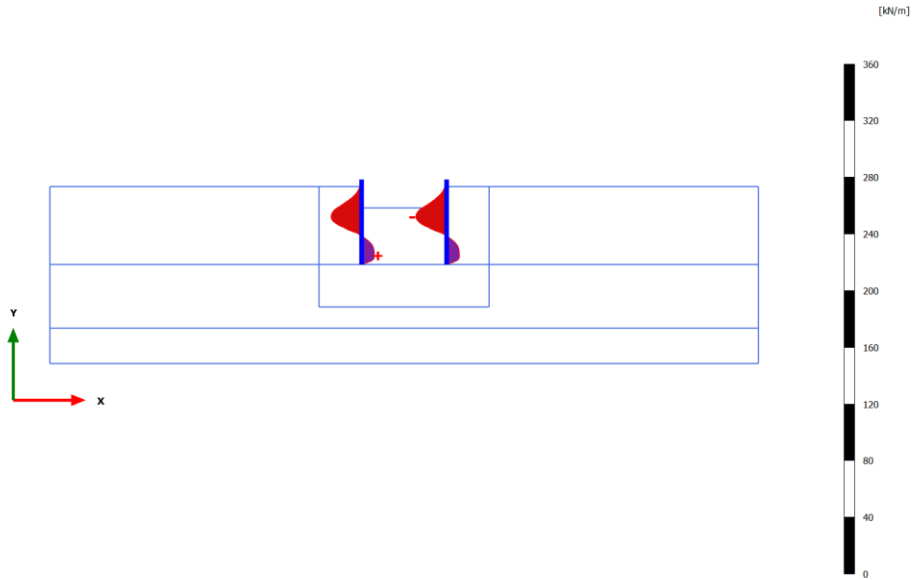
Axial forces N (scaled up 0.200 times)
 Maximum value = 14.83 kN/m (Element 19 at Node 6765)
 Minimum value = -18.49 kN/m (Element 13 at Node 1337)

3.1.1.3.4 Calculation results, Plate, Sovraccarico [Phase_5] (5/138), Axial forces N



Axial forces N (scaled up 0.200 times)
 Maximum value = 9.692 kN/m (Element 19 at Node 7635)
 Minimum value = -21.40 kN/m (Element 13 at Node 1340)

3.1.1.3.5 Calculation results, Plate, Sovraccarico x1.15 (STR - SLU/1.3) [Phase_4] (4/146), Axial forces N

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

Maximum value = 9.122 kN/m (Element 19 at Node 6765)

Minimum value = -21.86 kN/m (Element 21 at Node 6184)