

Variante S.S.1 Aurelia – Variante in Comune di Massa 1°Lotto (Canal Magro – Stazione).

PROGETTO DEFINITIVO

cod. F1397

PROGETTAZIONE: RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO PROGETTISTI	MANDATARIA: 	MANDANTI:  POLITECNICA BUILDING FOR HUMANS	MATILDI+PARTNERS
IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE: <i>Ing. Andrea Renso – TECHNITAL</i> <i>Ordine Ingegneri Provincia di Verona n. A2413</i>	IL PROGETTISTA: GRUPPO DI PROGETTAZIONE: COORDINAMENTO PROGETTAZIONE, PROGETTAZIONE STRADALE, GEOTECNICA ED OPERE STRUTTURALI: <i>Ing. Marcello Mancone – POLITECNICA</i> <i>ordine ingegneri Provincia di Firenze n.5723</i>		
IL GEOLOGO: <i>Geol. Pietro Accolti Gil – POLITECNICA</i> <i>Ordine Geologi Regione Toscana n° 728</i>	STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE: <i>Arch. Paola Gabrielli – POLITECNICA</i> <i>ordine Architetti Provincia di Bologna n. 2921</i>		
IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE: <i>Ing. Marcello Mancone – POLITECNICA</i> <i>ordine ingegneri Provincia di Firenze n.5723</i>	CANTIERIZZAZIONE E FASI ESECUTIVE: <i>Ing. Alessio Gori – POLITECNICA</i> <i>ordine ingegneri Provincia di Firenze n.5969</i>		
VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO: <i>Ing. Raffaele Franco Carso</i>	IDROLOGIA ED IDRAULICA: <i>Ing. Alessandro Cecchelli – POLITECNICA</i> <i>ordine ingegneri Provincia di Grosseto n.760</i>		
PROTOCOLLO:	DATA:	COLLABORATORI DI PROGETTO: <i>Ing. Massimo Palermo – POLITECNICA</i> <i>Ing. Mattia De Caro – POLITECNICA</i> <i>Ing. Giulio Melosi – POLITECNICA</i> <i>Geom. Franco Mariotti – POLITECNICA</i>	

05 – OPERE D'ARTE

Opere d'arte principali – OP.05 – Muro Antideragliamento
Relazione geotecnica e di calcolo

CODICE PROGETTO		NOME FILE		PROGR. ELAB.	REV.	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.	0522_T00OP05GETRE01B	0522		
D P F I 1 0	D	1 9 0 1	CODICE ELAB. T 0 0 O P 0 5 G E T R E 0 1		B	
D						
C						
B	REVISIONE A SEGUITO DI ISTRUTTORIA ANAS	11/2020	POLITECNICA	M.PALERMO	M.MANCONE	A.RENSO
A	EMISSIONE	06/2020	POLITECNICA	M.PALERMO	M.MANCONE	A.RENSO
REV.	DESCRIZIONE	DATA	SOCIETA'	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

SOMMARIO

1	PREMESSA	1
2	NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	3
2.1	NORMATIVA NAZIONALE	3
2.2	EUROCODICI	3
3	MATERIALI	4
3.1	CONGLOMERATI CEMENTIZI.....	4
3.1.1	Conglomerato cementizio magro	4
3.1.2	Conglomerato cementizio per paramento in elevazione	4
3.1.3	Conglomerato cementizio per zattera di fondazione.....	4
3.2	ACCIAIO PER C.A.....	4
3.2.1	Acciaio per calcestruzzo armato B450C.....	4
4	SOFTWARE DI CALCOLO	5
4.1	ANALISI DEI CARICHI.....	6
4.1.1	Analisi e combinazione dei carichi	6
4.2	APPROCCI PROGETTUALI E CRITERI DI VERIFICA.....	9
5	ANALISI E VERIFICA DELLE PRINCIPALI SEZIONI	10
5.1	OTTEMPERANZA PRESCRIZIONI MANUALE DI PROGETTAZIONE DEL GESTORE FERROVIARIO .	11
5.2	STRATIGRAFIA DI PROGETTO.....	11
5.3	Verifica sezione 10A.....	12
5.3.1	Combinazioni di Calcolo e presentazione dei risultati	12
5.4	Verifica sezione 7B.....	29
5.4.1	Combinazioni di Calcolo e presentazione dei risultati	29
6	INTERAZIONE FERROVIA OPERA D'ARTE E VERIFICHE DI STABILITA' NEL TRANSITORIO	47
6.1	METODOLOGIE GENERALI E LEGAMI COSTITUTIVI	47
6.1.1	Generalità sui modelli di calcolo	47
6.2	Metodologia e legami costitutivi dei materiali	48
6.3	PARAMETRI GEOTECNICI E DEFINIZIONE DEI LEGAMI COSTITUTIVI	49
6.4	INTERFACCE.....	50

6.5	CARICHI APPLICATI.....	50
6.5.1	Azioni Variabili	50
6.6	STABILITA' GLOBALE	51
6.7	DISCRETIZZAZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO	53
6.8	FASI DI CALCOLO	53
6.9	RISULTATI E VERIFICHE	55
6.9.1	SPOSTAMENTI	55
6.9.2	SOLLECITAZIONI SU ELEMENTI STRUTTURALI	57
6.10	VERIFICHE DI RESISTENZA	58
6.11	VERIFICA DI STABILITA' LOCALE	58
6.12	VERIFICA DEFORMAZIONI INDOTTE DALL'URTO	59

1 PREMESSA

La seguente relazione tratta dell'analisi e della verifica di sicurezza di carattere geotecnico e strutturale del muro antideragliamento di progetto. Il manufatto che è posizionato ad una distanza minima, dall'asse della rotaia esterna, pari a 9m, assolve la seguente funzione

- barriera anti-abbagliamento, anti-vandalo e antirumore (altezza di minima 2,00 m rispetto al piano strada e di 2,50 m rispetto al piano del ferro);
- barriera di sicurezza, a tutela del traffico ferroviario nei confronti dello svio dei veicoli stradali;
- anti-deragliamento, per tutelare il traffico veicolare dall'eventuale svio dei treni (si è fatto riferimento al par. 3.6.3.4 delle Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 14/01/2018, "urti da traffico ferroviario")
- fra il manufatto e la ferrovia è stata ricavata una pista di servizio di larghezza 6 m.

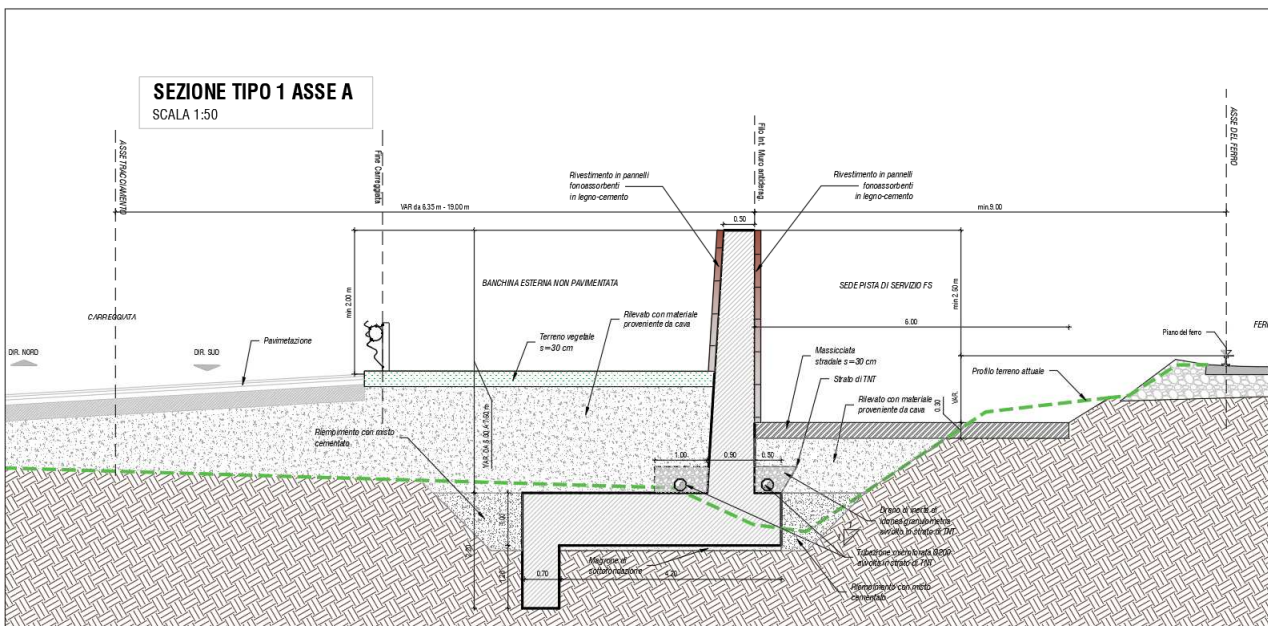


Figura 1 – Sezione tipo muro antideragliamento Asse A

Il muro ha una estensione di circa 800mt lungo l'asse A e Asse B della nuova viabilità di progetto. Lungo il suo sviluppo l'altezza massima del paramento è di circa 7.5mt con spessore variabile: in testa 50cm pari a 90cm nella sezione di attacco alla fondazione. La fondazione ha una geometria costante con spessore pari a 100cm e larghezza totale pari a 5.40mt. E' previsto inoltre un dente di taglio posizionato a monte della ciabatta di fondazione

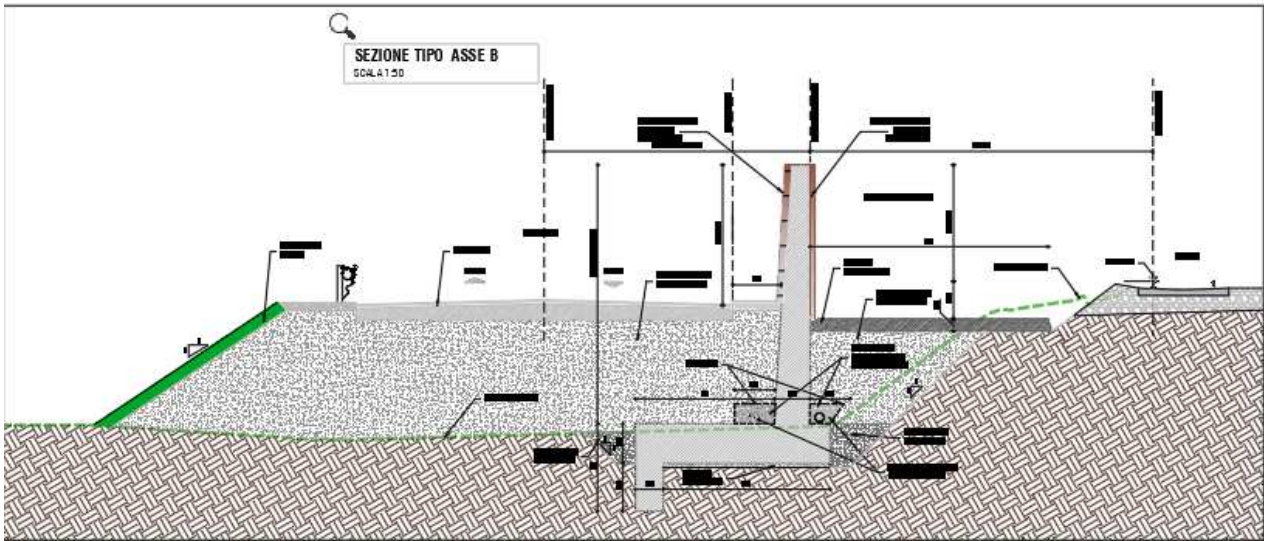


Figura 2 – Sezione tipo muro antideragliamento Asse B

Per maggior dettaglio sulla geometria del manufatto lungo il suo sviluppo longitudinale, si rimanda agli elaborati grafici allegati

2 NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

La progettazione, il dimensionamento e le verifiche delle strutture in oggetto, sono stati redatti in ottemperanza al quadro normativo tecnico vigente, con particolare riferimento di cui al D.M. 17 gennaio 2018.

Il metodo di calcolo adottato è quello semiprobabilistico agli stati limite, con applicazione di coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni, variabili in ragione dello stato limite indagato.

Si riporta di seguito l'elenco delle principali leggi e dei documenti a cui ci si è riferiti per la redazione della progettazione strutturale dell'opera.

2.1 NORMATIVA NAZIONALE

- Legge 5 Novembre 1971 n° 1086 «Norma per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, precompresso e per le strutture metalliche»;
- D.M. del 17 Gennaio 2018 «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di seguito denominate NTC.
- Circolare Consiglio Sup. LL.PP. 21 Gennaio 2019 n° 7 «Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. del 17 Gennaio 2018».

2.2 EUROCODICI

- UNI EN 1991-1-5:2004 «Eurocodice 1: Azioni sulle strutture – Parte 1-5: Azioni in generale - Azioni termiche»;
- UNI EN 1991-2:2005 «Eurocodice 1: Azioni sulle strutture – Parte 2: Carichi da traffico sui ponti»;
- UNI EN 1992-2:2006 «Eurocodice 2: Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 2: Ponti di calcestruzzo – Progettazione e dettagli costruttivi»;
- UNI EN 1993-2:2007 «Eurocodice 3: Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 2: Ponti di acciaio»;
- UNI EN 1993-1-5:2007 «Eurocodice 3: Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 1-5: Elementi strutturali a lastra»;
- UNI EN 1994-2:2006 «Eurocodice 4: Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo – Parte 2: Regole generali e regole per i ponti»;
- UNI EN 1998-2:2006 «Eurocodice 8: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 2: Ponti».

3 MATERIALI

3.1 CONGLOMERATI CEMENTIZI

3.1.1 Conglomerato cementizio magro

- Classe di resistenza: C12/15 ($R_{ck} \geq 15 \text{ N/mm}^2$)

3.1.2 Conglomerato cementizio per paramento in elevazione

- Classe di resistenza: C32/40 ($R_{ck} \geq 40 \text{ N/mm}^2$)
 - Resistenza caratt. a compress. cilindrica: (DM 14.01.2018 p.to 11.2.10.1) $f_{ck} = 32.0 \text{ N/mm}^2$
 - Resistenza media a trazione semplice: (DM 14.01.2018 p.to 11.2.10.2) $f_{ctm} = 3.02 \text{ N/mm}^2$
 - Modulo d'elasticità: (DM 14.01.2018 p.to 11.2.10.3) $E_{cm} = 33346 \text{ N/mm}^2$
 - Resistenza di calcolo a compressione: (DM 14.01.2018 p.to 4.1.2.1) $f_{cd} = 18.13 \text{ N/mm}^2$
 - Resistenza di calcolo a trazione: (DM 14.01.2018 p.to 4.1.2.1) $f_{ctd} = 1.41 \text{ N/mm}^2$
- Classe di esposizione: XC4
- Copriferro netto minimo (filo esterno armatura più esterna): 35 mm

3.1.3 Conglomerato cementizio per zattera di fondazione

- Classe di resistenza: C25/30 ($R_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$)
 - Resistenza caratt. a compress. cilindrica: (DM 14.01.2018 p.to 11.2.10.1) $f_{ck} = 30.0 \text{ N/mm}^2$
 - Resistenza media a trazione semplice: (DM 14.01.2018 p.to 11.2.10.2) $f_{ctm} = 2.56 \text{ N/mm}^2$
 - Modulo d'elasticità: (DM 14.01.2018 p.to 11.2.10.3) $E_{cm} = 31476 \text{ N/mm}^2$
 - Resistenza di calcolo a compressione: (DM 14.01.2018 p.to 4.1.2.1) $f_{cd} = 14.17 \text{ N/mm}^2$
 - Resistenza di calcolo a trazione: (DM 14.01.2018 p.to 4.1.2.1) $f_{ctd} = 1.14 \text{ N/mm}^2$
- Classe di esposizione: XC2
- Copriferro netto minimo (filo esterno armatura più esterna): 45 mm

3.2 ACCIAIO PER C.A.

3.2.1 Acciaio per calcestruzzo armato B450C

- Resistenza caratt. di snervamento: (DM 14.01.2018 p.to 11.3.2.1) $f_{yk} = 450.00 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza caratt. di rottura: (DM 14.01.2018 p.to 11.3.2.1) $f_{tk} = 540.00 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza di calcolo: (DM 14.01.2018 p.to 4.1.2.1) $f_{yd} = 391.30 \text{ N/mm}^2$
- Tensione massima per cmb. rara: (DM 14.01.2018 p.to 4.1.2.2.5) $\sigma_{s,rara} = 360.00 \text{ N/mm}^2$

4 SOFTWARE DI CALCOLO

I software utilizzati per i calcoli delle opere in esame sono di seguito indicati:

- WallCad+ dalla Concrete s.r.l., versione 7.223per dimensionamento muro di sostegno.
Chiave di licenza wp-190702831.
Plaxis 2D -Plaxis bv Bentley systems incorporated

- Fogli excel proprietari

Per quanto riguarda i suddetti software/codici di calcolo si dichiara di aver condotto una valutazione di affidabilità e dell'idoneità al caso specifico di applicazione, attraverso verifiche alternative di controllo sui modelli realizzati ed una validazione critica dei risultati degli stessi mediante analisi semplificate tradizionali, nonché di aver esaminato la documentazione fornita dal produttore o dal distributore sulle modalità e procedure seguite per la validazione dei programmi.

4.1 ANALISI DEI CARICHI

4.1.1 Analisi e combinazione dei carichi

4.1.1.1 Peso proprio

Il peso proprio della struttura in c.a che viene tenuto in conto automaticamente Dal programma

4.1.1.2 Spinta delle terre

La spinta delle terre viene determinata con la seguente espressione:

$$p'_a(z) = [\sigma'_v(z) + q] \cdot K_a - 2c' \sqrt{K_a}$$

$\sigma'_v(z)$ = tensione verticale efficace alla generica quota z;

K_a = coefficiente di spinta attiva;

q = eventuale sovraccarico uniformemente distribuito.

Il calcolo della spinta viene implementato secondo il metodo di *Mononobe-Okabe*.

La teoria di Mononobe-Okabe fa uso del *metodo dell'equilibrio limite* e può essere considerata una estensione del metodo di Coulomb, in cui alle usuali spinte al contorno del cuneo instabile di terreno vengono sommate anche le azioni inerziali orizzontali e verticali dovute all'accelerazione delle masse.

Le ipotesi che stanno alla base del metodo sono quindi:

- Terreno isotropo, omogeneo e dotato di attrito e/o coesione.
- Terreno che, a causa degli spostamenti del muro, si trova in uno stato di equilibrio plastico.
- Superficie di rottura piana.
- Superficie superiore del cuneo anche inclinata ma di forma piana.
- La resistenza per attrito e per coesione si sviluppa uniformemente lungo la superficie di rottura.
- Può esistere attrito tra paramento del muro e terreno, che si sviluppa al primo spostamento del muro.
- Il paramento del muro può essere inclinato ma non spezzato in più parti.
- L'effetto delle accelerazioni k_h e k_v viene intrinsecamente considerato nel baricentro del cuneo instabile.

Le spinte attiva viene calcolata secondo la seguente espressione:

$$P_a = \frac{1}{2} \gamma \cdot h^2 \cdot (1 - K_v) \cdot K_a$$

il coefficiente K_a viene calcolato utilizzando la formulazione di Mononobe-Okabe proposta nell'ordinanza 3274 e successiva correzione 3316, in cui i simboli usati sono:

ϕ = angolo di attrito interno del terreno.

ψ = angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale della parete interessata del muro.

β = angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale della superficie del terrapieno.

δ = angolo di attrito terreno-muro.

θ = angolo di rotazione aggiuntiva definito come segue.

$$\tan(\theta) = \frac{k_h}{1 \mp k_v}$$

Il coefficiente per stati di spinta attiva si divide in due casi:

$$K_a = \frac{\sin^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \cdot \sin^2 \psi \cdot \sin(\psi - \theta - \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta - \theta)}{\sin(\psi - \theta - \delta) \cdot \sin(\psi + \beta)}} \right]^2}$$

$\beta \leq \phi - \theta:$

$$K_a = \frac{\sin^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \cdot \sin^2 \psi \cdot \sin(\psi - \theta - \delta)}$$

$\beta > \phi - \theta:$

La spinta delle terre, sia quella dovuta al peso proprio che ai sovraccarichi accidentali, viene valutata con riferimento alla stratigrafia ed ai valori di progetto dei parametri geotecnici, peso di volume, angolo di attrito, coesione, attrito paratia-terreno, e dei sovraccarichi accidentali ottenuti abbattendo/amplificando i valori caratteristici mediante i coefficienti riduttivi o amplificativi specifici del tipo di verifica condotta, secondo i criteri riportati nelle NTC18.

4.1.1.3 Spinta dell'acqua

La falda si riscontra a profondità maggiori di 11m rispetto al piano campagna. Ai fini del dimensionamento del muro si trascura la sua interazione. Considerando inoltre il sistema di drenaggio presente a tergo del muro che permette con facilità la dissipazione delle pressioni interstiziali derivanti da eventi meteorici, si trascura la spinta idrostatica al fine del dimensionamento dell'opera

4.1.1.4 Azioni Variabili eccezionale

Il muro è previsto come barriera antideragliamento a contenimento dell'azione di svio di un convoglio ferroviario. L'azione d'urto è determinata sulla base di quanto riportato nel paragrafo 3.6.3.4 dell'NTC2018. Per il dimensionamento del manufatto si assume la seguente azione statica equivalente per $5m < d < 15m$ (d =distanza degli elementi esposti dall'asse del binario):

- 2000kN in direzione parallela alla direzione di marcia dei convogli ferroviari
- 750kN in direzione perpendicolare alla direzione di marcia dei convogli ferroviari

Queste forze saranno applicate a 1.80m d piano del ferro e dovranno essere considerate agenti non simultaneamente.

4.1.1.5 Azioni sismiche

Sono definite secondo quanto prescritto al par.3.2 del D.M. 17.01.2018. Tali azioni saranno combinate secondo le prescrizioni delle normative vigenti in funzione delle particolari strutture dell'opera in esame.

L'azione sismica viene determinata in ottemperanza a quanto prescritto dal D.M. 17.01.2018, riferimento normativo cui si riferiscono tutti i richiami riportati nel seguito del presente paragrafo, salvo ove diversamente indicato.

Parametri generali

I parametri generali, caratteristici della struttura e dell'ubicazione dell'intervento, atti a definire gli spettri di progetto risultano essere i seguenti:

- | | |
|------------------------------------------------------------|------------------|
| 1. Ubicazione: Lat. 44.035443 N, Long. 10.139322 E (WGS84) | |
| 2. Tipo di Terreno (p.to 3.2.2) | C |
| 3. Categoria topografica (p.to 3.2.3.2.1) | T1 ($S_T=1.0$) |
| 4. Vita nominale della costruzione V_N (p.to 2.4.1) | 50 anni |
| 5. Classe d'uso (p.to 2.4.2) | IV ($C_U=2.0$) |
| 6. Classe di duttilità (p.to 7.2.1) | Bassa |
| 7. Smorzamento Viscoso ξ (p.to 3.2.3.2.1) | 0.05 |

STATO LIMITE	V_N [anni]	C_u	V_R [anni]	T_R [anni]	a_g [g]	F_0	T_c^*
SLV	50	2	100	949	0.175	2.375	0.299

Ai fini dello studio della stabilità globale del versante interessato dall'opera di sostegno si definisce il seguente K_h di spinta orizzontale come:

$$K_h = \beta_m \cdot a_{max} / g = 0.096 \text{ (SLV)}$$

dove:

$$a_{max} = S_S S_T a_g / g$$

In cui $S_S = 1.45$; $S_T = 1$

$$a_{max} = 0.255 \text{ accelerazione orizzontale massima attesa al sito;}$$

g = accelerazione di gravità;

$$\beta_m = 0.38 \text{ coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.}$$

L'accelerazione massima è valutata con la relazione

4.2 APPROCCI PROGETTUALI E CRITERI DI VERIFICA

Le verifiche sono state sviluppate con riferimento alle NTC 2018, adottando per gli stati limite ultimi (SLU) di tipo strutturale (STR) e geotecnico (GEO):

Le verifiche di stabilità del complesso opera di sostegno-terreno sono state condotte con:

- approccio 1, combinazione 2: A2+M2+R2 (GEO-stab).

Per il dimensionamento del muro su pali invece si è fatto riferimento all'Approccio 2:

- combinazione 1: A1+M1+R3 (STR e GEO);

I coefficienti parziali per le azioni (A), per i parametri geotecnici del terreno (M) e per le resistenze (R) sono in accordo alla tab. 6.2.I, 6.2.II, 6.5.I di cui alle NTC 2018.

Per gli stati limite ultimi la verifica di sicurezza è soddisfatta se:

$$R_d \leq E_d$$

dove:

$$R_d = \text{resistenza di progetto}$$

$$E_d = \text{valore di progetto dell'effetto delle azioni.}$$

In condizioni di esercizio gli spostamenti dell'opera di sostegno dovranno essere compatibili con la funzionalità e inoltre dovranno essere soddisfatte le verifiche sullo stato tensionale dei materiali e di fessurazione.

4.2.1.1 Combinazione delle azioni

Si sono considerate le combinazioni delle azioni nel seguito descritte in cui si indica con:

G = Azioni permanenti dovute al peso proprio degli elementi;

E = Azione sismica.

- *Combinazione fondamentale* impiegata per gli stati limite ultimi (**SLU**): $\gamma_G \cdot G + \gamma_Q \cdot Q_k$
 - *Combinazione caratteristica (rara)* impiegata per gli stati limite di esercizio (**SLE**): $G + Q_k$
 - *Combinazione frequente* impiegata per gli stati limite di esercizio (**SLE**): $G + \psi_{11} \cdot Q_k$, con $\Psi_{11} = 0.4$
 - *Combinazione quasi permanente (SLE)*: $G + \psi_{21} \cdot Q_k$ con $\Psi_{21} = 0$
 - *Combinazione sismica* impiegata per gli stati limite ultimi connessi all'azione sismica E (**SLV**) $E + G$
- I coefficienti parziali γ per le azioni agli SLU sono in accordo alla tab. 6.2.I di cui alle NTC 2018.

5 ANALISI E VERIFICA DELLE PRINCIPALI SEZIONI

Presentiamo a seguire le verifiche delle sezioni considerate dimensionati ai fini della verifica del muro. Si considera come azione dimensionante l'azione di urto del veicolo ferroviario. A tal riguardo l'ipotesi di progetto è che l'azione ortogonale al manufatto si ripartisce su una superficie limitata del concio murario. Tale porzione si ipotizza in modo cautelativo pari a 5mt ai fini delle verifiche di resistenza del paramento murario, mentre la ripartizione avverrà su una porzione minima di 10m (L/2 del concio murario, o meglio in corrispondenza del punto di giunto tra due conci adiacenti), per le verifiche di stabilità di carattere geotecnico; questo ovviamente nell'ipotesi anche in questo caso cautelativa che solo una parte (L/2) del concio murario risponda all'azione d'urto del convoglio ferroviario in termini di resistenza allo scorrimento e ribaltamento.

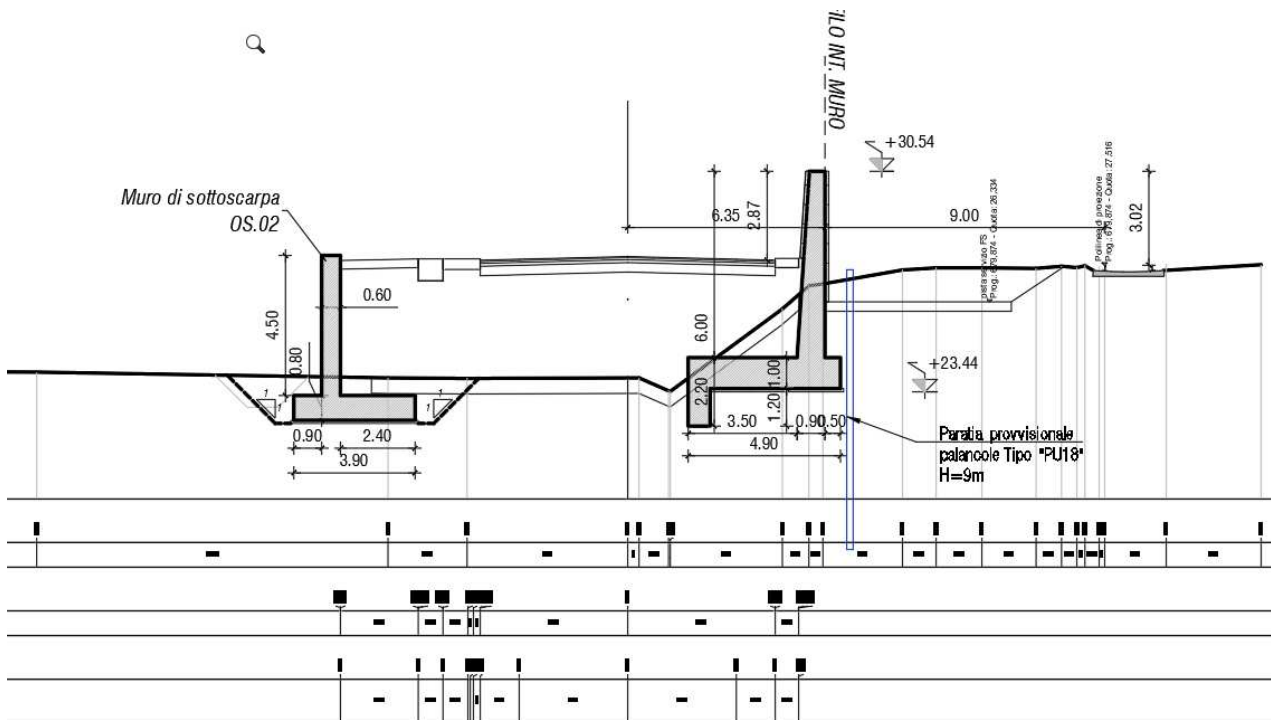
Quindi si considera:

- una azione di taglio $T=750/5=150\text{kN/m}$ applicata ad una quota $z=+1.8$ dall'asse rotaia Per le verifiche STR;
- una azione di taglio $T=750/10=75\text{kN/m}$ applicata ad una quota $z=+1.8$ dall'asse rotaia Per le verifiche GEO

Considerando che la geometria della ciabatta di fondazione è costante lungo tutto lo sviluppo longitudinale del muro, si considererà dimensionante la sezione che presenta un braccio massimo tra il punto di applicazione della forza T e l'intradosso della ciabatta di fondazione.

La verifica verrà fatta quindi sulle seguenti sezioni:

- Sezione 10A Asse stradale A braccio H=5.5m



Rilevato stradale	20	38	0	-	50
-------------------	----	----	---	---	----

5.3 Verifica sezione 10A

Opera di sostegno Muro antideragliamento

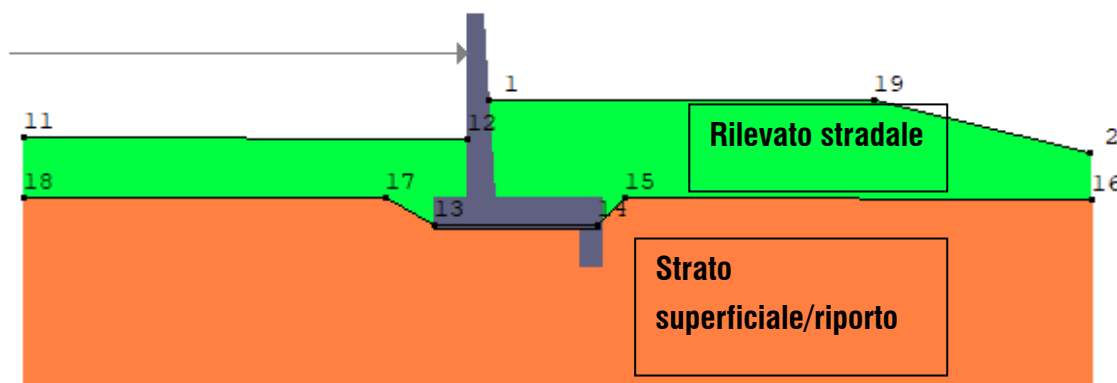
Altezza totale paramento H=6.0mt

Larghezza zattera di fondazione L=5.4mt

Forza d'urto: 150kN/m

Punto applicazione forza: h=4.5 da estradosso fondazione

L'analisi delle sollecitazioni e di stabilità del manufatto viene fatta per mezzo del software di calcolo Wallcad.



5.3.1 Combinazioni di Calcolo e presentazione dei risultati

L'analisi di stabilità del manufatto è stata eseguita secondo quanto previsto dalle NTC2018 con le seguenti combinazioni di calcolo:

Famiglia	A	M	R	Indice	Nome	Perm.	Variabili	Sisma H	Sisma V
EQU	A3	M1	R3	1	EQU-1	0.9	1	0	0
EQU	A3	M1	R3	2	EQU-2	1.1	1	0	0
EQU	A0	M0	Rs	3	EQU-3	1	0	1	1
EQU	A0	M0	Rs	4	EQU-4	1	0	1	-1
STR	A1	M1	R3	1	STR-1	1	0	0	0

STR	A1	M1	R3	2	STR-2	1	1	0	0
STR	A1	M1	R3	3	STR-3	1.3	0	0	0
STR	A1	M1	R3	4	STR-4	1.3	1	0	0
GEO	A2	M2	R2	1	GEO-1	1	0	0	0
GEO	A2	M2	R2	2	GEO-2	1	1	0	0
SIS	A0	M0	Rs	1	SIS-1	1	0	1	1
SIS	A0	M0	Rs	2	SIS-2	1	0	1	-1
SLE	A0	M0	R0	1	SLE-1	1	0	0	0

Le risultati delle forze agenti sono le seguenti:

Combinazione di carico EQU-1

Descrizione	x _p	y _p	F _x	F _y
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	88	69	0	-237.15
Peso proprio del terreno/acqua a monte	215	162	0	-197.36
Peso proprio del terreno/acqua a valle	-100	96	0	-36.24
Spinta del terreno a monte	0	-40	-67.55	0
Spinta del terreno a valle	0	-82	62.12	0
Carichi applicati al muro	0	475	150	0

Combinazione di carico EQU-2

Descrizione	x _p	y _p	F _x	F _y
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	88	69	0	-289.85
Peso proprio del terreno/acqua a monte	215	162	0	-241.21
Peso proprio del terreno/acqua a valle	-100	96	0	-44.3
Spinta del terreno a monte	0	-40	-82.56	0
Spinta del terreno a valle	0	-82	75.92	0
Carichi applicati al muro	0	475	150	0

Combinazione di carico EQU-3

Descrizione	x _p	y _p	F _x	F _y
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	88	69	0	-263.5
Peso proprio del terreno/acqua a monte	215	162	0	-219.29
Peso proprio del terreno/acqua a valle	-100	96	0	-40.27
Spinta del terreno a monte	0	-20	-102.91	0
Spinta del terreno a valle	0	-82	69.02	0
Forza di inerzia dovuta al muro	88	69	-37.96	-18.98
Forza di inerzia dovuta al terreno/acqua a monte	215	162	-31.59	-15.8

Combinazione di carico EQU-4

Descrizione	x _p	y _p	F _x	F _y
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	88	69	0	-263.5
Peso proprio del terreno/acqua a monte	215	162	0	-219.29
Peso proprio del terreno/acqua a valle	-100	96	0	-40.27
Spinta del terreno a monte	0	-20	-89.08	0
Spinta del terreno a valle	0	-82	69.02	0
Forza di inerzia dovuta al muro	88	69	-37.96	18.98

Forza di inerzia dovuta al terreno/acqua a monte	215	162	-31.59	15.8
--------------------------------------------------	-----	-----	--------	------

Combinazione di carico STR-1

Descrizione	x _p	y _p	F _x	F _y
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	88	69	0	-263.5
Peso proprio del terreno/acqua a monte	215	162	0	-219.29
Peso proprio del terreno/acqua a valle	-100	96	0	-40.27
Spinta del terreno a monte	0	-40	-75.05	0
Spinta del terreno a valle	0	-82	69.02	0

Combinazione di carico STR-2

Descrizione	x _p	y _p	F _x	F _y
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	88	69	0	-263.5
Peso proprio del terreno/acqua a monte	215	162	0	-219.29
Peso proprio del terreno/acqua a valle	-100	96	0	-40.27
Spinta del terreno a monte	0	-40	-75.05	0
Spinta del terreno a valle	0	-82	69.02	0
Carichi applicati al muro	0	475	150	0

Combinazione di carico STR-3

Descrizione	x _p	y _p	F _x	F _y
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	88	69	0	-342.55
Peso proprio del terreno/acqua a monte	215	162	0	-285.07
Peso proprio del terreno/acqua a valle	-100	96	0	-52.35
Spinta del terreno a monte	0	-40	-97.57	0
Spinta del terreno a valle	0	-82	89.72	0

Combinazione di carico STR-4

Descrizione	x _p	y _p	F _x	F _y
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	88	69	0	-342.55
Peso proprio del terreno/acqua a monte	215	162	0	-285.07
Peso proprio del terreno/acqua a valle	-100	96	0	-52.35
Spinta del terreno a monte	0	-40	-97.57	0
Spinta del terreno a valle	0	-82	89.72	0
Carichi applicati al muro	0	475	150	0

Combinazione di carico SIS-1

Descrizione	x _p	y _p	F _x	F _y
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	88	69	0	-263.5
Peso proprio del terreno/acqua a monte	215	162	0	-219.29
Peso proprio del terreno/acqua a valle	-100	96	0	-40.27
Spinta del terreno a monte	0	-26	-93.27	0
Spinta del terreno a valle	0	-82	69.02	0
Forza di inerzia dovuta al muro	88	69	-25.31	-12.65
Forza di inerzia dovuta al terreno/acqua a monte	215	162	-21.06	-10.53

Combinazione di carico SIS-2

Descrizione	x _p	y _p	F _x	F _y
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	88	69	0	-263.5
Peso proprio del terreno/acqua a monte	215	162	0	-219.29
Peso proprio del terreno/acqua a valle	-100	96	0	-40.27
Spinta del terreno a monte	0	-26	-84.72	0
Spinta del terreno a valle	0	-82	69.02	0
Forza di inerzia dovuta al muro	88	69	-25.31	12.65
Forza di inerzia dovuta al terreno/acqua a monte	215	162	-21.06	10.53

5.3.1.1 Verifica a ribaltamento

Momento ribaltante:

- Braccio intradosso fondazione: 5.5m

-Momento ribaltante Carico svio: $75 \times 5.5 = 412.5 \text{ kN/m}$

-Spinta terreno monte $(20 \times 3.5^2 \times 0.216) / 2 \times (3.5/3) = 30.87 \text{ kNm/m}$

Dove $k_a = 0.216$

$M_{rib} = 412.37 + 30.87 = 443.37 \text{ kNm/m}$

Momento stabilizzante rispetto allo spigolo di valle:

- Peso fondazione: $25 \times 5.5 \times 1 = 135 \text{ kN}$

-Peso paramento: $(0.5 + 0.9) / 2 \times 25 \times 6 = 112.5 \text{ kN}$

- Peso terreno in testa alla ciabatta: $19.5 \times 3.5 \times 3.2 = 218.4 \text{ kN}$

- $M_{stab} = (135 \times 2.7 \times 0.9) + (112 \times 3.5 \times 0.9) + (218.4 \times 1.75 \times 0.9) = 1024.83 \text{ kN}$

- $M_{stab} / M_{rib} = 2.36$ la verifica risulta soddisfatta

5.3.1.2 Verifica a scorrimento

$T_{s1} = 75 \text{ kN}$ azione di taglio dovuta all'azione d'urto;

$T_{s2} = 30.87 \text{ kN}$ azione di taglio dovuto alla spinta del terreno;

$T_s = 105.87 \text{ kN}$ Taglio di scorrimento

$T_{res} = N \times \tan \delta_k$ $\delta_k = 0.75 \times \phi = 22^\circ$

$N_{tot} = 492 \text{ kN}$

$T_{res} = 471.5 \times \tan(22) = 190.49 \text{ kN}$

Contributo del dente di Taglio

Per $\phi = 30^\circ$ abbiamo $k_p = 3.0$

Spinta passiva dente di taglio:

$$S = (20 \cdot 2.2^2 \cdot 3) \cdot 2.2/3 = 212.96 \text{ kN/m}$$

Tale contributo si tiene in conto nella percentuale massima del 30% = 63.88 kN/m

$$T_{res} = 190.49 + 63.88 = 254.37 \text{ kN/m}$$

$$T_{res}/T_{sc} = 2.40$$

Trascurando il contributo della spinta passiva dovuta alla dente di taglio avremo:

$$T_{res}/T_{sc} = 1.79 \text{ la verifica risulta ugualmente soddisfatta}$$

Verifica azione longitudinale: La verifica sarà fatta considerando un intero concio collaborante ovvero un tratto di muro $L = 20 \text{ m}$

$$T_d = 2000 \text{ kN}$$

$$T_{res} = (471.5 \cdot 20) \cdot (\tan 22) = 3809 \text{ kN}$$

$T_{res}/T_{sc} = 1.90$ la verifica risulta ampiamente soddisfatta

5.3.1.3 Verifica a capacità portante

Verifica allo SLU (GEO) per capacità portante della fondazione DA2 (A1+M1+R3)

$\gamma_R =$	1.4	Tab. 6.5.1
$q_{lim} = c N_c s_c d_c i_c b_c g_c + q N_q s_q d_q i_q b_q g_q + 0,5 \gamma B' N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma$		
$B =$	5.4 m	larghezza della fondazione
$H_d =$	105.87 kN/m	componente orizzontale della risultante di progetto
$V_d =$	492.00 kN/m	componente verticale della risultante di progetto
$M_d =$	443.37 kNm/m	momento della risultante rispetto alla mezzeria della fondazione
$e =$	0.901 m	eccentricità della risultante
$i =$	0.212 rad =	12.14 ° inclinazione della risultante rispetto alla verticale

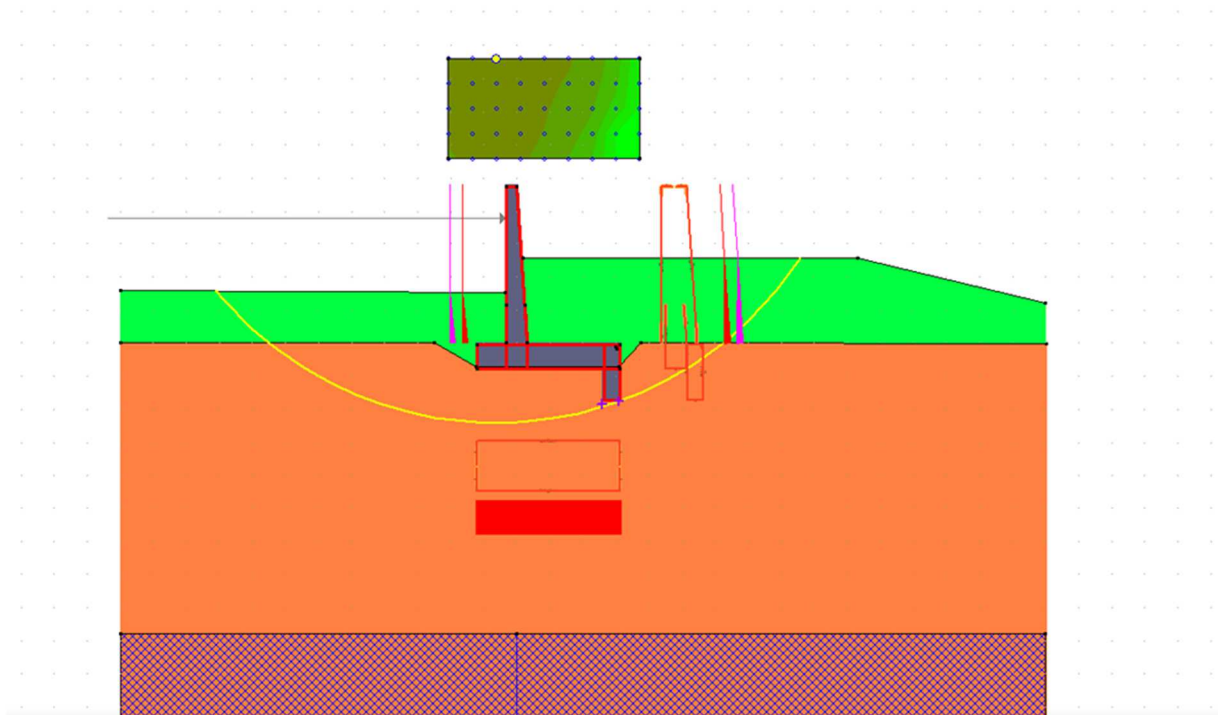
$c = c'_d =$	0 kPa	$\gamma = \gamma_d =$	20 kN/m ³
$\phi = \phi'_d =$	30 ° =	0.524 rad	$\tan \phi =$ 0.577
$q = \gamma_d h_u =$	16 kPa	$\tan i = H_d/V_d =$	0.215
$B' = B - 2e =$	3.60 m		

$N_q =$	18.401	$s_q = d_q = b_q = g_q =$	1	$i_q = (1 - \tan i)^2 =$	0.616
$N_\gamma =$	20.093	$s_\gamma = d_\gamma = b_\gamma = g_\gamma =$	1	$i_\gamma = (1 - \tan i)^3 =$	0.483
$q_{lim} =$	531 kPa				
$E_d = V_d =$	492 kN/m				
$R_d = q_{lim} B' / \gamma_R =$	1364 kN/m				
R_d	>	E_d			la verifica è soddisfatta

5.3.1.4 Verifica Stabilità Globale

Combinazione che ha prodotto il valore peggiore: SIS-2

Metodo di analisi di stabilità del pendio	: Bishop
Passo dei conci	: 100 cm
Coefficiente di stabilità globale pendio	: 6.97
Coefficiente limite suggerito dalla normativa	: 1.1
X centro della superficie critica	: -78 cm
Y centro della superficie critica	: 1076 cm
Raggio della superficie critica	: 1376 cm
Forza di bilancio	: 1088.35 daN/cm
Volume spostato dalla superficie critica	: 87.69 m ³ /m
Peso spostato dalla superficie critica	: 172926 daN/m



STABILITA' DEL PENDIO CON IL METODO DI BISHOP

Combinazione GEO-1

Concio	alfa	l	C	Tg fi	Xg	Yg	b	Peso	Pvert	Ptot	Pres	Mstab	Minst
1	-49.3	52	0	0.56	-1115	185	1037	1	0	1	0	1627	-1339
2	-45.3	141	0	0.56	-1045	148	967	17	0	17	0	19552	-16422
3	-40.5	89	0	0.56	-969	113	891	21	0	21	0	22876	-19159
4	-37.8	40	0	0.56	-921	93	843	13	0	13	0	12828	-10587
5	-34.5	120	0	0.56	-854	69	776	48	0	48	0	46628	-37276

6	-29.6	114	0	0.56	-755	38	677	59	0	59	0	54527	-40406
7	-24.9	109	0	0.56	-657	12	579	69	0	69	0	60303	-40038
8	-20.5	106	0	0.56	-558	-9	480	77	0	77	0	64535	-36908
9	-16.1	103	0	0.56	-459	-25	381	83	0	83	0	67579	-31619
10	-11.9	101	0	0.56	-360	-38	282	87	0	87	0	69663	-24697
11	-8.1	79	0	0.56	-272	-46	194	71	0	71	0	55799	-13791
12	-4.8	78	0	0.56	-194	-51	116	72	0	72	0	56224	-8392
13	-0.9	110	0	0.56	-100	-53	22	109	0	109	0	84388	-2408
14	2.3	45	0	0.56	-23	170	55	96	0	96	0	73543	5299
15	3.2	0	0	0.56	0	171	78	0	0	0	0	327	33
16	3.4	5	0	0.56	3	171	81	10	0	10	0	8017	839
17	3.8	19	0	0.56	14	105	92	33	0	33	0	25493	3058
18	4.7	21	0	0.56	34	16	112	28	0	28	0	21770	3177
19	7.1	94	0	0.56	92	12	170	114	0	114	0	87598	19282
20	11	95	0	0.56	185	19	263	111	0	111	0	86151	29195
21	15	97	0	0.56	278	29	356	107	0	107	0	84170	38190
22	18.3	63	0	0.56	355	28	433	71	0	71	0	56261	30584
23	19.9	11	4	0	390	33	468	12	0	12	0	58538	5398
24	21.8	81	0	0.56	432	59	510	74	0	74	0	60274	37946
25	25.8	114	0	0.56	520	79	598	94	0	94	0	78170	56288
26	30.7	119	0	0.56	623	106	701	83	0	83	0	71979	58360
27	35.8	126	0	0.56	725	140	803	70	0	70	0	63788	56313
28	38.5	2	0	0.56	778	159	856	1	0	1	0	906	824
29	41.3	134	0	0.56	827	181	905	53	0	53	0	51746	48165
30	47.3	151	0	0.56	926	229	1004	34	0	34	0	36706	34728
31	53.6	150	0	0.56	1013	280	1091	10	0	10	0	12296	11320
		2570						1729	0	1729		1494262	155957

Coefficiente di sicurezza FS = 9.58

STABILITA' DEL PENDIO CON IL METODO DI BISHOP
Combinazione GEO-2

Conc io	alf a	l	C	Tg fi	Xg	Yg	b	Peso	Pver t	Ptot	Pres s	Mstab	Minst
1	-49.3	52	0	0.56	-1115	185	1037	1	0	1	0	1627	-1339
2	-45.3	141	0	0.56	-1045	148	967	17	0	17	0	19552	-16422
3	-40.5	89	0	0.56	-969	113	891	21	0	21	0	22876	-19159
4	-37.8	40	0	0.56	-921	93	843	13	0	13	0	12828	-10587
5	-34.5	120	0	0.56	-854	69	776	48	0	48	0	46628	-37276
6	-29.6	114	0	0.56	-755	38	677	59	0	59	0	54527	-40406
7	-24.9	109	0	0.56	-657	12	579	69	0	69	0	60303	-40038
8	-20.5	106	0	0.56	-558	-9	480	77	0	77	0	64535	-36908
9	-16.1	103	0	0.56	-459	-25	381	83	0	83	0	67579	-31619
10	-11.9	101	0	0.56	-360	-38	282	87	0	87	0	69663	-24697
11	-8.1	79	0	0.56	-272	-46	194	71	0	71	0	55799	-13791
12	-4.8	78	0	0.56	-194	-51	116	72	0	72	0	56224	-8392
13	-0.9	110	0	0.56	-100	-53	22	109	0	109	0	84388	-2408
14	2.3	45	0	0.56	-23	170	55	96	0	96	0	73543	5299
15	3.2	0	0	0.56	0	171	78	0	0	0	0	327	33
16	3.4	5	0	0.56	3	171	81	10	0	10	0	8017	839
17	3.8	19	0	0.56	14	105	92	33	0	33	0	25493	3058
18	4.7	21	0	0.56	34	16	112	28	0	28	0	21770	3177
19	7.1	94	0	0.56	92	12	170	114	0	114	0	87598	19282
20	11	95	0	0.56	185	19	263	111	0	111	0	86151	29195
21	15	97	0	0.56	278	29	356	107	0	107	0	84170	38190
22	18.3	63	0	0.56	355	28	433	71	0	71	0	56261	30584
23	19.9	11	4	0	390	33	468	12	0	12	0	58538	5398
24	21.8	81	0	0.56	432	59	510	74	0	74	0	60274	37946
25	25.8	114	0	0.56	520	79	598	94	0	94	0	78170	56288
26	30.	119	0	0.	623	106	701	83	0	83	0	71979	58360

	7			56									
27	35. 8	126	0	0. 56	725	140	803	70	0	70	0	63788	56313
28	38. 5	2	0	0. 56	778	159	856	1	0	1	0	906	824
29	41. 3	134	0	0. 56	827	181	905	53	0	53	0	51746	48165
30	47. 3	151	0	0. 56	926	229	1004	34	0	34	0	36706	34728
31	53. 6	150	0	0. 56	1013	280	1091	10	0	10	0	12296	11320
		257 0						1729	0	1729		1494262	155957

Coefficiente di sicurezza FS = 9.58

STABILITA' DEL PENDIO CON IL METODO DI BISHOP
Combinazione SIS-1

Conc io	alf a	l	C	Tg fi	Xg	Yg	b	Peso	Pver t	Ptot	Pres s	Mstab	Minst
1	- 49. 3	52	0	0. 7	- 1115	185	1037	1	0	1	0	2205	-1310
2	- 45. 3	141	0	0. 7	- 1045	148	967	17	0	17	0	26302	-15975
3	- 40. 5	89	0	0. 7	-969	113	891	21	0	22	0	30552	-18487
4	- 37. 8	40	0	0. 7	-921	93	843	13	0	13	0	17072	-10160
5	- 34. 5	120	0	0. 7	-854	69	776	48	0	49	0	61808	-35482
6	- 29. 6	114	0	0. 7	-755	38	677	59	0	61	0	71904	-37886
7	- 24. 9	109	0	0. 7	-657	12	579	69	0	71	0	79168	-36800
8	- 20. 5	106	0	0. 7	-558	-9	480	77	0	79	0	84394	-32979
9	- 16. 1	103	0	0. 7	-459	-25	381	83	0	85	0	88064	-27047
10	- 11. 9	101	0	0. 7	-360	-38	282	87	0	90	0	90483	-19544
11	- 8.1	79	0	0. 7	-272	-46	194	71	0	73	0	72276	-9373
12	- 4.8	78	0	0. 7	-194	-51	116	72	0	75	0	72656	-3704
13	- 0.9	110	0	0. 7	-100	-53	22	109	0	113	0	108754	5007
14	2.3	45	0	0. 7	-23	170	55	96	0	98	0	94566	10709
15	3.2	0	0	0. 7	0	171	78	0	0	0	0	421	58
16	3.4	5	0	0. 7	3	171	81	10	0	11	0	10301	1437
17	3.8	19	0	0.	14	105	92	33	0	34	0	32745	5103

				7									
18	4.7	21	0	0.7	34	16	112	28	0	29	0	27947	5091
19	7.1	94	0	0.7	92	12	170	114	0	117	0	112268	27195
20	11	95	0	0.7	185	19	263	111	0	114	0	110113	37191
21	15	97	0	0.7	278	29	356	107	0	110	0	107278	46147
22	18.3	63	0	0.7	355	28	433	71	0	73	0	71535	36002
23	19.9	11	5	0	390	33	468	12	0	12	0	73172	6292
24	21.8	81	0	0.7	432	59	510	74	0	77	0	76442	43679
25	25.8	114	0	0.7	520	79	598	94	0	97	0	98827	63671
26	30.7	119	0	0.7	623	106	701	83	0	86	0	90637	65015
27	35.8	126	0	0.7	725	140	803	70	0	72	0	79955	61991
28	38.5	2	0	0.7	778	159	856	1	0	1	0	1132	903
29	41.3	134	0	0.7	827	181	905	53	0	55	0	64501	52504
30	47.3	151	0	0.7	926	229	1004	34	0	35	0	45436	37546
31	53.6	150	0	0.7	1013	280	1091	10	0	11	0	15085	12158
		2570						1729	0	1782		1917997	268953

Coefficiente di sicurezza FS = 7.13

STABILITA' DEL PENDIO CON IL METODO DI BISHOP
Combinazione SIS-2

Concio	alfa	l	C	Tg fi	Xg	Yg	b	Peso	Pvert	Ptot	Pres	Mstab	Minst
1	-49.3	52	0	0.7	-1115	185	1037	1	0	1	0	2081	-1229
2	-45.3	141	0	0.7	-1045	148	967	17	0	16	0	24815	-14979
3	-40.5	89	0	0.7	-969	113	891	21	0	21	0	28814	-17325
4	-37.8	40	0	0.7	-921	93	843	13	0	12	0	16097	-9517
5	-34.5	120	0	0.7	-854	69	776	48	0	46	0	58266	-33221
6	-29.6	114	0	0.7	-755	38	677	59	0	58	0	67762	-35435
7	-24.9	109	0	0.7	-657	12	579	69	0	67	0	74589	-34371
8	-20.5	106	0	0.7	-558	-9	480	77	0	74	0	79494	-30740
9	-	103	0	0.7	-459	-25	381	83	0	80	0	82935	-25129

	16. 1			7									
10	- 11. 9	101	0	0. 7	-360	-38	282	87	0	85	0	85197	-18046
11	- 8.1	79	0	0. 7	-272	-46	194	71	0	69	0	68043	-8536
12	- 4.8	78	0	0. 7	-194	-51	116	72	0	70	0	68392	-3195
13	- 0.9	110	0	0. 7	-100	-53	22	109	0	106	0	102355	5153
14	2.3	45	0	0. 7	-23	170	55	96	0	93	0	88991	10388
15	3.2	0	0	0. 7	0	171	78	0	0	0	0	396	56
16	3.4	5	0	0. 7	3	171	81	10	0	10	0	9694	1386
17	3.8	19	0	0. 7	14	105	92	33	0	32	0	30813	4917
18	4.7	21	0	0. 7	34	16	112	28	0	27	0	26297	4898
19	7.1	94	0	0. 7	92	12	170	114	0	110	0	105629	26026
20	11	95	0	0. 7	185	19	263	111	0	108	0	103586	35420
21	15	97	0	0. 7	278	29	356	107	0	104	0	100903	43831
22	18. 3	63	0	0. 7	355	28	433	71	0	68	0	67275	34147
23	19. 9	11	5	0	390	33	468	12	0	11	0	73172	5965
24	21. 8	81	0	0. 7	432	59	510	74	0	72	0	71880	41378
25	25. 8	114	0	0. 7	520	79	598	94	0	91	0	92912	60256
26	30. 7	119	0	0. 7	623	106	701	83	0	81	0	85194	61475
27	35. 8	126	0	0. 7	725	140	803	70	0	68	0	75134	58576
28	38. 5	2	0	0. 7	778	159	856	1	0	1	0	1064	853
29	41. 3	134	0	0. 7	827	181	905	53	0	51	0	60594	49582
30	47. 3	151	0	0. 7	926	229	1004	34	0	33	0	42668	35439
31	53. 6	150	0	0. 7	1013	280	1091	10	0	10	0	14159	11471
		257 0						1729	0	1677		1809200	259493

Coefficiente di sicurezza FS = 6.97

5.3.1.1 Verifiche di resistenza

Si riportano a seguire le principali verifiche di resistenza eseguite sia sul paramento che sulla fondazione:

Si considera una sezione di verifica per il paramento, di tipo rettangolare di dimensioni B=100cm h=90 armata sia superiormente che inferiormente con barre $\Phi 24/10''$. Si considera armatura di ripartizione $\Phi 12/20''$.

Si considera una sezione di verifica per la ciabatta, di tipo rettangolare di dimensioni B=100cm h=100 armata sia superiormente che inferiormente con barre $\Phi 24/10''$.

Tutte le verifiche sono riferite su sezioni di profondità nominale di un metro.

Significato dei simboli:

X: ascissa del baricentro della sezione

Y: ordinata del baricentro della sezione

H: altezza della sezione

A_s: area efficace dello strato superiore per metro

C_s: copriferro medio dello strato superiore

A_i: area efficace dello strato inferiore per metro

C_i: copriferro medio dello strato inferiore

v_{ml}: soddisfacimento delle percentuali minime di armatura

c_{res}: combinazione di carico critica per la verifica di resistenza in pressoflessione retta

M_d: momento di calcolo

N_d: sforzo normale di calcolo

M_u: momento ultimo

N_u: sforzo normale ultimo

c.s.: coefficiente di sicurezza

v_{res}: soddisfacimento della resistenza alla pressoflessione retta

X: ascissa del baricentro della sezione

Y: ordinata del baricentro della sezione

H: altezza della sezione

c_{es}: combinazione di carico critica delle tensioni in esercizio in pressoflessione retta

M_e: momento in esercizio

N_e: sforzo normale in esercizio

σ_f: trazione massima sull'armatura

σ_c: compressione massima sul calcestruzzo

v_{es}: soddisfacimento tensioni ammissibili a pressoflessione retta

c_f: combinazione di carico critica per la verifica di fessurazione

M_f: momento di calcolo per la verifica di fessurazione

N_f: sforzo normale di calcolo per la verifica di fessurazione

S_{rm}: interasse delle fessure

W_k: ampiezza caratteristica delle fessure

v_f: soddisfacimento verifica fessurazione

X: ascissa del baricentro della sezione

Y: ordinata del baricentro della sezione

H: altezza della sezione

c_i: combinazione di carico critica per la verifica a taglio

V_{Sd}: taglio di calcolo

VR_{dc}: taglio resistente in assenza di armatura a taglio

VR_{dmax}: taglio resistente massimo dell'elemento, limitato dalla rottura delle bielle compresse

VR_{ds}: taglio resistente in presenza di armatura a taglio

v_f: soddisfacimento verifica a taglio

Paramento (sezioni longitudinali) (attraversate da barre trasversali)

X	Y	H	A _s	C _s	A _i	C _i	v _{ml}	c _{res}	M _d	N _d	M _u	N _u	C.S.	v _{res}
cm	cm	cm	cm ²	cm	cm ²	cm			daN cm	daN		daN cm		
0	0	90	45.2	5.1	45.2	5.2	ok	STR-2	-6548830	-10415	-14863915	-23639	2.27	ok
-1	30	88	45.2	5.1	45.2	5	ok	STR-2	-6172473	-10415	-14549979	-24550	2.36	ok
-4	120	82	45.2	5.1	45.2	5.3	ok	STR-2	-4990494	-8483	-13361313	-22712	2.68	ok
-5	150	80	45.2	5.1	45.2	5.3	ok	STR-2	-4575633	-7565	-12953517	-21418	2.83	ok
-6	180	78	45.2	5.1	45.2	5.3	ok	STR-2	-4152388	-7565	-12644234	-23037	3.05	ok
-7	210	76	45.2	5.1	45.2	5.3	ok	STR-2	-3720246	-6680	-12246388	-21989	3.29	ok
-8	240	74	45.2	5.1	45.2	5.3	ok	STR-2	-3284438	-5826	-11853153	-21027	3.61	ok
-9	270	72	45.2	5.1	45.2	5.3	ok	STR-2	-2844095	-5827	-11571089	-23705	4.07	ok
-10	300	70	45.2	5.1	45.2	5.3	ok	STR-2	-2402081	-5007	-11195080	-23336	4.66	ok
-11	330	68	45.2	5.1	45.2	5.3	ok	STR-2	-1960273	-4229	-10830827	-23365	5.53	ok
-12	360	66	45.2	5.1	45.2	5.3	ok	STR-2	-1522829	-4234	-10633102	-29560	6.98	ok

-13	390	64	45.2	5.1	45.2	5.3	ok	STR-2	-1086370	-3539	-10371240	-33786	9.55	ok
-14	420	62	45.2	5.1	45.2	5.3	ok	STR-2	-637358	-2962	-10350810	-48104	16.2	ok
-15	450	60	45.2	5.1	45.2	5.3	ok	STR-2	-193265	-2646	-12996560	-177931	67.2	ok
-16	480	58	45.2	5.1	45.2	5.3	ok	STR-2	89112	-1229	12313394	-169838	138	ok
-17	510	56	45.2	5.1	45.2	5.3	ok	STR-2	-31347	-807	-14292641	-368008	456	ok
-18	540	54	45.2	5.1	45.2	5.3	ok	STR-4	-14172	-1110	-9924413	-777187	700	ok
-19	570	52	39.8	5.1	39	5.3	ok	STR-4	7086	-398	10511849	-590724	>999	ok

X	Y	H	C _{es}	M _e	N _e	σ _f	σ _c	v _{es}	C _f	M _f	N _f	S _{rm}	W _k	v _f
cm	cm	cm		daN cm	daN	daN/cm ²	daN/cm ²			daN cm	daN	cm	mm	
0	0	90	SLE-1	375735	-9913	28	-3	ok	SLE-1	375735	-9913	-	-	ok
-1	30	88	SLE-1	296209	-9913	14	-3	ok	SLE-1	296209	-9913	-	-	ok
-2	60	86	SLE-1	227777	-8933	4	-2	ok	SLE-1	227777	-8933	-	-	ok
-3	90	84	SLE-1	170198	-8933	0	-2	ok	SLE-1	170198	-8933	-	-	ok
-4	120	82	SLE-1	128664	-7983	0	-2	ok	SLE-1	128664	-7983	-	-	ok
-5	150	80	SLE-1	93749	-7066	0	-1	ok	SLE-1	93749	-7066	-	-	ok
-6	180	78	SLE-1	67258	-7066	0	-1	ok	SLE-1	67258	-7066	-	-	ok
-7	210	76	SLE-1	49774	-6180	0	-1	ok	SLE-1	49774	-6180	-	-	ok
-8	240	74	SLE-1	36101	-5326	0	-1	ok	SLE-1	36101	-5326	-	-	ok
-9	270	72	SLE-1	27376	-5326	0	-1	ok	SLE-1	27376	-5326	-	-	ok
-10	300	70	SLE-1	21671	-4504	0	-1	ok	SLE-1	21671	-4504	-	-	ok
-11	330	68	SLE-1	17104	-3715	0	-1	ok	SLE-1	17104	-3715	-	-	ok
-12	360	66	SLE-1	13390	-3715	0	-1	ok	SLE-1	13390	-3715	-	-	ok
-13	390	64	SLE-1	10200	-2960	0	0	ok	SLE-1	10200	-2960	-	-	ok
-14	420	62	SLE-1	7353	-2241	0	0	ok	SLE-1	7353	-2241	-	-	ok
-15	450	60	SLE-1	5112	-2241	0	0	ok	SLE-1	5112	-2241	-	-	ok
-16	480	58	SLE-1	3293	-1558	0	0	ok	SLE-1	3293	-1558	-	-	ok
-17	510	56	SLE-1	1787	-910	0	0	ok	SLE-1	1787	-910	-	-	ok
-18	540	54	SLE-1	877	-910	0	0	ok	SLE-1	877	-910	-	-	ok
-19	570	52	SLE-1	297	-297	0	0	ok	SLE-1	297	-297	-	-	ok

X	Y	H	c _t	VSd	VRdc	VRdmax	VRds	v _t
cm	cm	cm		daN	daN	daN	daN	
0	0	90	STR-2	-12416	39880	-	-	ok
-1	30	88	STR-2	-12416	39415	-	-	ok
-2	60	86	STR-2	-13076	46878	-	-	ok
-3	90	84	STR-2	-13076	45914	-	-	ok
-4	120	82	STR-2	-13647	37737	-	-	ok
-5	150	80	STR-2	-14109	37130	-	-	ok
-6	180	78	STR-2	-14109	36648	-	-	ok
-7	210	76	STR-2	-14462	36035	-	-	ok
-8	240	74	STR-2	-14710	35423	-	-	ok
-9	270	72	STR-2	-14710	34924	-	-	ok
-10	300	70	STR-2	-14860	34304	-	-	ok
-11	330	68	STR-2	-14921	33682	-	-	ok
-12	360	66	STR-2	-14921	33165	-	-	ok
-13	390	64	STR-2	-15186	32550	-	-	ok
-14	420	62	STR-2	-19633	31940	-	-	ok
-15	450	60	STR-2	-24617	31432	-	-	ok
-16	480	58	STR-2	5036	30582	-	-	ok
-17	510	56	SIS-1	126	29996	-	-	ok
-18	540	54	STR-4	128	29485	-	-	ok
-19	570	52	STR-4	126	27400	-	-	ok

Paramento (sezioni trasversali) (attraversate da barre longitudinali)

X	Y	H	A _s	C _s	A _i	C _i	v _{ml}	c _{res}	M _d	N _d	M _u	N _u	c.s.	v _{res}
cm	cm	cm	cm ²	cm	cm ²	cm			daN cm	daN		daN cm		
0	0	90	4.5	9.3	3.4	8.9	ok	STR-2	-686871	-1051	-1503786	-2300	2.19	ok
-1	30	88	5.7	10.6	5.7	8.6	ok	STR-2	-617900	-1041	-1810656	-3051	2.93	ok
-2	60	86	6.8	11.8	5.7	8.3	ok	STR-2	-579442	-943	-2055353	-3345	3.55	ok
-3	90	84	5.7	11.7	5.7	8.6	ok	STR-2	-540018	-943	-1695561	-2961	3.14	ok
-4	120	82	5.7	12	5.7	8.3	ok	STR-2	-499119	-848	-1633169	-2776	3.27	ok
-5	150	80	5.7	11.7	5.7	8.6	ok	STR-2	-457608	-757	-1597650	-2641	3.49	ok
-6	180	78	5.7	12	5.7	8.3	ok	STR-2	-415306	-757	-1548925	-2822	3.73	ok
-7	210	76	5.7	11.6	5.7	8.6	ok	STR-2	-372228	-668	-1515426	-2720	4.07	ok
-8	240	74	5.7	11.9	5.7	8.3	ok	STR-2	-328973	-583	-1455306	-2579	4.42	ok

-9	270	72	5.7	11.6	5.7	8.6	ok	STR-2	-285720	-583	-1438117	-2937	5.03	ok
-10	300	70	5.7	11.9	5.7	8.3	ok	STR-2	-244172	-503	-1379513	-2843	5.65	ok
-11	330	68	6.8	11.9	5.7	8.6	ok	STR-2	-204998	-429	-1588063	-3320	7.75	ok
-12	360	66	5.7	11.8	5.7	8.3	ok	STR-2	-174892	-443	-1309771	-3318	7.49	ok
-13	390	64	6.8	11.8	5.7	8.6	ok	STR-2	-163082	-401	-1497799	-3684	9.18	ok
-14	420	62	5.7	11.8	5.7	8.3	ok	STR-2	-154519	-343	-1208331	-2683	7.82	ok
-15	450	60	5.7	12.1	5.7	8.7	ok	STR-2	392155	-210	1296179	-693	3.31	ok
-16	480	58	5.7	11.7	5.7	8.3	ok	STR-2	169787	-187	1270994	-1400	7.49	ok
-17	510	56	5.7	12	5.7	8.7	ok	STR-2	92698	-179	1269153	-2454	13.7	ok
-18	540	54	5.7	11.7	5.7	8.3	ok	STR-2	43577	-132	1255999	-3812	28.8	ok
-19	570	52	4.5	11.6	5.7	11.5	ok	STR-2	-12792	-9	-904370	-630	70.7	ok

X	Y	H	c _{es}	M _e	N _e	σ _f	σ _c	V _{es}	C _f	M _f	N _f	S _{rm}	W _k	v _f
cm	cm	cm		daN cm	daN	daN/cm ²	daN/cm ²			daN cm	daN	cm	mm	
0	0	90	SLE-1	45929	-1050	30	-1	ok	SLE-1	45929	-1050	-	-	ok
-1	30	88	SLE-1	30272	-991	5	0	ok	SLE-1	30272	-991	-	-	ok
-2	60	86	SLE-1	23116	-894	2	0	ok	SLE-1	23116	-894	-	-	ok
-3	90	84	SLE-1	17160	-893	0	0	ok	SLE-1	17160	-893	-	-	ok
-4	120	82	SLE-1	12927	-798	0	0	ok	SLE-1	12927	-798	-	-	ok
-5	150	80	SLE-1	9394	-707	0	0	ok	SLE-1	9394	-707	-	-	ok
-6	180	78	SLE-1	6733	-707	0	0	ok	SLE-1	6733	-707	-	-	ok
-7	210	76	SLE-1	4980	-618	0	0	ok	SLE-1	4980	-618	-	-	ok
-8	240	74	SLE-1	3611	-533	0	0	ok	SLE-1	3611	-533	-	-	ok
-9	270	72	SLE-1	2738	-533	0	0	ok	SLE-1	2738	-533	-	-	ok
-10	300	70	SLE-1	2167	-450	0	0	ok	SLE-1	2167	-450	-	-	ok
-11	330	68	SLE-1	1710	-371	0	0	ok	SLE-1	1710	-371	-	-	ok
-12	360	66	SLE-1	1339	-371	0	0	ok	SLE-1	1339	-371	-	-	ok
-13	390	64	SLE-1	1020	-296	0	0	ok	SLE-1	1020	-296	-	-	ok
-14	420	62	SLE-1	735	-224	0	0	ok	SLE-1	735	-224	-	-	ok
-15	450	60	SLE-1	511	-224	0	0	ok	SLE-1	511	-224	-	-	ok
-16	480	58	SLE-1	329	-156	0	0	ok	SLE-1	329	-156	-	-	ok
-17	510	56	SLE-1	179	-91	0	0	ok	SLE-1	179	-91	-	-	ok
-18	540	54	SLE-1	88	-91	0	0	ok	SLE-1	88	-91	-	-	ok
-19	570	52	SLE-1	24	-24	0	0	ok	SLE-1	24	-24	-	-	ok

X	Y	H	c _t	VS _d	VR _{dc}	VR _{dmax}	VR _{ds}	v _t
cm	cm	cm		daN	daN	daN	daN	
0	0	90	SIS-1	139	28935	-	-	ok
-1	30	88	SIS-1	127	28478	-	-	ok
-2	60	86	SIS-1	31	28023	-	-	ok
-3	90	84	SIS-1	13	27393	-	-	ok
-4	120	82	SIS-1	4	26930	-	-	ok
-5	150	80	SIS-1	1	26283	-	-	ok
-6	180	78	STR-4	2	24839	-	-	ok
-7	210	76	STR-4	5	24371	-	-	ok
-8	240	74	STR-4	6	23721	-	-	ok
-9	270	72	STR-2	37	23242	-	-	ok
-10	300	70	STR-2	98	22590	-	-	ok
-11	330	68	STR-2	129	22025	-	-	ok
-12	360	66	STR-2	769	21471	-	-	ok
-13	390	64	STR-2	1615	20891	-	-	ok
-14	420	62	STR-2	5761	21304	-	-	ok
-15	450	60	STR-2	13507	20639	-	-	ok
-16	480	58	STR-2	10684	20158	-	-	ok
-17	510	56	STR-2	2621	19483	-	-	ok
-18	540	54	STR-2	1158	18003	-	-	ok
-19	570	52	STR-2	403	14329	-	-	ok

Mensola di fondazione a valle (mensola sinistra) (sezioni longitudinali) (attraversate da barre trasversali)

X	Y	H	A _s	C _s	A _i	C _i	V _{ml}	C _{res}	M _d	N _d	M _u	N _u	C.S.	V _{res}
cm	cm	cm	cm ²	cm	cm ²	cm			daN cm	daN		daN cm		
-125	-50	100	45.2	5.2	45.2	5.2	ok	SIS-1	1853	1318	471908	335643	255	ok
-95	-50	100	45.2	5.2	45.2	5.2	ok	STR-4	-131582	504	-13371954	51229	102	ok
-65	-50	100	45.2	5.2	45.2	5.2	ok	STR-4	-295992	842	-13894537	39526	46.9	ok

-45	-50	100	45.2	5.2	45.2	5.2	ok	STR-4	-442781	843	-14430854	27470	32.6	ok
-----	-----	-----	------	-----	------	-----	----	-------	---------	-----	-----------	-------	------	----

X	Y	H	C _{es}	M _e	N _e	σ _f	σ _c	V _{es}	C _f	M _f	N _f	S _{rm}	W _k	v _f
cm	cm	cm		daN cm	daN	daN/cm ²	daN/cm ²			daN cm	daN	cm	mm	
-125	-50	100	SLE-1	6190	-246	0	0	ok	SLE-1	6190	-246	-	-	ok
-95	-50	100	SLE-1	28680	-737	2	0	ok	SLE-1	28680	-737	-	-	ok
-65	-50	100	SLE-1	79652	-1233	9	-1	ok	SLE-1	79661	-1227	-	-	ok
-45	-50	100	SLE-1	140856	-1234	24	-1	ok	SLE-1	140856	-1234	-	-	ok

X	Y	H	C _t	VSd	VRdc	VRdmax	VRds	v _f
cm	cm	cm		daN	daN	daN	daN	
-125	-50	100	STR-4	1469	40625	-	-	ok
-95	-50	100	STR-4	4407	40625	-	-	ok
-65	-50	100	STR-4	7344	40625	-	-	ok
-45	-50	100	STR-4	7344	40625	-	-	ok

Mensola di fondazione a valle (mensola sinistra) (sezioni trasversali) (attraversate da barre longitudinali)

X	Y	H	A _s	C _s	A _i	C _i	V _{ml}	C _{res}	M _d	N _d	M _u	N _u	C.S.	V _{res}
cm	cm	cm	cm ²	cm	cm ²	cm			daN cm	daN		daN cm		
-125	-50	100	7.9	14.4	6.8	15.6	ok	SIS-1	167	106	76687	48879	460	ok
-95	-50	100	5.7	7	5.7	7	ok	STR-4	-13133	51	-1684052	6593	128	ok
-65	-50	100	6.8	7	5.7	7	ok	STR-4	-29548	87	-2094453	6158	70.9	ok
-45	-50	100	6.8	7	4.5	7	ok	STR-4	-44093	99	-2153734	4832	48.8	ok

X	Y	H	C _{es}	M _e	N _e	σ _f	σ _c	V _{es}	C _f	M _f	N _f	S _{rm}	W _k	v _f
cm	cm	cm		daN cm	daN	daN/cm ²	daN/cm ²			daN cm	daN	cm	mm	
-125	-50	100	SLE-1	502	-19	0	0	ok	SLE-1	502	-19	-	-	ok
-95	-50	100	SLE-1	2888	-73	0	0	ok	SLE-1	2888	-73	-	-	ok
-65	-50	100	SLE-1	8006	-121	5	0	ok	SLE-1	8006	-121	-	-	ok
-45	-50	100	SLE-1	12981	-131	12	0	ok	SLE-1	12981	-131	-	-	ok

X	Y	H	C _t	VSd	VRdc	VRdmax	VRds	v _f
cm	cm	cm		daN	daN	daN	daN	
-125	-50	100	SIS-1	-1	23742	-	-	ok
-95	-50	100	SIS-1	-2	31944	-	-	ok
-65	-50	100	SIS-1	-4	31962	-	-	ok
-45	-50	100	SIS-1	-10	31973	-	-	ok

Mensola di fondazione a monte (mensola destra) (sezioni longitudinali) (attraversate da barre trasversali)

X	Y	H	A _s	C _s	A _i	C _i	V _{ml}	C _{res}	M _d	N _d	M _u	N _u	C.S.	V _{res}
cm	cm	cm	cm ²	cm	cm ²	cm			daN cm	daN		daN cm		
45	-50	100	45.2	5.2	45.2	5.2	ok	STR-2	5759801	-9532	16867071	-27915	2.93	ok
75	-50	100	45.2	5.2	45.2	5.2	ok	STR-2	5116123	-9533	17033630	-31740	3.33	ok
105	-50	100	45.2	5.2	45.2	5.2	ok	STR-2	4467341	-8916	17141196	-34213	3.84	ok
135	-50	100	45.2	5.2	45.2	5.2	ok	STR-2	3767601	-8601	17378391	-39673	4.61	ok
165	-50	100	45.2	5.2	45.2	5.2	ok	STR-2	3050488	-8286	17748274	-48210	5.82	ok
195	-50	100	45.2	5.2	45.2	5.2	ok	STR-2	2367722	-7646	18205092	-58788	7.69	ok
225	-50	100	45.2	5.2	45.2	5.2	ok	STR-2	1687255	-7323	19271058	-83634	11.4	ok
255	-50	100	45.2	5.2	45.2	5.2	ok	STR-2	1096201	-7000	21551730	-137615	19.7	ok
285	-50	100	45.2	5.2	45.2	5.2	ok	SIS-1	-874013	-5640	-19772566	-127592	22.6	ok
315	-50	100	45.2	5.2	45.2	5.2	ok	SIS-1	-802422	-6449	-21282375	-171048	26.5	ok
345	-50	100	84.7	5.2	45.2	5.2	ok	SIS-1	-747915	-7257	-38996396	-378370	52.1	ok
375	-50	100	45.2	5.2	45.2	5.2	ok	STR-4	54608	-2656	27692771	-1346865	507	ok

X	Y	H	C _{es}	M _e	N _e	σ _f	σ _c	V _{es}	C _f	M _f	N _f	S _{rm}	W _k	v _f
cm	cm	cm		daN cm	daN	daN/cm ²	daN/cm ²			daN cm	daN	cm	mm	
45	-50	100	SLE-1	-310151	-437	74	-2	ok	SLE-1	-310151	-437	-	-	ok
75	-50	100	SLE-1	-322392	-437	77	-2	ok	SLE-1	-322405	-443	-	-	ok
105	-50	100	SLE-1	-359444	-1044	81	-2	ok	SLE-1	-359459	-1046	-	-	ok
135	-50	100	SLE-1	-375980	-1347	82	-2	ok	SLE-1	-376000	-1348	-	-	ok

165	-50	100	SLE-1	-381922	-1651	81	-3	ok	SLE-1	-381925	-1651	-	-	ok
195	-50	100	SLE-1	-397880	-2258	79	-3	ok	SLE-1	-397881	-2258	-	-	ok
225	-50	100	SLE-1	-393521	-2562	75	-3	ok	SLE-1	-393521	-2562	-	-	ok
255	-50	100	SLE-1	-378908	-2866	69	-3	ok	SLE-1	-378908	-2866	-	-	ok
285	-50	100	SLE-1	-374513	-3476	62	-3	ok	SLE-1	-374513	-3476	-	-	ok
315	-50	100	SLE-1	-349856	-3781	54	-2	ok	SLE-1	-349856	-3781	-	-	ok
345	-50	100	SLE-1	-315066	-4086	25	-2	ok	SLE-1	-315066	-4086	-	-	ok
375	-50	100	SLE-1	14537	-1667	0	0	ok	SLE-1	14537	-1667	-	-	ok

X	Y	H	c _t	VSd	VRdc	VRdmax	VRds	v _t
cm	cm	cm		daN	daN	daN	daN	
45	-50	100	STR-4	22819	41998	-	-	ok
75	-50	100	STR-4	22819	41998	-	-	ok
105	-50	100	STR-2	23850	41893	-	-	ok
135	-50	100	STR-2	24140	41848	-	-	ok
165	-50	100	STR-2	24429	41804	-	-	ok
195	-50	100	STR-2	23221	41713	-	-	ok
225	-50	100	STR-2	21730	41667	-	-	ok
255	-50	100	STR-2	20240	41621	-	-	ok
285	-50	100	STR-2	15494	41528	-	-	ok
315	-50	100	STR-2	12242	41482	-	-	ok
345	-50	100	STR-2	8989	50879	-	-	ok
375	-50	100	STR-2	3745	40932	-	-	ok

Mensola di fondazione a monte (mensola destra) (sezioni trasversali) (attraversate da barre longitudinali)

X	Y	H	A _s	C _s	A _i	C _i	v _{ml}	C _{res}	M _d	N _d	M _u	N _u	c.s.	v _{res}
cm	cm	cm	cm ²	cm	cm ²	cm			daN cm	daN		daN cm		
45	-50	100	5.7	7	3.4	7	ok	STR-2	566631	-977	1322190	-2279	2.33	ok
75	-50	100	5.7	7	5.7	7	ok	STR-2	511645	-952	2184797	-4064	4.27	ok
105	-50	100	5.7	7	5.7	7	ok	STR-2	446749	-891	2199934	-4388	4.92	ok
135	-50	100	5.7	7	5.7	7	ok	STR-2	375991	-860	2233511	-5106	5.94	ok
165	-50	100	5.7	7	6.8	7	ok	STR-2	305051	-829	2728738	-7411	8.95	ok
195	-50	100	5.7	7	5.7	7	ok	STR-2	236773	-765	2349315	-7586	9.92	ok
225	-50	100	6.8	7	6.8	7	ok	STR-2	172481	-732	2971396	-12613	17.2	ok
255	-50	100	5.7	7	5.7	7	ok	STR-2	109620	-700	2838941	-18128	25.9	ok
285	-50	100	6.8	7	5.7	7	ok	SIS-1	-87401	-564	-3217248	-20761	36.8	ok
315	-50	100	4.5	7	5.7	7	ok	SIS-1	-81111	-632	-2375824	-18513	29.3	ok
345	-50	100	4.5	17.2	7.9	15	ok	SIS-1	-74792	-726	-2451018	-23781	32.8	ok
375	-50	100	3.4	20.6	6.8	16.4	ok	STR-2	4359	-151	22755212	-788393	>999	ok

X	Y	H	c _{es}	M _e	N _e	σ _f	σ _c	v _{es}	c _f	M _f	N _f	S _{rm}	W _k	v _f
cm	cm	cm		daN cm	daN	daN/cm ²	daN/cm ²			daN cm	daN	cm	mm	
45	-50	100	SLE-1	-28000	-17	91	-1	ok	SLE-1	-28058	-21	-	-	ok
75	-50	100	SLE-1	-32207	-42	61	-1	ok	SLE-1	-32273	-46	-	-	ok
105	-50	100	SLE-1	-35929	-104	64	-1	ok	SLE-1	-35961	-105	-	-	ok
135	-50	100	SLE-1	-37150	-135	62	-1	ok	SLE-1	-37168	-135	-	-	ok
165	-50	100	SLE-1	-38190	-165	52	-1	ok	SLE-1	-38195	-165	-	-	ok
195	-50	100	SLE-1	-39787	-226	60	-1	ok	SLE-1	-39789	-226	-	-	ok
225	-50	100	SLE-1	-38917	-256	46	-1	ok	SLE-1	-38918	-256	-	-	ok
255	-50	100	SLE-1	-37891	-287	51	-1	ok	SLE-1	-37891	-287	-	-	ok
285	-50	100	SLE-1	-37451	-348	45	-1	ok	SLE-1	-37451	-348	-	-	ok
315	-50	100	SLE-1	-34706	-373	37	-1	ok	SLE-1	-34706	-373	-	-	ok
345	-50	100	SLE-1	-31507	-409	26	-1	ok	SLE-1	-31507	-409	-	-	ok
375	-50	100	SLE-1	1018	-117	0	0	ok	SLE-1	1018	-117	-	-	ok

X	Y	H	c _t	VSd	VRdc	VRdmax	VRds	v _t
cm	cm	cm		daN	daN	daN	daN	
45	-50	100	SIS-1	9	31944	-	-	ok
75	-50	100	SIS-1	3	31944	-	-	ok
105	-50	100	SIS-1	1	31944	-	-	ok
135	-50	100	SIS-1	1	31944	-	-	ok
165	-50	100	SIS-1	0	31955	-	-	ok
195	-50	100	SIS-1	0	31977	-	-	ok
225	-50	100	SIS-1	0	31989	-	-	ok

255	-50	100	SIS-1	0	32000	-	-	ok
285	-50	100	SIS-1	0	32022	-	-	ok
315	-50	100	SIS-1	0	32032	-	-	ok
345	-50	100	SIS-1	0	29335	-	-	ok
375	-50	100	SIS-1	0	20647	-	-	ok

Dente (sezioni longitudinali) (attraversate da barre trasversali)

X	Y	H	A _s	C _s	A _i	C _i	v _{ml}	C _{res}	M _d	N _d	M _u	N _u	C.S.	v _{res}
cm	cm	cm	cm ²	cm	cm ²	cm			daN cm	daN		daN cm		
360	-190	70	45.2	5.2	45.2	5.2	ok	SIS-1	39256	367	8071629	75421	206	ok
360	-160	70	45.2	5.2	45.2	5.2	ok	SIS-1	127751	1100	8204205	70670	64.2	ok
360	-130	70	45.2	5.2	45.2	5.2	ok	SIS-1	263327	1834	8518033	59328	32.3	ok
360	-100	70	45.2	5.2	45.2	5.2	ok	SIS-1	443764	1834	9108076	37642	20.5	ok

X	Y	H	C _{es}	M _e	N _e	σ _f	σ _c	v _{es}	C _f	M _f	N _f	S _{rm}	W _k	v _f
cm	cm	cm		daN cm	daN	daN/cm ²	daN/cm ²			daN cm	daN	cm	mm	
360	-190	70	SLE-1	16330	350	10	0	ok	SLE-1	16330	350	-	-	ok
360	-160	70	SLE-1	53251	1050	31	0	ok	SLE-1	53251	1050	-	-	ok
360	-130	70	SLE-1	109937	1750	60	-1	ok	SLE-1	109937	1750	-	-	ok
360	-100	70	SLE-1	185541	1750	88	-2	ok	SLE-1	185541	1750	-	-	ok

X	Y	H	c _t	VSd	VRdc	VRdmax	VRds	v _t
cm	cm	cm		daN	daN	daN	daN	
360	-190	70	SIS-1	-1309	33603	-	-	ok
360	-160	70	SIS-1	-3770	33603	-	-	ok
360	-130	70	SIS-1	-6017	33603	-	-	ok
360	-100	70	SIS-1	-6017	33603	-	-	ok

Dente (sezioni trasversali) (attraversate da barre longitudinali)

X	Y	H	A _s	C _s	A _i	C _i	v _{ml}	C _{res}	M _d	N _d	M _u	N _u	C.S.	v _{res}
cm	cm	cm	cm ²	cm	cm ²	cm			daN cm	daN		daN cm		
360	-190	70	5.7	10.7	5.7	10.7	ok	SIS-1	3140	29	957325	8945	305	ok
360	-160	70	5.7	7	5.7	7	ok	SIS-1	12775	110	1027164	8848	80.4	ok
360	-130	70	6.8	7	21.5	180	ok	SIS-1	26333	183	-83292315	1168782	>999	ok
360	-100	70	5.7	7	19.2	167.4	ok	SIS-1	44376	183	-69558289	1036670	>999	ok

X	Y	H	C _{es}	M _e	N _e	σ _f	σ _c	v _{es}	C _f	M _f	N _f	S _{rm}	W _k	v _f
cm	cm	cm		daN cm	daN	daN/cm ²	daN/cm ²			daN cm	daN	cm	mm	
360	-190	70	SLE-1	1306	28	7	0	ok	SLE-1	1306	28	-	-	ok
360	-160	70	SLE-1	5325	105	27	0	ok	SLE-1	5325	105	-	-	ok
360	-130	70	SLE-1	10994	175	14	0	ok	SLE-1	10994	175	-	-	ok
360	-100	70	SLE-1	18554	175	10	0	ok	SLE-1	18554	175	-	-	ok

X	Y	H	c _t	VSd	VRdc	VRdmax	VRds	v _t
cm	cm	cm		daN	daN	daN	daN	
360	-190	70	STR-4	0	18280	-	-	ok
360	-160	70	STR-2	0	23887	-	-	ok
360	-130	70		-	-	-	-	ok

5.4 Verifica sezione 7B

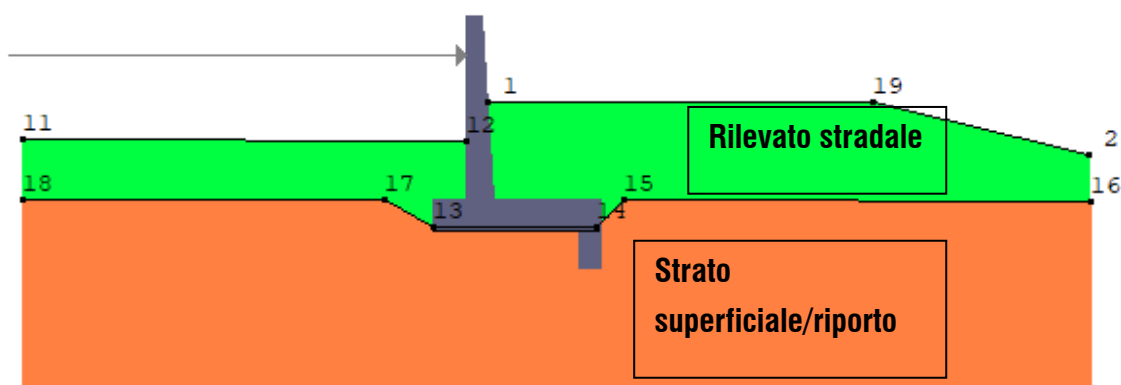
Opera di sostegno Muro antideragliamento

Altezza totale paramento H=7.5mt

Larghezza zattera di fondazione L=5.4mt

Forza d'urto: 150kN/m (STR)

Punto applicazione forza: h=5.5 da estradosso fondazione



5.4.1 Combinazioni di Calcolo e presentazione dei risultati

L'analisi di stabilità del manufatto è stata eseguita secondo quanto previsto dalle NTC2018 con le seguenti combinazioni di calcolo:

Famiglia	A	M	R	Indice	Nome	Perm.	Variabili	Sisma H	Sisma V
EQU	A3	M1	R3	1	EQU-1	0.9	1	0	0
EQU	A3	M1	R3	2	EQU-2	1.1	1	0	0
EQU	A0	M0	Rs	3	EQU-3	1	0	1	1
EQU	A0	M0	Rs	4	EQU-4	1	0	1	-1
STR	A1	M1	R3	1	STR-1	1	0	0	0
STR	A1	M1	R3	2	STR-2	1	1	0	0
STR	A1	M1	R3	3	STR-3	1.3	0	0	0
STR	A1	M1	R3	4	STR-4	1.3	1	0	0
GEO	A2	M2	R2	1	GEO-1	1	0	0	0
GEO	A2	M2	R2	2	GEO-2	1	1	0	0
SIS	A0	M0	Rs	1	SIS-1	1	0	1	1
SIS	A0	M0	Rs	2	SIS-2	1	0	1	-1
SLE	A0	M0	R0	1	SLE-1	1	0	0	0

Le risultati delle forze agenti sono le seguenti:

Descrizione	x _p	y _p	F _x	F _y
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	79	118	0	-260.78
Peso proprio del terreno/acqua a monte	214	212	0	-259.41
Peso proprio del terreno/acqua a valle	-100	125	0	-47.03
Spinta del terreno a monte	0	-7	-94.88	0
Spinta del terreno a valle	0	-63	80.46	0
Carichi applicati al muro	0	540	150	0

9.1.2 Combinazione di carico EQU-2

Descrizione	x _p	y _p	F _x	F _y
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	79	118	0	-318.73
Peso proprio del terreno/acqua a monte	214	212	0	-317.06
Peso proprio del terreno/acqua a valle	-100	125	0	-57.48
Spinta del terreno a monte	0	-7	-115.96	0
Spinta del terreno a valle	0	-63	98.34	0
Carichi applicati al muro	0	540	150	0

9.1.3 Combinazione di carico EQU-3

Descrizione	x _p	y _p	F _x	F _y
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	79	118	0	-289.75
Peso proprio del terreno/acqua a monte	214	212	0	-288.24
Peso proprio del terreno/acqua a valle	-100	125	0	-52.25
Spinta del terreno a monte	0	17	-144.56	0
Spinta del terreno a valle	0	-63	89.4	0
Forza di inerzia dovuta al muro	79	118	-41.74	-20.87
Forza di inerzia dovuta al terreno/acqua a monte	214	212	-41.52	-20.76

9.1.4 Combinazione di carico EQU-4

Descrizione	x _p	y _p	F _x	F _y
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	79	118	0	-289.75
Peso proprio del terreno/acqua a monte	214	212	0	-288.24
Peso proprio del terreno/acqua a valle	-100	125	0	-52.25
Spinta del terreno a monte	0	17	-125.13	0
Spinta del terreno a valle	0	-63	89.4	0
Forza di inerzia dovuta al muro	79	118	-41.74	20.87
Forza di inerzia dovuta al terreno/acqua a monte	214	212	-41.52	20.76

9.1.5 Combinazione di carico STR-1

Descrizione	x _p	y _p	F _x	F _y
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	79	118	0	-289.75
Peso proprio del terreno/acqua a monte	214	212	0	-288.24
Peso proprio del terreno/acqua a valle	-100	125	0	-52.25
Spinta del terreno a monte	0	-7	-105.42	0
Spinta del terreno a valle	0	-63	89.4	0

9.1.6 Combinazione di carico STR-2

Descrizione	x _p	y _p	F _x	F _y
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	79	118	0	-289.75
Peso proprio del terreno/acqua a monte	214	212	0	-288.24
Peso proprio del terreno/acqua a valle	-100	125	0	-52.25
Spinta del terreno a monte	0	-7	-105.42	0
Spinta del terreno a valle	0	-63	89.4	0
Carichi applicati al muro	0	540	150	0

9.1.7 Combinazione di carico STR-3

Descrizione	x _p	y _p	F _x	F _y
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	79	118	0	-376.68
Peso proprio del terreno/acqua a monte	214	212	0	-374.71
Peso proprio del terreno/acqua a valle	-100	125	0	-67.93
Spinta del terreno a monte	0	-7	-137.05	0
Spinta del terreno a valle	0	-63	116.22	0

9.1.8 Combinazione di carico STR-4

Descrizione	x _p	y _p	F _x	F _y
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	79	118	0	-376.68
Peso proprio del terreno/acqua a monte	214	212	0	-374.71
Peso proprio del terreno/acqua a valle	-100	125	0	-67.93
Spinta del terreno a monte	0	-7	-137.05	0
Spinta del terreno a valle	0	-63	116.22	0
Carichi applicati al muro	0	540	150	0

9.1.9 Combinazione di carico SIS-1

Descrizione	x _p	y _p	F _x	F _y
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	79	118	0	-289.75
Peso proprio del terreno/acqua a monte	214	212	0	-288.24
Peso proprio del terreno/acqua a valle	-100	125	0	-52.25
Spinta del terreno a monte	0	10	-131.01	0
Spinta del terreno a valle	0	-63	89.4	0
Forza di inerzia dovuta al muro	79	118	-27.83	-13.91
Forza di inerzia dovuta al terreno/acqua a monte	214	212	-27.68	-13.84

9.1.10 Combinazione di carico SIS-2

Descrizione	x _p	y _p	F _x	F _y
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	79	118	0	-289.75
Peso proprio del terreno/acqua a monte	214	212	0	-288.24
Peso proprio del terreno/acqua a valle	-100	125	0	-52.25
Spinta del terreno a monte	0	10	-119.01	0
Spinta del terreno a valle	0	-63	89.4	0
Forza di inerzia dovuta al muro	79	118	-27.83	13.91
Forza di inerzia dovuta al terreno/acqua a monte	214	212	-27.68	13.84

5.4.1.1 Verifica a ribaltamento

Momento ribaltante:

- Braccio intradosso fondazione: 6.5m

- Momento ribaltante Carico svio: $75 \times 6.5 = 487.5 \text{ kN/m}$

- Spinta terreno monte $(20 \times 3.5^2 \times 0.216) / 2 \times (3.5 / 3) = 30.87 \text{ kNm/m}$

Dove $k_a = 0.216$

$M_{rib} = 487.5 + 30.87 = 443.37 \text{ kNm/m}$

Momento stabilizzante rispetto allo spigolo di valle:

- Peso fondazione: $25 \times 5.5 \times 1 = 135 \text{ kN}$

- Peso paramento: $(0.5 + 0.9) / 2 \times 25 \times 7.5 = 140.62 \text{ kN}$

- Peso terreno in testa alla ciabatta: $19.5 \times 3.5 \times 4.3 = 293.47 \text{ kN}$

- $M_{stab} = (135 \times 2.7 \times 0.9) + (140.62 \times 3.5 \times 0.9) + (293.47 \times 1.75 \times 0.9) = 1233.21 \text{ kN}$

- $M_{stab} / M_{rib} = 2.78$ la verifica risulta soddisfatta

5.4.1.2 Verifica a scorrimento

$T_{s1} = 75 \text{ kN}$ azione di taglio dovuta all'azione d'urto;

$T_{s2} = 30.87 \text{ kN}$ azione di taglio dovuto alla spinta del terreno;

$T_s = 105.87 \text{ kN}$ Taglio di scorrimento

$T_{res} = N \tan \delta_k$ $\delta_k = 0.75 \times \Phi = 22.4^\circ$

$N_{tot} = 576.62 \text{ kN}$

$T_{res} = 576.62 \times \tan(22) = 232.96 \text{ kN}$

Contributo del dente di Taglio

Per $\Phi = 30^\circ$ abbiamo $k_p = 3.0$

Spinta passiva dente di taglio:

$S = (20 \times 2.2^2 \times 3) \times 2.2 / 3 = 212.96 \text{ kN/m}$

Tale contributo si tiene in conto nella percentuale massima del 30% = 63.88 kN/m

$T_{res} = 232.96 + 63.88 = 296.84 \text{ kN/m}$

$T_{res} / T_{sc} = 2.80$

La verifica risulta soddisfatta

Trascurando il contributo della spinta passiva dovuta alla dente di taglio avremo:

$T_{res}/T_{sc}=2.20$ la verifica risulta ugualmente soddisfatta

Verifica azione longiduninale: La verifica sarà fatta considerando un intero concio collaborante ovvero un tratto di muro $L=20m$

$T_d=2000kN$

$T_{res}=(576.62*20)*(\tan 22)=4659kN$

$T_{res}/T_{sc}=2.32$ la verifica risulta ampiamente soddisfatta

5.4.1.3 Verifica a capacità portante

Verifica allo SLU (GEO) per capacità portante della fondazione DA2 (A1+M1+R3)

$\gamma_R = 1.4$ Tab. 6.5.1

$q_{lim} = c N_c s_c d_c i_c b_c g_c + q N_q s_q d_q i_q b_q g_q + 0,5 \gamma B' N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma$

$B = 5.4$ m larghezza della fondazione

$H_d = 105.78$ kN/m componente orizzontale della risultante di progetto

$V_d = 576.62$ kN/m componente verticale della risultante di progetto

$M_d = 487.50$ kNm/m momento della risultante rispetto alla mezzeria della fondazione

$e = 0.845$ m eccentricità della risultante

$i = 0.181$ rad = 10.40° inclinazione della risultante rispetto alla verticale

$c = c'_d = 0$ kPa $\gamma = \gamma_d = 20$ kN/m³

$\phi = \phi'_d = 30^\circ = 0.524$ rad $\tan \phi = 0.577$

$q = \gamma_d h_u = 16$ kPa $\tan i = H_d/V_d = 0.183$

$B' = B - 2e = 3.71$ m

$s_q = d_q = b_q = g_q$

$N_q = 18.401 = 1 i_q = (1 - \tan i)^2 = 0.667$

$N_\gamma = 20.093 s_\gamma = d_\gamma = b_\gamma = g_\gamma = 1 i_\gamma = (1 - \tan i)^3 = 0.544$

$N_c = 0.000$

$q_{lim} = 602$ kPa

$E_d = V_d = 577$ kN/m

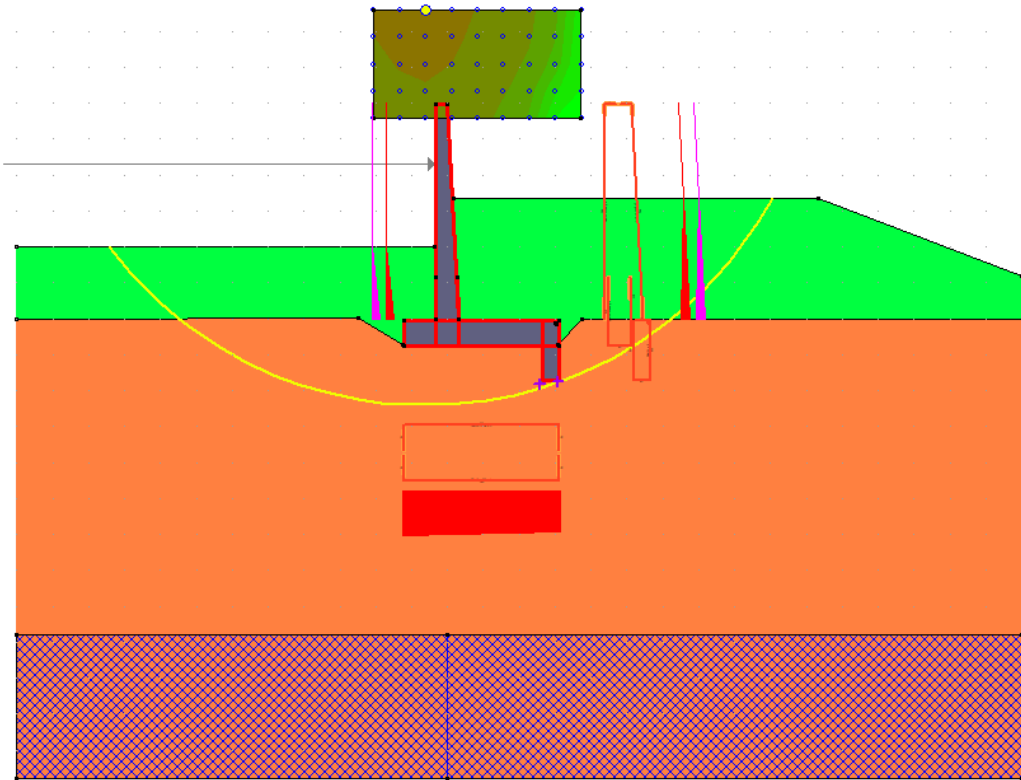
$R_d = q_{lim} B' / \gamma_R = 1595$ kN/m

$R_d > E_d$ la verifica è soddisfatta

5.4.1.4 Verifica Stabilità Globale

Combinazione che ha prodotto il valore peggiore: SIS-2

Metodo di analisi di stabilità del pendio	: Bishop
Passo dei conci	: 100 cm
Coefficiente di stabilità globale pendio	: 6.29
Coefficiente limite suggerito dalla normativa	: 1.1
X centro della superficie critica	: -78 cm
Y centro della superficie critica	: 1076 cm
Raggio della superficie critica	: 1376 cm
Forza di bilancio	: 1280.52 daN/cm
Volume spostato dalla superficie critica	: 105.51 m ³ /m
Peso spostato dalla superficie critica	: 207421 daN/m



STABILITA' DEL PENDIO CON IL METODO DI BISHOP
Combinazione GEO-1

Concio	alfa	l	C	Tg fi	Xg	Yg	b	Peso	Pvert	Ptot	Pres	Mstab	Minst
1	-50.6	118	0	0.56	-1129	219	1051	7	0	7	0	8705	-6956
2	-45.3	141	0	0.56	-1048	176	970	27	0	27	0	31455	-26051
3	-40.	89	0	0.56	-969	139	891	28	0	28	0	30436	-25193

4	5 -37.8	40	0	0.56	-921	119	843	16	0	16	0	16264	-13282
5	-34.5	120	0	0.56	-854	96	776	58	0	58	0	56943	-45100
6	-29.6	114	0	0.56	-756	65	678	70	0	70	0	64319	-47299
7	-24.9	109	0	0.56	-657	39	579	79	0	79	0	69686	-45981
8	-20.5	106	0	0.56	-558	19	480	87	0	87	0	73597	-41882
9	-16.1	103	0	0.56	-459	2	381	93	0	93	0	76390	-35605
10	-11.9	101	0	0.56	-360	-10	282	98	0	98	0	78280	-27676
11	-8.1	79	0	0.56	-272	-18	194	79	0	79	0	62481	-15414
12	-4.8	78	0	0.56	-194	-22	116	81	0	81	0	62841	-9369
13	-0.9	110	0	0.56	-100	-26	22	121	0	121	0	93654	-2671
14	2.3	45	0	0.56	-23	246	55	112	0	112	0	86458	6232
15	3.2	0	0	0.56	0	246	78	1	0	1	0	385	39
16	3.4	5	0	0.56	3	246	81	12	0	12	0	9424	987
17	3.8	18	0	0.56	13	169	91	37	0	37	0	28245	3372
18	4.7	22	0	0.56	33	64	111	35	0	35	0	26625	3871
19	7.1	94	0	0.56	92	61	170	131	0	131	0	101113	22293
20	11	95	0	0.56	185	68	263	129	0	129	0	99673	33861
21	15	97	0	0.56	278	78	356	125	0	125	0	97770	44512
22	18.3	63	0	0.56	355	75	433	82	0	82	0	65069	35521
23	19.9	11	4	0	390	80	468	13	0	13	0	58538	6288
24	21.8	81	0	0.56	432	109	510	89	0	89	0	71472	45224
25	25.8	114	0	0.56	521	129	599	113	0	113	0	93828	67977
26	30.7	119	0	0.56	623	157	701	103	0	103	0	88207	72050
27	35.8	126	0	0.56	725	190	803	89	0	89	0	80837	72005
28	38.5	2	0	0.56	778	209	856	1	0	1	0	1176	1081
29	41.3	134	0	0.56	828	231	906	72	0	72	0	69724	65603
30	47.3	151	0	0.56	928	280	1006	54	0	54	0	56781	54430
31	54.1	175	0	0.56	1026	339	1104	29	0	29	0	34947	32566

32	59.6	92	0	0.56	1101	394	1179	3	0	3	0	4747	4148
		2753						2074	0	2074		1800070	229581

Coefficiente di sicurezza FS = 7.84

STABILITA' DEL PENDIO CON IL METODO DI BISHOP
Combinazione GEO-2

Conc io	alf a	l	C	Tg fi	Xg	Yg	b	Peso	Pver t	Ptot	Pres s	Mstab	Minst
1	-50.6	118	0	0.56	-1129	219	1051	7	0	7	0	8705	-6956
2	-45.3	141	0	0.56	-1048	176	970	27	0	27	0	31455	-26051
3	-40.5	89	0	0.56	-969	139	891	28	0	28	0	30436	-25193
4	-37.8	40	0	0.56	-921	119	843	16	0	16	0	16264	-13282
5	-34.5	120	0	0.56	-854	96	776	58	0	58	0	56943	-45100
6	-29.6	114	0	0.56	-756	65	678	70	0	70	0	64319	-47299
7	-24.9	109	0	0.56	-657	39	579	79	0	79	0	69686	-45981
8	-20.5	106	0	0.56	-558	19	480	87	0	87	0	73597	-41882
9	-16.1	103	0	0.56	-459	2	381	93	0	93	0	76390	-35605
10	-11.9	101	0	0.56	-360	-10	282	98	0	98	0	78280	-27676
11	-8.1	79	0	0.56	-272	-18	194	79	0	79	0	62481	-15414
12	-4.8	78	0	0.56	-194	-22	116	81	0	81	0	62841	-9369
13	-0.9	110	0	0.56	-100	-26	22	121	0	121	0	93654	-2671
14	2.3	45	0	0.56	-23	246	55	112	0	112	0	86458	6232
15	3.2	0	0	0.56	0	246	78	1	0	1	0	385	39
16	3.4	5	0	0.56	3	246	81	12	0	12	0	9424	987
17	3.8	18	0	0.56	13	169	91	37	0	37	0	28245	3372
18	4.7	22	0	0.56	33	64	111	35	0	35	0	26625	3871
19	7.1	94	0	0.56	92	61	170	131	0	131	0	101113	22293
20	11	95	0	0.56	185	68	263	129	0	129	0	99673	33861
21	15	97	0	0.56	278	78	356	125	0	125	0	97770	44512

22	18. 3	63	0	0. 56	355	75	433	82	0	82	0	65069	35521
23	19. 9	11	4	0	390	80	468	13	0	13	0	58538	6288
24	21. 8	81	0	0. 56	432	109	510	89	0	89	0	71472	45224
25	25. 8	114	0	0. 56	521	129	599	113	0	113	0	93828	67977
26	30. 7	119	0	0. 56	623	157	701	103	0	103	0	88207	72050
27	35. 8	126	0	0. 56	725	190	803	89	0	89	0	80837	72005
28	38. 5	2	0	0. 56	778	209	856	1	0	1	0	1176	1081
29	41. 3	134	0	0. 56	828	231	906	72	0	72	0	69724	65603
30	47. 3	151	0	0. 56	928	280	1006	54	0	54	0	56781	54430
31	54. 1	175	0	0. 56	1026	339	1104	29	0	29	0	34947	32566
32	59. 6	92	0	0. 56	1101	394	1179	3	0	3	0	4747	4148
		275 3						2074	0	2074		1800070	229581

Coefficiente di sicurezza FS = 7.84

STABILITA' DEL PENDIO CON IL METODO DI BISHOP
Combinazione SIS-1

Conc io	alf a	l	C	Tg fi	Xg	Yg	b	Peso	Pver t	Ptot	Pres s	Mstab	Minst
1	- 50. 6	118	0	0. 7	- 1129	219	1051	7	0	7	0	11807	-6827
2	- 45. 3	141	0	0. 7	- 1048	176	970	27	0	27	0	42245	-25387
3	- 40. 5	89	0	0. 7	-969	139	891	28	0	29	0	40591	-24355
4	- 37. 8	40	0	0. 7	-921	119	843	16	0	16	0	21617	-12771
5	- 34. 5	120	0	0. 7	-854	96	776	58	0	60	0	75391	-43024
6	- 29. 6	114	0	0. 7	-756	65	678	70	0	72	0	84731	-44463
7	- 24. 9	109	0	0. 7	-657	39	579	79	0	82	0	91409	-42393
8	- 20. 5	106	0	0. 7	-558	19	480	87	0	90	0	96178	-37568
9	- 16. 1	103	0	0. 7	-459	2	381	93	0	96	0	99491	-30613
10	- 11. 9	101	0	0. 7	-360	-10	282	98	0	101	0	101635	-22067
11	- 8.1	79	0	0. 7	-272	-18	194	79	0	82	0	80910	-10612
12	-	78	0	0.	-194	-22	116	81	0	83	0	81195	-4274

	4.8			7									
13	-0.9	110	0	0.7	-100	-26	22	121	0	125	0	120690	5357
14	2.3	45	0	0.7	-23	246	55	112	0	116	0	111182	12081
15	3.2	0	0	0.7	0	246	78	1	0	1	0	494	65
16	3.4	5	0	0.7	3	246	81	12	0	13	0	12111	1634
17	3.8	18	0	0.7	13	169	91	37	0	38	0	36286	5496
18	4.7	22	0	0.7	33	64	111	35	0	36	0	34186	6113
19	7.1	94	0	0.7	92	61	170	131	0	135	0	129621	31056
20	11	95	0	0.7	185	68	263	129	0	133	0	127446	42758
21	15	97	0	0.7	278	78	356	125	0	129	0	124680	53422
22	18.3	63	0	0.7	355	75	433	82	0	85	0	82791	41577
23	19.9	11	5	0	390	80	468	13	0	14	0	73172	7290
24	21.8	81	0	0.7	432	109	510	89	0	91	0	90719	51788
25	25.8	114	0	0.7	521	129	599	113	0	117	0	118744	76548
26	30.7	119	0	0.7	623	157	701	103	0	106	0	111211	79955
27	35.8	126	0	0.7	725	190	803	89	0	92	0	101482	78994
28	38.5	2	0	0.7	778	209	856	1	0	1	0	1473	1180
29	41.3	134	0	0.7	828	231	906	72	0	74	0	87078	71293
30	47.3	151	0	0.7	928	280	1006	54	0	55	0	70455	58681
31	54.1	175	0	0.7	1026	339	1104	29	0	30	0	42971	34859
32	59.6	92	0	0.7	1101	394	1179	3	0	4	0	5782	4418
		2753						2074	0	2137		2309774	360210

Coefficiente di sicurezza FS = 6.41

STABILITA' DEL PENDIO CON IL METODO DI BISHOP
Combinazione SIS-2

Concio	alfa	l	C	Tg fi	Xg	Yg	b	Peso	Pvert	Ptot	Pres	Mstab	Minst
1	-50.6	118	0	0.7	-1129	219	1051	7	0	6	0	11146	-6405
2	-45.3	141	0	0.7	-1048	176	970	27	0	26	0	39854	-23807
3	-40.5	89	0	0.7	-969	139	891	28	0	27	0	38279	-22827
4	-37.8	40	0	0.7	-921	119	843	16	0	15	0	20381	-11965
5	-34.	120	0	0.7	-854	96	776	58	0	56	0	71066	-40288

	5												
6	-29.6	114	0	0.7	-756	65	678	70	0	68	0	79846	-41594
7	-24.9	109	0	0.7	-657	39	579	79	0	77	0	86118	-39604
8	-20.5	106	0	0.7	-558	19	480	87	0	84	0	90591	-35028
9	-16.1	103	0	0.7	-459	2	381	93	0	90	0	93694	-28454
10	-11.9	101	0	0.7	-360	-10	282	98	0	95	0	95696	-20388
11	-8.1	79	0	0.7	-272	-18	194	79	0	77	0	76170	-9677
12	-4.8	78	0	0.7	-194	-22	116	81	0	78	0	76429	-3706
13	-0.9	110	0	0.7	-100	-26	22	121	0	118	0	113589	5519
14	2.3	45	0	0.7	-23	246	55	112	0	109	0	104627	11703
15	3.2	0	0	0.7	0	246	78	1	0	0	0	465	63
16	3.4	5	0	0.7	3	246	81	12	0	12	0	11396	1574
17	3.8	18	0	0.7	13	169	91	37	0	36	0	34145	5291
18	4.7	22	0	0.7	33	64	111	35	0	34	0	32168	5879
19	7.1	94	0	0.7	92	61	170	131	0	127	0	121958	29704
20	11	95	0	0.7	185	68	263	129	0	125	0	119894	40705
21	15	97	0	0.7	278	78	356	125	0	121	0	117275	50722
22	18.3	63	0	0.7	355	75	433	82	0	80	0	77863	39423
23	19.9	11	5	0	390	80	468	13	0	13	0	73172	6908
24	21.8	81	0	0.7	432	109	510	89	0	86	0	85309	49045
25	25.8	114	0	0.7	521	129	599	113	0	110	0	111643	72425
26	30.7	119	0	0.7	623	157	701	103	0	99	0	104539	75585
27	35.8	126	0	0.7	725	190	803	89	0	87	0	95371	74626
28	38.5	2	0	0.7	778	209	856	1	0	1	0	1384	1114
29	41.3	134	0	0.7	828	231	906	72	0	70	0	81811	67313
30	47.3	151	0	0.7	928	280	1006	54	0	52	0	66170	55379
31	54.1	175	0	0.7	1026	339	1104	29	0	28	0	40338	32884
32	59.6	92	0	0.7	1101	394	1179	3	0	3	0	5425	4167
		2753						2074	0	2011		2177814	346285

Coefficiente di sicurezza FS = 6.29

5.4.1.5 Verifiche di resistenza

Si riportano a seguire le principali verifiche di resistenza eseguite sia sul paramento che sulla fondazione:

Si considera una sezione di verifica per il paramento, di tipo rettangolare di dimensioni $B=100\text{cm}$ $h=90$ armata sia superiormente che inferiormente con barre $\Phi 24/10''$. Si considera armatura di ripartizione $\Phi 12/20''$.

Si considera una sezione di verifica per la ciabatta, di tipo rettangolare di dimensioni $B=100\text{cm}$ $h=100$ armata sia superiormente che inferiormente con barre $\Phi 24/10''$.

Tutte le verifiche sono riferite su sezioni di profondità nominale di un metro.

Significato dei simboli:

X: ascissa del baricentro della sezione

Y: ordinata del baricentro della sezione

H: altezza della sezione

A_s : area efficace dello strato superiore per metro

C_s : copriferro medio dello strato superiore

A_i : area efficace dello strato inferiore per metro

C_i : copriferro medio dello strato inferiore

v_{ml} : soddisfacimento delle percentuali minime di armatura

c_{res} : combinazione di carico critica per la verifica di resistenza in pressoflessione retta

M_d : momento di calcolo

N_d : sforzo normale di calcolo

M_u : momento ultimo

N_u : sforzo normale ultimo

c.s.: coefficiente di sicurezza

v_{res} : soddisfacimento della resistenza alla pressoflessione retta

X: ascissa del baricentro della sezione

Y: ordinata del baricentro della sezione

H: altezza della sezione

c_{es} : combinazione di carico critica delle tensioni in esercizio in pressoflessione retta

M_e : momento in esercizio

N_e : sforzo normale in esercizio

σ_f : trazione massima sull'armatura

σ_c : compressione massima sul calcestruzzo

v_{es} : soddisfacimento tensioni ammissibili a pressoflessione retta

c_f : combinazione di carico critica per la verifica di fessurazione

M_f : momento di calcolo per la verifica di fessurazione

N_f : sforzo normale di calcolo per la verifica di fessurazione

s_{rm} : interasse delle fessure

W_k : ampiezza caratteristica delle fessure

v_f : soddisfacimento verifica fessurazione

X: ascissa del baricentro della sezione

Y: ordinata del baricentro della sezione

H: altezza della sezione

c_t : combinazione di carico critica per la verifica a taglio

V_{Sd} : taglio di calcolo

VR_{dc} : taglio resistente in assenza di armatura a taglio

VR_{dmax} : taglio resistente massimo dell'elemento, limitato dalla rottura delle bielle compresse

VR_{ds} : taglio resistente in presenza di armatura a taglio

v_t : soddisfacimento verifica taglio

Paramento (sezioni longitudinali) (attraversate da barre trasversali)

X	Y	H	A _s	C _s	A _i	C _i	v _{ml}	C _{res}	M _d	N _d	M _u	N _u	c.s.	V _{res}
cm	cm	cm	cm ²	cm	cm ²	cm			daN cm	daN		daN cm		
0	0	90	45.2	5.1	45.2	5.2	ok	STR-2	-7685834	-12898	-14915328	-25030	1.94	ok
-1	30	88	45.2	5.1	45.2	4.9	ok	STR-2	-7363893	-12898	-14668440	-25692	1.99	ok
-2	60	87	81.3	5.1	82.6	5.1	ok	STR-2	-7033045	-11895	-25478002	-43092	3.62	ok
-3	120	84	45.2	5.1	45.2	5.3	ok	STR-2	-6319033	-10920	-13687392	-23654	2.17	ok
-4	150	82	45.2	5.1	45.2	5.3	ok	STR-2	-5941708	-9972	-13352030	-22408	2.25	ok
-5	180	80	45.2	5.1	45.2	5.3	ok	STR-2	-5550124	-9972	-13099630	-23535	2.36	ok
-6	210	79	45.2	5.1	45.2	5.3	ok	STR-2	-5145252	-9049	-12772007	-22462	2.48	ok
-6	240	77	45.2	5.1	45.2	5.3	ok	STR-2	-4733368	-8153	-12447639	-21440	2.63	ok
-7	270	76	45.2	5.1	45.2	5.3	ok	STR-2	-4310087	-8153	-12210086	-23096	2.83	ok
-8	300	74	45.2	5.1	45.2	5.3	ok	STR-2	-3880085	-7283	-11894556	-22326	3.07	ok
-9	330	72	45.2	5.2	45.2	5.3	ok	STR-2	-3445653	-6439	-11582911	-21647	3.36	ok
-10	360	71	45.2	5.2	45.2	5.3	ok	STR-2	-3004848	-6440	-11372636	-24372	3.78	ok
-10	390	69	45.2	5.2	45.2	5.3	ok	STR-2	-2562785	-5624	-11077992	-24310	4.32	ok
-11	420	68	45.2	5.2	45.2	5.2	ok	STR-2	-2119857	-5624	-10914644	-28959	5.15	ok
-12	450	66	45.2	5.2	45.2	5.2	ok	STR-2	-1680565	-4844	-10666181	-30744	6.35	ok
-13	480	64	45.2	5.2	45.2	5.2	ok	STR-2	-1242340	-4124	-10473329	-34768	8.43	ok
-14	510	63	45.2	5.2	45.2	5.2	ok	STR-2	-808201	-4142	-10674755	-54711	13.2	ok
-14	540	61	45.2	5.2	45.2	5.2	ok	STR-2	-379179	-3129	-11289098	-93173	29.8	ok
-15	570	60	45.2	5.2	45.2	5.2	ok	STR-2	141134	-1946	12899965	-177849	91.4	ok
-16	600	58	45.2	5.2	45.2	5.2	ok	STR-4	-8186	-3060	-3279409	-1225785	401	ok
-17	630	56	45.2	5.2	45.2	5.2	ok	STR-4	-21110	-1957	-9520574	-882566	451	ok
-18	660	55	45.2	5.2	45.2	5.2	ok	STR-4	11003	-1202	8322697	-909518	756	ok
-18	690	53	45.2	5.2	45.2	5.2	ok	STR-4	4939	-1199	4430842	-1075823	897	ok
-19	720	52	39.7	5.2	39	5.2	ok	STR-4	1799	-392	4552366	-991300	>999	ok

X	Y	H	C _{es}	M _e	N _e	σ _f	σ _c	v _{es}	c _f	M _f	N _f	S _{rm}	W _k	v _f
cm	cm	cm		daN cm	daN	daN/cm ²	daN/cm ²			daN cm	daN	cm	mm	
0	0	90	SLE-1	753713	-12496	103	-6	ok	SLE-1	753713	-12496	-	-	ok
-1	30	88	SLE-1	620253	-12496	72	-6	ok	SLE-1	620253	-12496	-	-	ok
-2	60	87	SLE-1	501091	-11496	30	-4	ok	SLE-1	501091	-11496	-	-	ok
-2	90	85	SLE-1	397361	-11496	18	-3	ok	SLE-1	397361	-11496	-	-	ok
-3	120	84	SLE-1	315206	-10521	18	-3	ok	SLE-1	315206	-10521	-	-	ok
-4	150	82	SLE-1	242632	-9572	9	-3	ok	SLE-1	242632	-9572	-	-	ok
-5	180	80	SLE-1	184353	-9572	1	-2	ok	SLE-1	184353	-9572	-	-	ok
-6	210	79	SLE-1	139380	-8649	0	-2	ok	SLE-1	139380	-8649	-	-	ok
-6	240	77	SLE-1	101427	-7753	0	-2	ok	SLE-1	101427	-7753	-	-	ok
-7	270	76	SLE-1	74893	-7753	0	-1	ok	SLE-1	74893	-7753	-	-	ok
-8	300	74	SLE-1	55133	-6883	0	-1	ok	SLE-1	55133	-6883	-	-	ok
-9	330	72	SLE-1	39836	-6039	0	-1	ok	SLE-1	39836	-6039	-	-	ok
-10	360	71	SLE-1	31373	-6039	0	-1	ok	SLE-1	31373	-6039	-	-	ok
-10	390	69	SLE-1	24884	-5222	0	-1	ok	SLE-1	24884	-5222	-	-	ok
-11	420	68	SLE-1	20333	-5222	0	-1	ok	SLE-1	20333	-5222	-	-	ok
-12	450	66	SLE-1	16729	-4431	0	-1	ok	SLE-1	16729	-4431	-	-	ok
-13	480	64	SLE-1	13415	-3669	0	-1	ok	SLE-1	13415	-3669	-	-	ok
-14	510	63	SLE-1	10479	-3669	0	-1	ok	SLE-1	10479	-3669	-	-	ok
-14	540	61	SLE-1	8021	-2937	0	0	ok	SLE-1	8021	-2937	-	-	ok
-15	570	60	SLE-1	5814	-2234	0	0	ok	SLE-1	5814	-2234	-	-	ok
-16	600	58	SLE-1	4027	-2234	0	0	ok	SLE-1	4027	-2234	-	-	ok
-17	630	56	SLE-1	2611	-1560	0	0	ok	SLE-1	2611	-1560	-	-	ok
-18	660	55	SLE-1	1428	-916	0	0	ok	SLE-1	1428	-916	-	-	ok
-18	690	53	SLE-1	696	-916	0	0	ok	SLE-1	696	-916	-	-	ok
-19	720	52	SLE-1	240	-300	0	0	ok	SLE-1	240	-300	-	-	ok

X	Y	H	c _f	VSd	VRdc	VRdmax	VRds	v _f
cm	cm	cm		daN	daN	daN	daN	
0	0	90	SIS-1	12144	40241	-	-	ok
-1	30	88	SIS-1	12144	39943	-	-	ok
-2	60	87	STR-2	-11541	47470	-	-	ok
-2	90	85	STR-2	-11541	46576	-	-	ok
-3	120	84	STR-2	-12353	38457	-	-	ok
-4	150	82	STR-2	-13053	37944	-	-	ok
-5	180	80	STR-2	-13053	37562	-	-	ok
-6	210	79	STR-2	-13638	37047	-	-	ok
-6	240	77	STR-2	-14111	36533	-	-	ok

-7	270	76	STR-2	-14111	36141	-	-	ok
-8	300	74	STR-2	-14470	35624	-	-	ok
-9	330	72	STR-2	-14720	35107	-	-	ok
-10	360	71	STR-2	-14720	34704	-	-	ok
-10	390	69	STR-2	-14870	34184	-	-	ok
-11	420	68	STR-2	-14870	33774	-	-	ok
-12	450	66	STR-2	-14930	33248	-	-	ok
-13	480	64	STR-2	-15156	32733	-	-	ok
-14	510	63	STR-2	-15156	32313	-	-	ok
-14	540	61	STR-2	-19512	31803	-	-	ok
-15	570	60	STR-2	5129	31128	-	-	ok
-16	600	58	STR-4	-4563	30866	-	-	ok
-17	630	56	SIS-1	200	30209	-	-	ok
-18	660	55	SIS-1	114	29665	-	-	ok
-18	690	53	SIS-1	114	29212	-	-	ok
-19	720	52	STR-4	40	27307	-	-	ok

Paramento (sezioni trasversali) (attraversate da barre longitudinali)

X	Y	H	A _s	C _s	A _i	C _i	V _{ml}	C _{res}	M _d	N _d	M _u	N _u	c.s.	V _{res}
cm	cm	cm	cm ²	cm	cm ²	cm			daN cm	daN		daN cm		
0	0	90	3.4	8.6	3.4	8.6	ok	STR-2	-796169	-1313	-1154491	-1904	1.45	ok
-1	30	88	5.7	9.9	5.7	8.3	ok	STR-2	-737266	-1290	-1835959	-3211	2.49	ok
-2	60	87	5.7	10.6	5.7	8	ok	STR-2	-703765	-1189	-1773027	-2996	2.52	ok
-2	90	85	5.7	10.9	5.7	8.3	ok	STR-2	-668873	-1189	-1739920	-3094	2.6	ok
-3	120	84	6.8	10.9	5.7	8	ok	STR-2	-631987	-1092	-2015897	-3483	3.19	ok
-4	150	82	5.7	10.9	5.7	8.3	ok	STR-2	-594197	-997	-1657476	-2781	2.79	ok
-5	180	80	6.8	10.9	5.7	8	ok	STR-2	-555024	-997	-1930323	-3468	3.48	ok
-6	210	79	5.7	10.9	5.7	8.2	ok	STR-2	-514534	-905	-1588000	-2793	3.09	ok
-6	240	77	5.7	11.1	6.8	8.2	ok	STR-2	-473351	-815	-1551239	-2672	3.28	ok
-7	270	76	5.7	10.8	5.7	8.2	ok	STR-2	-431048	-815	-1521328	-2877	3.53	ok
-8	300	74	5.7	11.1	6.8	8.2	ok	STR-2	-388136	-728	-1486472	-2789	3.83	ok
-9	330	72	5.7	10.8	5.7	8.2	ok	STR-2	-344838	-644	-1446099	-2701	4.19	ok
-10	360	71	5.7	11.1	5.7	8.5	ok	STR-2	-301401	-644	-1422684	-3042	4.72	ok
-10	390	69	5.7	10.8	5.7	8.2	ok	STR-2	-258895	-564	-1387455	-3021	5.36	ok
-11	420	68	5.7	11.1	5.7	8.4	ok	STR-2	-217558	-566	-1369926	-3561	6.3	ok
-12	450	66	5.7	10.8	5.7	8.2	ok	STR-2	-184877	-496	-1335455	-3582	7.22	ok
-13	480	64	5.7	11.1	5.7	8.4	ok	STR-2	-162147	-437	-1299353	-3504	8.01	ok
-14	510	63	5.7	10.8	5.7	8.2	ok	STR-2	-161387	-477	-1271276	-3755	7.88	ok
-14	540	61	5.7	11	5.7	8.4	ok	STR-2	-170476	-351	-1202983	-2475	7.06	ok
-15	570	60	5.7	10.8	5.7	8.1	ok	STR-2	205331	-228	1267684	-1409	6.17	ok
-16	600	58	5.7	11	5.7	8.4	ok	STR-4	-126256	-268	-1135497	-2407	8.99	ok
-17	630	56	5.7	10.8	5.7	8.1	ok	STR-2	64100	-205	1274239	-4079	19.9	ok
-18	660	55	5.7	11	5.7	8.4	ok	STR-2	-17090	-75	-1133750	-5005	66.3	ok
-18	690	53	5.7	10.7	5.7	8.1	ok	STR-2	-7883	-86	-1311985	-14231	166	ok
-19	720	52	4.5	10.7	5.7	11.4	ok	STR-2	2649	-27	1298916	-13112	490	ok

X	Y	H	C _{es}	M _e	N _e	σ _f	σ _c	V _{es}	C _f	M _f	N _f	S _{rm}	W _k	v _f
cm	cm	cm		daN cm	daN	daN/cm ²	daN/cm ²			daN cm	daN	cm	mm	
0	0	90	SLE-1	89083	-1313	140	-2	ok	SLE-1	89083	-1313	-	-	ok
-1	30	88	SLE-1	62901	-1250	43	-1	ok	SLE-1	62901	-1250	-	-	ok
-2	60	87	SLE-1	50570	-1150	28	-1	ok	SLE-1	50570	-1150	-	-	ok
-2	90	85	SLE-1	39930	-1150	12	-1	ok	SLE-1	39930	-1150	-	-	ok
-3	120	84	SLE-1	31604	-1052	6	0	ok	SLE-1	31604	-1052	-	-	ok
-4	150	82	SLE-1	24289	-957	3	0	ok	SLE-1	24289	-957	-	-	ok
-5	180	80	SLE-1	18446	-957	1	0	ok	SLE-1	18446	-957	-	-	ok
-6	210	79	SLE-1	13942	-865	0	0	ok	SLE-1	13942	-865	-	-	ok
-6	240	77	SLE-1	10144	-775	0	0	ok	SLE-1	10144	-775	-	-	ok
-7	270	76	SLE-1	7490	-775	0	0	ok	SLE-1	7490	-775	-	-	ok
-8	300	74	SLE-1	5513	-688	0	0	ok	SLE-1	5513	-688	-	-	ok
-9	330	72	SLE-1	3984	-604	0	0	ok	SLE-1	3984	-604	-	-	ok
-10	360	71	SLE-1	3137	-604	0	0	ok	SLE-1	3137	-604	-	-	ok
-10	390	69	SLE-1	2488	-522	0	0	ok	SLE-1	2488	-522	-	-	ok
-11	420	68	SLE-1	2033	-522	0	0	ok	SLE-1	2033	-522	-	-	ok
-12	450	66	SLE-1	1673	-443	0	0	ok	SLE-1	1673	-443	-	-	ok
-13	480	64	SLE-1	1341	-367	0	0	ok	SLE-1	1341	-367	-	-	ok
-14	510	63	SLE-1	1048	-367	0	0	ok	SLE-1	1048	-367	-	-	ok

-14	540	61	SLE-1	802	-294	0	0	ok	SLE-1	802	-294	-	-	ok
-15	570	60	SLE-1	581	-223	0	0	ok	SLE-1	581	-223	-	-	ok
-16	600	58	SLE-1	403	-223	0	0	ok	SLE-1	403	-223	-	-	ok
-17	630	56	SLE-1	261	-156	0	0	ok	SLE-1	261	-156	-	-	ok
-18	660	55	SLE-1	143	-92	0	0	ok	SLE-1	143	-92	-	-	ok
-18	690	53	SLE-1	70	-92	0	0	ok	SLE-1	70	-92	-	-	ok
-19	720	52	SLE-1	20	-25	0	0	ok	SLE-1	20	-25	-	-	ok

X	Y	H	c _t	VSd	VRdc	VRdmax	VRds	v _t
cm	cm	cm		daN	daN	daN	daN	
0	0	90	SIS-1	177	29073	-	-	ok
-1	30	88	SIS-1	163	28708	-	-	ok
-2	60	87	SIS-1	40	28342	-	-	ok
-2	90	85	SIS-1	16	27844	-	-	ok
-3	120	84	SIS-1	6	27473	-	-	ok
-4	150	82	SIS-1	2	26959	-	-	ok
-5	180	80	SIS-1	0	26600	-	-	ok
-6	210	79	STR-4	0	25397	-	-	ok
-6	240	77	SIS-1	0	25636	-	-	ok
-7	270	76	STR-4	1	24507	-	-	ok
-8	300	74	STR-4	2	23979	-	-	ok
-9	330	72	STR-4	-3	23597	-	-	ok
-10	360	71	STR-2	24	23057	-	-	ok
-10	390	69	STR-2	52	22675	-	-	ok
-11	420	68	STR-2	175	22153	-	-	ok
-12	450	66	STR-2	524	21771	-	-	ok
-13	480	64	STR-2	1138	21237	-	-	ok
-14	510	63	STR-2	3012	21594	-	-	ok
-14	540	61	STR-2	10603	21065	-	-	ok
-15	570	60	STR-2	13108	20675	-	-	ok
-16	600	58	STR-2	5423	20144	-	-	ok
-17	630	56	STR-2	1580	19758	-	-	ok
-18	660	55	STR-2	584	18436	-	-	ok
-18	690	53	STR-2	193	18046	-	-	ok
-19	720	52	STR-2	72	14290	-	-	ok

Mensola di fondazione a valle (mensola sinistra) (sezioni longitudinali) (attraversate da barre trasversali)

X	Y	H	A _s	C _s	A _i	C _i	v _{ml}	C _{res}	M _d	N _d	M _u	N _u	C.S.	V _{res}
cm	cm	cm	cm ²	cm	cm ²	cm			daN cm	daN		daN cm		
-125	-50	100	45.2	5.2	45.2	5.2	ok	SIS-1	11020	1560	2112539	299021	192	ok
-95	-50	100	45.2	5.2	45.2	5.2	ok	STR-4	-178893	110	-15230798	9397	85.1	ok
-65	-50	100	45.2	5.2	45.2	5.2	ok	STR-4	-387089	186	-15319969	7376	39.6	ok
-45	-50	100	45.2	5.2	45.2	5.2	ok	STR-4	-558207	188	-15416865	5178	27.6	ok

X	Y	H	C _{es}	M _e	N _e	σ _f	σ _c	V _{es}	C _f	M _f	N _f	S _{rm}	W _k	v _f
cm	cm	cm		daN cm	daN	daN/cm ²	daN/cm ²			daN cm	daN	cm	mm	
-125	-50	100	SLE-1	10859	-345	0	0	ok	SLE-1	10859	-345	-	-	ok
-95	-50	100	SLE-1	46935	-1035	3	0	ok	SLE-1	46935	-1035	-	-	ok
-65	-50	100	SLE-1	124582	-1732	16	-1	ok	SLE-1	124594	-1723	-	-	ok
-45	-50	100	SLE-1	215058	-1733	38	-1	ok	SLE-1	215058	-1733	-	-	ok

X	Y	H	c _t	VSd	VRdc	VRdmax	VRds	v _t
cm	cm	cm		daN	daN	daN	daN	
-125	-50	100	SIS-1	-1889	40625	-	-	ok
-95	-50	100	SIS-1	-5363	40651	-	-	ok
-65	-50	100	STR-4	8561	40625	-	-	ok
-45	-50	100	STR-4	8561	40625	-	-	ok

Mensola di fondazione a valle (mensola sinistra) (sezioni trasversali) (attraversate da barre longitudinali)

X	Y	H	A _s	C _s	A _i	C _i	v _{ml}	C _{res}	M _d	N _d	M _u	N _u	C.S.	V _{res}
cm	cm	cm	cm ²	cm	cm ²	cm			daN cm	daN		daN cm		

-125	-50	100	7.9	14.4	6.8	15.6	ok	SIS-1	905	126	305381	42460	337	ok
-95	-50	100	5.7	7	5.7	7	ok	STR-4	-17855	12	-1931462	1339	108	ok
-65	-50	100	6.8	7	5.7	7	ok	STR-4	-38640	22	-2320748	1334	60.1	ok
-45	-50	100	6.8	7	4.5	7	ok	STR-4	-55221	24	-2333577	1005	42.3	ok

X	Y	H	C _{es}	M _e	N _e	σ _f	σ _c	V _{es}	C _f	M _f	N _f	S _{rm}	W _k	v _f
cm	cm	cm		daN cm	daN	daN/cm ²	daN/cm ²			daN cm	daN	cm	mm	
-125	-50	100	SLE-1	878	-27	0	0	ok	SLE-1	878	-27	-	-	ok
-95	-50	100	SLE-1	4720	-102	2	0	ok	SLE-1	4720	-102	-	-	ok
-65	-50	100	SLE-1	12512	-170	9	0	ok	SLE-1	12512	-170	-	-	ok
-45	-50	100	SLE-1	19419	-183	20	0	ok	SLE-1	19419	-183	-	-	ok

X	Y	H	c _t	VSd	VRdc	VRdmax	VRds	v _t
cm	cm	cm		daN	daN	daN	daN	
-125	-50	100	SIS-1	-1	23742	-	-	ok
-95	-50	100	SIS-1	-2	31946	-	-	ok
-65	-50	100	SIS-1	-5	31972	-	-	ok
-45	-50	100	SIS-1	-11	31977	-	-	ok

Mensola di fondazione a monte (mensola destra) (sezioni longitudinali) (attraversate da barre trasversali)

X	Y	H	A _s	C _s	A _i	C _i	V _{ml}	C _{res}	M _d	N _d	M _u	N _u	C.S.	V _{res}
cm	cm	cm	cm ²	cm	cm ²	cm			daN cm	daN		daN cm		
45	-50	100	45.2	5.2	45.2	5.2	ok	STR-2	6449513	-8891	16650690	-22953	2.58	ok
75	-50	100	45.2	5.2	45.2	5.2	ok	STR-2	5704055	-8892	16791243	-26175	2.94	ok
105	-50	100	45.2	5.2	45.2	5.2	ok	STR-2	4946997	-8522	16920799	-29148	3.42	ok
135	-50	100	45.2	5.2	45.2	5.2	ok	STR-2	4150997	-8329	17149766	-34410	4.13	ok
165	-50	100	45.2	5.2	45.2	5.2	ok	STR-2	3350106	-8136	17501139	-42503	5.22	ok
195	-50	100	45.2	5.2	45.2	5.2	ok	STR-2	2584109	-7740	17993903	-53893	6.96	ok
225	-50	100	45.2	5.2	45.2	5.2	ok	STR-2	1833125	-7538	19043261	-78305	10.4	ok
255	-50	100	45.2	5.2	45.2	5.2	ok	SIS-1	-1182854	-4076	-17320584	-59681	14.6	ok
285	-50	100	45.2	5.2	45.2	5.2	ok	SIS-1	-1097982	-6239	-19094808	-108493	17.4	ok
315	-50	100	45.2	5.2	45.2	5.2	ok	SIS-1	-972012	-7323	-20784595	-156580	21.4	ok
345	-50	100	84.7	5.2	45.2	5.2	ok	SIS-1	-889022	-8405	-38642069	-365320	43.5	ok
375	-50	100	45.2	5.2	45.2	5.2	ok	STR-4	65349	-3202	27580420	-1351314	422	ok

X	Y	H	C _{es}	M _e	N _e	σ _f	σ _c	V _{es}	C _f	M _f	N _f	S _{rm}	W _k	v _f
cm	cm	cm		daN cm	daN	daN/cm ²	daN/cm ²			daN cm	daN	cm	mm	
45	-50	100	SLE-1	-610281	230	157	-4	ok	SLE-1	-610281	230	-	-	ok
75	-50	100	SLE-1	-586089	229	151	-4	ok	SLE-1	-586105	221	-	-	ok
105	-50	100	SLE-1	-598358	-624	145	-4	ok	SLE-1	-598378	-626	-	-	ok
135	-50	100	SLE-1	-583382	-1050	137	-4	ok	SLE-1	-583409	-1052	-	-	ok
165	-50	100	SLE-1	-558608	-1477	127	-4	ok	SLE-1	-558612	-1477	-	-	ok
195	-50	100	SLE-1	-551423	-2331	117	-4	ok	SLE-1	-551425	-2331	-	-	ok
225	-50	100	SLE-1	-519163	-2759	105	-3	ok	SLE-1	-519163	-2759	-	-	ok
255	-50	100	SLE-1	-481386	-3186	91	-3	ok	SLE-1	-481386	-3186	-	-	ok
285	-50	100	SLE-1	-463371	-4043	79	-3	ok	SLE-1	-463371	-4043	-	-	ok
315	-50	100	SLE-1	-422265	-4473	65	-3	ok	SLE-1	-422265	-4473	-	-	ok
345	-50	100	SLE-1	-379629	-4902	30	-2	ok	SLE-1	-379629	-4902	-	-	ok
375	-50	100	SLE-1	16244	-2085	0	0	ok	SLE-1	16244	-2085	-	-	ok

X	Y	H	c _t	VSd	VRdc	VRdmax	VRds	v _t
cm	cm	cm		daN	daN	daN	daN	
45	-50	100	STR-4	25206	41879	-	-	ok
75	-50	100	STR-4	25206	41879	-	-	ok
105	-50	100	STR-2	26855	41837	-	-	ok
135	-50	100	STR-2	26937	41810	-	-	ok
165	-50	100	STR-2	27018	41782	-	-	ok
195	-50	100	STR-2	25369	41726	-	-	ok
225	-50	100	STR-2	23646	41697	-	-	ok
255	-50	100	STR-2	21923	41668	-	-	ok
285	-50	100	STR-2	16690	41611	-	-	ok
315	-50	100	STR-2	13183	41582	-	-	ok
345	-50	100	STR-2	9676	50996	-	-	ok
375	-50	100	STR-2	3959	40992	-	-	ok

Mensola di fondazione a monte (mensola destra) (sezioni trasversali) (attraversate da barre longitudinali)

X	Y	H	A _s	C _s	A _i	C _i	V _{ml}	C _{res}	M _d	N _d	M _u	N _u	C.S.	V _{res}
cm	cm	cm	cm ²	cm	cm ²	cm			daN cm	daN		daN cm		
45	-50	100	5.7	7	3.4	7	ok	STR-2	635754	-902	1301755	-1846	2.05	ok
75	-50	100	5.7	7	5.7	7	ok	STR-2	570449	-887	2151158	-3345	3.77	ok
105	-50	100	5.7	7	5.7	7	ok	STR-2	494720	-851	2169313	-3733	4.38	ok
135	-50	100	5.7	7	5.7	7	ok	STR-2	414860	-832	2201228	-4416	5.31	ok
165	-50	100	5.7	7	6.8	7	ok	STR-2	335014	-813	2687571	-6526	8.02	ok
195	-50	100	5.7	7	5.7	7	ok	STR-2	258412	-774	2319475	-6947	8.98	ok
225	-50	100	6.8	7	6.8	7	ok	STR-2	187656	-754	2932824	-11779	15.6	ok
255	-50	100	5.7	7	5.7	7	ok	SIS-1	-118285	-408	-2285865	-7876	19.3	ok
285	-50	100	6.8	7	5.7	7	ok	SIS-1	-109798	-624	-3077143	-17484	28	ok
315	-50	100	4.5	7	5.7	7	ok	SIS-1	-99344	-715	-2286166	-16455	23	ok
345	-50	100	4.5	17.2	7.9	15	ok	SIS-1	-88902	-840	-2407060	-22756	27.1	ok
375	-50	100	3.4	20.6	6.8	16.4	ok	STR-2	4989	-180	22763479	-823375	>999	ok

X	Y	H	C _{es}	M _e	N _e	σ _f	σ _c	V _{es}	C _f	M _f	N _f	S _{rm}	W _k	v _f
cm	cm	cm		daN cm	daN	daN/cm ²	daN/cm ²			daN cm	daN	cm	mm	
45	-50	100	SLE-1	-56622	60	198	-2	ok	SLE-1	-56699	56	-	-	ok
75	-50	100	SLE-1	-58565	25	119	-1	ok	SLE-1	-58654	20	-	-	ok
105	-50	100	SLE-1	-59816	-62	116	-1	ok	SLE-1	-59858	-63	-	-	ok
135	-50	100	SLE-1	-57922	-105	106	-1	ok	SLE-1	-57946	-106	-	-	ok
165	-50	100	SLE-1	-55857	-148	82	-1	ok	SLE-1	-55865	-148	-	-	ok
195	-50	100	SLE-1	-55141	-233	89	-1	ok	SLE-1	-55144	-233	-	-	ok
225	-50	100	SLE-1	-51681	-276	66	-1	ok	SLE-1	-51682	-276	-	-	ok
255	-50	100	SLE-1	-48138	-319	68	-1	ok	SLE-1	-48139	-319	-	-	ok
285	-50	100	SLE-1	-46337	-404	58	-1	ok	SLE-1	-46337	-404	-	-	ok
315	-50	100	SLE-1	-42344	-440	47	-1	ok	SLE-1	-42344	-440	-	-	ok
345	-50	100	SLE-1	-37963	-490	31	-1	ok	SLE-1	-37963	-490	-	-	ok
375	-50	100	SLE-1	1137	-146	0	0	ok	SLE-1	1137	-146	-	-	ok

X	Y	H	C _t	VS _d	VR _{dc}	VR _{dmax}	VR _{ds}	v _f
cm	cm	cm		daN	daN	daN	daN	
45	-50	100	SIS-1	12	31944	-	-	ok
75	-50	100	SIS-1	4	31944	-	-	ok
105	-50	100	SIS-1	2	31944	-	-	ok
135	-50	100	SIS-1	1	31944	-	-	ok
165	-50	100	SIS-1	0	31944	-	-	ok
195	-50	100	SIS-1	0	31971	-	-	ok
225	-50	100	SIS-1	0	31986	-	-	ok
255	-50	100	STR-3	0	32002	-	-	ok
285	-50	100	STR-3	0	32017	-	-	ok
315	-50	100	STR-3	0	32024	-	-	ok
345	-50	100	STR-3	0	29324	-	-	ok
375	-50	100	STR-3	0	20656	-	-	ok

Dente (sezioni longitudinali) (attraversate da barre trasversali)

X	Y	H	A _s	C _s	A _i	C _i	V _{ml}	C _{res}	M _d	N _d	M _u	N _u	C.S.	V _{res}
cm	cm	cm	cm ²	cm	cm ²	cm			daN cm	daN		daN cm		
360	-190	70	45.2	5.2	45.2	5.2	ok	SIS-1	45563	367	8309101	66894	182	ok
360	-160	70	45.2	5.2	45.2	5.2	ok	SIS-1	148775	1100	8433905	62381	56.7	ok
360	-130	70	45.2	5.2	45.2	5.2	ok	SIS-1	307477	1834	8718675	52006	28.4	ok
360	-100	70	45.2	5.2	45.2	5.2	ok	SIS-1	519441	1834	9242578	32633	17.8	ok

X	Y	H	C _{es}	M _e	N _e	σ _f	σ _c	V _{es}	C _f	M _f	N _f	S _{rm}	W _k	v _f
cm	cm	cm		daN cm	daN	daN/cm ²	daN/cm ²			daN cm	daN	cm	mm	
360	-190	70	SLE-1	19419	350	11	0	ok	SLE-1	19419	350	-	-	ok
360	-160	70	SLE-1	63545	1050	35	-1	ok	SLE-1	63545	1050	-	-	ok
360	-130	70	SLE-1	131556	1750	68	-1	ok	SLE-1	131556	1750	-	-	ok
360	-100	70	SLE-1	222598	1750	102	-2	ok	SLE-1	222598	1750	-	-	ok

X	Y	H	C _t	VSd	VRdc	VRdmax	VRds	v _t
cm	cm	cm		daN	daN	daN	daN	
360	-190	70	SIS-1	-1519	33603	-	-	ok
360	-160	70	SIS-1	-4401	33603	-	-	ok
360	-130	70	SIS-1	-7068	33603	-	-	ok
360	-100	70	SIS-1	-7068	33603	-	-	ok

Dente (sezioni trasversali) (attraversate da barre longitudinali)

X	Y	H	A _s	C _s	A _i	C _i	V _{ml}	C _{res}	M _d	N _d	M _u	N _u	c.s.	V _{res}
cm	cm	cm	cm ²	cm	cm ²	cm			daN cm	daN		daN cm		
360	-190	70	5.7	10.7	5.7	10.7	ok	SIS-1	3645	29	988109	7955	271	ok
360	-160	70	5.7	7	5.7	7	ok	SIS-1	14877	110	1058980	7833	71.2	ok
360	-130	70	6.8	7	21.5	180	ok	SIS-1	30748	183	-83292315	1168782	>999	ok
360	-100	70	5.7	7	19.2	167.4	ok	SIS-1	51944	183	-69558289	1036670	>999	ok

X	Y	H	C _{es}	M _e	N _e	σ _f	σ _c	V _{es}	C _f	M _f	N _f	S _{rm}	W _k	v _f
cm	cm	cm		daN cm	daN	daN/cm ²	daN/cm ²			daN cm	daN	cm	mm	
360	-190	70	SLE-1	1553	28	8	0	ok	SLE-1	1553	28	-	-	ok
360	-160	70	SLE-1	6355	105	30	0	ok	SLE-1	6355	105	-	-	ok
360	-130	70	SLE-1	13156	175	14	0	ok	SLE-1	13156	175	-	-	ok
360	-100	70	SLE-1	22260	175	9	0	ok	SLE-1	22260	175	-	-	ok

X	Y	H	C _t	VSd	VRdc	VRdmax	VRds	v _t
cm	cm	cm		daN	daN	daN	daN	
360	-190	70	STR-3	0	18280	-	-	ok
360	-160	70	SIS-2	0	23887	-	-	ok
360	-130	70		-	-	-	-	ok
360	-100	70		-	-	-	-	ok

6 INTERAZIONE FERROVIA OPERA D'ARTE E VERIFICHE DI STABILITA' NEL TRANSITORIO

Lo scavo per la realizzazione del manufatto in gran parte del tratto interessato dalle lavorazioni non interferisce in alcun modo con il rilevato ferroviario se non per scavi modesti a sezione obbligata di altezza massima pari ad 1m. Solo in alcuni tratti dell'asse A si prevede, solo in cautelativo, l'utilizzo di una palancola al fine di arrecare il minor disturbo possibile al transito temporaneo. L'esecuzione delle lavorazioni è prevista comunque in orari non è previsto transito dei convogli o in modalità di sospensione della linea.

In questo paragrafo presentiamo le verifiche di stabilità del rilevato ferroviario nel transitorio, ovvero durante l'esecuzione degli scavi, e l'interazione in termini di propagazione delle deformazioni in caso di urto ferroviario.

La verifica viene eseguita in condizioni statiche con il codice di calcolo Plaxis di cui si riportano a seguire le caratteristiche del modello costitutivo utilizzato per il calcolo nonché le fasi esecutive e le i risultati in termini di caratteristica di sollecitazione e deformazione

6.1 METODOLOGIE GENERALI E LEGAMI COSTITUTIVI

6.1.1 Generalità sui modelli di calcolo

Le modellazioni eseguite in questa fase del progetto mirano ad analizzare i principali aspetti tenso-deformativi connessi con la realizzazione delle opere di sostegno provvisorie e definitive previste in progetto:

- determinazione delle massime sollecitazioni sugli elementi strutturali per il loro dimensionamento e verifica;
- analisi delle principali problematiche geotecniche connesse con la realizzazione degli scavi analisi dei processi di filtrazione (stabilità geotecnica dell'opera);
- determinazione degli spostamenti indotti dagli scavi sul terreno circostante.

In relazione agli obiettivi sopra esposti si è scelto di operare il software di calcolo per analisi FEM bi-dimensionali Plaxis 2D 2019.

La finalità delle analisi FEM 2D, è quella di esaminare gli aspetti tenso-deformativi del sistema geotecnico terreno-struttura nel suo insieme per le successive verifiche strutturali e geotecniche di progetto. La modellazione è quindi idonea anche ad indagare la stabilità globale del sistema geotecnica struttura-terreno e all'analisi dei fenomeni deformativi indotti nell'intorno dalle operazioni di scavo; consente di ottenere campi di spostamento che tengano correttamente conto dei fenomeni di interazione terreno struttura.

Tale modellazione, opportunamente svolta sulle principali sezioni di progetto, ha consentito di cogliere il comportamento del sistema geotecnico strutturale in tutte le fasi di esercizio previste, sia provvisoriale sia definitiva.

Il codice utilizzato a tale scopo è stato appositamente sviluppato per lo studio di problematiche geotecniche e di interazione terreno-struttura. Presentano una vasta libreria di legami costitutivi attribuibili ai terreni; sono disponibili inoltre elementi strutturali di vario tipo che consentono di simulare elementi strutturali che interagiscono con il terreno circostante mediante elementi interfaccia.

In ogni caso le analisi sono state condotte mediante modellazioni volte a rappresentare il sistema geotecnico struttura-terreno con la simulazione sequenziale delle principali fasi costruttive previste: realizzazione dei diaframmi ed esecuzione delle varie fasi di scavo previa installazione delle strutture di contrasto, realizzazione delle fodere in c.a. e contestuale ripristino delle condizioni idrostatiche, analisi in presenza di sisma.

Nel seguito si descrivono le metodologie di calcolo implementate nel programma di calcolo utilizzato. La descrizione ha carattere generale (soluzione numerica, legami costitutivi e significato dei parametri di input); nei successivi capitoli, esplicitamente dedicati alle modellazioni, verranno esposte le caratteristiche di dettaglio delle analisi svolte ed i parametri di input considerati.

6.2 Metodologia e legami costitutivi dei materiali

PLAXIS è un codice di calcolo agli elementi finiti utilizzabile per eseguire analisi di stabilità e di deformazione nell'ambito di molteplici applicazioni geotecniche e di interazione terreno-struttura. Il programma permette di simulare situazioni reali riconducibili a condizioni di deformazione piane (plain strain).

Presenta una vasta libreria di legami costitutivi attribuibili ai terreni. Sono disponibili inoltre elementi strutturali di vario tipo che consentono di simulare diaframmi, pali, ancoraggi ecc.

PLAXIS generalmente viene utilizzato per analisi in tensioni efficaci. Quindi nei problemi che coinvolgono la determinazione delle pressioni neutre le stesse possono essere generate attraverso l'analisi del moto di filtrazione in regime stazionario; quest'ultimo richiede l'introduzione delle condizioni al contorno per la quota piezometrica e per le condizioni di flusso (superfici impermeabili, punti di emungimento, sorgenti etc.).

Visto il grado di conoscenze dei terreni, il modello costitutivo utilizzato, è quello Hardening-Soil.

Le principali caratteristiche del modello costitutivo sono le seguenti:

- una differente rigidità per percorsi tensionali di primo carico e di scarico-ricarico;
- criterio di rottura di tipo Mohr-Coulomb;
- il modulo di rigidità secante E_{50} per percorsi tensionali di primo carico è funzione della tensione di confinamento applicata:

$$E_{50} = E_{50ref} \left[\frac{(c' \cos \varphi' - \sigma'_{min} \sin \varphi')}{(c' \cos \varphi' + p_{ref} \sin \varphi')} \right]^m$$

- dove: $p_{ref} = 100$ kPa è la pressione di riferimento,
 σ'_{min} è la tensione efficace principale minore,
 E_{50ref} è il modulo di rigidezza secante alla pressione di riferimento ($\sigma'_{min} = p_{ref}$),
 m è un coefficiente esponenziale che regola la dipendenza della rigidezza dallo stato tensionale,
 E_{50} è il modulo di rigidezza secante (al 50% della rottura) riferito alla tensione σ'_{min} ;
- il modulo di rigidezza E_{ur} per percorsi tensionali di scarico-ricarico funzione della tensione di confinamento applicata:

$$E_{ur} = E_{urref} \left[\frac{(c' \cos \varphi' - \sigma'_{min} \sin \varphi')}{(c' \cos \varphi' + p_{ref} \sin \varphi')} \right]^m ; \quad E_{ur} = E_{urref} \cdot k_{-1}$$

- dove: $p_{ref} = 100$ kPa è la pressione di riferimento,
 σ'_{min} è la tensione efficace principale minore,
 E_{urref} è il modulo di rigidezza secante alla pressione di riferimento ($\sigma'_{min} = p_{ref}$),
 m è un coefficiente esponenziale che regola la dipendenza della rigidezza dallo stato tensionale,
 E_{ur} è il modulo di rigidezza secante alla tensione σ'_{min}

Nel dettaglio le caratteristiche adottate sono riportate nella tabella seguente

Elemento Beam	EA	EJ
	[kN/m]	[kNm ² /m]
Palancola tipo Pu18	3.426E6	81.16E3

6.3 PARAMETRI GEOTECNICI E DEFINIZIONE DEI LEGAMI COSTITUTIVI

Nelle seguenti tabelle si riportano i vari litotipi di interesse progettuale e per le varie tratte di progetto, i parametri geotecnici di resistenza e di rigidezza che caratterizzano il comportamento numerico sia nelle fasi di inizializzazione (Metodo K) sia a livello di Legame costitutivo HS e Mohr Coulomb

Material model	Model	Unit	LS	Riporto	Rilevato
Material model	Model	-	Hard. soil	Hard. soil	Mohr-Coulomb
Type of material behaviour	Type	-	Drained	Drained	Drained
Soil unit weight above phreatic level	γ_{unsat}	kN/m ³	19.5	19	20
Soil unit weight below phreatic level	γ_{sat}	kN/m ³	19.5	19	20
Initial void ratio	e_{init}	-	0.6	0.5	0.5
Young's modulus (constant)	E'	MPa			50
Secant stiffness in standard drained triaxial test	E_{50}^{ref}	MPa	45	20	
Tangent stiffness for primary oedometer loading	E_{oed}^{ref}	MPa	45	20	
Unloading / reloading stiffness	E_{ur}^{ref}	MPa	135	60	
Power for stress-level dependency of stiffness	m	-	0.5	0.5	
Cohesion	c'	kPa	5	0	0
Friction angle	ϕ'	°	30	30	38
Dilatancy angle	Ψ	°	0	0	0
Poisson's ratio	ν'_{ur}	-	0.3	0.3	0.3
K_0 -value for normal consolidation	k_0^{nc}	-	1-sen ϕ'	1-sen ϕ'	1-sen ϕ'
Interface strength	—	Manual	Manual	Manual	Manual
Strength reduction factor inter.	R_{inter}	0.5	0.67	0.67	0.67
K_0 determination	—	Automatic	Automatic	Automatic	Automatic
Over-consolidation ratio	OCR	1.0	1.0	1	-

6.4 INTERFACCIE

Nel modello, le proprietà degli elementi interfaccia sono state applicate definendo dei materiali con legame costitutivo analogo a quello dei terreni circostanti ma con parametri di resistenza ridotta. In particolare è stata adottata una resistenza attritiva con resistenza al taglio ridotta con fattore $R=0.7$ rispetto a quella del terreno circostante.

$$c_{int} = R \cdot c$$

$$tg\phi_{int} = R \cdot tg\phi$$

6.5 CARICHI APPLICATI

6.5.1 Azioni Variabili

Sul piano del ferro è stata schematizzata la condizione maggiormente gravosa ovvero un modello SW/2 che schematizza gli effetti statici prodotti dal traffico ferroviario pesante $q_{vk}=150\text{kN/m}$. Tale carico si considera ripartita per mezzo delle traverse e del ballast su una larghezza di circa 3.0m, pertanto si considererà un carico di calcolo pari a $q=150/3=50\text{kN/mq}$

L'analisi è svolta in riferimento alla Combinazione 1 (A1+M1+R1) nella quale i coefficienti sui parametri di resistenza del terreno (M1) e sulla resistenza globale del sistema (R1) sono unitari.

Per la condizione statica, le azioni variabili sono amplificate mediante il coefficiente parziale $\gamma_Q/\gamma_G1=1.5/1.3=1.15$; i risultati dell'analisi Plaxis in termini di azioni interne sono poi amplificati per il fattore moltiplicativo $\gamma_G1=1.3$ per ottenere le azioni di input per le verifiche.

6.6 STABILITA' GLOBALE

La determinazione del coefficiente di sicurezza avviene mediante un algoritmo iterativo (ϕ' – 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):

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

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

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

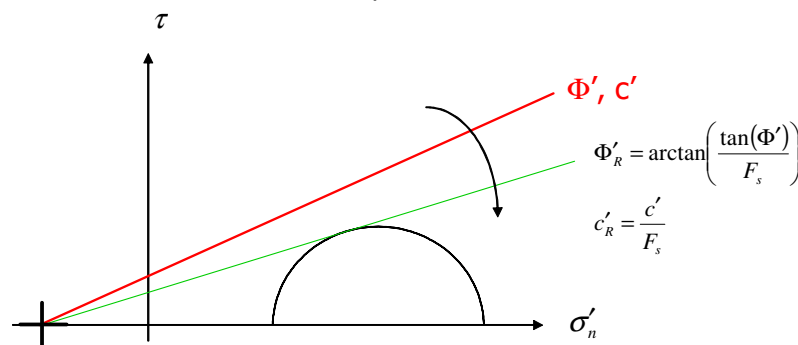


Figura 3 – Phi - c reduction method

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

- le superfici di rottura si propagano in maniera “naturale”; quindi non occorre specificare preventivamente i cinematismi e le potenziali superfici di rottura su cui ricercare il coefficiente di sicurezza minimo;
- non richiede al 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 svolta a partire dalla configurazione di progetto maggiormente cautelativa che risulta essere la fase di raggiungimento della massima profondità di scavo, prima di gettare la soletta in c.a. a fondo scavo considerando i carichi accidentali a monte.

Tale analisi equivalgono 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 verificare le verifiche di stabilità geotecnica richieste dalla normativa occorre avere $FS > 1.25 \cdot 1.1 = 1.375$.

6.7 DISCRETIZZAZIONE DEL MODELLO 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 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.

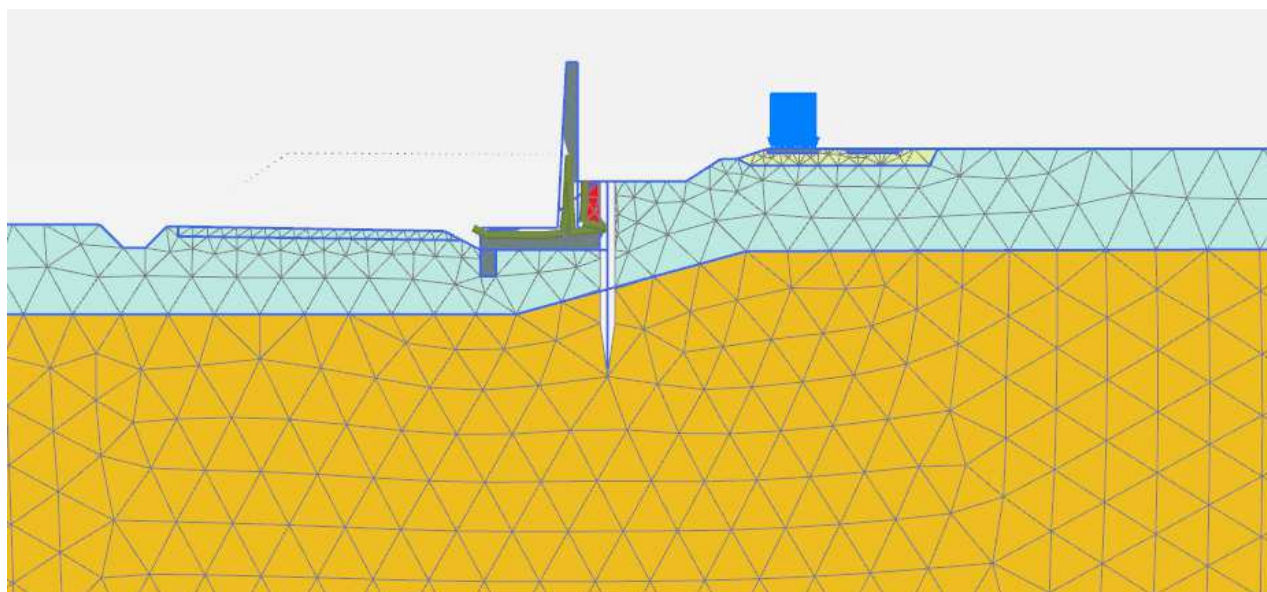


Figura 4. Discretizzazione del modello di calcolo

6.8 FASI DI CALCOLO

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

Le analisi eseguite sono di tipo sequenziale, riproducendo in successione le principali fasi previste durante la storia dell'opera. Quindi, il termine di ciascuna analisi rappresenta la condizione iniziale per la fase successiva.

Nel seguito si illustrano le fasi di calcolo mostrando la configurazione geometrica del modello per le principali fasi dell'analisi partendo già da una situazione in cui i pali sono stati realizzati. I risultati delle analisi saranno riportati nel capitolo successivo.

- Fase 1. Inizializzazione geostatica
- Fase 2. Plastic step per riequilibrio delle forze;
- Fase 3. Infissione palancola
- Fase 4. Scavo a -3.5 piano campagna (SLE Q.P)
- Fase 5. Sovraccarico ferroviario ($q=57.5\text{kpa}$)

- Fase 6. Verifica di stabilità globale statica, riducendo progressivamente i parametri di resistenza al taglio dei terreni (φ' - c' reduction method) fino al collasso del sistema geotecnico, verificando un fattore di sicurezza globale maggiore di 1.375, per il caso statico SLU GEO in riferimento alla comb.6
- Fase 7. Azione di svio ferroviario 75kN

Le principali fasi di calcolo sono rappresentate nelle seguenti immagini:

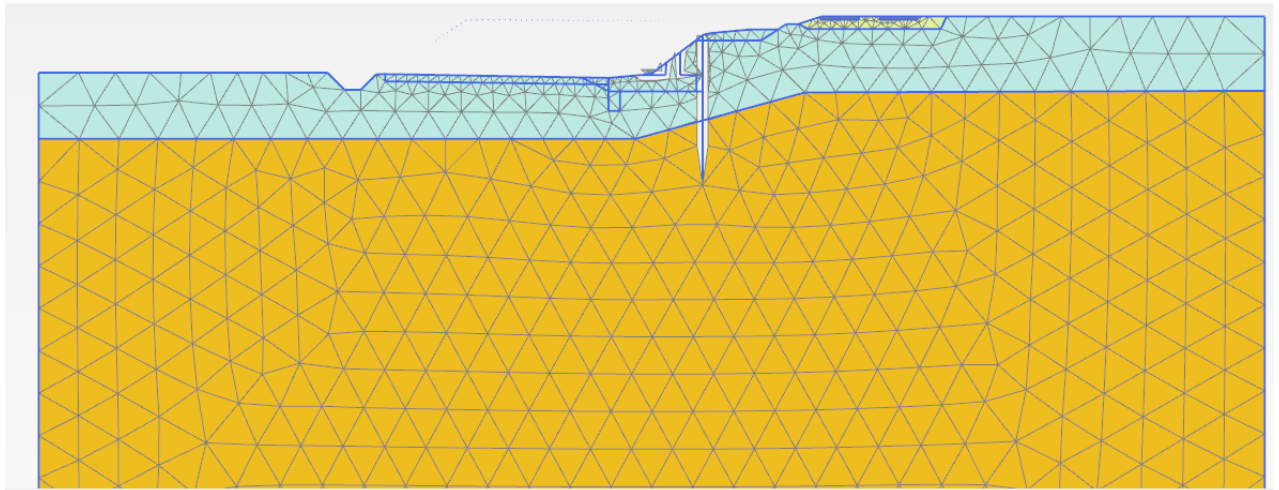


Figura 5. inizializzazione geostatica

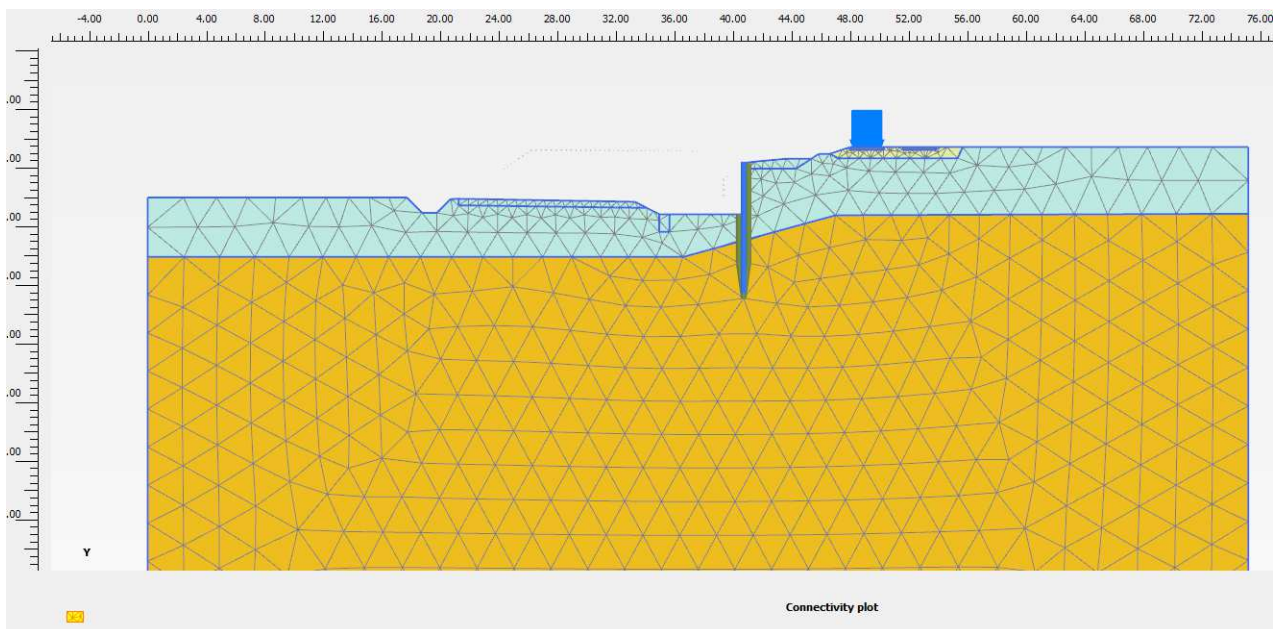


Figura 6: Infissione palancola e scavo -3.5 mt

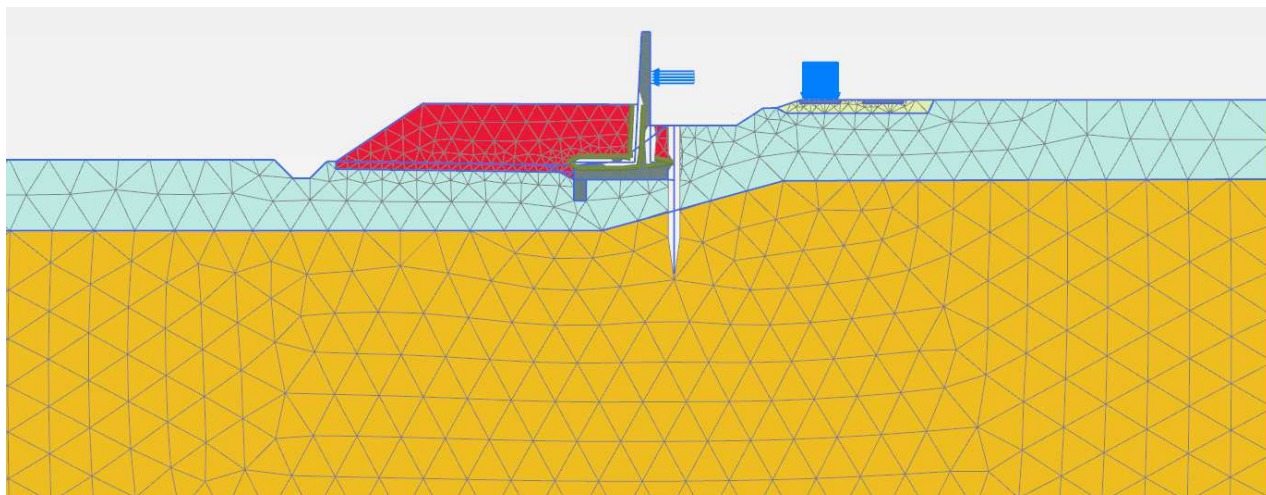


Figura 7: azione d'urto ferroviario

6.9 RISULTATI E VERIFICHE

Gli esiti delle analisi sulla sezione di calcolo, ha consentito sia una verifica globale del sistema geotecnico struttura-terreno, sia una verifica di dettaglio degli elementi strutturali.

Saranno esposte nel seguito con le seguenti modalità:

- Esposizione del campo di spostamenti del volume di terreno coinvolto dallo scavo;
- Diagrammi delle sollecitazioni derivanti dall'analisi, per le più significative fasi esecutive e/o di esercizio;
- Esposizione delle verifiche di resistenza;
- Esposizione della verifica di stabilità globale dell'opera.

6.9.1 SPOSTAMENTI

Si riportano di seguito gli spostamenti calcolati in condizioni statiche

Si riportano di seguito i risultati delle analisi effettuate in termini di spostamenti sollecitazioni negli elementi strutturali. Gli spostamenti massimi rilevati pari a circa 2.9 cm. Lo spostamento si ritiene ammissibile con la corretta funzionalità dell'opera

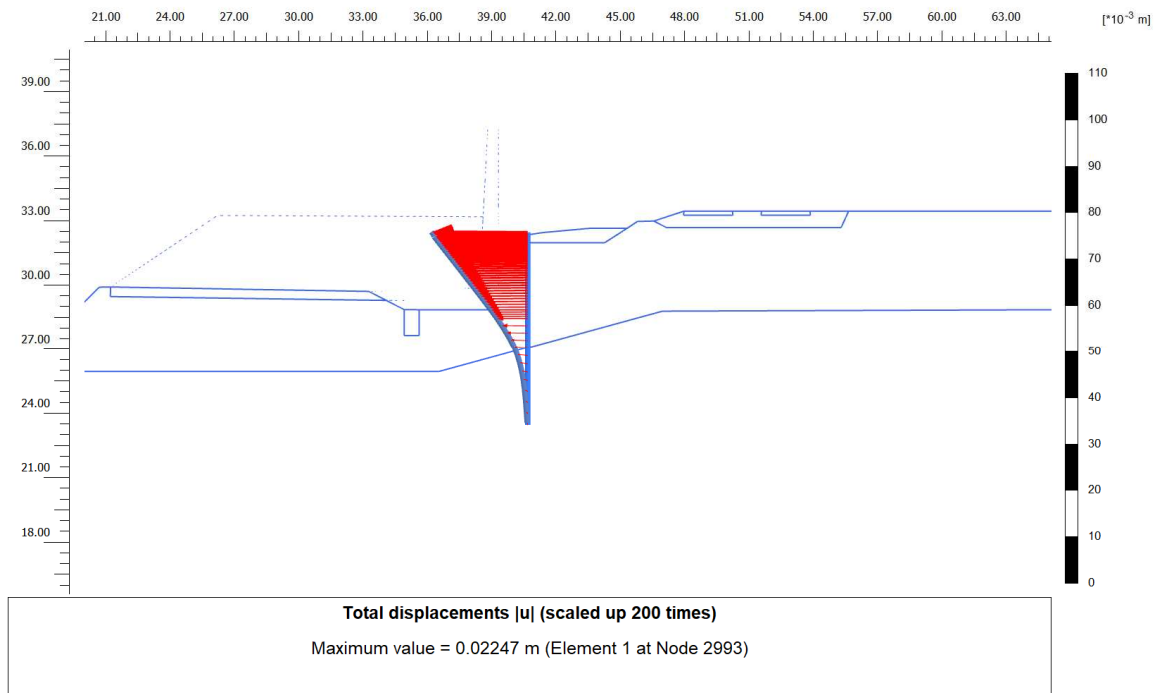


Figura 8. Deformazione allo SLE della palancola metallica

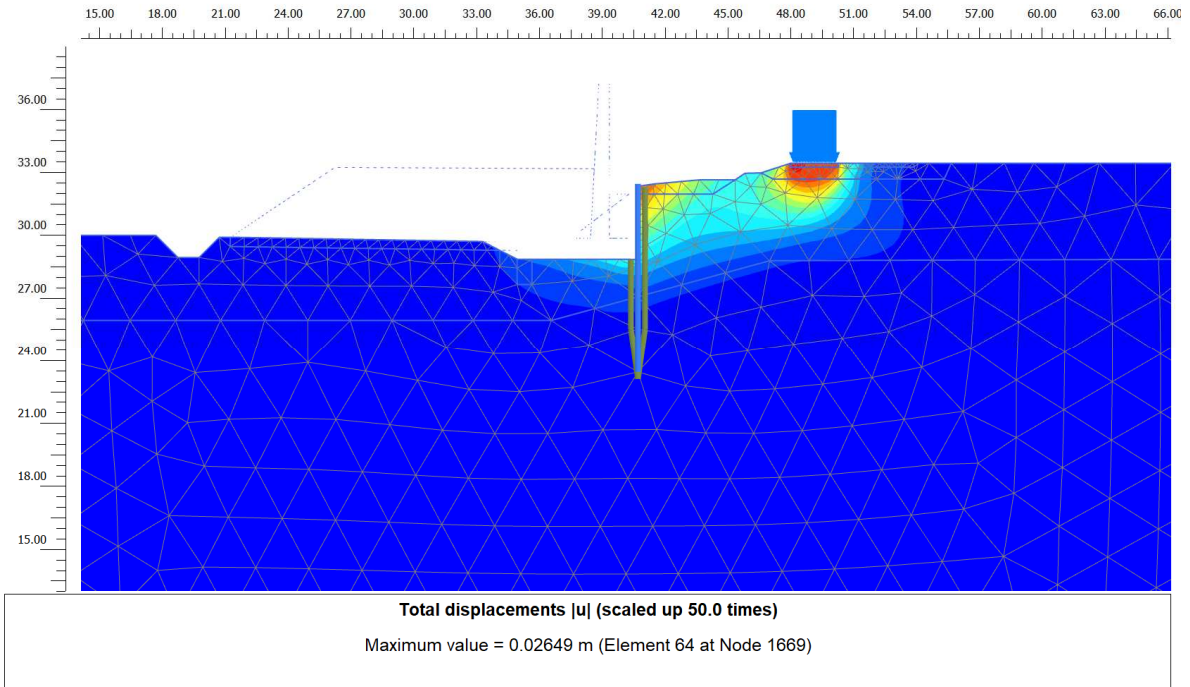


Figura 9.: Spostamenti orizzontali intero modello

6.9.2 SOLLECITAZIONI SU ELEMENTI STRUTTURALI

In accordo con la normativa vigente, le verifiche degli elementi strutturali sono condotte agli SLU, combinazione STR (A1+M1+R1), verificando che le sollecitazioni ricavate dalle analisi allo SLE rare, amplificate per un coefficiente amplificativo di 1.30 risultano inferiori alle resistenze di progetto.

6.9.2.1 Sollecitazioni SLU

Le massime sollecitazioni nella combinazione SLE risultano

$$M = -78.23 \times 1.3 = -101.70 \text{ kNm} \quad \text{Momento massimo palanca SLU}$$

$$T = 37.26 \times 1.3 = 48.430 \text{ kN} \quad \text{Taglio massimo palanca SLU}$$

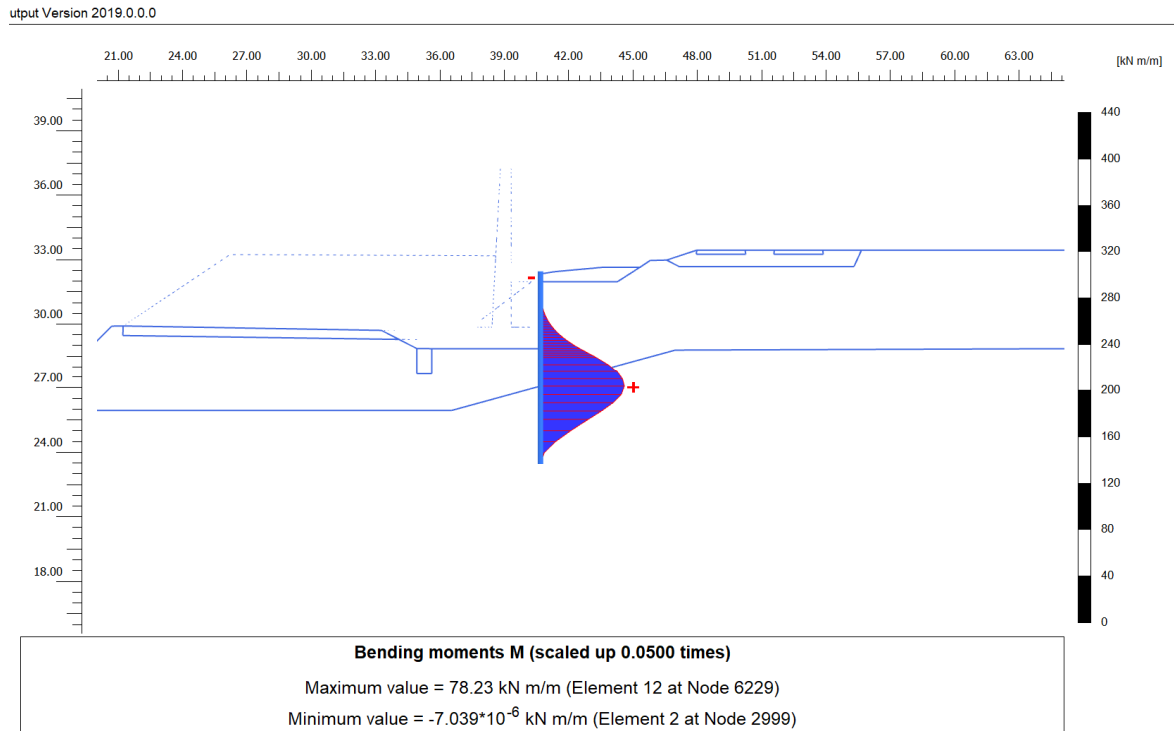


Figura 10.: Momento SLU Palanca

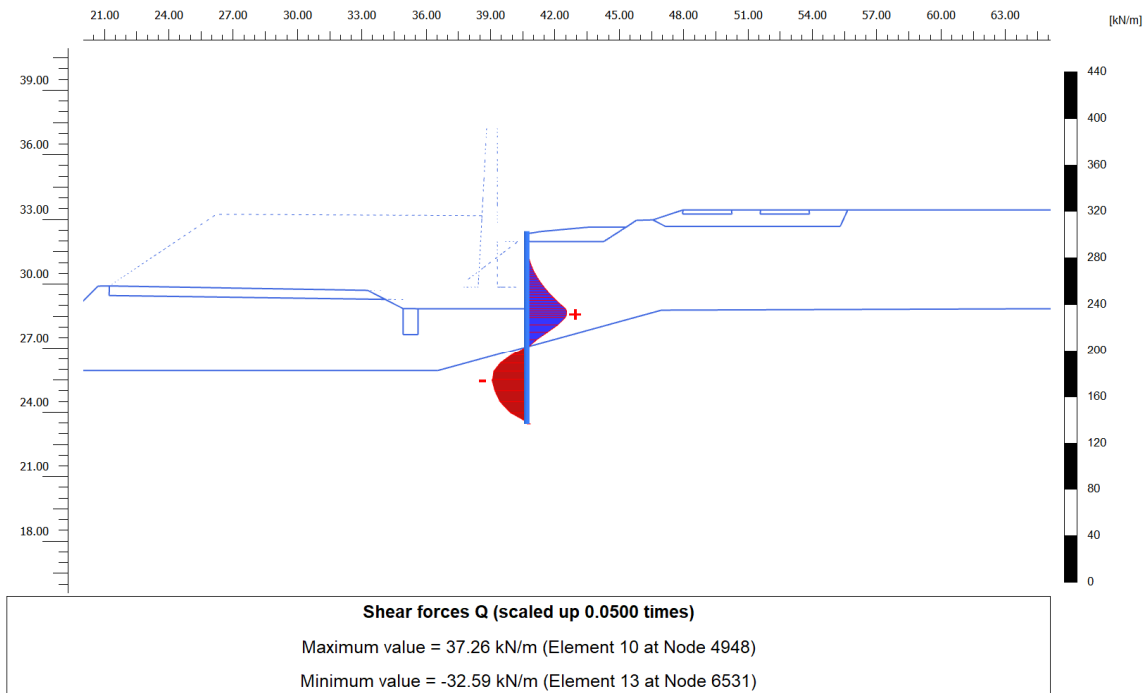


Figura 11.: Taglio SLU Palancola

6.10 VERIFICHE DI RESISTENZA

Di seguito si riporta la verifica della sezione della palancola.

Considerando un Momento $M = 101.70$ kNm/m e per una palancola tipo PU18 è attribuibile un Modulo di Resistenza Elastico (W): = 1055 cm³/m, si ottiene una $\sigma = 96.39$ MPa.

Da cui considerando la palancola di acciaio S355 si ha $f_{yk} = 355/1.05 = 338$ MPa.

Per cui la verifica è soddisfatta essendo $96.39 < 338$ MPa.

6.11 VERIFICA DI STABILITA' LOCALE

L'analisi di stabilità dell'insieme terreno-opera è stata effettuata secondo l'approccio 1, combinazione 2: A2+M2+R2. In particolare in Plaxis deve risultare $FS = \text{resistenza disponibile}/\text{resistenza a rottura} = \text{valore di } \Sigma Msf \text{ a rottura}$, cioè pari a $1.25 \times 1.1 = 1.375$.

Dalle analisi e come riportato nella figura 17, il fattore di sicurezza desunto risulta $1.40 > 1.375$.

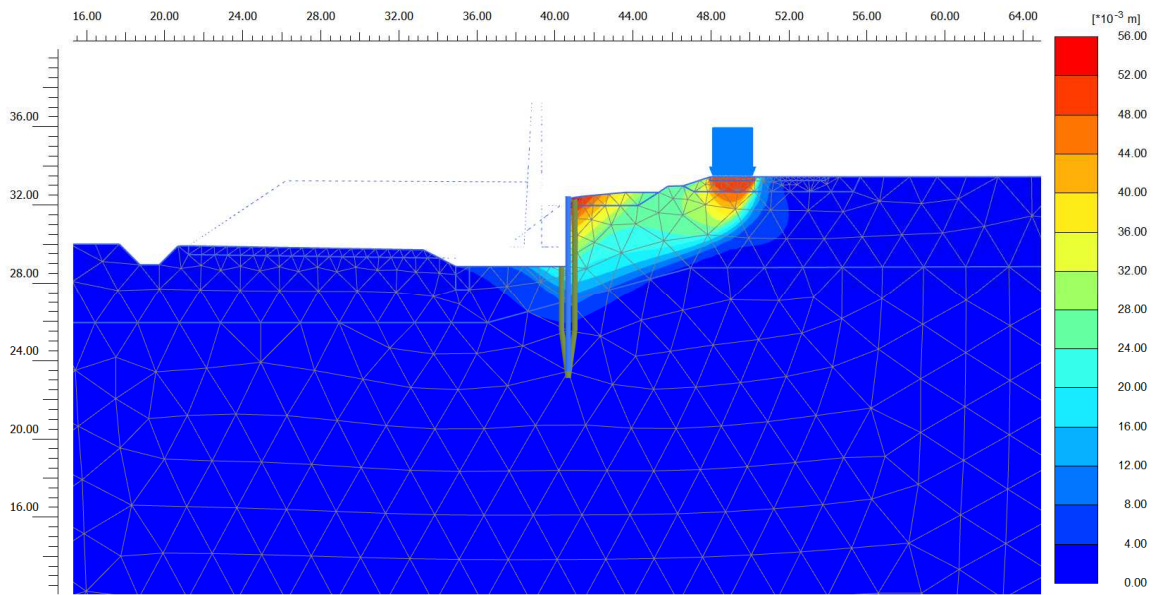


Figura 12.: Verifica di stabilità locale

6.12 VERIFICA DEFORMAZIONI INDOTTE DALL'URTO

In questa fase si è simulato le deformazioni indotte da un veicolo in svio sul muro antideragliament. Come appare evidente gli effetti sono assolutamente trascurabili e poco significativi

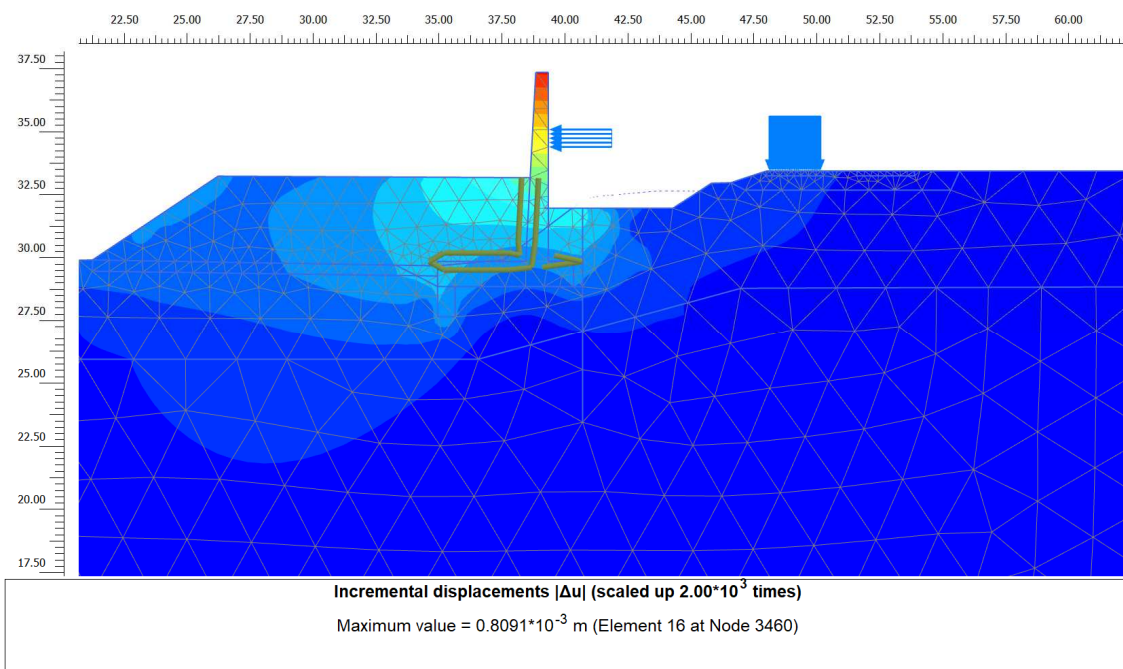




Figura 13.: Deformazioni indotte dal veicolo in svio

7 FASCICOLO DEI CALCOLI

PLAXIS Report

[Click here](#) and press F9 key for TOC

1.1.1.1.1 Materials - Soil and interfaces - Mohr-Coulomb


Identification		ballast	Rilevato stradale
Identification number		1	6
Drainage type		Drained	Drained
Colour			
Comments			
Y _{unsat}	kN/m ³	19.00	20.00
Y _{sat}	kN/m ³	19.00	20.00
Dilatancy cut-off		No	No
e _{init}		0.5000	0.5000
e _{min}		0.000	0.000
e _{max}		999.0	999.0
Rayleigh α		0.000	0.000
Rayleigh β		0.000	0.000
E	kN/m ²	50.00E3	50.00E3
ν (nu)		0.3000	0.3000
G	kN/m ²	19.23E3	19.23E3
E _{oed}	kN/m ²	67.31E3	67.31E3
C _{ref}	kN/m ²	1.000	1.000

Identification		ballast	Rilevato stradale
ϕ (phi)	°	45.00	38.00
ψ (psi)	°	0.000	0.000
V_s	m/s	99.65	97.12
V_p	m/s	186.4	181.7
Set to default values		Yes	Yes
E_{inc}	kN/m ² /m	0.000	0.000
γ_{ref}	m	0.000	0.000
C_{inc}	kN/m ² /m	0.000	0.000
γ_{ref}	m	0.000	0.000
Tension cut-off		Yes	Yes
Tensile strength	kN/m ²	0.000	0.000
Undrained behaviour		Standard	Standard
Skempton-B		0.9783	0.9783
ν_u		0.4950	0.4950
$K_{w,ref} / n$	kN/m ²	1.875E6	1.875E6
Stiffness		Standard	Standard
Strength		Rigid	Manual
R_{inter}		1.000	0.6700
Consider gap closure		Yes	Yes

Identification		ballast	Rilevato stradale
$\bar{\theta}_{inter}$		0.000	0.000
Cross permeability		Impermeable	Impermeable
Drainage conductivity, dk	m ³ /day/m	0.000	0.000
R	m ² K/kW	0.000	0.000
K ₀ determination		Automatic	Automatic
K _{0,x} = K _{0,z}		Yes	Yes
K _{0,x}		0.2929	0.3843
K _{0,z}		0.2929	0.3843
OCR		1.000	1.000
POP	kN/m ²	0.000	0.000
Data set		Standard	Standard
Type		Coarse	Coarse
< 2 μm	%	10.00	10.00
2 μm - 50 μm	%	13.00	13.00
50 μm - 2 mm	%	77.00	77.00
Use defaults		None	None
k _x	m/day	0.000	0.000
k _y	m/day	0.000	0.000
-Ψ _{unsat}	m	10.00E3	10.00E3

Identification		ballast	Rilevato stradale
e_{init}		0.5000	0.5000
S_s	1/m	0.000	0.000
C_k		1000E12	1000E12
C_s	kJ/t/K	0.000	0.000
λ_s	kW/m/K	0.000	0.000
ρ_s	t/m ³	0.000	0.000
Solid thermal expansion		Volumetric	Volumetric
α_s	1/K	0.000	0.000
D_v	m ² /day	0.000	0.000
f_{Tv}		0.000	0.000
Unfrozen water content		None	None

1.1.1.1.2 Materials - Soil and interfaces - Linear elastic




Identification		CLS
Identification number		2
Drainage type		Drained
Colour		
Comments		
γ_{unsat}	kN/m ³	25.00
γ_{sat}	kN/m ³	25.00
Dilatancy cut-off		No
ϵ_{init}		0.5000
ϵ_{min}		0.000
ϵ_{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 /day/m
R	m ² K/kW	0.000
K_0 determination		Automatic
$K_{0,x} = K_{0,z}$		Yes
$K_{0,x}$		0.5000

Identification		CLS
$K_{0,z}$		0.5000
OCR		1.000
POP	kN/m ²	0.000
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/day	0.000
k_y	m/day	0.000
$-\psi_{\text{unsat}}$	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

Identification		CLS
α_s	1/K	0.000
D_v	m^2/day	0.000
f_{Tv}		0.000
Unfrozen water content		None

1.1.1.1.3 Materials - Soil and interfaces - Hardening soil


Identification		Riporto	LS	DC
Identification number		3	4	5
Drainage type		Drained	Drained	Drained
Colour				
Comments				
γ_{unsat}	kN/m ³	19.00	19.50	19.50
γ_{sat}	kN/m ³	19.00	19.50	19.50
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_{50}^{ref}	kN/m ²	20.00E3	45.00E3	35.00E3
E_{oed}^{ref}	kN/m ²	20.00E3	45.00E3	35.00E3
E_{ur}^{ref}	kN/m ²	60.00E3	135.0E3	105.0E3
power (m)		1.000	1.000	0.5000
Use alternatives		No	No	No

Identification		Riporto	LS	DC
C _c		0.01725	7.667E-3	9.857E-3
C _s		5.175E-3	2.300E-3	2.957E-3
e _{init}		0.5000	0.5000	0.5000
C _{ref}	kN/m ²	0	5.000	15.00
φ (phi)	°	30.00	32.00	20.00
ψ (psi)	°	0.000	0.000	0.000
Set to default values		Yes	Yes	Yes
V _{ur}		0.2000	0.2000	0.2000
p _{ref}	kN/m ²	100.0	100.0	100.0
K ₀ ^{nc}		0.5000	0.4701	0.6580
C _{inc}	kN/m ² /m	0.000	0.000	0.000
γ _{ref}	m	0.000	0.000	0.000
R _f		0.9000	0.9000	0.9000
Tension cut-off		Yes	Yes	Yes
Tensile strength	kN/m ²	0.000	0.000	0.000
Undrained behaviour		Standard	Standard	Standard
Skempton-B		0.9866	0.9866	0.9866
V _u		0.4950	0.4950	0.4950
K _{w,ref} / n	kN/m ²	2.458E6	5.531E6	4.302E6

Identification		Riporto	LS	DC
Stiffness		Standard	Standard	Standard
Strength		Manual	Rigid	Manual
R_{inter}		0.6700	1.000	0.6700
Consider gap closure		Yes	Yes	Yes
$\bar{\delta}_{inter}$		0.000	0.000	0.000
Cross permeability		Impermeable	Impermeable	Impermeable
Drainage conductivity, dk	m ³ /day/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
$K_{0,x}$		0.5000	0.4701	0.6580
$K_{0,z}$		0.5000	0.4701	0.6580
OCR		1.000	1.000	1.000
POP	kN/m ²	0.000	0.000	0.000
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

Identification		Riporto	LS	DC
Use defaults		None	None	None
k_x	m/day	0.8640	0.000	0.8640
k_y	m/day	0.8640	0.000	0.8640
$-\psi_{\text{unsat}}$	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
α_s	1/K	0.000	0.000	0.000
D_v	m ² /day	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	palancola PU 18		
Identification number			1
Comments			
Colour			
Material type			Elastic
Isotropic			Yes
EA ₁	kN/m		3.423E6
EA ₂	kN/m		3.423E6
EI	kN m ² /m		81.16E3
d	m		0.5334
w	kN/m/m		0.000
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		palancola PU 18
ρ	t/m^3	0.000
α	1/K	0.000

3.1.1.1.1.1 Calculation results, Plate, palancola [Phase_4] (4/49), Table of phase displacements

Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	Pu _x [m]	Pu _y [m]	Pu [m]
Plate_1_1	2993	1	40.700	32.450	N/A	N/A	N/A
Element 1-1 (Plate)	2994	2	40.700	32.409	N/A	N/A	N/A
(palancola PU 18)	2995	3	40.700	32.367	N/A	N/A	N/A
	2996	4	40.700	32.326	N/A	N/A	N/A
	3000	5	40.700	32.284	N/A	N/A	N/A
Plate_1_2	3000	1	40.700	32.284	N/A	N/A	N/A
Element 2-2 (Plate)	2999	2	40.700	32.205	N/A	N/A	N/A
(palancola PU 18)	2998	3	40.700	32.125	N/A	N/A	N/A
	2997	4	40.700	32.046	N/A	N/A	N/A
	3031	5	40.700	31.966	N/A	N/A	N/A
Plate_1_3	3031	1	40.700	31.966	N/A	N/A	N/A
Element 3-3 (Plate)	3034	2	40.700	31.874	N/A	N/A	N/A
(palancola PU 18)	3033	3	40.700	31.781	N/A	N/A	N/A
	3032	4	40.700	31.689	N/A	N/A	N/A
	3071	5	40.700	31.596	N/A	N/A	N/A
Plate_1_3	3071	1	40.700	31.596	N/A	N/A	N/A

Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	Pu_x [m]	Pu_y [m]	 Pu [m]
Element 3-4 (Plate)	3074	2	40.700	31.498	N/A	N/A	N/A
(palancola PU 18)	3073	3	40.700	31.400	N/A	N/A	N/A
	3072	4	40.700	31.301	N/A	N/A	N/A
	3085	5	40.700	31.203	N/A	N/A	N/A
Plate\1\3	3085	1	40.700	31.203	N/A	N/A	N/A
Element 3-5 (Plate)	3086	2	40.700	31.099	N/A	N/A	N/A
(palancola PU 18)	3087	3	40.700	30.995	N/A	N/A	N/A
	3088	4	40.700	30.891	N/A	N/A	N/A
	3199	5	40.700	30.787	N/A	N/A	N/A
Plate\1\3	3199	1	40.700	30.787	N/A	N/A	N/A
Element 3-6 (Plate)	3200	2	40.700	30.676	N/A	N/A	N/A
(palancola PU 18)	3201	3	40.700	30.566	N/A	N/A	N/A
	3202	4	40.700	30.455	N/A	N/A	N/A
	3290	5	40.700	30.345	N/A	N/A	N/A
Plate\1\3	3290	1	40.700	30.345	N/A	N/A	N/A
Element 3-7 (Plate)	3291	2	40.700	30.227	N/A	N/A	N/A
(palancola PU 18)	3292	3	40.700	30.110	N/A	N/A	N/A
	3293	4	40.700	29.993	N/A	N/A	N/A
	3614	5	40.700	29.876	N/A	N/A	N/A

Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	Pu _x [m]	Pu _y [m]	Pu [m]
Plate\1\3	3614	1	40.700	29.876	N/A	N/A	N/A
Element 3-8 (Plate)	3617	2	40.700	29.751	N/A	N/A	N/A
(palancola PU 18)	3616	3	40.700	29.627	N/A	N/A	N/A
	3615	4	40.700	29.502	N/A	N/A	N/A
	4446	5	40.700	29.378	N/A	N/A	N/A
Plate\1\3	4446	1	40.700	29.378	N/A	N/A	N/A
Element 3-9 (Plate)	4447	2	40.700	29.246	N/A	N/A	N/A
(palancola PU 18)	4448	3	40.700	29.114	N/A	N/A	N/A
	4449	4	40.700	28.982	N/A	N/A	N/A
	4946	5	40.700	28.850	N/A	N/A	N/A
Plate\1\4	4946	1	40.700	28.850	N/A	N/A	N/A
Element 4-10 (Plate)	4947	2	40.700	28.750	N/A	N/A	N/A
(palancola PU 18)	4948	3	40.700	28.650	N/A	N/A	N/A
	4949	4	40.700	28.550	N/A	N/A	N/A
	5571	5	40.700	28.451	N/A	N/A	N/A
Plate\1\4	5571	1	40.700	28.451	N/A	N/A	N/A
Element 4-11 (Plate)	5572	2	40.700	28.106	N/A	N/A	N/A
(palancola PU 18)	5573	3	40.700	27.761	N/A	N/A	N/A
	5574	4	40.700	27.416	N/A	N/A	N/A

Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	Pu _x [m]	Pu _y [m]	Pu [m]
	6229	5	40.700	27.072	N/A	N/A	N/A
Plate\1\5	6229	1	40.700	27.072	N/A	N/A	N/A
Element 5-12 (Plate)	6232	2	40.700	26.685	N/A	N/A	N/A
(palancola PU 18)	6231	3	40.700	26.298	N/A	N/A	N/A
	6230	4	40.700	25.911	N/A	N/A	N/A
	6531	5	40.700	25.525	N/A	N/A	N/A
Plate\1\5	6531	1	40.700	25.525	N/A	N/A	N/A
Element 5-13 (Plate)	6532	2	40.700	25.006	N/A	N/A	N/A
(palancola PU 18)	6533	3	40.700	24.487	N/A	N/A	N/A
	6534	4	40.700	23.969	N/A	N/A	N/A
	6535	5	40.700	23.450	N/A	N/A	N/A

3.1.1.1.1.2 Calculation results, Plate, Globale [Phase_5] (5/145), Table of phase displacements

Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	Pu _x [m]	Pu _y [m]	Pu [m]
Plate_1_1	2993	1	40.700	32.450	N/A	N/A	N/A
Element 1-1 (Plate)	2994	2	40.700	32.409	N/A	N/A	N/A
(palancola PU 18)	2995	3	40.700	32.367	N/A	N/A	N/A
	2996	4	40.700	32.326	N/A	N/A	N/A
	3000	5	40.700	32.284	N/A	N/A	N/A
Plate_1_2	3000	1	40.700	32.284	N/A	N/A	N/A
Element 2-2 (Plate)	2999	2	40.700	32.205	N/A	N/A	N/A
(palancola PU 18)	2998	3	40.700	32.125	N/A	N/A	N/A
	2997	4	40.700	32.046	N/A	N/A	N/A
	3031	5	40.700	31.966	N/A	N/A	N/A
Plate_1_3	3031	1	40.700	31.966	N/A	N/A	N/A
Element 3-3 (Plate)	3034	2	40.700	31.874	N/A	N/A	N/A
(palancola PU 18)	3033	3	40.700	31.781	N/A	N/A	N/A
	3032	4	40.700	31.689	N/A	N/A	N/A
	3071	5	40.700	31.596	N/A	N/A	N/A
Plate_1_3	3071	1	40.700	31.596	N/A	N/A	N/A

Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	Pu_x [m]	Pu_y [m]	 Pu [m]
Element 3-4 (Plate)	3074	2	40.700	31.498	N/A	N/A	N/A
(palancola PU 18)	3073	3	40.700	31.400	N/A	N/A	N/A
	3072	4	40.700	31.301	N/A	N/A	N/A
	3085	5	40.700	31.203	N/A	N/A	N/A
Plate\1\3	3085	1	40.700	31.203	N/A	N/A	N/A
Element 3-5 (Plate)	3086	2	40.700	31.099	N/A	N/A	N/A
(palancola PU 18)	3087	3	40.700	30.995	N/A	N/A	N/A
	3088	4	40.700	30.891	N/A	N/A	N/A
	3199	5	40.700	30.787	N/A	N/A	N/A
Plate\1\3	3199	1	40.700	30.787	N/A	N/A	N/A
Element 3-6 (Plate)	3200	2	40.700	30.676	N/A	N/A	N/A
(palancola PU 18)	3201	3	40.700	30.566	N/A	N/A	N/A
	3202	4	40.700	30.455	N/A	N/A	N/A
	3290	5	40.700	30.345	N/A	N/A	N/A
Plate\1\3	3290	1	40.700	30.345	N/A	N/A	N/A
Element 3-7 (Plate)	3291	2	40.700	30.227	N/A	N/A	N/A
(palancola PU 18)	3292	3	40.700	30.110	N/A	N/A	N/A
	3293	4	40.700	29.993	N/A	N/A	N/A
	3614	5	40.700	29.876	N/A	N/A	N/A

Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	Pu _x [m]	Pu _y [m]	Pu [m]
Plate\1\3	3614	1	40.700	29.876	N/A	N/A	N/A
Element 3-8 (Plate)	3617	2	40.700	29.751	N/A	N/A	N/A
(palancola PU 18)	3616	3	40.700	29.627	N/A	N/A	N/A
	3615	4	40.700	29.502	N/A	N/A	N/A
	4446	5	40.700	29.378	N/A	N/A	N/A
Plate\1\3	4446	1	40.700	29.378	N/A	N/A	N/A
Element 3-9 (Plate)	4447	2	40.700	29.246	N/A	N/A	N/A
(palancola PU 18)	4448	3	40.700	29.114	N/A	N/A	N/A
	4449	4	40.700	28.982	N/A	N/A	N/A
	4946	5	40.700	28.850	N/A	N/A	N/A
Plate\1\4	4946	1	40.700	28.850	N/A	N/A	N/A
Element 4-10 (Plate)	4947	2	40.700	28.750	N/A	N/A	N/A
(palancola PU 18)	4948	3	40.700	28.650	N/A	N/A	N/A
	4949	4	40.700	28.550	N/A	N/A	N/A
	5571	5	40.700	28.451	N/A	N/A	N/A
Plate\1\4	5571	1	40.700	28.451	N/A	N/A	N/A
Element 4-11 (Plate)	5572	2	40.700	28.106	N/A	N/A	N/A
(palancola PU 18)	5573	3	40.700	27.761	N/A	N/A	N/A
	5574	4	40.700	27.416	N/A	N/A	N/A

Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	Pu _x [m]	Pu _y [m]	Pu [m]
	6229	5	40.700	27.072	N/A	N/A	N/A
Plate_1_5	6229	1	40.700	27.072	N/A	N/A	N/A
Element 5-12 (Plate)	6232	2	40.700	26.685	N/A	N/A	N/A
(palancola PU 18)	6231	3	40.700	26.298	N/A	N/A	N/A
	6230	4	40.700	25.911	N/A	N/A	N/A
	6531	5	40.700	25.525	N/A	N/A	N/A
Plate_1_5	6531	1	40.700	25.525	N/A	N/A	N/A
Element 5-13 (Plate)	6532	2	40.700	25.006	N/A	N/A	N/A
(palancola PU 18)	6533	3	40.700	24.487	N/A	N/A	N/A
	6534	4	40.700	23.969	N/A	N/A	N/A
	6535	5	40.700	23.450	N/A	N/A	N/A

3.1.1.2.1.1 Calculation results, Plate, palancola [Phase_4] (4/49), Table of total displacements

Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	u_x [10^{-3} m]	u_y [10^{-3} m]	$ u $ [10^{-3} m]
Plate\1\1	2993	1	40.700	32.450	-2.327	-0.917	2.501
Element 1-1 (Plate)	2994	2	40.700	32.409	-2.317	-0.917	2.492
(palancola PU 18)	2995	3	40.700	32.367	-2.307	-0.917	2.483
	2996	4	40.700	32.326	-2.297	-0.917	2.474
	3000	5	40.700	32.284	-2.273	-1.218	2.579
Plate\1\2	3000	1	40.700	32.284	-2.273	-1.218	2.579
Element 2-2 (Plate)	2999	2	40.700	32.205	-2.262	-1.217	2.569
(palancola PU 18)	2998	3	40.700	32.125	-2.248	-1.214	2.555
	2997	4	40.700	32.046	-2.232	-1.210	2.539
	3031	5	40.700	31.966	-2.215	-1.206	2.522
Plate\1\3	3031	1	40.700	31.966	-2.215	-1.206	2.522
Element 3-3 (Plate)	3034	2	40.700	31.874	-2.194	-1.202	2.502
(palancola PU 18)	3033	3	40.700	31.781	-2.172	-1.197	2.481
	3032	4	40.700	31.689	-2.149	-1.193	2.458
	3071	5	40.700	31.596	-2.125	-1.189	2.435
Plate\1\3	3071	1	40.700	31.596	-2.125	-1.189	2.435

Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	u_x [10^{-3} m]	u_y [10^{-3} m]	$ u $ [10^{-3} m]
Element 3-4 (Plate)	3074	2	40.700	31.498	-2.100	-1.185	2.411
(palancola PU 18)	3073	3	40.700	31.400	-2.075	-1.182	2.388
	3072	4	40.700	31.301	-2.050	-1.179	2.365
	3085	5	40.700	31.203	-2.025	-1.177	2.342
Plate\1\3	3085	1	40.700	31.203	-2.025	-1.177	2.342
Element 3-5 (Plate)	3086	2	40.700	31.099	-1.998	-1.175	2.318
(palancola PU 18)	3087	3	40.700	30.995	-1.973	-1.173	2.295
	3088	4	40.700	30.891	-1.947	-1.172	2.272
	3199	5	40.700	30.787	-1.922	-1.171	2.251
Plate\1\3	3199	1	40.700	30.787	-1.922	-1.171	2.251
Element 3-6 (Plate)	3200	2	40.700	30.676	-1.896	-1.170	2.228
(palancola PU 18)	3201	3	40.700	30.566	-1.871	-1.169	2.206
	3202	4	40.700	30.455	-1.845	-1.169	2.184
	3290	5	40.700	30.345	-1.820	-1.168	2.163
Plate\1\3	3290	1	40.700	30.345	-1.820	-1.168	2.163
Element 3-7 (Plate)	3291	2	40.700	30.227	-1.793	-1.167	2.139
(palancola PU 18)	3292	3	40.700	30.110	-1.766	-1.165	2.115
	3293	4	40.700	29.993	-1.737	-1.163	2.090
	3614	5	40.700	29.876	-1.708	-1.159	2.064

Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	u_x [10^{-3} m]	u_y [10^{-3} m]	$ u $ [10^{-3} m]
Plate\1\3	3614	1	40.700	29.876	-1.708	-1.159	2.064
Element 3-8 (Plate)	3617	2	40.700	29.751	-1.675	-1.155	2.035
(palancola PU 18)	3616	3	40.700	29.627	-1.641	-1.150	2.004
	3615	4	40.700	29.502	-1.607	-1.144	1.972
	4446	5	40.700	29.378	-1.572	-1.137	1.940
Plate\1\3	4446	1	40.700	29.378	-1.572	-1.137	1.940
Element 3-9 (Plate)	4447	2	40.700	29.246	-1.535	-1.129	1.905
(palancola PU 18)	4448	3	40.700	29.114	-1.498	-1.120	1.870
	4449	4	40.700	28.982	-1.460	-1.109	1.834
	4946	5	40.700	28.850	-1.423	-1.098	1.797
Plate\1\4	4946	1	40.700	28.850	-1.423	-1.098	1.797
Element 4-10 (Plate)	4947	2	40.700	28.750	-1.394	-1.089	1.769
(palancola PU 18)	4948	3	40.700	28.650	-1.365	-1.079	1.740
	4949	4	40.700	28.550	-1.335	-1.069	1.711
	5571	5	40.700	28.451	-1.306	-1.058	1.681
Plate\1\4	5571	1	40.700	28.451	-1.306	-1.058	1.681
Element 4-11 (Plate)	5572	2	40.700	28.106	-1.199	-1.015	1.571
(palancola PU 18)	5573	3	40.700	27.761	-1.085	-0.964	1.451
	5574	4	40.700	27.416	-0.962	-0.905	1.321

Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	u_x [10^{-3} m]	u_y [10^{-3} m]	$ u $ [10^{-3} m]
	6229	5	40.700	27.072	-0.830	-0.838	1.179
Plate\1\5	6229	1	40.700	27.072	-0.830	-0.838	1.179
Element 5-12 (Plate)	6232	2	40.700	26.685	-0.780	-0.814	1.128
(palancola PU 18)	6231	3	40.700	26.298	-0.731	-0.789	1.075
	6230	4	40.700	25.911	-0.683	-0.762	1.023
	6531	5	40.700	25.525	-0.636	-0.735	0.972
Plate\1\5	6531	1	40.700	25.525	-0.636	-0.735	0.972
Element 5-13 (Plate)	6532	2	40.700	25.006	-0.576	-0.698	0.905
(palancola PU 18)	6533	3	40.700	24.487	-0.520	-0.660	0.840
	6534	4	40.700	23.969	-0.467	-0.624	0.779
	6535	5	40.700	23.450	-0.417	-0.588	0.721

3.1.1.2.1.2 Calculation results, Plate, Globale [Phase_5] (5/145), Table of total displacements

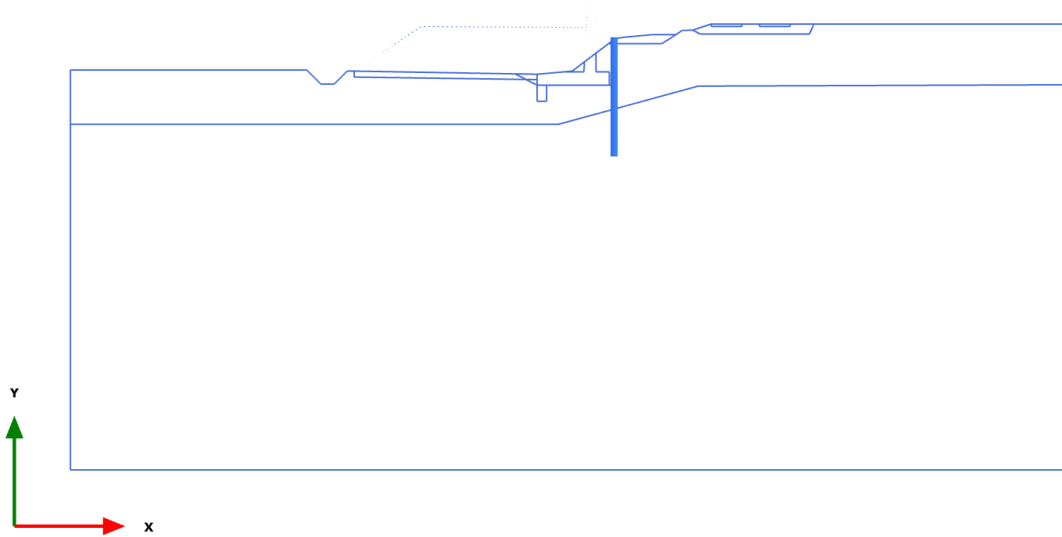
Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	u_x [10^{-3} m]	u_y [10^{-6} m]	$ u $ [10^{-3} m]
Plate\1_1	2993	1	40.700	32.450	-49.054	364.871	49.056
Element 1-1 (Plate)	2994	2	40.700	32.409	-48.727	364.871	48.728
(palancola PU 18)	2995	3	40.700	32.367	-48.400	364.871	48.401
	2996	4	40.700	32.326	-48.072	364.871	48.074
	3000	5	40.700	32.284	-47.731	64.521	47.731
Plate\1_2	3000	1	40.700	32.284	-47.731	64.521	47.731
Element 2-2 (Plate)	2999	2	40.700	32.205	-47.109	65.128	47.109
(palancola PU 18)	2998	3	40.700	32.125	-46.484	68.491	46.484
	2997	4	40.700	32.046	-45.858	72.495	45.858
	3031	5	40.700	31.966	-45.231	76.362	45.231
Plate\1_3	3031	1	40.700	31.966	-45.231	76.362	45.231
Element 3-3 (Plate)	3034	2	40.700	31.874	-44.500	80.730	44.500
(palancola PU 18)	3033	3	40.700	31.781	-43.768	84.998	43.769
	3032	4	40.700	31.689	-43.036	89.246	43.036
	3071	5	40.700	31.596	-42.302	93.461	42.302
Plate\1_3	3071	1	40.700	31.596	-42.302	93.461	42.302

Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	u_x [10^{-3} m]	u_y [10^{-6} m]	u [10^{-3} m]
Element 3-4 (Plate)	3074	2	40.700	31.498	-41.524	97.400	41.524
(palancola PU 18)	3073	3	40.700	31.400	-40.746	100.685	40.746
	3072	4	40.700	31.301	-39.968	103.508	39.968
	3085	5	40.700	31.203	-39.190	105.929	39.190
Plate\1\3	3085	1	40.700	31.203	-39.190	105.929	39.190
Element 3-5 (Plate)	3086	2	40.700	31.099	-38.365	108.093	38.365
(palancola PU 18)	3087	3	40.700	30.995	-37.540	109.828	37.540
	3088	4	40.700	30.891	-36.716	111.181	36.716
	3199	5	40.700	30.787	-35.893	112.224	35.893
Plate\1\3	3199	1	40.700	30.787	-35.893	112.224	35.893
Element 3-6 (Plate)	3200	2	40.700	30.676	-35.021	113.080	35.021
(palancola PU 18)	3201	3	40.700	30.566	-34.149	113.835	34.149
	3202	4	40.700	30.455	-33.278	114.628	33.279
	3290	5	40.700	30.345	-32.409	115.606	32.409
Plate\1\3	3290	1	40.700	30.345	-32.409	115.606	32.409
Element 3-7 (Plate)	3291	2	40.700	30.227	-31.487	117.010	31.487
(palancola PU 18)	3292	3	40.700	30.110	-30.566	118.927	30.566
	3293	4	40.700	29.993	-29.646	121.492	29.646
	3614	5	40.700	29.876	-28.726	124.941	28.727

Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	u_x [10^{-3} m]	u_y [10^{-6} m]	$ u $ [10^{-3} m]
Plate\1\3	3614	1	40.700	29.876	-28.726	124.941	28.727
Element 3-8 (Plate)	3617	2	40.700	29.751	-27.753	129.527	27.753
(palancola PU 18)	3616	3	40.700	29.627	-26.781	135.024	26.781
	3615	4	40.700	29.502	-25.813	141.339	25.813
	4446	5	40.700	29.378	-24.849	148.450	24.849
Plate\1\3	4446	1	40.700	29.378	-24.849	148.450	24.849
Element 3-9 (Plate)	4447	2	40.700	29.246	-23.832	157.051	23.832
(palancola PU 18)	4448	3	40.700	29.114	-22.821	166.744	22.822
	4449	4	40.700	28.982	-21.819	177.493	21.819
	4946	5	40.700	28.850	-20.825	189.259	20.826
Plate\1\4	4946	1	40.700	28.850	-20.825	189.259	20.826
Element 4-10 (Plate)	4947	2	40.700	28.750	-20.079	198.829	20.080
(palancola PU 18)	4948	3	40.700	28.650	-19.340	208.979	19.342
	4949	4	40.700	28.550	-18.608	219.720	18.610
	5571	5	40.700	28.451	-17.884	231.066	17.885
Plate\1\4	5571	1	40.700	28.451	-17.884	231.066	17.885
Element 4-11 (Plate)	5572	2	40.700	28.106	-15.446	275.341	15.448
(palancola PU 18)	5573	3	40.700	27.761	-13.127	327.869	13.132
	5574	4	40.700	27.416	-10.954	388.565	10.961

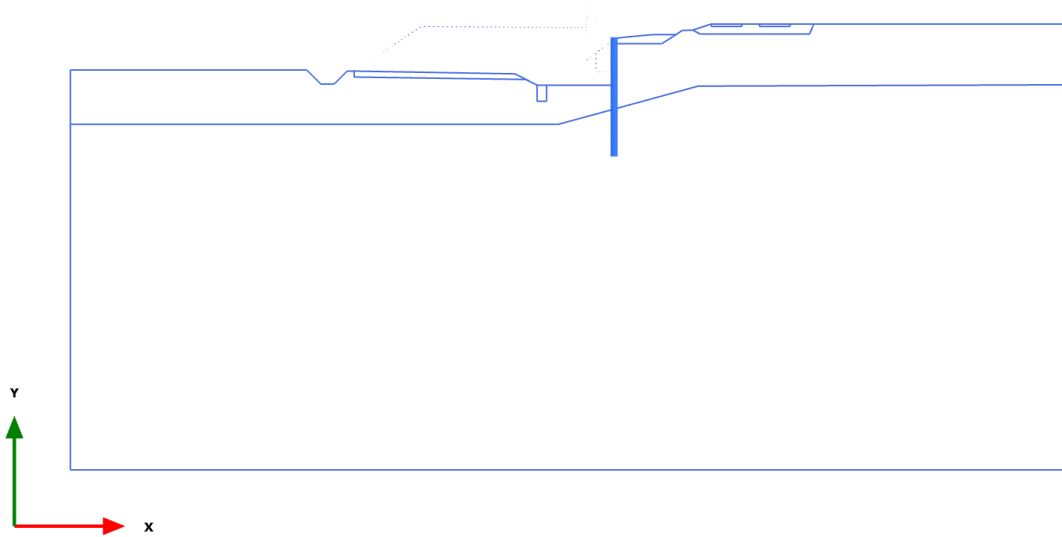
Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	u_x [10^{-3} m]	u_y [10^{-6} m]	$ u $ [10^{-3} m]
	6229	5	40.700	27.072	-8.949	457.241	8.961
Plate_1_5	6229	1	40.700	27.072	-8.949	457.241	8.961
Element 5-12 (Plate)	6232	2	40.700	26.685	-7.036	481.669	7.052
(palancola PU 18)	6231	3	40.700	26.298	-5.387	507.229	5.411
	6230	4	40.700	25.911	-3.999	533.521	4.034
	6531	5	40.700	25.525	-2.849	560.183	2.903
Plate_1_5	6531	1	40.700	25.525	-2.849	560.183	2.903
Element 5-13 (Plate)	6532	2	40.700	25.006	-1.622	596.282	1.728
(palancola PU 18)	6533	3	40.700	24.487	-0.663	632.406	0.916
	6534	4	40.700	23.969	0.142	667.862	0.683
	6535	5	40.700	23.450	0.902	703.309	1.144

3.1.2.1.1 Calculation results, Plate, palanca [Phase_4] (4/49), Connectivity plot



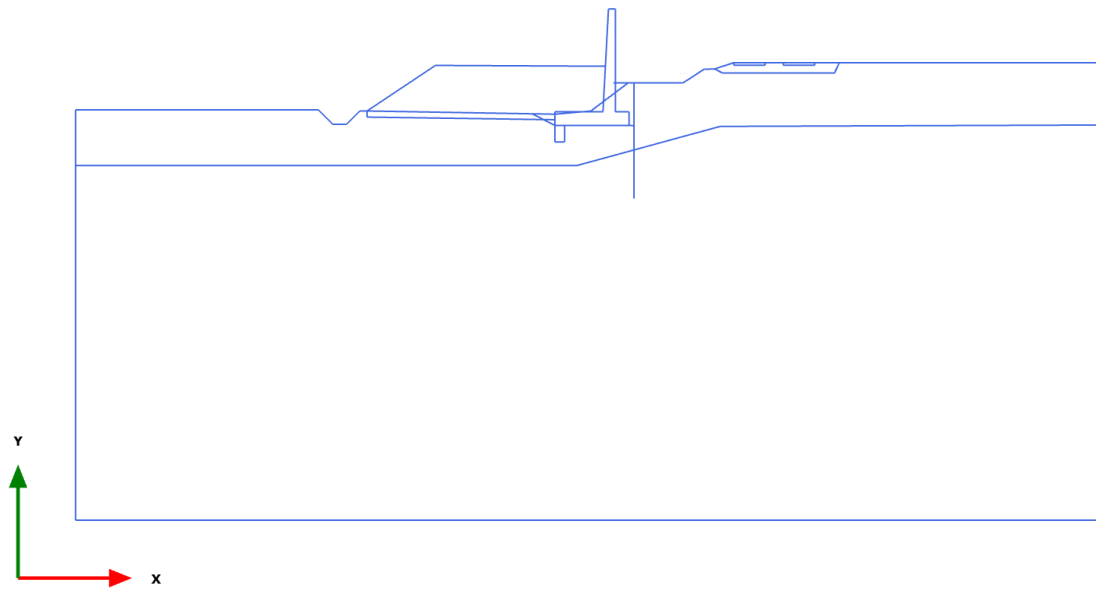
Connectivity plot

3.1.2.1.2 Calculation results, Plate, Globale [Phase_5] (5/145), Connectivity plot



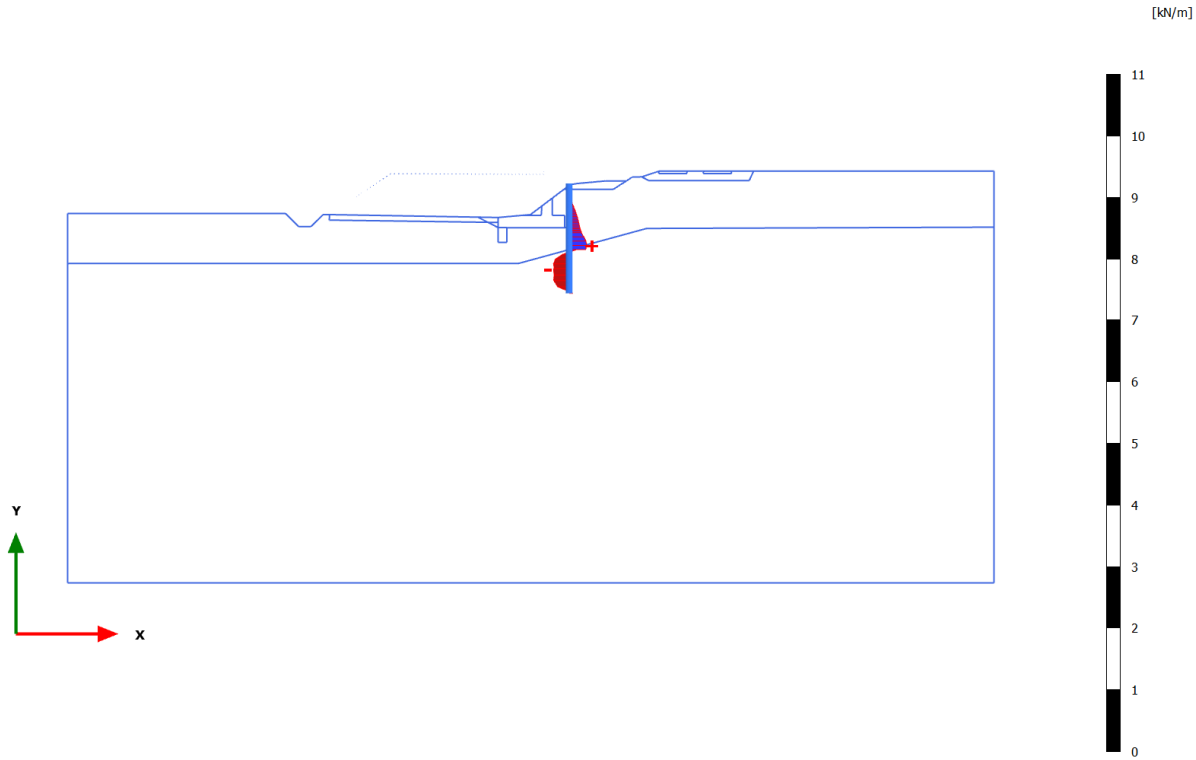
Connectivity plot

3.1.2.1.3 Calculation results, Plate, svio [Phase_6] (6/172), Connectivity plot



Connectivity plot

3.1.3.1.1 Calculation results, Plate, palancola [Phase_4] (4/49), Shear forces Q

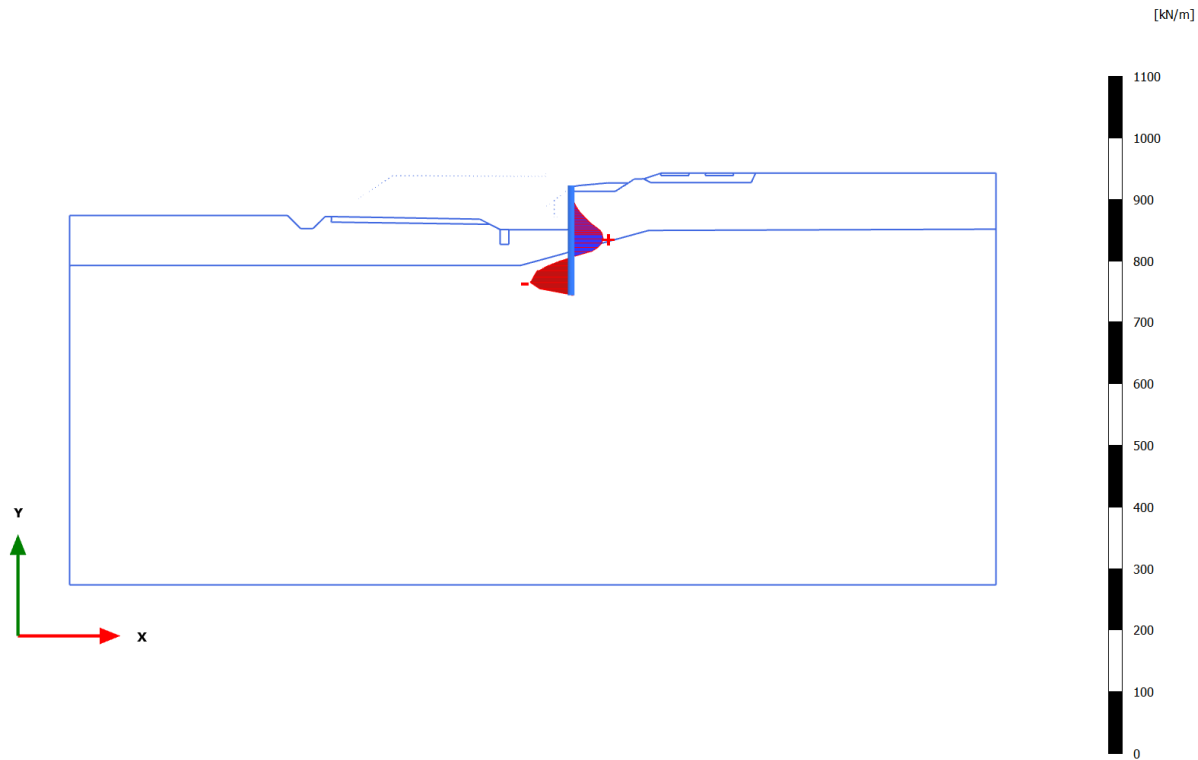


Shear forces Q (scaled up 5.00 times)

Maximum value = 0.2853 kN/m (Element 11 at Node 5574)

Minimum value = -0.2560 kN/m (Element 13 at Node 6531)

3.1.3.1.2 Calculation results, Plate, Globale [Phase_5] (5/145), Shear forces Q

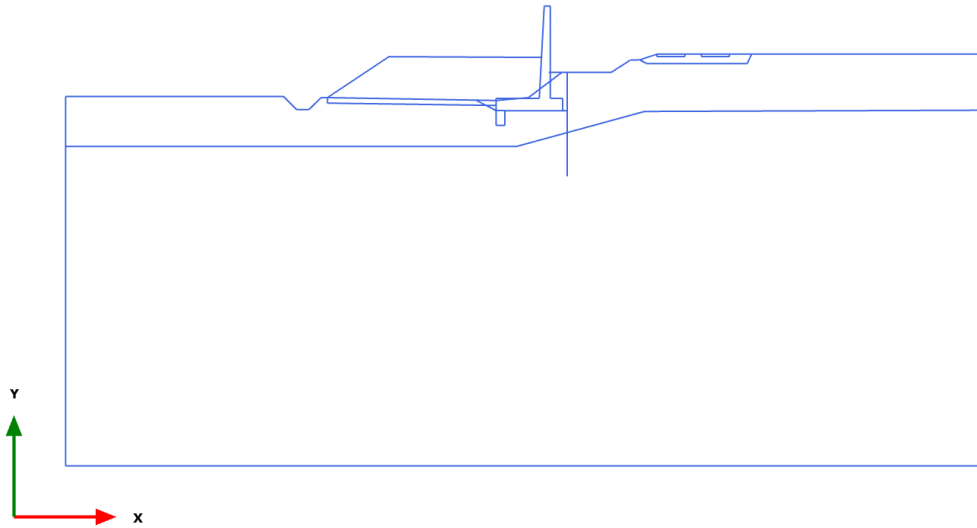


Shear forces Q (scaled up 0.0500 times)

Maximum value = 51.88 kN/m (Element 11 at Node 5572)

Minimum value = -66.53 kN/m (Element 13 at Node 6533)

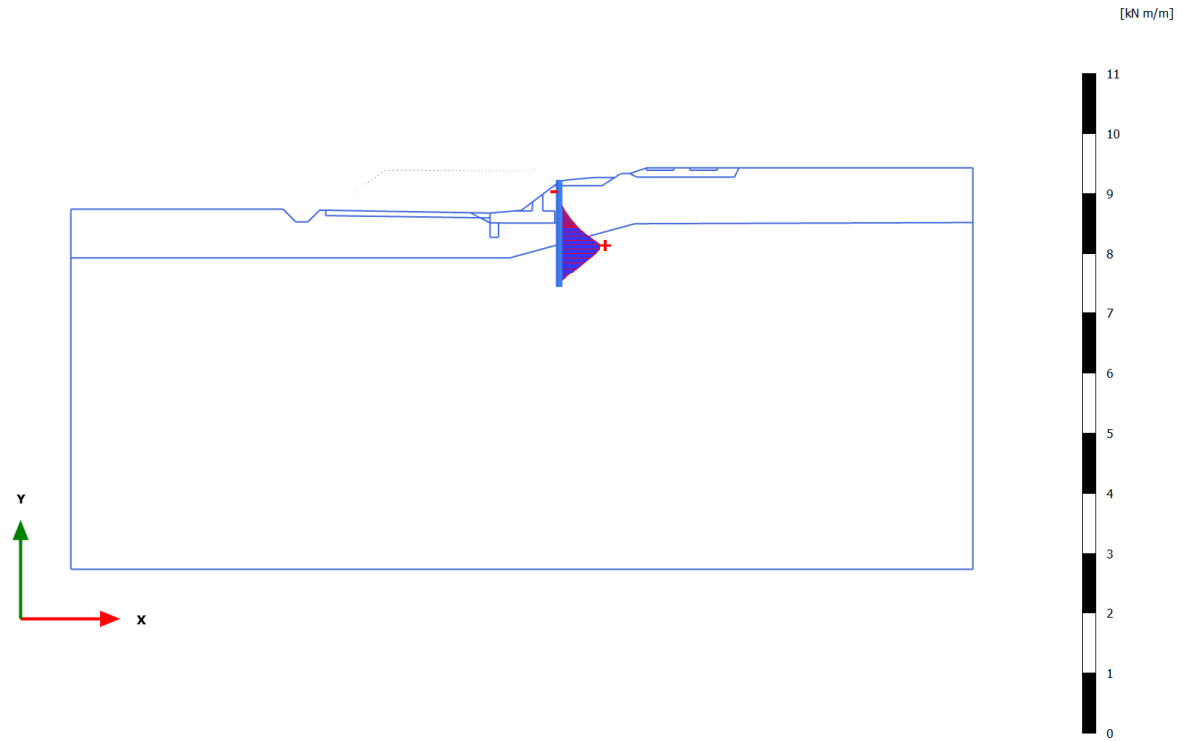
3.1.3.1.3 Calculation results, Plate, svio [Phase_6] (6/172), Shear forces Q



Shear forces Q (scaled up 1.00 times)

No results

3.1.3.2.1 Calculation results, Plate, palanca [Phase_4] (4/49), Bending moments M

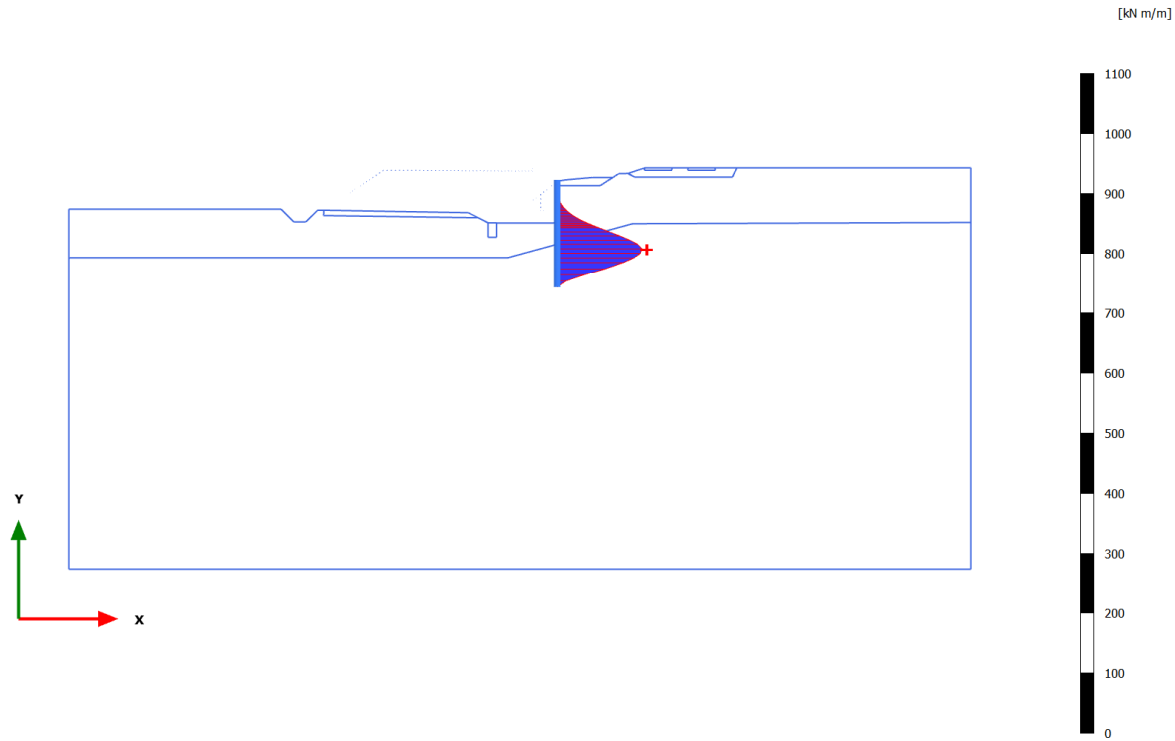


Bending moments M (scaled up 5.00 times)

Maximum value = 0.6787 kN m/m (Element 11 at Node 6229)

Minimum value = $-4.882 \cdot 10^{-3}$ kN m/m (Element 3 at Node 3071)

3.1.3.2.2 Calculation results, Plate, Globale [Phase_5] (5/145), Bending moments M

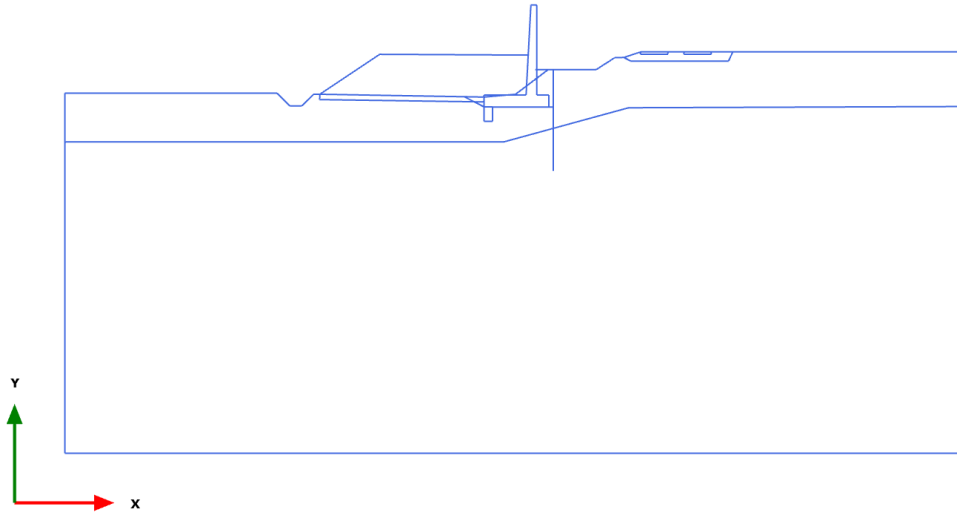


Bending moments M (scaled up 0.0500 times)

Maximum value = 141.2 kN m/m (Element 12 at Node 6232)

Minimum value = $-0.2082 \cdot 10^{-12}$ kN m/m (Element 1 at Node 3000)

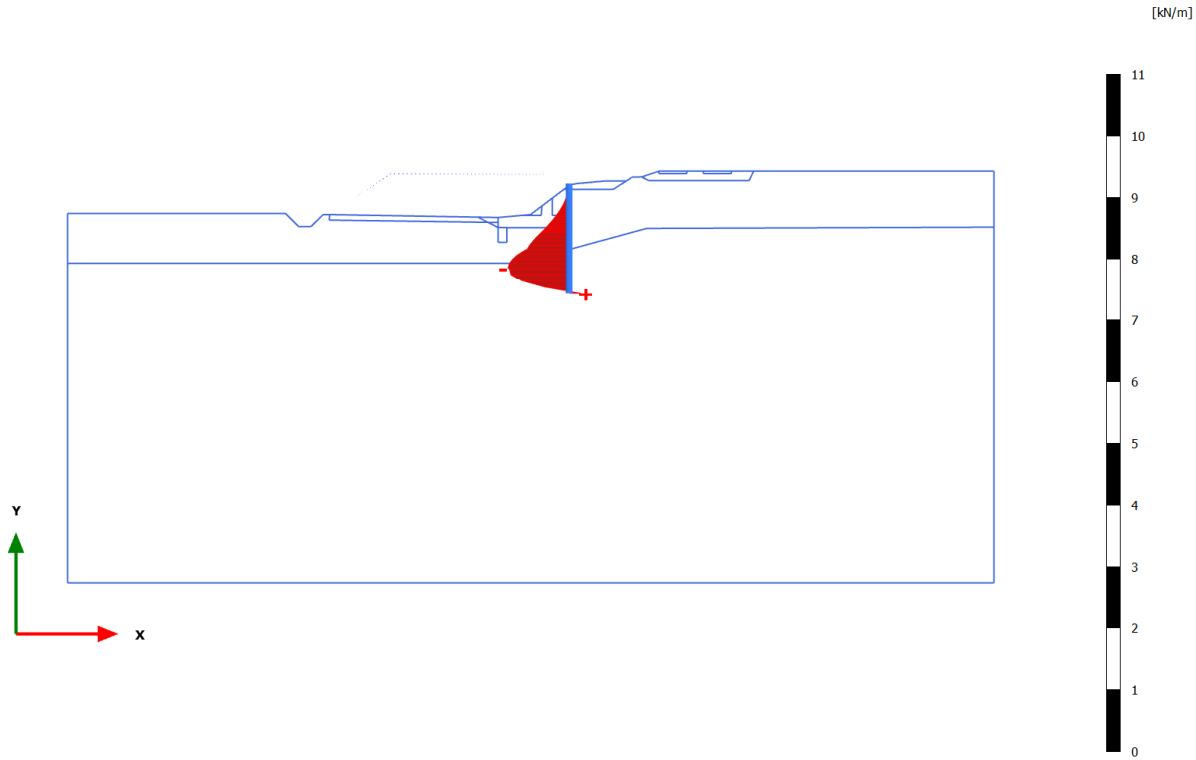
3.1.3.2.3 Calculation results, Plate, svio [Phase_6] (6/172), Bending moments M



Bending moments M (scaled up 1.00 times)

No results

3.1.3.3.1 Calculation results, Plate, palancola [Phase_4] (4/49), Axial forces N

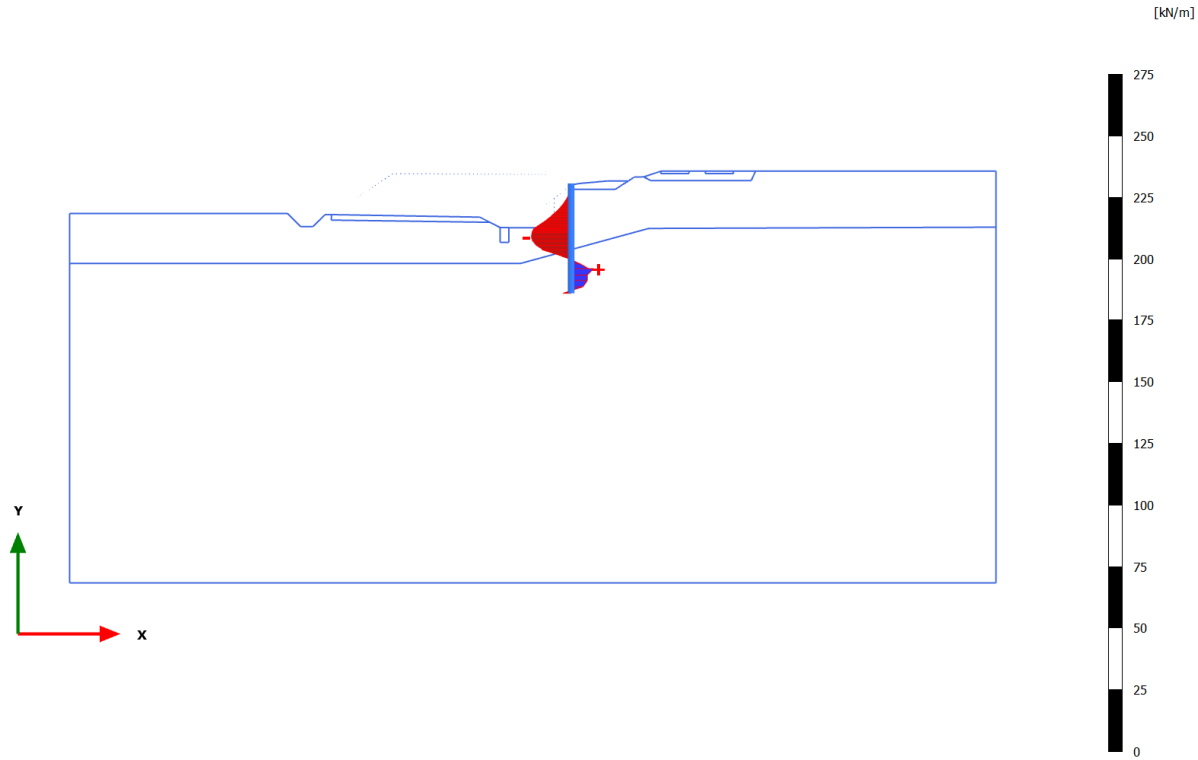


Axial forces N (scaled up 5.00 times)

Maximum value = 0.1859 kN/m (Element 13 at Node 6535)

Minimum value = -0.9942 kN/m (Element 12 at Node 6531)

3.1.3.3.2 Calculation results, Plate, Globale [Phase_5] (5/145), Axial forces N

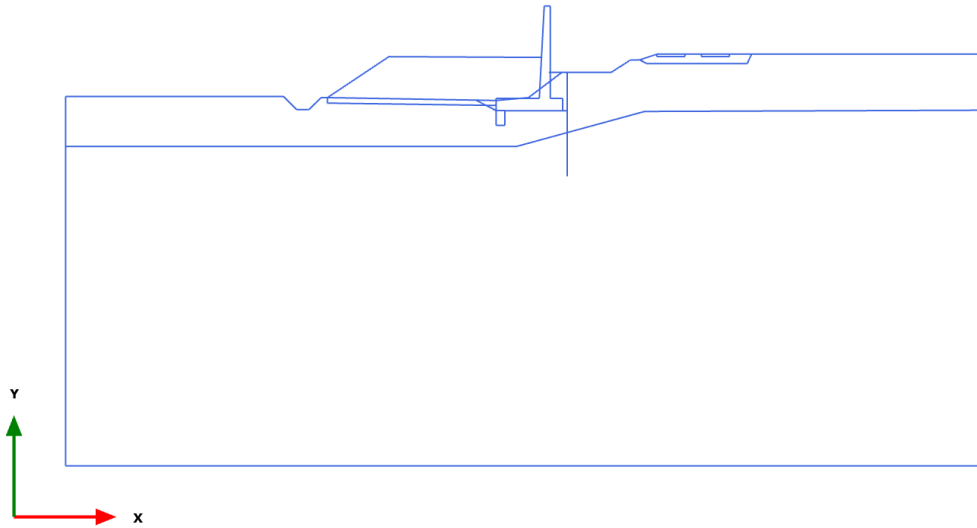


Axial forces N (scaled up 0.200 times)

Maximum value = 9.185 kN/m (Element 13 at Node 6531)

Minimum value = -16.19 kN/m (Element 11 at Node 5572)

3.1.3.3.3 Calculation results, Plate, svio [Phase_6] (6/172), Axial forces N



Axial forces N (scaled up 1.00 times)

No results

3.1.3.4.1 Calculation results, Plate, palanca [Phase_4] (4/49), Table of plate force envelopes

Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	N [10^3 kN/m]	N _{min} [kN/m]	N _{max} [kN/m]	Q [10^3 kN/m]	Q _{min} [kN/m]	Q _{max} [kN/m]	M [10^3 kN m/m]	M _{min} [kN m/m]	M _{max} [kN m/m]
Plate_1_1	2993	1	40.700	32.450	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Element 1-1 (Plate)	2994	2	40.700	32.409	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
(palanca PU 18)	2995	3	40.700	32.367	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	2996	4	40.700	32.326	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	3000	5	40.700	32.284	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Plate_1_2	3000	1	40.700	32.284	0.025	0.000	0.000	-0.411	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Element 2-2 (Plate)	2999	2	40.700	32.205	-2.694	-0.003	0.000	-4.702	-0.005	0.000	-0.213	0.000	0.000
(palanca PU 18)	2998	3	40.700	32.125	-5.575	-0.006	0.000	-7.692	-0.008	0.000	-0.714	-0.001	0.000
	2997	4	40.700	32.046	-8.634	-0.009	0.000	-9.478	-0.009	0.000	-1.406	-0.001	0.000
	3031	5	40.700	31.966	-11.886	-0.012	0.000	-10.160	-0.010	0.000	-2.194	-0.002	0.000
Plate_1_3	3031	1	40.700	31.966	-11.879	-0.012	0.000	-10.255	-0.010	0.000	-2.194	-0.002	0.000
Element 3-3 (Plate)	3034	2	40.700	31.874	-15.946	-0.016	0.000	-9.593	-0.010	0.000	-3.120	-0.003	0.000
(palanca PU 18)	3033	3	40.700	31.781	-20.296	-0.020	0.000	-7.915	-0.008	0.000	-3.937	-0.004	0.000
	3032	4	40.700	31.689	-24.965	-0.025	0.000	-5.261	-0.005	0.000	-4.555	-0.005	0.000
	3071	5	40.700	31.596	-29.986	-0.030	0.000	-1.671	-0.002	0.002	-4.882	-0.005	0.000
Plate_1_3	3071	1	40.700	31.596	-29.987	-0.030	0.000	-1.633	-0.002	0.002	-4.882	-0.005	0.000
Element 3-4 (Plate)	3074	2	40.700	31.498	-35.750	-0.036	0.000	3.160	0.000	0.003	-4.812	-0.005	0.000
(palanca PU 18)	3073	3	40.700	31.400	-41.943	-0.042	0.000	8.576	0.000	0.009	-4.241	-0.004	0.000
	3072	4	40.700	31.301	-48.594	-0.049	0.000	14.598	0.000	0.015	-3.108	-0.003	0.001
	3085	5	40.700	31.203	-55.731	-0.056	0.000	21.206	0.000	0.021	-1.356	-0.001	0.001
Plate_1_3	3085	1	40.700	31.203	-55.720	-0.056	0.000	21.101	0.000	0.021	-1.356	-0.001	0.001
Element 3-5 (Plate)	3086	2	40.700	31.099	-63.839	-0.064	0.000	28.656	0.000	0.029	1.231	0.000	0.002
(palanca PU 18)	3087	3	40.700	30.995	-72.529	-0.073	0.000	36.521	0.000	0.037	4.625	0.000	0.005
	3088	4	40.700	30.891	-81.806	-0.082	0.000	44.654	0.000	0.045	8.850	0.000	0.009
	3199	5	40.700	30.787	-91.689	-0.092	0.000	53.008	0.000	0.053	13.934	0.000	0.014
Plate_1_3	3199	1	40.700	30.787	-91.694	-0.092	0.000	52.918	0.000	0.053	13.934	0.000	0.014
Element 3-6 (Plate)	3200	2	40.700	30.676	-102.869	-0.103	0.000	61.826	0.000	0.062	20.272	0.000	0.020
(palanca PU 18)	3201	3	40.700	30.566	-114.762	-0.115	0.000	70.743	0.000	0.071	27.600	0.000	0.028

Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	N [10 ⁻³ kN/m]	N _{min} [kN/m]	N _{max} [kN/m]	Q [10 ⁻² kN/m]	Q _{min} [kN/m]	Q _{max} [kN/m]	M [10 ⁻³ kN m/m]	M _{min} [kN m/m]	M _{max} [kN m/m]
	3202	4	40.700	30.455	-127.347	-0.127	0.000	79.632	0.000	0.080	35.910	0.000	0.036
	3290	5	40.700	30.345	-140.600	-0.141	0.000	88.456	0.000	0.088	45.197	0.000	0.045
Plate_1\3	3290	1	40.700	30.345	-140.618	-0.141	0.000	88.393	0.000	0.088	45.197	0.000	0.045
Element 3-7 (Plate)	3291	2	40.700	30.227	-155.374	-0.155	0.000	97.579	0.000	0.098	56.100	0.000	0.056
(palancola PU 18)	3292	3	40.700	30.110	-170.893	-0.171	0.000	106.466	0.000	0.106	68.069	0.000	0.068
	3293	4	40.700	29.993	-187.144	-0.187	0.000	114.987	0.000	0.115	81.059	0.000	0.081
	3614	5	40.700	29.876	-204.098	-0.204	0.000	123.076	0.000	0.123	95.017	0.000	0.095
Plate_1\3	3614	1	40.700	29.876	-204.107	-0.204	0.000	123.052	0.000	0.123	95.017	0.000	0.095
Element 3-8 (Plate)	3617	2	40.700	29.751	-222.821	-0.223	0.000	130.728	0.000	0.131	110.807	0.000	0.111
(palancola PU 18)	3616	3	40.700	29.627	-242.299	-0.242	0.000	137.706	0.000	0.138	127.516	0.000	0.128
	3615	4	40.700	29.502	-262.493	-0.262	0.000	144.023	0.000	0.144	145.052	0.000	0.145
	4446	5	40.700	29.378	-283.354	-0.283	0.000	149.715	0.000	0.150	163.326	0.000	0.163
Plate_1\3	4446	1	40.700	29.378	-283.344	-0.283	0.000	149.885	0.000	0.150	163.326	0.000	0.163
Element 3-9 (Plate)	4447	2	40.700	29.246	-306.269	-0.306	0.000	155.347	0.000	0.155	183.465	0.000	0.183
(palancola PU 18)	4448	3	40.700	29.114	-329.856	-0.330	0.000	160.982	0.000	0.161	204.344	0.000	0.204
	4449	4	40.700	28.982	-354.058	-0.354	0.000	166.880	0.000	0.167	225.986	0.000	0.226
	4946	5	40.700	28.850	-378.827	-0.379	0.000	173.128	0.000	0.173	248.416	0.000	0.248
Plate_1\4	4946	1	40.700	28.850	-378.786	-0.379	0.000	173.348	0.000	0.173	248.416	0.000	0.248
Element 4-10 (Plate)	4947	2	40.700	28.750	-397.803	-0.398	0.000	178.941	0.000	0.179	265.993	0.000	0.266
(palancola PU 18)	4948	3	40.700	28.650	-417.024	-0.417	0.000	185.327	0.000	0.185	284.175	0.000	0.284
	4949	4	40.700	28.550	-436.427	-0.436	0.000	192.527	0.000	0.193	303.036	0.000	0.303
	5571	5	40.700	28.451	-455.987	-0.456	0.000	200.558	0.000	0.201	322.648	0.000	0.323
Plate_1\4	5571	1	40.700	28.451	-454.058	-0.454	0.000	195.395	0.000	0.195	322.648	0.000	0.323
Element 4-11 (Plate)	5572	2	40.700	28.106	-524.272	-0.524	0.000	237.579	0.000	0.238	397.181	0.000	0.397
(palancola PU 18)	5573	3	40.700	27.761	-587.560	-0.588	0.000	271.254	0.000	0.271	485.710	0.000	0.486
	5574	4	40.700	27.416	-642.297	-0.642	0.000	285.297	0.000	0.285	582.006	0.000	0.582
	6229	5	40.700	27.072	-686.858	-0.687	0.000	268.586	0.000	0.269	678.674	0.000	0.679
Plate_1\5	6229	1	40.700	27.072	-698.412	-0.698	0.000	122.137	0.000	0.122	678.674	0.000	0.679
Element 5-12 (Plate)	6232	2	40.700	26.685	-824.149	-0.824	0.000	-108.203	-0.108	0.000	676.559	0.000	0.677
(palancola PU 18)	6231	3	40.700	26.298	-915.956	-0.916	0.000	-223.134	-0.223	0.000	610.576	0.000	0.611
	6230	4	40.700	25.911	-972.947	-0.973	0.000	-255.846	-0.256	0.000	514.522	0.000	0.515
	6531	5	40.700	25.525	-994.234	-0.994	0.000	-239.532	-0.240	0.000	418.273	0.000	0.418

Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	N [10^{-3} kN/m]	N _{min} [kN/m]	N _{max} [kN/m]	Q [10^{-2} kN/m]	Q _{min} [kN/m]	Q _{max} [kN/m]	M [10^{-3} kN m/m]	M _{min} [kN m/m]	M _{max} [kN m/m]
Plate_L1_5	6531	1	40.700	25.525	-971.112	-0.971	0.000	-256.026	-0.256	0.000	418.273	0.000	0.418
Element 5-13 (Plate)	6532	2	40.700	25.006	-946.449	-0.946	0.000	-244.077	-0.244	0.000	293.910	0.000	0.294
(palancola PU 18)	6533	3	40.700	24.487	-765.780	-0.766	0.000	-253.246	-0.253	0.000	158.519	0.000	0.159
	6534	4	40.700	23.969	-398.525	-0.399	0.000	-184.960	-0.185	0.000	44.541	0.000	0.045
	6535	5	40.700	23.450	185.899	0.000	0.186	59.355	0.000	0.059	0.000	0.000	0.000

3.1.3.4.2 Calculation results, Plate, Globale [Phase_5] (5/145), Table of plate force envelopes

Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	N [kN/m]	N _{min} [kN/m]	N _{max} [kN/m]	Q [kN/m]	Q _{min} [kN/m]	Q _{max} [kN/m]	M [kN m/m]	M _{min} [kN m/m]	M _{max} [kN m/m]
Plate_1\1	2993	1	40.700	32.450	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Element 1-1 (Plate)	2994	2	40.700	32.409	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
(palanca PU 18)	2995	3	40.700	32.367	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	2996	4	40.700	32.326	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	3000	5	40.700	32.284	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Plate_1\2	3000	1	40.700	32.284	0.002	-0.002	0.020	-0.007	-0.047	0.004	0.000	0.000	0.000
Element 2-2 (Plate)	2999	2	40.700	32.205	-0.078	-0.109	0.000	0.032	-0.037	0.079	0.001	-0.001	0.002
(palanca PU 18)	2998	3	40.700	32.125	-0.154	-0.218	0.000	0.053	-0.084	0.156	0.005	-0.006	0.011
	2997	4	40.700	32.046	-0.227	-0.332	0.000	0.067	-0.143	0.193	0.010	-0.015	0.025
	3031	5	40.700	31.966	-0.301	-0.442	0.000	0.085	-0.216	0.202	0.015	-0.029	0.041
Plate_1\3	3031	1	40.700	31.966	-0.301	-0.443	0.000	0.081	-0.202	0.209	0.015	-0.029	0.041
Element 3-3 (Plate)	3034	2	40.700	31.874	-0.407	-0.580	0.000	0.181	-0.220	0.244	0.027	-0.049	0.062
(palanca PU 18)	3033	3	40.700	31.781	-0.537	-0.734	0.000	0.373	-0.216	0.373	0.052	-0.069	0.087
	3032	4	40.700	31.689	-0.691	-0.912	0.000	0.659	-0.189	0.659	0.099	-0.088	0.123
	3071	5	40.700	31.596	-0.870	-1.117	0.000	1.045	-0.140	1.045	0.177	-0.104	0.177
Plate_1\3	3071	1	40.700	31.596	-0.869	-1.115	0.000	1.038	-0.141	1.038	0.177	-0.104	0.177
Element 3-4 (Plate)	3074	2	40.700	31.498	-1.075	-1.361	0.000	1.512	-0.069	1.512	0.301	-0.114	0.301
(palanca PU 18)	3073	3	40.700	31.400	-1.300	-1.630	0.000	2.058	0.000	2.058	0.476	-0.116	0.476
	3072	4	40.700	31.301	-1.548	-1.925	0.000	2.693	0.000	2.693	0.709	-0.109	0.709
	3085	5	40.700	31.203	-1.821	-2.247	0.000	3.429	0.000	3.429	1.008	-0.089	1.008
Plate_1\3	3085	1	40.700	31.203	-1.820	-2.247	0.000	3.423	0.000	3.423	1.008	-0.089	1.008
Element 3-5 (Plate)	3086	2	40.700	31.099	-2.150	-2.616	0.000	4.365	0.000	4.365	1.413	-0.053	1.413
(palanca PU 18)	3087	3	40.700	30.995	-2.496	-3.015	0.000	5.367	0.000	5.367	1.919	0.000	1.919
	3088	4	40.700	30.891	-2.854	-3.446	0.000	6.418	0.000	6.418	2.533	0.000	2.533

Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	N [kN/m]	N _{min} [kN/m]	N _{max} [kN/m]	Q [kN/m]	Q _{min} [kN/m]	Q _{max} [kN/m]	M [kN m/m]	M _{min} [kN m/m]	M _{max} [kN m/m]
	3199	5	40.700	30.787	-3.222	-3.908	0.000	7.506	0.000	7.506	3.258	0.000	3.258
Plate_1\3	3199	1	40.700	30.787	-3.227	-3.908	0.000	7.526	0.000	7.526	3.258	0.000	3.258
Element 3-6 (Plate)	3200	2	40.700	30.676	-3.645	-4.434	0.000	8.791	0.000	8.791	4.158	0.000	4.158
(palancola PU 18)	3201	3	40.700	30.566	-4.094	-4.998	0.000	10.175	0.000	10.175	5.205	0.000	5.205
	3202	4	40.700	30.455	-4.578	-5.601	0.000	11.700	0.000	11.700	6.413	0.000	6.413
	3290	5	40.700	30.345	-5.104	-6.241	0.000	13.390	0.000	13.390	7.797	0.000	7.797
Plate_1\3	3290	1	40.700	30.345	-5.103	-6.242	0.000	13.389	0.000	13.389	7.797	0.000	7.797
Element 3-7 (Plate)	3291	2	40.700	30.227	-5.714	-6.964	0.000	15.388	0.000	15.388	9.484	0.000	9.484
(palancola PU 18)	3292	3	40.700	30.110	-6.331	-7.730	0.000	17.412	0.000	17.412	11.406	0.000	11.406
	3293	4	40.700	29.993	-6.962	-8.541	0.000	19.491	0.000	19.491	13.570	0.000	13.570
	3614	5	40.700	29.876	-7.614	-9.394	0.000	21.652	0.000	21.652	15.981	0.000	15.981
Plate_1\3	3614	1	40.700	29.876	-7.629	-9.395	0.000	21.712	0.000	21.712	15.981	0.000	15.981
Element 3-8 (Plate)	3617	2	40.700	29.751	-8.347	-10.346	0.000	24.109	0.000	24.109	18.830	0.000	18.830
(palancola PU 18)	3616	3	40.700	29.627	-9.080	-11.346	0.000	26.567	0.000	26.567	21.982	0.000	21.982
	3615	4	40.700	29.502	-9.844	-12.393	0.000	29.144	0.000	29.144	25.447	0.000	25.447
	4446	5	40.700	29.378	-10.653	-13.486	0.000	31.902	0.000	31.902	29.241	0.000	29.241
Plate_1\3	4446	1	40.700	29.378	-10.649	-13.488	0.000	31.884	0.000	31.884	29.241	0.000	29.241
Element 3-9 (Plate)	4447	2	40.700	29.246	-11.642	-14.700	0.000	35.339	0.000	35.339	33.675	0.000	33.675
(palancola PU 18)	4448	3	40.700	29.114	-12.649	-15.972	0.000	38.851	0.000	38.851	38.573	0.000	38.573
	4449	4	40.700	28.982	-13.659	-17.307	0.000	42.371	0.000	42.371	43.935	0.000	43.935
	4946	5	40.700	28.850	-14.658	-18.704	0.000	45.851	0.000	45.851	49.757	0.000	49.757
Plate_1\4	4946	1	40.700	28.850	-14.676	-18.679	0.000	45.920	0.000	45.920	49.757	0.000	49.757
Element 4-10 (Plate)	4947	2	40.700	28.750	-15.128	-18.969	0.000	47.700	0.000	47.700	54.433	0.000	54.433
(palancola PU 18)	4948	3	40.700	28.650	-15.480	-19.027	0.000	49.089	0.000	49.089	59.269	0.000	59.269
	4949	4	40.700	28.550	-15.740	-18.874	0.000	50.113	0.000	50.113	64.226	0.000	64.226
	5571	5	40.700	28.451	-15.914	-18.530	0.000	50.798	0.000	50.798	69.265	0.000	69.265
Plate_1\4	5571	1	40.700	28.451	-15.890	-19.045	0.000	50.705	0.000	50.705	69.265	0.000	69.265
Element 4-11 (Plate)	5572	2	40.700	28.106	-16.189	-16.189	0.000	51.876	0.000	51.876	87.029	0.000	87.029

Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	N [kN/m]	N _{min} [kN/m]	N _{max} [kN/m]	Q [kN/m]	Q _{min} [kN/m]	Q _{max} [kN/m]	M [kN m/m]	M _{min} [kN m/m]	M _{max} [kN m/m]
(palancola PU 18)	5573	3	40.700	27.761	-15.621	-15.621	0.000	49.632	-0.388	49.632	104.651	0.000	104.651
	5574	4	40.700	27.416	-14.070	-14.070	0.000	43.517	-2.226	43.517	120.815	0.000	120.815
	6229	5	40.700	27.072	-11.420	-11.420	0.000	33.073	-2.606	33.073	134.151	0.000	134.151
Plate_1_5	6229	1	40.700	27.072	-11.929	-11.929	0.000	31.630	-4.046	31.630	134.151	0.000	134.151
Element 5-12 (Plate)	6232	2	40.700	26.685	-5.842	-7.017	1.797	5.122	-17.069	5.122	141.211	0.000	141.211
(palancola PU 18)	6231	3	40.700	26.298	-0.593	-4.408	6.347	-18.591	-31.207	0.000	138.441	0.000	138.441
	6230	4	40.700	25.911	3.740	-1.951	9.027	-38.200	-41.305	0.000	127.356	0.000	127.356
	6531	5	40.700	25.525	7.083	-0.994	10.794	-52.395	-52.395	0.000	109.623	0.000	109.623
Plate_1_5	6531	1	40.700	25.525	9.185	-0.971	10.661	-55.087	-55.087	0.000	109.623	0.000	109.623
Element 5-13 (Plate)	6532	2	40.700	25.006	6.564	-0.946	11.255	-61.449	-61.449	0.000	80.211	0.000	80.211
(palancola PU 18)	6533	3	40.700	24.487	6.581	-0.766	9.443	-66.528	-66.528	0.000	45.533	0.000	45.533
	6534	4	40.700	23.969	4.781	-0.399	5.031	-51.073	-51.073	0.000	14.734	0.000	14.734
	6535	5	40.700	23.450	-3.290	-3.290	0.186	4.164	0.000	6.737	0.000	0.000	0.000