



# Anas SpA

Direzione Progettazione e Realizzazione Lavori

## S.S. 131 di "Carlo Felice"

Adeguamento e messa in sicurezza della S.S.131  
Risoluzione dei nodi critici – 1° stralcio  
dal km 158+000 al km 162+700

PROGETTO ESECUTIVO

CA283

PROGETTAZIONE: ANAS–Direzione Progettazione e Realizzazione Lavori

PROGETTISTI:

Dott. Ing. Achille DEVITOFRANCESCHI    Dott. Ing. Alessandro MICHELI  
Ordine Ing. di Roma n. 19116            Ordine Ing. di Roma n. 19645

IL GEOLOGO

Dott. Geol. Serena MAJETTA  
Ordine Geol. Lazio n. 928

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Geom. Fabio QUONDAM

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Salvatore FRASCA

PROTOCOLLO

DATA

Tombino scatolare TM05 al km 0+636.80 della S.S.131  
Scavi Provvisionali  
Relazione di calcolo

CODICE PROGETTO

PROGETTO            LIV. PROG.            N. PROG.

LOPLSP    E    1701

NOME FILE

T00TM05GETRE01A

REVISIONE

SCALA:

CODICE ELAB. T00 TM05 GET RE01

A

–

D

C

B

A

EMISSIONE

ing. A. Mangiola

ing. E. Mittiga

ing. A. Micheli

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

## **S.S. 131 di “Carlo Felice”**

### **Adeguamento e messa in sicurezza della S.S. 131**

#### **Risoluzione di nodi critici – 1° stralcio**

#### **Dal km 158+000 al km 162+700**

**Tombino Scatolare TM05 alla pk. 0+636.80 della S.S.131**

**Scavi Provvisionali**

**Relazione di calcolo**

## INDICE

<b>1. INTRODUZIONE</b> .....	<b>3</b>
<b>2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>4</b>
2.1    NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	4
2.2    DOCUMENTI DI RIFERIMENTO PROGETTUALE.....	4
2.3    SOFTWARE.....	4
<b>3. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA</b> .....	<b>5</b>
<b>4. ANALISI DI STABILITA'</b> .....	<b>7</b>
4.1    METODOLOGIE DI CALCOLO VERIFICA DI STABILITÀ.....	7
4.2    SEZIONE DI CALCOLO .....	7
4.3    RISULTATI .....	8
<b>5. APPENDICE A. ANALISI DI STABILITA'. METODOLOGIE E TABULATI DI CALCOLO SLIDE</b> .....	<b>10</b>
5.1    ANALISI DI STABILITÀ STATICA SLU .....	10

## 1. INTRODUZIONE

Nel presente documento si riporta il dimensionamento e le verifiche di stabilità dello scavo provvisorio per la realizzazione di tombino TM05 nell'ambito dell' "Adeguamento e messa in sicurezza della S.S. 131 "Carlo Felice", dal km 158+000 al km 162+700, con risoluzione dei nodi critici - 1° stralcio".

L'opera è prevista nello svincolo di Bonorva Nord e intercetta l'asse della viabilità SS131 al km 0+636.80.

Quindi nel seguito verranno affrontati i seguenti aspetti:

- inquadramento geotecnico: definizione della stratigrafia e parametri geotecnici di progetto;
- verifiche di stabilità degli scavi provvisori.

La normativa di riferimento per il progetto in esame è quella di cui alle NTC 2008.

## 2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

### 2.1 Normativa di riferimento

- [1] Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008: "Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni", G.U. n.29 del 04.2.2008, Supplemento Ordinario n.30.
- [2] Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008.
- [3] Delibera Regione Autonoma della Sardegna n. 15/31 del 30.03.2004 "Disposizioni preliminari in attuazione dell'Ordinanza P.C.M. 3274 del 20.3.2003".

### 2.2 Documenti di riferimento progettuale

- [4] T00\_GE00\_GET\_RE01\_A - *"Relazione geotecnica generale"*.
- [5] T00\_GE00\_GET\_PR01\_A - *"Svincolo di Bonorva Nord - Asse Principale – Profilo geotecnico"*.
- [6] T00\_GE00\_GET\_FG01÷2\_A - *"Svincolo di Bonorva Nord - Asse Principale e adeguamento alla S.P. 125 – Sezioni geotecniche"*.
- [7] T00\_TM05\_GET\_DI01÷02\_A - *"Svincolo di Bonorva Nord - Tombino TM05 - Scavi provvisionali"*.

### 2.3 Software

- [8] Rockscience - Slide 7. Il programma di calcolo è stato adottato per le verifiche di stabilità, è prodotto da Rocscience. E' validato ed utilizzato in svariati ambiti progettuali (Italferr, Autostrade, ecc.). In accordo a quanto prescritto nel paragrafo 10.2 del D.M. 14/01/2008, il progettista certifica la affidabilità del suddetto codice di calcolo e l'idoneità di utilizzo nel caso specifico.

### 3. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Per delineare la stratigrafia in corrispondenza dell'opera si può fare riferimento alla sezione geotecnica fatta in corrispondenza della rampa A al km 0+090 e per la parte più a valle, alla sezione km 0+615 della SS131 (vedasi figure seguenti).

Gli scavi interessano la formazione di Mores in facies marnosa (unità M) e la coltre superficiale limoso argillosa sabbiosa (unità LAS) con spessore intorno ai 3 m circa.

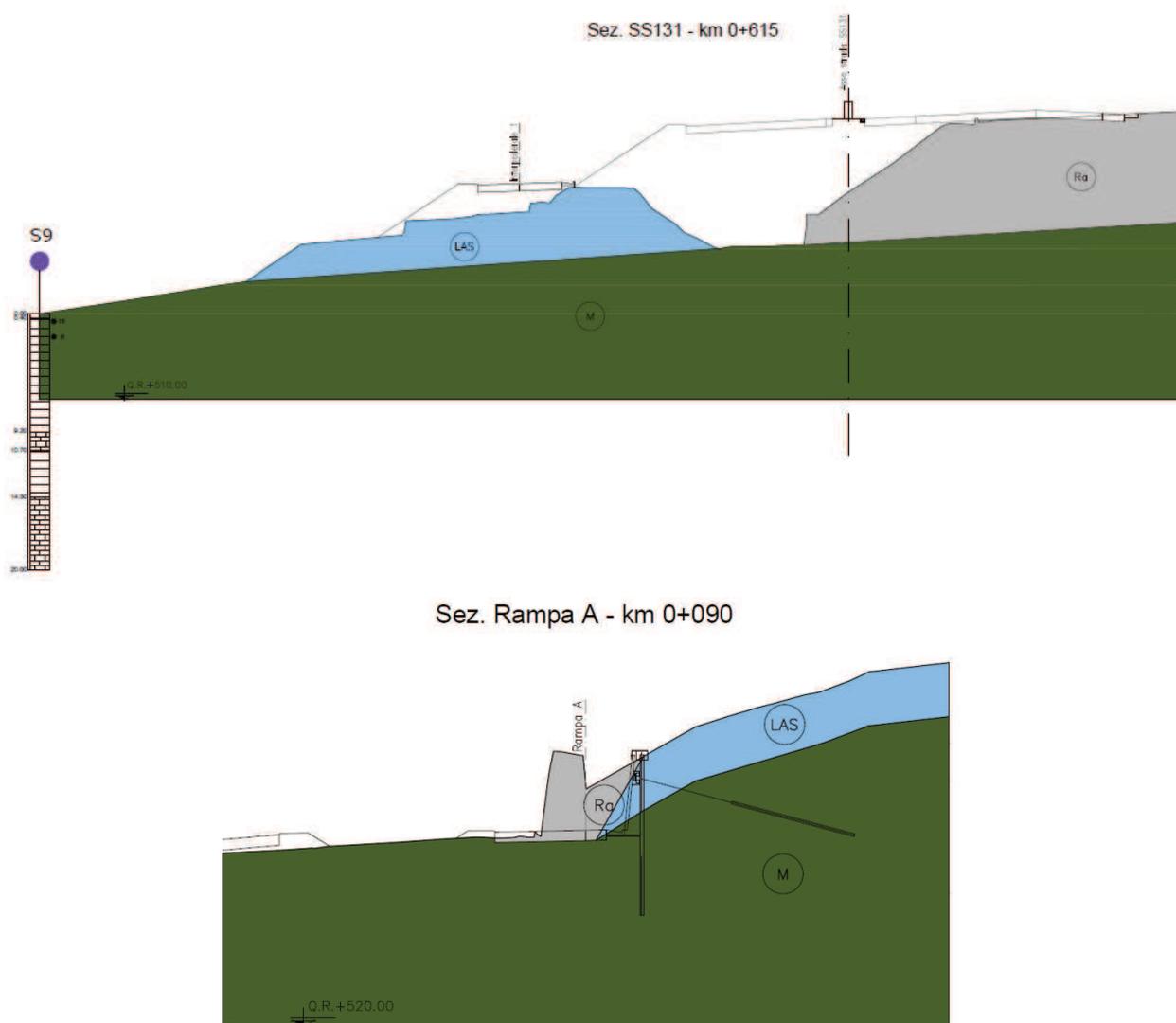


Figura 1: Sezioni geotecniche di riferimento

Nella relazione geotecnica generale (Doc. Rif. [4]) sono riportati i risultati di tutte le indagini in sito ed in laboratorio e l'interpretazione ai fini della definizione dei parametri caratteristici di progetto, a cui si rimanda per i dettagli. Nel seguito si riporta sinteticamente la stratigrafia ed i parametri geotecnici di progetto per le unità geotecniche intercettate.

**Unità LAS (limo argilloso sabbioso)** da 0.0 a 3.0 m di profondità da p.c.

$\gamma = 18.5 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\varphi' = 28 \div 30^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 5 \div 10 \text{ kPa}$	coesione drenata
$E_0 = 70 \div 100 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale (a piccole deformazioni)

**Unità M (Formazione di Mores marnosa)** da 3.0 alla massima profondità di interesse progettuale:

$\gamma = 22.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume
$\varphi' = 26 \div 29^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 28 \div 35 \text{ kPa}$	coesione drenata
$E = 120 \div 180 \text{ MPa}$	modulo di deformazione

La falda è assente alle profondità di interesse progettuale.

## 4. ANALISI DI STABILITA'

### 4.1 Metodologie di calcolo verifica di stabilità

La valutazione dei fattori di sicurezza alla stabilità viene condotta mediante il codice di calcolo SLIDE 7.0, in cui la ricerca delle superfici critiche viene svolta attraverso la generazione automatica di un elevato numero di superfici di potenziale scivolamento.

Nel caso in esame è stato usato il metodo di Bishop modificato valido per superfici di scivolamento circolari.

Il coefficiente di sicurezza a rottura lungo la superficie di scorrimento viene definito come rapporto tra la resistenza al taglio disponibile lungo la superficie e quella effettivamente mobilitata lungo la stessa superficie:

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

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

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

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

$\gamma_c = 1.25$  coefficiente parziale per la coesione drenata

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

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

$c'_d = c'_k / \gamma_c$  coesione drenata

I parametri di resistenza del terreno e le azioni vengono fattorizzati direttamente all'interno del programma.

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

### 4.2 Sezione di calcolo

Nella seguente figura è mostrato il profilo di scavo. Si tratta di uno scavo provvisorio e quindi sono condotte le verifiche nelle sole condizioni statiche SLU, in accordo a quanto previsto da normativa.

I parametri geotecnici adottati nel calcolo sono i seguenti:

**Unità LAS (limo argilloso sabbioso)** da 0.0 a 3.0 m di profondità da p.c.

$\gamma = 18.5 \text{ kN/m}^3$  peso di volume naturale  
 $\phi' = 30^\circ$  angolo di resistenza al taglio  
 $c' = 5 \text{ kPa}$  coesione drenata

**Unità M (Formazione di Mores marnosa)** da 3.0 alla massima profondità di interesse progettuale:

$\gamma = 22.0 \text{ kN/m}^3$  peso di volume  
 $\phi' = 28^\circ$  angolo di resistenza al taglio  
 $c' = 30 \text{ kPa}$  coesione drenata

La falda è assente alle profondità di interesse progettuale.

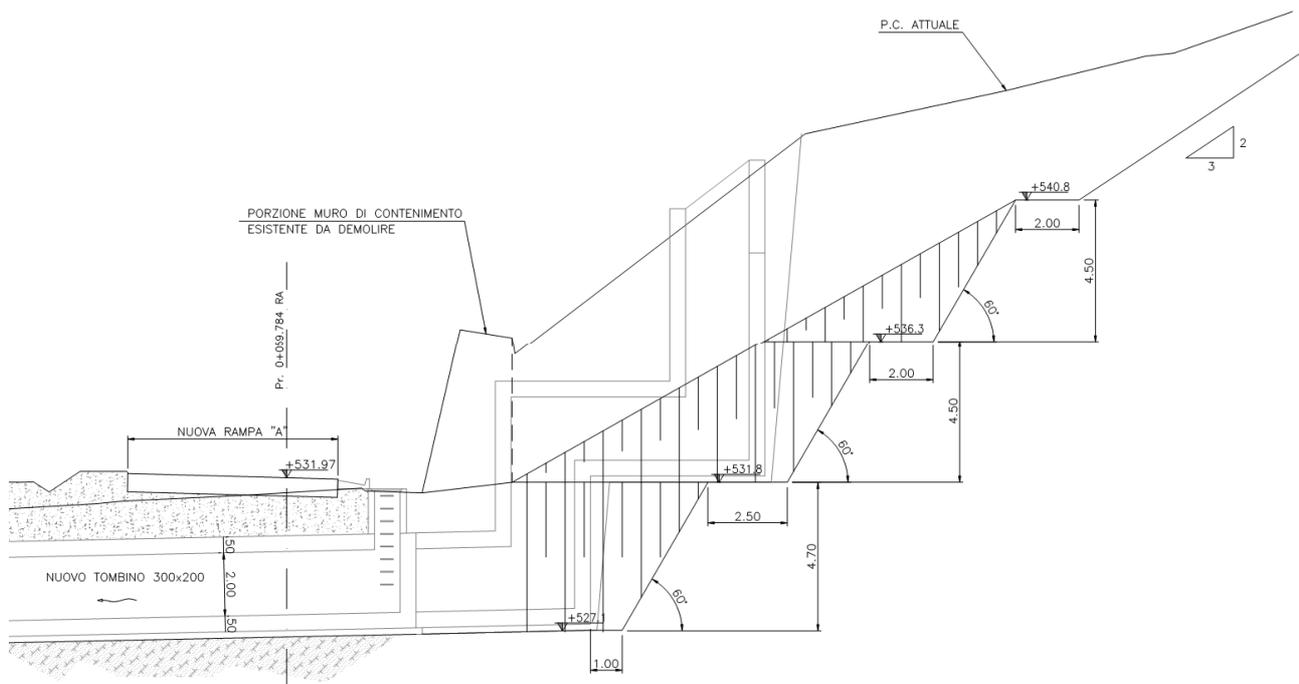


Figura 2: Sezione scavo provvisorio per tombino

### 4.3 Risultati

Nelle seguenti figure si riportano i risultati delle verifiche di stabilità in condizioni statiche SLU. I fattori di sicurezza minimi sono  $> 1.1$ , quindi le verifiche di stabilità sono soddisfatte, secondo quanto previsto da normativa. I tabulati di calcolo completi sono in Appendice A.

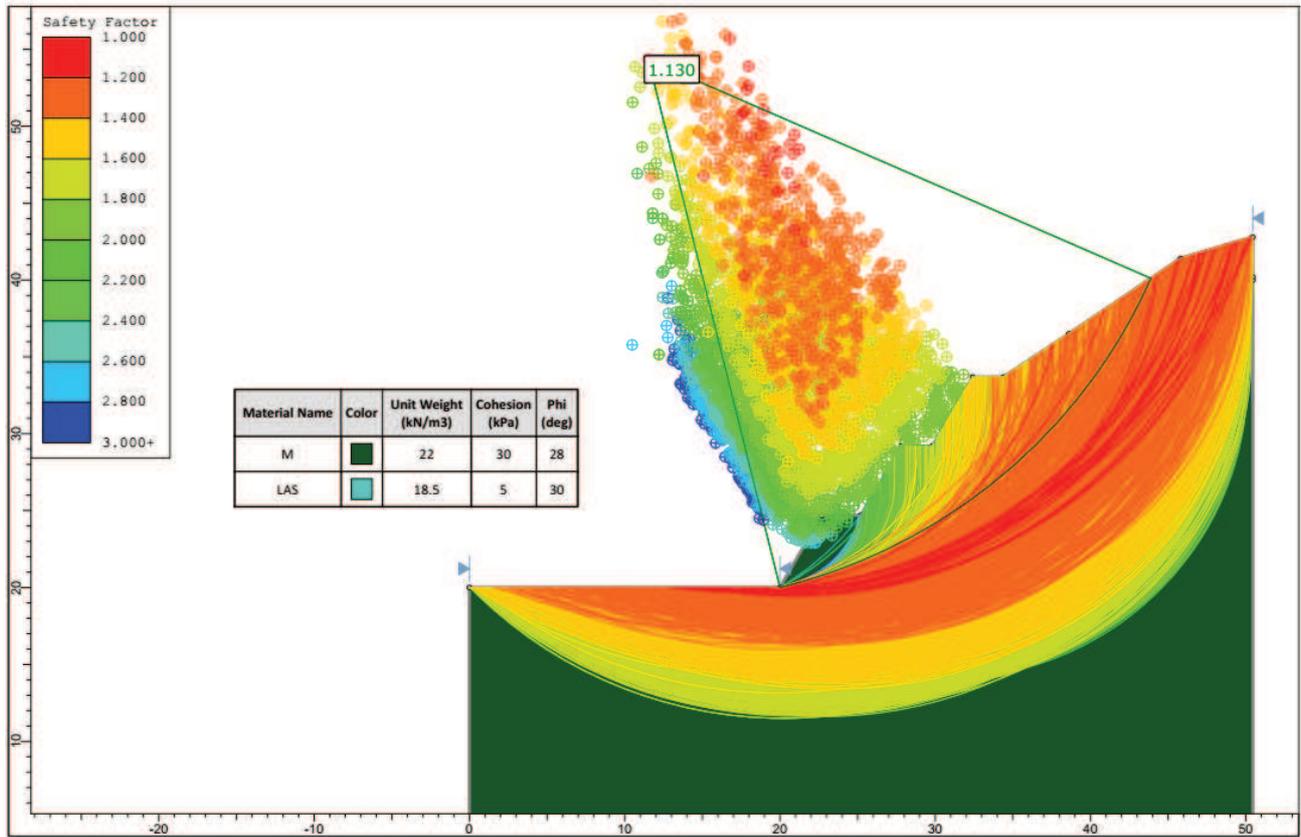


Figura 3: Analisi di stabilità statica SLU

## 5. APPENDICE A. ANALISI DI STABILITA'. METODOLOGIE E TABULATI DI CALCOLO SLIDE

### 5.1 Analisi di stabilità statica SLU

#### *Slide Analysis Information*

#### *Project Summary*

---

File Name: T5.slim  
Slide Modeler Version: 7.026

#### *General Settings*

---

Units of Measurement: Metric Units  
Time Units: seconds  
Permeability Units: meters/second  
Failure Direction: Right to Left  
Data Output: Standard  
Maximum Material Properties: 20  
Maximum Support Properties: 20

#### *Design Standard*

---

Selected Type: Eurocode 7 - Design Approach 1, Combination 2

Type	Partial Factor
Permanent Actions: Unfavourable	1
Permanent Actions: Favourable	1
Variable Actions: Unfavourable	1.3
Variable Actions: Favourable	0
Effective cohesion	1.25
Coefficient of shearing resistance	1.25
Undrained strength	1.4
Weight density	1

Shear strength (other models)	1.25
Earth resistance	1
Tensile and plate strength	1.1
Shear strength	1.1
Compressive strength	1.1
Bond strength	1.1
Seismic Coefficient	1

## Analysis Options

Slices Type: Vertical

### Analysis Methods Used

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

## Groundwater Analysis

Groundwater Method:	Water Surfaces
Pore Fluid Unit Weight [kN/m <sup>3</sup> ]:	9.81
Use negative pore pressure cutoff:	Yes
Maximum negative pore pressure [kPa]:	0
Advanced Groundwater Method:	None

## Random Numbers

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

### Surface Options

---

Surface Type:	Circular
Search Method:	Slope Search
Number of Surfaces:	5000
Upper Angle:	Not Defined
Lower Angle:	Not Defined
Composite Surfaces:	Disabled
Reverse Curvature:	Create Tension Crack
Minimum Elevation:	Not Defined
Minimum Depth:	Not Defined
Minimum Area:	Not Defined
Minimum Weight:	Not Defined

### Seismic

---

Advanced seismic analysis:	No
Staged pseudostatic analysis:	No

### Material Properties

---

Property	M	LAS
Color		
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	22	18.5
Cohesion [kPa]	30	5
Friction Angle [deg]	28	30
Water Surface	Water Table	Water Table
Hu Value	1	1

### Global Minimums

**Method: bishop simplified**

	FS	1.129990
Center:	11.517, 54.337	
Radius:	35.368	
Left Slip Surface Endpoint:	20.001, 20.002	
Right Slip Surface Endpoint:	43.894, 40.103	
Resisting Moment:	55042.8 kN-m	
Driving Moment:	48710.9 kN-m	
Total Slice Area:	108.239 m2	
Surface Horizontal Width:	23.8929 m	
Surface Average Height:	4.53018 m	

**Slice Data**

• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.12999

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Angle of Slice Base [degrees]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]	Base Vertical Stress [kPa]	Effective Vertical Stress [kPa]
1	0.47464 <sub>1</sub>	3.6832	14.2764	M	24	23.0433	22.049 <sub>5</sub>	24.9158	2.15284	0	2.15284	7.7635 <sub>2</sub>	7.76352
2	0.47464 <sub>1</sub>	11.012 <sub>9</sub>	15.0712	M	24	23.0433	27.216 <sub>3</sub>	30.7541	15.8783	0	15.8783	23.207 <sub>1</sub>	23.2071
3	0.47464 <sub>1</sub>	18.268 <sub>6</sub>	15.8691	M	24	23.0433	32.276 <sub>1</sub>	36.4717	29.3199	0	29.3199	38.495 <sub>1</sub>	38.4951
4	0.47464 <sub>1</sub>	25.449 <sub>6</sub>	16.6701	M	24	23.0433	37.229 <sub>2</sub>	42.0686	42.4777	0	42.4777	53.625 <sub>9</sub>	53.6259
5	0.47464 <sub>1</sub>	32.555	17.4745	M	24	23.0433	42.075 <sub>3</sub>	47.5447	55.3513	0	55.3513	68.597	68.597
6	0.47464 <sub>1</sub>	39.158 <sub>9</sub>	18.2825	M	24	23.0433	46.514 <sub>6</sub>	52.561	67.1443	0	67.1443	82.511 <sub>8</sub>	82.5118
7	0.47464 <sub>1</sub>	39.513 <sub>4</sub>	19.0942	M	24	23.0433	46.518 <sub>9</sub>	52.5659	67.156	0	67.156	83.259 <sub>3</sub>	83.2593
8	0.47464 <sub>1</sub>	37.758	19.91	M	24	23.0433	45.046 <sub>9</sub>	50.9025	63.2454	0	63.2454	79.561	79.561
9	0.47464 <sub>1</sub>	35.922 <sub>6</sub>	20.7299	M	24	23.0433	43.531 <sub>3</sub>	49.1899	59.2191	0	59.2191	75.694 <sub>2</sub>	75.6942
10	0.47464 <sub>1</sub>	34.005 <sub>8</sub>	21.5544	M	24	23.0433	41.971 <sub>9</sub>	47.4278	55.0767	0	55.0767	71.655 <sub>8</sub>	71.6558
11	0.47464 <sub>1</sub>	32.015 <sub>7</sub>	22.3835	M	24	23.0433	40.375 <sub>2</sub>	45.6236	50.8351	0	50.8351	67.463	67.463
12	0.47464 <sub>1</sub>	34.612 <sub>2</sub>	23.2177	M	24	23.0433	41.924 <sub>4</sub>	47.3741	54.9504	0	54.9504	72.934 <sub>5</sub>	72.9345
13	0.47464 <sub>1</sub>	41.021	24.057	M	24	23.0433	46.040 <sub>5</sub>	52.0253	65.8849	0	65.8849	86.438 <sub>4</sub>	86.4384

14	0.47464 1	47.342 5	24.9019	M	24	23.0433	50.046 1	56.5516	76.5258	0	76.5258	99.758 5	99.7585
15	0.47464 1	53.574 7	25.7527	M	24	23.0433	53.94	60.9517	86.8701	0	86.8701	112.89 1	112.891
16	0.47464 1	59.716	26.6095	M	24	23.0433	57.721 1	65.2243	96.9147	0	96.9147	125.83 1	125.831
17	0.47464 1	64.376 1	27.4729	M	24	23.0433	60.467 4	68.3276	104.21	0	104.21	135.65 1	135.651
18	0.47464 1	62.548 1	28.343	M	24	23.0433	58.894 5	66.5502	100.032	0	100.032	131.8	131.8
19	0.47464 1	59.825 3	29.2204	M	24	23.0433	56.745 5	64.1219	94.3228	0	94.3228	126.06 3	126.063
20	0.47464 1	57.002 3	30.1053	M	24	23.0433	54.549 1	61.6399	88.4881	0	88.4881	120.11 6	120.116
21	0.47464 1	54.617 6	30.9982	M	24	23.0433	52.654 7	59.4993	83.4554	0	83.4554	115.09 1	115.091
22	0.47464 1	58.380 8	31.8996	M	24	23.0433	54.726 1	61.8399	88.958	0	88.958	123.02 1	123.021
23	0.47464 1	63.818 8	32.8099	M	24	23.0433	57.828 1	65.3452	97.1989	0	97.1989	134.48 1	134.481
24	0.47464 1	69.144 7	33.7296	M	24	23.0433	60.804 9	68.7089	105.106	0	105.106	145.70 4	145.704
25	0.47464 1	74.354 9	34.6593	M	24	23.0433	63.653 6	71.9279	112.674	0	112.674	156.68 3	156.683
26	0.47464 1	79.445 6	35.5995	M	24	23.0433	66.371 5	74.9991	119.894	0	119.894	167.41 1	167.411
27	0.47464 1	81.111 2	36.5509	M	24	23.0433	66.908	75.6054	121.32	0	121.32	170.92 1	170.921
28	0.47464 1	77.436 1	37.5142	M	24	23.0433	64.131 3	72.4677	113.943	0	113.943	163.17 8	163.178
29	0.47464 1	73.563 1	38.4901	M	24	23.0433	61.257 4	69.2203	106.309	0	106.309	155.01 8	155.018
30	0.47464 1	69.551 3	39.4794	M	24	23.0433	58.325 6	65.9074	98.5203	0	98.5203	146.56 5	146.565
31	0.47464 1	66.122 3	40.483	M	24	23.0433	55.771 6	63.0213	91.7356	0	91.7356	139.34	139.34
32	0.47464 1	64.931 7	41.5018	M	24	23.0433	54.571 8	61.6656	88.5483	0	88.5483	136.83 2	136.832
33	0.47464 1	63.769 5	42.5369	M	24	23.0433	53.386 9	60.3267	85.4008	0	85.4008	134.38 4	134.384
34	0.47464 1	62.441	43.5895	M	24	23.0433	52.102 1	58.8749	81.9876	0	81.9876	131.58 6	131.586
35	0.47464 1	60.937 1	44.6608	M	24	23.0433	50.714 1	57.3064	78.3005	0	78.3005	128.41 8	128.418
36	0.47464 1	59.248 3	45.7523	M	24	23.0433	49.219 6	55.6177	74.3301	0	74.3301	124.86	124.86
37	0.47464 1	57.363 4	46.8656	M	24	23.0433	47.614 9	53.8044	70.0673	0	70.0673	120.88 9	120.889
38	0.47464 1	55.270 1	48.0026	M	24	23.0433	45.896	51.862	65.5012	0	65.5012	116.47 8	116.478

39	0.47464 1	52.954 3	49.1651	M	24	23.0433	44.058 5	49.7857	60.6198	0	60.6198	111.59 9	111.599
40	0.47464 1	50.326 7	50.3557	M	24	23.0433	42.057 6	47.5247	55.3044	0	55.3044	106.06 3	106.063
41	0.47464 1	47.298 2	51.5769	M	24	23.0433	39.851 5	45.0318	49.4439	0	49.4439	99.682 5	99.6825
42	0.47464 1	43.988 2	52.8319	M	24	23.0433	37.512 5	42.3887	43.2301	0	43.2301	92.708 2	92.7082
43	0.47464 1	40.375 7	54.1244	M	24	23.0433	35.036 3	39.5907	36.6523	0	36.6523	85.096 5	85.0965
44	0.47464 1	36.431 7	55.4585	M	24	23.0433	32.416 6	36.6304	29.6929	0	29.6929	76.786 2	76.7862
45	0.47464 1	32.121 5	56.8394	M	24	23.0433	29.645 9	33.4995	22.3326	0	22.3326	67.704 3	67.7043
46	0.47464 1	27.403 2	58.2734	M	24	23.0433	26.716 1	30.189	14.5497	0	14.5497	57.762	57.762
47	0.47464 1	22.225 1	59.7681	M	24	23.0433	23.618 8	26.689	6.32154	0	6.32154	46.850 8	46.8508
48	0.47464 1	16.522 7	61.3332	M	24	23.0433	20.344 5	22.9891	-2.37662	0	-2.37662	34.834 5	34.8345
49	0.55505 5	12.138 9	63.1294	LAS	4	24.7913	6.9089 9	7.80709	8.24258	0	8.24258	21.878 3	21.8783
50	0.55505 5	4.2269 4	65.196	LAS	4	24.7913	3.5313 3	3.99036	0.020865 6	0	0.020865 6	7.6202 1	7.62021

### Interslice Data

• Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.12999

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	20.0011	20.0019	0	0	0
2	20.4757	20.1227	10.199	0	0
3	20.9504	20.2505	21.0793	0	0
4	21.425	20.3854	32.433	0	0
5	21.8997	20.5276	44.055	0	0
6	22.3743	20.677	55.7423	0	0
7	22.8489	20.8338	67.277	0	0
8	23.3236	20.9981	78.3087	0	0
9	23.7982	21.17	88.8036	0	0
10	24.2729	21.3497	98.8143	0	0
11	24.7475	21.5371	108.397	0	0
12	25.2222	21.7326	117.612	0	0
13	25.6968	21.9362	126.31	0	0
14	26.1714	22.1481	134.188	0	0
15	26.6461	22.3684	141.066	0	0
16	27.1207	22.5974	146.761	0	0
17	27.5954	22.8352	151.096	0	0

18	28.07	23.082	154.059	0	0
19	28.5446	23.338	156.385	0	0
20	29.0193	23.6035	158.259	0	0
21	29.4939	23.8787	159.782	0	0
22	29.9686	24.1639	160.959	0	0
23	30.4432	24.4593	160.637	0	0
24	30.9178	24.7653	158.324	0	0
25	31.3925	25.0822	153.858	0	0
26	31.8671	25.4104	147.076	0	0
27	32.3418	25.7502	137.819	0	0
28	32.8164	26.102	126.867	0	0
29	33.2911	26.4664	115.767	0	0
30	33.7657	26.8439	104.702	0	0
31	34.2403	27.2348	93.8487	0	0
32	34.715	27.64	83.1378	0	0
33	35.1896	28.0599	71.8372	0	0
34	35.6643	28.4954	59.9694	0	0
35	36.1389	28.9472	47.6392	0	0
36	36.6135	29.4163	34.9678	0	0
37	37.0882	29.9036	22.0955	0	0
38	37.5628	30.4102	9.18479	0	0
39	38.0375	30.9374	-3.57643	0	0
40	38.5121	31.4866	-15.9702	0	0
41	38.9867	32.0594	-27.7012	0	0
42	39.4614	32.6578	-38.383	0	0
43	39.936	33.2838	-47.6531	0	0
44	40.4107	33.9401	-55.0882	0	0
45	40.8853	34.6296	-60.1861	0	0
46	41.36	35.356	-62.3467	0	0
47	41.8346	36.1237	-60.8441	0	0
48	42.3092	36.9382	-54.7896	0	0
49	42.7839	37.8064	-43.0761	0	0
50	43.3389	38.9018	-48.2732	0	0
51	43.894	40.1029	0	0	0

### List Of Coordinates

#### Water Table

X	Y
0	0
50.45	0

### External Boundary

X	Y
0	20
0	0
50.45	0
50.45	40
50.45	40.2
50.45	42.8
45.8	41.4
38.6	36.5
34.4	33.7
32.4	33.7
29.8	29.2
27.8	29.2
25.2	24.7
22.7	24.7
20	20

### Material Boundary

X	Y
38.6	36.5
50.45	40.2