

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

CONSORZIO:

HIRPINIA - ORSARA AV

SOCI:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



## PROGETTO ESECUTIVO

**ITINERARIO NAPOLI - BARI  
RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA  
II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA  
PIAZZALI  
RI12 - PIAZZALE SSE**

Opere di sostegno – Relazione di calcolo

APPALTATORE	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE	PROGETTISTA
Consorzio HIRPINIA - ORSARA AV Il Direttore Tecnico Ing. P. M. Gianvecchio 08/02/2022	Il Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche Ing. G. Cassani	 Ing. R.Zanon

COMMESSA    LOTTO    FASE    ENTE    TIPO DOC.    OPERA/DISCIPLINA    PROGR.    REV.    SCALA:

IF3A    02    E    ZZ    CL    RI1200    004    B    -

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione	G.Pepe	11/11/2021	L.Ongaro	11/11/2021	T.Finocchietti	11/11/2021	Ing. R.Zanon
B	C 06.01 - A valle del contraddittorio	G.Pepe	08/02/2022	L.Ongaro	08/02/2022	T.Finocchietti	08/02/2022	
								08/02/2022

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI M-INGEGNERIA                      GCF    ELETTRI-FER	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Opere di sostegno – Relazione di calcolo	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ CL	<b>DOCUMENTO</b> RH1200 004	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 2 di 72

## Indice

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>4</b>
2.1	<b>NORMATIVA .....</b>	<b>4</b>
2.2	<b>DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....</b>	<b>5</b>
3.1	<b>CALCESTRUZZO PER MAGRONE .....</b>	<b>5</b>
3.2	<b>CALCESTRUZZO .....</b>	<b>6</b>
3.3	<b>ACCIAIO PER CALCESTRUZZO ARMATO .....</b>	<b>7</b>
3.4	<b>COPRIFERRO .....</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE OPERE .....</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>MODELLO GEOTECNICO DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>10</b>
<b>6</b>	<b>NORMATIVA .....</b>	<b>14</b>
6.1	<b>CRITERI DI VERIFICA .....</b>	<b>16</b>
6.2	<b>VERIFICHE STRUTTURALI SLU/SLV E SLE .....</b>	<b>17</b>
<b>7</b>	<b>AZIONI SULLA STRUTTURA .....</b>	<b>18</b>
7.1	<b>CARICHI PERMANENTI .....</b>	<b>18</b>
7.2	<b>CARICHI VARIABILI .....</b>	<b>18</b>
7.3	<b>CARICHI SISMICI .....</b>	<b>19</b>
7.3.1	<b>COEFFICIENTI DI SPINTA IN CONDIZIONI SISMICHE .....</b>	<b>22</b>
<b>8</b>	<b>MODELLO DI CALCOLO .....</b>	<b>23</b>
8.1	<b>SEZIONE DI CALCOLO .....</b>	<b>23</b>
<b>9</b>	<b>RISULTATI DELL'ANALISI .....</b>	<b>26</b>
9.1	<b>SOLLECITAZIONI SLU-SLV SUL PARAMENTO -SEZIONE 1 .....</b>	<b>27</b>
9.2	<b>SOLLECITAZIONI SLE SUL PARAMENTO-SEZIONE 1 .....</b>	<b>28</b>
9.3	<b>SOLLECITAZIONI SLU-SLV SULLA CIABATTA DI FONDAZIONE -SEZIONE 1 .....</b>	<b>29</b>
9.4	<b>SOLLECITAZIONI SLE SULLA CIABATTA DI FONDAZIONE -SEZIONE 1 .....</b>	<b>30</b>
9.5	<b>COEFFICIENTI DI SICUREZZA PER LE VERIFICHE GEOTECNICHE -SEZIONE 1 .....</b>	<b>31</b>
9.6	<b>COEFFICIENTI DI SICUREZZA PER LE VERIFICHE A RIBALTAMENTO -SEZIONE 1 .....</b>	<b>32</b>
9.7	<b>RIEPILOGO SOLLECITAZIONI DI PROGETTO -SEZIONE 1 .....</b>	<b>32</b>

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI M-INGEGNERIA                      GCF    ELETTRI-FER	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA  II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Opere di sostegno – Relazione di calcolo	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ CL	<b>DOCUMENTO</b> RH1200 004	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 3 di 72

9.8	SOLLECITAZIONI SLU-SLV SUL PARAMENTO -SEZIONE 2.....	33
9.9	SOLLECITAZIONI SLE SUL PARAMENTO-SEZIONE 2 .....	33
9.10	SOLLECITAZIONI SLU-SLV CIABATTA DI FONDAZIONE -SEZIONE 2 .....	34
9.11	SOLLECITAZIONI SLE CIABATTA DI FONDAZIONE -SEZIONE 2.....	35
9.12	COEFFICIENTI DI SICUREZZA PER LE VERIFICHE GEOTECNICHE -SEZIONE 2 .....	36
9.13	RIEPILOGO SOLLECITAZIONI DI PROGETTO -SEZIONE 2.....	37
<b>10</b>	<b>VERIFICHE GEOTECNICHE .....</b>	<b>37</b>
10.1	SEZIONE 1 - VERIFICHE DI STABILITÀ GLOBALE .....	37
10.2	SEZIONE 1 - VERIFICHE SLU- CARICO LIMITE .....	40
10.3	SEZIONE 1 - VERIFICHE SLU- SCORRIMENTO .....	41
10.4	SEZIONE 1 - VERIFICHE SLU- RIBALTAMENTO .....	42
10.5	SEZIONE 2 - VERIFICHE DI STABILITÀ GLOBALE .....	43
10.6	SEZIONE 2 - VERIFICHE SLU- CARICO LIMITE .....	45
10.7	SEZIONE 2 - VERIFICHE SLU- SCORRIMENTO .....	45
10.8	SEZIONE 2 - VERIFICHE SLU- RIBALTAMENTO .....	46
<b>11</b>	<b>VERIFICHE DI SPOSTAMENTO IN CONDIZIONI SLD .....</b>	<b>47</b>
<b>12</b>	<b>VERIFICHE STRUTTURALI SEZIONE 1 .....</b>	<b>47</b>
12.1	VERIFICA STRUTTURALE PARAMENTO .....	48
12.2	VERIFICA STRUTTURALE FONDAZIONE SEZIONE 1 .....	54
12.3	INCIDENZA SEZIONE 1 .....	59
<b>13</b>	<b>VERIFICA STRUTTURALE SEZIONE 2 .....</b>	<b>60</b>
13.1	VERIFICA STRUTTURALE PARAMENTO SEZIONE 2 .....	60
13.2	VERIFICA STRUTTURALE FONDAZIONE SEZIONE 2 .....	66
13.3	INCIDENZA SEZIONE 2 .....	71

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>M-INGEGNERIA</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RI1200 004</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>4 di 72</b>

## 1 INTRODUZIONE

Il presente documento inquadra e descrive le analisi di dimensionamento e verifica del muro di sottoscarpa ubicato alla base del piazzale RI12 della Sotto Stazione Elettrica di Ariano Irpino. Il muro a mensola in c.a. presenta un'altezza pari a 5.1 m, ed un paramento a spessore variabile da un minimo di 0.4 m ad un massimo, alla base di 0.85 m. La fondazione dell'opera è costituita da una piastra di spessore 0.8 m, lunga in totale 6.1m.

E' inoltre presente un muro di dimensioni minori, ubicato dove è minore l'altezza del rilevato da sostenere. Questo muro è caratterizzato da un paramento alto 2.2 m e da una fondazione spessa 60 cm.

Nel seguito:

- verrà richiamata la documentazione di riferimento;
- si descriverà il modello geotecnico di progetto;
- si indicheranno le procedure e i metodi di calcolo anche con riferimento alla normativa vigente;
- si presenteranno i risultati di calcolo;
- si espliciteranno le verifiche di normativa.

## 2 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

### 2.1 NORMATIVA

La progettazione è conforme alle normative vigenti nonché alle istruzioni dell'Ente FF.SS.

La normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo e progettazione è la seguente:

- Rif. [1] - Nuove norme tecniche per le costruzioni - D.M. 17-01-18 (NTC-2018);
- Rif. [2] - Circolare del 21 gennaio 2019 - Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.;
- Rif. [3] - Eurocodice 2: Progettazione delle strutture in calcestruzzo – Parte 1.1: Regole generali e regole per gli edifici.
- Rif. [4] - UNI ENV 1992-1-1 Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
- Rif. [5] - UNI EN 206-1/2001 - Calcestruzzo. Specificazioni, prestazioni, produzione e conformità;
- Rif. [6] - UNI EN 1998-5 – Fondazioni ed opere di sostegno.
- Rif. [7] REGOLAMENTO (UE) N. 1299/2014 DELLA COMMISSIONE del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema «infrastruttura» del sistema ferroviario dell'Unione europea
- Rif. [8] RFI DTC SI CS MA IFS 001 E del 31.12.2020 – Manuale di progettazione delle opere civili- Parte II – Sez- 3 – Corpo stradale ;

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>M-INGEGNERIA</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RI1200 004</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>5 di 72</b>

Rif. [9] RFI DTC SI PS MA IFS 001 E del 31.12.2020 – Manuale di progettazione delle opere civili- Parte II – Sez- 2 – Ponti e strutture;

Rif. [10] UNI EN 1997-1: Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica parte 1: regole generali;

Rif. [11] UNI EN 1997-1: Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica –Parte 5; Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici;

## 2.2 DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO

Rif. [12] IF3A.0.2.E.ZZ.P9.RI.12.0.0.001.B Planimetria di progetto e tracciamento

Rif. [13] IF3A.0.2.E.ZZ.WZ.RI.12.0.0.001.B Sezioni trasversali

Rif. [14] IF3A.0.2.E.ZZ.P9.RI.12.0.0.003.B Pianta scavi

Rif. [15] IF3A.0.2.E.ZZ.BZ.RI.12.0.0.001.B Opere in c.a. - Carpenteria

Rif. [16] IF3A.0.2.E.ZZ.BZ.RI.12.0.0.003.B Opere di sostegno - Carpenteria

Rif. [17] IF3A.0.2.E.ZZ.PZ.RI.12.0.5.001.A Opere di sostegno - Prospetti e dettagli

## 3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

### 3.1 CALCESTRUZZO PER MAGRONE

Per il magrone di sottofondazione si prevede l'utilizzo di calcestruzzo di classe  $R_{ck}$  15.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>M-INGEGNERIA</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RH1200 004</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>6 di 72</b>

## 3.2 CALCESTRUZZO

Per la realizzazione della fondazione e del paramento si prevede l'utilizzo di calcestruzzo avente classe di resistenza C30/37 ( $R_{ck} \geq 37 \text{ N/mm}^2$ ) che presenta le seguenti caratteristiche:

- Resistenza caratteristica a compressione (cilindrica)  $\rightarrow f_{ck} = 0.83 \times R_{ck} = 30.71 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza media a compressione  $\rightarrow f_{cm} = f_{ck} + 8 = 38.71 \text{ N/mm}^2$
- Modulo elastico  $\rightarrow E_{cm} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3} = 33019 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza di calcolo a compressione  $\rightarrow f_{cd} = \alpha_{cc} \times f_{ck} / \gamma_c = 0.85^* f_{ck} / 1.5 = 17.40 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a trazione media  $\rightarrow f_{ctm} = 0.30 \times f_{ck}^{2/3} = 2.94 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a trazione  $\rightarrow f_{ctk} = 0.7 \times f_{ctm} = 2.05 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a trazione di calcolo  $\rightarrow f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.37 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a compressione (comb. Rara)  $\rightarrow \sigma_c = 0.55 \times f_{ck} = 16.89 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a compressione (comb. Quasi permanente)  $\rightarrow \sigma_c = 0.40 \times f_{ck} = 12.28 \text{ N/mm}^2$

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>M-INGEGNERIA</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RH1200 004</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>7 di 72</b>

### 3.3 ACCIAIO PER CALCESTRUZZO ARMATO

Per le armature metalliche si adottano tondini in acciaio del tipo B450C saldabile, controllato in stabilimento e che presentano le seguenti caratteristiche:

Proprietà	Requisito
Limite di snervamento $f_y$	$\geq 450$ MPa
Limite di rottura $f_t$	$\geq 540$ MPa
Allungamento totale al carico massimo $A_{gt}$	$\geq 7.5\%$
Rapporto $f_t/f_y$	$1,15 \leq R_m/R_e \leq 1,35$
Rapporto $f_{y \text{ misurato}} / f_{y \text{ nom}}$	$\leq 1,25$

- Tensione di snervamento caratteristica                       $\rightarrow f_{yk} \geq 450$  N/mm<sup>2</sup>
- Tensione caratteristica a rottura                       $\rightarrow f_{tk} \geq 540$  N/mm<sup>2</sup>
- Tensione in condizione di esercizio (comb. Rara)                       $\rightarrow \sigma_s = 0.75 * f_{yk} = 337.50$  N/mm<sup>2</sup>
- Fattore di sicurezza acciaio                       $\rightarrow \gamma_s = 1.15$
- Resistenza a trazione di calcolo                       $\rightarrow f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391.30$  N/mm<sup>2</sup>

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>												
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER													
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF3A</td> <td>02</td> <td>E ZZ CL</td> <td>RH1200 004</td> <td>B</td> <td>8 di 72</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ CL	RH1200 004	B	8 di 72
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF3A	02	E ZZ CL	RH1200 004	B	8 di 72								

### 3.4 COPRIFERRO

Secondo quanto riportato nel manuale di progettazione rfi parte II sezione 2 “ponti e strutture” al paragrafo 2.5.2.2.3.1 e nel “capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili parte II – sezione 6 opere in conglomerato cementizio e in acciaio”.

Si utilizza un valore di copriferro C=40mm (valutato al netto dell’armatura più esterna) classe di esposizione dei muri XC3.

G**	1	Muri di controripa/sottoscarpa in c.a. (armatura $\geq 30$ Kg/mc)	XC3	0.55	C30/37	S3, S4	CEM III,IV,V	Rck
-----	---	---	-----	------	--------	--------	--------------	-----

Elemento strutturale	Copriferro minimo
Pali (di paratie o opere di sostegno), diaframmi e relativi cordoli di collegamento gettati in opera	60mm
Pali/diaframmi di fondazione gettati in opera	60mm
Pali di fondazione prefabbricati	60mm
Solettoni di fondazione, fondazioni armate	40mm
Fondazioni non armate (pozzi, sottoplinte, ecc.)	40mm
Cunette canalette e cordoli	40mm
Opere in elevazione in viste (pile, spalle, pulvini, baggioli)	40mm
Opere in elevazione con superfici interrato o non ispezionabili	40mm
Solette estradosso	35mm
Solette intradosso (getto in opera)	35mm
Impalcato armatura ordinaria	40mm
Impalcato in C.A.P. - cavi pre-tesi	Max ( $3\phi_{TR}$ ; 50mm)
Impalcato in C.A.P. cavi post-tesi	Max ( $\phi_G$ ; 60mm)
Predalles prefabbricate con funzioni strutturali	25mm
Predalles senza funzioni strutturali	Max ( $\phi_{inf}$ ; 20mm)

Tabella 2.5.2.2.3.2.-1

Condizioni ambientali

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>M-INGEGNERIA</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1200 004	REV. B	FOGLIO 9 di 72

## 4 DESCRIZIONE DELLE OPERE

L'opera in progetto è ubicata alla base del rilevato del piazzale del Rilevato RI12 ed è costituita da un muro di sostegno di sottoscarpa alto 5.10 m. L'altezza di spinta del terreno è di 5.0 m ed a questa ci si riferirà nei calcoli per evitare una sovrastima delle spinte sul paramento. L'imprecisione compiuta trascurando i residui 10 cm di paramento "di franco" è trascurabile e cautelativa. Il paramento si presenta a spessore variabile da un minimo di 0.4 m ad un massimo, alla base di 0.85 m. La fondazione dell'opera è costituita da una piastra di spessore 0.8 m, lunga in totale 6.1 m.

E' inoltre presente un muro di dimensioni minori, ubicato dove è minore l'altezza del rilevato da sostenere. Questo muro è caratterizzato da un paramento alto 2.2 m e da una fondazione spessa 60 cm.

A tergo del muro è presente un terrapieno inclinato di 35° rispetto all'orizzontale, la cui quota di sommità eccede quella di testa del muro di 4.0 m.

Sul piazzale è prevista la realizzazione di fabbricati la cui impronta è abbastanza lontana dal muro da poter considerare nulla l'interazione tra le opere. Non potendo però escludere che il piazzale sia soggetto a carichi di piccoli veicoli, la progettazione (vedasi par. 7.2) ha comunque tenuto conto di eventuali carichi stradali. Le figure seguenti chiariscono ulteriormente la geometria delle opere.

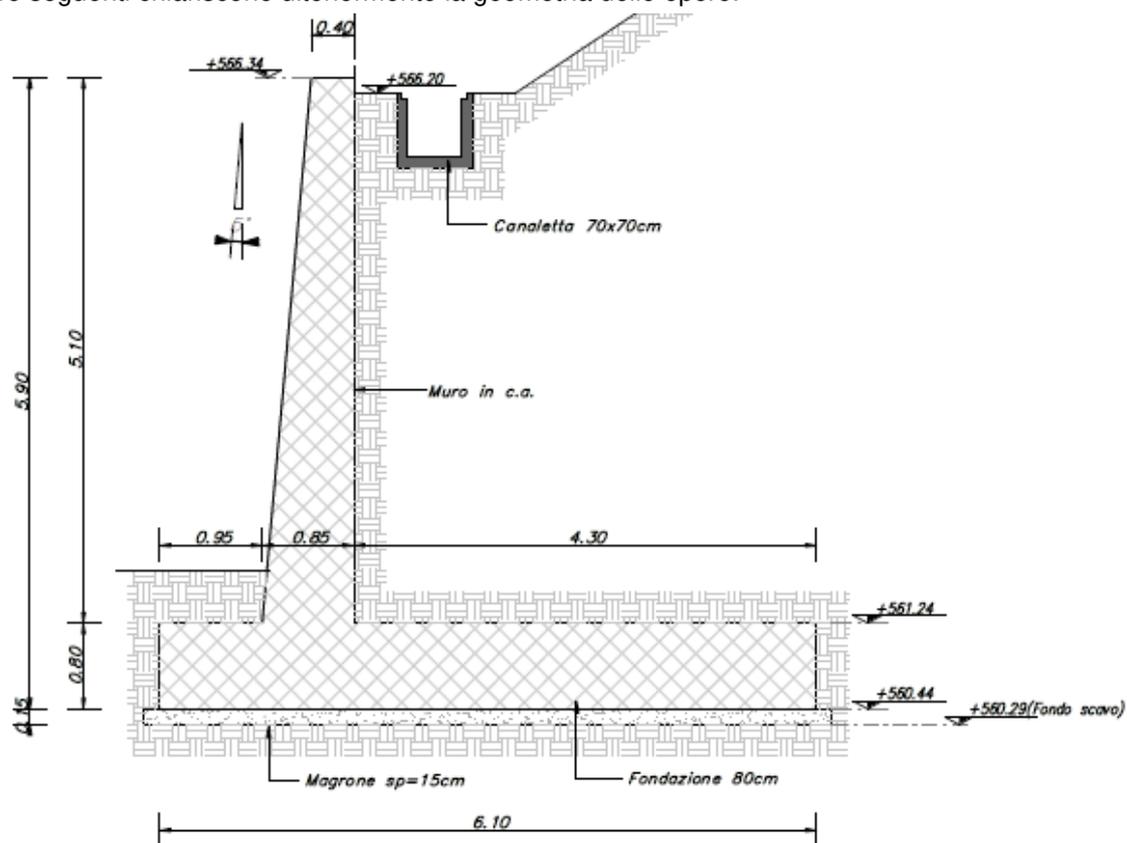


Figura 4-1. Geometria schematica dell'opera (sezione di massima altezza)

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI</b> <b>M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1200 004	REV. B	FOGLIO 10 di 72

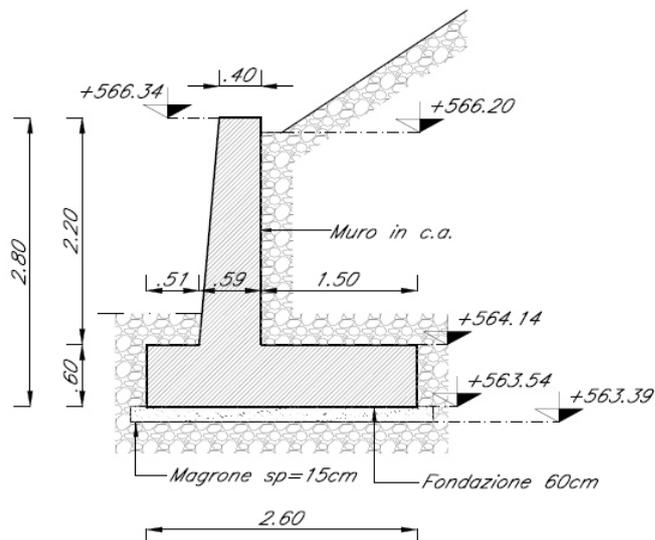


Figura 4-2. Geometria schematica dell'opera (sezione lungo muro di risvolto)

## 5 MODELLO GEOTECNICO DI RIFERIMENTO

Il modello geotecnico di riferimento viene derivato da tutte le informazioni disponibili.

La stratigrafia del terreno è riportata di seguito prendendo come riferimento il log stratigrafico del sondaggio IF16F19 TER, eseguito in corrispondenza del piazzale RI 12.

Il sondaggio mostra la presenza, come indicato anche nella relazione geotecnica generale, di due strati

- **Unità C** (coltre superficiale)
- **Unità SFT2** (argille limose con intercalazioni sabbiose)

Sulla base del profilo presentato è possibile definire la seguente stratigrafia di progetto

Sulla base delle indagini effettuate sono state individuate le seguenti unità geotecniche:

**Tabella 5-1. Stratigrafia sintetica dell'area**

Stratigrafia di riferimento		Falda
Spessore strato [m]	Unità di riferimento	Profondità da p.c. [m]
10.4-8.7	Coltre	5.0
>30.0	SFT2	

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI</b> <b>M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>		COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>RH1200 004</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>11 di 72</b>

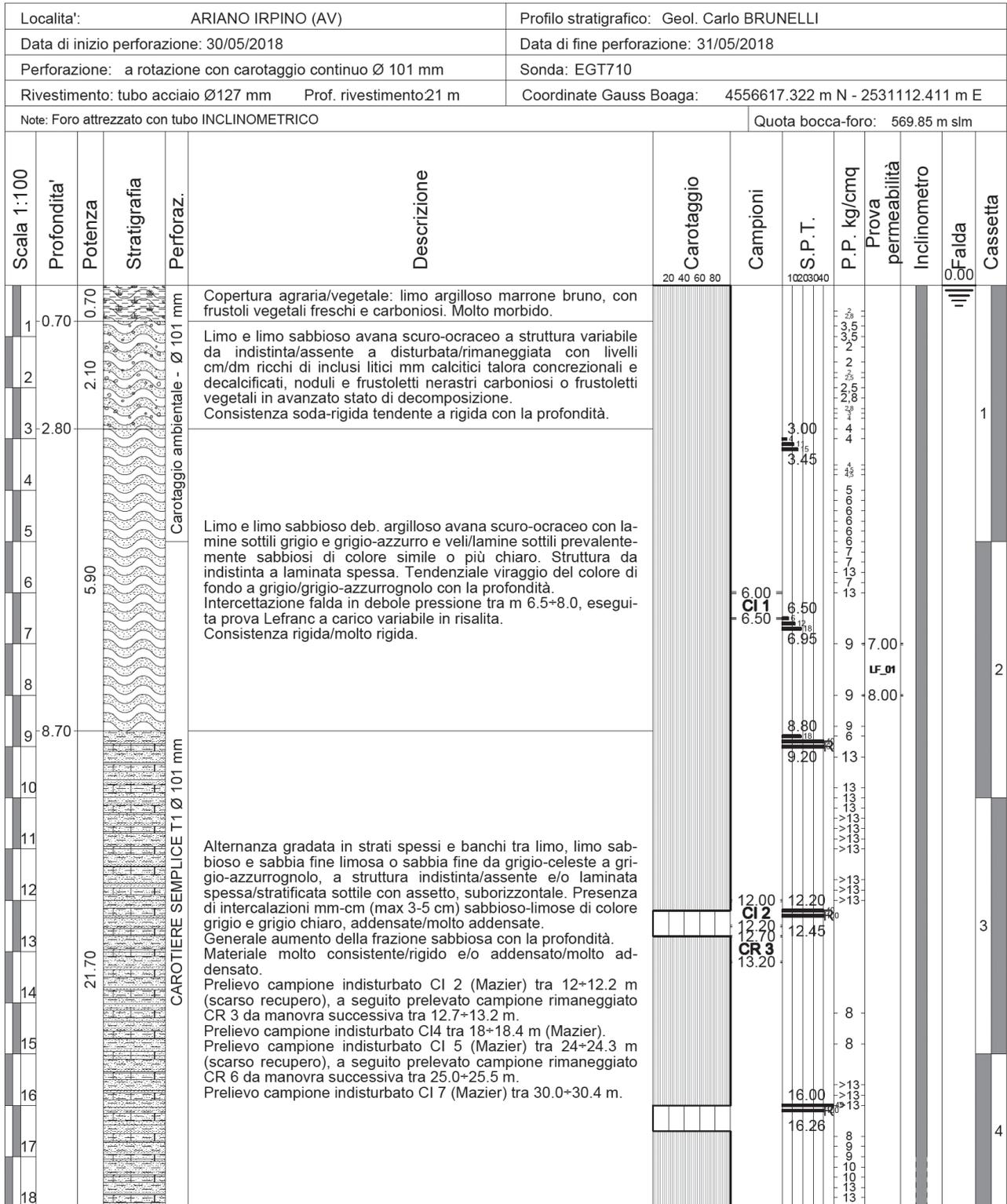


Figura 5-1. schema sintetico della stratigrafia dell'area

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>M-INGEGNERIA</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RI1200 004</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>12 di 72</b>

Concordemente a quanto riportato nella relazione geotecnica generale e sulla base delle indagini in sito e di laboratorio si individuano le seguenti caratteristiche meccaniche dei terreni interagenti con le opere

### **COLTRE**

Peso Volume:  $\gamma = 20.5 \text{ kN/m}^3$

Angolo di attrito  $\phi = 27^\circ$

Coesione efficace  $c' = 8 \text{ kPa}$

Coesione non drenata  $c_u = 90 \text{ kPa}$

Indice di compressione  $C_c$                       0.064

Indice di ricomprensione  $C_r$                       0.012

Indice dei vuoti  $e_0 = 0.5$

OCR = 3

$K=4 \times 10^{-7} \text{ m/s}$

### **SFT2:**

Peso Volume:  $\gamma = 21 \text{ kN/m}^3$

Angolo di attrito  $\phi = 27^\circ$

Coesione efficace  $c' = 2 \text{ kPa}$

Coesione non drenata  $c_u = 60 \text{ kPa}$

Indice di compressione  $C_c$                       0.066

Indice di ricomprensione  $C_r$                       0.010

Indice dei vuoti  $e_0 = 0.45$

OCR = 4

$K=1 \times 10^{-7} \text{ m/s}$

Il terreno utilizzato per la realizzazione dei rilevati, in accordo con il capitolato tecnico, ha le seguenti proprietà:

Peso Volume:  $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$

Angolo di attrito  $\phi = 35^\circ$

Coesione efficace  $c' = 0 \text{ kPa}$

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI</b> <b>M-INGEGNERIA                      GCF                      ELETTRI-FER</b>							<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">COMMESSA</th> <th style="text-align: left;">LOTTO</th> <th style="text-align: left;">CODIFICA</th> <th style="text-align: left;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: left;">REV.</th> <th style="text-align: left;">FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF3A</td> <td>02</td> <td>E ZZ CL</td> <td>RI1200 004</td> <td>B</td> <td>13 di 72</td> </tr> </tbody> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ CL	RI1200 004	B	13 di 72													

Le verifiche in condizione sismica sono state condotte considerando la resistenza al taglio in condizioni non drenate del terreno naturale. La resistenza non drenata lungo i piani di scorrimento considerati è stata valutata pari a

$c_{u,} = 90 \text{ kPa}$

Tale valore è da considerarsi come cautelativo, alla luce dei valori di resistenza al taglio non drenata esibite dal materiale di fondazione sia nelle prove di laboratorio sia nelle prove Pocket Penetrometer che hanno evidenziato resistenze variabili tra

$3.0 \text{ kg/cm}^2 < PP < 7.0 \text{ kg/cm}^2$

Come si nota dalla **Tabella 5-1** la quota di testa della falda è posta a 5.0 m dal piano campagna naturale.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA    PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING    PINI</b> <b>M-INGEGNERIA              GCF                      ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>RI1200 004</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>14 di 72</b>

## 6 NORMATIVA

In linea con quanto riportato nel quadro normativo vigente, le azioni descritte nei paragrafi precedenti, sono combinate nel modo seguente:

combinazione fondamentale (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_p \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

combinazione sismica:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

combinazione eccezionale:

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

combinazione Rara (SLE irreversibile):

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

combinazione Frequente (SLE reversibile):

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

combinazione Quasi Permanente (SLE per gli effetti a lungo termine):

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Sono prese in considerazione le seguenti verifiche agli stati limite ultimi:

SLU di tipo Geotecnico (GEO), relative a condizioni di collasso per carico limite dell'insieme fondazione – terreno;

SLU di tipo strutturale (STR), relative a condizioni di raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

Le verifiche sono svolte considerando il seguente approccio:

Approccio 2: A1 + M1 + R3

Tale approccio prevede un'unica combinazione di gruppi di coefficienti, da adottare sia nelle verifiche strutturali che nelle verifiche geotecniche secondo quanto riportato nelle tabelle seguenti:

**Tab. 6.2.1 – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni**

	Effetto	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti $G_1$	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	$\gamma_Q$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

**Tabella 6-1 Coefficienti parziali per i carichi**

I coefficienti R3 per le verifiche in condizioni statiche sono riepilogati nella seguente tabella.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA    PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING      PINI</b> <b>M-INGEGNERIA              GCF                      ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1200 004	REV. B	FOGLIO 15 di 72

**Tabella 6-2. Coefficienti parziali sulla resistenza per la verifica delle fondazioni dirette dei muri di sostegno- condizioni statiche**

*Tab. 6.5.I - Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi di muri di sostegno*

Verifica	Coefficiente parziale (R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1,4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$
Ribaltamento	$\gamma_R = 1,15$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1,4$

I coefficienti  $R_3$  per le verifiche in condizioni sismiche sono riepilogati nella seguente tabella.

**Tabella 6-3. Coefficienti parziali sulla resistenza per la verifica delle fondazioni dirette dei muri di sostegno- condizioni sismiche**

*Tab. 7.11.III - Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche degli stati limite (SLV) dei muri di sostegno.*

Verifica	Coefficiente parziale $\gamma_R$
Carico limite	1.2
Scorrimento	1.0
Ribaltamento	1.0
Resistenza del terreno a valle	1.2

Sono state esaminate per completezza sia combinazioni di carico in cui il peso del muro e del terrapieno sono considerate come carichi favorevoli, sia combinazioni in cui gli stessi pesi sono considerati sfavorevoli.

Si riassumono nella seguente tabella, in maniera schematica, le combinazioni esaminate, rimandando agli allegati per il dettaglio.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF3A 02 E ZZ CL RH1200 004 B 16 di 72

Tabella 6-4. Combinazioni di carico esaminate

COMBINAZIONE	Tipo	Carico variabile	Sisma
1	A1-M1 - [1]	assente	--
2	A1-M1 - [1]	assente	--
3	A1-M1 - [1]	assente	--
4	A1-M1 - [1]	assente	--
5	EQU - [1]	assente	--
6	A1-M1 - [2]	presente $\psi = 1,0$	--
7	A1-M1 - [2]	presente $\psi = 1,0$	--
8	A1-M1 - [2]	presente $\psi = 1,0$	--
9	A1-M1 - [2]	presente $\psi = 1,0$	--
10	EQU - [2]	presente $\psi = 1,0$	--
11	A1-M1 - [3]	presente $\psi = 0$	Orizzontale + Verticale positivo
12	A1-M1 - [3]	presente $\psi = 0$	Orizzontale + Verticale negativo
13	EQU - [3]	presente $\psi = 0$	Orizzontale + Verticale positivo
14	EQU - [3]	presente $\psi = 0$	Orizzontale + Verticale negativo
15	A1-M1 - [4]	presente $\psi = 0$	Orizzontale + Verticale positivo
16	A1-M1 - [4]	presente $\psi = 0$	Orizzontale + Verticale negativo
17	EQU - [4]	presente $\psi = 0$	Orizzontale + Verticale positivo
18	EQU - [4]	presente $\psi = 0$	Orizzontale + Verticale negativo
19	SLEQ - [1]	presente $\psi = 0$	--
20	SLEF - [1]	presente $\psi = 0,75$	--
21	SLER - [1]	presente $\psi = 0,75$	--

## 6.1 CRITERI DI VERIFICA

In accordo con la normativa vigente, sono state esaminate e verificate le seguenti condizioni di SLU:

### 6.1.1.1 VERIFICA AL RIBALTAMENTO

Viene eseguita con riferimento allo spigolo anteriore della platea di fondazione, confrontando il momento stabilizzante  $M_s$  dovuto alle forze verticali con il momento ribaltante  $M_r$  provocato dalle forze orizzontali;

### 6.1.1.2 VERIFICA ALLO SCORRIMENTO

Viene eseguita controllando che la somma delle forze orizzontali sia sufficientemente minore della forza di attrito che si può esplicitare per effetto dei carichi verticali  $N$  al contatto tra platea di fondazione e terreno. Il coefficiente di attrito  $f$  è assunto pari a:

$$f = \operatorname{tg}(\delta) = \operatorname{tg}(\phi)$$

trascurando il contributo stabilizzante dovuto alla spinta passiva del terreno anteriore.  
mentre in campo sismico

<b>APPALTATORE:</b> <u>Conorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>M-INGEGNERIA</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RH1200 004</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>17 di 72</b>

f = C<sub>u</sub>

### 6.1.1.3 VERIFICA AL CARICO LIMITE DELL'INSIEME FONDAZIONE-TERRENO

Viene svolta utilizzando l'espressione della portanza unitaria limite secondo la teoria di Brinch-Hansen

## 6.2 VERIFICHE STRUTTURALI SLU/SLV E SLE

Le verifiche allo Stato Limite Ultimo sono condotte secondo i paragrafi 4.1.2.3.4 (per la resistenza flessionale) e 4.1.2.3.5 (per la resistenza nei confronti di sollecitazioni taglianti) delle NTC2018.

L'obiettivo in termini di resistenza a taglio è dimostrare che la sezione sostiene il valore dello sforzo di taglio agente ( $V_{Ed}$ ) senza armature trasversali.

Per ottenere i valori di progetto si è utilizzato il software Max.

Le verifiche agli Stati Limite di Esercizio SLE (tensioni e fessurazione) sono state condotte secondo quanto riportato nel manuale RFI Parte II Sezione 2 – Ponti e strutture con particolare riferimento al paragrafo 2.5.8.3.2.1 e 2.5.1.8.3.2.4.

Le fessure limite sono: -  $w_k=0,20$  mm per la combinazione rara;

La massima tensione di compressione del calcestruzzo, deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_{c,max} \leq 0,55 f_{ck} \text{ per combinazione caratteristica (rara)}$$

$$\sigma_{c,max} \leq 0,40 f_{ck} \text{ per combinazione quasi permanente.}$$

La tensione massima dell'acciaio per effetto delle azioni dovute alla combinazione caratteristica deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_{s,max} \leq 0,75 f_{yk} \text{ per combinazione caratteristica (rara)}$$

Di seguito si riportano le sollecitazioni massime per gli SLU, SLE rara e SLE quasi permanente.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>M-INGEGNERIA</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RI1200 004</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>18 di 72</b>

## 7 AZIONI SULLA STRUTTURA

### 7.1 CARICHI PERMANENTI

Il peso proprio della struttura è calcolato ipotizzando un peso per unità di volume del calcestruzzo pari a

- Peso Volume:  $\gamma = 24.5 \text{ kN/m}^3$

Il peso per unità di volume del terrapieno viene valutato a partire da un peso per unità di volume del terreno di riempimento pari a

- Peso Volume:  $\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$

Le spinte in condizioni statiche vengono valutate con il metodo di Culmann (vedasi allegato) in ipotesi di spinta attiva, sicuramente accettabile per un muro su fondazione diretta.

L'incremento di spinta in condizioni sismiche viene valutato con il metodo di Monobe-Okabe, ipotizzando la risultante delle spinte sia posta a metà dell'altezza del paramento.

### 7.2 CARICHI VARIABILI

Cautelativamente e concordemente a quanto indicato nella normativa vigente al paragrafo 3.1.4 (vedi tabella sottostante) si è ipotizzato un carico sul piazzale pari a

$q = 20.0 \text{ kPa}$

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1200 004	REV. FOGLIO B 19 di 72

Tabella 7-1. Carichi agenti

Cat.	Ambienti	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [kN]	$H_k$ [kN/m]
D	<b>Ambienti ad uso commerciale</b>			
	Cat. D1 Negozi	4,00	4,00	2,00
	Cat. D2 Centri commerciali, mercati, grandi magazzini	5,00	5,00	2,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	Secondo categoria d'uso servita		
E	<b>Aree per immagazzinamento e uso commerciale ed uso industriale</b>			
	Cat. E1 Aree per accumulo di merci e relative aree d'accesso, quali biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri	≥ 6,00	7,00	1,00*
	Cat. E2 Ambienti ad uso industriale	da valutarsi caso per caso		
F-G	<b>Rimesse e aree per traffico di veicoli (esclusi i ponti)</b>			
	Cat. F Rimesse, aree per traffico, parcheggio e sosta di veicoli leggeri (peso a pieno carico fino a 30 kN)	2,50	2 x 10,00	1,00**
	Cat. G Aree per traffico e parcheggio di veicoli medi (peso a pieno carico compreso fra 30 kN e 160 kN), quali rampe d'accesso, zone di carico e scarico merci	5,00	2 x 50,00	1,00**
		da valutarsi caso per caso e comunque non minori di		
H-I-K	<b>Coperture</b>			
	Cat. H Coperture accessibili per sola manutenzione e riparazione	0,50	1,20	1,00
	Cat. I Coperture praticabili di ambienti di categoria d'uso compresa fra A e D	secondo categorie di appartenenza		
	Cat. K Coperture per usi speciali, quali impianti, eliporti.	da valutarsi caso per caso		

\* non comprende le azioni orizzontali eventualmente esercitate dai materiali immagazzinati.  
\*\* per i soli parapetti o partizioni nelle zone pedonali. Le azioni sulle barriere esercitate dagli automezzi dovranno essere valutate caso per caso.

### 7.3 CARICHI SISMICI

Per la definizione dell'azione sismica sono necessarie delle valutazioni preliminari relative alle seguenti caratteristiche proprie della costruzione (2.4 – NTC2018):

- Vita Nominale ( $V_N$ );
- Classe d'uso ( $C_u$ );
- Periodo di Riferimento ( $V_R$ ).

Si attribuisce una vita nominale  $V_N = 75$  anni e la classe d'uso III con coefficiente d'uso  $C_u=1,5$ , in conformità ai seguenti riferimenti normativi:

- DM 17/01/2018 par. 2.4;
- Circ. 21/01/2019, par. C2.4.1 e C2.4.2;
- Decreto 21/10/2003 P.C.M. Dipartimento della Prot. Civile (all.1);

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA    PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI</b> <b>M-INGEGNERIA                      GCF                      ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RH1200 004</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>20 di 72</b>

Il periodo di riferimento da considerare per il calcolo dell'azione sismica sarà quindi

$$V_R = C_u \times V_N = 112,5 \text{ anni.}$$

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione, ai sensi dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003. La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$ , nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente, con riferimento a prefissata probabilità di eccedenza  $P_{VR}$  nel periodo di riferimento  $V_R$  (3.2 – NTC2018).

La normativa NTC2018 definisce le forme spettrali, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- $a_g$  – Accelerazione orizzontale massima al sito;
- $F_0$  – Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $T_C^*$  - Periodo d'inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Nei confronti delle azioni sismiche si definiscono due stati limite di esercizio e due ultimi, che sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso (3.2.1 – NTC2018), ai quali corrispondono i seguenti valori dei parametri precedentemente definiti:

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può far riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II e 3.2.III – NTC2018).

Il terreno su cui insiste la costruzione è stato assimilato ad un sottosuolo di *categoria C*.

Nel caso in esame si può assumere una categoria topografica  $T_1$  (Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ ).

Gli spettri di progetto agli stati limite, SLV ed SLD sono stati determinati facendo riferimento alle coordinate del piazzale:

- Longitudine:  $15.1325^\circ$ ,
- Latitudine:  $41.1595^\circ$ ,

Risulta per lo stato limite di salvaguardia della vita (SLV) quanto segue.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI</b> <b>M-INGEGNERIA                      GCF                      ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1200 004	REV. B	FOGLIO 21 di 72

## Parametri e punti dello spettro di ris

### Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0.347 g
$F_o$	2.352
$T_C$	0.425 s
$S_S$	1.210
$C_C$	1.392
$S_T$	1.000
$q$	1.000

### Parametri dipendenti

$S$	1.210
$\eta$	1.000
$T_B$	0.197 s
$T_C$	0.592 s
$T_D$	2.987 s

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI</b> <b>M-INGEGNERIA                      GCF                      ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1200 004	REV. B	FOGLIO 22 di 72

### 7.3.1 Coefficienti di spinta in condizioni sismiche

La spinta delle terre in condizioni sismiche verrà valutata tramite il metodo di Mononobe – Okabe, sullo studio dell'equilibrio limite globale del sistema formato dal muro e dal prisma di terreno omogeneo retrostante l'opera e coinvolto nella rottura in una configurazione fittizia di calcolo nella quale l'angolo  $\varepsilon$  (inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale) e l'angolo  $\beta$  (inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede), vengono aumentati di una quantità  $\theta$  tale che:

$$\operatorname{tg} \theta = k_h / (1 \pm k_v)$$

con  $k_h$  coefficiente sismico orizzontale e  $k_v$  verticale.

In assenza di studi specifici, i coefficienti  $k_h$  e  $k_v$  devono essere calcolati come:

$$k_h = \beta_m a_{max} / g \qquad k_v = 0,5 \cdot k_h$$

in cui  $a_{max}$  rappresenta il valore dell'accelerazione sismica massima del terreno per la categoria stratigrafica:

$$a_{max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

Nella precedente espressione, il coefficiente  $\beta_m$  assume i valori riportati al paragrafo 7.11.6.2.1 delle NTC2018 ( $\beta_m = 0,38$  per gli SLV e  $\beta_m = 0,47$ ).

Per le verifiche è stato quindi utilizzato  $\beta_m = 0,38$ .

Si trova pertanto

$$k_h = 0.159$$

$$k_v = \pm 0.0797$$

Concordemente a quanto indicato dalla normativa il parametro  $\beta_m$  è stato amplificato del 50% per le verifiche a ribaltamento.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA    PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING      PINI</b> <b>M-INGEGNERIA              GCF                      ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>RI1200 004</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>23 di 72</b>

## 8 MODELLO DI CALCOLO

### 8.1 SEZIONE DI CALCOLO

Sono state esaminate due sezioni di calcolo

- SEZIONE 1, H paramento = H Hmax
- SEZIONE 1, H paramento = H 2.2 m

Si presentano nel seguito le sezioni di calcolo considerate

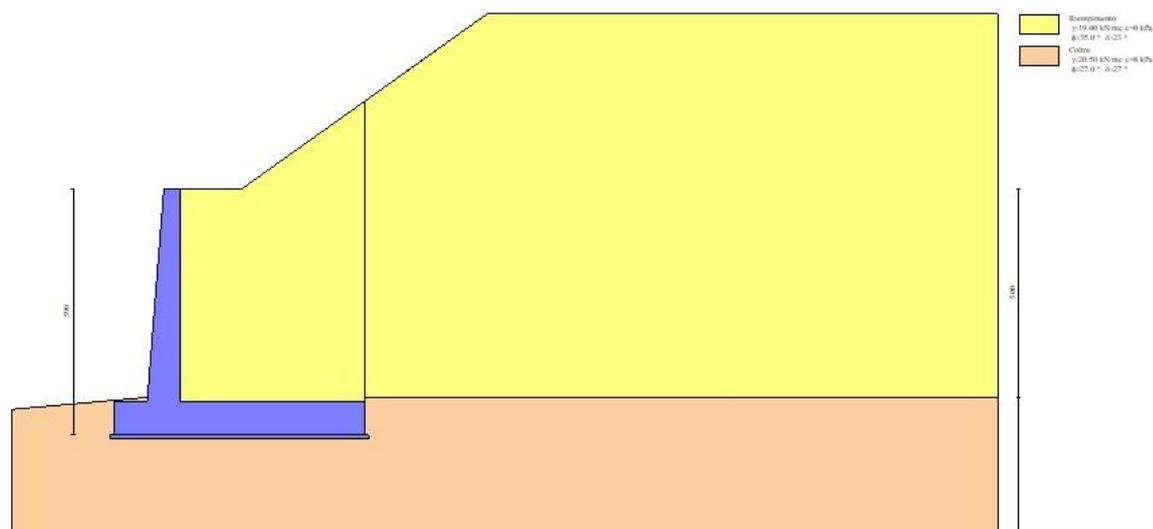
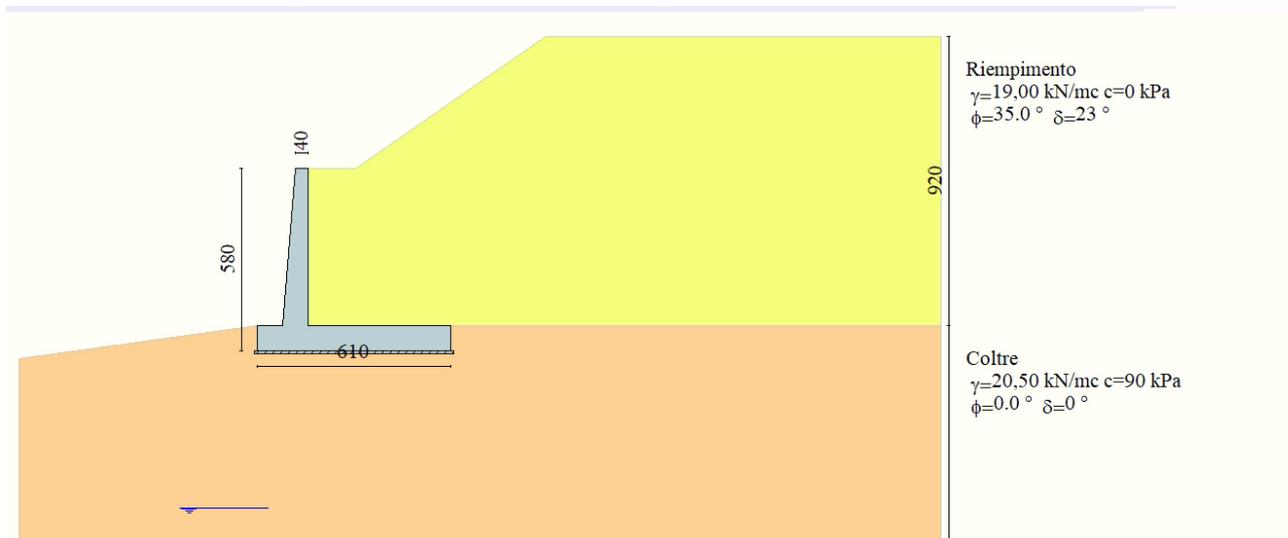


Figura 8-1. Sezione di calcolo 1 - stratigrafia di calcolo- Condizioni statiche



<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>M-INGEGNERIA</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1200 004	REV. B	FOGLIO 24 di 72

Figura 8-2. Sezione di calcolo 1 - stratigrafia di calcolo- Condizioni sismiche

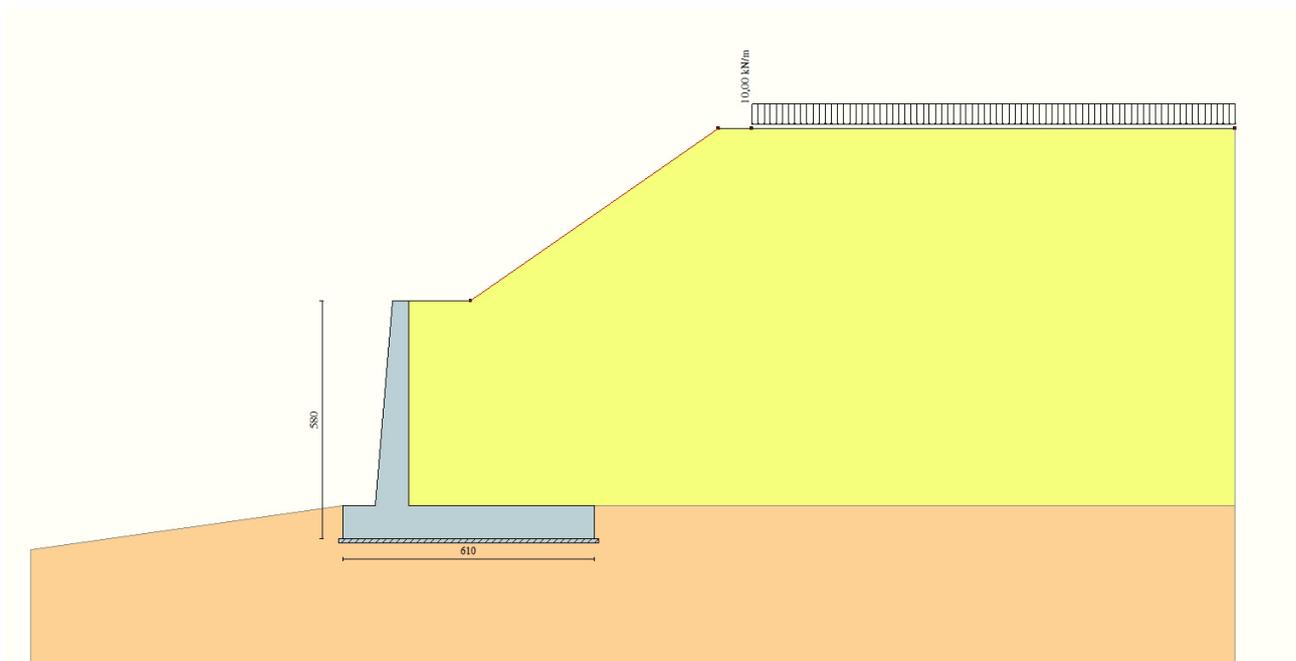


Figura 8-3. Sezione di calcolo 1 - carichi

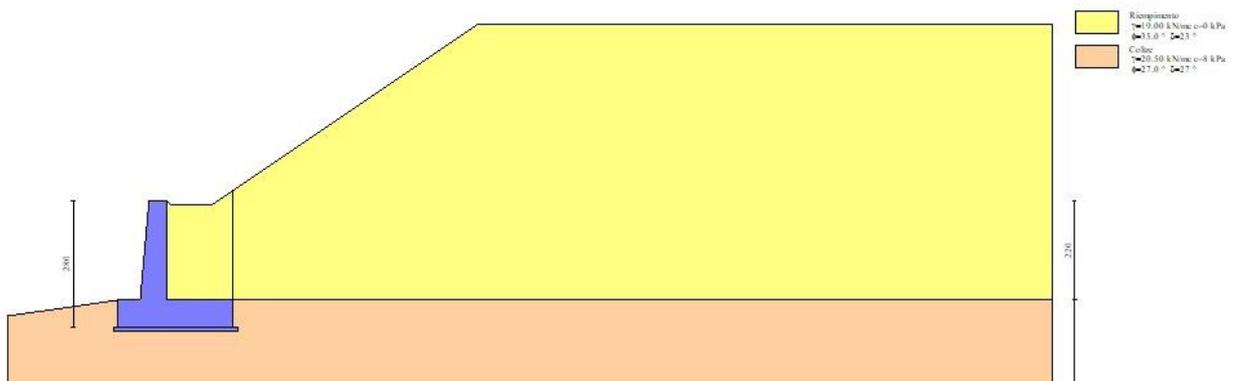


Figura 8-4. Sezione di calcolo 2 - stratigrafia di calcolo- Condizioni statiche

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI</b> <b>M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>	IF3A	02	E ZZ CL	RI1200 004	B	25 di 72

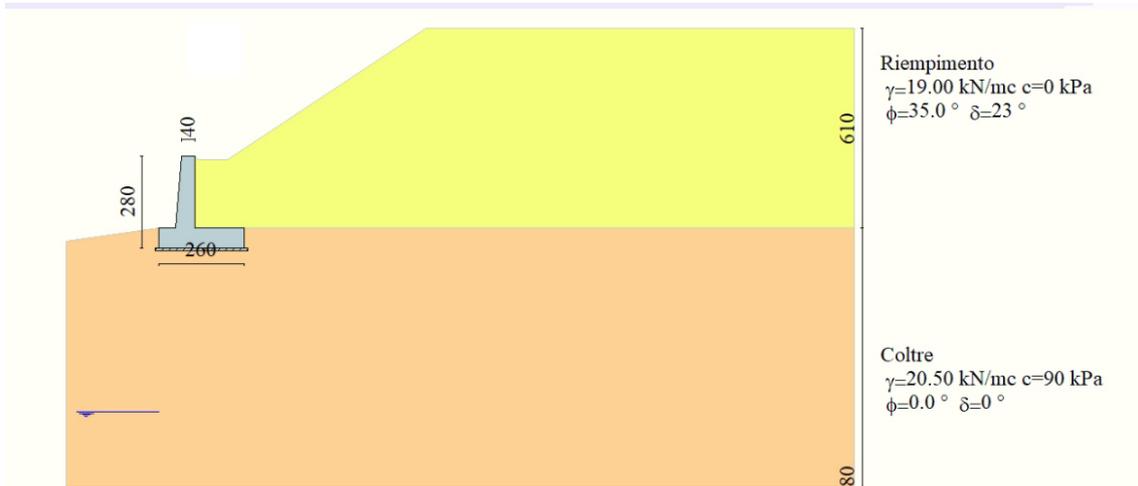


Figura 8-5. Sezione di calcolo 1 - stratigrafia di calcolo- Condizioni sismiche

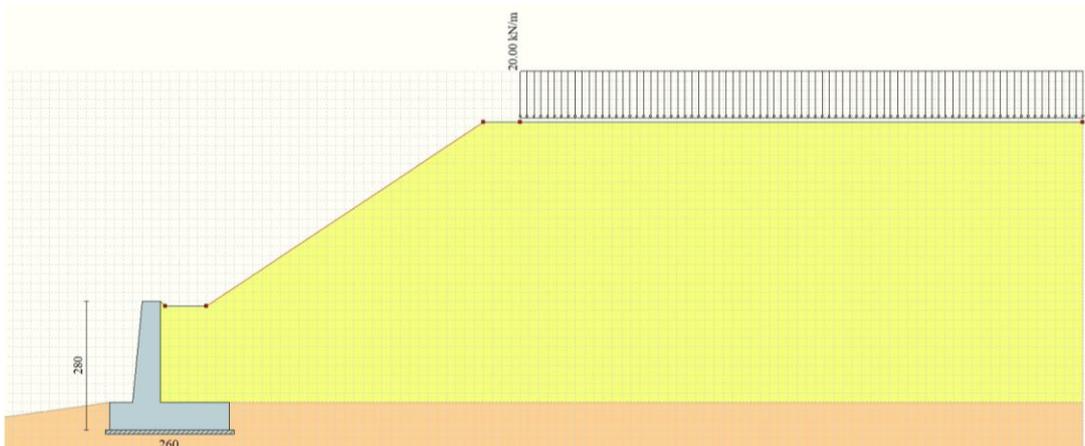


Figura 8-6. Sezione di calcolo 2 - carichi

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>M-INGEGNERIA</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RI1200 004</b>	<b>REV.</b> <b>B</b> <b>FOGLIO</b> <b>26 di 72</b>

## 9 RISULTATI DELL'ANALISI

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>M-INGEGNERIA</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1200 004	REV. B	FOGLIO 27 di 72

## 9.1 SOLLECITAZIONI SLU-SLV SUL PARAMENTO -SEZIONE 1

Si riportano nel seguito gli involuipi delle sollecitazioni in condizioni SLU sul paramento

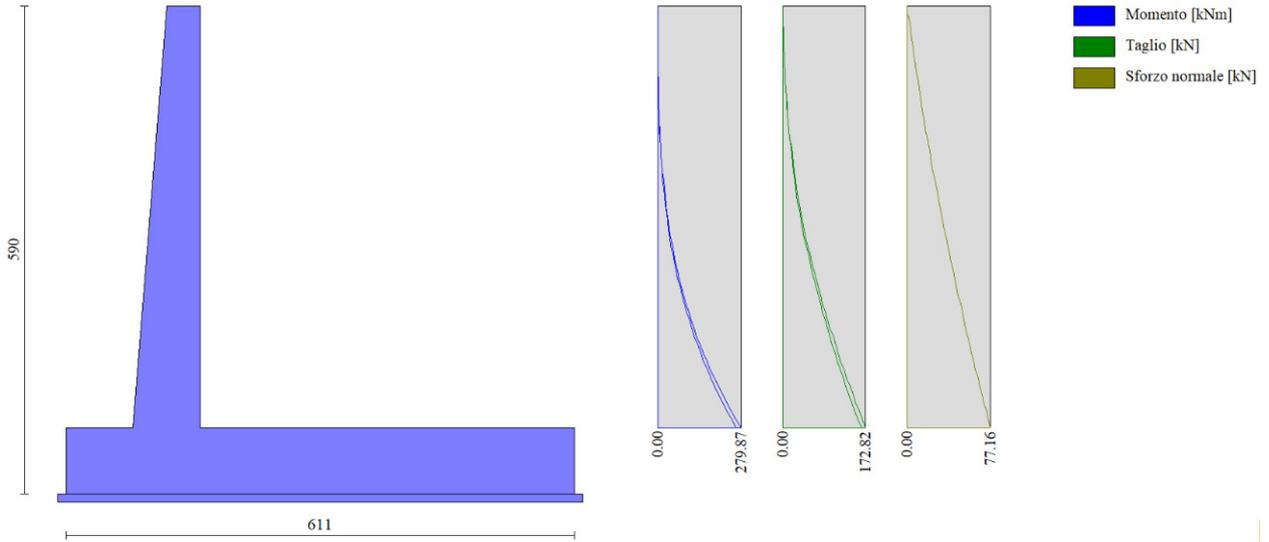


Figura 9-1. Involuppo delle sollecitazioni SLU e SLV sul paramento

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA    PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING      PINI</b> <b>M-INGEGNERIA              GCF                      ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1200 004	REV. B	FOGLIO 28 di 72

## 9.2 SOLLECITAZIONI SLE SUL PARAMENTO-SEZIONE 1

Si riportano nel seguito gli involuipi delle sollecitazioni in condizioni SLE RARE, SLE FREQUENTI e SLE QUASI PERMANENTI sul paramento

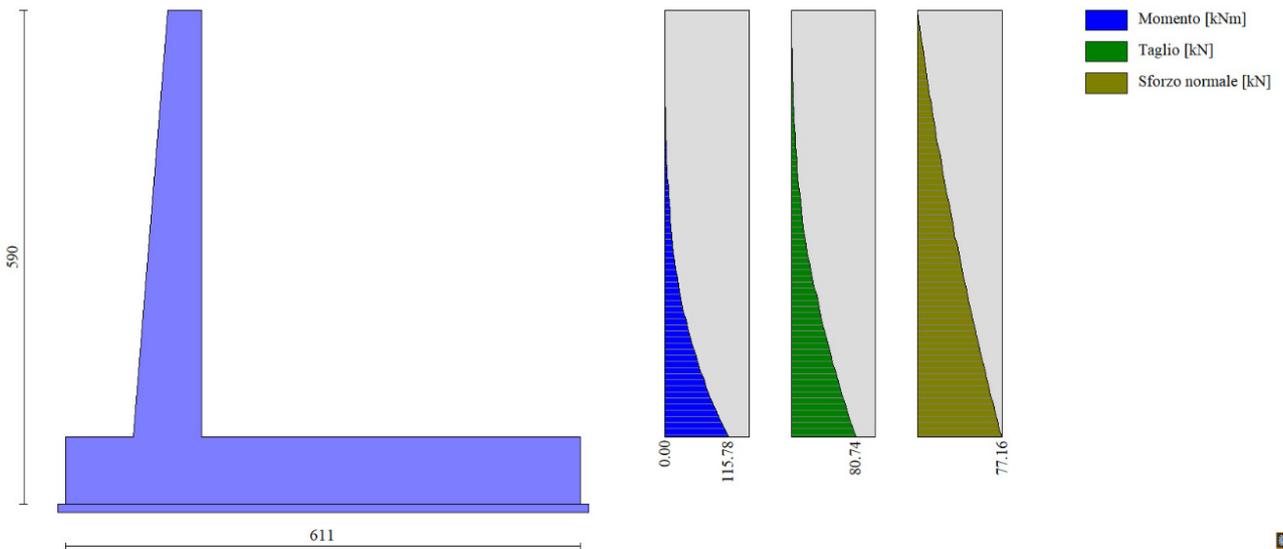


Figura 9-2. Sollecitazioni SLE RARA, QP, FR sul paramento

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI</b> <b>M-INGEGNERIA                      GCF                      ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1200 004	REV. B	FOGLIO 29 di 72

### 9.3 SOLLECITAZIONI SLU-SLV SULLA CIABATTA DI FONDAZIONE -SEZIONE 1

Si riportano nel seguito gli inviluppi delle sollecitazioni in condizioni SLU sulla ciabatta di fondazione.

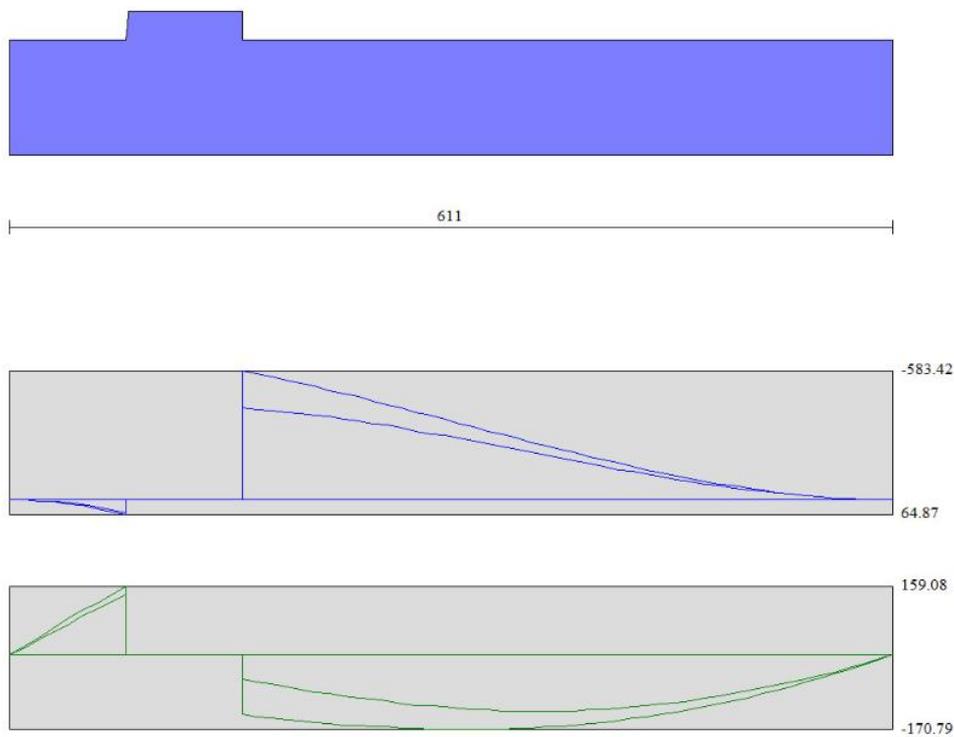


Figura 9-3. Inviluppo delle sollecitazioni SLU e SLV sulla ciabatta di fondazione

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI</b> <b>M-INGEGNERIA              GCF                              ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1200 004	REV. B	FOGLIO 30 di 72

## 9.4 SOLLECITAZIONI SLE SULLA CIABATTA DI FONDAZIONE -SEZIONE 1

Si riportano nel seguito gli involuipi delle sollecitazioni in condizioni SLE RARE, SLE FREQUENTI e SLE QUASI PERMANENTI sulla ciabatta di fondazione

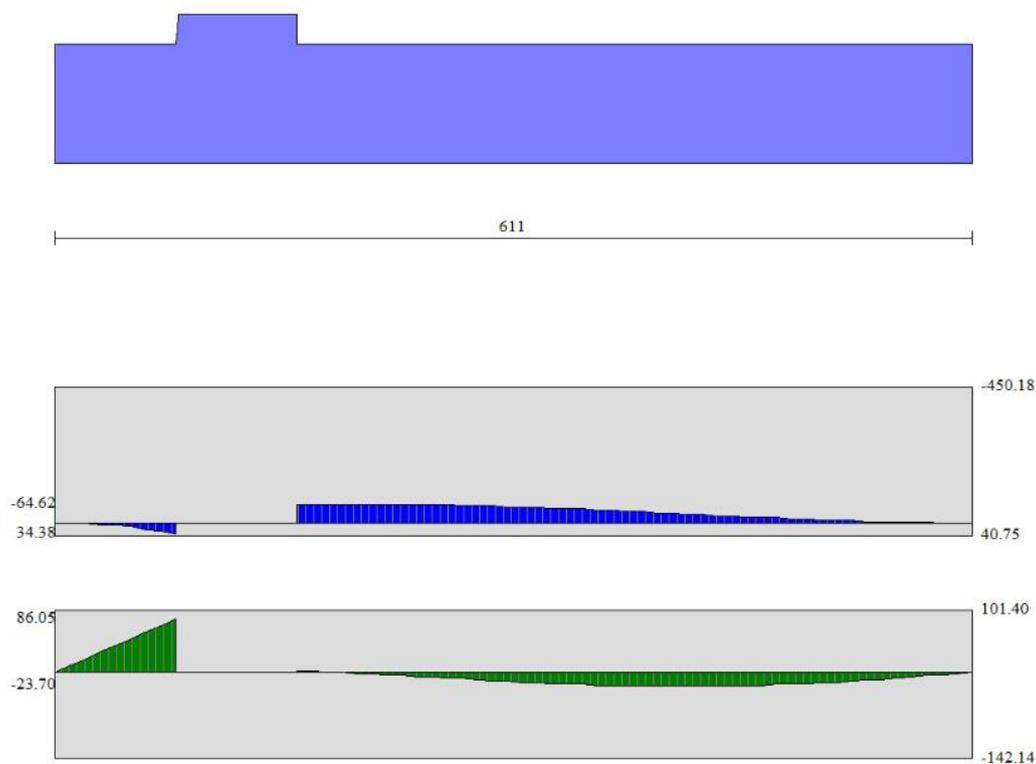


Figura 9-4. Sollecitazioni SLE RARA, QP, FR sulla ciabatta di fondazione

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>M-INGEGNERIA</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RI1200 004</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>31 di 72</b>

## 9.5 COEFFICIENTI DI SICUREZZA PER LE VERIFICHE GEOTECNICHE - SEZIONE 1

Si riepilogano nel seguito i coefficienti di sicurezza nei confronti degli stati limite ultimo per raggiungimento del carico limite della fondazione diretta, scorrimento e ribaltamento.

Cmb	Sismica	FS <sub>sco</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		1.609		5.481
3 - EQU (A1-M1-R3)			3.974	

Cmb	Sismica	FS <sub>sco</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.350		2.730
2 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.526		3.111
5 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		2.175	
6 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		1.829	

Tabella 9-1. Coefficienti di sicurezza

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>M-INGEGNERIA</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RI1200 004</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>32 di 72</b>

## 9.6 COEFFICIENTI DI SICUREZZA PER LE VERIFICHE A RIBALTAMENTO - SEZIONE 1

Si riepilogano nel seguito i coefficienti di sicurezza nei confronti degli stati limite ultimo per scorrimento della fondazione diretta.

## 9.7 RIEPILOGO SOLLECITAZIONI DI PROGETTO -SEZIONE 1

Si riepilogano nel seguito le sollecitazioni di progetto

M max SLE rara/Freq/QP paramento =	116 kNm/m
M max SLE rara/Freq/QP fondazione =	65 kNm/m
M Max SLU Paramento =	280 kNm/m
T Max SLU Paramento =	175 kN/m
M Max SLU Fondazione =	585 Nm/m
T Max SLU Fondazione =	170 kN/m

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>M-INGEGNERIA</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1200 004	REV. B	FOGLIO 33 di 72

## 9.8 SOLLECITAZIONI SLU-SLV SUL PARAMENTO -SEZIONE 2

Si riportano nel seguito gli involuipi delle sollecitazioni in condizioni SLU sul paramento

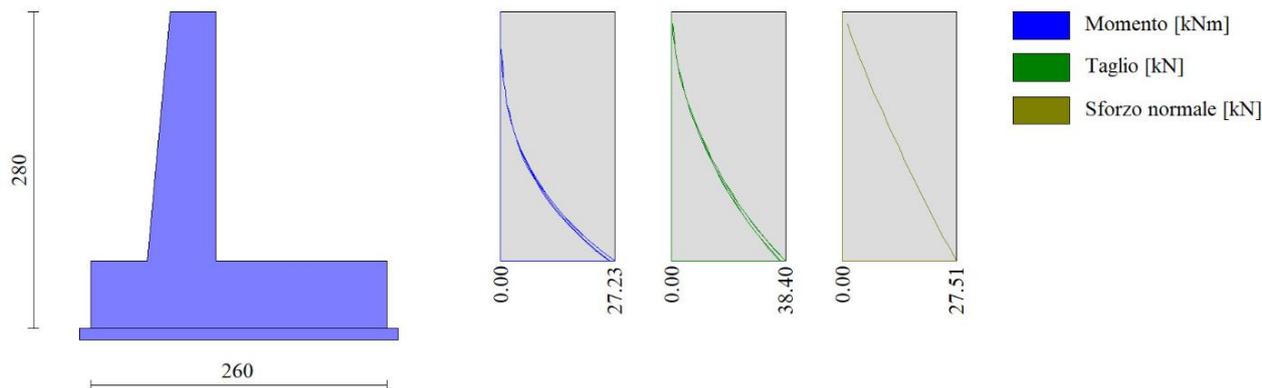


Figura 9-5. Involuppo delle sollecitazioni SLU e SLV sul paramento

## 9.9 SOLLECITAZIONI SLE SUL PARAMENTO-SEZIONE 2

Si riportano nel seguito gli involuipi delle sollecitazioni in condizioni SLE RARE, SLE FREQUENTI e SLE QUASI PERMANENTI sul paramento

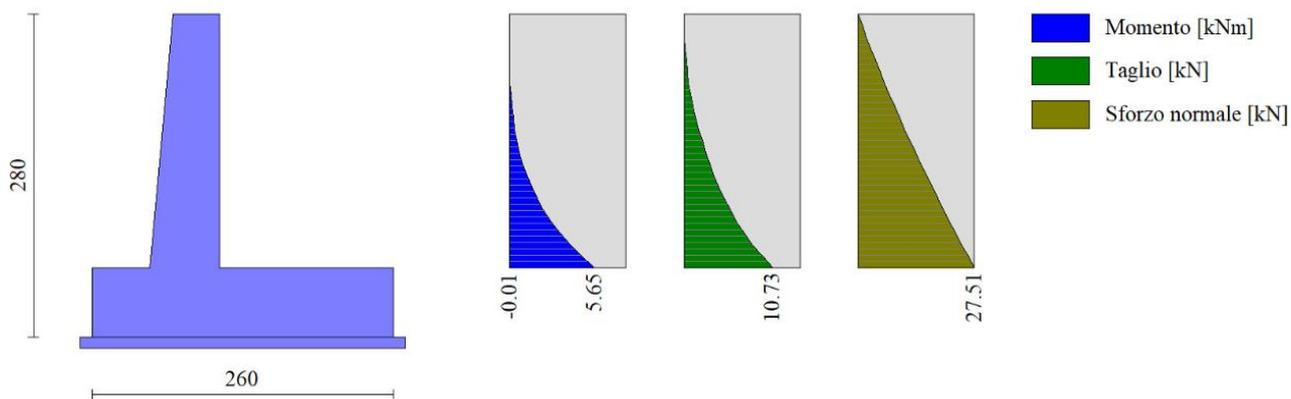


Figura 9-6. Sollecitazioni SLE RARA, FR, QP sul paramento

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>M-INGEGNERIA</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1200 004	REV. B	FOGLIO 34 di 72

## 9.10 SOLLECITAZIONI SLU-SLV CIABATTA DI FONDAZIONE -SEZIONE 2

Si riportano nel seguito gli involuipi delle sollecitazioni in condizioni SLU sulla ciabatta di fondazione.

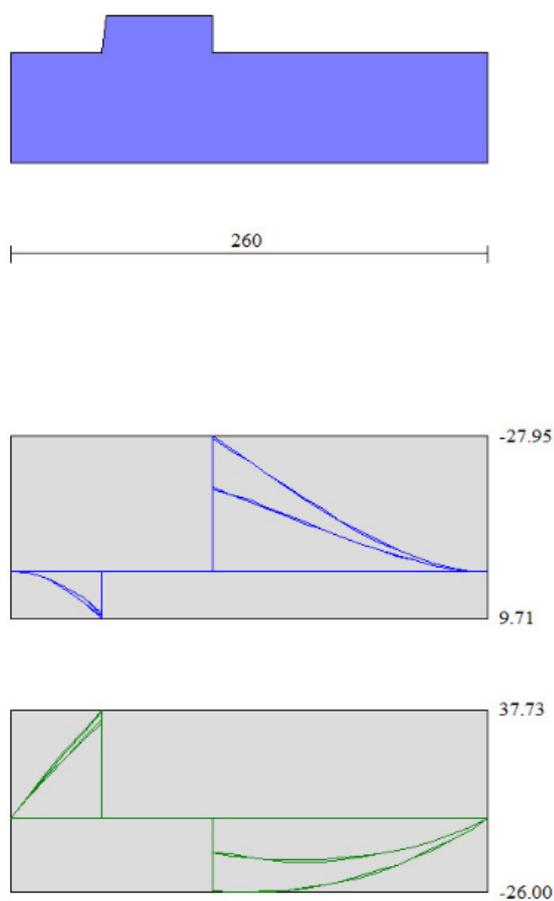


Figura 9-7. Involuppo delle sollecitazioni SLU e SLV sulla ciabatta di fondazione

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>M-INGEGNERIA</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1200 004	REV. B	FOGLIO 35 di 72

## 9.11 SOLLECITAZIONI SLE CIABATTA DI FONDAZIONE -SEZIONE 2

Si riportano nel seguito gli involuipi delle sollecitazioni in condizioni SLE RARE, SLE FREQUENTI e SLE QUASI PERMANENTI sulla ciabatta di fondazione

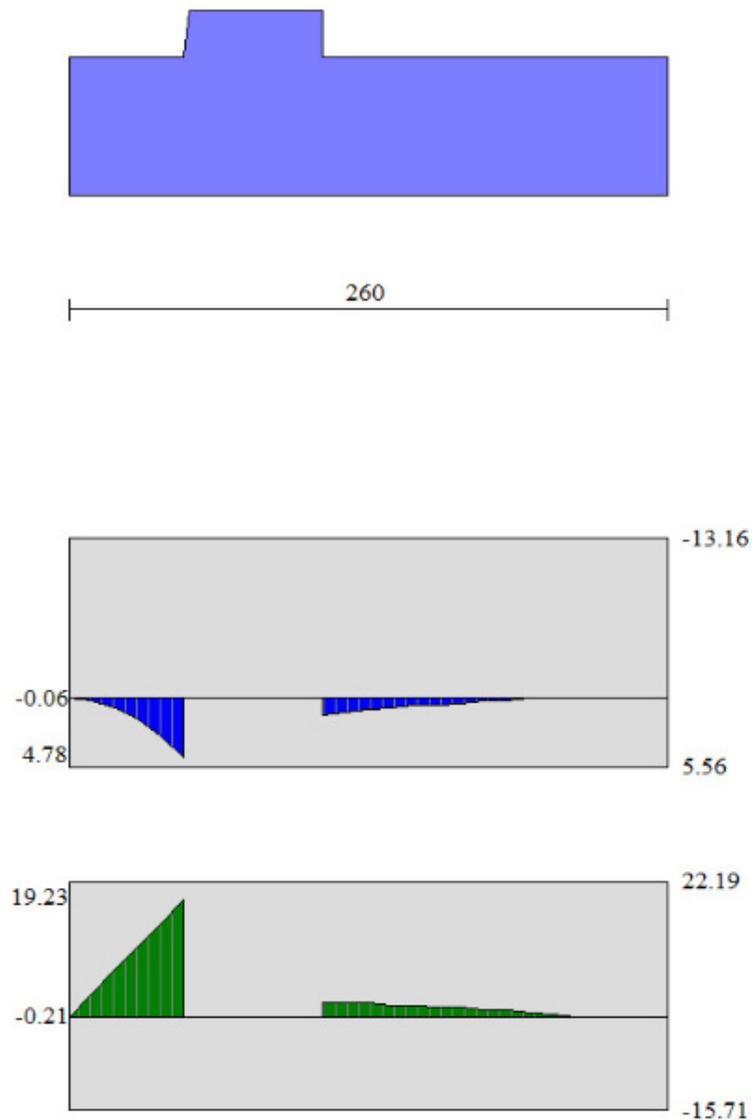


Figura 9-8. Sollecitazioni SLE RARA, FR, QP sulla ciabatta di fondazione

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI</b> <b>M-INGEGNERIA                      GCF                      ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RI1200 004</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>36 di 72</b>

## 9.12 COEFFICIENTI DI SICUREZZA PER LE VERIFICHE GEOTECNICHE - SEZIONE 2

Si riepilogano nel seguito i coefficienti di sicurezza nei confronti degli stati limite ultimo per raggiungimento del carico limite della fondazione diretta, scorrimento e ribaltamento.

	<b>Cmb</b>	<b>Sismica</b>	<b>FS<sub>sco</sub></b>	<b>FS<sub>RIB</sub></b>	<b>FS<sub>QLIM</sub></b>
1 - STR (A1-M1-R3)			1.887		8.132
2 - EQU (A1-M1-R3)				4.593	
4 - STR (A1-M1-R3)			1.887		8.132
5 - EQU (A1-M1-R3)				4.593	

	<b>Cmb</b>	<b>Sismica</b>	<b>FS<sub>sco</sub></b>	<b>FS<sub>RIB</sub></b>	<b>FS<sub>QLIM</sub></b>
1 - STR (A1-M1-R3)		H + V	3.123		6.507
2 - STR (A1-M1-R3)		H - V	3.279		7.176
5 - EQU (A1-M1-R3)		H + V		2.392	
6 - EQU (A1-M1-R3)		H - V		1.878	

Tabella 9-2. Coefficienti di sicurezza

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA    PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING      PINI</b> <b>M-INGEGNERIA              GCF                      ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>RH1200 004</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>37 di 72</b>

## 9.13 RIEPILOGO SOLLECITAZIONI DI PROGETTO -SEZIONE 2

Si riepilogano nel seguito le sollecitazioni di progetto

M max SLE rara/Freq/QP paramento =	6 kNm/m
M max SLE rara/Freq/QP fondazione =	5 kNm/m
M Max SLU Paramento =	30 kNm/m
T Max SLU Paramento =	40 kN/m
M Max SLU Fondazione =	30 Nm/m
T Max SLU Fondazione =	40 kN/m

## 10 VERIFICHE GEOTECNICHE

### 10.1 SEZIONE 1 - VERIFICHE DI STABILITÀ GLOBALE

Le verifiche di stabilità globale dei rilevati sono state condotte con il software SLIDE 7.0 utilizzando il metodo di Bishop.

Le verifiche SLU della stabilità globale del rilevato (sia in condizioni statiche che sismiche) sono state condotte tramite il codice di calcolo SLIDE 7.0. Le combinazioni di carico adottate nelle analisi fanno riferimento rispettivamente ai coefficienti parziali (A2+M2) per le analisi in campo statico e ai coefficienti parziali (M2) per le analisi sismiche. Tali coefficienti sono contenuti nella tabella seguente.

**Tabella 10-1. Coefficienti parziali sulle caratteristiche fisiche e meccaniche dei terreni**

**Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	$\gamma_\gamma$	1,0	1,0

Come da NTC 2018 (Doc. Rif. [1]), la verifica SLU di stabilità globale in condizioni statiche è soddisfatta se la relazione:

$$FS \geq R_2 = 1.1.$$

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI</b> <b>M-INGEGNERIA                      GCF                      ELETTRI-FER</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RI1200 004</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>38 di 72</b>

mentre in condizioni sismiche deve risultare

$$FS \geq R_2 = 1.2.$$

Come si evince dalle seguenti figure ambedue le precedenti condizioni risultano soddisfatte, risultando in condizioni statiche

$$FS = 1.11 > 1.1$$

in condizioni sismiche

$$FS = 1.21 > 1.2$$

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER							
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Opere di sostegno – Relazione di calcolo							COMMESSA IF3A

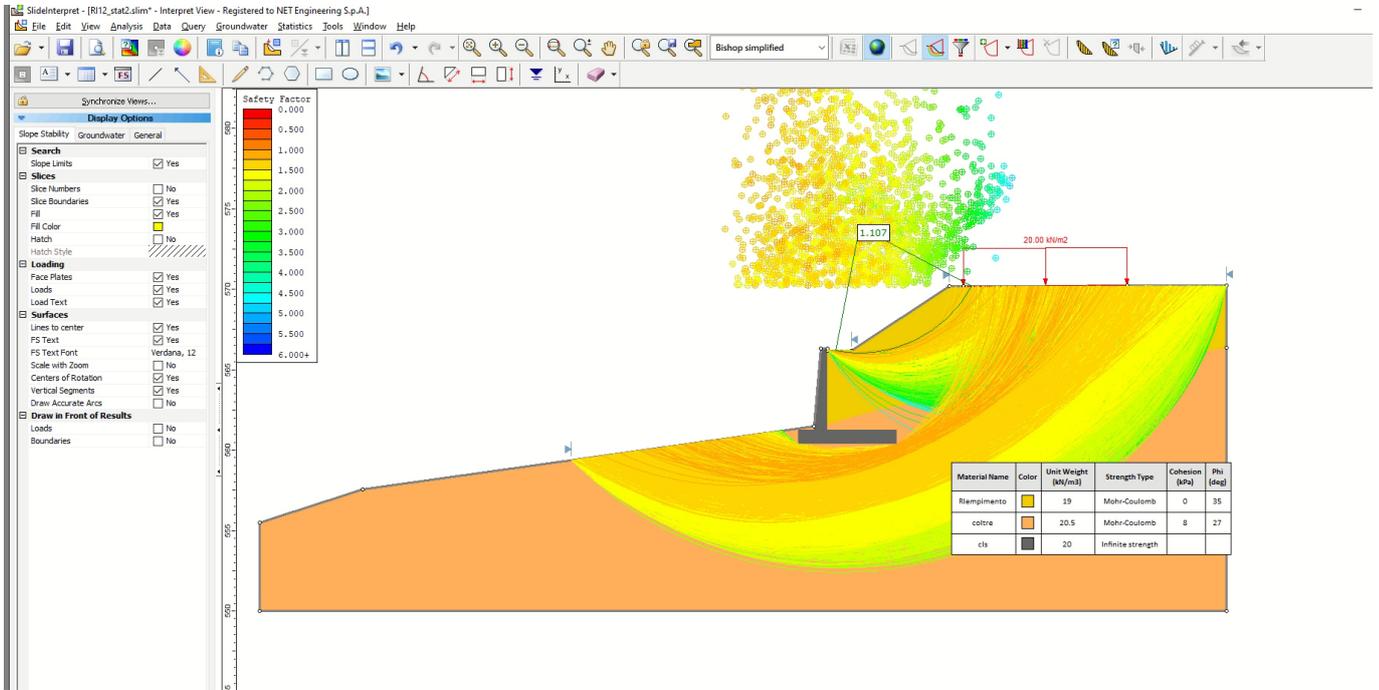


Figura 10-1. Coefficiente di sicurezza alla stabilità globale in condizioni statiche. FS = 1.11

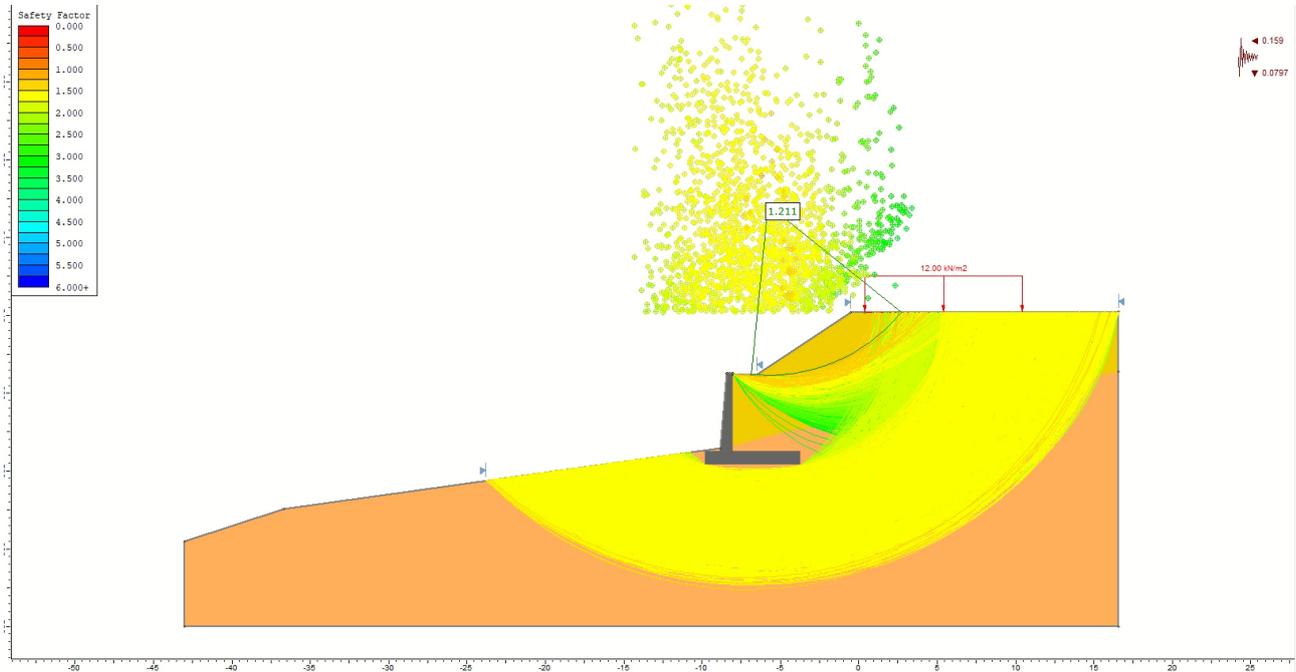


Figura 10-2. Coefficiente di sicurezza alla stabilità globale in condizioni statiche. FS = 1.21

<b>APPALTATORE:</b> <u>Conorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>M-INGEGNERIA</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RI1200 004</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>40 di 72</b>

## 10.2 SEZIONE 1 - VERIFICHE SLU- CARICO LIMITE

Le verifiche risultano sempre soddisfatte, come chiarito dalla seguente tabella, risultando sempre  $FS > R3$

$R3 = 1.4$  in condizioni statiche

$R3 = 1.2$  in condizioni sismiche

<b>Cmb</b>	<b>Sismica</b>	<b>FS<sub>QLIM</sub></b>
1 - STR (A1-M1-R3)		5.481

<b>Cmb</b>	<b>Sismica</b>	<b>FS<sub>QLIM</sub></b>
1 - STR (A1-M1-R3)	H + V	2.730
2 - STR (A1-M1-R3)	H - V	3.111

**Tabella 10-2. Esito delle verifiche a carico limite**

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>M-INGEGNERIA</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RI1200 004</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>41 di 72</b>

### 10.3 SEZIONE 1 - VERIFICHE SLU- SCORRIMENTO

Le verifiche risultano sempre soddisfatte, come chiarito dalla seguente tabella, risultando sempre

$FS > R3$

$R3 = 1.1$  in condizioni statiche

$R3 = 1.0$  in condizioni sismiche

<b>Cmb</b>	<b>Sismica</b>	<b>FS<sub>sco</sub></b>
1 - STR (A1-M1-R3)		1.609

<b>Cmb</b>	<b>Sismica</b>	<b>FS<sub>sco</sub></b>
1 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.350
2 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.526

**Tabella 10-3. Esito delle verifiche a scorrimento**

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>M-INGEGNERIA</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RI1200 004</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>42 di 72</b>

## 10.4 SEZIONE 1 - VERIFICHE SLU- RIBALTAMENTO

Le verifiche risultano sempre soddisfatte, come chiarito dalla seguente tabella, risultando sempre  $FS > R3$

	<b>Cmb</b>	<b>Sismica</b>	<b>FS<sub>RIB</sub></b>
3 - EQU (A1-M1-R3)			3.974

	<b>Cmb</b>	<b>Sismica</b>	<b>FS<sub>RIB</sub></b>
5 - EQU (A1-M1-R3)		H + V	2.175
6 - EQU (A1-M1-R3)		H - V	1.829

**Tabella 10-4. Esito delle verifiche a ribaltamento**

R3 = 1.15 in condizioni statiche

R3 = 1.0 in condizioni sismiche

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI</b> <b>M-INGEGNERIA                      GCF                      ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1200 004	REV. B	FOGLIO 43 di 72

## 10.5 SEZIONE 2 - VERIFICHE DI STABILITÀ GLOBALE

Le verifiche di stabilità globale dei rilevati sono state condotte con il software SLIDE 7.0 utilizzando il metodo di Bishop.

Le verifiche SLU della stabilità globale del rilevato (sia in condizioni statiche che sismiche) sono state condotte tramite il codice di calcolo SLIDE 7.0. Le combinazioni di carico adottate nelle analisi fanno riferimento rispettivamente ai coefficienti parziali (A2+M2) per le analisi in campo statico e ai coefficienti parziali (M2) per le analisi sismiche. Tali coefficienti sono contenuti nella tabella seguente.

**Tabella 10-5. Coefficienti parziali sulle caratteristiche fisiche e meccaniche dei terreni**

**Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	$\gamma_\gamma$	1,0	1,0

Come da NTC 2018 (Doc. Rif. [1]), la verifica SLU di stabilità globale in condizioni statiche è soddisfatta se la relazione:

$$FS \geq R_2 = 1.1.$$

mentre in condizioni sismiche deve risultare

$$FS \geq R_2 = 1.2.$$

Come si evince dalle seguenti figure ambedue le precedenti condizioni risultano soddisfatte, risultando in condizioni statiche

$$FS = 1.40 > 1.1$$

in condizioni sismiche

$$FS = 1.92 > 1.2$$

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio <b>Soci</b> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria <b>Mandanti</b> ROCKSOIL S.P.A <b>NET ENGINEERING PINI</b> <b>M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1200 004	REV. B	FOGLIO 44 di 72

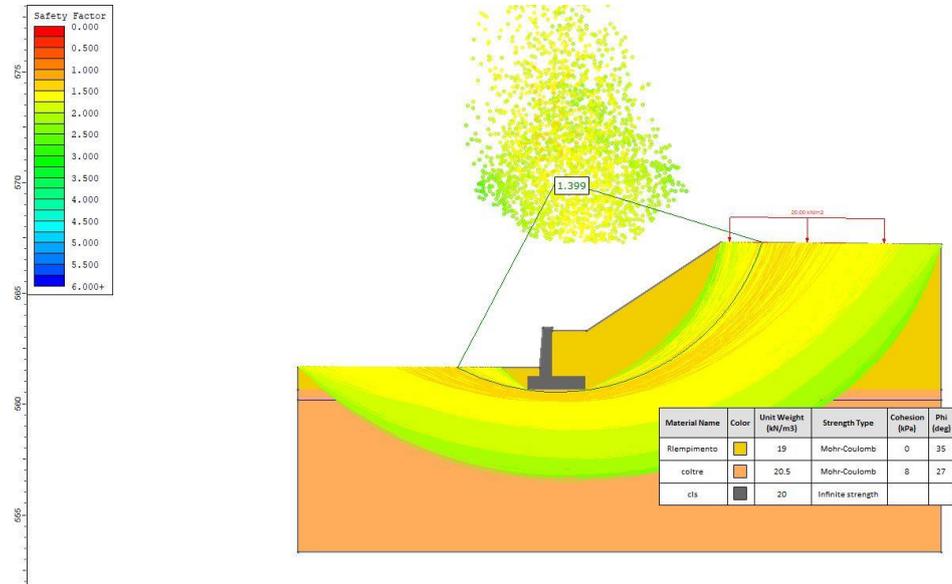


Figura 10-3. Coefficiente di sicurezza alla stabilità globale in condizioni statiche. FS = 1.40

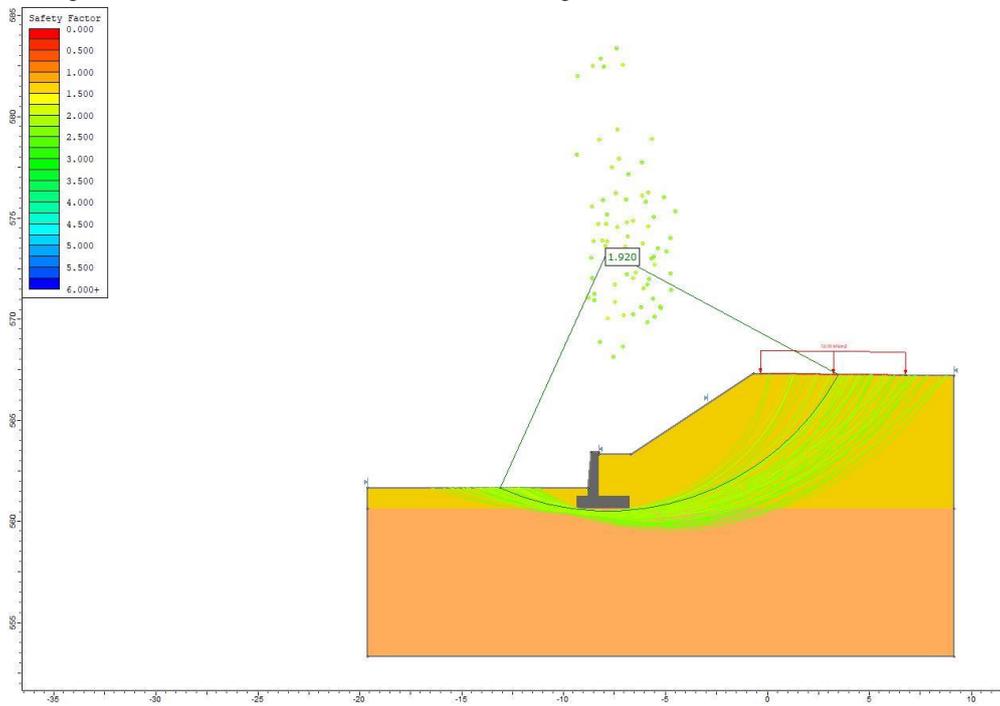


Figura 10-4. Coefficiente di sicurezza alla stabilità globale in condizioni statiche. FS = 1.92

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI</b> <b>M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1200 004	REV. B	FOGLIO 45 di 72

## 10.6 SEZIONE 2 - VERIFICHE SLU- CARICO LIMITE

Le verifiche risultano sempre soddisfatte, come chiarito dalla seguente tabella, risultando sempre  $FS > R3$

$R3 = 1.4$  in condizioni statiche

$R3 = 1.2$  in condizioni sismiche

Cmb	Sismica	FS <sub>sco</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		1.887		8.132
2 - EQU (A1-M1-R3)			4.593	
4 - STR (A1-M1-R3)		1.887		8.132
5 - EQU (A1-M1-R3)			4.593	

Cmb	Sismica	FS <sub>sco</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)	H + V	3.123		6.507
2 - STR (A1-M1-R3)	H - V	3.279		7.176
5 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		2.392	
6 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		1.878	

Tabella 10-6. Esito delle verifiche a carico limite

## 10.7 SEZIONE 2 - VERIFICHE SLU- SCORRIMENTO

Le verifiche risultano sempre soddisfatte, come chiarito dalla seguente tabella, risultando sempre  $FS > R3$

$R3 = 1.1$  in condizioni statiche

$R3 = 1.0$  in condizioni sismiche

Cmb	Sismica	FS <sub>sco</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		1.887		8.132
2 - EQU (A1-M1-R3)			4.593	
4 - STR (A1-M1-R3)		1.887		8.132
5 - EQU (A1-M1-R3)			4.593	

Cmb	Sismica	FS <sub>sco</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)	H + V	3.123		6.507
2 - STR (A1-M1-R3)	H - V	3.279		7.176
5 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		2.392	
6 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		1.878	

Tabella 10-7. Esito delle verifiche a scorrimento

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI</b> <b>M-INGEGNERIA                      GCF                      ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RI1200 004</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>46 di 72</b>

## 10.8 SEZIONE 2 - VERIFICHE SLU- RIBALTAMENTO

Le verifiche risultano sempre soddisfatte, come chiarito dalla seguente tabella, risultando sempre  $FS > R3$

$R3 = 1.15$  in condizioni statiche

$R3 = 1.0$  in condizioni sismiche

Cmb	Sismica	FS <sub>sco</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		1.887		8.132
2 - EQU (A1-M1-R3)			4.593	
4 - STR (A1-M1-R3)		1.887		8.132
5 - EQU (A1-M1-R3)			4.593	

Cmb	Sismica	FS <sub>sco</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)	H + V	3.123		6.507
2 - STR (A1-M1-R3)	H - V	3.279		7.176
5 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		2.392	
6 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		1.878	

Tabella 10-8. Esito delle verifiche a ribaltamento

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1200 004	REV. B	FOGLIO 47 di 72

## 11 VERIFICHE DI SPOSTAMENTO IN CONDIZIONI SLD

Le verifiche di spostamento in condizioni SLD sono automaticamente soddisfatte dal momento che già nella situazione più gravosa di sisma definito per le condizioni SLV risulta sempre soddisfatta la verifica a scorrimento.

Ciò implica infatti che in condizioni SLV (e a maggior ragione in condizioni SLD) l'accelerazione critica  $a_c$  per la quale si attingono le condizioni di inizio di scorrimento del muro sul piano di posa risulta minore dell'accelerazione massima al piano campagna

$$a_c < a_{max}$$

Se si calcolasse perciò lo spostamento con la nota espressione di Rampello

$$d = (S_S \cdot S_T \cdot B) \cdot e^{A(a_c/a_{max})}$$

Essendo:

A e B due coefficienti che sono funzione del valore di  $a_g$  (accelerazione massima al sito) e della categoria di sottosuolo sul quale l'opera poggia.

Sottosuolo	Cat. A		Cat, B		Cat. C, D, E	
	A	B	A	B	A	B
$a_{max}/g$						
0.3 – 0.4	-7.5	1.21	-7.9	1.06	-7.4	0.56
0.2 – 0.3	-7.42	1.28	-7.79	1.11	-7.54	0.58
0.1 – 0.2	-7.48	0.65	-7.86	0.73	-8.05	0.86
$\leq 0.1$	-7.87	0.28	-7.86	0.3	-8.07	0.44

Nella peggiore delle ipotesi, ovvero

$$S_s = 1.8$$

$$S_t = 1.2$$

$$a_c/a_{max} = 1$$

si otterrebbe un valore dello spostamento del muro pari a 1.5 cm, sicuramente compatibile con le necessità dei muri qui esaminati.

Le condizioni qui esaminate, peraltro, sono ben lontane dalle più gravose. Ad esempio si ricorda che nel caso in esame addirittura in condizioni SLV  $a_c/a_{max} > 1.5$ .

Gli spostamenti previsti sono perciò millimetrici e la verifica risulta soddisfatta.

## 12 VERIFICHE STRUTTURALI SEZIONE 1

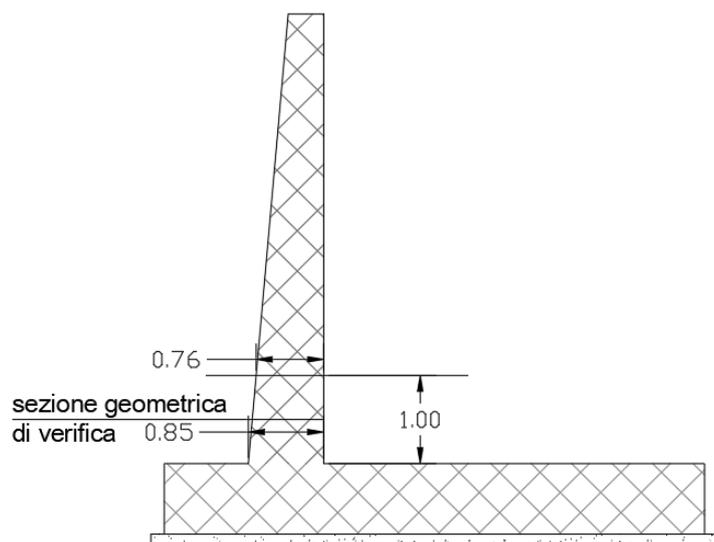
Le verifiche strutturali delle sezioni sono state svolte mediante software di calcolo RC-Sec.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA    PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING      PINI</b> <b>M-INGEGNERIA              GCF                      ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>RI1200 004</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>48 di 72</b>

Si riportano le verifiche per la sezione di paramento porzione di incastro con la fondazione e la verifica per la ciabatta di fondazione per la sezione più sollecitata.

## 12.1 VERIFICA STRUTTURALE PARAMENTO

Il paramento presenta la faccia esterna (no contro terreno) inclinata, a tal proposito per la verifica si è utilizzata uno spessore della sezione media riferita a un concio di 1 metro.



Per la verifica si dispongono i seguenti ferri

### Armatura verticale

Ø20/200 lato terreno (fibre tese)

Ø16/200 lato esterno

### Armatura Longitudinale

Ø12/100 per i primi H/3 dopo di che Ø12/200 lato terreno

Ø12/100 per i primi H/3 dopo di che Ø12/200 lato esterno

Copriferro 40mm

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37
	Resis. compr. di progetto fcd:	17.0 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.90 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	18.0 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	18.0 MPa

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI</b> <b>M-INGEGNERIA                      GCF                      ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>RI1200 004</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>49 di 72</b>

	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	13.5	MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
<b>ACCIAIO -</b>	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.0	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.0	MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.3	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	0.50	
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale  
 Classe Calcestruzzo: C30/37

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	0.0	0.0
2	0.0	80.0
3	100.0	80.0
4	100.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	7.0	7.0	20
2	93.0	7.0	20
3	7.0	73.0	16
4	93.0	73.0	16

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre  
 N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione  
 N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione  
 N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione  
 Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	3	20
2	3	4	3	16

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI</b> <b>M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>RI1200 004</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>50 di 72</b>

Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  
Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	280.00	0.00	0.00	0.00

#### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	116.00	0.00

#### COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	116.00 (342.63)	0.00 (0.00)

#### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	116.00 (342.63)	0.00 (0.00)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.0 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 19.5 cm

#### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo	
COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF3A 02 E ZZ CL RH1200 004 B 51 di 72	

Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r, Mx Res, My Res) e (N, Mx, My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	0.00	280.00	0.00	0.00	441.93	0.00	1.58	25.8(24.0)

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione  
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.0	80.0	-0.00082	7.0	73.0	-0.04156	7.0	7.0

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45  
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000617253	-0.045880246		

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]  
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
Ss min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]  
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)  
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre  
As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.98	100.0	80.0	-109.2	7.0	7.0	1741	15.7

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a  $f_{ctm}$   
Esito della verifica  
e1 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata  
e2 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata  
k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]  
kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]  
k2 = 0.5 per flessione;  $=(e1 + e2)/(2*e1)$  per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]  
k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali  
k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali  
Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]



APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1200 004	REV. FOGLIO B 53 di 72

### Verifica a taglio

La verifica a taglio è stata effettuata mediante foglio excel.

Il taglio massimo vale  $V_{ed}=170$  kN

### VERIFICA A TAGLIO DELLA SEZIONE IN C.A. SECONDO T.U. 14/01/2008 § 4.1.2.1.3

#### • Caratteristiche della sezione

$b_w = 1000$ mm larghezza	$f_{yk} = 450$ MPa	resist. caratteristica
$h = 800$ mm altezza	$\gamma_s = 1.15$	coeff. sicurezza
$c = 70$ mm copriferro	$f_{yd} = 391.3$ MPa	resist. di calcolo
$f_{ck} = 30$ MPa resist. caratteristica	Armatura longitudinale tesa:	
$\gamma_c = 1.50$ coeff. sicurezza	$A_{sl,1} = 5 \text{ } \emptyset 20$	$= 15.71 \text{ cm}^2$
$\alpha_{cc} = 0.85$ coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 0 \text{ } \emptyset 0$	$= 0.00 \text{ cm}^2$
$d = 730$ mm altezza utile	$A_{sl,3} = 0 \text{ } \emptyset 0$	$= 0.00 \text{ cm}^2$
$f_{cd} = 17.00$ MPa resist. di calcolo		$15.71 \text{ cm}^2$

#### • Sollecitazioni (compressione<0, trazione>0, taglio in valore assoluto)

$$N_{ed} = 0.0 \text{ kN} \quad V_{ed} = 170.0 \text{ kN}$$

#### • Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2 \quad k = 1.523 < 2$$

$$v_{\min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} \quad v_{\min} = 0.360$$

$$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0.02 \quad \rho_1 = 0.002 < 0.02$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0.2 f_{cd} \quad \sigma_{cp} = 0.00 \text{ MPa} < 0.2 f_{cd}$$

$$V_{Rd} = (0.18 \times k \times (100 \times \rho_1 \times f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d > (v_{\min} + 0.15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d$$

$$V_{Rd} = 248.5 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{\min} + 0.15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 263.1 \text{ kN})$$

$$V_{Rd} = 263.1 \text{ kN} \quad \text{assunto pari alla resistenza minima}$$

la sezione è verificata in assenza di armature per il taglio

Si prevedono tuttavia un minimo di armatura a taglio: **spilli  $\emptyset 10/400 \times 400$  quinconce**

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1200 004	REV. FOGLIO B 54 di 72

## 12.2 VERIFICA STRUTTURALE FONDAZIONE SEZIONE 1

La fondazione presenta uno spessore di 80cm ed è armata come segue:

### Armatura Trasversale

**Ø26/200 armatura estradosso**

**Ø22/200 armatura intradosso**

### Armatura Longitudinale

**Ø14/200 armatura estradosso**

**Ø14/200 armatura intradosso**

**Copriferro 40mm**

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resis. compr. di progetto fcd:	17.0	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.90	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	18.0	MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	18.0	MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	13.5	MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
	ACCIAIO -	Tipo:	B450C
Resist. caratt. snervam. fyk:		450.0	MPa
Resist. caratt. rottura ftk:		450.0	MPa
Resist. snerv. di progetto fyd:		391.3	MPa
Resist. ultima di progetto ftd:		391.3	MPa
Deform. ultima di progetto Epu:		0.068	
Modulo Elastico Ef		2000000	daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensione-deformaz.:		Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$ :		1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :		0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa	

### CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Calcestruzzo: C30/37

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	0.0	0.0
2	0.0	80.0
3	100.0	80.0
4	100.0	0.0

### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
---------	--------	--------	-----------

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI</b> <b>M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>RI1200 004</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>55 di 72</b>

1	7.0	7.0	26
2	93.0	7.0	26
3	7.0	73.0	22
4	93.0	73.0	22

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	3	26
2	3	4	3	22

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	585.00	0.00	0.00	0.00

#### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	65.00	0.00

#### COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	65.00 (367.11)	0.00 (0.00)

#### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI</b> <b>M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER</b>	
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>	
COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO <b>IF3A 02 E ZZ CL RH1200 004 B 56 di 72</b>	

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	65.00 (367.11)	0.00 (0.00)

### RISULTATI DEL CALCOLO

#### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.7 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 18.9 cm

#### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	0.00	585.00	0.00	0.00	725.33	0.00	1.24	45.6(24.0)

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione  
Xc max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione  
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.0	80.0	0.00012	7.0	73.0	-0.03179	7.0	7.0

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45  
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000483458	-0.035176669		

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA    PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING    PINI</b> <b>M-INGEGNERIA              GCF                      ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>RH1200 004</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>57 di 72</b>

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.86	0.0	80.0	-36.8	93.0	7.0	1750	26.5

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= 0.5 per flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Cf	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
e sm - e cm	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
sr max	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
wk	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $sr_{max} * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00021	0.00000	0.500	26.0	57	0.00011 (0.00011)	485	0.054 (990.00)	367.11	0.00

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.86	0.0	80.0	-36.8	93.0	7.0	1750	26.5

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00021	0.00000	0.500	26.0	57	0.00011 (0.00011)	485	0.054 (0.20)	367.11	0.00

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.86	0.0	80.0	-36.8	93.0	7.0	1750	26.5

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
-------	-----	----	----	----	---	----	-------------	--------	----	---------	---------

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER						
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo						

1 S -0.00021 0.00000 0.500 26.0 57 0.00011 (0.00011) 485 0.054 (0.20) 367.11 0.00

### Verifica a taglio

La verifica a taglio è stata effettuata mediante foglio excel.

Il taglio massimo vale  $V_{ed}=170$  kN

### VERIFICA A TAGLIO DELLA SEZIONE IN C.A. SECONDO T.U. 14/01/2008 § 4.1.2.1.3

#### • Caratteristiche della sezione

$b_w = 1000$ mm larghezza	$f_{yk} = 450$ MPa resist. caratteristica
$h = 800$ mm altezza	$\gamma_s = 1.15$ coeff. sicurezza
$c = 70$ mm copriferro	$f_{yd} = 391.3$ MPa resist. di calcolo
$f_{ck} = 30$ MPa resist. caratteristica	Armatura longitudinale tesa:
$\gamma_c = 1.50$ coeff. sicurezza	$A_{sl,1} = 5 \text{ } \emptyset 26 = 26.55 \text{ cm}^2$
$\alpha_{cc} = 0.85$ coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 0 \text{ } \emptyset 0 = 0.00 \text{ cm}^2$
$d = 730$ mm altezza utile	$A_{sl,3} = 0 \text{ } \emptyset 0 = 0.00 \text{ cm}^2$
$f_{cd} = 17.00$ MPa resist. di calcolo	$26.55 \text{ cm}^2$

#### • Sollecitazioni (compressione<0, trazione>0, taglio in valore assoluto)

$$N_{ed} = 0.0 \text{ kN} \quad V_{ed} = 170.0 \text{ kN}$$

#### • Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2 \quad k = 1.523 < 2$$

$$v_{\min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} \quad v_{\min} = 0.360$$

$$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0.02 \quad \rho_1 = 0.004 < 0.02$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0.2 f_{cd} \quad \sigma_{cp} = 0.00 \text{ MPa} < 0.2 f_{cd}$$

$$V_{Rd} = (0,18 \times k \times (100 \times \rho_1 \times f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d > (v_{\min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d$$

$$V_{Rd} = 296.0 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{\min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 263.1 \text{ kN})$$

$$V_{Rd} = 296.0 \text{ kN} \quad \text{valore di calcolo}$$

la sezione è verificata in assenza di armature per il taglio

#### • Elementi con armature trasversali resistenti a taglio

Si prevede tuttavia un minimo di armatura a taglio: **spilli  $\emptyset 10/400 \times 400$  quinconce**

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1200 004	REV. B	FOGLIO 59 di 72

## 12.3 INCIDENZA SEZIONE 1

L'incidenza del muro di sottoscarpa vale:

Paramento: 90 kg/m<sup>3</sup>

Fondazione: 110 kg/m<sup>3</sup>

Incidenza media 100 kg/m<sup>3</sup>

dimensioni	0,6 m	armature	diametro	peso	lunghezza	numero	peso total
	1 m	lato terreno veriticali	20	2,47	1,2	5	14,82
	1 m	lato esterno veriticali	16	1,58	1,2	5	9,48
volume	0,6 m <sup>3</sup>	lato terreno orizzontali	12	0,89	1,2	7,5	8,01
		lato esterno orizzontali	12	0,89	1,2	7,5	8,01
		Spilli	10	0,62	1,1	6,25	4,2625
						<b>totale</b>	<b>44,5825</b>
		fattore sicurezza	1,2			<b>incidenza</b>	<b>74,30417</b>
						<b>incidenza computata</b>	<b>89</b>

dimensioni	0,8 m	armature	diametro	peso	lunghezza	numero	peso total
	1 m	lato estradosso	26	4,17	1,2	5	25,02
	1 m	lato intradosso	22	2,98	1,2	5	17,88
volume	0,8 m <sup>3</sup>	lato terreno orizzontali	14	0,89	1,2	5	5,34
		lato esterno orizzontali	14	0,89	1,2	5	5,34
		Spilli	10	0,62	1,2	6,25	4,65
		riprese spalmata su 6.10m c	20	2,47	0,39	5	4,859016
		riprese spalmata su 6.10m c	16	1,58	0,33	5	2,590164
		Chiusure laterali spalmata	26	4,17	0,13	5	2,734426
		Chiusure laterali spalmata	22	2,98	0,16	5	2,442623
						<b>totale</b>	<b>70,85623</b>
		fattore sicurezza	1,2			<b>incidenza</b>	<b>88,57029</b>
						<b>incidenza computata</b>	<b>106</b>

Si evidenzia che le armature previste sono assolutamente congruenti con i minimi imposti e dichiarati al cap. 4 delle NTC 2018.

Area minima ferro paramento (zona tesa) = 0.15% A<sub>totale</sub>

Area ferro paramento = 0.26 %

Area minima ferro fondazione = 0.20 % A<sub>totale</sub>

Area ferro fondazione = 0.56%

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1200 004	REV. FOGLIO B 60 di 72

## 13 VERIFICA STRUTTURALE SEZIONE 2

### 13.1 VERIFICA STRUTTURALE PARAMENTO SEZIONE 2

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resis. compr. di progetto fcd:	17.0	MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	8.5	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.90	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	18.0	MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	18.0	MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	13.5	MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.0	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.0	MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.3	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1^*\beta_2$ :	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1^*\beta_2$ :	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa	

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Calcestruzzo: C30/37

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	59.0
3	50.0	59.0
4	50.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
---------	--------	--------	-----------



APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1200 004	REV. FOGLIO B 62 di 72

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	20.00 (181.44)	0.00 (0.00)

#### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

- N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	20.00 (181.44)	0.00 (0.00)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	19.4 cm
Copriferro netto minimo staffe:	6.0 cm

#### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

- Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
As Totale Area totale barre longitudinali [cm<sup>2</sup>]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	0.00	40.00	0.00	0.00	186.41	0.00	4.66	18.7(17.7)

#### METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

- ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione  
Xc max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione  
Yc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00048	-50.0	59.0	0.00010	42.0	51.0	-0.00196	-42.0	8.0

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI</b> <b>M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER</b>	
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>	
COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO <b>IF3A 02 E ZZ CL RH1200 004 B 63 di 72</b>	

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45  
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000047767	-0.002338634		

E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.  
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo  
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione  
Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm<sup>2</sup>/m]  
A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm<sup>2</sup>/m]  
Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.  
L'area della legatura è ridotta col fattore L/d\_max con L=lungh.legat.proietta-  
ta sulla direz. del taglio e d\_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d   z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	40.00	1377.11	693.09	55.0  47.0	100.0	2.500	1.000	0.9	15.1(0.0)

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]  
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
Ss min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]  
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)  
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerata aderente alle barre  
As eff. Area barre [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.75	-50.0	59.0	-42.2	-21.0	8.0	1528	10.1

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a  $f_{ctm}$   
Ver. Esito della verifica  
e1 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata  
e2 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata  
k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]  
kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]  
k2 = 0.5 per flessione;  $= (e1 + e2)/(2 * e1)$  per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]  
k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali  
k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali  
Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]  
Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa  
e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]  
Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]  
sr max Massima distanza tra le fessure [mm]  
wk Apertura fessure in mm calcolata =  $sr \max * (e_{sm} - e_{cm})$  [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi  
Mx fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]  
My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00025	0.00000	0.500	16.0	72	0.00013 (0.00013)	658	0.083 (990.00)	181.44	0.00

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>M-INGEGNERIA</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RI1200 004</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>64 di 72</b>

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.75	-50.0	59.0	-42.2	-21.0	8.0	1528	10.1

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]**

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00025	0.00000	0.500	16.0	72	0.00013 (0.00013)	658	0.083 (0.20)	181.44	0.00

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.75	-50.0	59.0	-42.2	-21.0	8.0	1528	10.1

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]**

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00025	0.00000	0.500	16.0	72	0.00013 (0.00013)	658	0.083 (0.20)	181.44	0.00

La verifica a taglio è stata effettuata mediante foglio excel e sarebbe soddisfatta senza armature a taglio. Si prevede tuttavia l'adozione di un'armatura minima a taglio costituita da: **spilli Ø10/400x400 quinconce**

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1200 004	REV. FOGLIO B 65 di 72

• **Caratteristiche della sezione**

$b_w = 1000$ mm larghezza	$f_{yk} = 450$ MPa resist. caratteristica
$h = 600$ mm altezza	$\gamma_s = 1,15$ coeff. sicurezza
$c = 70$ mm copriferro	$f_{yd} = 391,3$ MPa resist. di calcolo
$f_{ck} = 32$ MPa resist. caratteristica	Armatura longitudinale tesa:
$\gamma_c = 1,50$ coeff. sicurezza	$A_{s1,1} = 5 \text{ } \emptyset 16 = 10,05 \text{ cm}^2$
$\alpha_{cc} = 0,85$ coeff. riduttivo	$A_{s1,2} = 0 \text{ } \emptyset 0 = 0,00 \text{ cm}^2$
$d = 530$ mm altezza utile	$A_{s1,3} = 0 \text{ } \emptyset 0 = 0,00 \text{ cm}^2$
$f_{cd} = 18,13$ MPa resist. di calcolo	10,05 cm <sup>2</sup>

• **Sollecitazioni** (compressione<0, trazione>0, taglio in valore assoluto)

$$N_{ed} = 0,0 \text{ kN} \quad V_{ed} = 50,0 \text{ kN}$$

• **Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio**

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2 \quad k = 1,614 < 2$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} \quad v_{min} = 0,406$$

$$\rho_1 = A_{s1}/(b_w \times d) < 0,02 \quad \rho_1 = 0,002 < 0,02$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0,2 f_{cd} \quad \sigma_{cp} = 0,00 \text{ MPa} < 0,2 f_{cd}$$

$$V_{Rd} = (0,18 \times k \times (100 \times \rho_1 \times f_{ck})^{1/3} / g_c + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d > (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d$$

$$V_{Rd} = 187,3 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 215,2 \text{ kN})$$

$$V_{Rd} = 215,2 \text{ kN} \text{ assunto pari alla resistenza minima}$$

la sezione è verificata in assenza di armature per il taglio

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>M-INGEGNERIA</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RI1200 004</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>66 di 72</b>

## 13.2 VERIFICA STRUTTURALE FONDAZIONE SEZIONE 2

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resis. compr. di progetto fcd:	17.0	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.90	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	18.0	MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	18.0	MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	13.5	MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.0	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.0	MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.3	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa	

### CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Calcestruzzo: C30/37

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	60.0
3	50.0	60.0
4	50.0	0.0

### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-42.0	8.0	20
2	-42.0	52.0	20
3	42.0	52.0	20
4	42.0	8.0	20

### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.                      Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI</b> <b>M-INGEGNERIA                      GCF                      ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>RI1200 004</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>67 di 72</b>

N°Barra Ini.      Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione  
 N°Barra Fin.      Numero della barra finale cui si riferisce la generazione  
 N°Barre            Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione  
 Ø                  Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	3	20
2	2	3	3	20

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N      Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
 Mx      Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia  
           con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
 My      Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia  
           con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
 Vy      Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  
 Vx      Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	40.00	0.00	40.00	0.00

#### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N      Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
 Mx      Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
           con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My      Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
           con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	20.00	0.00

#### COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N      Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
 Mx      Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
           con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My      Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
           con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	20.00 (196.05)	0.00 (0.00)

#### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N      Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
 Mx      Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
           con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My      Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
           con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
---------	---	----	----

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo	
COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF3A 02 E ZZ CL RH1200 004 B 68 di 72	

1 0.00 20.00 (196.05) 0.00 (0.00)

## RISULTATI DEL CALCOLO

### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.0 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 19.0 cm

### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
As Tesa Area armature trave [cm<sup>2</sup>] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	40.00	0.00	0.00	291.59	0.00	7.29	15.7(8.7)

### METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione  
x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45  
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00059	0.233	-50.0	60.0	0.00020	42.0	52.0	-0.00196	-42.0	8.0

### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen.  
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]; deve essere < 0.45  
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000049049	-0.002348896	0.233	0.731

### METODO SLU - VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)

Ver S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata  
Ved Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)  
Vwct Taglio trazione resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]  
d Altezza utile sezione [cm]  
bw Larghezza minima sezione [cm]  
Ro Rapporto geometrico di armatura longitudinale [<0.02]

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo	
COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF3A 02 E ZZ CL RH1200 004 B 69 di 72	

Scp Tensione media di compressione nella sezione [MPa]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	40.00	210.78	52.0	100.0	0.0030	0.00

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]  
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
 Ss min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]  
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)  
 Ac eff. Area di calcestruzzo [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerata aderente alle barre  
 As eff. Area barre [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.58	-50.0	60.0	-26.9	-21.0	8.0	1550	15.7

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a  $f_{ctm}$   
 Esito della verifica  
 e1 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata  
 e2 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata  
 k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]  
 kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]  
 k2 = 0.5 per flessione;  $= (e1 + e2) / (2 * e1)$  per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]  
 k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali  
 k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali  
 Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]  
 Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa  
 e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]  
 Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]  
 sr max Massima distanza tra le fessure [mm]  
 wk Apertura fessure in mm calcolata =  $sr \max * (e\_sm - e\_cm)$  [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi  
 Mx fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]  
 My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00016	0.00000	0.500	20.0	70	0.00008 (0.00008)	573	0.046 (990.00)	196.05	0.00

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.58	-50.0	60.0	-26.9	-21.0	8.0	1550	15.7

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00016	0.00000	0.500	20.0	70	0.00008 (0.00008)	573	0.046 (0.20)	196.05	0.00

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.58	-50.0	60.0	-26.9	-21.0	8.0	1550	15.7

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER						
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1200 004	REV. B	FOGLIO 70 di 72

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm sr max	wk	Mx fess	My fess	
1	S	-0.00016	0.00000	0.500	20.0	70	0.00008 (0.00008)	573	0.046 (0.20)	196.05	0.00

La verifica a taglio è stata effettuata mediante foglio excel e sarebbe soddisfatta senza armature a taglio. Si prevede tuttavia l'adozione di un'armatura minima a taglio costituita da: **spilli Ø10/400x400 quinconce**

#### • Caratteristiche della sezione

$b_w = 1000$	mm larghezza	$f_{yk} = 450$	MPa	resist. caratteristica
$h = 600$	mm altezza	$\gamma_s = 1,15$		coeff. sicurezza
$c = 70$	mm copriferro	$f_{yd} = 391,3$	MPa	resist. di calcolo
$f_{ck} = 32$	MPa resist. caratteristica	Armatura longitudinale tesa:		
$\gamma_c = 1,50$	coeff. sicurezza	$A_{s1,1} = 5$	Ø	$16 = 10,05 \text{ cm}^2$
$\alpha_{cc} = 0,85$	coeff. riduttivo	$A_{s1,2} = 0$	Ø	$0 = 0,00 \text{ cm}^2$
$d = 530$	mm altezza utile	$A_{s1,3} = 0$	Ø	$0 = 0,00 \text{ cm}^2$
$f_{cd} = 18,13$	MPa resist. di calcolo			$10,05 \text{ cm}^2$

#### • Sollecitazioni (compressione<0, trazione>0, taglio in valore assoluto)

$$N_{ed} = 0,0 \text{ kN} \quad V_{ed} = 50,0 \text{ kN}$$

#### • Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2 \quad k = 1,614 < 2$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} \quad v_{min} = 0,406$$

$$\rho_1 = A_{s1}/(b_w \times d) < 0,02 \quad \rho_1 = 0,002 < 0,02$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0,2 f_{cd} \quad \sigma_{cp} = 0,00 \text{ MPa} < 0,2 f_{cd}$$

$$V_{Rd} = (0,18 \times k \times (100 \times \rho_1 \times f_{ct})^{1/3} / g_c + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d > (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d$$

$$V_{Rd} = 187,3 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 215,2 \text{ kN})$$

$$V_{Rd} = 215,2 \text{ kN} \quad \text{assunto pari alla resistenza minima}$$

la sezione è verificata in assenza di armature per il taglio

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Opere di sostegno – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1200 004	REV. B	FOGLIO 71 di 72

### 13.3 INCIDENZA SEZIONE 2

L'incidenza del muro di sottoscarpa vale:

Paramento: 60 kg/m<sup>3</sup>

Fondazione: 80 kg/m<sup>3</sup>

Incidenza media 70 kg/m<sup>3</sup>

paramento										
dimensioni	0,6		armature		diametro	peso	lunghezza	numero	peso totale	
	1,0				lato terreno verticali	16,0	1,6	1,1	5,0	8,6
	1,0				lato esterno verticali	16,0	1,6	1,1	5,0	8,6
volume	0,6				lato terreno orizzontali	10,0	0,6	1,1	7,5	5,1
					lato esterno orizzontali	10,0	0,6	1,1	7,5	5,1
					Spilli	10,0	0,6	0,8	6,3	3,1
									totale	30,5
					sfridi/sovrapposizioni	1,2			incidenza	51,6
									<b>incidenza computata</b>	<b>62,0</b>
fondazione										
dimensioni	0,6		armature		diametro	peso	lunghezza	numero	peso totale	
	1				lato terreno verticali	20	2,45	1,1	5	13,5
	1				lato esterno verticali	20	2,45	1,1	5	13,5
volume	0,6				lato terreno orizzontali	10	0,61	1,1	5	3,4
					lato esterno orizzontali	10	0,61	1,1	5	3,4
					Spilli	10	0,61	0,8	6,3	3,1
					riprese spalmata su 6.10m di fondazione	12	0,89	0,25	20	4,4
									totale	41,1
					sfridi/sovrapposizioni	1,2			incidenza	68,6
									<b>incidenza computata</b>	<b>82,3</b>

Si evidenzia che le armature previste sono assolutamente congruenti con i minimi imposti e dichiarati al cap. 4 delle NTC 2018.

Area minima ferro paramento = 0.15% A<sub>totale</sub>

Area ferro paramento = 0.17 %

Area minima ferro fondazione = 0.20 % A<sub>totale</sub>

Area ferro fondazione = 0.52%

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI</b> <b>M-INGEGNERIA                      GCF                      ELETTRI-FER</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Opere di sostegno – Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RI1200 004</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>72 di 72</b>

## ALLEGATI

Progetto:  
 Ditta:  
 Comune:  
 Progettista:  
 Direttore dei Lavori:  
 Impresa:

## Dati

### Materiali

#### Simbologia adottata

n°           Indice materiale  
 Descr       Descrizione del materiale  
Calcestruzzo armato  
 C            Classe di resistenza del cls  
 A            Classe di resistenza dell'acciaio  
 $\gamma$          Peso specifico, espresso in [kN/mc]  
 $R_{ck}$        Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]  
 E            Modulo elastico, espresso in [kPa]  
 $\nu$          Coeff. di Poisson  
 n            Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls  
 ntc         Coeff. di omogenizzazione cls teso/compresso

#### Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	$\gamma$	$R_{ck}$	E	$\nu$	n	ntc
				[kN/mc]	[kPa]	[kPa]			
1	Cls Armato	C28/35	B450C	25.0000	35000	32587986	0.30	15.00	0.50

#### Acciai

Descr	$f_{yk}$	$f_{uk}$
	[kPa]	[kPa]
B450C	449936	539963

### Geometria profilo terreno a monte del muro

#### Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°           numero ordine del punto  
 X           ascissa del punto espressa in [m]  
 Y           ordinata del punto espressa in [m]  
 A           inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
1	0.00	0.00	0.000
2	0.10	-0.10	-45.000
3	1.00	-0.10	0.000
4	7.00	3.90	33.690
5	7.80	3.90	0.000
6	20.00	3.90	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 8.000 [°]

### Falda

#### Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°           numero ordine del punto  
 X           ascissa del punto espressa in [m]  
 Y           ordinata del punto espressa in [m]  
 A           inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
1	-5.00	-7.80	0.000
2	1.50	-7.80	0.000

n°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
3	6.50	-7.80	0.000

## Geometria muro

### Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro	70.00	[m]
<u>Paramento</u>		
Materiale	Clas Armato	
Altezza paramento	2.20	[m]
Altezza paramento libero	2.20	[m]
Spessore in sommità	0.40	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.60	[m]
Inclinazione paramento esterno	5.20	[°]
Inclinazione paramento interno	0.00	[°]
<u>Fondazione</u>		
Materiale	Clas Armato	
Lunghezza mensola di valle	0.50	[m]
Lunghezza mensola di monte	1.50	[m]
Lunghezza totale	2.60	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	0.60	[m]
Spessore magrone	0.10	[m]

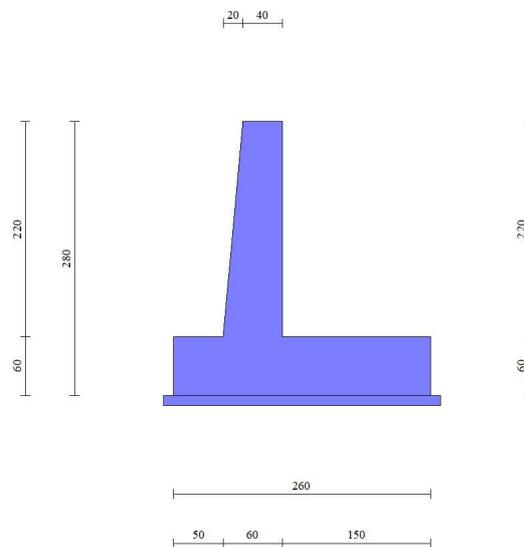


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

## Descrizione terreni

### Parametri di resistenza

#### Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]
$c_a$	Adesione terra-muro espressa in [kPa]
<u>Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix</u>	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)

$\tau_l$  Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	$\gamma$ [kN/mc]	$\gamma_{sat}$ [kN/mc]	$\phi$ [°]	$\delta$ [°]	c [kPa]	ca [kPa]	Cesp	$\tau_l$ [kPa]
1	Riempimento	19.0000	19.0000	35.000	23.333	0	0	---	---
2	Coltre	20.5000	20.5000	27.000	27.000	8	8	---	---

## Stratigrafia

### Simbologia adottata

n° Indice dello strato  
H Spessore dello strato espresso in [m]  
 $\alpha$  Inclinazione espressa in [°]  
Terreno Terreno dello strato  
Per calcolo pali (solo se presenti)  
Kw Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm<sup>2</sup>/cm  
Ks Coefficiente di spinta  
Cesp Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')

Kststa, Kstsis Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	$\alpha$ [°]	Terreno	Kw [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Ks	Cesp	Kststa	Kstsis
1	2.20	0.000	Riempimento	---	---	---	---	---
2	15.80	0.000	Coltre	---	---	---	---	---

Terreno di riempimento: Riempimento  
Inclinazione riempimento (rispetto alla verticale): 0.00 [°]

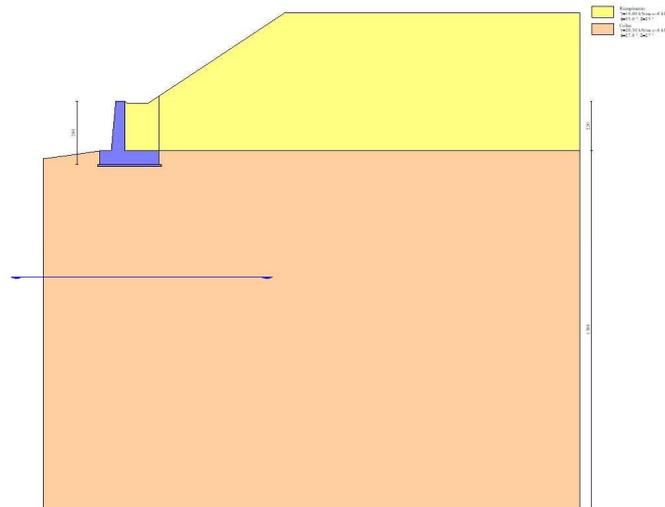


Fig. 2 - Stratigrafia

## Condizioni di carico

### Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.  
Carichi orizzontali positivi verso sinistra.  
Momento positivo senso antiorario.  
X Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]  
F<sub>x</sub> Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]  
F<sub>y</sub> Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]  
M Momento espresso in [kNm]  
X<sub>i</sub> Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]  
X<sub>f</sub> Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]  
Q<sub>i</sub> Intensità del carico per x=X<sub>i</sub> espressa in [kN]  
Q<sub>f</sub> Intensità del carico per x=X<sub>f</sub> espressa in [kN]

### Condizione n° 1 (Condizione 1) - VARIABLE

Coeff. di combinazione  $\Psi_0=0.75 - \Psi_1=0.75 - \Psi_2=0.60$

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X	Fx	Fy	M	Xi	Xf	Qi	Qf
		[m]	[kN]	[kN]	[kNm]	[m]	[m]	[kN]	[kN]
1	Distribuito					7.80	20.00	20.0000	20.0000

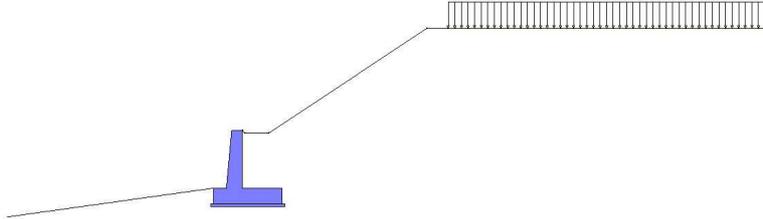


Fig. 3 - Carichi sul terreno

## Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

### Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1, fav}$	0.90	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1, sfav}$	1.10	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2, fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q, sfav}$	1.50	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT, sfav}$	1.00	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

### Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi')}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	$\gamma_r$	1.00	1.00	1.00	1.00

### Coeff. parziali $\gamma_R$ per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Ribaltamento	--	--	1.15	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

## Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

- Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + Q_{k1} + \Psi_{0,2} Q_{k2} + \Psi_{0,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione frequente, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{1,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione quasi permanente, impiegata per gli effetti di lungo periodo:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff.  $\Psi_{0,j}$ ,  $\Psi_{1,j}$ ,  $\Psi_{2,j}$  sono definiti nelle singole condizioni variabili. per I valori dei coeff.  $\gamma_G$  e  $\gamma_Q$ , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione

$\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

#### Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole

#### Combinazione n° 2 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole

#### Combinazione n° 3 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

#### Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.50	1.00	Sfavorevole

#### Combinazione n° 5 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.50	1.00	Sfavorevole

#### Combinazione n° 6 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.30	1.00	Sfavorevole

#### Combinazione n° 7 - SLEQ

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	0.60	Sfavorevole

#### Combinazione n° 8 - SLEF

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	0.75	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - SLER

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole

Dati sismici

Comune	
Provincia	
Regione	
Latitudine	41.152519
Longitudine	15.087580
Indice punti di interpolazione	-1 - -1 - -1 - -1
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	II
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	50 anni

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	$a_g$	[m/s <sup>2</sup> ]	3.400	0.000
Accelerazione al suolo	$a_g/g$	[%]	0.347	0.000
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.354	2.430
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.425	0.370
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		C	1.210
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000

Stato limite ...	Coeff. di riduzione $\beta_m$	kh	kv
Ultimo	0.380	15.936	7.968
Ultimo - Ribaltamento	0.570	23.904	11.952
Esercizio	0.470	0.000	0.000

Nel calcolo non è stato portato in conto il sisma verticale  
 Forma diagramma incremento sismico **Stessa forma del diagramma statico**

**Opzioni di calcolo**Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta attiva
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

Capacità portante

Metodo di calcolo della portanza	Hansen
Criterio di media calcolo del terreno equivalente (terreni stratificati)	Ponderata
Criterio di riduzione per eccentricità della portanza	Bowles
Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento)	Nessuna
Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico	limite (0.5B $\gamma_{N_v}$ ) Larghezza ridotta (B')
Fattori di forma e inclinazione del carico	Solo i fattori di inclinazione
Se la fondazione ha larghezza superiore a 2.0 m viene applicato il fattore di riduzione per comportamento a piastra	

Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale	Bishop
---	--------

Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	0.00
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	0.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	NO
Considera terreno sulla fondazione di valle	NO
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO

Spostamenti

Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti

Cedimenti

Non è stato richiesto il calcolo dei cedimenti

## Risultati per combinazione

### Spinta e forze

#### Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
Cx, Cy	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
Px, Py	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	57.17	24.56	52.00	23.76	1.50	-1.75
	Peso/Inerzia muro			0.00	66.51/0.00	0.01	-1.95
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	61.53/0.00	0.76	-1.12
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
4	Spinta statica	57.17	24.56	52.00	23.76	1.50	-1.75
	Peso/Inerzia muro			0.00	66.51/0.00	0.01	-1.95
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	61.53/0.00	0.76	-1.12
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
7	Spinta statica	42.51	24.48	38.69	17.61	1.50	-1.73
	Peso/Inerzia muro			0.00	66.51/0.00	0.01	-1.95
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	61.53/0.00	0.76	-1.12
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
8	Spinta statica	42.51	24.48	38.69	17.61	1.50	-1.73
	Peso/Inerzia muro			0.00	66.51/0.00	0.01	-1.95
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	61.53/0.00	0.76	-1.12
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
9	Spinta statica	42.51	24.48	38.69	17.61	1.50	-1.73
	Peso/Inerzia muro			0.00	66.51/0.00	0.01	-1.95
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	61.53/0.00	0.76	-1.12
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00

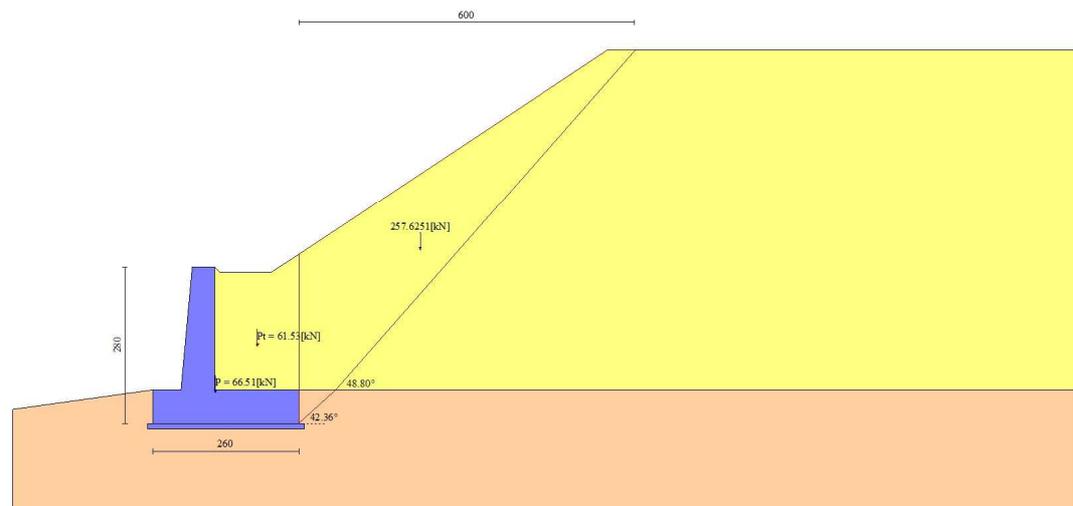


Fig. 4 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

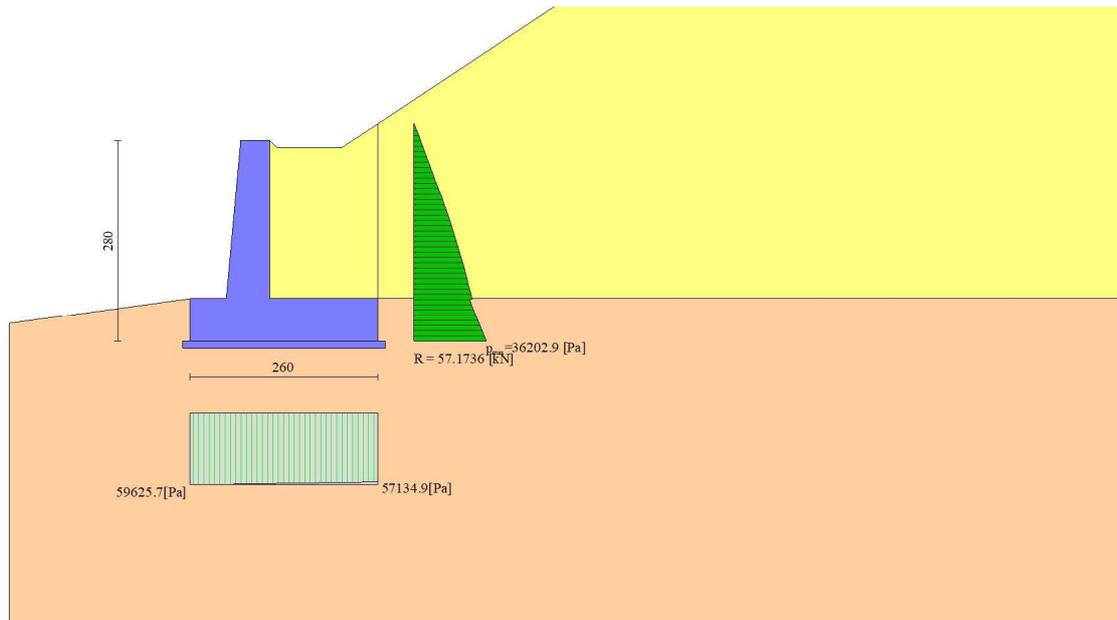


Fig. 5 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

## Risultanti globali

### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	Mr [kNm]	Ms [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	151.80	52.00	54.53	250.49	0.009
2 - EQU (A1-M1-R3)	151.80	52.00	54.53	250.49	0.009
3 - GEO (A2-M2-R2)	149.56	59.17	68.80	244.65	0.124
4 - STR (A1-M1-R3)	151.80	52.00	54.53	250.49	0.009
5 - EQU (A1-M1-R3)	151.80	52.00	54.53	250.49	0.009
6 - GEO (A2-M2-R2)	151.54	64.52	73.50	249.81	0.137
7 - SLEQ	145.65	38.69	41.58	234.50	-0.024
8 - SLEF	145.65	38.69	41.58	234.50	-0.024
9 - SLER	145.65	38.69	41.58	234.50	-0.024

## Verifiche geotecniche

### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS <sub>HYD</sub>	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS <sub>UPL</sub>	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>UPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		1.887		8.132			
2 - EQU (A1-M1-R3)			4.593				
3 - GEO (A2-M2-R2)					1.299		
4 - STR (A1-M1-R3)		1.887		8.132			
5 - EQU (A1-M1-R3)			4.593				
6 - GEO (A2-M2-R2)					1.277		

## Verifica a scorrimento fondazione

### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Rsa	Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kN]
Rpt	Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kN]
Rps	Resistenza passiva sperone, espresso in [kN]
Rp	Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kN]
Rt	Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kN]
R	Resistenza allo scorrimento (somma di Rsa+Rpt+Rps+Rp), espresso in [kN]
T	Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	Rsa	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR (A1-M1-R3)	98.15	0.00	0.00	--	--	98.15	52.00	1.887
4 - STR (A1-M1-R3)	98.15	0.00	0.00	--	--	98.15	52.00	1.887

### Verifica a carico limite

#### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
N	Carico normale totale al piano di posa, espresso in [kN]
Qu	carico limite del terreno, espresso in [kN]
Qd	Portanza di progetto, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra il carico limite e carico agente al piano di posa)

n°	N	Qu	Qd	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR (A1-M1-R3)	151.80	1234.49	881.78	8.132
4 - STR (A1-M1-R3)	151.80	1234.49	881.78	8.132

### Dettagli calcolo portanza

#### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, N <sub>γ</sub>	Fattori di capacità portante
ic, iq, i <sub>γ</sub>	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, d <sub>γ</sub>	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, g <sub>γ</sub>	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, b <sub>γ</sub>	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, s <sub>γ</sub>	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, p <sub>γ</sub>	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
r <sub>γ</sub>	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia 0.5B <sub>γ</sub> N <sub>γ</sub> viene moltiplicato per questo fattore
D	Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
B'	Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
H	Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
γ	Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]
φ	Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c	Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]

Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Hansen).

n°	Nc Nq N <sub>γ</sub>	ic iq i <sub>γ</sub>	dc dq d <sub>γ</sub>	gc gq g <sub>γ</sub>	bc bq b <sub>γ</sub>	sc sq s <sub>γ</sub>	pc pq p <sub>γ</sub>	r <sub>γ</sub>	D	B' H	γ	φ	c
									[m]	[m]	[kN/mc]	[°]	[kPa]
1	23.942	0.987	1.092	0.946	1.000	--	--	0.972	0.60	2.58	20.50	27.00	8
	13.199	0.988	1.070	0.695	1.000	--	--						
	9.324	0.983	1.000	0.695	1.000	--	--						
4	23.942	0.987	1.092	0.946	1.000	--	--	0.972	0.60	2.58	20.50	27.00	8
	13.199	0.988	1.070	0.695	1.000	--	--						
	9.324	0.983	1.000	0.695	1.000	--	--						

### Verifica a ribaltamento

#### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)

La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms	Mr	FS
	[kNm]	[kNm]	
2 - EQU (A1-M1-R3)	250.49	54.53	4.593
5 - EQU (A1-M1-R3)	250.49	54.53	4.593

### Sollecitazioni

#### Elementi calcolati a trave

#### Simbologia adottata

N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.  
 T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle  
 M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

### Paramento

#### Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	1.01	0.02	0.00
3	-0.20	2.05	0.08	0.00
4	-0.30	3.10	0.17	0.00
5	-0.40	4.18	0.32	0.00
6	-0.50	5.28	0.51	0.02
7	-0.60	6.41	0.76	0.06
8	-0.70	7.56	1.07	0.12
9	-0.80	8.73	1.43	0.21
10	-0.90	9.92	1.84	0.33
11	-1.00	11.14	2.31	0.49
12	-1.10	12.38	2.84	0.69
13	-1.20	13.64	3.42	0.94
14	-1.30	14.92	4.06	1.25
15	-1.40	16.23	4.75	1.62
16	-1.50	17.56	5.50	2.06
17	-1.60	18.91	6.31	2.56
18	-1.70	20.29	7.21	3.15
19	-1.80	21.69	8.24	3.82
20	-1.90	23.11	9.41	4.60
21	-2.00	24.55	10.77	5.50
22	-2.10	26.02	12.28	6.54
23	-2.20	27.51	13.95	7.73

#### Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3)

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	1.01	0.02	0.00
3	-0.20	2.05	0.08	0.00
4	-0.30	3.10	0.17	0.00
5	-0.40	4.18	0.32	0.00
6	-0.50	5.28	0.51	0.02
7	-0.60	6.41	0.76	0.06
8	-0.70	7.56	1.07	0.12
9	-0.80	8.73	1.43	0.21
10	-0.90	9.92	1.84	0.33
11	-1.00	11.14	2.31	0.49
12	-1.10	12.38	2.84	0.69
13	-1.20	13.64	3.42	0.94
14	-1.30	14.92	4.06	1.25
15	-1.40	16.23	4.75	1.62
16	-1.50	17.56	5.50	2.06
17	-1.60	18.91	6.31	2.56
18	-1.70	20.29	7.21	3.15
19	-1.80	21.69	8.24	3.82
20	-1.90	23.11	9.41	4.60
21	-2.00	24.55	10.77	5.50
22	-2.10	26.02	12.28	6.54
23	-2.20	27.51	13.95	7.73

#### Combinazione n° 7 - SLEQ

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	1.01	0.01	0.00
3	-0.20	2.05	0.06	-0.01
4	-0.30	3.10	0.13	-0.01
5	-0.40	4.18	0.24	-0.01
6	-0.50	5.28	0.39	0.00
7	-0.60	6.41	0.59	0.03
8	-0.70	7.56	0.82	0.06
9	-0.80	8.73	1.10	0.12
10	-0.90	9.92	1.42	0.21

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
11	-1.00	11.14	1.78	0.32
12	-1.10	12.38	2.18	0.46
13	-1.20	13.64	2.63	0.64
14	-1.30	14.92	3.12	0.87
15	-1.40	16.23	3.65	1.13
16	-1.50	17.56	4.23	1.45
17	-1.60	18.91	4.85	1.82
18	-1.70	20.29	5.54	2.25
19	-1.80	21.69	6.33	2.75
20	-1.90	23.11	7.24	3.32
21	-2.00	24.55	8.28	3.99
22	-2.10	26.02	9.45	4.76
23	-2.20	27.51	10.73	5.65

Combinazione n° 8 - SLEF

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	1.01	0.01	0.00
3	-0.20	2.05	0.06	-0.01
4	-0.30	3.10	0.13	-0.01
5	-0.40	4.18	0.24	-0.01
6	-0.50	5.28	0.39	0.00
7	-0.60	6.41	0.59	0.03
8	-0.70	7.56	0.82	0.06
9	-0.80	8.73	1.10	0.12
10	-0.90	9.92	1.42	0.21
11	-1.00	11.14	1.78	0.32
12	-1.10	12.38	2.18	0.46
13	-1.20	13.64	2.63	0.64
14	-1.30	14.92	3.12	0.87
15	-1.40	16.23	3.65	1.13
16	-1.50	17.56	4.23	1.45
17	-1.60	18.91	4.85	1.82
18	-1.70	20.29	5.54	2.25
19	-1.80	21.69	6.33	2.75
20	-1.90	23.11	7.24	3.32
21	-2.00	24.55	8.28	3.99
22	-2.10	26.02	9.45	4.76
23	-2.20	27.51	10.73	5.65

Combinazione n° 9 - SLER

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	1.01	0.01	0.00
3	-0.20	2.05	0.06	-0.01
4	-0.30	3.10	0.13	-0.01
5	-0.40	4.18	0.24	-0.01
6	-0.50	5.28	0.39	0.00
7	-0.60	6.41	0.59	0.03
8	-0.70	7.56	0.82	0.06
9	-0.80	8.73	1.10	0.12
10	-0.90	9.92	1.42	0.21
11	-1.00	11.14	1.78	0.32
12	-1.10	12.38	2.18	0.46
13	-1.20	13.64	2.63	0.64
14	-1.30	14.92	3.12	0.87
15	-1.40	16.23	3.65	1.13
16	-1.50	17.56	4.23	1.45
17	-1.60	18.91	4.85	1.82
18	-1.70	20.29	5.54	2.25
19	-1.80	21.69	6.33	2.75
20	-1.90	23.11	7.24	3.32
21	-2.00	24.55	8.28	3.99
22	-2.10	26.02	9.45	4.76
23	-2.20	27.51	10.73	5.65

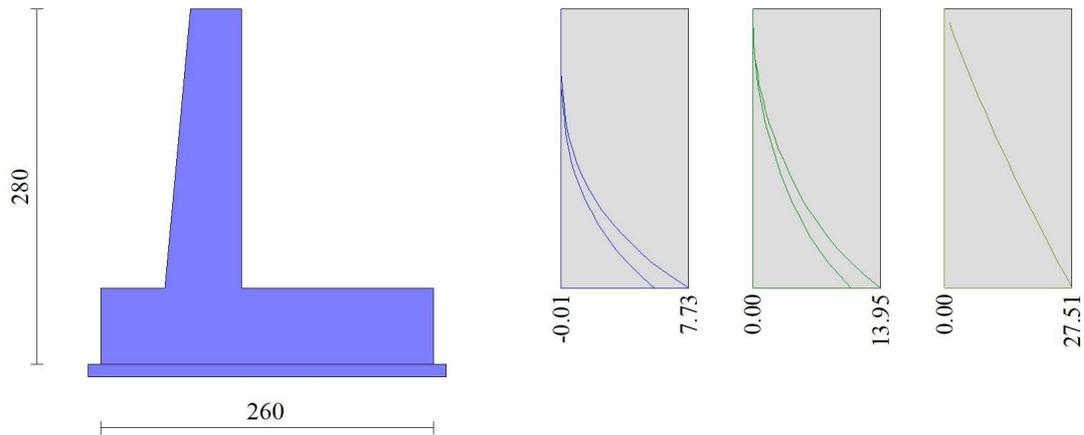


Fig. 6 - Paramento (Inviluppo)

**Fondazione****Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)**

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-1.10	0.00	0.00	0.00
2	-1.00	0.00	4.46	0.22
3	-0.90	0.00	8.91	0.89
4	-0.80	0.00	13.34	2.00
5	-0.70	0.00	17.77	3.56
6	-0.60	0.00	22.19	5.56
7	0.00	0.00	-15.71	-13.16
8	0.10	0.00	-14.75	-11.64
9	0.20	0.00	-13.90	-10.21
10	0.30	0.00	-13.05	-8.86
11	0.40	0.00	-12.19	-7.60
12	0.50	0.00	-11.31	-6.42
13	0.60	0.00	-10.43	-5.34
14	0.70	0.00	-9.54	-4.34
15	0.80	0.00	-8.64	-3.43
16	0.90	0.00	-7.73	-2.61
17	1.00	0.00	-6.81	-1.88
18	1.10	0.00	-5.79	-1.25
19	1.20	0.00	-4.61	-0.73
20	1.30	0.00	-3.25	-0.34
21	1.40	0.00	-1.71	-0.09
22	1.50	0.00	0.00	0.00

**Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3)**

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-1.10	0.00	0.00	0.00
2	-1.00	0.00	4.46	0.22
3	-0.90	0.00	8.91	0.89
4	-0.80	0.00	13.34	2.00
5	-0.70	0.00	17.77	3.56
6	-0.60	0.00	22.19	5.56
7	0.00	0.00	-15.71	-13.16
8	0.10	0.00	-14.75	-11.64
9	0.20	0.00	-13.90	-10.21
10	0.30	0.00	-13.05	-8.86
11	0.40	0.00	-12.19	-7.60
12	0.50	0.00	-11.31	-6.42
13	0.60	0.00	-10.43	-5.34
14	0.70	0.00	-9.54	-4.34
15	0.80	0.00	-8.64	-3.43

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
16	0.90	0.00	-7.73	-2.61
17	1.00	0.00	-6.81	-1.88
18	1.10	0.00	-5.79	-1.25
19	1.20	0.00	-4.61	-0.73
20	1.30	0.00	-3.25	-0.34
21	1.40	0.00	-1.71	-0.09
22	1.50	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 7 - SLEQ

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	-1.10	0.00	0.00	0.00
2	-1.00	0.00	3.80	0.19
3	-0.90	0.00	7.62	0.76
4	-0.80	0.00	11.47	1.71
5	-0.70	0.00	15.34	3.05
6	-0.60	0.00	19.23	4.78
7	0.00	0.00	2.00	1.33
8	0.10	0.00	2.02	1.12
9	0.20	0.00	1.92	0.93
10	0.30	0.00	1.79	0.74
11	0.40	0.00	1.65	0.57
12	0.50	0.00	1.47	0.41
13	0.60	0.00	1.28	0.27
14	0.70	0.00	1.06	0.16
15	0.80	0.00	0.81	0.06
16	0.90	0.00	0.54	0.00
17	1.00	0.00	0.25	-0.04
18	1.10	0.00	-0.01	-0.06
19	1.20	0.00	-0.16	-0.05
20	1.30	0.00	-0.21	-0.03
21	1.40	0.00	-0.16	-0.01
22	1.50	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 8 - SLEF

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	-1.10	0.00	0.00	0.00
2	-1.00	0.00	3.80	0.19
3	-0.90	0.00	7.62	0.76
4	-0.80	0.00	11.47	1.71
5	-0.70	0.00	15.34	3.05
6	-0.60	0.00	19.23	4.78
7	0.00	0.00	2.00	1.33
8	0.10	0.00	2.02	1.12
9	0.20	0.00	1.92	0.93
10	0.30	0.00	1.79	0.74
11	0.40	0.00	1.65	0.57
12	0.50	0.00	1.47	0.41
13	0.60	0.00	1.28	0.27
14	0.70	0.00	1.06	0.16
15	0.80	0.00	0.81	0.06
16	0.90	0.00	0.54	0.00
17	1.00	0.00	0.25	-0.04
18	1.10	0.00	-0.01	-0.06
19	1.20	0.00	-0.16	-0.05
20	1.30	0.00	-0.21	-0.03
21	1.40	0.00	-0.16	-0.01
22	1.50	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 9 - SLER

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	-1.10	0.00	0.00	0.00
2	-1.00	0.00	3.80	0.19
3	-0.90	0.00	7.62	0.76
4	-0.80	0.00	11.47	1.71
5	-0.70	0.00	15.34	3.05
6	-0.60	0.00	19.23	4.78
7	0.00	0.00	2.00	1.33
8	0.10	0.00	2.02	1.12
9	0.20	0.00	1.92	0.93

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
10	0.30	0.00	1.79	0.74
11	0.40	0.00	1.65	0.57
12	0.50	0.00	1.47	0.41
13	0.60	0.00	1.28	0.27
14	0.70	0.00	1.06	0.16
15	0.80	0.00	0.81	0.06
16	0.90	0.00	0.54	0.00
17	1.00	0.00	0.25	-0.04
18	1.10	0.00	-0.01	-0.06
19	1.20	0.00	-0.16	-0.05
20	1.30	0.00	-0.21	-0.03
21	1.40	0.00	-0.16	-0.01
22	1.50	0.00	0.00	0.00

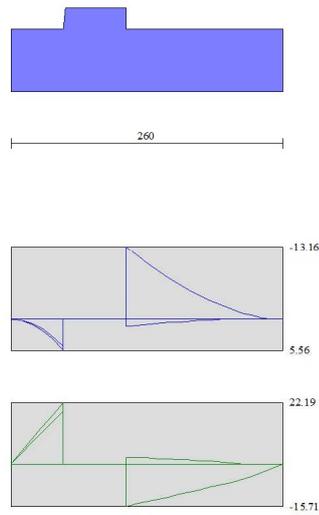


Fig. 7 - Fondazione (Inviluppo)

## Risultati per inviluppo

### Spinta e forze

#### Simbologia adottata

- Ic      Indice della combinazione
- A      Tipo azione
- I      Inclinazione della spinta, espressa in [°]
- V      Valore dell'azione, espressa in [kN]
- Cx, Cy   Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
- Px, Py   Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	57.17	24.56	52.00	23.76	1.50	-1.75
	Peso/Inerzia muro			0.00	66.51/0.00	0.01	-1.95
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	61.53/0.00	0.76	-1.12
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00

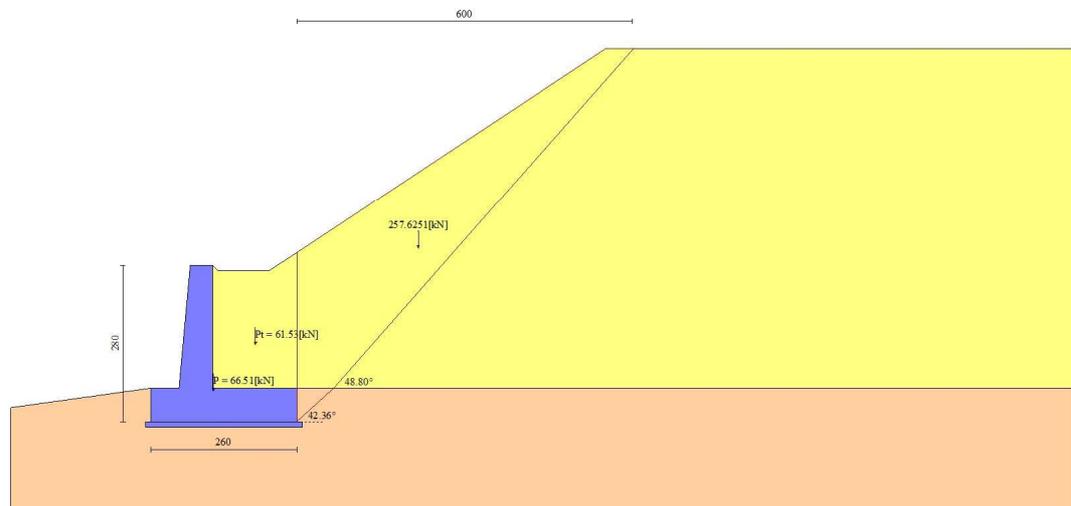


Fig. 8 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

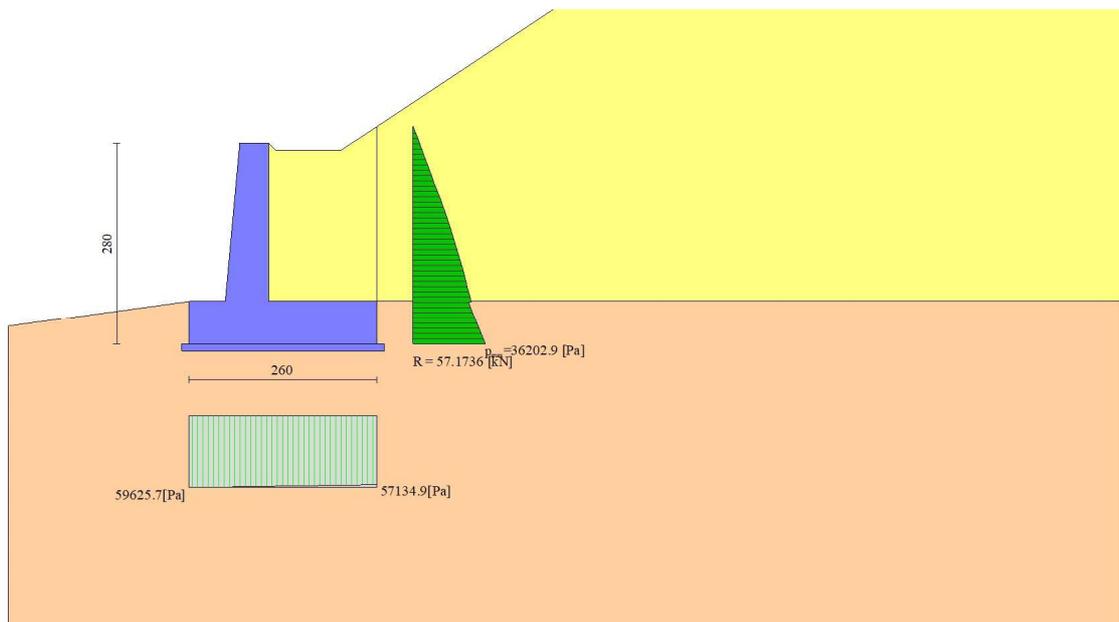


Fig. 9 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

## Risultanti globali

### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
M <sub>r</sub>	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
M <sub>s</sub>	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N	T	M <sub>r</sub>	M <sub>s</sub>	ecc
	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[m]
1 - STR (A1-M1-R3)	151.80	52.00	54.53	250.49	0.009
2 - EQU (A1-M1-R3)	151.80	52.00	54.53	250.49	0.009
3 - GEO (A2-M2-R2)	149.56	59.17	68.80	244.65	0.124
4 - STR (A1-M1-R3)	151.80	52.00	54.53	250.49	0.009
5 - EQU (A1-M1-R3)	151.80	52.00	54.53	250.49	0.009
6 - GEO (A2-M2-R2)	151.54	64.52	73.50	249.81	0.137
7 - SLEQ	145.65	38.69	41.58	234.50	-0.024
8 - SLEF	145.65	38.69	41.58	234.50	-0.024
9 - SLER	145.65	38.69	41.58	234.50	-0.024

## Verifiche geotecniche

### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS <sub>HYD</sub>	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS <sub>SUPL</sub>	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>SUPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		1.887		8.132			
2 - EQU (A1-M1-R3)			4.593				
3 - GEO (A2-M2-R2)					1.299		
4 - STR (A1-M1-R3)		1.887		8.132			
5 - EQU (A1-M1-R3)			4.593				
6 - GEO (A2-M2-R2)					1.277		

### Verifica a scorrimento fondazione

#### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Rsa	Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kN]
Rpt	Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kN]
Rps	Resistenza passiva sperone, espresso in [kN]
Rp	Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kN]
Rt	Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kN]
R	Resistenza allo scorrimento (somma di Rsa+Rpt+Rps+Rp), espresso in [kN]
T	Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	Rsa	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR (A1-M1-R3)	98.15	0.00	0.00	--	--	98.15	52.00	1.887

### Verifica a carico limite

#### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
N	Carico normale totale al piano di posa, espresso in [kN]
Qu	carico limite del terreno, espresso in [kN]
Qd	Portanza di progetto, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra il carico limite e carico agente al piano di posa)

n°	N	Qu	Qd	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR (A1-M1-R3)	151.80	1234.49	881.78	8.132

## Dettagli calcolo portanza

**Simbologia adottata**

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, Ny	Fattori di capacità portante
ic, iq, iy	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, dy	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, gy	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, by	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, sy	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, py	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
ry	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia $0.5B\gamma_N$ viene moltiplicato per questo fattore
D	Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
B'	Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
H	Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
$\gamma$	Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]
$\phi$	Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c	Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]

Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '-' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Hansen).

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	ry	D	B' H	$\gamma$	$\phi$	c
									[m]	[m]	[kN/mc]	[°]	[kPa]
1	23.942 13.199 9.324	0.987 0.988 0.983	1.092 1.070 1.000	0.946 0.695 0.695	1.000 1.000 1.000	-- -- --	-- -- --	0.972	0.60	2.58 2.12	20.50	27.00	8

**Verifica a ribaltamento****Simbologia adottata**

n°	Indice combinazione
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)

La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms	Mr	FS
	[kNm]	[kNm]	
2 - EQU (A1-M1-R3)	250.49	54.53	4.593

**Sollecitazioni****Elementi calcolati a trave****Simbologia adottata**

N	Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T	Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M	Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

**Paramento**

n°	X	Nmin	Nmax	Tmin	Tmax	Mmin	Mmax
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	1.01	1.01	0.01	0.02	0.00	0.00
3	-0.20	2.05	2.05	0.06	0.08	-0.01	0.00
4	-0.30	3.10	3.10	0.13	0.17	-0.01	0.00
5	-0.40	4.18	4.18	0.24	0.32	-0.01	0.00
6	-0.50	5.28	5.28	0.39	0.51	0.00	0.02
7	-0.60	6.41	6.41	0.59	0.76	0.03	0.06
8	-0.70	7.56	7.56	0.82	1.07	0.06	0.12
9	-0.80	8.73	8.73	1.10	1.43	0.12	0.21
10	-0.90	9.92	9.92	1.42	1.84	0.21	0.33
11	-1.00	11.14	11.14	1.78	2.31	0.32	0.49
12	-1.10	12.38	12.38	2.18	2.84	0.46	0.69
13	-1.20	13.64	13.64	2.63	3.42	0.64	0.94
14	-1.30	14.92	14.92	3.12	4.06	0.87	1.25
15	-1.40	16.23	16.23	3.65	4.75	1.13	1.62
16	-1.50	17.56	17.56	4.23	5.50	1.45	2.06
17	-1.60	18.91	18.91	4.85	6.31	1.82	2.56
18	-1.70	20.29	20.29	5.54	7.21	2.25	3.15
19	-1.80	21.69	21.69	6.33	8.24	2.75	3.82
20	-1.90	23.11	23.11	7.24	9.41	3.32	4.60
21	-2.00	24.55	24.55	8.28	10.77	3.99	5.50
22	-2.10	26.02	26.02	9.45	12.28	4.76	6.54
23	-2.20	27.51	27.51	10.73	13.95	5.65	7.73

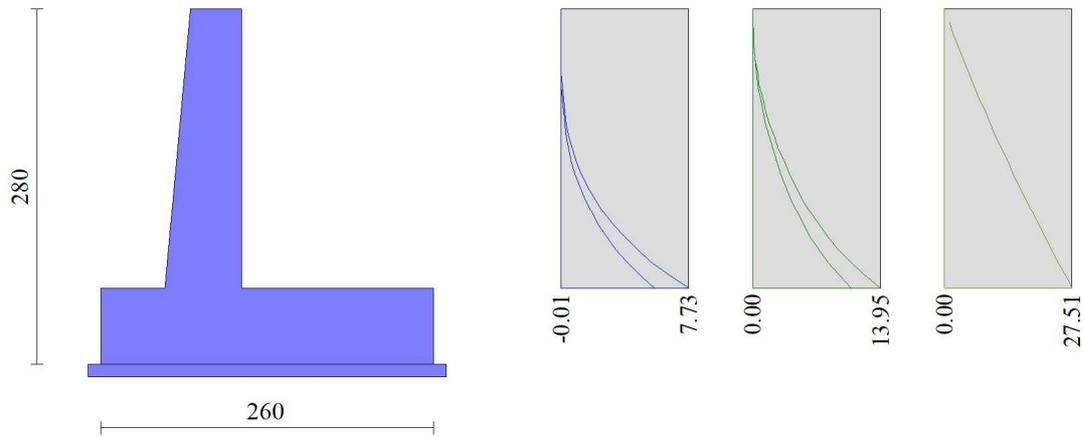


Fig. 10 - Paramento

## Fondazione

n°	X [m]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]	T <sub>min</sub> [kN]	T <sub>max</sub> [kN]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]
1	-1.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-1.00	0.00	0.00	3.80	4.46	0.19	0.22
3	-0.90	0.00	0.00	7.62	8.91	0.76	0.89
4	-0.80	0.00	0.00	11.47	13.34	1.71	2.00
5	-0.70	0.00	0.00	15.34	17.77	3.05	3.56
6	-0.60	0.00	0.00	19.23	22.19	4.78	5.56
7	0.00	0.00	0.00	-15.71	2.00	-13.16	1.33
8	0.10	0.00	0.00	-14.75	2.02	-11.64	1.12
9	0.20	0.00	0.00	-13.90	1.92	-10.21	0.93
10	0.30	0.00	0.00	-13.05	1.79	-8.86	0.74
11	0.40	0.00	0.00	-12.19	1.65	-7.60	0.57
12	0.50	0.00	0.00	-11.31	1.47	-6.42	0.41
13	0.60	0.00	0.00	-10.43	1.28	-5.34	0.27
14	0.70	0.00	0.00	-9.54	1.06	-4.34	0.16
15	0.80	0.00	0.00	-8.64	0.81	-3.43	0.06
16	0.90	0.00	0.00	-7.73	0.54	-2.61	0.00
17	1.00	0.00	0.00	-6.81	0.25	-1.88	-0.04
18	1.10	0.00	0.00	-5.79	-0.01	-1.25	-0.06
19	1.20	0.00	0.00	-4.61	-0.16	-0.73	-0.05
20	1.30	0.00	0.00	-3.25	-0.21	-0.34	-0.03
21	1.40	0.00	0.00	-1.71	-0.16	-0.09	-0.01
22	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

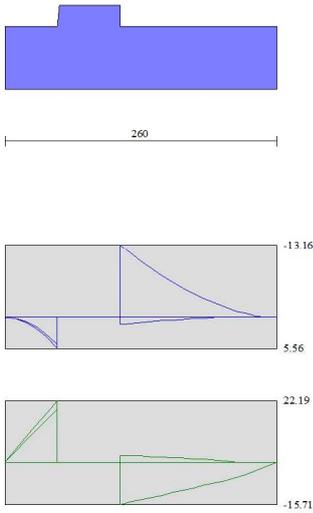


Fig. 11 - Fondazione

## Elenco ferri

### Simbologia adottata

n°	Indice del ferro
nf	numero ferri
D	diametro ferro espresso in [mm]
L	Lunghezza ferro espresso in [m]
P <sub>ferro</sub>	Peso ferro espresso in [kN]

### Computo metrico

	U.M.	Quantità	Prezzo unitario [Euro]	Importo [Euro]
Calcestruzzo in elevazione	[mc]	1.10	72.30	79.55
Calcestruzzo in fondazione	[mc]	1.56	61.97	96.68
Calcestruzzo magro	[mc]	19.60	46.48	911.08
Casseformi	[mq]	308.64	13.94	4302.39
Scavo a sezione obbligata	[mc]	109.21	9.30	1015.64
<b>Totale muro</b>				<b>6405.34</b>
<b>Totale</b>				<b>6405.34</b>

## Dichiarazioni secondo N.T.C. 2018 (punto 10.2)

### Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo

Il sottoscritto, in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

#### Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
- Verifica della stabilità globale
- Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del D.M. 17/07/2018.

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

#### Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	MAX - Analisi e Calcolo Muri di Sostegno
Versione	15.0
Produttore	Aztec Informatica srl, Casali del Manco - loc. Casole Bruzio (CS)
Utente	NET ENGINEERING S.P.A.
Licenza	AIR011090

#### Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice Aztec Informatica srl ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

#### Modalità di presentazione dei risultati

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

#### Informazioni generali sull'elaborazione

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

#### Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, io sottoscritto asserisco che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

Luogo e data

---

Il progettista  
( )

---

**Indice**

Dati	1
Materiali	1
Calcestruzzo armato	1
Acciai	1
Geometria profilo terreno a monte del muro	1
Falda	1
Geometria muro	2
Geometria paramento e fondazione	2
Descrizione terreni	2
Stratigrafia	3
Condizioni di carico	3
Normativa	4
Descrizione combinazioni di carico	4
Dati sismici	6
Opzioni di calcolo	6
Risultati per combinazione	7
Spinta e forze	7
Risultanti globali	8
Verifiche geotecniche	8
Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati	8
Verifica a scorrimento fondazione	8
Verifica a carico limite	9
Dettagli calcolo portanza	9
Verifica a ribaltamento	9
Sollecitazioni	9
Paramento	10
Fondazione	12
Risultati per inviluppo	15
Spinta e forze	15
Risultanti globali	16
Verifiche geotecniche	16
Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati	16
Verifica a scorrimento fondazione	16
Verifica a carico limite	16
Dettagli calcolo portanza	16
Verifica a ribaltamento	17
Sollecitazioni	17
Paramento	17
Fondazione	18
Elenco ferri	20
Computo metrico	20
Dichiarazioni secondo N.T.C. 2018 (punto 10.2)	21

Progetto:  
 Ditta:  
 Comune:  
 Progettista:  
 Direttore dei Lavori:  
 Impresa:

## Dati

### Materiali

#### Simbologia adottata

n°           Indice materiale  
 Descr       Descrizione del materiale  
Calcestruzzo armato  
 C            Classe di resistenza del cls  
 A            Classe di resistenza dell'acciaio  
 $\gamma$         Peso specifico, espresso in [kN/mc]  
 R<sub>ck</sub>        Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]  
 E            Modulo elastico, espresso in [kPa]  
 $\nu$          Coeff. di Poisson  
 n            Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls  
 n<sub>tc</sub>        Coeff. di omogenizzazione cls teso/compresso

#### Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	$\gamma$	R <sub>ck</sub>	E	$\nu$	n	n <sub>tc</sub>
				[kN/mc]	[kPa]	[kPa]			
1	Cls Armato	C28/35	B450C	25.0000	35000	32587986	0.30	15.00	0.50

#### Acciai

Descr	f <sub>yk</sub>	f <sub>uk</sub>
	[kPa]	[kPa]
B450C	449936	539963

### Geometria profilo terreno a monte del muro

#### Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°           numero ordine del punto  
 X           ascissa del punto espressa in [m]  
 Y           ordinata del punto espressa in [m]  
 A           inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
1	0.00	0.00	0.000
2	0.10	-0.10	-45.000
3	1.00	-0.10	0.000
4	7.00	3.90	33.690
5	7.80	3.90	0.000
6	20.00	3.90	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 8.000 [°]

### Falda

#### Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°           numero ordine del punto  
 X           ascissa del punto espressa in [m]  
 Y           ordinata del punto espressa in [m]  
 A           inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
1	-5.00	-7.80	0.000
2	1.50	-7.80	0.000

n°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
3	6.50	-7.80	0.000

## Geometria muro

### Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro	70.00	[m]
<u>Paramento</u>		
Materiale	Cls Armato	
Altezza paramento	2.20	[m]
Altezza paramento libero	2.20	[m]
Spessore in sommità	0.40	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.60	[m]
Inclinazione paramento esterno	5.20	[°]
Inclinazione paramento interno	0.00	[°]
<u>Fondazione</u>		
Materiale	Cls Armato	
Lunghezza mensola di valle	0.50	[m]
Lunghezza mensola di monte	1.50	[m]
Lunghezza totale	2.60	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	0.60	[m]
Spessore magrone	0.10	[m]

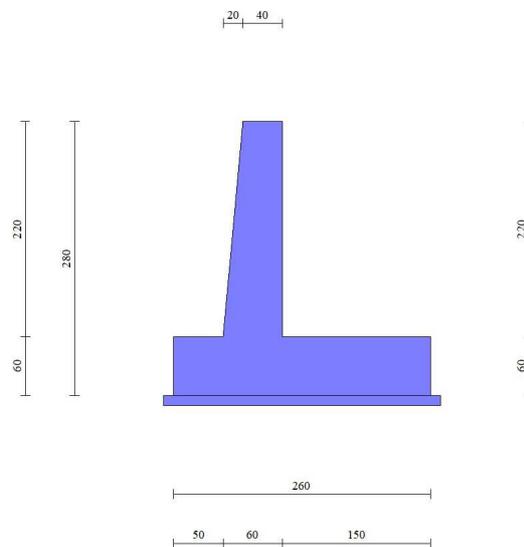


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

## Descrizione terreni

### Parametri di resistenza

#### Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]
$c_a$	Adesione terra-muro espressa in [kPa]
<u>Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix</u>	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)

$\tau_l$  Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	$\gamma$ [kN/mc]	$\gamma_{sat}$ [kN/mc]	$\phi$ [°]	$\delta$ [°]	c [kPa]	ca [kPa]	Cesp	$\tau_l$ [kPa]
1	Riempimento	19.0000	19.0000	35.000	23.333	0	0	---	---
2	Coltre	20.5000	20.5000	0.000	0.000	90	90	---	---

## Stratigrafia

### Simbologia adottata

n° Indice dello strato  
 H Spessore dello strato espresso in [m]  
 $\alpha$  Inclinazione espressa in [°]  
 Terreno Terreno dello strato  
 Per calcolo pali (solo se presenti)  
 Kw Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm<sup>2</sup>/cm  
 Ks Coefficiente di spinta  
 Cesp Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')

Kststa, Kstsis Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	$\alpha$ [°]	Terreno	Kw [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Ks	Cesp	Kststa	Kstsis
1	2.20	0.000	Riempimento	---	---	---	---	---
2	15.80	0.000	Coltre	---	---	---	---	---

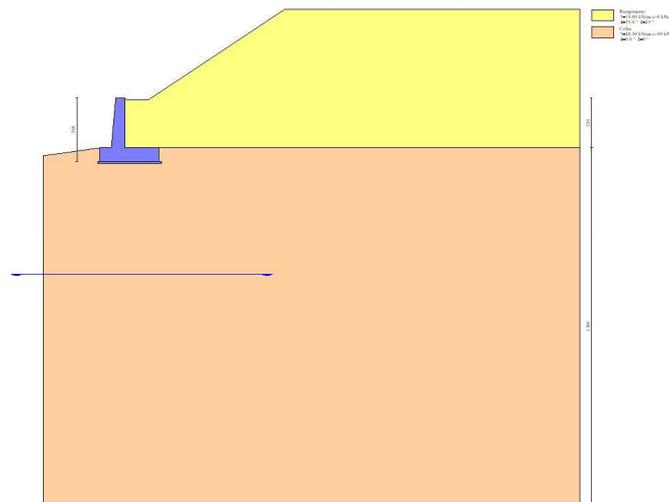


Fig. 2 - Stratigrafia

## Condizioni di carico

### Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.  
 Carichi orizzontali positivi verso sinistra.  
 Momento positivo senso antiorario.

X Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]  
 Fx Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]  
 Fy Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]  
 M Momento espresso in [kNm]  
 Xi Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]  
 Xf Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]  
 Qi Intensità del carico per x=Xi espressa in [kN]  
 Qf Intensità del carico per x=Xf espressa in [kN]

### Condizione n° 1 (Condizione 1) - VARIABILE

Coeff. di combinazione  $\Psi_0=0.75 - \Psi_1=0.75 - \Psi_2=0.00$

### Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	Fx [kN]	Fy [kN]	M [kNm]	Xi [m]	Xf [m]	Qi [kN]	Qf [kN]
1	Distribuito					7.80	20.00	20.0000	20.0000

## Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1,fav}$	0.90	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1,sfav}$	1.10	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2,fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2,sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q,sfav}$	1.50	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT,sfav}$	1.00	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi)}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Ribaltamento	--	--	1.15	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

## Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:  
 - Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff.  $\Psi_{0,j}$ ,  $\Psi_{1,j}$ ,  $\Psi_{2,j}$  sono definiti nelle singole condizioni variabili. per I valori dei coeff.  $\gamma_G$  e  $\gamma_Q$ , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

### Simbologia adottata

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione  
 $\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

### Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

### Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

### Combinazione n° 3 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - EQU (A1-M1-R3) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - EQU (A1-M1-R3) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Dati sismici

Comune	
Provincia	
Regione	
Latitudine	41.152519
Longitudine	15.087580
Indice punti di interpolazione	-1 - -1 - -1 - -1
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	II
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	50 anni

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	$a_g$	[m/s <sup>2</sup> ]	3.400	0.000
Accelerazione al suolo	$a_g/g$	[%]	0.347	0.000
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.354	2.430
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.425	0.370
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		C	1.210
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000

Stato limite ...	Coeff. di riduzione $\beta_m$	kh	kv
Ultimo	0.380	15.936	7.968
Ultimo - Ribaltamento	0.570	23.904	11.952
Esercizio	0.470	0.000	0.000

Forma diagramma incremento sismico **Stessa forma del diagramma statico**

**Opzioni di calcolo**Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta attiva
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

Capacità portante

Metodo di calcolo della portanza	Hansen
Criterio di media calcolo del terreno equivalente (terreni stratificati)	Ponderata
Criterio di riduzione per eccentricità della portanza	Bowles
Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento)	Nessuna
Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico limite ( $0.5B\gamma_{N_r}$ )	Larghezza ridotta (B')
Fattori di forma e inclinazione del carico	Solo i fattori di inclinazione
Se la fondazione ha larghezza superiore a 2.0 m viene applicato il fattore di riduzione per comportamento a piastra	

Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale	Bishop
---	--------

Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	0.00
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	70.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	NO
Considera terreno sulla fondazione di valle	NO
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO

Spostamenti

Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti

Cedimenti

Non è stato richiesto il calcolo dei cedimenti

## Risultati per combinazione

### Spinta e forze

#### Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
Cx, Cy	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
Px, Py	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	29.49	23.19	27.10	11.61	1.50	-1.37
	Incremento di spinta sismica		29.85	27.44	11.76	1.50	-1.79
	Peso/Inerzia muro			10.60	66.51/5.30	0.01	-1.95
	Peso/Inerzia terrapieno			9.81	61.53/4.90	0.76	-1.12
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
2	Spinta statica	29.49	23.19	27.10	11.61	1.50	-1.37
	Incremento di spinta sismica		25.96	23.86	10.22	1.50	-1.79
	Peso/Inerzia muro			10.60	66.51/-5.30	0.01	-1.95
	Peso/Inerzia terrapieno			9.81	61.53/-4.90	0.76	-1.12
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00

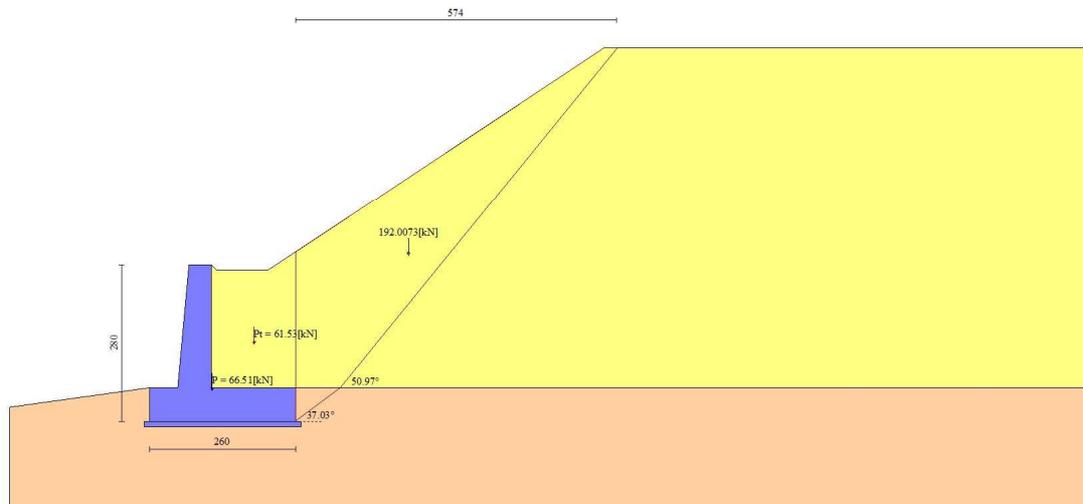


Fig. 3 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

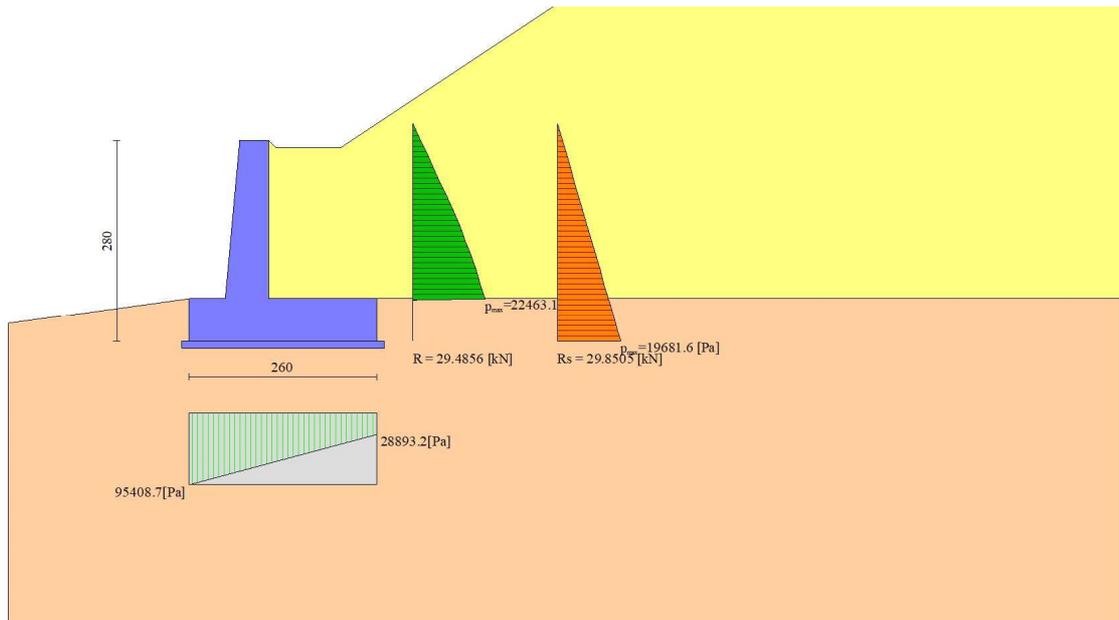


Fig. 4 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

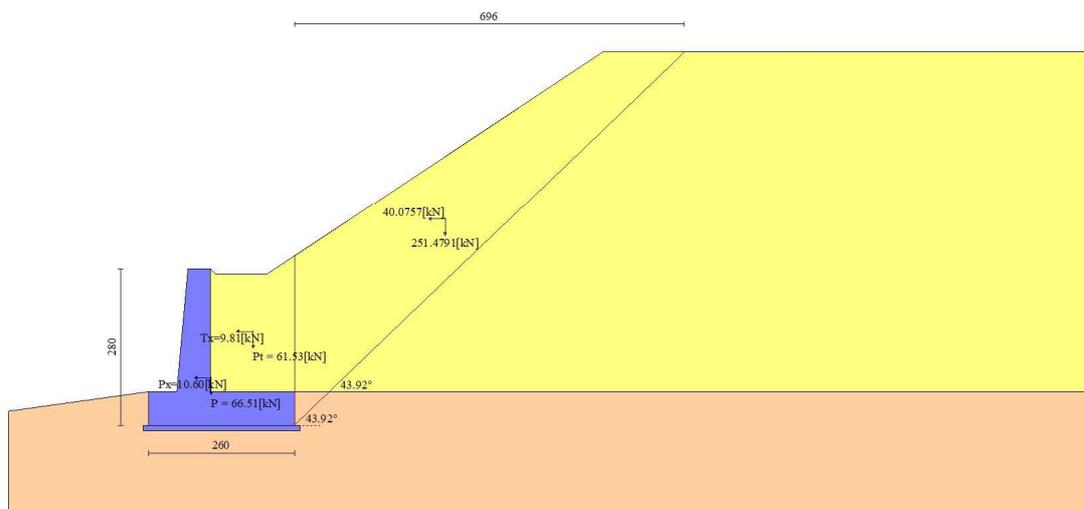


Fig. 5 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 1)

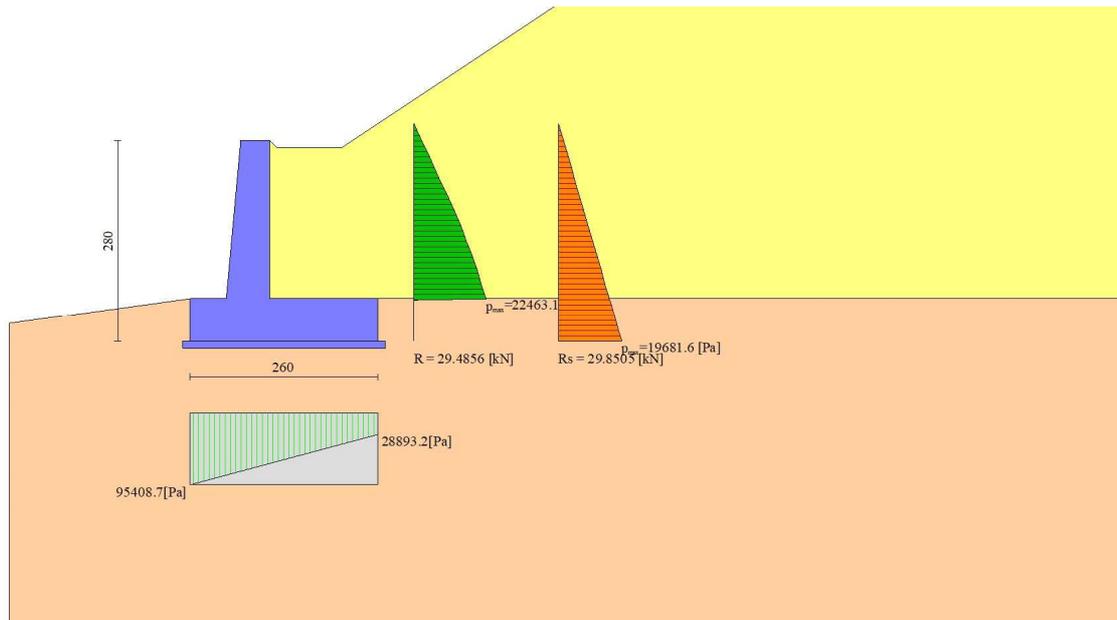


Fig. 6 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 1)

## Risultanti globali

### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
M <sub>r</sub>	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
M <sub>s</sub>	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	M <sub>r</sub> [kNm]	M <sub>s</sub> [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	161.61	74.95	91.86	264.49	0.232
2 - STR (A1-M1-R3)	139.67	71.37	103.28	245.48	0.282
3 - GEO (A2-M2-R2)	161.61	74.95	91.86	264.49	0.232
4 - GEO (A2-M2-R2)	139.67	71.37	103.28	245.48	0.282
5 - EQU (A1-M1-R3)	173.88	101.86	121.50	290.65	0.327
6 - EQU (A1-M1-R3)	141.94	98.73	140.89	264.63	0.428

## Verifiche geotecniche

### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS <sub>HYD</sub>	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS <sub>SUPL</sub>	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>SUPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)	H + V	3.123		6.507			
2 - STR (A1-M1-R3)	H - V	3.279		7.176			
3 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				2.630		
4 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				2.865		
5 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		2.392				
6 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		1.878				

### Verifica a scorrimento fondazione

#### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Rsa	Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kN]
Rpt	Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kN]

Rps	Resistenza passiva sperone, espresso in [kN]
Rp	Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kN]
Rt	Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kN]
R	Resistenza allo scorrimento (somma di Rsa+Rpt+Rps+Rp), espresso in [kN]
T	Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	Rsa	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR (A1-M1-R3) H + V	234.02	0.00	0.00	--	--	234.02	74.95	3.123
2 - STR (A1-M1-R3) H - V	234.02	0.00	0.00	--	--	234.02	71.37	3.279

### Verifica a carico limite

#### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
N	Carico normale totale al piano di posa, espresso in [kN]
Qu	carico limite del terreno, espresso in [kN]
Qd	Portanza di progetto, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra il carico limite e carico agente al piano di posa)

n°	N	Qu	Qd	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR (A1-M1-R3) H + V	161.61	1051.65	876.37	6.507
2 - STR (A1-M1-R3) H - V	139.67	1002.31	835.26	7.176

### Dettagli calcolo portanza

#### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, Ny	Fattori di capacità portante
ic, iq, iy	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, dy	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, gy	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, by	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, sy	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, py	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
ry	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia $0.5B_y N_y$ viene moltiplicato per questo fattore
D	Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
B'	Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
H	Altezza del cono di rottura, espresso in [m]
$\gamma$	Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]
$\phi$	Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c	Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]

Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Hansen).

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	ry	D	B' H	$\gamma$	$\phi$	c
									[m]	[m]	[kN/mc]	[°]	[kPa]
1	5.140 1.000 -0.000	0.000 0.000 0.000	0.092 1.000 1.000	0.054 0.695 0.695	0.000 1.000 1.000	-- -- --	-- -- --	0.972	0.60	2.14 1.30	20.50	0.00	90
2	5.140 1.000 -0.000	0.000 0.000 0.000	0.092 1.000 1.000	0.054 0.695 0.695	0.000 1.000 1.000	-- -- --	-- -- --	0.972	0.60	2.04 1.30	20.50	0.00	90

### Verifica a ribaltamento

#### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)

La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms	Mr	FS
	[kNm]	[kNm]	
5 - EQU (A1-M1-R3) H + V	290.65	121.50	2.392
6 - EQU (A1-M1-R3) H - V	264.63	140.89	1.878

### Sollecitazioni

#### Elementi calcolati a trave

#### Simbologia adottata

N	Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T	Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M	Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

*Paramento*Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	1.01	0.22	0.01
3	-0.20	2.05	0.56	0.04
4	-0.30	3.10	1.03	0.11
5	-0.40	4.18	1.63	0.22
6	-0.50	5.28	2.35	0.40
7	-0.60	6.41	3.22	0.65
8	-0.70	7.56	4.22	0.99
9	-0.80	8.73	5.35	1.43
10	-0.90	9.92	6.62	1.98
11	-1.00	11.14	8.03	2.67
12	-1.10	12.38	9.57	3.49
13	-1.20	13.64	11.24	4.47
14	-1.30	14.92	13.06	5.62
15	-1.40	16.23	15.01	6.95
16	-1.50	17.56	17.09	8.48
17	-1.60	18.91	19.31	10.21
18	-1.70	20.29	21.70	12.17
19	-1.80	21.69	24.28	14.38
20	-1.90	23.11	27.07	16.84
21	-2.00	24.55	30.08	19.59
22	-2.10	26.02	33.32	22.64
23	-2.20	27.51	36.76	26.02

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	1.01	0.22	0.01
3	-0.20	2.05	0.56	0.04
4	-0.30	3.10	1.03	0.11
5	-0.40	4.18	1.62	0.22
6	-0.50	5.28	2.34	0.39
7	-0.60	6.41	3.20	0.64
8	-0.70	7.56	4.19	0.98
9	-0.80	8.73	5.31	1.42
10	-0.90	9.92	6.57	1.97
11	-1.00	11.14	7.97	2.65
12	-1.10	12.38	9.49	3.46
13	-1.20	13.64	11.16	4.44
14	-1.30	14.92	12.96	5.58
15	-1.40	16.23	14.89	6.90
16	-1.50	17.56	16.96	8.41
17	-1.60	18.91	19.16	10.13
18	-1.70	20.29	21.53	12.07
19	-1.80	21.69	24.08	14.26
20	-1.90	23.11	26.85	16.70
21	-2.00	24.55	29.84	19.43
22	-2.10	26.02	33.05	22.45
23	-2.20	27.51	36.47	25.81

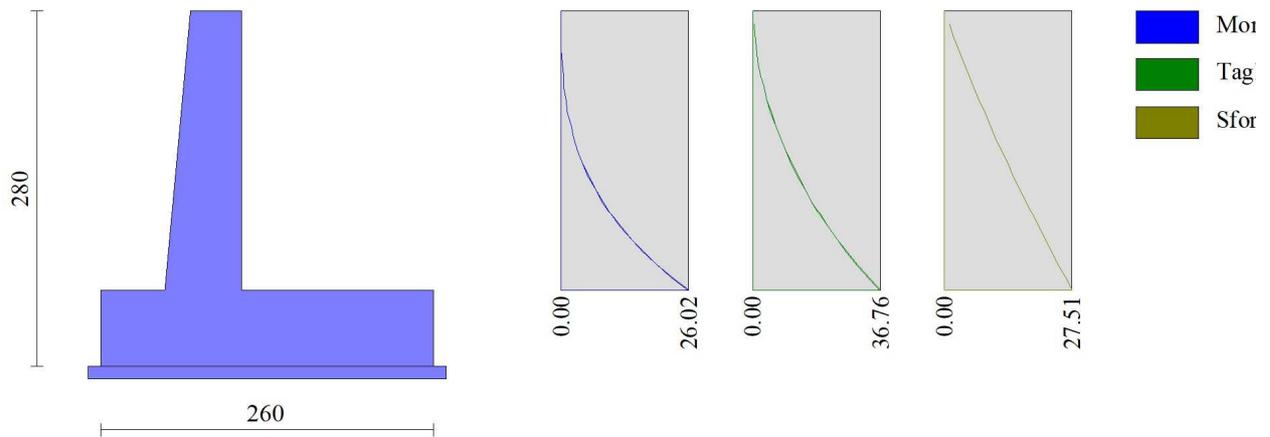


Fig. 7 - Paramento (Inviluppo)

**Fondazione****Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3) H + V**

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-1.10	0.00	0.00	0.00
2	-1.00	0.00	7.91	0.40
3	-0.90	0.00	15.57	1.57
4	-0.80	0.00	22.97	3.50
5	-0.70	0.00	30.12	6.16
6	-0.60	0.00	37.01	9.52
7	0.00	0.00	-11.91	-16.98
8	0.10	0.00	-12.92	-15.74
9	0.20	0.00	-13.78	-14.40
10	0.30	0.00	-14.37	-12.99
11	0.40	0.00	-14.71	-11.54
12	0.50	0.00	-14.80	-10.06
13	0.60	0.00	-14.63	-8.59
14	0.70	0.00	-14.20	-7.14
15	0.80	0.00	-13.52	-5.75
16	0.90	0.00	-12.58	-4.45
17	1.00	0.00	-11.39	-3.25
18	1.10	0.00	-9.88	-2.18
19	1.20	0.00	-7.98	-1.28
20	1.30	0.00	-5.70	-0.60
21	1.40	0.00	-3.04	-0.16
22	1.50	0.00	0.00	0.00

**Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H - V**

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-1.10	0.00	0.00	0.00
2	-1.00	0.00	7.23	0.36
3	-0.90	0.00	14.20	1.44
4	-0.80	0.00	20.89	3.19
5	-0.70	0.00	27.32	5.61
6	-0.60	0.00	33.47	8.65
7	0.00	0.00	-25.64	-27.65
8	0.10	0.00	-25.83	-25.07
9	0.20	0.00	-25.85	-22.49
10	0.30	0.00	-25.59	-19.91
11	0.40	0.00	-25.07	-17.38
12	0.50	0.00	-24.28	-14.91
13	0.60	0.00	-23.22	-12.53
14	0.70	0.00	-21.89	-10.27
15	0.80	0.00	-20.29	-8.16

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
16	0.90	0.00	-18.43	-6.22
17	1.00	0.00	-16.29	-4.49
18	1.10	0.00	-13.83	-2.98
19	1.20	0.00	-10.96	-1.73
20	1.30	0.00	-7.70	-0.80
21	1.40	0.00	-4.05	-0.21
22	1.50	0.00	0.00	0.00

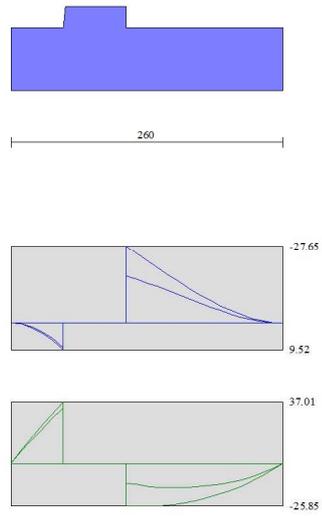


Fig. 8 - Fondazione (Inviluppo)

## Risultati per inviluppo

### Spinta e forze

#### Simbologia adottata

- Ic      Indice della combinazione
- A      Tipo azione
- I      Inclinazione della spinta, espressa in [°]
- V      Valore dell'azione, espressa in [kN]
- Cx, Cy   Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
- Px, Py   Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	29.49	23.19	27.10	11.61	1.50	-1.37
	Incremento di spinta sismica		29.85	27.44	11.76	1.50	-1.79
	Peso/Inerzia muro			10.60	66.51/5.30	0.01	-1.95
	Peso/Inerzia terrapieno			9.81	61.53/4.90	0.76	-1.12
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00

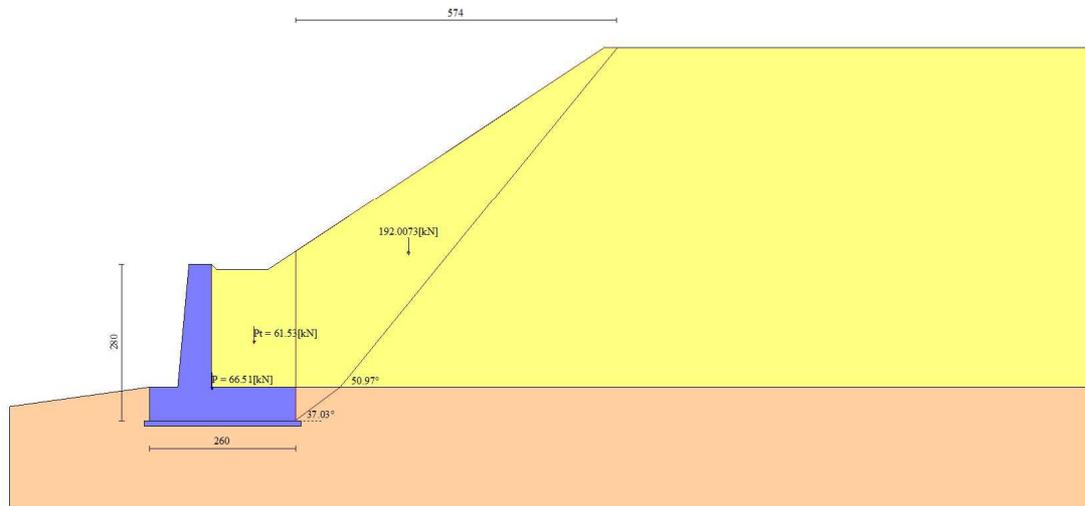


Fig. 9 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

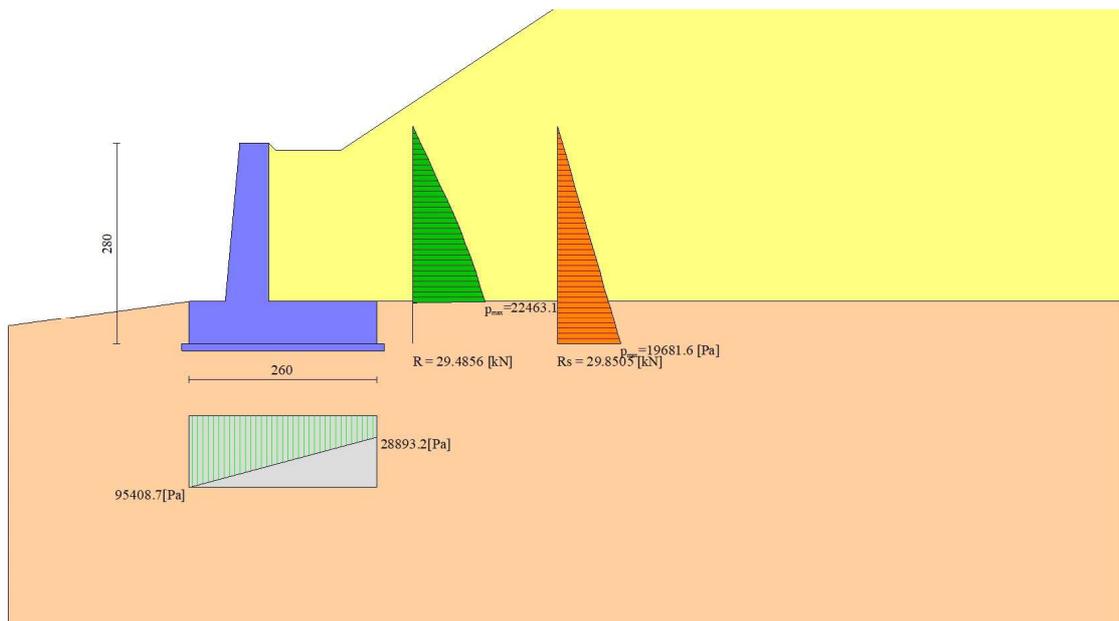


Fig. 10 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

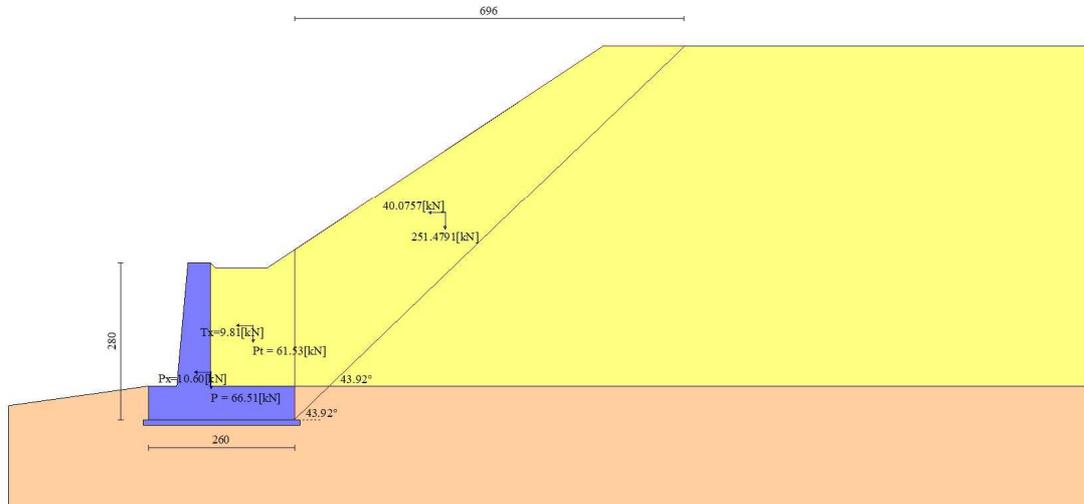


Fig. 11 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 1)

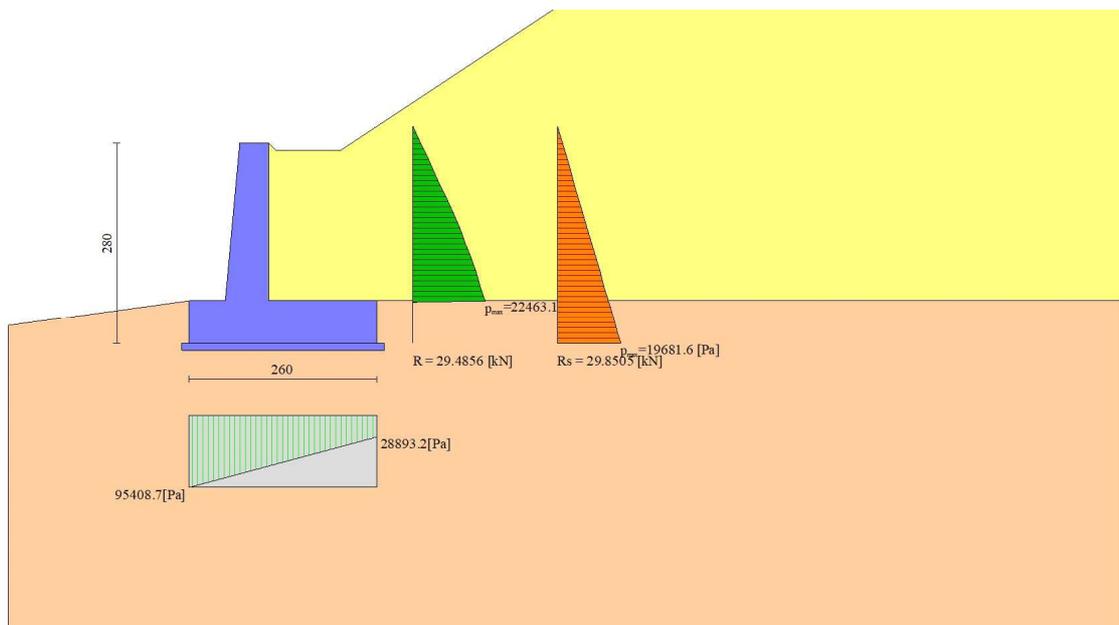


Fig. 12 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 1)

## Risultanti globali

### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
$M_r$	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
$M_s$	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	$M_r$ [kNm]	$M_s$ [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	161.61	74.95	91.86	264.49	0.232
2 - STR (A1-M1-R3)	139.67	71.37	103.28	245.48	0.282
3 - GEO (A2-M2-R2)	161.61	74.95	91.86	264.49	0.232
4 - GEO (A2-M2-R2)	139.67	71.37	103.28	245.48	0.282
5 - EQU (A1-M1-R3)	173.88	101.86	121.50	290.65	0.327
6 - EQU (A1-M1-R3)	141.94	98.73	140.89	264.63	0.428

Verifiche geotecniche*Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati*

## Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS <sub>HYD</sub>	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS <sub>UPL</sub>	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>UPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)	H + V	3.123		6.507			
2 - STR (A1-M1-R3)	H - V	3.279		7.176			
3 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				2.630		
4 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				2.865		
5 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		2.392				
6 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		1.878				

*Verifica a scorrimento fondazione*

## Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Rsa	Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kN]
Rpt	Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kN]
Rps	Resistenza passiva sperone, espresso in [kN]
Rp	Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kN]
Rt	Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kN]
R	Resistenza allo scorrimento (somma di Rsa+Rpt+Rps+Rp), espresso in [kN]
T	Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	Rsa	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR (A1-M1-R3) H + V	234.02	0.00	0.00	--	--	234.02	74.95	3.123

*Verifica a carico limite*

## Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
N	Carico normale totale al piano di posa, espresso in [kN]
Qu	carico limite del terreno, espresso in [kN]
Qd	Portanza di progetto, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra il carico limite e carico agente al piano di posa)

n°	N	Qu	Qd	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR (A1-M1-R3) H + V	161.61	1051.65	876.37	6.507

**Dettagli calcolo portanza**

## Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, Ny	Fattori di capacità portante
ic, iq, iy	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, dy	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, gy	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, by	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, sy	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, py	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
r <sub>γ</sub>	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia 0.5B <sub>γ</sub> N <sub>γ</sub> viene moltiplicato per questo fattore
D	Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
B'	Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
H	Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
γ	Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]
φ	Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c	Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]

Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Hansen).

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	r <sub>γ</sub>	D	B' H	γ	φ	c
									[m]	[m]	[kN/mc]	[°]	[kPa]
1	5.140 1.000	0.000 0.000	0.092 1.000	0.054 0.695	0.000 1.000	-- --	-- --	0.972	0.60	2.14 1.30	20.50	0.00	90

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	ry	D	B' H	γ	φ	c
	-0.000	0.000	1.000	0.695	1.000	--	--		[m]	[m]	[kN/mc]	[°]	[kPa]

### Verifica a ribaltamento

#### Simbologia adottata

n° Indice combinazione  
 Ms Momento stabilizzante, espresso in [kNm]  
 Mr Momento ribaltante, espresso in [kNm]  
 FS Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)  
 La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms [kNm]	Mr [kNm]	FS
6 - EQU (A1-M1-R3) H - V	264.63	140.89	1.878

### Sollecitazioni

#### Elementi calcolati a trave

#### Simbologia adottata

N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.  
 T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle  
 M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

### Paramento

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	1.01	1.01	0.22	0.22	0.01	0.01
3	-0.20	2.05	2.05	0.56	0.56	0.04	0.04
4	-0.30	3.10	3.10	1.03	1.03	0.11	0.11
5	-0.40	4.18	4.18	1.62	1.63	0.22	0.22
6	-0.50	5.28	5.28	2.34	2.35	0.39	0.40
7	-0.60	6.41	6.41	3.20	3.22	0.64	0.65
8	-0.70	7.56	7.56	4.19	4.22	0.98	0.99
9	-0.80	8.73	8.73	5.31	5.35	1.42	1.43
10	-0.90	9.92	9.92	6.57	6.62	1.97	1.98
11	-1.00	11.14	11.14	7.97	8.03	2.65	2.67
12	-1.10	12.38	12.38	9.49	9.57	3.46	3.49
13	-1.20	13.64	13.64	11.16	11.24	4.44	4.47
14	-1.30	14.92	14.92	12.96	13.06	5.58	5.62
15	-1.40	16.23	16.23	14.89	15.01	6.90	6.95
16	-1.50	17.56	17.56	16.96	17.09	8.41	8.48
17	-1.60	18.91	18.91	19.16	19.31	10.13	10.21
18	-1.70	20.29	20.29	21.53	21.70	12.07	12.17
19	-1.80	21.69	21.69	24.08	24.28	14.26	14.38
20	-1.90	23.11	23.11	26.85	27.07	16.70	16.84
21	-2.00	24.55	24.55	29.84	30.08	19.43	19.59
22	-2.10	26.02	26.02	33.05	33.32	22.45	22.64
23	-2.20	27.51	27.51	36.47	36.76	25.81	26.02

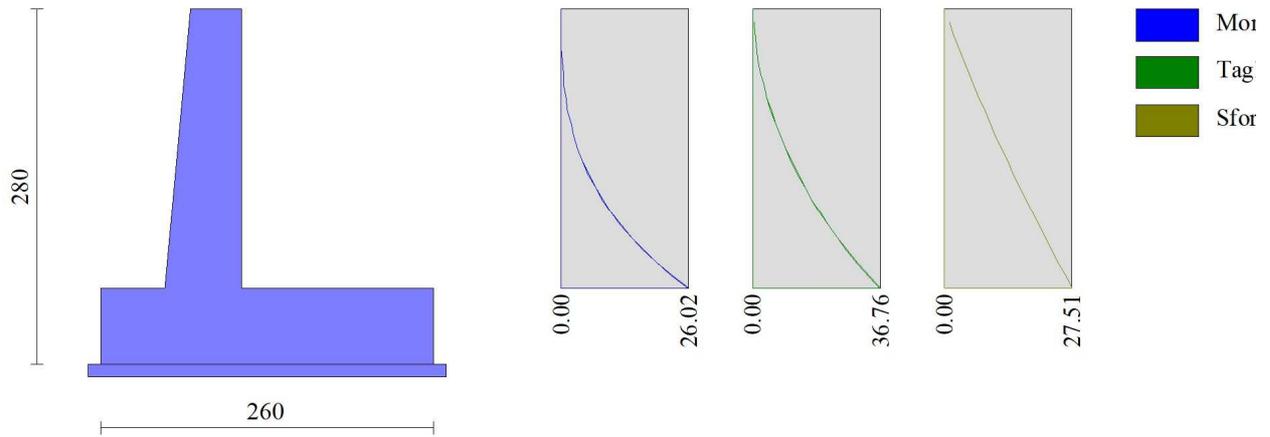


Fig. 13 - Paramento

## Fondazione

n°	X [m]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]	T <sub>min</sub> [kN]	T <sub>max</sub> [kN]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]
1	-1.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-1.00	0.00	0.00	7.23	7.91	0.36	0.40
3	-0.90	0.00	0.00	14.20	15.57	1.44	1.57
4	-0.80	0.00	0.00	20.89	22.97	3.19	3.50
5	-0.70	0.00	0.00	27.32	30.12	5.61	6.16
6	-0.60	0.00	0.00	33.47	37.01	8.65	9.52
7	0.00	0.00	0.00	-25.64	-11.91	-27.65	-16.98
8	0.10	0.00	0.00	-25.83	-12.92	-25.07	-15.74
9	0.20	0.00	0.00	-25.85	-13.78	-22.49	-14.40
10	0.30	0.00	0.00	-25.59	-14.37	-19.91	-12.99
11	0.40	0.00	0.00	-25.07	-14.71	-17.38	-11.54
12	0.50	0.00	0.00	-24.28	-14.80	-14.91	-10.06
13	0.60	0.00	0.00	-23.22	-14.63	-12.53	-8.59
14	0.70	0.00	0.00	-21.89	-14.20	-10.27	-7.14
15	0.80	0.00	0.00	-20.29	-13.52	-8.16	-5.75
16	0.90	0.00	0.00	-18.43	-12.58	-6.22	-4.45
17	1.00	0.00	0.00	-16.29	-11.39	-4.49	-3.25
18	1.10	0.00	0.00	-13.83	-9.88	-2.98	-2.18
19	1.20	0.00	0.00	-10.96	-7.98	-1.73	-1.28
20	1.30	0.00	0.00	-7.70	-5.70	-0.80	-0.60
21	1.40	0.00	0.00	-4.05	-3.04	-0.21	-0.16
22	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

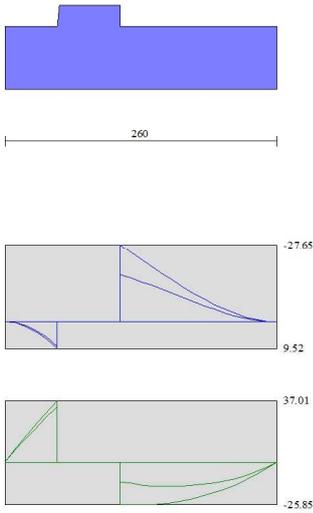


Fig. 14 - Fondazione

## Elenco ferri

### Simbologia adottata

n°	Indice del ferro
nf	numero ferri
D	diametro ferro espresso in [mm]
L	Lunghezza ferro espresso in [m]
P <sub>ferro</sub>	Peso ferro espresso in [kN]

### Computo metrico

	U.M.	Quantità	Prezzo unitario [Euro]	Importo [Euro]
Calcestruzzo in elevazione	[mc]	1.10	72.30	79.55
Calcestruzzo in fondazione	[mc]	1.56	61.97	96.68
Calcestruzzo magro	[mc]	19.60	46.48	911.08
Casseformi	[mq]	308.64	13.94	4302.39
Scavo a sezione obbligata	[mc]	109.21	9.30	1015.64
<b>Totale muro</b>				<b>6405.34</b>
<b>Totale</b>				<b>6405.34</b>

## Dichiarazioni secondo N.T.C. 2018 (punto 10.2)

### Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo

Il sottoscritto, in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

#### Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
- Verifica della stabilità globale
- Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del D.M. 17/07/2018.

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

#### Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	MAX - Analisi e Calcolo Muri di Sostegno
Versione	15.0
Produttore	Aztec Informatica srl, Casali del Manco - loc. Casole Bruzio (CS)
Utente	NET ENGINEERING S.P.A.
Licenza	AIR011090

#### Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice Aztec Informatica srl ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

#### Modalità di presentazione dei risultati

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

#### Informazioni generali sull'elaborazione

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

#### Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, io sottoscritto asserisco che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

Luogo e data

---

Il progettista  
( )

---

**Indice**

Dati	1
Materiali	1
Calcestruzzo armato	1
Acciai	1
Geometria profilo terreno a monte del muro	1
Falda	1
Geometria muro	2
Geometria paramento e fondazione	2
Descrizione terreni	2
Stratigrafia	3
Condizioni di carico	3
Normativa	4
Descrizione combinazioni di carico	4
Dati sismici	5
Opzioni di calcolo	5
Risultati per combinazione	7
Spinta e forze	7
Risultanti globali	9
Verifiche geotecniche	9
Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati	9
Verifica a scorrimento fondazione	9
Verifica a carico limite	10
Dettagli calcolo portanza	10
Verifica a ribaltamento	10
Sollecitazioni	10
Paramento	11
Fondazione	12
Risultati per inviluppo	14
Spinta e forze	14
Risultanti globali	15
Verifiche geotecniche	16
Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati	16
Verifica a scorrimento fondazione	16
Verifica a carico limite	16
Dettagli calcolo portanza	16
Verifica a ribaltamento	17
Sollecitazioni	17
Paramento	17
Fondazione	18
Elenco ferri	20
Computo metrico	20
Dichiarazioni secondo N.T.C. 2018 (punto 10.2)	21

Progetto:  
 Ditta:  
 Comune:  
 Progettista:  
 Direttore dei Lavori:  
 Impresa:

## Dati

### Materiali

#### Simbologia adottata

n° Indice materiale  
 Descr Descrizione del materiale  
Calcestruzzo armato  
 C Classe di resistenza del cls  
 A Classe di resistenza dell'acciaio  
 $\gamma$  Peso specifico, espresso in [kN/mc]  
 $R_{ck}$  Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]  
 E Modulo elastico, espresso in [kPa]  
 $\nu$  Coeff. di Poisson  
 n Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls  
 ntc Coeff. di omogenizzazione cls teso/compresso

#### Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	$\gamma$	$R_{ck}$	E	$\nu$	n	ntc
				[kN/mc]	[kPa]	[kPa]			
1	Cls Armato	C28/35	B450C	25.0000	35000	32587986	0.30	15.00	0.50

#### Acciai

Descr	$f_{yk}$	$f_{uk}$
	[kPa]	[kPa]
B450C	449936	539963

### Geometria profilo terreno a monte del muro

#### Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n° numero ordine del punto  
 X ascissa del punto espressa in [m]  
 Y ordinata del punto espressa in [m]  
 A inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
1	0.00	0.00	0.000
2	1.50	0.00	0.000
3	7.50	4.20	34.992
4	8.30	4.20	0.000
5	20.00	4.20	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 5.000 [°]

### Falda

#### Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n° numero ordine del punto  
 X ascissa del punto espressa in [m]  
 Y ordinata del punto espressa in [m]  
 A inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
1	-5.00	-10.80	0.000
2	4.50	-10.80	0.000
3	9.50	-10.80	0.000

## Geometria muro

### Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro	70.00	[m]
<u>Paramento</u>		
Materiale	Cls Armato	
Altezza paramento	5.10	[m]
Altezza paramento libero	5.00	[m]
Spessore in sommità	0.40	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.81	[m]
Inclinazione paramento esterno	4.60	[°]
Inclinazione paramento interno	0.00	[°]
<u>Fondazione</u>		
Materiale	Cls Armato	
Lunghezza mensola di valle	0.80	[m]
Lunghezza mensola di monte	4.50	[m]
Lunghezza totale	6.11	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	0.80	[m]
Spessore magrone	0.10	[m]

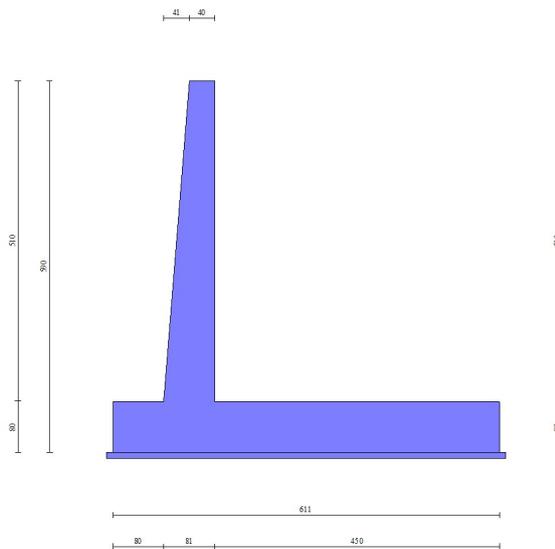


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

## Descrizione terreni

### Parametri di resistenza

#### Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]
$c_a$	Adesione terra-muro espressa in [kPa]
Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
$\tau_l$	Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	$\gamma$	$\gamma_{sat}$	$\phi$	$\delta$	c	$c_a$	Cesp	$\tau_l$
----	-------	----------	----------------	--------	----------	---	-------	------	----------



n°	Tipo	X	Fx	Fy	M	Xi	Xf	Qi	Qf
		[m]	[kN]	[kN]	[kNm]	[m]	[m]	[kN]	[kN]
1	Distribuito					8.30	20.00	20.0000	20.0000

## Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche				Combinazioni sismiche			
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1,fav}$	0.90	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1,sfav}$	1.10	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2,fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2,sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q,sfav}$	1.50	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT,sfav}$	1.00	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi')}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c'$	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Ribaltamento	--	--	1.15	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

## Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff.  $\Psi_{0,j}$ ,  $\Psi_{1,j}$ ,  $\Psi_{2,j}$  sono definiti nelle singole condizioni variabili. per I valori dei coeff.  $\gamma_G$  e  $\gamma_Q$ , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

### Simbologia adottata

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione  
 $\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

### Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	0.60	Sfavorevole

### Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	0.60	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	0.60	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	0.60	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - EQU (A1-M1-R3) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	0.60	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - EQU (A1-M1-R3) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	0.60	Sfavorevole

Dati sismici

Comune	
Provincia	
Regione	
Latitudine	41.152519
Longitudine	15.087580
Indice punti di interpolazione	-1 -1 -1 -1
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	II
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	50 anni

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	$a_g$	[m/s <sup>2</sup> ]	3.400	0.000
Accelerazione al suolo	$a_g/g$	[%]	0.347	0.000
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.354	2.430
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.425	0.370
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		C	1.210
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000

Stato limite ...	Coeff. di riduzione $\beta_m$	kh	kv
Ultimo	0.380	15.936	7.968
Ultimo - Ribaltamento	0.570	23.904	11.952
Esercizio	0.470	0.000	0.000

Forma diagramma incremento sismico **Stessa forma del diagramma statico**

**Opzioni di calcolo**Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta attiva
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

Capacità portante

Metodo di calcolo della portanza	Hansen
Criterio di media calcolo del terreno equivalente (terreni stratificati)	Ponderata

Criterio di riduzione per eccentricità della portanza	Bowles
Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento)	Nessuna
Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico limite ( $0.5B\gamma N_{\gamma}$ )	Larghezza ridotta (B')
Fattori di forma e inclinazione del carico	Solo i fattori di inclinazione
Se la fondazione ha larghezza superiore a 2.0 m viene applicato il fattore di riduzione per comportamento a piastra	
<u>Stabilità globale</u>	
Metodo di calcolo della stabilità globale	Bishop

Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	0.00
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	70.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	NO
Considera terreno sulla fondazione di valle	NO
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO

Spostamenti

Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti

Cedimenti

Non è stato richiesto il calcolo dei cedimenti

## Risultati per combinazione

### Spinta e forze

#### Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
Cx, Cy	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
Px, Py	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	184.00	21.14	171.61	66.37	4.50	-2.44
	Incremento di spinta sismica		133.99	124.97	48.34	4.50	-3.23
	Peso/Inerzia muro			31.77	199.37/15.89	0.76	-4.47
	Peso/Inerzia terrapieno			79.03	495.90/39.51	2.40	-2.16
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
2	Spinta statica	184.00	22.70	169.75	71.00	4.50	-2.44
	Incremento di spinta sismica		86.41	79.72	33.35	4.50	-3.23
	Peso/Inerzia muro			31.77	199.37/-15.89	0.76	-4.47
	Peso/Inerzia terrapieno			79.03	495.90/-39.51	2.40	-2.16
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00

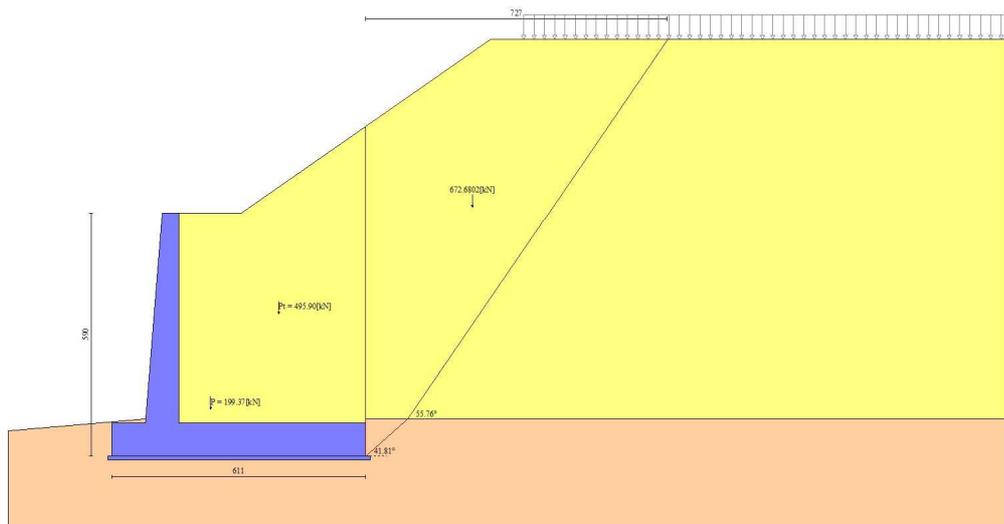


Fig. 3 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

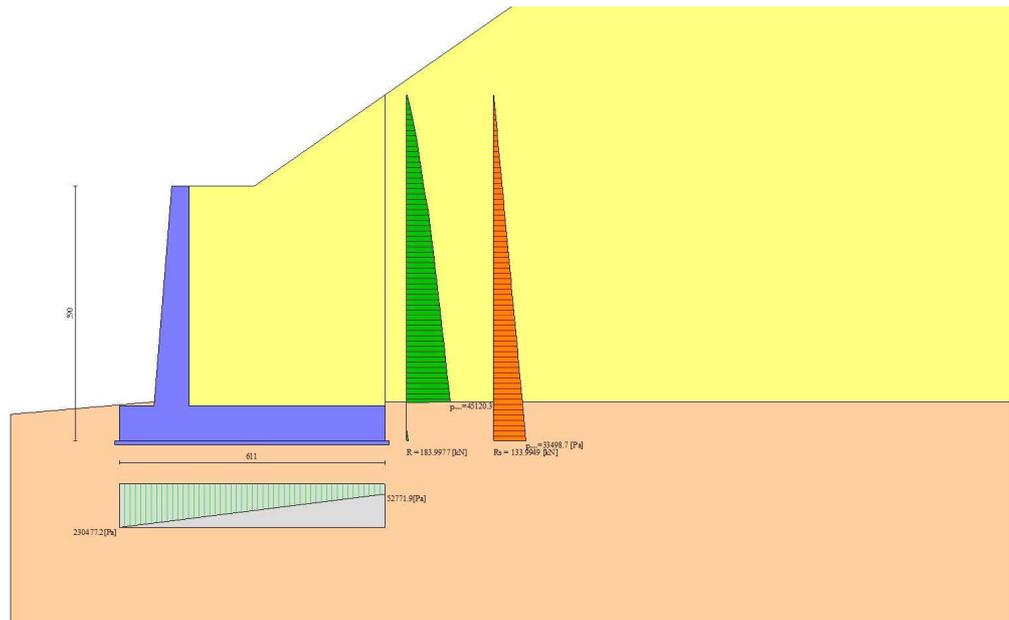


Fig. 4 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

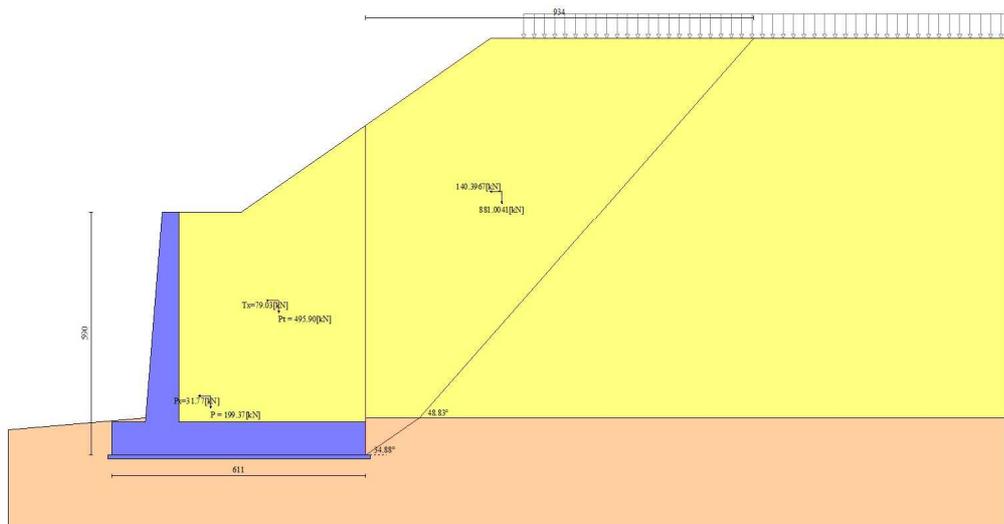


Fig. 5 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 1)

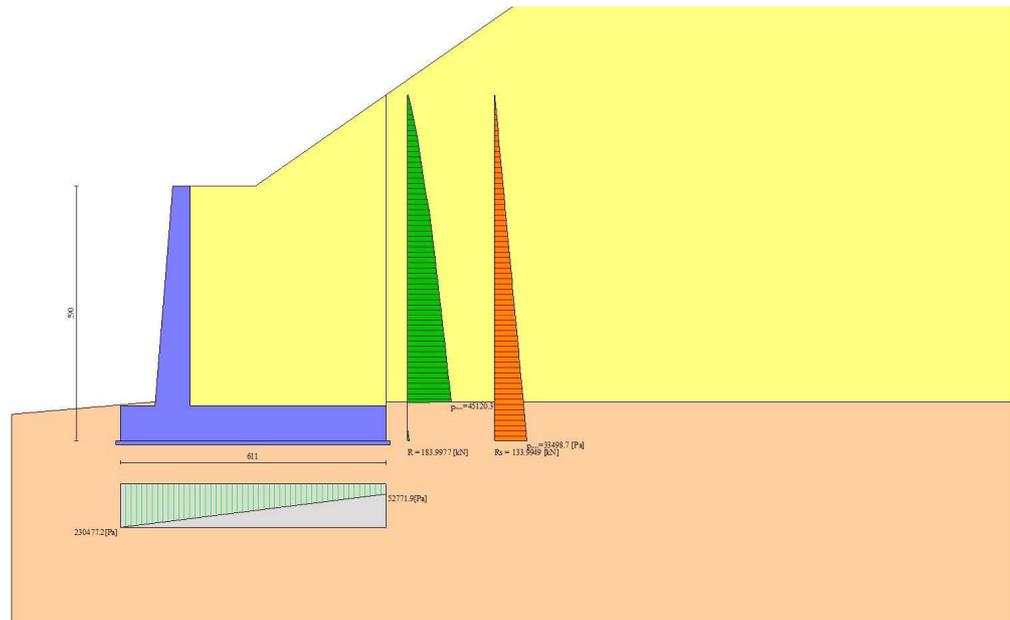


Fig. 6 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 1)

## Risultanti globali

### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	Mr [kNm]	Ms [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	865.37	407.38	1268.69	3359.65	0.639
2 - STR (A1-M1-R3)	744.22	360.26	1337.78	3100.14	0.687
3 - GEO (A2-M2-R2)	865.37	407.38	1268.69	3359.65	0.639
4 - GEO (A2-M2-R2)	744.22	360.26	1337.78	3100.14	0.687
5 - EQU (A1-M1-R3)	918.91	546.20	1662.51	3615.61	0.930
6 - EQU (A1-M1-R3)	740.28	478.59	1774.67	3245.36	1.069

## Verifiche geotecniche

### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS <sub>HYD</sub>	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS <sub>SUPL</sub>	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>SUPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.350		2.730			
2 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.526		3.111			
3 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.686		
4 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.808		
5 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		2.175				
6 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		1.829				

### Verifica a scorrimento fondazione

#### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Rsa	Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kN]
Rpt	Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kN]

Rps	Resistenza passiva sperone, espresso in [kN]
Rp	Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kN]
Rt	Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kN]
R	Resistenza allo scorrimento (somma di Rsa+Rpt+Rps+Rp), espresso in [kN]
T	Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	Rsa	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR (A1-M1-R3) H + V	549.93	0.00	0.00	--	--	549.93	407.38	1.350
2 - STR (A1-M1-R3) H - V	549.93	0.00	0.00	--	--	549.93	360.26	1.526

### Verifica a carico limite

#### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
N	Carico normale totale al piano di posa, espresso in [kN]
Qu	carico limite del terreno, espresso in [kN]
Qd	Portanza di progetto, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra il carico limite e carico agente al piano di posa)

n°	N	Qu	Qd	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR (A1-M1-R3) H + V	865.37	2362.14	1968.45	2.730
2 - STR (A1-M1-R3) H - V	744.22	2315.12	1929.27	3.111

### Dettagli calcolo portanza

#### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, Ny	Fattori di capacità portante
ic, iq, iy	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, dy	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, gy	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, by	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, sy	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, py	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
r <sub>γ</sub>	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia 0.5B <sub>γ</sub> N <sub>γ</sub> viene moltiplicato per questo fattore
D	Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
B'	Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
H	Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
γ	Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]
φ	Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c	Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]

Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Hansen).

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	r <sub>γ</sub>	D	B' H	γ	φ	c
									[m]	[m]	[kN/mc]	[°]	[kPa]
1	5.140 1.000 -0.000	0.000 0.000 0.000	0.054 1.000 1.000	0.034 0.800 0.800	0.000 1.000 1.000	-- -- --	-- -- --	0.879	0.83	4.83 3.06	20.50	0.00	90
2	5.140 1.000 -0.000	0.000 0.000 0.000	0.054 1.000 1.000	0.034 0.800 0.800	0.000 1.000 1.000	-- -- --	-- -- --	0.879	0.83	4.74 3.06	20.50	0.00	90

### Verifica a ribaltamento

#### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)

La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms	Mr	FS
	[kNm]	[kNm]	
5 - EQU (A1-M1-R3) H + V	3615.61	1662.51	2.175
6 - EQU (A1-M1-R3) H - V	3245.36	1774.67	1.829

### Sollecitazioni

#### Elementi calcolati a trave

#### Simbologia adottata

N	Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T	Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M	Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

*Paramento*Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	1.01	0.21	0.01
3	-0.20	2.04	0.53	0.04
4	-0.30	3.09	0.96	0.10
5	-0.40	4.16	1.50	0.21
6	-0.50	5.25	2.14	0.37
7	-0.60	6.36	2.89	0.60
8	-0.70	7.49	3.75	0.90
9	-0.80	8.64	4.72	1.29
10	-0.90	9.81	5.79	1.78
11	-1.00	11.01	6.97	2.38
12	-1.10	12.22	8.26	3.09
13	-1.20	13.45	9.66	3.93
14	-1.30	14.70	11.16	4.92
15	-1.40	15.97	12.77	6.05
16	-1.50	17.26	14.49	7.35
17	-1.60	18.57	16.32	8.81
18	-1.70	19.91	18.25	10.46
19	-1.80	21.26	20.29	12.31
20	-1.90	22.63	22.44	14.36
21	-2.00	24.02	24.70	16.62
22	-2.10	25.44	27.06	19.11
23	-2.20	26.87	29.54	21.83
24	-2.30	28.32	32.15	24.80
25	-2.40	29.79	34.95	28.04
26	-2.50	31.29	37.98	31.56
27	-2.60	32.80	41.27	35.39
28	-2.70	34.33	44.79	39.56
29	-2.80	35.88	48.52	44.08
30	-2.90	37.46	52.42	48.98
31	-3.00	39.05	56.47	54.27
32	-3.10	40.67	60.66	59.96
33	-3.20	42.30	65.00	66.08
34	-3.30	43.95	69.47	72.63
35	-3.40	45.63	74.08	79.62
36	-3.50	47.32	78.82	87.08
37	-3.60	49.03	83.70	95.01
38	-3.70	50.77	88.72	103.43
39	-3.80	52.52	93.87	112.35
40	-3.90	54.30	99.15	121.79
41	-4.00	56.09	104.57	131.75
42	-4.10	57.91	110.11	142.25
43	-4.20	59.74	115.79	153.31
44	-4.30	61.60	121.59	164.93
45	-4.40	63.47	127.52	177.14
46	-4.50	65.37	133.58	189.93
47	-4.60	67.28	139.77	203.33
48	-4.70	69.22	146.09	217.35
49	-4.80	71.17	152.55	232.00
50	-4.90	73.15	159.16	247.29
51	-5.00	75.14	165.92	263.24
52	-5.10	77.16	172.82	279.87

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	1.01	0.21	0.01
3	-0.20	2.04	0.52	0.04
4	-0.30	3.09	0.93	0.10
5	-0.40	4.16	1.44	0.20
6	-0.50	5.25	2.05	0.36
7	-0.60	6.36	2.76	0.57
8	-0.70	7.49	3.57	0.86
9	-0.80	8.64	4.49	1.23
10	-0.90	9.81	5.50	1.69
11	-1.00	11.01	6.61	2.26
12	-1.10	12.22	7.82	2.93

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
13	-1.20	13.45	9.14	3.72
14	-1.30	14.70	10.55	4.65
15	-1.40	15.97	12.06	5.72
16	-1.50	17.26	13.67	6.94
17	-1.60	18.57	15.39	8.32
18	-1.70	19.91	17.20	9.87
19	-1.80	21.26	19.12	11.60
20	-1.90	22.63	21.13	13.53
21	-2.00	24.02	23.25	15.65
22	-2.10	25.44	25.46	17.99
23	-2.20	26.87	27.78	20.54
24	-2.30	28.32	30.23	23.33
25	-2.40	29.79	32.86	26.37
26	-2.50	31.29	35.71	29.67
27	-2.60	32.80	38.81	33.26
28	-2.70	34.33	42.14	37.18
29	-2.80	35.88	45.67	41.42
30	-2.90	37.46	49.37	46.03
31	-3.00	39.05	53.20	51.00
32	-3.10	40.67	57.17	56.36
33	-3.20	42.30	61.28	62.11
34	-3.30	43.95	65.51	68.28
35	-3.40	45.63	69.88	74.87
36	-3.50	47.32	74.37	81.89
37	-3.60	49.03	79.00	89.36
38	-3.70	50.77	83.75	97.30
39	-3.80	52.52	88.63	105.71
40	-3.90	54.30	93.63	114.61
41	-4.00	56.09	98.76	124.00
42	-4.10	57.91	104.01	133.91
43	-4.20	59.74	109.38	144.34
44	-4.30	61.60	114.88	155.31
45	-4.40	63.47	120.49	166.83
46	-4.50	65.37	126.23	178.90
47	-4.60	67.28	132.09	191.55
48	-4.70	69.22	138.07	204.78
49	-4.80	71.17	144.18	218.61
50	-4.90	73.15	150.44	233.05
51	-5.00	75.14	156.84	248.12
52	-5.10	77.16	163.38	263.82

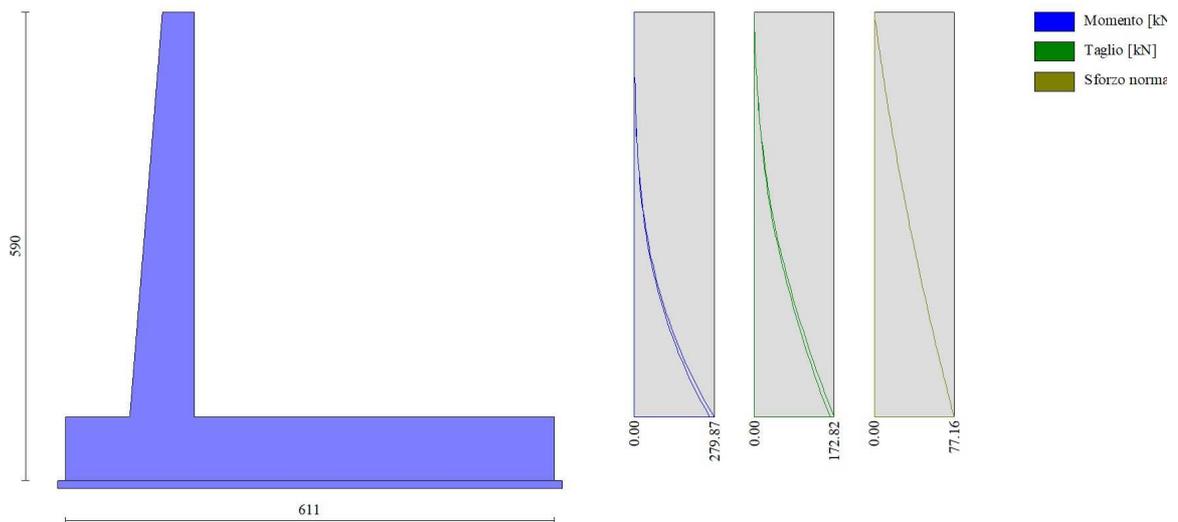


Fig. 7 - Paramento (Involuppo)

**Fondazione**

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	-1.61	0.00	0.00	0.00
2	-1.51	0.00	20.90	1.05
3	-1.41	0.00	41.51	4.17
4	-1.31	0.00	61.83	9.34
5	-1.21	0.00	81.86	16.53
6	-1.11	0.00	101.60	25.70
7	-1.01	0.00	121.05	36.84
8	-0.91	0.00	140.21	49.90
9	-0.81	0.00	159.08	64.87
10	0.00	0.00	-53.96	-417.08
11	0.10	0.00	-60.49	-411.35
12	0.20	0.00	-66.73	-404.99
13	0.30	0.00	-72.68	-398.02
14	0.40	0.00	-78.33	-390.46
15	0.50	0.00	-83.70	-382.36
16	0.60	0.00	-88.78	-373.73
17	0.70	0.00	-93.56	-364.61
18	0.80	0.00	-98.05	-355.03
19	0.90	0.00	-102.26	-345.01
20	1.00	0.00	-106.17	-334.59
21	1.10	0.00	-109.79	-323.79
22	1.20	0.00	-113.12	-312.64
23	1.30	0.00	-116.16	-301.18
24	1.40	0.00	-118.90	-289.42
25	1.50	0.00	-121.36	-277.40
26	1.60	0.00	-123.46	-265.16
27	1.70	0.00	-125.14	-252.73
28	1.80	0.00	-126.39	-240.15
29	1.90	0.00	-127.22	-227.46
30	2.00	0.00	-127.62	-214.72
31	2.10	0.00	-127.61	-201.95
32	2.20	0.00	-127.16	-189.21
33	2.30	0.00	-126.30	-176.53
34	2.40	0.00	-125.01	-163.96
35	2.50	0.00	-123.29	-151.55
36	2.60	0.00	-121.15	-139.32
37	2.70	0.00	-118.59	-127.33
38	2.80	0.00	-115.60	-115.62
39	2.90	0.00	-112.20	-104.22
40	3.00	0.00	-108.36	-93.19
41	3.10	0.00	-104.10	-82.56
42	3.20	0.00	-99.42	-72.38
43	3.30	0.00	-94.32	-62.69
44	3.40	0.00	-88.79	-53.54
45	3.50	0.00	-82.84	-44.95
46	3.60	0.00	-76.46	-36.98
47	3.70	0.00	-69.66	-29.67
48	3.80	0.00	-62.44	-23.06
49	3.90	0.00	-54.79	-17.20
50	4.00	0.00	-46.72	-12.12
51	4.10	0.00	-38.22	-7.87
52	4.20	0.00	-29.30	-4.49
53	4.30	0.00	-19.96	-2.02
54	4.40	0.00	-10.19	-0.51
55	4.50	0.00	0.00	0.00

## Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	-1.61	0.00	0.00	0.00
2	-1.51	0.00	18.26	0.92
3	-1.41	0.00	36.26	3.64
4	-1.31	0.00	53.98	8.16
5	-1.21	0.00	71.44	14.43
6	-1.11	0.00	88.62	22.44
7	-1.01	0.00	105.54	32.15
8	-0.91	0.00	122.19	43.54
9	-0.81	0.00	138.57	56.58
10	0.00	0.00	-135.27	-583.42
11	0.10	0.00	-139.51	-569.68
12	0.20	0.00	-143.49	-555.53
13	0.30	0.00	-147.19	-540.99
14	0.40	0.00	-150.62	-526.10
15	0.50	0.00	-153.79	-510.88

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
16	0.60	0.00	-156.68	-495.35
17	0.70	0.00	-159.31	-479.55
18	0.80	0.00	-161.67	-463.50
19	0.90	0.00	-163.76	-447.22
20	1.00	0.00	-165.58	-430.75
21	1.10	0.00	-167.13	-414.12
22	1.20	0.00	-168.42	-397.34
23	1.30	0.00	-169.43	-380.44
24	1.40	0.00	-170.17	-363.46
25	1.50	0.00	-170.65	-346.42
26	1.60	0.00	-170.79	-329.34
27	1.70	0.00	-170.53	-312.27
28	1.80	0.00	-169.86	-295.25
29	1.90	0.00	-168.80	-278.31
30	2.00	0.00	-167.33	-261.50
31	2.10	0.00	-165.46	-244.86
32	2.20	0.00	-163.19	-228.42
33	2.30	0.00	-160.52	-212.24
34	2.40	0.00	-157.44	-196.33
35	2.50	0.00	-153.96	-180.76
36	2.60	0.00	-150.08	-165.56
37	2.70	0.00	-145.80	-150.76
38	2.80	0.00	-141.12	-136.41
39	2.90	0.00	-136.03	-122.55
40	3.00	0.00	-130.55	-109.22
41	3.10	0.00	-124.66	-96.45
42	3.20	0.00	-118.37	-84.30
43	3.30	0.00	-111.67	-72.79
44	3.40	0.00	-104.58	-61.98
45	3.50	0.00	-97.08	-51.89
46	3.60	0.00	-89.18	-42.57
47	3.70	0.00	-80.88	-34.07
48	3.80	0.00	-72.18	-26.41
49	3.90	0.00	-63.07	-19.65
50	4.00	0.00	-53.56	-13.81
51	4.10	0.00	-43.66	-8.95
52	4.20	0.00	-33.34	-5.09
53	4.30	0.00	-22.63	-2.29
54	4.40	0.00	-11.52	-0.58
55	4.50	0.00	0.00	0.00

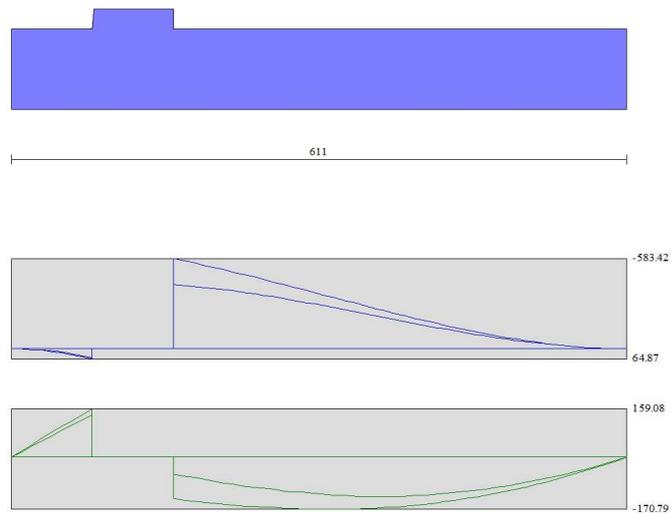


Fig. 8 - Fondazione (Inviluppo)

## Risultati per inviluppo

### Spinta e forze

#### Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
Cx, Cy	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
Px, Py	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	184.00	21.14	171.61	66.37	4.50	-2.44
	Incremento di spinta sismica		133.99	124.97	48.34	4.50	-3.23
	Peso/Inerzia muro			31.77	199.37/15.89	0.76	-4.47
	Peso/Inerzia terrapieno			79.03	495.90/39.51	2.40	-2.16
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00

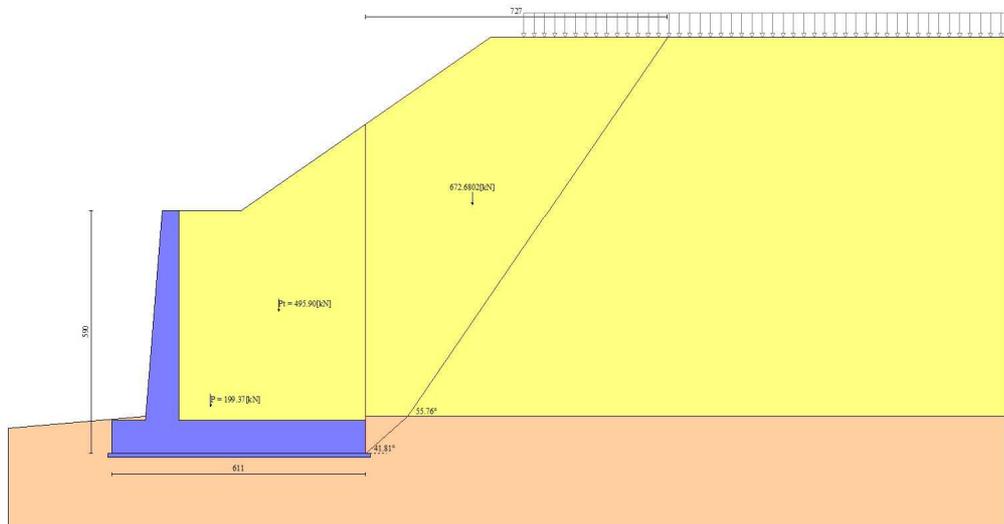


Fig. 9 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

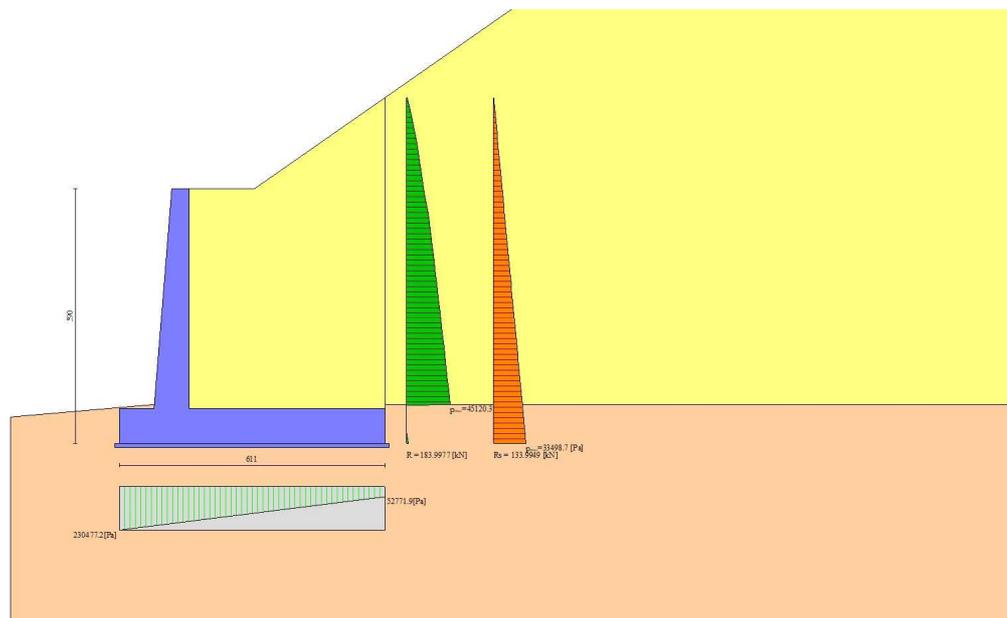


Fig. 10 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

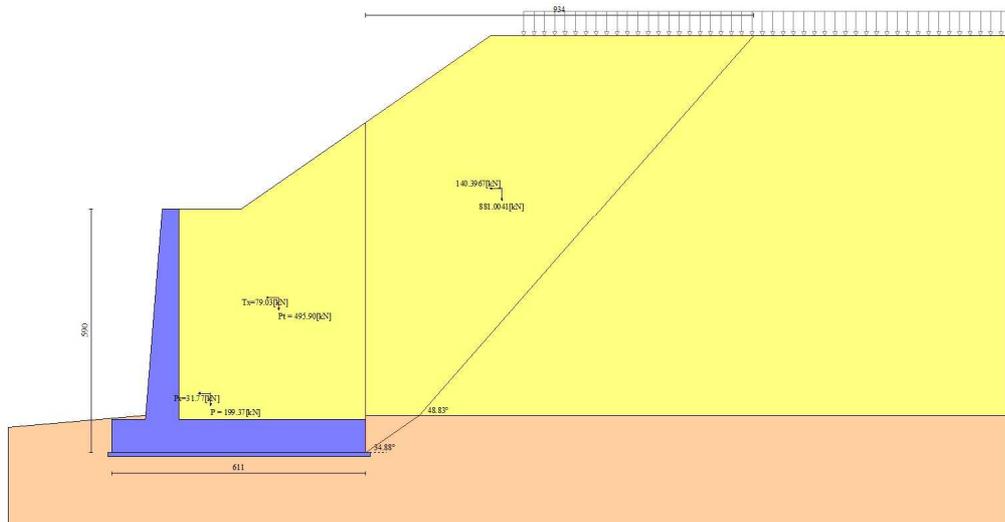


Fig. 11 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 1)

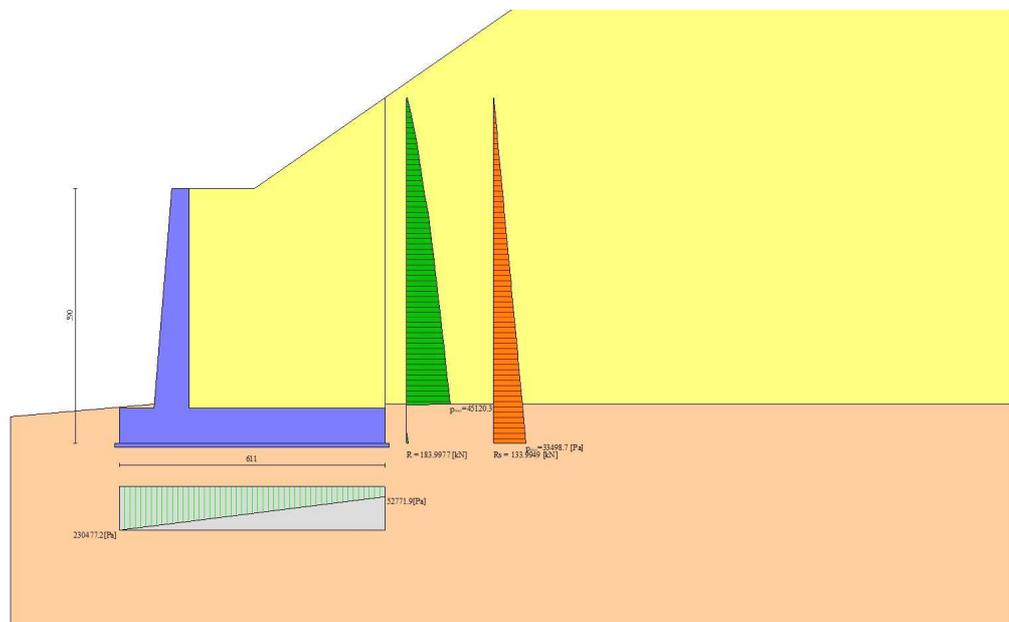


Fig. 12 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 1)

### Risultanti globali

#### Simbologia adottata

- Cmb      Indice/Tipo combinazione
- N        Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
- T        Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
- Mr      Momento ribaltante, espresso in [kNm]
- Ms      Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
- ecc      Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	Mr [kNm]	Ms [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	865.37	407.38	1268.69	3359.65	0.639
2 - STR (A1-M1-R3)	744.22	360.26	1337.78	3100.14	0.687
3 - GEO (A2-M2-R2)	865.37	407.38	1268.69	3359.65	0.639
4 - GEO (A2-M2-R2)	744.22	360.26	1337.78	3100.14	0.687
5 - EQU (A1-M1-R3)	918.91	546.20	1662.51	3615.61	0.930
6 - EQU (A1-M1-R3)	740.28	478.59	1774.67	3245.36	1.069

Verifiche geotecniche*Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati*

## Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS <sub>HYD</sub>	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS <sub>UPL</sub>	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>UPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.350		2.730			
2 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.526		3.111			
3 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.686		
4 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.808		
5 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		2.175				
6 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		1.829				

*Verifica a scorrimento fondazione*

## Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Rsa	Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kN]
Rpt	Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kN]
Rps	Resistenza passiva sperone, espresso in [kN]
Rp	Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kN]
Rt	Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kN]
R	Resistenza allo scorrimento (somma di Rsa+Rpt+Rps+Rp), espresso in [kN]
T	Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	Rsa	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR (A1-M1-R3) H + V	549.93	0.00	0.00	--	--	549.93	407.38	1.350

*Verifica a carico limite*

## Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
N	Carico normale totale al piano di posa, espresso in [kN]
Qu	carico limite del terreno, espresso in [kN]
Qd	Portanza di progetto, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra il carico limite e carico agente al piano di posa)

n°	N	Qu	Qd	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR (A1-M1-R3) H + V	865.37	2362.14	1968.45	2.730

**Dettagli calcolo portanza**

## Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, Ny	Fattori di capacità portante
ic, iq, iy	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, dy	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, gy	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, by	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, sy	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, py	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
r <sub>γ</sub>	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia 0.5B <sub>γ</sub> N <sub>γ</sub> viene moltiplicato per questo fattore
D	Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
B'	Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
H	Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
γ	Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]
φ	Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c	Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]

Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Hansen).

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	r <sub>γ</sub>	D	B' H	γ	φ	c
									[m]	[m]	[kN/mc]	[°]	[kPa]
1	5.140 1.000	0.000 0.000	0.054 1.000	0.034 0.800	0.000 1.000	-- --	-- --	0.879	0.83	4.83 3.06	20.50	0.00	90

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	ry	D	B' H	γ	φ	c
	-0.000	0.000	1.000	0.800	1.000	--	--		[m]	[m]	[kN/mc]	[°]	[kPa]

### Verifica a ribaltamento

#### Simbologia adottata

n° Indice combinazione  
 Ms Momento stabilizzante, espresso in [kNm]  
 Mr Momento ribaltante, espresso in [kNm]  
 FS Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)  
 La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms [kNm]	Mr [kNm]	FS
6 - EQU (A1-M1-R3) H - V	3245.36	1774.67	1.829

### Sollecitazioni

#### Elementi calcolati a trave

#### Simbologia adottata

N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.  
 T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle  
 M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

### Paramento

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	1.01	1.01	0.21	0.21	0.01	0.01
3	-0.20	2.04	2.04	0.52	0.53	0.04	0.04
4	-0.30	3.09	3.09	0.93	0.96	0.10	0.10
5	-0.40	4.16	4.16	1.44	1.50	0.20	0.21
6	-0.50	5.25	5.25	2.05	2.14	0.36	0.37
7	-0.60	6.36	6.36	2.76	2.89	0.57	0.60
8	-0.70	7.49	7.49	3.57	3.75	0.86	0.90
9	-0.80	8.64	8.64	4.49	4.72	1.23	1.29
10	-0.90	9.81	9.81	5.50	5.79	1.69	1.78
11	-1.00	11.01	11.01	6.61	6.97	2.26	2.38
12	-1.10	12.22	12.22	7.82	8.26	2.93	3.09
13	-1.20	13.45	13.45	9.14	9.66	3.72	3.93
14	-1.30	14.70	14.70	10.55	11.16	4.65	4.92
15	-1.40	15.97	15.97	12.06	12.77	5.72	6.05
16	-1.50	17.26	17.26	13.67	14.49	6.94	7.35
17	-1.60	18.57	18.57	15.39	16.32	8.32	8.81
18	-1.70	19.91	19.91	17.20	18.25	9.87	10.46
19	-1.80	21.26	21.26	19.12	20.29	11.60	12.31
20	-1.90	22.63	22.63	21.13	22.44	13.53	14.36
21	-2.00	24.02	24.02	23.25	24.70	15.65	16.62
22	-2.10	25.44	25.44	25.46	27.06	17.99	19.11
23	-2.20	26.87	26.87	27.78	29.54	20.54	21.83
24	-2.30	28.32	28.32	30.23	32.15	23.33	24.80
25	-2.40	29.79	29.79	32.86	34.95	26.37	28.04
26	-2.50	31.29	31.29	35.71	37.98	29.67	31.56
27	-2.60	32.80	32.80	38.81	41.27	33.26	35.39
28	-2.70	34.33	34.33	42.14	44.79	37.18	39.56
29	-2.80	35.88	35.88	45.67	48.52	41.42	44.08
30	-2.90	37.46	37.46	49.37	52.42	46.03	48.98
31	-3.00	39.05	39.05	53.20	56.47	51.00	54.27
32	-3.10	40.67	40.67	57.17	60.66	56.36	59.96
33	-3.20	42.30	42.30	61.28	65.00	62.11	66.08
34	-3.30	43.95	43.95	65.51	69.47	68.28	72.63
35	-3.40	45.63	45.63	69.88	74.08	74.87	79.62
36	-3.50	47.32	47.32	74.37	78.82	81.89	87.08
37	-3.60	49.03	49.03	79.00	83.70	89.36	95.01
38	-3.70	50.77	50.77	83.75	88.72	97.30	103.43
39	-3.80	52.52	52.52	88.63	93.87	105.71	112.35
40	-3.90	54.30	54.30	93.63	99.15	114.61	121.79
41	-4.00	56.09	56.09	98.76	104.57	124.00	131.75
42	-4.10	57.91	57.91	104.01	110.11	133.91	142.25
43	-4.20	59.74	59.74	109.38	115.79	144.34	153.31
44	-4.30	61.60	61.60	114.88	121.59	155.31	164.93

n°	X	Nmin	Nmax	Tmin	Tmax	Mmin	Mmax
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
45	-4.40	63.47	63.47	120.49	127.52	166.83	177.14
46	-4.50	65.37	65.37	126.23	133.58	178.90	189.93
47	-4.60	67.28	67.28	132.09	139.77	191.55	203.33
48	-4.70	69.22	69.22	138.07	146.09	204.78	217.35
49	-4.80	71.17	71.17	144.18	152.55	218.61	232.00
50	-4.90	73.15	73.15	150.44	159.16	233.05	247.29
51	-5.00	75.14	75.14	156.84	165.92	248.12	263.24
52	-5.10	77.16	77.16	163.38	172.82	263.82	279.87

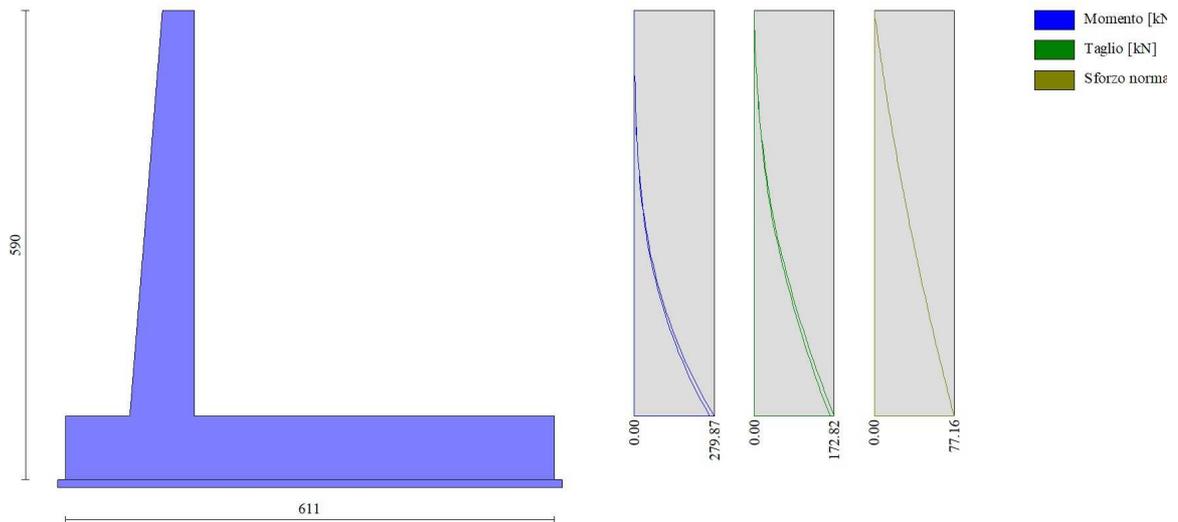


Fig. 13 - Paramento

## Fondazione

n°	X	Nmin	Nmax	Tmin	Tmax	Mmin	Mmax
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	-1.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-1.51	0.00	0.00	18.26	20.90	0.92	1.05
3	-1.41	0.00	0.00	36.26	41.51	3.64	4.17
4	-1.31	0.00	0.00	53.98	61.83	8.16	9.34
5	-1.21	0.00	0.00	71.44	81.86	14.43	16.53
6	-1.11	0.00	0.00	88.62	101.60	22.44	25.70
7	-1.01	0.00	0.00	105.54	121.05	32.15	36.84
8	-0.91	0.00	0.00	122.19	140.21	43.54	49.90
9	-0.81	0.00	0.00	138.57	159.08	56.58	64.87
10	0.00	0.00	0.00	-135.27	-53.96	-583.42	-417.08
11	0.10	0.00	0.00	-139.51	-60.49	-569.68	-411.35
12	0.20	0.00	0.00	-143.49	-66.73	-555.53	-404.99
13	0.30	0.00	0.00	-147.19	-72.68	-540.99	-398.02
14	0.40	0.00	0.00	-150.62	-78.33	-526.10	-390.46
15	0.50	0.00	0.00	-153.79	-83.70	-510.88	-382.36
16	0.60	0.00	0.00	-156.68	-88.78	-495.35	-373.73
17	0.70	0.00	0.00	-159.31	-93.56	-479.55	-364.61
18	0.80	0.00	0.00	-161.67	-98.05	-463.50	-355.03
19	0.90	0.00	0.00	-163.76	-102.26	-447.22	-345.01
20	1.00	0.00	0.00	-165.58	-106.17	-430.75	-334.59
21	1.10	0.00	0.00	-167.13	-109.79	-414.12	-323.79
22	1.20	0.00	0.00	-168.42	-113.12	-397.34	-312.64
23	1.30	0.00	0.00	-169.43	-116.16	-380.44	-301.18
24	1.40	0.00	0.00	-170.17	-118.90	-363.46	-289.42
25	1.50	0.00	0.00	-170.65	-121.36	-346.42	-277.40
26	1.60	0.00	0.00	-170.79	-123.46	-329.34	-265.16
27	1.70	0.00	0.00	-170.53	-125.14	-312.27	-252.73
28	1.80	0.00	0.00	-169.86	-126.39	-295.25	-240.15
29	1.90	0.00	0.00	-168.80	-127.22	-278.31	-227.46
30	2.00	0.00	0.00	-167.33	-127.62	-261.50	-214.72
31	2.10	0.00	0.00	-165.46	-127.61	-244.86	-201.95
32	2.20	0.00	0.00	-163.19	-127.16	-228.42	-189.21

n°	X	Nmin	Nmax	Tmin	Tmax	Mmin	Mmax
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
33	2.30	0.00	0.00	-160.52	-126.30	-212.24	-176.53
34	2.40	0.00	0.00	-157.44	-125.01	-196.33	-163.96
35	2.50	0.00	0.00	-153.96	-123.29	-180.76	-151.55
36	2.60	0.00	0.00	-150.08	-121.15	-165.56	-139.32
37	2.70	0.00	0.00	-145.80	-118.59	-150.76	-127.33
38	2.80	0.00	0.00	-141.12	-115.60	-136.41	-115.62
39	2.90	0.00	0.00	-136.03	-112.20	-122.55	-104.22
40	3.00	0.00	0.00	-130.55	-108.36	-109.22	-93.19
41	3.10	0.00	0.00	-124.66	-104.10	-96.45	-82.56
42	3.20	0.00	0.00	-118.37	-99.42	-84.30	-72.38
43	3.30	0.00	0.00	-111.67	-94.32	-72.79	-62.69
44	3.40	0.00	0.00	-104.58	-88.79	-61.98	-53.54
45	3.50	0.00	0.00	-97.08	-82.84	-51.89	-44.95
46	3.60	0.00	0.00	-89.18	-76.46	-42.57	-36.98
47	3.70	0.00	0.00	-80.88	-69.66	-34.07	-29.67
48	3.80	0.00	0.00	-72.18	-62.44	-26.41	-23.06
49	3.90	0.00	0.00	-63.07	-54.79	-19.65	-17.20
50	4.00	0.00	0.00	-53.56	-46.72	-13.81	-12.12
51	4.10	0.00	0.00	-43.66	-38.22	-8.95	-7.87
52	4.20	0.00	0.00	-33.34	-29.30	-5.09	-4.49
53	4.30	0.00	0.00	-22.63	-19.96	-2.29	-2.02
54	4.40	0.00	0.00	-11.52	-10.19	-0.58	-0.51
55	4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

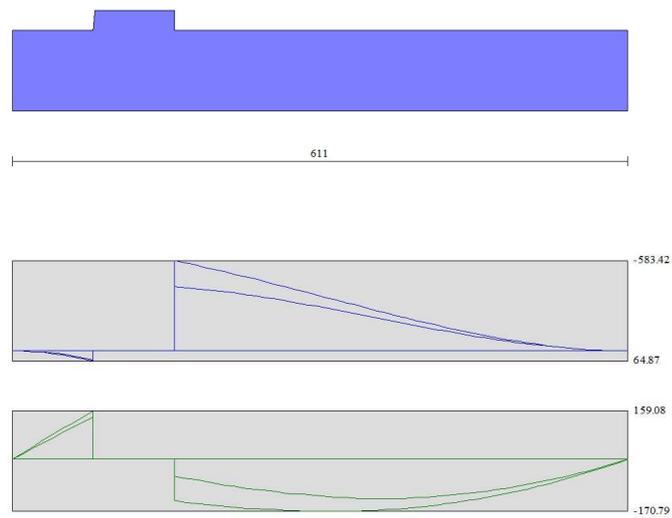


Fig. 14 - Fondazione

## Elenco ferri

### Simbologia adottata

n°	Indice del ferro
nf	numero ferri
D	diametro ferro espresso in [mm]
L	Lunghezza ferro espresso in [m]
P <sub>ferro</sub>	Peso ferro espresso in [kN]

### Computo metrico

	U.M.	Quantità	Prezzo unitario [Euro]	Importo [Euro]
Calcestruzzo in elevazione	[mc]	3.09	72.30	223.14
Calcestruzzo in fondazione	[mc]	4.89	61.97	302.93
Calcestruzzo magro	[mc]	44.17	46.48	2053.13
Casseformi	[mq]	715.15	13.94	9969.24
Scavo a sezione obbligata	[mc]	354.71	9.30	3298.83
<b>Totale muro</b>				<b>15847.28</b>
<b>Totale</b>				<b>15847.28</b>

## Dichiarazioni secondo N.T.C. 2018 (punto 10.2)

### Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo

Il sottoscritto, in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

#### Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
- Verifica della stabilità globale
- Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del D.M. 17/07/2018.

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

#### Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	MAX - Analisi e Calcolo Muri di Sostegno
Versione	15.0
Produttore	Aztec Informatica srl, Casali del Manco - loc. Casole Bruzio (CS)
Utente	NET ENGINEERING S.P.A.
Licenza	AIR011090

#### Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice Aztec Informatica srl ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

#### Modalità di presentazione dei risultati

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

#### Informazioni generali sull'elaborazione

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

#### Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, io sottoscritto asserisco che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

Luogo e data

---

Il progettista  
( )

---

**Indice**

Dati	1
Materiali	1
Calcestruzzo armato	1
Acciai	1
Geometria profilo terreno a monte del muro	1
Falda	1
Geometria muro	2
Geometria paramento e fondazione	2
Descrizione terreni	2
Stratigrafia	3
Condizioni di carico	3
Normativa	4
Descrizione combinazioni di carico	4
Dati sismici	5
Opzioni di calcolo	5
Risultati per combinazione	7
Spinta e forze	7
Risultanti globali	9
Verifiche geotecniche	9
Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati	9
Verifica a scorrimento fondazione	9
Verifica a carico limite	10
Dettagli calcolo portanza	10
Verifica a ribaltamento	10
Sollecitazioni	10
Paramento	11
Fondazione	12
Risultati per inviluppo	15
Spinta e forze	15
Risultanti globali	16
Verifiche geotecniche	17
Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati	17
Verifica a scorrimento fondazione	17
Verifica a carico limite	17
Dettagli calcolo portanza	17
Verifica a ribaltamento	18
Sollecitazioni	18
Paramento	18
Fondazione	19
Elenco ferri	21
Computo metrico	21
Dichiarazioni secondo N.T.C. 2018 (punto 10.2)	22

Progetto:

Ditta:

Comune:

Progettista:

Direttore dei Lavori:

Impresa:

## Normative di riferimento

- Legge nr. 1086 del 05/11/1971.  
Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- Legge nr. 64 del 02/02/1974.  
Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. LL.PP. del 11/03/1988.  
Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- D.M. LL.PP. del 14/02/1992.  
Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 9 Gennaio 1996  
Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche
- D.M. 16 Gennaio 1996  
Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'
- D.M. 16 Gennaio 1996  
Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche
- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.  
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996
- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.  
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996
- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018)
- Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018

## Richiami teorici

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
- Verifica della stabilità globale

Se il muro è in calcestruzzo armato: Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.

Se il muro è a gravità: Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione e verifica in diverse sezioni al ribaltamento, allo scorrimento ed allo schiacciamento.

## Calcolo della spinta sul muro

### Valori caratteristici e valori di calcolo

Effettuando il calcolo tramite gli Eurocodici è necessario fare la distinzione fra i parametri caratteristici ed i valori di calcolo (o di progetto) sia delle azioni che delle resistenze.

I valori di calcolo si ottengono dai valori caratteristici mediante l'applicazione di opportuni coefficienti di sicurezza parziali  $\gamma$ . In particolare si distinguono combinazioni di carico di tipo **A1-M1** nelle quali vengono incrementati i carichi e lasciati inalterati i parametri di resistenza del terreno e combinazioni di carico di tipo **A2-M2** nelle quali vengono ridotti i parametri di resistenza del terreno e incrementati i soli carichi variabili.

### Metodo di Culmann

Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb. La differenza sostanziale è che mentre Coulomb considera un terrapieno con superficie a pendenza costante e carico uniformemente distribuito (il che permette di ottenere una espressione in forma chiusa per il coefficiente di spinta) il metodo di Culmann consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti. Inoltre, rispetto al metodo di Coulomb, risulta più immediato e lineare tener conto della coesione del masso spingente. Il metodo di Culmann, nato come metodo essenzialmente grafico, si è evoluto per essere trattato mediante analisi numerica (noto in questa forma come metodo del cuneo di tentativo). Come il metodo di Coulomb anche questo metodo considera una superficie di rottura rettilinea.

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

- si impone una superficie di rottura (angolo di inclinazione  $\rho$  rispetto all'orizzontale) e si considera il cuneo di spinta delimitato dalla superficie di rottura stessa, dalla parete su cui si calcola la spinta e dal profilo del terreno;
- si valutano tutte le forze agenti sul cuneo di spinta e cioè peso proprio ( $W$ ), carichi sul terrapieno, resistenza per attrito e per coesione lungo la superficie di rottura ( $R$  e  $C$ ) e resistenza per coesione lungo la parete ( $A$ );
- dalle equazioni di equilibrio si ricava il valore della spinta  $S$  sulla parete.

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima.

La convergenza non si raggiunge se il terrapieno risulta inclinato di un angolo maggiore dell'angolo d'attrito del terreno.

Nei casi in cui è applicabile il metodo di Coulomb (profilo a monte rettilineo e carico uniformemente distribuito) i risultati ottenuti col metodo di Culmann coincidono con quelli del metodo di Coulomb.

Le pressioni sulla parete di spinta si ricavano derivando l'espressione della spinta  $S$  rispetto all'ordinata  $z$ . Noto il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta.

### Spinta in presenza di falda

Nel caso in cui a monte del muro sia presente la falda il diagramma delle pressioni sul muro risulta modificato a causa della sottospinta che l'acqua esercita sul terreno. Il peso di volume del terreno al di sopra della linea di falda non subisce variazioni. Viceversa al di sotto del livello di falda va considerato il peso di volume di galleggiamento

$$\gamma' = \gamma_{\text{sat}} - \gamma_w$$

dove  $\gamma_{\text{sat}}$  è il peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori) e  $\gamma_w$  è il peso specifico dell'acqua. Quindi il diagramma delle pressioni al di sotto della linea di falda ha una pendenza minore. Al diagramma così ottenuto va sommato il diagramma triangolare legato alla pressione idrostatica esercitata dall'acqua.

### Spinta in presenza di sisma

Per tener conto dell'incremento di spinta dovuta al sisma si fa riferimento al metodo di Mononobe-Okabe (cui fa riferimento la Normativa Italiana).

La Normativa Italiana suggerisce di tener conto di un incremento di spinta dovuto al sisma nel modo seguente.

Detta  $\varepsilon$  l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e  $\beta$  l'inclinazione della parete rispetto alla verticale, si calcola la spinta  $S'$  considerando un'inclinazione del terrapieno e della parte pari a

$$\varepsilon' = \varepsilon + \theta \quad \beta' = \beta + \theta$$

dove  $\theta = \arctg(k_h/(1 \pm k_v))$  essendo  $k_h$  il coefficiente sismico orizzontale e  $k_v$  il coefficiente sismico verticale, definito in funzione di  $k_h$ . In presenza di falda a monte,  $\theta$  assume le seguenti espressioni:

Terreno a bassa permeabilità

$$\theta = \arctan\left(\frac{\gamma_{sat}}{\gamma_{sat} - \gamma_w} \frac{k_h}{1 \pm k_v}\right)$$

Terreno a permeabilità elevata

$$\theta = \arctan\left(\frac{\gamma}{\gamma_{sat} - \gamma_w} \frac{k_h}{1 \pm k_v}\right)$$

Detta  $S$  la spinta calcolata in condizioni statiche l'incremento di spinta da applicare è espresso da

$$\Delta S = AS' - S$$

dove il coefficiente  $A$  vale

$$A = \frac{\cos^2(\beta + \theta)}{\cos^2 \beta \cos \theta}$$

In presenza di falda a monte, nel coefficiente  $A$  si tiene conto dell'influenza dei pesi di volume nel calcolo di  $\theta$ .

Adottando il metodo di Mononobe-Okabe per il calcolo della spinta, il coefficiente  $A$  viene posto pari a 1.

Tale incremento di spinta è applicato a metà altezza della parete di spinta nel caso di forma rettangolare del diagramma di incremento sismico, allo stesso punto di applicazione della spinta statica nel caso in cui la forma del diagramma di incremento sismico è uguale a quella del diagramma statico.

Oltre a questo incremento bisogna tener conto delle forze d'inerzia orizzontali e verticali che si destano per effetto del sisma. Tali forze vengono valutate come

$$F_{IH} = k_h W \quad F_{IV} = \pm k_v W$$

dove  $W$  è il peso del muro, del terreno soprastante la mensola di monte ed i relativi sovraccarichi e va applicata nel baricentro dei pesi. Il metodo di Culmann tiene conto automaticamente dell'incremento di spinta. Basta inserire nell'equazione risolutiva la forza d'inerzia del cuneo di spinta. La superficie di rottura nel caso di sisma risulta meno inclinata della corrispondente superficie in assenza di sisma.

### Verifica a ribaltamento

La verifica a ribaltamento consiste nel determinare il momento risultante di tutte le forze che tendono a fare ribaltare il muro (momento ribaltante  $M_r$ ) ed il momento risultante di tutte le forze che tendono a stabilizzare il muro (momento stabilizzante  $M_s$ ) rispetto allo spigolo a valle della fondazione e verificare che il rapporto  $M_s/M_r$  sia maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza  $\eta_r$ .

Deve quindi essere verificata la seguente disequaglianza:

$$\frac{M_s}{M_r} \geq \eta_r$$

Il momento ribaltante  $M_r$  è dato dalla componente orizzontale della spinta  $S$ , dalle forze di inerzia del muro e del terreno gravante sulla fondazione di monte (caso di presenza di sisma) per i rispettivi bracci. Nel momento stabilizzante interviene il peso del muro (applicato nel baricentro) ed il peso del terreno gravante sulla fondazione di monte. Per quanto riguarda invece la componente verticale della spinta essa sarà stabilizzante se l'angolo d'attrito terra-muro  $\delta$  è positivo, ribaltante se  $\delta$  è negativo.  $\delta$  è positivo quando è il terrapieno che scorre rispetto al muro, negativo quando è il muro che tende a scorrere rispetto al terrapieno (questo può essere il caso di una spalla da ponte gravata da carichi notevoli). Se sono presenti dei tiranti essi contribuiscono al momento stabilizzante.

Questa verifica ha significato solo per fondazione superficiale e non per fondazione su pali.

### Verifica a scorrimento

Per la verifica a scorrimento del muro lungo il piano di fondazione deve risultare che la somma di tutte le forze parallele al piano di posa che tendono a fare scorrere il muro deve essere minore di tutte le forze, parallele al piano di scorrimento, che si oppongono allo scivolamento, secondo un certo coefficiente di sicurezza. La verifica a scorrimento risulta soddisfatta se il rapporto fra la risultante delle forze resistenti allo scivolamento  $F_r$  e la risultante delle forze che tendono a fare scorrere il muro  $F_s$  risulta maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza  $\eta_s$ .

$$\frac{F_r}{F_s} \geq \eta_s$$

Le forze che intervengono nella  $F_s$  sono: la componente della spinta parallela al piano di fondazione e la componente delle forze d'inerzia parallela al piano di fondazione.

La forza resistente è data dalla resistenza d'attrito e dalla resistenza per adesione lungo la base della fondazione. Detta  $N$  la componente normale al piano di fondazione del carico totale gravante in fondazione e indicando con  $\delta_f$  l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con  $c_a$  l'adesione terreno-fondazione e con  $B_f$  la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

$$F_r = N \tan \delta_f + c_a B_f$$

La Normativa consente di computare, nelle forze resistenti, una aliquota dell'eventuale spinta dovuta al terreno posto a valle del muro. In tal caso, però, il coefficiente di sicurezza deve essere aumentato opportunamente. L'aliquota di spinta passiva che si può considerare ai fini della verifica a scorrimento non può comunque superare il 50 per cento.

Per quanto riguarda l'angolo d'attrito terra-fondazione,  $\delta_f$ , diversi autori suggeriscono di assumere un valore di  $\delta_f$  pari all'angolo d'attrito del terreno di fondazione.

### Verifica al carico limite

Il rapporto fra il carico limite in fondazione e la componente normale della risultante dei carichi trasmessi dal muro sul terreno di fondazione deve essere superiore a  $\eta_q$ . Cioè, detto  $Q_u$ , il carico limite ed  $R$  la risultante verticale dei carichi in fondazione, deve essere:

$$\frac{Q_u}{R} \geq \eta_q$$

Le espressioni di Hansen per il calcolo della capacità portante si differenziano a secondo se siamo in presenza di un terreno puramente coesivo ( $\phi=0$ ) o meno e si esprimono nel modo seguente:

Caso generale  $\phi > 0$

$$q_u = c N_c s_c d_c i_c g_c b_c + q N_q s_q d_q i_q g_q b_q + 0.5 B \gamma N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma g_\gamma b_\gamma$$

Caso di terreno puramente coesivo  $\phi=0$

$$q_u = 5.14 c_u (1 + s_c + d_c - i_c - g_c - b_c) + q$$

I fattori che compaiono in queste espressioni sono espressi da:

- N fattori di capacità portante
- s fattori di forma
- d fattori di profondità
- i fattori di inclinazione del carico
- b fattori di inclinazione del piano di fondazione (base inclinata), con  $\eta$  inclinazione del piano di posa
- g fattori di inclinazione del terreno (fondazione su pendio), con  $\beta$  pendenza del pendio

Fattori di capacità portante		$N_c = (N_q - 1) \cot \varphi$	$N_q = e^{\pi \tan \varphi} K_p$	$N_\gamma = 1.5(N_q - 1) \tan \varphi$
Fattori di forma	$\varphi = 0$	$s_c = 0.2 \frac{B}{L}$		
	$\varphi > 0$	$s_c = 1 + \frac{N_q B}{N_c L}$	$s_q = 1 + \frac{B}{L} \tan \varphi$	$s_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$
Fattori di profondità	$\varphi = 0$	$d_c = 0.4k$		
	$\varphi > 0$	$d_c = 1 + 0.4k$	$d_q = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \sin \varphi)^2 k$	$d_\gamma = 1$
Fattori di inclinazione del carico	$\varphi = 0$	$i_c = 0.5 \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{H}{A_f c_a}} \right)$		
	$\varphi > 0$	$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$	$i_q = \left( 1 - \frac{0.5H}{V + A_f c_a \cot \varphi} \right)^5$	$i_\gamma = \left( 1 - \frac{0.7H}{V + A_f c_a \cot \varphi} \right)^5$ per $\eta = 0$ $i_\gamma = \left( 1 - \frac{(0.7 - \eta^2/450)H}{V + A_f c_a \cot \varphi} \right)^5$ per $\eta > 0$
Fattori di inclinazione del piano di fondazione (base inclinata)	$\varphi = 0$	$b_c = \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$		
	$\varphi > 0$	$b_c = 1 - \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$	$b_q = e^{-2\eta \tan \varphi}$	$b_\gamma = e^{-2.7\eta \tan \varphi}$
Fattori di inclinazione del terreno (fondazione su pendio)	$\varphi = 0$	$g_c = \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$		
	$\varphi > 0$	$g_c = 1 - \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$	$g_q = (1 - 0.5 \tan \beta)^\circ$	$g_\gamma = (1 - 0.5 \tan \beta)^\circ$

Indichiamo con  $K_p$  il coefficiente di spinta passiva espresso da:

$$K_p = \tan^2 \left( 45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right)$$

Dove il coeff.  $k$  assume la seguente espressione:

$k = \frac{D}{B}$ se $\frac{D}{B} \leq 1$	$k = \arctan \frac{D}{B}$ se $\frac{D}{B} > 1$
---	--

Indichiamo con  $V$  e  $H$  le componenti del carico rispettivamente perpendicolare e parallela alla base e con  $A_f$  l'area efficace della fondazione ottenuta come  $A_f = B' \times L'$  ( $B'$  e  $L'$  sono legate alle dimensioni effettive della fondazione  $B$ ,  $L$  e all'eccentricità del carico  $e_B$ ,  $e_L$  dalle relazioni  $B' = B - 2e_B$ ,  $L' = L - 2e_L$ ) e con  $\eta$  l'angolo di inclinazione della fondazione espresso in gradi ( $\eta=0$  per fondazione orizzontale).

Per poter applicare la formula di Hansen devono risultare verificate le seguenti condizioni:

$H < V \tan \delta + A_f c_a$	$\beta \leq \varphi$	$i_q, i_\gamma > 0$	$\beta + \eta \leq 90^\circ$
-------------------------------	----------------------	---------------------	------------------------------

### Riduzione per eccentricità del carico

Nel caso in cui il carico al piano di posa della fondazione risulta eccentrico, Bowles propone di moltiplicare la capacità portante ultima per i termini  $B'$  ed  $L'$  (area ridotta della fondazione) al posto di  $B$  ed  $L$  dove:

$$B' = B - 2.0 e_x \quad L' = L - 2.0 e_y$$

essendo  $e_x$  ed  $e_y$  le eccentricità del carico.

La portanza espressa nell'unità di misura delle forze diventa:

$$P_u = q_u B' L'$$

### Riduzione per effetto piastra

Per valori elevati di  $B$  (dimensione minore della fondazione), Bowles propone di utilizzare un fattore correttivo  $r_\gamma$  del solo termine sul peso di volume ( $0.5 B \gamma N_\gamma$ ) quando  $B$  supera i 2 m.

$$r_\gamma = 1.0 + 0.25 \log \frac{B}{2.0}$$

Il termine sul peso di volume diventa:

$$0.5 B \gamma N_\gamma r_\gamma$$

### Verifica alla stabilità globale

La verifica alla stabilità globale del complesso muro+terreno deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a  $\eta_g$ .

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento viene supposta circolare e determinata in modo tale da non avere intersezione con il profilo del muro. Si determina il minimo coefficiente di sicurezza su una maglia di centri di dimensioni 20x20 posta in prossimità della sommità del muro. Il numero di strisce è pari a 25.

Si adotta per la verifica di stabilità globale il metodo di Bishop.

Il coefficiente di sicurezza nel metodo di Bishop si esprime secondo la seguente formula:

$$\eta = \frac{\sum_{i=0}^n \left[ \frac{c_i b_i + (W_i - u_i b_i) \tan \varphi_i}{m} \right]}{\sum_{i=0}^n W_i \sin \alpha_i}$$

dove il termine  $m$  è espresso da

$$m = \left( 1 + \frac{\tan \varphi_i \tan \alpha_i}{\eta} \right) \cos \alpha_i$$

In questa espressione  $n$  è il numero delle strisce considerate,  $b$  e  $\alpha_i$  sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia  $i$ -esima rispetto all'orizzontale,  $W$  è il peso della striscia  $i$ -esima,  $c$  e  $\varphi_i$  sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia ed  $u$  è la pressione neutra lungo la base della striscia.

L'espressione del coefficiente di sicurezza di Bishop contiene al secondo membro il termine  $m$  che è funzione di  $\eta$ . Quindi essa viene risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per  $\eta$  da inserire nell'espressione di  $m$  ed iterare finquando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

## Dati

### Materiali

#### Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
<b>Calcestruzzo armato</b>	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
$\gamma$	Peso specifico, espresso in [kN/mc]
R <sub>ck</sub>	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
$\nu$	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls tesoro/compresso

#### Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	$\gamma$	R <sub>ck</sub>	E	$\nu$	n	ntc
				[kN/mc]	[kPa]	[kPa]			
1	Cls Armato	C28/35	B450C	25.0000	35000	32587986	0.30	15.00	0.50

#### Acciai

Descr	f <sub>yk</sub>	f <sub>uk</sub>
	[kPa]	[kPa]
B450C	449936	539963

### Geometria profilo terreno a monte del muro

#### Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
1	0.00	0.00	0.000
2	1.50	0.00	0.000
3	7.50	4.20	34.992
4	8.30	4.20	0.000
5	20.00	4.20	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 5.000 [°]

### Falda

#### Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
1	-5.00	-10.80	0.000
2	4.50	-10.80	0.000
3	9.50	-10.80	0.000

### Geometria muro

#### Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro	70.00	[m]
<b>Paramento</b>		
Materiale	Cls Armato	
Altezza paramento	5.10	[m]
Altezza paramento libero	5.00	[m]
Spessore in sommità	0.40	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.81	[m]
Inclinazione paramento esterno	4.60	[°]
Inclinazione paramento interno	0.00	[°]
<b>Fondazione</b>		
Materiale	Cls Armato	
Lunghezza mensola di valle	0.80	[m]
Lunghezza mensola di monte	4.50	[m]
Lunghezza totale	6.11	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	0.80	[m]
Spessore magrone	0.10	[m]

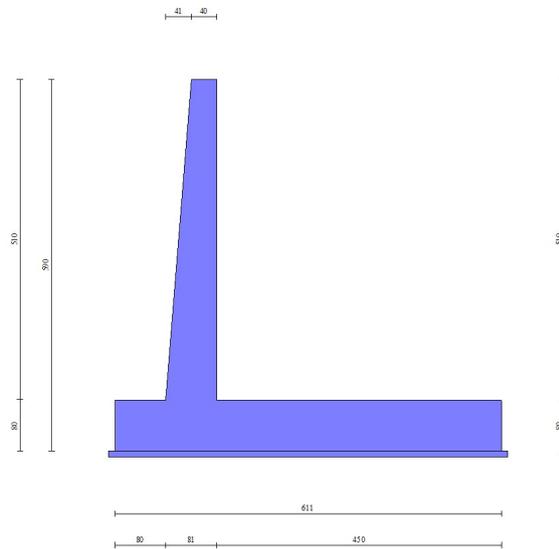


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

## Descrizione terreni

### Parametri di resistenza

#### Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]
$c_a$	Adesione terra-muro espressa in [kPa]
Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
$\tau_l$	Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	$\gamma$ [kN/mc]	$\gamma_{sat}$ [kN/mc]	$\phi$ [°]	$\delta$ [°]	c [kPa]	$c_a$ [kPa]	Cesp	$\tau_l$ [kPa]
1	Riempimento	19.0000	19.0000	35.000	23.333	0	0	---	---
2	Coltre	20.5000	20.5000	27.000	27.000	8	8	---	---

## Stratigrafia

#### Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
----	---------------------

H Spessore dello strato espresso in [m]  
 $\alpha$  Inclinazione espressa in [°]  
 Terreno Terreno dello strato  
 Per calcolo pali (solo se presenti)  
 Kw Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm<sup>2</sup>/cm  
 Ks Coefficiente di spinta  
 Cesp Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')  
 Kststa, Kstsis Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H	$\alpha$	Terreno	Kw	Ks	Cesp	Kststa	Kstsis
	[m]	[°]		[Kg/cm <sup>2</sup> ]				
1	5.00	0.000	Riempimento	---	---	---	---	---
2	15.80	0.000	Coltre	---	---	---	---	---

Terreno di riempimento: Riempimento  
 Inclinazione riempimento (rispetto alla verticale): 0.00 [°]



Fig. 2 - Stratigrafia

## Condizioni di carico

### Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.  
 Carichi orizzontali positivi verso sinistra.  
 Momento positivo senso antiorario.

X Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]  
 $F_x$  Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]  
 $F_y$  Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]  
 M Momento espresso in [kNm]  
 $X_i$  Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]  
 $X_f$  Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]  
 $Q_i$  Intensità del carico per  $x=X_i$  espressa in [kN]  
 $Q_f$  Intensità del carico per  $x=X_f$  espressa in [kN]

### Condizione n° 1 (Condizione 1) - VARIABILE

Coeff. di combinazione  $\Psi_0=0.75 - \Psi_1=0.75 - \Psi_2=0.60$

### Carichi sul terreno

n°	Tipo	X	$F_x$	$F_y$	M	$X_i$	$X_f$	$Q_i$	$Q_f$
		[m]	[kN]	[kN]	[kNm]	[m]	[m]	[kN]	[kN]
1	Distribuito					8.30	20.00	20.0000	20.0000

## Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1, fav}$	0.90	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1, sfav}$	1.10	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2, fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2, sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q, sfav}$	1.50	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT, sfav}$	1.00	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

#### Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi)}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	$\gamma_f$	1.00	1.00	1.00	1.00

#### Coeff. parziali $\gamma_k$ per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Ribaltamento	--	--	1.15	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

#### Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

- Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + Q_{k1} + \Psi_{0,2} Q_{k2} + \Psi_{0,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione frequente, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{1,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione quasi permanente, impiegata per gli effetti di lungo periodo:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff.  $\Psi_{0,j}$ ,  $\Psi_{1,j}$ ,  $\Psi_{2,j}$  sono definiti nelle singole condizioni variabili. per I valori dei coeff.  $\gamma_G$  e  $\gamma_Q$ , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

#### Simbologia adottata

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione  
 $\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

#### Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.50	1.00	Sfavorevole

#### Combinazione n° 2 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Condizione 1	1.30	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.50	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - SLER

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - SLEF

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	0.75	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - SLEQ

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	0.60	Sfavorevole

Dati sismici

	Simbolo	U.M.		SLU	SLE
Accelerazione al suolo	$a_g$	[m/s <sup>2</sup> ]		3.390	0.000
Accelerazione al suolo	$a_g/g$	[%]		0.346	0.000
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0			2.354	2.430
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*			0.425	0.370
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		C	1.212	1.500
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000	

Stato limite ...	Coeff. di riduzione $\beta_m$	kh	kv
Ultimo	0.380	15.914	7.957
Ultimo - Ribaltamento	0.570	23.872	11.936
Esercizio	0.470	0.000	0.000

Nel calcolo non è stato portato in conto il sisma verticale  
 Forma diagramma incremento sismico  **Rettangolare**

## Opzioni di calcolo

### Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta attiva
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

### Capacità portante

Metodo di calcolo della portanza	Hansen
Criterio di media calcolo del terreno equivalente (terreni stratificati)	Ponderata
Criterio di riduzione per eccentricità della portanza	Bowles
Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento)	Nessuna
Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico limite ( $0.5B\gamma N_{\gamma}$ )	Larghezza ridotta (B')
Fattori di forma e inclinazione del carico	Solo i fattori di inclinazione
Se la fondazione ha larghezza superiore a 2.0 m viene applicato il fattore di riduzione per comportamento a piastra	

### Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale	Bishop
---	--------

### Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	0.00
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	70.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	NO
Considera terreno sulla fondazione di valle	NO
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO

### Spostamenti

Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti

### Cedimenti

Non è stato richiesto il calcolo dei cedimenti

## Risultati per combinazione

### Spinta e forze

#### Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
Cx, Cy	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
Px, Py	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	319.92	24.12	291.98	130.74	4.50	-3.09
	Peso/Inerzia muro			0.00	199.37/0.00	0.76	-4.47
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	495.90/0.00	2.40	-2.16
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
4	Spinta statica	240.66	24.10	219.68	98.26	4.50	-3.07
	Peso/Inerzia muro			0.00	199.37/0.00	0.76	-4.47
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	495.90/0.00	2.40	-2.16
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
5	Spinta statica	235.02	24.10	214.53	95.96	4.50	-3.06
	Peso/Inerzia muro			0.00	199.37/0.00	0.76	-4.47
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	495.90/0.00	2.40	-2.16
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00
6	Spinta statica	231.67	24.10	211.48	94.59	4.50	-3.06
	Peso/Inerzia muro			0.00	199.37/0.00	0.76	-4.47
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	495.90/0.00	2.40	-2.16
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00

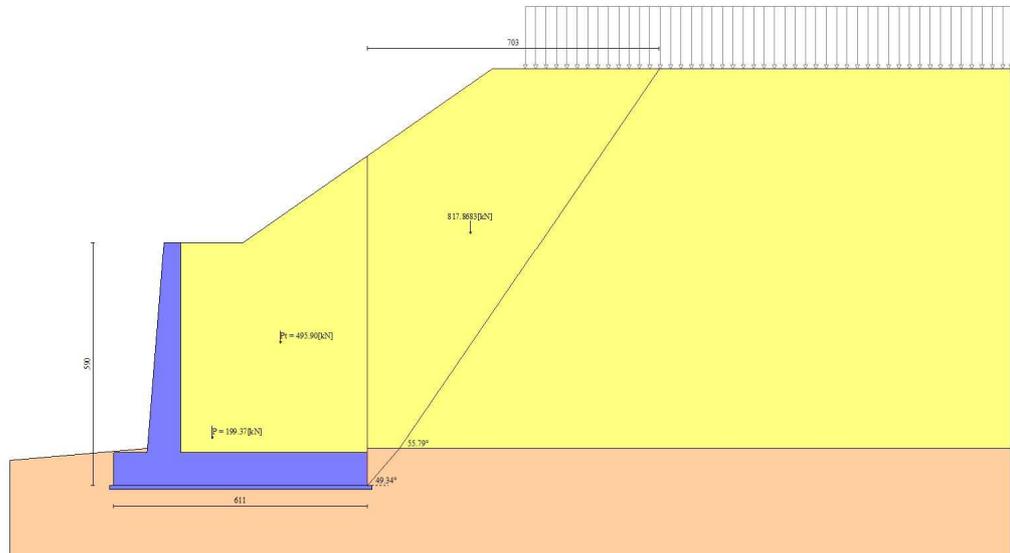


Fig. 3 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

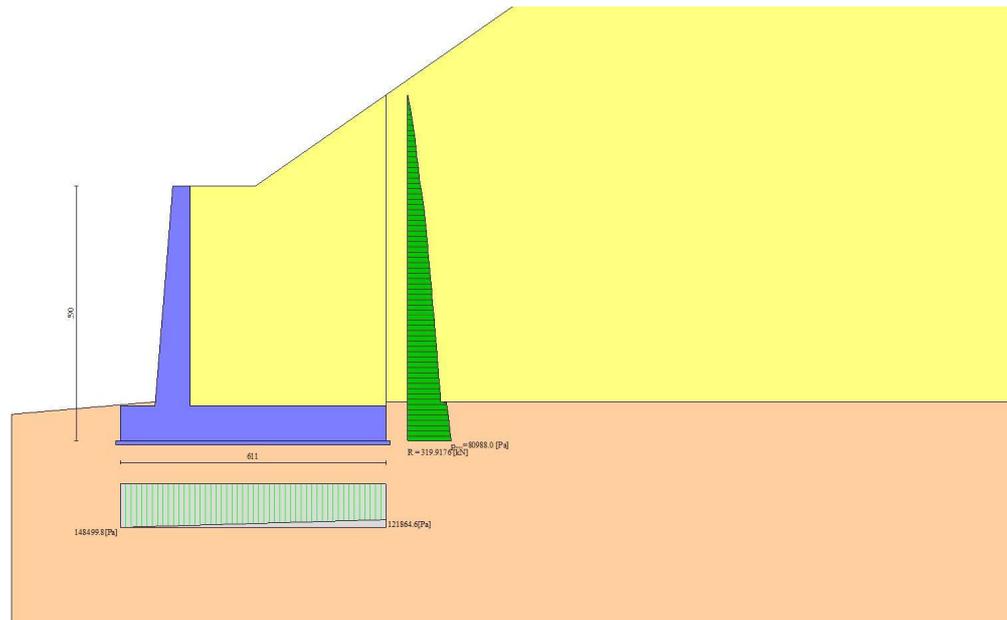


Fig. 4 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

## Risultanti globali

### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	Mr [kNm]	Ms [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	826.01	291.98	820.69	3261.41	0.100
2 - GEO (A2-M2-R2)	802.71	300.45	875.38	3119.07	0.260
3 - EQU (A1-M1-R3)	826.01	291.98	820.69	3261.41	0.100
4 - SLER	793.53	219.68	622.08	3062.95	-0.021
5 - SLEF	791.23	214.53	608.54	3048.87	-0.029
6 - SLEQ	789.86	211.48	600.65	3040.51	-0.034

## Verifiche geotecniche

### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS <sub>HYD</sub>	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS <sub>SUPL</sub>	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>SUPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		1.609		5.481			
2 - GEO (A2-M2-R2)					1.192		
3 - EQU (A1-M1-R3)			3.974				

### Verifica a scorrimento fondazione

#### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Rsa	Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kN]
Rpt	Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kN]
Rps	Resistenza passiva sperone, espresso in [kN]
Rp	Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kN]
Rt	Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kN]
R	Resistenza allo scorrimento (somma di Rsa+Rpt+Rps+Rp), espresso in [kN]

T Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kN]  
 FS Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	Rsa	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR (A1-M1-R3)	469.76	0.00	0.00	--	--	469.76	291.98	1.609

### Verifica a carico limite

#### Simbologia adottata

n° Indice combinazione  
 N Carico normale totale al piano di posa, espresso in [kN]  
 Qu carico limite del terreno, espresso in [kN]  
 Qd Portanza di progetto, espresso in [kN]  
 FS Fattore di sicurezza (rapporto tra il carico limite e carico agente al piano di posa)

n°	N	Qu	Qd	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR (A1-M1-R3)	826.01	4527.65	3234.04	5.481

### Dettagli calcolo portanza

#### Simbologia adottata

n° Indice combinazione  
 Nc, Nq, Ny Fattori di capacità portante  
 ic, iq, iy Fattori di inclinazione del carico  
 dc, dq, dy Fattori di profondità del piano di posa  
 gc, gq, gy Fattori di inclinazione del profilo topografico  
 bc, bq, by Fattori di inclinazione del piano di posa  
 sc, sq, sy Fattori di forma della fondazione  
 pc, pq, py Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic  
 rγ Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia  $0.5B\gamma_N$  viene moltiplicato per questo fattore

D Affondamento del piano di posa, espresso in [m]  
 B' Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]  
 H Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]  
 γ Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]  
 φ Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]  
 c Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]  
 Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Hansen).

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	rγ	D	B' H	γ	φ	c
									[m]	[m]	[kN/mc]	[°]	[kPa]
1	23.942 13.199 9.324	0.986 0.987 0.982	1.054 1.041 1.000	0.966 0.800 0.800	1.000 1.000 1.000	-- -- --	-- -- --	0.879	0.83	5.91 4.99	20.47	27.00	8

### Verifica a ribaltamento

#### Simbologia adottata

n° Indice combinazione  
 Ms Momento stabilizzante, espresso in [kNm]  
 Mr Momento ribaltante, espresso in [kNm]  
 FS Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)  
 La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms	Mr	FS
	[kNm]	[kNm]	
3 - EQU (A1-M1-R3)	3261.41	820.69	3.974

### Sollecitazioni

#### Elementi calcolati a trave

#### Simbologia adottata

N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.  
 T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle  
 M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

### Paramento

#### Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	1.01	0.03	0.00
3	-0.20	2.04	0.11	0.00
4	-0.30	3.09	0.25	0.01
5	-0.40	4.16	0.45	0.03
6	-0.50	5.25	0.70	0.06
7	-0.60	6.36	1.00	0.13
8	-0.70	7.49	1.36	0.22
9	-0.80	8.64	1.78	0.34
10	-0.90	9.81	2.25	0.50
11	-1.00	11.01	2.77	0.71
12	-1.10	12.22	3.36	0.97
13	-1.20	13.45	3.99	1.29
14	-1.30	14.70	4.69	1.66
15	-1.40	15.97	5.44	2.11
16	-1.50	17.26	6.24	2.62
17	-1.60	18.57	7.10	3.22
18	-1.70	19.91	8.01	3.90
19	-1.80	21.26	8.98	4.66
20	-1.90	22.63	10.01	5.52
21	-2.00	24.02	11.09	6.48
22	-2.10	25.44	12.23	7.55
23	-2.20	26.87	13.42	8.73
24	-2.30	28.32	14.71	10.02
25	-2.40	29.79	16.16	11.45
26	-2.50	31.29	17.82	13.02
27	-2.60	32.80	19.74	14.77
28	-2.70	34.33	21.87	16.71
29	-2.80	35.88	24.20	18.87
30	-2.90	37.46	26.66	21.27
31	-3.00	39.05	29.23	23.91
32	-3.10	40.67	31.89	26.80
33	-3.20	42.30	34.66	29.96
34	-3.30	43.95	37.52	33.40
35	-3.40	45.63	40.48	37.11
36	-3.50	47.32	43.53	41.13
37	-3.60	49.03	46.68	45.44
38	-3.70	50.77	49.91	50.07
39	-3.80	52.52	53.23	55.02
40	-3.90	54.30	56.64	60.30
41	-4.00	56.09	60.14	65.91
42	-4.10	57.91	63.73	71.88
43	-4.20	59.74	67.40	78.20
44	-4.30	61.60	71.16	84.88
45	-4.40	63.47	75.02	91.94
46	-4.50	65.37	78.99	99.38
47	-4.60	67.28	83.10	107.21
48	-4.70	69.22	87.33	115.46
49	-4.80	71.17	91.68	124.13
50	-4.90	73.15	96.13	133.23
51	-5.00	75.14	100.67	142.77
52	-5.10	77.16	105.29	152.76

Combinazione n° 4 - SLER

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	1.01	0.02	0.00
3	-0.20	2.04	0.09	0.00
4	-0.30	3.09	0.19	0.00
5	-0.40	4.16	0.34	0.01
6	-0.50	5.25	0.54	0.04
7	-0.60	6.36	0.77	0.08
8	-0.70	7.49	1.05	0.14
9	-0.80	8.64	1.37	0.23
10	-0.90	9.81	1.73	0.35
11	-1.00	11.01	2.13	0.50
12	-1.10	12.22	2.58	0.69
13	-1.20	13.45	3.07	0.92
14	-1.30	14.70	3.61	1.19
15	-1.40	15.97	4.18	1.52
16	-1.50	17.26	4.80	1.90
17	-1.60	18.57	5.46	2.34
18	-1.70	19.91	6.16	2.85

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
19	-1.80	21.26	6.91	3.42
20	-1.90	22.63	7.70	4.06
21	-2.00	24.02	8.53	4.78
22	-2.10	25.44	9.40	5.57
23	-2.20	26.87	10.32	6.45
24	-2.30	28.32	11.32	7.42
25	-2.40	29.79	12.43	8.49
26	-2.50	31.29	13.71	9.68
27	-2.60	32.80	15.18	10.99
28	-2.70	34.33	16.83	12.45
29	-2.80	35.88	18.61	14.08
30	-2.90	37.46	20.51	15.89
31	-3.00	39.05	22.48	17.89
32	-3.10	40.67	24.53	20.08
33	-3.20	42.30	26.66	22.47
34	-3.30	43.95	28.86	25.07
35	-3.40	45.63	31.14	27.89
36	-3.50	47.32	33.49	30.93
37	-3.60	49.03	35.90	34.21
38	-3.70	50.77	38.39	37.72
39	-3.80	52.52	40.95	41.48
40	-3.90	54.30	43.57	45.49
41	-4.00	56.09	46.26	49.76
42	-4.10	57.91	49.02	54.30
43	-4.20	59.74	51.84	59.10
44	-4.30	61.60	54.73	64.19
45	-4.40	63.47	57.68	69.55
46	-4.50	65.37	60.71	75.21
47	-4.60	67.28	63.83	81.17
48	-4.70	69.22	67.04	87.44
49	-4.80	71.17	70.35	94.03
50	-4.90	73.15	73.75	100.94
51	-5.00	75.14	77.21	108.19
52	-5.10	77.16	80.74	115.78

## Combinazione n° 5 - SLEF

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	1.01	0.02	0.00
3	-0.20	2.04	0.09	0.00
4	-0.30	3.09	0.19	0.00
5	-0.40	4.16	0.34	0.01
6	-0.50	5.25	0.54	0.04
7	-0.60	6.36	0.77	0.08
8	-0.70	7.49	1.05	0.14
9	-0.80	8.64	1.37	0.23
10	-0.90	9.81	1.73	0.35
11	-1.00	11.01	2.13	0.50
12	-1.10	12.22	2.58	0.69
13	-1.20	13.45	3.07	0.92
14	-1.30	14.70	3.61	1.19
15	-1.40	15.97	4.18	1.52
16	-1.50	17.26	4.80	1.90
17	-1.60	18.57	5.46	2.34
18	-1.70	19.91	6.16	2.85
19	-1.80	21.26	6.91	3.42
20	-1.90	22.63	7.70	4.06
21	-2.00	24.02	8.53	4.78
22	-2.10	25.44	9.40	5.57
23	-2.20	26.87	10.32	6.45
24	-2.30	28.32	11.32	7.42
25	-2.40	29.79	12.43	8.49
26	-2.50	31.29	13.71	9.68
27	-2.60	32.80	15.18	10.99
28	-2.70	34.33	16.83	12.45
29	-2.80	35.88	18.61	14.08
30	-2.90	37.46	20.51	15.89
31	-3.00	39.05	22.48	17.89
32	-3.10	40.67	24.53	20.08
33	-3.20	42.30	26.66	22.47
34	-3.30	43.95	28.86	25.07
35	-3.40	45.63	31.14	27.89
36	-3.50	47.32	33.49	30.93

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
37	-3.60	49.03	35.90	34.21
38	-3.70	50.77	38.39	37.72
39	-3.80	52.52	40.95	41.48
40	-3.90	54.30	43.57	45.49
41	-4.00	56.09	46.26	49.76
42	-4.10	57.91	49.02	54.30
43	-4.20	59.74	51.84	59.10
44	-4.30	61.60	54.73	64.19
45	-4.40	63.47	57.68	69.55
46	-4.50	65.37	60.69	75.21
47	-4.60	67.28	63.77	81.17
48	-4.70	69.22	66.93	87.43
49	-4.80	71.17	70.17	94.00
50	-4.90	73.15	73.50	100.89
51	-5.00	75.14	76.92	108.12
52	-5.10	77.16	80.41	115.68

## Combinazione n° 6 - SLEQ

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	1.01	0.02	0.00
3	-0.20	2.04	0.09	0.00
4	-0.30	3.09	0.19	0.00
5	-0.40	4.16	0.34	0.01
6	-0.50	5.25	0.54	0.04
7	-0.60	6.36	0.77	0.08
8	-0.70	7.49	1.05	0.14
9	-0.80	8.64	1.37	0.23
10	-0.90	9.81	1.73	0.35
11	-1.00	11.01	2.13	0.50
12	-1.10	12.22	2.58	0.69
13	-1.20	13.45	3.07	0.92
14	-1.30	14.70	3.61	1.19
15	-1.40	15.97	4.18	1.52
16	-1.50	17.26	4.80	1.90
17	-1.60	18.57	5.46	2.34
18	-1.70	19.91	6.16	2.85
19	-1.80	21.26	6.91	3.42
20	-1.90	22.63	7.70	4.06
21	-2.00	24.02	8.53	4.78
22	-2.10	25.44	9.40	5.57
23	-2.20	26.87	10.32	6.45
24	-2.30	28.32	11.32	7.42
25	-2.40	29.79	12.43	8.49
26	-2.50	31.29	13.71	9.68
27	-2.60	32.80	15.18	10.99
28	-2.70	34.33	16.83	12.45
29	-2.80	35.88	18.61	14.08
30	-2.90	37.46	20.51	15.89
31	-3.00	39.05	22.48	17.89
32	-3.10	40.67	24.53	20.08
33	-3.20	42.30	26.66	22.47
34	-3.30	43.95	28.86	25.07
35	-3.40	45.63	31.14	27.89
36	-3.50	47.32	33.49	30.93
37	-3.60	49.03	35.90	34.21
38	-3.70	50.77	38.39	37.72
39	-3.80	52.52	40.95	41.48
40	-3.90	54.30	43.57	45.49
41	-4.00	56.09	46.26	49.76
42	-4.10	57.91	49.02	54.30
43	-4.20	59.74	51.84	59.10
44	-4.30	61.60	54.73	64.19
45	-4.40	63.47	57.68	69.55
46	-4.50	65.37	60.69	75.21
47	-4.60	67.28	63.77	81.17
48	-4.70	69.22	66.91	87.43
49	-4.80	71.17	70.12	94.00
50	-4.90	73.15	73.42	100.88
51	-5.00	75.14	76.81	108.09
52	-5.10	77.16	80.28	115.64

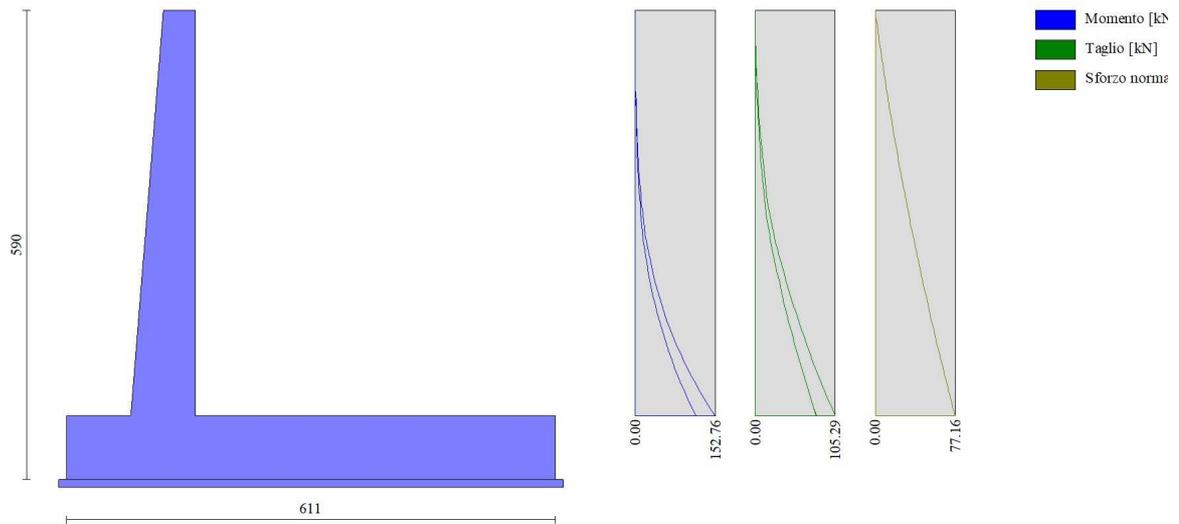


Fig. 5 - Paramento (Inviluppo)

*Fondazione*Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	-1.61	0.00	0.00	0.00
2	-1.51	0.00	12.83	0.64
3	-1.41	0.00	25.61	2.56
4	-1.31	0.00	38.35	5.76
5	-1.21	0.00	51.05	10.23
6	-1.11	0.00	63.71	15.97
7	-1.01	0.00	76.32	22.97
8	-0.91	0.00	88.88	31.23
9	-0.81	0.00	101.40	40.75
10	0.00	0.00	-142.14	-450.18
11	0.10	0.00	-141.67	-435.99
12	0.20	0.00	-141.16	-421.85
13	0.30	0.00	-140.60	-407.76
14	0.40	0.00	-140.00	-393.73
15	0.50	0.00	-139.35	-379.76
16	0.60	0.00	-138.67	-365.86
17	0.70	0.00	-137.93	-352.03
18	0.80	0.00	-137.16	-338.28
19	0.90	0.00	-136.34	-324.60
20	1.00	0.00	-135.47	-311.01
21	1.10	0.00	-134.57	-297.51
22	1.20	0.00	-133.62	-284.10
23	1.30	0.00	-132.62	-270.78
24	1.40	0.00	-131.59	-257.57
25	1.50	0.00	-130.51	-244.47
26	1.60	0.00	-129.29	-231.48
27	1.70	0.00	-127.87	-218.62
28	1.80	0.00	-126.22	-205.91
29	1.90	0.00	-124.36	-193.38
30	2.00	0.00	-122.29	-181.05
31	2.10	0.00	-119.99	-168.93
32	2.20	0.00	-117.48	-157.05
33	2.30	0.00	-114.76	-145.44
34	2.40	0.00	-111.81	-134.11
35	2.50	0.00	-108.65	-123.09
36	2.60	0.00	-105.28	-112.39
37	2.70	0.00	-101.68	-102.04
38	2.80	0.00	-97.88	-92.06
39	2.90	0.00	-93.85	-82.47
40	3.00	0.00	-89.61	-73.29
41	3.10	0.00	-85.15	-64.56
42	3.20	0.00	-80.47	-56.27
43	3.30	0.00	-75.58	-48.47

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
44	3.40	0.00	-70.48	-41.16
45	3.50	0.00	-65.15	-34.38
46	3.60	0.00	-59.61	-28.14
47	3.70	0.00	-53.85	-22.46
48	3.80	0.00	-47.88	-17.38
49	3.90	0.00	-41.69	-12.90
50	4.00	0.00	-35.28	-9.05
51	4.10	0.00	-28.66	-5.85
52	4.20	0.00	-21.82	-3.32
53	4.30	0.00	-14.76	-1.49
54	4.40	0.00	-7.49	-0.38
55	4.50	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 4 - SLER

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	-1.61	0.00	0.00	0.00
2	-1.51	0.00	10.73	0.54
3	-1.41	0.00	21.46	2.15
4	-1.31	0.00	32.20	4.83
5	-1.21	0.00	42.96	8.59
6	-1.11	0.00	53.72	13.42
7	-1.01	0.00	64.48	19.33
8	-0.91	0.00	75.26	26.32
9	-0.81	0.00	86.05	34.38
10	0.00	0.00	1.65	-64.52
11	0.10	0.00	0.47	-64.62
12	0.20	0.00	-0.71	-64.61
13	0.30	0.00	-1.91	-64.48
14	0.40	0.00	-3.11	-64.23
15	0.50	0.00	-4.32	-63.86
16	0.60	0.00	-5.54	-63.37
17	0.70	0.00	-6.77	-62.75
18	0.80	0.00	-8.00	-62.01
19	0.90	0.00	-9.25	-61.15
20	1.00	0.00	-10.50	-60.16
21	1.10	0.00	-11.76	-59.05
22	1.20	0.00	-13.03	-57.81
23	1.30	0.00	-14.31	-56.44
24	1.40	0.00	-15.60	-54.95
25	1.50	0.00	-16.90	-53.32
26	1.60	0.00	-18.14	-51.57
27	1.70	0.00	-19.25	-49.70
28	1.80	0.00	-20.24	-47.72
29	1.90	0.00	-21.11	-45.65
30	2.00	0.00	-21.85	-43.50
31	2.10	0.00	-22.47	-41.29
32	2.20	0.00	-22.96	-39.01
33	2.30	0.00	-23.33	-36.70
34	2.40	0.00	-23.58	-34.35
35	2.50	0.00	-23.70	-31.99
36	2.60	0.00	-23.69	-29.62
37	2.70	0.00	-23.57	-27.25
38	2.80	0.00	-23.31	-24.91
39	2.90	0.00	-22.94	-22.59
40	3.00	0.00	-22.44	-20.32
41	3.10	0.00	-21.81	-18.11
42	3.20	0.00	-21.06	-15.97
43	3.30	0.00	-20.19	-13.90
44	3.40	0.00	-19.19	-11.93
45	3.50	0.00	-18.07	-10.07
46	3.60	0.00	-16.82	-8.32
47	3.70	0.00	-15.45	-6.71
48	3.80	0.00	-13.95	-5.24
49	3.90	0.00	-12.33	-3.92
50	4.00	0.00	-10.59	-2.78
51	4.10	0.00	-8.72	-1.81
52	4.20	0.00	-6.72	-1.04
53	4.30	0.00	-4.61	-0.47
54	4.40	0.00	-2.37	-0.12
55	4.50	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 5 - SLEF

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	-1.61	0.00	0.00	0.00
2	-1.51	0.00	10.59	0.53
3	-1.41	0.00	21.18	2.12
4	-1.31	0.00	31.79	4.77
5	-1.21	0.00	42.41	8.48
6	-1.11	0.00	53.05	13.25
7	-1.01	0.00	63.69	19.09
8	-0.91	0.00	74.35	25.99
9	-0.81	0.00	85.02	33.96
10	0.00	0.00	1.19	-62.95
11	0.10	0.00	0.10	-63.02
12	0.20	0.00	-1.00	-62.97
13	0.30	0.00	-2.12	-62.81
14	0.40	0.00	-3.25	-62.55
15	0.50	0.00	-4.38	-62.16
16	0.60	0.00	-5.53	-61.67
17	0.70	0.00	-6.70	-61.06
18	0.80	0.00	-7.87	-60.33
19	0.90	0.00	-9.06	-59.48
20	1.00	0.00	-10.26	-58.52
21	1.10	0.00	-11.47	-57.43
22	1.20	0.00	-12.69	-56.22
23	1.30	0.00	-13.93	-54.89
24	1.40	0.00	-15.18	-53.44
25	1.50	0.00	-16.44	-51.86
26	1.60	0.00	-17.64	-50.15
27	1.70	0.00	-18.73	-48.33
28	1.80	0.00	-19.69	-46.41
29	1.90	0.00	-20.53	-44.40
30	2.00	0.00	-21.25	-42.31
31	2.10	0.00	-21.85	-40.15
32	2.20	0.00	-22.33	-37.94
33	2.30	0.00	-22.69	-35.69
34	2.40	0.00	-22.93	-33.41
35	2.50	0.00	-23.05	-31.11
36	2.60	0.00	-23.04	-28.80
37	2.70	0.00	-22.92	-26.50
38	2.80	0.00	-22.67	-24.22
39	2.90	0.00	-22.31	-21.97
40	3.00	0.00	-21.82	-19.76
41	3.10	0.00	-21.21	-17.61
42	3.20	0.00	-20.48	-15.53
43	3.30	0.00	-19.63	-13.52
44	3.40	0.00	-18.66	-11.60
45	3.50	0.00	-17.57	-9.79
46	3.60	0.00	-16.36	-8.09
47	3.70	0.00	-15.02	-6.52
48	3.80	0.00	-13.57	-5.09
49	3.90	0.00	-11.99	-3.82
50	4.00	0.00	-10.30	-2.70
51	4.10	0.00	-8.48	-1.76
52	4.20	0.00	-6.54	-1.01
53	4.30	0.00	-4.48	-0.46
54	4.40	0.00	-2.30	-0.12
55	4.50	0.00	0.00	0.00

## Combinazione n° 6 - SLEQ

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	-1.61	0.00	0.00	0.00
2	-1.51	0.00	10.50	0.53
3	-1.41	0.00	21.02	2.10
4	-1.31	0.00	31.56	4.73
5	-1.21	0.00	42.10	8.41
6	-1.11	0.00	52.66	13.15
7	-1.01	0.00	63.24	18.95
8	-0.91	0.00	73.83	25.80
9	-0.81	0.00	84.43	33.71
10	0.00	0.00	0.89	-62.14
11	0.10	0.00	-0.15	-62.18
12	0.20	0.00	-1.21	-62.11
13	0.30	0.00	-2.28	-61.94
14	0.40	0.00	-3.36	-61.66
15	0.50	0.00	-4.46	-61.27

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
16	0.60	0.00	-5.57	-60.77
17	0.70	0.00	-6.69	-60.15
18	0.80	0.00	-7.83	-59.43
19	0.90	0.00	-8.98	-58.59
20	1.00	0.00	-10.15	-57.63
21	1.10	0.00	-11.33	-56.56
22	1.20	0.00	-12.53	-55.36
23	1.30	0.00	-13.74	-54.05
24	1.40	0.00	-14.96	-52.62
25	1.50	0.00	-16.20	-51.06
26	1.60	0.00	-17.38	-49.38
27	1.70	0.00	-18.45	-47.59
28	1.80	0.00	-19.39	-45.69
29	1.90	0.00	-20.22	-43.71
30	2.00	0.00	-20.93	-41.65
31	2.10	0.00	-21.52	-39.53
32	2.20	0.00	-21.99	-37.35
33	2.30	0.00	-22.34	-35.13
34	2.40	0.00	-22.58	-32.89
35	2.50	0.00	-22.69	-30.62
36	2.60	0.00	-22.69	-28.35
37	2.70	0.00	-22.56	-26.09
38	2.80	0.00	-22.32	-23.84
39	2.90	0.00	-21.96	-21.63
40	3.00	0.00	-21.48	-19.46
41	3.10	0.00	-20.88	-17.34
42	3.20	0.00	-20.16	-15.28
43	3.30	0.00	-19.33	-13.31
44	3.40	0.00	-18.37	-11.42
45	3.50	0.00	-17.29	-9.64
46	3.60	0.00	-16.10	-7.97
47	3.70	0.00	-14.79	-6.42
48	3.80	0.00	-13.35	-5.01
49	3.90	0.00	-11.80	-3.76
50	4.00	0.00	-10.13	-2.66
51	4.10	0.00	-8.34	-1.73
52	4.20	0.00	-6.44	-0.99
53	4.30	0.00	-4.41	-0.45
54	4.40	0.00	-2.26	-0.11
55	4.50	0.00	0.00	0.00

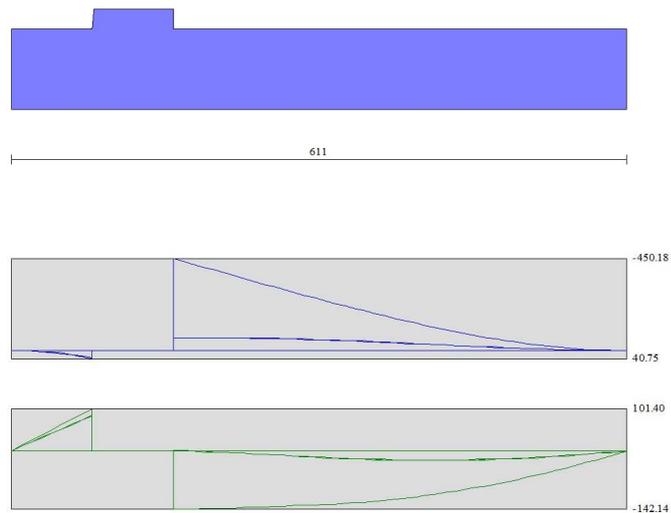


Fig. 6 - Fondazione (Inviluppo)

## Risultati per inviluppo

### Spinta e forze

#### Simbologia adottata

- Ic      Indice della combinazione
- A      Tipo azione
- I      Inclinazione della spinta, espressa in [°]
- V      Valore dell'azione, espressa in [kN]
- Cx, Cy   Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
- Px, Py   Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	319.92	24.12	291.98	130.74	4.50	-3.09
	Peso/Inerzia muro			0.00	199.37/0.00	0.76	-4.47
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	495.90/0.00	2.40	-2.16
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0.00	0.00	0.00

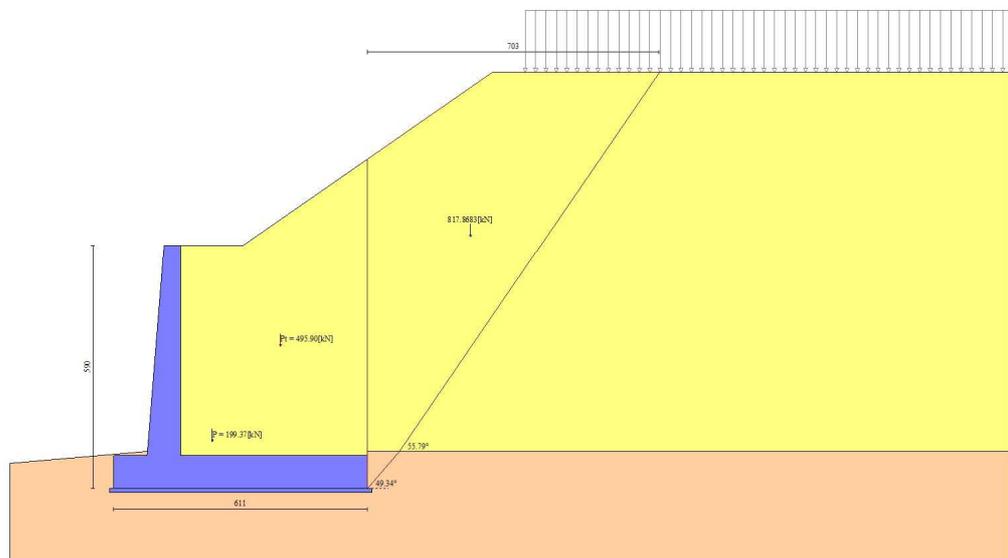


Fig. 7 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

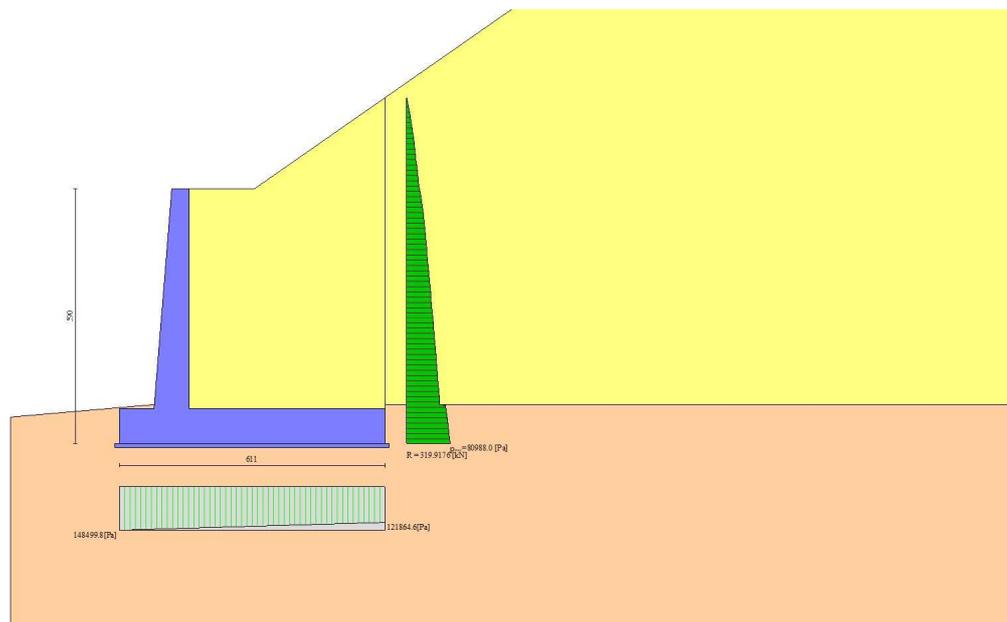


Fig. 8 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

## Risultanti globali

### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
M <sub>r</sub>	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
M <sub>s</sub>	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N	T	M <sub>r</sub>	M <sub>s</sub>	ecc
	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[m]
1 - STR (A1-M1-R3)	826.01	291.98	820.69	3261.41	0.100
2 - GEO (A2-M2-R2)	802.71	300.45	875.38	3119.07	0.260
3 - EQU (A1-M1-R3)	826.01	291.98	820.69	3261.41	0.100
4 - SLER	793.53	219.68	622.08	3062.95	-0.021
5 - SLEF	791.23	214.53	608.54	3048.87	-0.029
6 - SLEQ	789.86	211.48	600.65	3040.51	-0.034

## Verifiche geotecniche

### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS <sub>HYD</sub>	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS <sub>UPL</sub>	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>UPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		1.609		5.481			
2 - GEO (A2-M2-R2)					1.192		
3 - EQU (A1-M1-R3)			3.974				

### Verifica a scorrimento fondazione

#### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Rsa	Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kN]
Rpt	Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kN]
Rps	Resistenza passiva sperone, espresso in [kN]
Rp	Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kN]
Rt	Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kN]
R	Resistenza allo scorrimento (somma di Rsa+Rpt+Rps+Rp), espresso in [kN]
T	Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	Rsa	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR (A1-M1-R3)	469.76	0.00	0.00	--	--	469.76	291.98	1.609

### Verifica a carico limite

#### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
N	Carico normale totale al piano di posa, espresso in [kN]
Qu	carico limite del terreno, espresso in [kN]
Qd	Portanza di progetto, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra il carico limite e carico agente al piano di posa)

n°	N	Qu	Qd	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR (A1-M1-R3)	826.01	4527.65	3234.04	5.481

## Dettagli calcolo portanza

#### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, Ny	Fattori di capacità portante
ic, iq, iy	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, dy	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, gy	Fattori di inclinazione del profilo topografico

bc, bq, by Fattori di inclinazione del piano di posa  
 sc, sq, sy Fattori di forma della fondazione  
 pc, pq, py Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic  
 r $\gamma$  Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia 0.5B $\gamma$ N $\gamma$  viene moltiplicato per questo fattore  
 D Affondamento del piano di posa, espresso in [m]  
 B' Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]  
 H Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]  
 $\gamma$  Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]  
 $\phi$  Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]  
 c Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]  
 Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Hansen).

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	r $\gamma$	D	B' H	$\gamma$	$\phi$	c
									[m]	[m]	[kN/mc]	[°]	[kPa]
1	23.942 13.199 9.324	0.986 0.987 0.982	1.054 1.041 1.000	0.966 0.800 0.800	1.000 1.000 1.000	-- -- --	-- -- --	0.879	0.83	5.91 4.99	20.47	27.00	8

### Verifica a ribaltamento

#### Simbologia adottata

n° Indice combinazione  
 Ms Momento stabilizzante, espresso in [kNm]  
 Mr Momento ribaltante, espresso in [kNm]  
 FS Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)  
 La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms	Mr	FS
	[kNm]	[kNm]	
3 - EQU (A1-M1-R3)	3261.41	820.69	3.974

### Sollecitazioni

#### Elementi calcolati a trave

#### Simbologia adottata

N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.  
 T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle  
 M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

### Paramento

n°	X	Nmin	Nmax	Tmin	Tmax	Mmin	Mmax
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	1.01	1.01	0.02	0.03	0.00	0.00
3	-0.20	2.04	2.04	0.09	0.11	0.00	0.00
4	-0.30	3.09	3.09	0.19	0.25	0.00	0.01
5	-0.40	4.16	4.16	0.34	0.45	0.01	0.03
6	-0.50	5.25	5.25	0.54	0.70	0.04	0.06
7	-0.60	6.36	6.36	0.77	1.00	0.08	0.13
8	-0.70	7.49	7.49	1.05	1.36	0.14	0.22
9	-0.80	8.64	8.64	1.37	1.78	0.23	0.34
10	-0.90	9.81	9.81	1.73	2.25	0.35	0.50
11	-1.00	11.01	11.01	2.13	2.77	0.50	0.71
12	-1.10	12.22	12.22	2.58	3.36	0.69	0.97
13	-1.20	13.45	13.45	3.07	3.99	0.92	1.29
14	-1.30	14.70	14.70	3.61	4.69	1.19	1.66
15	-1.40	15.97	15.97	4.18	5.44	1.52	2.11
16	-1.50	17.26	17.26	4.80	6.24	1.90	2.62
17	-1.60	18.57	18.57	5.46	7.10	2.34	3.22
18	-1.70	19.91	19.91	6.16	8.01	2.85	3.90
19	-1.80	21.26	21.26	6.91	8.98	3.42	4.66
20	-1.90	22.63	22.63	7.70	10.01	4.06	5.52
21	-2.00	24.02	24.02	8.53	11.09	4.78	6.48
22	-2.10	25.44	25.44	9.40	12.23	5.57	7.55
23	-2.20	26.87	26.87	10.32	13.42	6.45	8.73
24	-2.30	28.32	28.32	11.32	14.71	7.42	10.02
25	-2.40	29.79	29.79	12.43	16.16	8.49	11.45
26	-2.50	31.29	31.29	13.71	17.82	9.68	13.02
27	-2.60	32.80	32.80	15.18	19.74	10.99	14.77
28	-2.70	34.33	34.33	16.83	21.87	12.45	16.71
29	-2.80	35.88	35.88	18.61	24.20	14.08	18.87
30	-2.90	37.46	37.46	20.51	26.66	15.89	21.27
31	-3.00	39.05	39.05	22.48	29.23	17.89	23.91

n°	X	Nmin	Nmax	Tmin	Tmax	Mmin	Mmax
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
32	-3.10	40.67	40.67	24.53	31.89	20.08	26.80
33	-3.20	42.30	42.30	26.66	34.66	22.47	29.96
34	-3.30	43.95	43.95	28.86	37.52	25.07	33.40
35	-3.40	45.63	45.63	31.14	40.48	27.89	37.11
36	-3.50	47.32	47.32	33.49	43.53	30.93	41.13
37	-3.60	49.03	49.03	35.90	46.68	34.21	45.44
38	-3.70	50.77	50.77	38.39	49.91	37.72	50.07
39	-3.80	52.52	52.52	40.95	53.23	41.48	55.02
40	-3.90	54.30	54.30	43.57	56.64	45.49	60.30
41	-4.00	56.09	56.09	46.26	60.14	49.76	65.91
42	-4.10	57.91	57.91	49.02	63.73	54.30	71.88
43	-4.20	59.74	59.74	51.84	67.40	59.10	78.20
44	-4.30	61.60	61.60	54.73	71.16	64.19	84.88
45	-4.40	63.47	63.47	57.68	75.02	69.55	91.94
46	-4.50	65.37	65.37	60.69	78.99	75.21	99.38
47	-4.60	67.28	67.28	63.77	83.10	81.17	107.21
48	-4.70	69.22	69.22	66.91	87.33	87.43	115.46
49	-4.80	71.17	71.17	70.12	91.68	94.00	124.13
50	-4.90	73.15	73.15	73.42	96.13	100.88	133.23
51	-5.00	75.14	75.14	76.81	100.67	108.09	142.77
52	-5.10	77.16	77.16	80.28	105.29	115.64	152.76

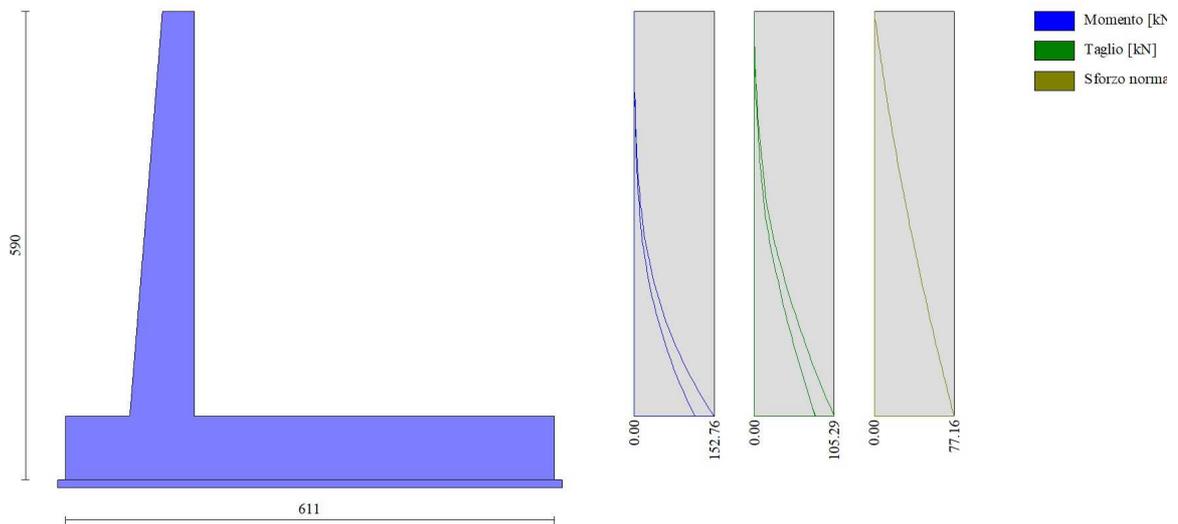


Fig. 9 - Paramento

## Fondazione

n°	X	Nmin	Nmax	Tmin	Tmax	Mmin	Mmax
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	-1.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-1.51	0.00	0.00	10.50	12.83	0.53	0.64
3	-1.41	0.00	0.00	21.02	25.61	2.10	2.56
4	-1.31	0.00	0.00	31.56	38.35	4.73	5.76
5	-1.21	0.00	0.00	42.10	51.05	8.41	10.23
6	-1.11	0.00	0.00	52.66	63.71	13.15	15.97
7	-1.01	0.00	0.00	63.24	76.32	18.95	22.97
8	-0.91	0.00	0.00	73.83	88.88	25.80	31.23
9	-0.81	0.00	0.00	84.43	101.40	33.71	40.75
10	0.00	0.00	0.00	-142.14	1.65	-450.18	-62.14
11	0.10	0.00	0.00	-141.67	0.47	-435.99	-62.18
12	0.20	0.00	0.00	-141.16	-0.71	-421.85	-62.11
13	0.30	0.00	0.00	-140.60	-1.91	-407.76	-61.94
14	0.40	0.00	0.00	-140.00	-3.11	-393.73	-61.66
15	0.50	0.00	0.00	-139.35	-4.32	-379.76	-61.27
16	0.60	0.00	0.00	-138.67	-5.53	-365.86	-60.77
17	0.70	0.00	0.00	-137.93	-6.69	-352.03	-60.15
18	0.80	0.00	0.00	-137.16	-7.83	-338.28	-59.43
19	0.90	0.00	0.00	-136.34	-8.98	-324.60	-58.59

n°	X	Nmin	Nmax	Tmin	Tmax	Mmin	Mmax
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
20	1.00	0.00	0.00	-135.47	-10.15	-311.01	-57.63
21	1.10	0.00	0.00	-134.57	-11.33	-297.51	-56.56
22	1.20	0.00	0.00	-133.62	-12.53	-284.10	-55.36
23	1.30	0.00	0.00	-132.62	-13.74	-270.78	-54.05
24	1.40	0.00	0.00	-131.59	-14.96	-257.57	-52.62
25	1.50	0.00	0.00	-130.51	-16.20	-244.47	-51.06
26	1.60	0.00	0.00	-129.29	-17.38	-231.48	-49.38
27	1.70	0.00	0.00	-127.87	-18.45	-218.62	-47.59
28	1.80	0.00	0.00	-126.22	-19.39	-205.91	-45.69
29	1.90	0.00	0.00	-124.36	-20.22	-193.38	-43.71
30	2.00	0.00	0.00	-122.29	-20.93	-181.05	-41.65
31	2.10	0.00	0.00	-119.99	-21.52	-168.93	-39.53
32	2.20	0.00	0.00	-117.48	-21.99	-157.05	-37.35
33	2.30	0.00	0.00	-114.76	-22.34	-145.44	-35.13
34	2.40	0.00	0.00	-111.81	-22.58	-134.11	-32.89
35	2.50	0.00	0.00	-108.65	-22.69	-123.09	-30.62
36	2.60	0.00	0.00	-105.28	-22.69	-112.39	-28.35
37	2.70	0.00	0.00	-101.68	-22.56	-102.04	-26.09
38	2.80	0.00	0.00	-97.88	-22.32	-92.06	-23.84
39	2.90	0.00	0.00	-93.85	-21.96	-82.47	-21.63
40	3.00	0.00	0.00	-89.61	-21.48	-73.29	-19.46
41	3.10	0.00	0.00	-85.15	-20.88	-64.56	-17.34
42	3.20	0.00	0.00	-80.47	-20.16	-56.27	-15.28
43	3.30	0.00	0.00	-75.58	-19.33	-48.47	-13.31
44	3.40	0.00	0.00	-70.48	-18.37	-41.16	-11.42
45	3.50	0.00	0.00	-65.15	-17.29	-34.38	-9.64
46	3.60	0.00	0.00	-59.61	-16.10	-28.14	-7.97
47	3.70	0.00	0.00	-53.85	-14.79	-22.46	-6.42
48	3.80	0.00	0.00	-47.88	-13.35	-17.38	-5.01
49	3.90	0.00	0.00	-41.69	-11.80	-12.90	-3.76
50	4.00	0.00	0.00	-35.28	-10.13	-9.05	-2.66
51	4.10	0.00	0.00	-28.66	-8.34	-5.85	-1.73
52	4.20	0.00	0.00	-21.82	-6.44	-3.32	-0.99
53	4.30	0.00	0.00	-14.76	-4.41	-1.49	-0.45
54	4.40	0.00	0.00	-7.49	-2.26	-0.38	-0.11
55	4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

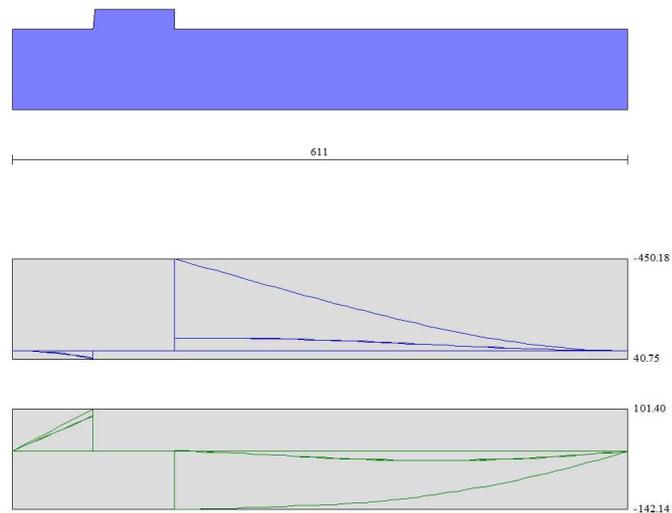


Fig. 10 - Fondazione

## Elenco ferri

### Simbologia adottata

n°	Indice del ferro
nf	numero ferri
D	diametro ferro espresso in [mm]
L	Lunghezza ferro espresso in [m]
P <sub>ferro</sub>	Peso ferro espresso in [kN]

### Computo metrico

	U.M.	Quantità	Prezzo unitario [Euro]	Importo [Euro]
Calcestruzzo in elevazione	[mc]	3.09	72.30	223.14
Calcestruzzo in fondazione	[mc]	4.89	61.97	302.93
Calcestruzzo magro	[mc]	44.17	46.48	2053.13
Casseformi	[mq]	715.15	13.94	9969.24
Scavo a sezione obbligata	[mc]	354.71	9.30	3298.83
<b>Totale muro</b>				<b>15847.28</b>
<b>Totale</b>				<b>15847.28</b>

**Indice**

Normative di riferimento	2
Richiami teorici	3
Calcolo della spinta sul muro	3
Valori caratteristici e valori di calcolo	3
Metodo di Culmann	3
Spinta in presenza di falda	3
Spinta in presenza di sisma	3
Verifica a ribaltamento	4
Verifica a scorrimento	4
Verifica al carico limite	5
Riduzione per eccentricità del carico	6
Riduzione per effetto piastra	6
Verifica alla stabilità globale	6
Dati	7
Materiali	7
Calcestruzzo armato	7
Acciai	7
Geometria profilo terreno a monte del muro	7
Falda	7
Geometria muro	7
Geometria paramento e fondazione	7
Descrizione terreni	8
Stratigrafia	8
Condizioni di carico	9
Normativa	9
Descrizione combinazioni di carico	10
Dati sismici	11
Opzioni di calcolo	12
Risultati per combinazione	13
Spinta e forze	13
Risultanti globali	14
Verifiche geotecniche	14
Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati	14
Verifica a scorrimento fondazione	14
Verifica a carico limite	15
Dettagli calcolo portanza	15
Verifica a ribaltamento	15
Sollecitazioni	15
Paramento	15
Fondazione	19
Risultati per involuppo	23
Spinta e forze	23
Risultanti globali	24
Verifiche geotecniche	24
Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati	24
Verifica a scorrimento fondazione	24
Verifica a carico limite	24
Dettagli calcolo portanza	24
Verifica a ribaltamento	25
Sollecitazioni	25
Paramento	25

---

Fondazione	26
Elenco ferri	28
Computo metrico	28

## Slide Analysis Information

### SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

#### Project Summary

---

File Name: R112\_sis20.slim  
 Slide Modeler Version: 7.029  
 Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program  
 Date Created: 28/10/2021, 15:45:35

#### General Settings

---

Units of Measurement: Metric Units  
 Time Units: days  
 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 (User Defined)  
 Name: A2+M2+R2 (SIS)

Type	Partial Factor
Permanent Actions: Unfavourable	1
Permanent Actions: Favourable	1
Variable Actions: Unfavourable	1
Variable Actions: Favourable	0
Effective cohesion	1
Coefficient of shearing resistance	1
Undrained strength	1
Weight density	1
Shear strength (other models)	1
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  
 Janbu simplified

Number of slices: 50  
 Tolerance: 0.005  
 Maximum number of iterations: 75  
 Check  $\alpha < 0.2$ : 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/m3]: 9.81  
 Use negative pore pressure cutoff: Yes  
 Maximum negative pore pressure [kPa]: 0  
 Advanced Groundwater Method: None

### Random Numbers

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

### Surface Options

Surface Type: Circular  
 Search Method: Slope Search  
 Number of Surfaces: 5000  
 Upper Angle: Not Defined  
 Lower Angle: Not Defined  
 Composite Surfaces: Disabled  
 Reverse Curvature: Invalid Surfaces  
 Minimum Elevation: Not Defined  
 Minimum Depth: Not Defined  
 Minimum Area [m2]: 15  
 Minimum Weight: Not Defined

### Seismic

Advanced seismic analysis: No  
 Staged pseudostatic analysis: No

### Loading

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.159  
 Seismic Load Coefficient (Vertical): 0.0797

1 Distributed Load present

#### Distributed Load 1

Distribution: Constant  
 Magnitude [kPa]: 12  
 Orientation: Vertical  
 Load Action: Variable

### Material Properties

Property	Rlempimento	coltre	cls
Color			
Strength Type	Mohr-Coulomb	Undrained	Infinite strength
Unit Weight [kN/m3]	19	20.5	20
Cohesion [kPa]	0		
Friction Angle [deg]	35		
Cohesion Type		90	
Water Surface	None	None	None
Ru Value	0	0	0

### Global Minimums

Method: bishop simplified

FS	1.211410
Center:	-5.773, 577.070
Radius:	10.926
Left Slip Surface Endpoint:	-6.877, 566.200
Right Slip Surface Endpoint:	2.733, 570.213
Resisting Moment:	2295.93 kN-m
Driving Moment:	1895.26 kN-m
Total Slice Area:	15.032 m2
Surface Horizontal Width:	9.61031 m
Surface Average Height:	1.56415 m

**Method: janbu simplified**

FS	1.107970
Center:	-4.430, 571.421
Radius:	5.641
Left Slip Surface Endpoint:	-6.566, 566.200
Right Slip Surface Endpoint:	1.080, 570.211
Resisting Horizontal Force:	173.659 kN
Driving Horizontal Force:	156.736 kN
Total Slice Area:	15.1119 m2
Surface Horizontal Width:	7.64597 m
Surface Average Height:	1.97646 m

**Valid / Invalid Surfaces**

**Method: bishop simplified**

Number of Valid Surfaces: 2065  
 Number of Invalid Surfaces: 2935

**Error Codes:**

Error Code -99 reported for 1903 surfaces  
 Error Code -101 reported for 1 surface  
 Error Code -113 reported for 8 surfaces  
 Error Code -114 reported for 1002 surfaces  
 Error Code -128 reported for 21 surfaces

**Method: janbu simplified**

Number of Valid Surfaces: 2065  
 Number of Invalid Surfaces: 2935

**Error Codes:**

Error Code -99 reported for 1903 surfaces  
 Error Code -101 reported for 1 surface  
 Error Code -113 reported for 8 surfaces  
 Error Code -114 reported for 1002 surfaces  
 Error Code -128 reported for 21 surfaces

**Error Codes**

The following errors were encountered during the computation:

- 99 = Slip surface intersects an infinite strength material. If infinite strength regions are defined for a model, a large number of potential slip surfaces may show this error code. This is Normal.
- 101 = Only one (or zero) surface / slope intersections.
- 113 = Surface intersects outside slope limits.
- 114 = Surface with Reverse Curvature.
- 128 = Surface volume below minimum volume.

**Slice Data**

Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.21141

--

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	0.192206	0.0325183	-5.29363	Rlempimento	0	35	0.11155	0.135133	0.19299	0	0.19299	0.182654	0.182654
2	0.192206	0.0943004	-4.28211	Rlempimento	0	35	0.320016	0.387671	0.55365	0	0.55365	0.529689	0.529689
3	0.192206	0.424617	-3.27192	Rlempimento	0	35	1.42574	1.72716	2.46664	0	2.46664	2.38513	2.38513
4	0.192206	0.92673	-2.26276	Rlempimento	0	35	3.07925	3.73023	5.3273	0	5.3273	5.20563	5.20563
5	0.192206	1.41646	-1.25429	Rlempimento	0	35	4.65801	5.64276	8.05868	0	8.05868	7.95669	7.95669
6	0.192206	1.89384	0.246213	Rlempimento	0	35	6.16443	7.46765	10.6649	0	10.6649	10.6384	10.6384
7	0.192206	2.35886	0.761789	Rlempimento	0	35	7.60069	9.20755	13.1498	0	13.1498	13.2508	13.2508
8	0.192206	2.81153	1.77003	Rlempimento	0	35	8.9688	10.8649	15.5167	0	15.5167	15.7939	15.7939
9	0.192206	3.25183	2.77881	Rlempimento	0	35	10.2707	12.442	17.769	0	17.769	18.2675	18.2675
10	0.192206	3.67974	3.78846	Rlempimento	0	35	11.5079	13.9408	19.9096	0	19.9096	20.6716	20.6716
11	0.192206	4.09522	4.79929	Rlempimento	0	35	12.6822	15.3633	21.9411	0	21.9411	23.0059	23.0059
12	0.192206	4.49821	5.81162	Rlempimento	0	35	13.7948	16.7112	23.8661	0	23.8661	25.2701	25.2701
13	0.192206	4.88866	6.82577	Rlempimento	0	35	14.8472	17.9861	25.6868	0	25.6868	27.464	27.464
14	0.192206	5.2665	7.84208	Rlempimento	0	35	15.8405	19.1894	27.4053	0	27.4053	29.587	29.587
15	0.192206	5.63163	8.86088	Rlempimento	0	35	16.7758	20.3224	29.0233	0	29.0233	31.6386	31.6386
16	0.192206	5.98395	9.88251	Rlempimento	0	35	17.6541	21.3863	30.5429	0	30.5429	33.6184	33.6184
17	0.192206	6.32336	10.9073	Rlempimento	0	35	18.4762	22.3823	31.9653	0	31.9653	35.5257	35.5257
18	0.192206	6.64972	11.9357	Rlempimento	0	35	19.2431	23.3113	33.292	0	33.292	37.3597	37.3597
19	0.192206	6.9629	12.968	Rlempimento	0	35	19.9554	24.1742	34.5243	0	34.5243	39.1196	39.1196
20	0.192206	7.26273	14.0045	Rlempimento	0	35	20.6137	24.9717	35.6633	0	35.6633	40.8046	40.8046
21	0.192206	7.54904	15.0458	Rlempimento	0	35	21.2187	25.7046	36.71	0	36.71	42.4137	42.4137
22	0.192206	7.82163	16.0922	Rlempimento	0	35	21.7708	26.3734	37.6651	0	37.6651	43.9458	43.9458
23	0.192206	8.0803	17.1442	Rlempimento	0	35	22.2705	26.9787	38.5295	0	38.5295	45.3996	45.3996
24	0.192206	8.32481	18.2021	Rlempimento	0	35	22.718	27.5208	39.3037	0	39.3037	46.7739	46.7739
25	0.192206	8.55491	19.2665	Rlempimento	0	35	23.1136	28.0001	39.9882	0	39.9882	48.0673	48.0673
26	0.192206	8.77033	20.3379	Rlempimento	0	35	23.4576	28.4168	40.5834	0	40.5834	49.2782	49.2782
27	0.192206	8.97077	21.4167	Rlempimento	0	35	23.7502	28.7712	41.0895	0	41.0895	50.405	50.405
28	0.192206	9.15589	22.5036	Rlempimento	0	35	23.9912	29.0632	41.5065	0	41.5065	51.4458	51.4458
29	0.192206	9.32535	23.5991	Rlempimento	0	35	24.1809	29.293	41.8347	0	41.8347	52.3986	52.3986
30	0.192206	9.47876	24.7038	Rlempimento	0	35	24.319	29.4603	42.0737	0	42.0737	53.2611	53.2611
31	0.192206	9.61569	25.8184	Rlempimento	0	35	24.4055	29.5651	42.2234	0	42.2234	54.0311	54.0311
32	0.192206	9.73568	26.9436	Rlempimento	0	35	24.4403	29.6072	42.2834	0	42.2834	54.7061	54.7061
33	0.192206	9.83823	28.0802	Rlempimento	0	35	24.4229	29.5861	42.2533	0	42.2533	55.283	55.283
34	0.192206	9.75777	29.2289	Rlempimento	0	35	23.9479	29.0107	41.4316	0	41.4316	54.8315	54.8315
35	0.192206	9.36233	30.3907	Rlempimento	0	35	22.7105	27.5117	39.2908	0	39.2908	52.61	52.61
36	0.192206	8.94168	31.5664	Rlempimento	0	35	21.4321	25.963	37.0791	0	37.0791	50.2468	50.2468
37	0.192206	8.50105	32.7572	Rlempimento	0	35	20.1272	24.3823	34.8215	0	34.8215	47.7714	47.7714
38	0.192206	8.03965	33.9641	Rlempimento	0	35	19.5646	23.7007	33.8481	0	33.8481	47.0268	47.0268
39	0.192206	7.55658	35.1884	Rlempimento	0	35	22.3677	27.0965	38.6978	0	38.6978	54.4697	54.4697
40	0.192206	7.05087	36.4315	Rlempimento	0	35	20.9176	25.3398	36.189	0	36.189	51.6285	51.6285
41	0.192206	6.52143	37.6948	Rlempimento	0	35	19.4397	23.5494	33.632	0	33.632	48.6539	48.6539
42	0.192206	5.96704	38.9801	Rlempimento	0	35	17.9338	21.7252	31.0268	0	31.0268	45.5389	45.5389
43	0.192206	5.38632	40.2891	Rlempimento	0	35	16.4	19.8671	28.3732	0	28.3732	42.276	42.276
44	0.192206	4.77775	41.624	Rlempimento	0	35	14.8382	17.9752	25.6713	0	25.6713	38.8564	38.8564
45	0.192206	4.13957	42.9872	Rlempimento	0	35	13.2487	16.0496	22.9213	0	22.9213	35.2703	35.2703
46	0.192206	3.46979	44.3813	Rlempimento	0	35	11.6317	14.0907	20.1235	0	20.1235	31.5066	31.5066
47	0.192206	2.76611	45.8095	Rlempimento	0	35	9.98729	12.0987	17.2787	0	17.2787	27.5523	27.5523
48	0.192206	2.0259	47.2753	Rlempimento	0	35	8.31634	10.0745	14.3879	0	14.3879	23.3925	23.3925
49	0.192206	1.24604	48.783	Rlempimento	0	35	6.61974	8.01922	11.4526	0	11.4526	19.0098	19.0098
50	0.192206	0.422894	50.3375	Rlempimento	0	35	4.89873	5.93437	8.47515	0	8.47515	14.3836	14.3836

Global Minimum Query (janbu simplified) - Safety Factor: 1.10797

--

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	0.152919	0.152201	-21.4138	Rlempimento	0	35	0.902894	1.00038	1.42869	0	1.42869	1.0746	1.0746
2	0.152919	0.598598	-19.7545	Rlempimento	0	35	3.45508	3.82813	5.46714	0	5.46714	4.22633	4.22633
3	0.152919	1.04739	-18.1123	Rlempimento	0	35	5.89122	6.5273	9.32198	0	9.32198	7.39503	7.39503
4	0.152919	1.48215	-16.4854	Rlempimento	0	35	8.13472	9.01303	12.872	0	12.872	10.4646	10.4646
5	0.152919	1.90323	-14.872	Rlempimento	0	35	10.2049	11.3067	16.1476	0	16.1476	13.4376	13.4376
6	0.152919	2.31097	-13.2707	Rlempimento	0	35	12.1177	13.4261	19.1745	0	19.1745	16.3165	16.3165
7	0.152919	2.70564	-11.6798	Rlempimento	0	35	13.8869	15.3863	21.9739	0	21.9739	19.1031	19.1031
8	0.152919	3.08748	-10.098	Rlempimento	0	35	15.5236	17.1997	24.5638	0	24.5638	21.7991	21.7991
9	0.152919	3.45669	-8.524	Rlempimento	0	35	17.0377	18.8773	26.9596	0	26.9596	24.406	24.406
10	0.152919	3.81344	-6.95643	Rlempimento	0	35	18.4375	20.4282	29.1745	0	29.1745	26.9249	26.9249
11	0.152919	4.15787	-5.39408	Rlempimento	0	35	19.73	21.8603	31.2198	0	31.2198	29.3568	29.3568
12	0.152919	4.49009	-3.83575	Rlempimento	0	35	20.9216	23.1805	33.1052	0	33.1052	31.7025	31.7025
13	0.152919	4.81018	-2.28025	Rlempimento	0	35	22.0175	24.3947	34.8393	0	34.8393	33.9626	33.9626
14	0.152919	5.11819	-0.726438	Rlempimento	0	35	23.0224	25.5081	36.4293	0	36.4293	36.1374	36.1374
15	0.152919	5.41415	0.826842	Rlempimento	0	35	23.9402	26.525	37.8816	0	37.8816	38.2271	38.2271
16	0.152919	5.69806	2.38073	Rlempimento	0	35	24.7744	27.4493	39.2017	0	39.2017	40.2317	40.2317
17	0.152919	5.96989	3.93637	Rlempimento	0	35	25.5282	28.2845	40.3944	0	40.3944	42.151	42.151
18	0.152919	6.22958	5.49493	Rlempimento	0	35	26.204	29.0333	41.4639	0	41.4639	43.9847	43.9847
19	0.152919	6.47706	7.05758	Rlempimento	0	35	26.8042	29.6983	42.4136	0	42.4136	45.7321	45.7321
20	0.152919	6.71221	8.62553	Rlempimento	0	35	27.3307	30.2816	43.2466	0	43.2466	47.3924	47.3924
21	0.152919	6.93489	10.2	Rlempimento	0	35	27.785	30.785	43.9655	0	43.9655	48.9648	48.9648
22	0.152919	7.14493	11.7823	Rlempimento	0	35	28.1685	31.2098	44.5722	0	44.5722	50.4479	50.4479
23	0.152919	7.34212	13.3738	Rlempimento	0	35	28.4822	31.5574	45.0686	0	45.0686	51.8403	51.8403
24	0.152919	7.52623	14.9759	Rlempimento	0	35	28.7269	31.8285	45.4558	0	45.4558	53.1402	53.1402
25	0.152919	7.69697	16.5901	Rlempimento	0	35	28.9032	32.0239	45.7349	0	45.7349	54.3459	54.3459
26	0.152919	7.85402	18.218	Rlempimento	0	35	29.0115	32.1439	45.9062	0	45.9062	55.4548	55.4548
27	0.152919	7.997	19.8612	Rlempimento	0	35	29.0519	32.1886	45.9701	0	45.9701	56.4645	56.4645
28	0.152919	8.1255	21.5217	Rlempimento	0	35	29.0242	32.1579	45.9263	0	45.9263	57.3719	57.3719
29	0.152919	8.23903	23.2013	Rlempimento	0	35	28.928	32.0514	45.7741	0	45.7741	58.1735	58.1735
30	0.152919	8.33703	24.9024	Rlempimento	0	35	28.7629	31.8684	45.5127	0	45.5127	58.8655	58.8655
31	0.152919	8.41887	26.6273	Rlempimento	0	35	28.5278	31.6079	45.1408	0	45.1408	59.4434	59.4434
32	0.152919	8.48383	28.3787	Rlempimento	0	35	28.2216	31.2687	44.6564	0	44.6564	59.9022	59.9022
33	0.152919	8.53108	30.1595	Rlempimento	0	35	27.843	30.8492	44.0573	0	44.0573	60.2359	60.2359
34	0.152919	8.55968	31.9731	Rlempimento	0	35	27.3901	30.3474	43.3406	0	43.3406	60.4379	60.4379
35	0.152919	8.56851	33.8233	Rlempimento	0	35	26.8607	29.7608	42.5029	0	42.5029	60.5004	60.5004
36	0.152919	8.55629	35.7146	Rlempimento	0	35	26.2522	29.0866	41.54	0	41.54	60.4142	60.4142
37	0.152919	8.52153	37.6519	Rlempimento	0	35	25.5614	28.3213	40.447	0	40.447	60.1688	60.1688
38	0.152919	8.46243	39.6412	Rlempimento	0	35	24.7847	27.4607	39.2179	0	39.2179	59.7516	59.7516
39	0.152919	8.37687	41.6896	Rlempimento	0	35	23.9174	26.4998	37.8457	0	37.8457	59.1476	59.1476
40	0.152919	8.24355	43.8057	Rlempimento	0	35	22.9023	25.3751	36.2395	0	36.2395	58.2064	58.2064
41	0.152919	7.86232	45.9997	Rlempimento	0	35	21.2061	23.4957	33.5554	0	33.5554	55.5147	55.5147
42	0.152919	7.38359	48.2847	Rlempimento	0	35	19.2797	21.3613	30.5071	0	30.5071	52.1345	52.1345
43	0.152919	6.8637	50.6773	Rlempimento	0	35	17.2892	19.1559	27.3575	0	27.3575	48.4637	48.4637
44	0.152919	6.29607	53.1992	Rlempimento	0	35	15.2297	16.874	24.0986	0	24.0986	44.4559	44.4559
45	0.152919	5.67176	55.8802	Rlempimento	0	35	13.095	14.5089	20.7209	0	20.7209	40.0478	40.0478
46	0.152919	4.97813	58.7623	Rlempimento	0	35	12.6074	13.9686	19.9492	0	19.9492	40.7356	40.7356
47	0.152919	4.19616	61.9093	Rlempimento	0	35	12.0459	13.3465	19.0607	0	19.0607	41.6295	41.6295
48	0.152919	3.29464	65.4264	Rlempimento	0	35	9.35585	10.366	14.8042	0	14.8042	35.264	35.264
49	0.152919	2.21475	69.5133	Rlempimento	0	35	6.48978	7.19048	10.2691	0	10.2691	27.6391	27.6391
50	0.152919	0.810206	74.6715	Rlempimento	0	35	3.3881	3.75391	5.36113	0	5.36113	17.7217	17.7217

**Interslice Data**

Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.21141

Interslice Data Table Content
-------------------------------

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	-6.87704	566.2	0	0	0
2	-6.68484	566.182	0.0196781	0	0
3	-6.49263	566.168	0.0740783	0	0
4	-6.30042	566.157	0.307333	0	0
5	-6.10822	566.149	0.791491	0	0
6	-5.91601	566.145	1.49427	0	0
7	-5.72381	566.144	2.3852	0	0
8	-5.5316	566.147	3.43545	0	0
9	-5.33939	566.153	4.61778	0	0
10	-5.14719	566.162	5.90638	0	0
11	-4.95498	566.175	7.27681	0	0
12	-4.76277	566.191	8.70589	0	0
13	-4.57057	566.21	10.1716	0	0
14	-4.37836	566.233	11.6532	0	0
15	-4.18616	566.26	13.1309	0	0
16	-3.99395	566.29	14.5858	0	0
17	-3.80174	566.323	16.0003	0	0
18	-3.60954	566.36	17.3574	0	0
19	-3.41733	566.401	18.6411	0	0
20	-3.22512	566.445	19.8362	0	0
21	-3.03292	566.493	20.9285	0	0
22	-2.84071	566.545	21.9044	0	0
23	-2.64851	566.6	22.7511	0	0
24	-2.4563	566.66	23.4565	0	0
25	-2.26409	566.723	24.0094	0	0
26	-2.07189	566.79	24.3992	0	0
27	-1.87968	566.861	24.616	0	0
28	-1.68747	566.937	24.6507	0	0
29	-1.49527	567.016	24.4948	0	0
30	-1.30306	567.1	24.1407	0	0
31	-1.11085	567.189	23.5813	0	0
32	-0.918648	567.282	22.8105	0	0
33	-0.726442	567.379	21.8228	0	0
34	-0.534236	567.482	20.6136	0	0
35	-0.342029	567.589	19.203	0	0
36	-0.149823	567.702	17.6445	0	0
37	0.0423831	567.82	15.9579	0	0
38	0.234589	567.944	14.1633	0	0
39	0.426796	568.073	12.258	0	0
40	0.619002	568.209	10.1053	0	0
41	0.811208	568.351	7.86511	0	0
42	1.00341	568.499	5.56433	0	0
43	1.19562	568.655	3.23214	0	0
44	1.38783	568.818	0.900501	0	0
45	1.58003	568.989	-1.39549	0	0
46	1.77224	569.168	-3.6171	0	0
47	1.96445	569.356	-5.72138	0	0
48	2.15665	569.554	-7.66045	0	0
49	2.34886	569.762	-9.38058	0	0
50	2.54106	569.981	-10.8211	0	0
51	2.73327	570.213	0	0	0

Global Minimum Query (janbu simplified) - Safety Factor: 1.10797



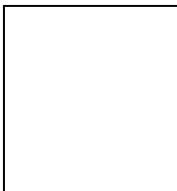
Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	-6.56591	566.2	0	0	0
2	-6.41299	566.14	0.199536	0	0
3	-6.26007	566.085	0.932899	0	0
4	-6.10715	566.035	2.13343	0	0
5	-5.95423	565.99	3.72412	0	0
6	-5.80131	565.949	5.63762	0	0
7	-5.64839	565.913	7.81459	0	0
8	-5.49547	565.882	10.2024	0	0
9	-5.34256	565.854	12.7541	0	0
10	-5.18964	565.831	15.4275	0	0
11	-5.03672	565.813	18.1847	0	0
12	-4.8838	565.798	20.9912	0	0
13	-4.73088	565.788	23.8157	0	0
14	-4.57796	565.782	26.6296	0	0
15	-4.42504	565.78	29.4067	0	0
16	-4.27212	565.782	32.1228	0	0
17	-4.1192	565.789	34.7557	0	0
18	-3.96628	565.799	37.2848	0	0
19	-3.81336	565.814	39.6911	0	0
20	-3.66044	565.833	41.9568	0	0
21	-3.50752	565.856	44.0653	0	0
22	-3.3546	565.883	46.0015	0	0
23	-3.20168	565.915	47.7508	0	0
24	-3.04876	565.952	49.2999	0	0
25	-2.89584	565.993	50.6363	0	0
26	-2.74292	566.038	51.7483	0	0
27	-2.59	566.089	52.625	0	0
28	-2.43709	566.144	53.2563	0	0
29	-2.28417	566.204	53.6328	0	0
30	-2.13125	566.27	53.7457	0	0
31	-1.97833	566.341	53.5871	0	0
32	-1.82541	566.417	53.1497	0	0
33	-1.67249	566.5	52.427	0	0
34	-1.51957	566.589	51.4131	0	0
35	-1.36665	566.684	50.1031	0	0
36	-1.21373	566.787	48.493	0	0
37	-1.06081	566.897	46.5796	0	0
38	-0.90789	567.015	44.361	0	0
39	-0.754971	567.141	41.8366	0	0
40	-0.602052	567.277	39.0073	0	0
41	-0.449132	567.424	35.8831	0	0
42	-0.296213	567.582	32.562	0	0
43	-0.143293	567.754	29.1028	0	0
44	0.00962637	567.941	25.5479	0	0
45	0.162546	568.145	21.9497	0	0
46	0.315465	568.371	18.3736	0	0
47	0.468385	568.623	14.4801	0	0
48	0.621304	568.909	10.1938	0	0
49	0.774224	569.244	6.14979	0	0
50	0.927143	569.653	2.58692	0	0
51	1.08006	570.211	0	0	0

**List Of Coordinates**

**Distributed Load**

X	Y
10.4551	570.222
0.397212	570.21

**External Boundary**



X	Y
-36.6734	557.563
-42.9972	555.512
-42.9972	550
16.5871	550
16.5871	566.389
16.5871	570.229
-0.503549	570.209
-6.51434	566.2
-8.01434	566.2
-8.01434	566.307
-8.4158	566.307
-8.82711	561.497

**Material Boundary**

X	Y
-8.01434	561.251
-8.84813	561.251
-9.80226	561.251
-9.80226	560.4
-3.7	560.4
-3.7	561.251
-8.01434	561.251
-8.01434	561.632
-8.01434	566.2

**Material Boundary**

X	Y
-8.84813	561.251
-8.82711	561.497

**Material Boundary**

X	Y
-8.01434	561.632
-4.7338	562.552
16.5871	566.389

## Slide Analysis Information

### SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

#### Project Summary

File Name: RI12\_stat2.slim  
 Slide Modeler Version: 7.038  
 Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program  
 Date Created: 28/10/2021, 15:45:35

#### General Settings

Units of Measurement: Metric Units  
 Time Units: days  
 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 (User Defined)  
 Name: A2+M2+R2

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
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  
 GLE/Morgenstern-Price with interslice force function (Half Sine)

Number of slices: 50  
 Tolerance: 0.005  
 Maximum number of iterations: 75  
 Check  $\alpha < 0.2$ : 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/m3]: 9.81  
 Use negative pore pressure cutoff: Yes  
 Maximum negative pore pressure [kPa]: 0  
 Advanced Groundwater Method: None

## Random Numbers

---

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

## Surface Options

---

Surface Type: Circular  
 Search Method: Slope Search  
 Number of Surfaces: 5000  
 Upper Angle: Not Defined  
 Lower Angle: Not Defined  
 Composite Surfaces: Disabled  
 Reverse Curvature: Invalid Surfaces  
 Minimum Elevation: Not Defined  
 Minimum Depth: Not Defined  
 Minimum Area [m2]: 10  
 Minimum Weight: Not Defined

## Seismic

---

Advanced seismic analysis: No  
 Staged pseudostatic analysis: No

## Loading

---

1 Distributed Load present

### Distributed Load 1

Distribution: Constant  
 Magnitude [kPa]: 20  
 Orientation: Vertical  
 Load Action: Variable

## Material Properties

---

Property	Rlempimento	coltre	cls
Color			
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Infinite strength
Unit Weight [kN/m3]	19	20.5	20
Cohesion [kPa]	0	8	
Friction Angle [deg]	35	27	
Water Surface	None	None	None
Ru Value	0	0	0

## Global Minimums

---

Method: bishop simplified

FS	1.106630
Center:	-6.022, 573.870
Radius:	7.809
Left Slip Surface Endpoint:	-7.491, 566.200
Right Slip Surface Endpoint:	0.877, 570.211
Resisting Moment:	859.835 kN-m
Driving Moment:	776.988 kN-m
Total Slice Area:	10.4535 m <sup>2</sup>
Surface Horizontal Width:	8.3679 m
Surface Average Height:	1.24924 m

### Method: gle/morgenstern-price

FS	1.107810
Center:	-6.022, 573.870
Radius:	7.809
Left Slip Surface Endpoint:	-7.491, 566.200
Right Slip Surface Endpoint:	0.877, 570.211
Resisting Moment:	860.755 kN-m
Driving Moment:	776.988 kN-m
Resisting Horizontal Force:	94.0848 kN
Driving Horizontal Force:	84.9286 kN
Total Slice Area:	10.4535 m <sup>2</sup>
Surface Horizontal Width:	8.3679 m
Surface Average Height:	1.24924 m

### Valid / Invalid Surfaces

#### Method: bishop simplified

Number of Valid Surfaces: 2080  
Number of Invalid Surfaces: 2920

#### Error Codes:

Error Code -99 reported for 1903 surfaces  
Error Code -101 reported for 1 surface  
Error Code -113 reported for 8 surfaces  
Error Code -114 reported for 1002 surfaces  
Error Code -128 reported for 6 surfaces

#### Method: gle/morgenstern-price

Number of Valid Surfaces: 2080  
Number of Invalid Surfaces: 2920

#### Error Codes:

Error Code -99 reported for 1903 surfaces  
Error Code -101 reported for 1 surface  
Error Code -113 reported for 8 surfaces  
Error Code -114 reported for 1002 surfaces  
Error Code -128 reported for 6 surfaces

#### Error Codes

The following errors were encountered during the computation:

- 99 = Slip surface intersects an infinite strength material. If infinite strength regions are defined for a model, a large number of potential slip surfaces may show this error code. This is Normal.
- 101 = Only one (or zero) surface / slope intersections.
- 113 = Surface intersects outside slope limits.
- 114 = Surface with Reverse Curvature.
- 128 = Surface volume below minimum volume.

### Slice Data

Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.10663

--

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	0.167358	0.0479674	-10.2191	Rlempimento	0	29.2561	0.159644	0.176667	0.315384	0	0.315384	0.286604	0.286604
2	0.167358	0.137953	-8.97366	Rlempimento	0	29.2561	0.453487	0.501842	0.895883	0	0.895883	0.824271	0.824271
3	0.167358	0.2161	-7.73248	Rlempimento	0	29.2561	0.701835	0.776672	1.38651	0	1.38651	1.29121	1.29121
4	0.167358	0.282522	-6.49494	Rlempimento	0	29.2561	0.906753	1.00344	1.79132	0	1.79132	1.68809	1.68809
5	0.167358	0.337313	-5.26043	Rlempimento	0	29.2561	1.07009	1.18419	2.114	0	2.114	2.01548	2.01548
6	0.167358	0.385448	-4.02837	Rlempimento	0	29.2561	1.2089	1.33781	2.38824	0	2.38824	2.3031	2.3031
7	0.167358	0.648739	-2.79818	Rlempimento	0	29.2561	2.01193	2.22646	3.97465	0	3.97465	3.87631	3.87631
8	0.167358	1.02399	-1.56928	Rlempimento	0	29.2561	3.14069	3.47558	6.20455	0	6.20455	6.1185	6.1185
9	0.167358	1.38782	0.341094	Rlempimento	0	29.2561	4.21027	4.65921	8.31753	0	8.31753	8.29247	8.29247
10	0.167358	1.74023	0.886931	Rlempimento	0	29.2561	5.2226	5.77949	10.3175	0	10.3175	10.3983	10.3983
11	0.167358	2.08124	2.11536	Rlempimento	0	29.2561	6.17943	6.83834	12.2077	0	12.2077	12.436	12.436
12	0.167358	2.41082	3.34477	Rlempimento	0	29.2561	7.08231	7.8375	13.9914	0	13.9914	14.4053	14.4053
13	0.167358	2.72892	4.57572	Rlempimento	0	29.2561	7.93267	8.77853	15.6713	0	15.6713	16.3061	16.3061
14	0.167358	3.03551	5.80879	Rlempimento	0	29.2561	8.73175	9.66282	17.2499	0	17.2499	18.1382	18.1382
15	0.167358	3.33052	7.04457	Rlempimento	0	29.2561	9.48068	10.4916	18.7295	0	18.7295	19.901	19.901
16	0.167358	3.61385	8.28366	Rlempimento	0	29.2561	10.1805	11.266	20.1119	0	20.1119	21.5941	21.5941
17	0.167358	3.88541	9.52666	Rlempimento	0	29.2561	10.832	11.987	21.3991	0	21.3991	23.2169	23.2169
18	0.167358	4.14508	10.7742	Rlempimento	0	29.2561	11.4361	12.6555	22.5924	0	22.5924	24.7686	24.7686
19	0.167358	4.39271	12.0269	Rlempimento	0	29.2561	11.9933	13.2722	23.6933	0	23.6933	26.2484	26.2484
20	0.167358	4.62815	13.2855	Rlempimento	0	29.2561	12.5044	13.8377	24.7028	0	24.7028	27.6554	27.6554
21	0.167358	4.85121	14.5507	Rlempimento	0	29.2561	12.9696	14.3525	25.6219	0	25.6219	28.9883	28.9883
22	0.167358	5.06169	15.8232	Rlempimento	0	29.2561	13.3895	14.8172	26.4515	0	26.4515	30.2462	30.2462
23	0.167358	5.25935	17.1037	Rlempimento	0	29.2561	13.7643	15.232	27.192	0	27.192	31.4275	31.4275
24	0.167358	5.44395	18.3931	Rlempimento	0	29.2561	14.0943	15.5972	27.844	0	27.844	32.5306	32.5306
25	0.167358	5.6152	19.6923	Rlempimento	0	29.2561	14.3797	15.913	28.4076	0	28.4076	33.5541	33.5541
26	0.167358	5.77277	21.002	Rlempimento	0	29.2561	14.6203	16.1793	28.883	0	28.883	34.4958	34.4958
27	0.167358	5.91632	22.3234	Rlempimento	0	29.2561	14.8162	16.3961	29.2701	0	29.2701	35.3537	35.3537
28	0.167358	6.04545	23.6574	Rlempimento	0	29.2561	14.9673	16.5633	29.5686	0	29.5686	36.1255	36.1255
29	0.167358	6.15973	25.0052	Rlempimento	0	29.2561	15.0733	16.6806	29.778	0	29.778	36.8085	36.8085
30	0.167358	6.25868	26.3679	Rlempimento	0	29.2561	15.1341	16.7478	29.8979	0	29.8979	37.4	37.4
31	0.167358	6.34176	27.747	Rlempimento	0	29.2561	15.149	16.7643	29.9274	0	29.9274	37.8966	37.8966
32	0.167358	6.40838	29.1437	Rlempimento	0	29.2561	15.1176	16.7296	29.8654	0	29.8654	38.2948	38.2948
33	0.167358	6.45786	30.5597	Rlempimento	0	29.2561	15.0393	16.6429	29.7107	0	29.7107	38.5906	38.5906
34	0.167358	6.48946	31.9966	Rlempimento	0	29.2561	14.9134	16.5036	29.4619	0	29.4619	38.7796	38.7796
35	0.167358	6.50234	33.4565	Rlempimento	0	29.2561	14.739	16.3106	29.1174	0	29.1174	38.8568	38.8568
36	0.167358	6.49556	34.9414	Rlempimento	0	29.2561	14.5151	16.0628	28.675	0	28.675	38.8165	38.8165
37	0.167358	6.46805	36.4537	Rlempimento	0	29.2561	14.2404	15.7589	28.1326	0	28.1326	38.6522	38.6522
38	0.167358	6.41859	37.9962	Rlempimento	0	29.2561	13.914	15.3976	27.4875	0	27.4875	38.3568	38.3568
39	0.167358	6.34578	39.5718	Rlempimento	0	29.2561	13.534	14.9771	26.7369	0	26.7369	37.9219	37.9219
40	0.167358	6.24803	41.1841	Rlempimento	0	29.2561	13.0988	14.4955	25.8772	0	25.8772	37.3379	37.3379
41	0.167358	6.12346	42.8372	Rlempimento	0	29.2561	12.6065	13.9507	24.9047	0	24.9047	36.5936	36.5936
42	0.167358	5.95878	44.5359	Rlempimento	0	29.2561	12.0325	13.3155	23.7706	0	23.7706	35.6098	35.6098
43	0.167358	5.51885	46.2857	Rlempimento	0	29.2561	10.9156	12.0795	21.5641	0	21.5641	32.9809	32.9809
44	0.167358	4.94468	48.0934	Rlempimento	0	29.2561	9.56363	10.5834	18.8933	0	18.8933	29.5497	29.5497
45	0.167358	4.33207	49.9672	Rlempimento	0	29.2561	8.1774	9.04936	16.1548	0	16.1548	25.8889	25.8889
46	0.167358	3.67639	51.9172	Rlempimento	0	29.2561	6.75671	7.47718	13.3481	0	13.3481	21.9706	21.9706
47	0.167358	2.9718	53.9561	Rlempimento	0	29.2561	5.30197	5.86732	10.4743	0	10.4743	17.7601	17.7601
48	0.167358	2.21079	56.1005	Rlempimento	0	29.2561	10.3322	11.4339	20.4116	0	20.4116	35.7878	35.7878
49	0.167358	1.38339	58.3722	Rlempimento	0	29.2561	9.52206	10.5374	18.8112	0	18.8112	34.2722	34.2722
50	0.167358	0.475825	60.8017	Rlempimento	0	29.2561	7.66241	8.47945	15.1374	0	15.1374	28.8486	28.8486

Global Minimum Query (gle/morgenstern-price) - Safety Factor: 1.10781

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	0.167358	0.0479674	-10.2191	Rlempimento	0	29.2561	0.165135	0.182938	0.326578	0	0.326578	0.296809	0.296809
2	0.167358	0.137953	-8.97366	Rlempimento	0	29.2561	0.490357	0.543222	0.969753	0	0.969753	0.892319	0.892319
3	0.167358	0.2161	-7.73248	Rlempimento	0	29.2561	0.795325	0.881069	1.57287	0	1.57287	1.46488	1.46488
4	0.167358	0.282522	-6.49494	Rlempimento	0	29.2561	1.07451	1.19035	2.12499	0	2.12499	2.00267	2.00267
5	0.167358	0.337313	-5.26043	Rlempimento	0	29.2561	1.32204	1.46457	2.61452	0	2.61452	2.4928	2.4928
6	0.167358	0.385448	-4.02837	Rlempimento	0	29.2561	1.55037	1.71752	3.0661	0	3.0661	2.95691	2.95691
7	0.167358	0.648739	-2.79818	Rlempimento	0	29.2561	2.58376	2.86231	5.10976	0	5.10976	4.98348	4.98348
8	0.167358	1.02399	-1.56928	Rlempimento	0	29.2561	4.06247	4.50044	8.03413	0	8.03413	7.92283	7.92283
9	0.167358	1.38782	0.341094	Rlempimento	0	29.2561	5.52108	6.11631	10.9187	0	10.9187	10.8859	10.8859
10	0.167358	1.74023	0.886931	Rlempimento	0	29.2561	6.93935	7.68748	13.7235	0	13.7235	13.831	13.831
11	0.167358	2.08124	2.11536	Rlempimento	0	29.2561	8.29794	9.19254	16.4104	0	16.4104	16.7169	16.7169
12	0.167358	2.41082	3.34477	Rlempimento	0	29.2561	9.57908	10.6118	18.9441	0	18.9441	19.504	19.504
13	0.167358	2.72892	4.57572	Rlempimento	0	29.2561	10.7674	11.9282	21.294	0	21.294	22.1557	22.1557
14	0.167358	3.03551	5.80879	Rlempimento	0	29.2561	11.8496	13.1271	23.4344	0	23.4344	24.6398	24.6398
15	0.167358	3.33052	7.04457	Rlempimento	0	29.2561	12.8158	14.1975	25.3452	0	25.3452	26.9289	26.9289
16	0.167358	3.61385	8.28366	Rlempimento	0	29.2561	13.6589	15.1315	27.0126	0	27.0126	29.0012	29.0012
17	0.167358	3.88541	9.52666	Rlempimento	0	29.2561	14.3748	15.9246	28.4283	0	28.4283	30.8407	30.8407
18	0.167358	4.14508	10.7742	Rlempimento	0	29.2561	14.9624	16.5755	29.5904	0	29.5904	32.4376	32.4376
19	0.167358	4.39271	12.0269	Rlempimento	0	29.2561	15.4235	17.0863	30.5022	0	30.5022	33.7881	33.7881
20	0.167358	4.62815	13.2855	Rlempimento	0	29.2561	15.7622	17.4615	31.172	0	31.172	34.8939	34.8939
21	0.167358	4.85121	14.5507	Rlempimento	0	29.2561	15.9851	17.7084	31.6128	0	31.6128	35.7619	35.7619
22	0.167358	5.06169	15.8232	Rlempimento	0	29.2561	16.1003	17.8361	31.8408	0	31.8408	36.4037	36.4037
23	0.167358	5.25935	17.1037	Rlempimento	0	29.2561	16.1177	17.8553	31.8751	0	31.8751	36.8347	36.8347
24	0.167358	5.44395	18.3931	Rlempimento	0	29.2561	16.0478	17.7779	31.7369	0	31.7369	37.0731	37.0731
25	0.167358	5.6152	19.6923	Rlempimento	0	29.2561	15.902	17.6164	31.4485	0	31.4485	37.1398	37.1398
26	0.167358	5.77277	21.002	Rlempimento	0	29.2561	15.6917	17.3834	31.0325	0	31.0325	37.0566	37.0566
27	0.167358	5.91632	22.3234	Rlempimento	0	29.2561	15.4279	17.0912	30.511	0	30.511	36.8458	36.8458
28	0.167358	6.04545	23.6574	Rlempimento	0	29.2561	15.1215	16.7518	29.9051	0	29.9051	36.5296	36.5296
29	0.167358	6.15973	25.0052	Rlempimento	0	29.2561	14.7823	16.376	29.2342	0	29.2342	36.1289	36.1289
30	0.167358	6.25868	26.3679	Rlempimento	0	29.2561	14.419	15.9735	28.5157	0	28.5157	35.6633	35.6633
31	0.167358	6.34176	27.747	Rlempimento	0	29.2561	14.0391	15.5526	27.7643	0	27.7643	35.1496	35.1496
32	0.167358	6.40838	29.1437	Rlempimento	0	29.2561	13.6486	15.1201	26.9923	0	26.9923	34.6026	34.6026
33	0.167358	6.45786	30.5597	Rlempimento	0	29.2561	13.2526	14.6814	26.2091	0	26.2091	34.0341	34.0341
34	0.167358	6.48946	31.9966	Rlempimento	0	29.2561	12.8544	14.2402	25.4215	0	25.4215	33.4527	33.4527
35	0.167358	6.50234	33.4565	Rlempimento	0	29.2561	12.456	13.7989	24.6335	0	24.6335	32.8644	32.8644
36	0.167358	6.49556	34.9414	Rlempimento	0	29.2561	12.0582	13.3582	23.8469	0	23.8469	32.2718	32.2718
37	0.167358	6.46805	36.4537	Rlempimento	0	29.2561	11.6609	12.9181	23.0611	0	23.0611	31.6752	31.6752
38	0.167358	6.41859	37.9962	Rlempimento	0	29.2561	11.2629	12.4771	22.2739	0	22.2739	31.0722	31.0722
39	0.167358	6.34578	39.5718	Rlempimento	0	29.2561	10.862	12.033	21.4811	0	21.4811	30.4579	30.4579
40	0.167358	6.24803	41.1841	Rlempimento	0	29.2561	10.4556	11.5828	20.6774	0	20.6774	29.8255	29.8255
41	0.167358	6.12346	42.8372	Rlempimento	0	29.2561	10.0403	11.1228	19.8562	0	19.8562	29.1658	29.1658
42	0.167358	5.95878	44.5359	Rlempimento	0	29.2561	9.59217	10.6263	18.9699	0	18.9699	28.4079	28.4079
43	0.167358	5.51885	46.2857	Rlempimento	0	29.2561	8.69279	9.62996	17.1913	0	17.1913	26.2832	26.2832
44	0.167358	4.94468	48.0934	Rlempimento	0	29.2561	7.60642	8.42647	15.0428	0	15.0428	23.5184	23.5184
45	0.167358	4.33207	49.9672	Rlempimento	0	29.2561	6.50148	7.2024	12.8576	0	12.8576	20.5968	20.5968
46	0.167358	3.67639	51.9172	Rlempimento	0	29.2561	5.36615	5.94468	10.6124	0	10.6124	17.4603	17.4603
47	0.167358	2.9718	53.9561	Rlempimento	0	29.2561	4.18669	4.63806	8.27978	0	8.27978	14.033	14.033
48	0.167358	2.21079	56.1005	Rlempimento	0	29.2561	9.13758	10.1227	18.0708	0	18.0708	31.6692	31.6692
49	0.167358	1.38339	58.3722	Rlempimento	0	29.2561	8.78356	9.73052	17.3708	0	17.3708	31.6327	31.6327
50	0.167358	0.475825	60.8017	Rlempimento	0	29.2561	7.41799	8.21772	14.6702	0	14.6702	27.944	27.944

### Interslice Data

Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.10663

--

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	-7.49068	566.2	0	0	0
2	-7.32332	566.17	0.0362223	0	0
3	-7.15596	566.143	0.135763	0	0
4	-6.98861	566.121	0.284681	0	0
5	-6.82125	566.102	0.470503	0	0
6	-6.65389	566.086	0.682093	0	0
7	-6.48653	566.074	0.912481	0	0
8	-6.31917	566.066	1.28157	0	0
9	-6.15182	566.062	1.83543	0	0
10	-5.98446	566.061	2.54806	0	0
11	-5.8171	566.063	3.39502	0	0
12	-5.64974	566.069	4.35332	0	0
13	-5.48238	566.079	5.40128	0	0
14	-5.31503	566.093	6.51845	0	0
15	-5.14767	566.11	7.68551	0	0
16	-4.98031	566.13	8.8842	0	0
17	-4.81295	566.155	10.0973	0	0
18	-4.64559	566.183	11.3083	0	0
19	-4.47824	566.215	12.502	0	0
20	-4.31088	566.25	13.6636	0	0
21	-4.14352	566.29	14.7793	0	0
22	-3.97616	566.333	15.8359	0	0
23	-3.8088	566.381	16.8213	0	0
24	-3.64145	566.432	17.7236	0	0
25	-3.47409	566.488	18.5319	0	0
26	-3.30673	566.548	19.236	0	0
27	-3.13937	566.612	19.8261	0	0
28	-2.97202	566.681	20.2934	0	0
29	-2.80466	566.754	20.6294	0	0
30	-2.6373	566.832	20.8266	0	0
31	-2.46994	566.915	20.8781	0	0
32	-2.30258	567.003	20.7776	0	0
33	-2.13523	567.096	20.5196	0	0
34	-1.96787	567.195	20.0997	0	0
35	-1.80051	567.3	19.5139	0	0
36	-1.63315	567.41	18.7596	0	0
37	-1.46579	567.527	17.8348	0	0
38	-1.29844	567.651	16.7391	0	0
39	-1.13108	567.782	15.4732	0	0
40	-0.963719	567.92	14.0393	0	0
41	-0.796361	568.066	12.4414	0	0
42	-0.629003	568.222	10.6857	0	0
43	-0.461645	568.386	8.78439	0	0
44	-0.294288	568.561	6.83583	0	0
45	-0.12693	568.748	4.91251	0	0
46	0.0404284	568.947	3.0622	0	0
47	0.207786	569.161	1.34175	0	0
48	0.375144	569.391	-0.18012	0	0
49	0.542502	569.64	-3.53534	0	0
50	0.70986	569.911	-7.05415	0	0
51	0.877218	570.211	0	0	0

Global Minimum Query (gle/morgenstern-price) - Safety Factor: 1.10781



Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	-7.49068	566.2	0	0	0
2	-7.32332	566.17	0.0376141	0.00168047	2.55808
3	-7.15596	566.143	0.145678	0.0129911	5.09598
4	-6.98861	566.121	0.315124	0.0420141	7.59421
5	-6.82125	566.102	0.53625	0.0948881	10.0345
6	-6.65389	566.086	0.798788	0.175631	12.4004
7	-6.48653	566.074	1.09556	0.286958	14.6776
8	-6.31917	566.066	1.57172	0.476153	16.8542
9	-6.15182	566.062	2.29151	0.785476	18.9205
10	-5.98446	566.061	3.23055	1.23165	20.8694
11	-5.8171	566.063	4.36159	1.8241	22.6956
12	-5.64974	566.069	5.65513	2.56482	24.3961
13	-5.48238	566.079	7.08021	3.44854	25.9692
14	-5.31503	566.093	8.60512	4.46326	27.4146
15	-5.14767	566.11	10.1982	5.59101	28.7331
16	-4.98031	566.13	11.8285	6.80888	29.9262
17	-4.81295	566.155	13.4666	8.09013	30.9956
18	-4.64559	566.183	15.0847	9.40547	31.944
19	-4.47824	566.215	16.6577	10.7243	32.7736
20	-4.31088	566.25	18.1631	12.0158	33.4866
21	-4.14352	566.29	19.5811	13.2504	34.086
22	-3.97616	566.333	20.8951	14.4002	34.5733
23	-3.8088	566.381	22.0915	15.4401	34.9503
24	-3.64145	566.432	23.1596	16.3486	35.2187
25	-3.47409	566.488	24.0913	17.1076	35.3791
26	-3.30673	566.548	24.8809	17.7032	35.4325
27	-3.13937	566.612	25.5251	18.1257	35.379
28	-2.97202	566.681	26.022	18.3692	35.2187
29	-2.80466	566.754	26.3716	18.4315	34.9503
30	-2.6373	566.832	26.5747	18.3144	34.5733
31	-2.46994	566.915	26.6331	18.0224	34.0859
32	-2.30258	567.003	26.5488	17.5635	33.4868
33	-2.13523	567.096	26.3245	16.9478	32.7736
34	-1.96787	567.195	25.9626	16.1879	31.9439
35	-1.80051	567.3	25.4654	15.2985	30.9956
36	-1.63315	567.41	24.8352	14.2959	29.926
37	-1.46579	567.527	24.0739	13.1982	28.7332
38	-1.29844	567.651	23.1832	12.0246	27.4147
39	-1.13108	567.782	22.1646	10.7957	25.9693
40	-0.963719	567.92	21.0196	9.53321	24.3961
41	-0.796361	568.066	19.7495	8.25965	22.6957
42	-0.629003	568.222	18.3562	6.99832	20.8694
43	-0.461645	568.386	16.845	5.77408	18.9205
44	-0.294288	568.561	15.2972	4.63428	16.8542
45	-0.12693	568.748	13.7707	3.60693	14.6776
46	0.0404284	568.947	12.3022	2.70491	12.4004
47	0.207786	569.161	10.9379	1.93543	10.0345
48	0.375144	569.391	9.73753	1.29826	7.5942
49	0.542502	569.64	6.77296	0.603992	5.09598
50	0.70986	569.911	3.52923	0.157674	2.55808
51	0.877218	570.211	0	0	0

### List Of Coordinates

#### Distributed Load

X	Y
10.4551	570.222
0.397212	570.21

#### External Boundary



X	Y
-36.6734	557.563
-42.9972	555.512
-42.9972	550
16.5871	550
16.5871	566.389
16.5871	570.229
-0.503549	570.209
-6.51434	566.2
-8.01434	566.2
-8.01434	566.307
-8.4158	566.307
-8.82711	561.497

**Material Boundary**

X	Y
-8.01434	561.251
-8.84813	561.251
-9.80226	561.251
-9.80226	560.4
-3.7	560.4
-3.7	561.251
-8.01434	561.251
-8.01434	561.632
-8.01434	566.2

**Material Boundary**

X	Y
-8.84813	561.251
-8.82711	561.497

**Material Boundary**

X	Y
-8.01434	561.632
-4.7338	562.552
16.5871	566.389

## Slide Analysis Information

### SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

#### Project Summary

---

File Name: RI12\_sis\_sez 2.slim  
 Slide Modeler Version: 7.038  
 Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program  
 Date Created: 28/10/2021, 15:45:35

#### General Settings

---

Units of Measurement: Metric Units  
 Time Units: days  
 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 (User Defined)  
 Name: A2+M2+R2 (SIS)

Type	Partial Factor
Permanent Actions: Unfavourable	1
Permanent Actions: Favourable	1
Variable Actions: Unfavourable	1
Variable Actions: Favourable	0
Effective cohesion	1
Coefficient of shearing resistance	1
Undrained strength	1
Weight density	1
Shear strength (other models)	1
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  
 Janbu simplified

Number of slices: 50  
 Tolerance: 0.005  
 Maximum number of iterations: 75  
 Check  $\alpha < 0.2$ : 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/m3]: 9.81  
 Use negative pore pressure cutoff: Yes  
 Maximum negative pore pressure [kPa]: 0  
 Advanced Groundwater Method: None

## Random Numbers

---

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

## Surface Options

---

Surface Type: Circular  
 Search Method: Slope Search  
 Number of Surfaces: 5000  
 Upper Angle: Not Defined  
 Lower Angle: Not Defined  
 Composite Surfaces: Disabled  
 Reverse Curvature: Invalid Surfaces  
 Minimum Elevation: Not Defined  
 Minimum Depth: Not Defined  
 Minimum Area [m2]: 15  
 Minimum Weight: Not Defined

## Seismic

---

Advanced seismic analysis: No  
 Staged pseudostatic analysis: No

## Loading

---

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.159  
 Seismic Load Coefficient (Vertical): 0.0797

1 Distributed Load present

### Distributed Load 1

Distribution: Constant  
 Magnitude [kPa]: 12  
 Orientation: Vertical  
 Load Action: Variable

## Material Properties

---

Property	Rlempimento	coltre	cls
Color			
Strength Type	Mohr-Coulomb	Undrained	Infinite strength
Unit Weight [kN/m3]	19	20.5	20
Cohesion [kPa]	0		
Friction Angle [deg]	35		
Cohesion Type		90	
Water Surface	None	None	None
Ru Value	0	0	0

## Global Minimums

---

Method: bishop simplified

FS	1.919620
Center:	-7.852, 573.383
Radius:	12.854
Left Slip Surface Endpoint:	-13.128, 561.662
Right Slip Surface Endpoint:	3.458, 567.274
Resisting Moment:	10926.7 kN-m
Driving Moment:	5692.1 kN-m
Total Slice Area:	43.5866 m <sup>2</sup>
Surface Horizontal Width:	16.5858 m
Surface Average Height:	2.62795 m

#### Method: janbu simplified

FS	1.583020
Center:	-7.827, 570.060
Radius:	9.540
Left Slip Surface Endpoint:	-12.344, 561.657
Right Slip Surface Endpoint:	1.305, 567.298
Resisting Horizontal Force:	593.447 kN
Driving Horizontal Force:	374.883 kN
Total Slice Area:	34.1406 m <sup>2</sup>
Surface Horizontal Width:	13.6485 m
Surface Average Height:	2.50141 m

#### Valid / Invalid Surfaces

#### Method: bishop simplified

Number of Valid Surfaces: 2227  
 Number of Invalid Surfaces: 2773

#### Error Codes:

Error Code -99 reported for 2144 surfaces  
 Error Code -101 reported for 1 surface  
 Error Code -103 reported for 1 surface  
 Error Code -113 reported for 82 surfaces  
 Error Code -114 reported for 545 surfaces

#### Method: janbu simplified

Number of Valid Surfaces: 2227  
 Number of Invalid Surfaces: 2773

#### Error Codes:

Error Code -99 reported for 2144 surfaces  
 Error Code -101 reported for 1 surface  
 Error Code -103 reported for 1 surface  
 Error Code -113 reported for 82 surfaces  
 Error Code -114 reported for 545 surfaces

#### Error Codes

The following errors were encountered during the computation:

- 99 = Slip surface intersects an infinite strength material. If infinite strength regions are defined for a model, a large number of potential slip surfaces may show this error code. This is Normal.
- 101 = Only one (or zero) surface / slope intersections.
- 103 = Two surface / slope intersections, but one or more surface / nonslope external polygon intersections lie between them. This usually occurs when the slip surface extends past the bottom of the soil region, but may also occur on a benched slope model with two sets of Slope Limits.
- 113 = Surface intersects outside slope limits.
- 114 = Surface with Reverse Curvature.

#### Slice Data

Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.91962

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	0.319068	0.414591	-23.4592	Rlempimento	0	35	0.607922	1.16698	1.66662	0	1.66662	1.4028	1.4028
2	0.319068	1.2132	-21.9175	Rlempimento	0	35	1.7549	3.36875	4.81107	0	4.81107	4.10498	4.10498
3	0.319068	1.95162	-20.3922	Rlempimento	0	35	2.78661	5.34923	7.63949	0	7.63949	6.60359	6.60359
4	0.319068	2.63171	-18.882	Rlempimento	0	35	3.71115	7.124	10.1741	0	10.1741	8.90482	8.90482
5	0.319068	3.25507	-17.3852	Rlempimento	0	35	4.53555	8.70654	12.4342	0	12.4342	11.0141	11.0141
6	0.319068	3.82316	-15.9006	Rlempimento	0	35	5.26594	10.1086	14.4366	0	14.4366	12.9365	12.9365
7	0.319068	4.33724	-14.4269	Rlempimento	0	35	5.90768	11.3405	16.1958	0	16.1958	14.6761	14.6761
8	0.319068	4.79843	-12.9629	Rlempimento	0	35	6.46545	12.4112	17.725	0	17.725	16.2367	16.2367
9	0.319068	5.20772	-11.5074	Rlempimento	0	35	6.94341	13.3287	19.0354	0	19.0354	17.6218	17.6218
10	0.319068	5.56596	-10.0594	Rlempimento	0	35	7.34526	14.1001	20.1371	0	20.1371	18.8341	18.8341
11	0.319068	5.87387	-8.61794	Rlempimento	0	35	7.67433	14.7318	21.0392	0	21.0392	19.8761	19.8761
12	0.321164	6.21699	-7.17722	coltre	90	0	46.8843	90	26.8013	0	26.8013	20.8973	20.8973
13	0.321164	6.60449	-5.73635	coltre	90	0	46.8843	90	26.9104	0	26.9104	22.2006	22.2006
14	0.321164	9.7209	-4.29911	coltre	90	0	46.8843	90	36.2026	0	36.2026	32.6781	32.6781
15	0.321164	18.6757	-2.86458	coltre	90	0	46.8843	90	65.1293	0	65.1293	62.7833	62.7833
16	0.321164	17.5965	-1.43184	coltre	90	0	46.8843	90	60.3278	0	60.3278	59.1559	59.1559
17	0.321164	17.2206	0	coltre	90	0	46.8843	90	57.8928	0	57.8928	57.8928	57.8928
18	0.321164	17.1942	1.43184	coltre	90	0	46.8843	90	56.6327	0	56.6327	57.8046	57.8046
19	0.321164	17.1149	2.86458	coltre	90	0	46.8843	90	55.1927	0	55.1927	57.5387	57.5387
20	0.321164	16.9667	4.29911	coltre	90	0	46.8843	90	53.5165	0	53.5165	57.041	57.041
21	0.321164	17.1941	5.73635	coltre	90	0	46.8843	90	53.0964	0	53.0964	57.8061	57.8061
22	0.321164	18.2603	7.17722	coltre	90	0	46.8843	90	55.4873	0	55.4873	61.3913	61.3913
23	0.340829	20.4986	8.6671	Rlempimento	0	35	22.4395	43.0753	61.5179	0	61.5179	64.9384	64.9384
24	0.340829	21.6038	10.2074	Rlempimento	0	35	23.4259	44.9688	64.2221	0	64.2221	68.4402	68.4402
25	0.340829	22.6476	11.7551	Rlempimento	0	35	24.3244	46.6936	66.6853	0	66.6853	71.7471	71.7471
26	0.340829	23.629	13.3117	Rlempimento	0	35	25.1357	48.2509	68.9094	0	68.9094	74.8566	74.8566
27	0.340829	24.5469	14.8783	Rlempimento	0	35	25.8598	49.6409	70.8944	0	70.8944	77.7647	77.7647
28	0.340829	25.3999	16.4564	Rlempimento	0	35	26.4967	50.8635	72.6407	0	72.6407	80.4674	80.4674
29	0.340829	26.1865	18.0474	Rlempimento	0	35	27.0462	51.9184	74.1471	0	74.1471	82.9597	82.9597
30	0.340829	26.9049	19.653	Rlempimento	0	35	27.5077	52.8044	75.4126	0	75.4126	85.2363	85.2363
31	0.340829	27.5533	21.2748	Rlempimento	0	35	27.8806	53.5201	76.4347	0	76.4347	87.2908	87.2908
32	0.340829	28.1292	22.9147	Rlempimento	0	35	28.1636	54.0634	77.2105	0	77.2105	89.1158	89.1158
33	0.340829	28.6302	24.5748	Rlempimento	0	35	28.3554	54.4316	77.7364	0	77.7364	90.7034	90.7034
34	0.340829	29.0533	26.2571	Rlempimento	0	35	28.4544	54.6216	78.0077	0	78.0077	92.0443	92.0443
35	0.340829	29.3952	27.9642	Rlempimento	0	35	28.4585	54.6295	78.0191	0	78.0191	93.128	93.128
36	0.340829	29.652	29.6988	Rlempimento	0	35	28.3653	54.4506	77.7635	0	77.7635	93.942	93.942
37	0.340829	29.8194	31.464	Rlempimento	0	35	28.172	54.0795	77.2336	0	77.2336	94.473	94.473
38	0.340829	29.8629	33.263	Rlempimento	0	35	27.8477	53.457	76.3444	0	76.3444	94.6112	94.6112
39	0.340829	28.8197	35.1	Rlempimento	0	35	26.723	51.298	73.261	0	73.261	92.0423	92.0423
40	0.340829	27.1884	36.9795	Rlempimento	0	35	28.0845	53.9115	76.9937	0	76.9937	98.1411	98.1411
41	0.340829	25.442	38.9066	Rlempimento	0	35	26.0973	50.0969	71.5458	0	71.5458	92.6087	92.6087
42	0.340829	23.571	40.8877	Rlempimento	0	35	24.0291	46.1268	65.8759	0	65.8759	86.6815	86.6815
43	0.340829	21.5642	42.93	Rlempimento	0	35	21.8763	41.9941	59.9739	0	59.9739	80.324	80.324
44	0.340829	19.4076	45.0427	Rlempimento	0	35	19.6346	37.6909	53.8281	0	53.8281	73.492	73.492
45	0.340829	17.0844	47.2366	Rlempimento	0	35	17.2994	33.2082	47.4261	0	47.4261	66.1317	66.1317
46	0.340829	14.5731	49.5258	Rlempimento	0	35	14.8657	28.5364	40.7541	0	40.7541	58.1755	58.1755
47	0.340829	11.8462	51.9281	Rlempimento	0	35	12.3282	23.6654	33.7976	0	33.7976	49.5362	49.5362
48	0.340829	8.86733	54.4672	Rlempimento	0	35	9.6815	18.5848	26.5418	0	26.5418	40.0984	40.0984
49	0.340829	5.58649	57.1759	Rlempimento	0	35	6.92111	13.2859	18.9742	0	18.9742	29.7037	29.7037
50	0.340829	1.93165	60.1015	Rlempimento	0	35	4.04487	7.76462	11.089	0	11.089	18.1237	18.1237

Global Minimum Query (janbu simplified) - Safety Factor: 1.58302

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	0.267603	0.348428	-27.3593	Rlempimento	0	35	0.806522	1.27674	1.82337	0	1.82337	1.40603	1.40603
2	0.267603	1.01868	-25.5636	Rlempimento	0	35	2.30619	3.65075	5.21382	0	5.21382	4.11068	4.11068
3	0.267603	1.63687	-23.7944	Rlempimento	0	35	3.62951	5.74559	8.20555	0	8.20555	6.60517	6.60517
4	0.267603	2.20519	-22.049	Rlempimento	0	35	4.79497	7.59054	10.8404	0	10.8404	8.89836	8.89836
5	0.267603	2.72552	-20.3249	Rlempimento	0	35	5.8178	9.20969	13.1528	0	13.1528	10.9979	10.9979
6	0.267603	3.19953	-18.6198	Rlempimento	0	35	6.71065	10.6231	15.1714	0	15.1714	12.9104	12.9104
7	0.267603	3.62865	-16.9317	Rlempimento	0	35	7.48418	11.8476	16.9202	0	16.9202	14.6418	14.6418
8	0.267603	4.01414	-15.2586	Rlempimento	0	35	8.14746	12.8976	18.4197	0	18.4197	16.1971	16.1971
9	0.267603	4.3571	-13.5988	Rlempimento	0	35	8.70817	13.7852	19.6873	0	19.6873	17.5808	17.5808
10	0.267603	4.65846	-11.9505	Rlempimento	0	35	9.17291	14.5209	20.7381	0	20.7381	18.7966	18.7966
11	0.267603	4.91904	-10.3122	Rlempimento	0	35	9.54757	15.114	21.585	0	21.585	19.8478	19.8478
12	0.286131	5.65519	-8.6262	coltre	90	0	56.8534	90	29.9692	0	29.9692	21.3443	21.3443
13	0.286131	5.90577	-6.89152	coltre	90	0	56.8534	90	29.1604	0	29.1604	22.2889	22.2889
14	0.286131	13.1447	-5.16317	coltre	90	0	56.8534	90	54.741	0	54.741	49.6038	49.6038
15	0.286131	16.6829	-3.43952	coltre	90	0	56.8534	90	66.3708	0	66.3708	62.9537	62.9537
16	0.286131	15.3924	-1.71898	coltre	90	0	56.8534	90	59.7894	0	59.7894	58.0832	58.0832
17	0.286131	15.3931	0	coltre	90	0	56.8534	90	58.085	0	58.085	58.085	58.085
18	0.286131	15.3679	1.71898	coltre	90	0	56.8534	90	56.2828	0	56.2828	57.989	57.989
19	0.286131	15.2923	3.43952	coltre	90	0	56.8534	90	54.2855	0	54.2855	57.7026	57.7026
20	0.286131	15.166	5.16317	coltre	90	0	56.8534	90	52.088	0	52.088	57.2252	57.2252
21	0.286131	15.0487	6.89152	coltre	90	0	56.8534	90	49.9103	0	49.9103	56.7818	56.7818
22	0.286131	15.7333	8.6262	coltre	90	0	56.8534	90	50.7393	0	50.7393	59.3642	59.3642
23	0.26991	15.5463	10.3192	Rlempimento	0	35	25.4562	40.2977	57.5512	0	57.5512	62.1862	62.1862
24	0.26991	16.1967	11.9717	Rlempimento	0	35	26.1998	41.4748	59.2322	0	59.2322	64.7877	64.7877
25	0.26991	16.8054	13.6344	Rlempimento	0	35	26.8527	42.5084	60.7083	0	60.7083	67.2218	67.2218
26	0.26991	17.3713	15.3089	Rlempimento	0	35	27.4154	43.3991	61.9802	0	61.9802	69.4848	69.4848
27	0.26991	17.8935	16.9969	Rlempimento	0	35	27.888	44.1473	63.049	0	63.049	71.5736	71.5736
28	0.26991	18.3709	18.7003	Rlempimento	0	35	28.2705	44.7527	63.9134	0	63.9134	73.4826	73.4826
29	0.26991	18.8023	20.421	Rlempimento	0	35	28.5623	45.2147	64.5732	0	64.5732	75.2073	75.2073
30	0.26991	19.1859	22.1612	Rlempimento	0	35	28.7628	45.5321	65.0266	0	65.0266	76.7418	76.7418
31	0.26991	19.5203	23.9232	Rlempimento	0	35	28.8708	45.703	65.2706	0	65.2706	78.0784	78.0784
32	0.26991	19.8033	25.7096	Rlempimento	0	35	28.8849	45.7254	65.3027	0	65.3027	79.21	79.21
33	0.26991	20.0326	27.5233	Rlempimento	0	35	28.8032	45.5961	65.1179	0	65.1179	80.1268	80.1268
34	0.26991	20.2058	29.3674	Rlempimento	0	35	28.6236	45.3117	64.7119	0	64.7119	80.8191	80.8191
35	0.26991	20.3197	31.2457	Rlempimento	0	35	28.3432	44.8678	64.0779	0	64.0779	81.274	81.274
36	0.26991	20.3708	33.1621	Rlempimento	0	35	27.9586	44.2591	63.2087	0	63.2087	81.4779	81.4779
37	0.26991	20.355	35.1214	Rlempimento	0	35	27.4662	43.4795	62.0951	0	62.0951	81.414	81.414
38	0.26991	20.2675	37.1291	Rlempimento	0	35	26.8611	42.5216	60.7271	0	60.7271	81.0634	81.0634
39	0.26991	20.1025	39.1917	Rlempimento	0	35	26.1377	41.3765	59.0916	0	59.0916	80.4027	80.4027
40	0.26991	19.8531	41.3169	Rlempimento	0	35	25.2894	40.0337	57.1742	0	57.1742	79.4047	79.4047
41	0.26991	19.5109	43.5139	Rlempimento	0	35	24.3084	38.4807	54.9561	0	54.9561	78.0351	78.0351
42	0.26991	19.0655	45.7942	Rlempimento	0	35	23.185	36.7023	52.4162	0	52.4162	76.2531	76.2531
43	0.26991	18.4187	48.1723	Rlempimento	0	35	21.8066	34.5203	49.3001	0	49.3001	73.6658	73.6658
44	0.26991	16.9401	50.6668	Rlempimento	0	35	19.4625	30.8096	44.0006	0	44.0006	67.7511	67.7511
45	0.26991	15.1514	53.3022	Rlempimento	0	35	20.1181	31.8474	45.4829	0	45.4829	72.4756	72.4756
46	0.26991	13.1769	56.1126	Rlempimento	0	35	17.2542	27.3137	39.008	0	39.008	64.6971	64.6971
47	0.26991	10.9724	59.1472	Rlempimento	0	35	14.2015	22.4812	32.1064	0	32.1064	55.8797	55.8797
48	0.26991	8.46981	62.4826	Rlempimento	0	35	10.9729	17.3703	24.8072	0	24.8072	45.8703	45.8703
49	0.26991	5.55289	66.2502	Rlempimento	0	35	7.54476	11.9435	17.0571	0	17.0571	34.2041	34.2041
50	0.26991	1.98611	70.7186	Rlempimento	0	35	3.89495	6.16579	8.80567	0	8.80567	19.9395	19.9395

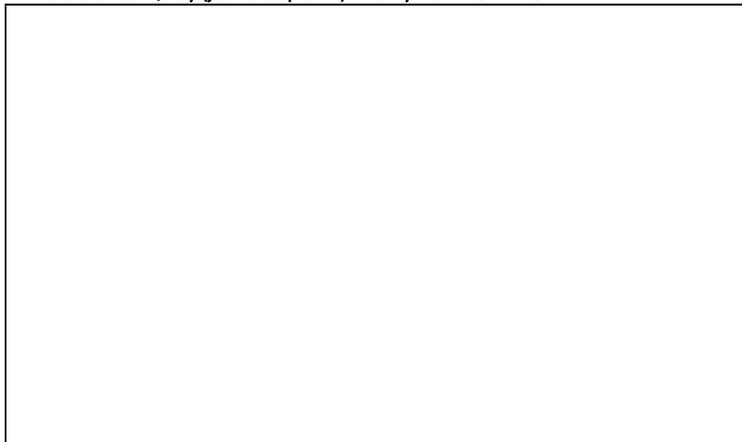
### Interslice Data

Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.91962

--

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	-13.128	561.662	0	0	0
2	-12.8089	561.523	0.358714	0	0
3	-12.4898	561.395	1.34309	0	0
4	-12.1708	561.276	2.82755	0	0
5	-11.8517	561.167	4.70288	0	0
6	-11.5326	561.067	6.87387	0	0
7	-11.2136	560.976	9.25747	0	0
8	-10.8945	560.894	11.7812	0	0
9	-10.5754	560.821	14.3818	0	0
10	-10.2563	560.756	17.0046	0	0
11	-9.93728	560.699	19.6018	0	0
12	-9.61821	560.651	22.1325	0	0
13	-9.29705	560.61	37.2775	0	0
14	-8.97588	560.578	52.1452	0	0
15	-8.65472	560.554	66.5232	0	0
16	-8.33356	560.538	79.65	0	0
17	-8.01239	560.53	92.386	0	0
18	-7.69123	560.53	104.697	0	0
19	-7.37006	560.538	116.559	0	0
20	-7.0489	560.554	128	0	0
21	-6.72773	560.578	139.06	0	0
22	-6.40657	560.61	149.662	0	0
23	-6.0854	560.651	159.564	0	0
24	-5.74458	560.703	160.753	0	0
25	-5.40375	560.764	161.357	0	0
26	-5.06292	560.835	161.312	0	0
27	-4.72209	560.916	160.561	0	0
28	-4.38126	561.006	159.047	0	0
29	-4.04043	561.107	156.722	0	0
30	-3.6996	561.218	153.537	0	0
31	-3.35877	561.34	149.45	0	0
32	-3.01794	561.472	144.423	0	0
33	-2.67711	561.616	138.42	0	0
34	-2.33628	561.772	131.411	0	0
35	-1.99545	561.94	123.369	0	0
36	-1.65462	562.121	114.272	0	0
37	-1.31379	562.316	104.103	0	0
38	-0.972964	562.524	92.8502	0	0
39	-0.632135	562.748	80.52	0	0
40	-0.291306	562.987	67.4919	0	0
41	0.0495236	563.244	52.9761	0	0
42	0.390353	563.519	38.14	0	0
43	0.731182	563.814	23.1373	0	0
44	1.07201	564.131	8.14589	0	0
45	1.41284	564.473	-6.625	0	0
46	1.75367	564.841	-20.9266	0	0
47	2.0945	565.241	-34.458	0	0
48	2.43533	565.676	-46.8479	0	0
49	2.77616	566.153	-57.6268	0	0
50	3.11699	566.681	-66.1829	0	0
51	3.45782	567.274	0	0	0

Global Minimum Query (janbu simplified) - Safety Factor: 1.58302



Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	-12.344	561.657	0	0	0
2	-12.0764	561.519	0.413031	0	0
3	-11.8088	561.391	1.53594	0	0
4	-11.5412	561.273	3.2157	0	0
5	-11.2736	561.164	5.32387	0	0
6	-11.0059	561.065	7.75197	0	0
7	-10.7383	560.975	10.4079	0	0
8	-10.4707	560.894	13.2133	0	0
9	-10.2031	560.821	16.1012	0	0
10	-9.93554	560.756	19.0144	0	0
11	-9.66793	560.699	21.9044	0	0
12	-9.40033	560.651	24.7296	0	0
13	-9.1142	560.607	41.4078	0	0
14	-8.82807	560.573	57.7537	0	0
15	-8.54194	560.547	73.3554	0	0
16	-8.25581	560.53	88.1207	0	0
17	-7.96968	560.521	102.463	0	0
18	-7.68354	560.521	116.292	0	0
19	-7.39741	560.53	129.642	0	0
20	-7.11128	560.547	142.553	0	0
21	-6.82515	560.573	155.072	0	0
22	-6.53902	560.607	167.229	0	0
23	-6.25289	560.651	178.802	0	0
24	-5.98298	560.7	180.376	0	0
25	-5.71307	560.757	181.487	0	0
26	-5.44316	560.823	182.092	0	0
27	-5.17325	560.896	182.154	0	0
28	-4.90334	560.979	181.639	0	0
29	-4.63343	561.07	180.513	0	0
30	-4.36352	561.171	178.748	0	0
31	-4.09361	561.281	176.316	0	0
32	-3.8237	561.4	173.194	0	0
33	-3.5538	561.53	169.36	0	0
34	-3.28389	561.671	164.794	0	0
35	-3.01398	561.823	159.483	0	0
36	-2.74407	561.987	153.413	0	0
37	-2.47416	562.163	146.577	0	0
38	-2.20425	562.353	138.969	0	0
39	-1.93434	562.557	130.591	0	0
40	-1.66443	562.777	121.45	0	0
41	-1.39452	563.015	111.557	0	0
42	-1.12461	563.271	100.937	0	0
43	-0.8547	563.548	89.6214	0	0
44	-0.584791	563.85	77.7137	0	0
45	-0.314881	564.179	65.7836	0	0
46	-0.0449715	564.541	52.3364	0	0
47	0.224938	564.943	39.2252	0	0
48	0.494848	565.395	26.8092	0	0
49	0.764757	565.913	15.573	0	0
50	1.03467	566.527	6.26436	0	0
51	1.30458	567.298	0	0	0

### List Of Coordinates

#### Distributed Load

X	Y
-0.312195	567.316
6.79839	567.237

#### External Boundary



X	Y
-0.699729	567.321
-6.71171	563.311
-8.24754	563.311
-8.25401	563.451
-8.65401	563.451
-8.81389	561.639
-19.626	561.696
-19.626	560.651
-19.626	553.315
9.16112	553.315
9.16112	560.651
9.16112	567.21

**Material Boundary**

X	Y
-8.81389	561.639
-8.84813	561.251
-9.35401	561.251
-9.35401	560.651
-6.75401	560.651
-6.75401	561.251
-8.25401	561.251
-8.24754	563.311

**Material Boundary**

X	Y
-19.626	560.651
-9.35401	560.651

**Material Boundary**

X	Y
-6.75401	560.651
9.16112	560.651

## *Slide Analysis Information*

### *SLIDE - An Interactive Slope Stability Program*

#### *Project Summary*

---

File Name: RI12\_stat sez 2.slim  
 Slide Modeler Version: 7.038  
 Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program  
 Date Created: 28/10/2021, 15:45:35

#### *General Settings*

---

Units of Measurement: Metric Units  
 Time Units: days  
 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 (User Defined)  
 Name: A2+M2+R2

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
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  
 Janbu simplified

Number of slices: 50  
 Tolerance: 0.005  
 Maximum number of iterations: 75  
 Check  $\alpha < 0.2$ : 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/m3]: 9.81  
 Use negative pore pressure cutoff: Yes  
 Maximum negative pore pressure [kPa]: 0  
 Advanced Groundwater Method: None

## Random Numbers

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

## Surface Options

Surface Type: Circular  
 Search Method: Slope Search  
 Number of Surfaces: 5000  
 Upper Angle: Not Defined  
 Lower Angle: Not Defined  
 Composite Surfaces: Disabled  
 Reverse Curvature: Invalid Surfaces  
 Minimum Elevation: Not Defined  
 Minimum Depth: Not Defined  
 Minimum Area [m2]: 10  
 Minimum Weight: Not Defined

## Seismic

Advanced seismic analysis: No  
 Staged pseudostatic analysis: No

## Loading

1 Distributed Load present

### Distributed Load 1

Distribution: Constant  
 Magnitude [kPa]: 20  
 Orientation: Vertical  
 Load Action: Variable

## Material Properties

Property	Riempimento	coltre	cls
Color			
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Infinite strength
Unit Weight [kN/m3]	19	20.5	20
Cohesion [kPa]	0	8	
Friction Angle [deg]	35	27	
Water Surface	Water Table	Water Table	Water Table
Hu Value	1	0	0

## Global Minimums

Method: bishop simplified

FS	1.399200
Center:	-8.013, 570.138
Radius:	9.592
Left Slip Surface Endpoint:	-12.496, 561.658
Right Slip Surface Endpoint:	1.149, 567.300
Resisting Moment:	3596.36 kN-m
Driving Moment:	2570.3 kN-m
Total Slice Area:	32.9019 m <sup>2</sup>
Surface Horizontal Width:	13.6456 m
Surface Average Height:	2.41117 m

### Method: janbu simplified

FS	1.161730
Center:	-8.013, 570.138
Radius:	9.592
Left Slip Surface Endpoint:	-12.496, 561.658
Right Slip Surface Endpoint:	1.149, 567.300
Resisting Horizontal Force:	301.462 kN
Driving Horizontal Force:	259.493 kN
Total Slice Area:	32.9019 m <sup>2</sup>
Surface Horizontal Width:	13.6456 m
Surface Average Height:	2.41117 m

### Valid / Invalid Surfaces

#### Method: bishop simplified

Number of Valid Surfaces: 2547  
 Number of Invalid Surfaces: 2453

#### Error Codes:

Error Code -99 reported for 2121 surfaces  
 Error Code -101 reported for 1 surface  
 Error Code -113 reported for 24 surfaces  
 Error Code -114 reported for 307 surfaces

#### Method: janbu simplified

Number of Valid Surfaces: 2547  
 Number of Invalid Surfaces: 2453

#### Error Codes:

Error Code -99 reported for 2121 surfaces  
 Error Code -101 reported for 1 surface  
 Error Code -113 reported for 24 surfaces  
 Error Code -114 reported for 307 surfaces

#### Error Codes

The following errors were encountered during the computation:

- 99 = Slip surface intersects an infinite strength material. If infinite strength regions are defined for a model, a large number of potential slip surfaces may show this error code. This is Normal.
- 101 = Only one (or zero) surface / slope intersections.
- 113 = Surface intersects outside slope limits.
- 114 = Surface with Reverse Curvature.

### Slice Data

Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.3992

--

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	0.279078	0.37195	-26.93	Rlempimento	0	29.2561	0.669317	0.936508	1.67184	0	1.67184	1.33184	1.33184
2	0.279078	1.08619	-25.0748	Rlempimento	0	29.2561	1.9161	2.68101	4.78611	0	4.78611	3.88957	3.88957
3	0.279078	1.74241	-23.2473	Rlempimento	0	29.2561	3.01696	4.22133	7.53588	0	7.53588	6.23986	6.23986
4	0.279078	2.34306	-21.4446	Rlempimento	0	29.2561	3.98632	5.57766	9.95716	0	9.95716	8.39136	8.39136
5	0.279078	2.89026	-19.6639	Rlempimento	0	29.2561	4.83611	6.76669	12.0798	0	12.0798	10.3516	10.3516
6	0.279078	3.38585	-17.9027	Rlempimento	0	29.2561	5.5763	7.80236	13.9287	0	13.9287	12.1273	12.1273
7	0.279078	3.83143	-16.1589	Rlempimento	0	29.2561	6.2153	8.69645	15.5248	0	15.5248	13.7239	13.7239
8	0.279078	4.22839	-14.4304	Rlempimento	0	29.2561	6.76027	9.45897	16.886	0	16.886	15.1465	15.1465
9	0.279078	4.57791	-12.7152	Rlempimento	0	29.2561	7.21734	10.0985	18.0276	0	18.0276	16.3991	16.3991
10	0.279078	4.88101	-11.0115	Rlempimento	0	29.2561	7.59177	10.6224	18.9629	0	18.9629	17.4856	17.4856
11	0.279078	5.13856	-9.31767	Rlempimento	0	29.2561	7.88815	11.0371	19.7032	0	19.7032	18.409	18.409
12	0.282661	5.55511	-7.62121	coltre	6.4	22.1768	10.716	14.9938	21.0828	0	21.0828	19.649	19.649
13	0.282661	5.78515	-5.92067	coltre	6.4	22.1768	10.8638	15.2006	21.5903	0	21.5903	20.4637	20.4637
14	0.282661	11.6523	-4.22535	coltre	6.4	22.1768	16.9473	23.7126	42.4724	0	42.4724	41.2204	41.2204
15	0.282661	16.3752	-2.53374	coltre	6.4	22.1768	21.7306	30.4054	58.8915	0	58.8915	57.9299	57.9299
16	0.282661	15.2695	0.844335	coltre	6.4	22.1768	20.3988	28.542	54.3204	0	54.3204	54.0198	54.0198
17	0.282661	15.0498	0.844335	coltre	6.4	22.1768	19.9995	27.9833	52.9496	0	52.9496	53.2444	53.2444
18	0.282661	15.0015	2.53374	coltre	6.4	22.1768	19.781	27.6776	52.1996	0	52.1996	53.0749	53.0749
19	0.282661	14.9048	4.22535	coltre	6.4	22.1768	19.5167	27.3078	51.2926	0	51.2926	52.7345	52.7345
20	0.282661	14.7593	5.92067	coltre	6.4	22.1768	19.2071	26.8746	50.2294	0	50.2294	52.2212	52.2212
21	0.282661	14.5515	7.62121	coltre	6.4	22.1768	18.8392	26.3598	48.9667	0	48.9667	51.4875	51.4875
22	0.267213	14.2248	9.28167	Rlempimento	0	29.2561	20.0067	27.9934	49.9735	0	49.9735	53.2431	53.2431
23	0.267213	14.8882	10.9031	Rlempimento	0	29.2561	20.7131	28.9817	51.7376	0	51.7376	55.7275	55.7275
24	0.267213	15.5116	12.5335	Rlempimento	0	29.2561	21.3455	29.8666	53.3174	0	53.3174	58.0627	58.0627
25	0.267213	16.0944	14.1742	Rlempimento	0	29.2561	21.9044	30.6487	54.7138	0	54.7138	60.246	60.246
26	0.267213	16.6356	15.827	Rlempimento	0	29.2561	22.3901	31.3282	55.9267	0	55.9267	62.2739	62.2739
27	0.267213	17.1345	17.4933	Rlempimento	0	29.2561	22.8022	31.9049	56.9561	0	56.9561	64.1427	64.1427
28	0.267213	17.5897	19.1751	Rlempimento	0	29.2561	23.1407	32.3785	57.8017	0	57.8017	65.8489	65.8489
29	0.267213	18	20.8743	Rlempimento	0	29.2561	23.4049	32.7481	58.4614	0	58.4614	67.3868	67.3868
30	0.267213	18.3639	22.5929	Rlempimento	0	29.2561	23.5938	33.0125	58.9333	0	58.9333	68.751	68.751
31	0.267213	18.6798	24.3332	Rlempimento	0	29.2561	23.7067	33.1704	59.2154	0	59.2154	69.9359	69.9359
32	0.267213	18.9457	26.0979	Rlempimento	0	29.2561	23.7419	33.2197	59.3034	0	59.3034	70.9333	70.9333
33	0.267213	19.1593	27.8896	Rlempimento	0	29.2561	23.6979	33.1581	59.1933	0	59.1933	71.7352	71.7352
34	0.267213	19.3181	29.7115	Rlempimento	0	29.2561	23.5725	32.9827	58.8802	0	58.8802	72.332	72.332
35	0.267213	19.4191	31.5671	Rlempimento	0	29.2561	23.3634	32.6901	58.3579	0	58.3579	72.7127	72.7127
36	0.267213	19.4589	33.4605	Rlempimento	0	29.2561	23.0675	32.2761	57.6187	0	57.6187	72.864	72.864
37	0.267213	19.4335	35.3963	Rlempimento	0	29.2561	22.6815	31.736	56.6547	0	56.6547	72.7714	72.7714
38	0.267213	19.3382	37.3797	Rlempimento	0	29.2561	22.2013	31.0641	55.4552	0	55.4552	72.4169	72.4169
39	0.267213	19.1673	39.4172	Rlempimento	0	29.2561	21.6221	30.2536	54.0083	0	54.0083	71.7798	71.7798
40	0.267213	18.9142	41.5162	Rlempimento	0	29.2561	20.938	29.2965	52.2997	0	52.2997	70.8347	70.8347
41	0.267213	18.5707	43.6859	Rlempimento	0	29.2561	20.1423	28.1831	50.3122	0	50.3122	69.5511	69.5511
42	0.267213	18.1268	45.9372	Rlempimento	0	29.2561	19.2268	26.9021	48.0252	0	48.0252	67.8914	67.8914
43	0.267213	17.5699	48.2843	Rlempimento	0	29.2561	18.1813	25.4393	45.4138	0	45.4138	65.8088	65.8088
44	0.267213	16.495	50.745	Rlempimento	0	29.2561	16.6023	23.2299	41.4697	0	41.4697	61.7863	61.7863
45	0.267213	14.7413	53.3432	Rlempimento	0	29.2561	17.0353	23.8358	42.5513	0	42.5513	65.4419	65.4419
46	0.267213	12.8047	56.1116	Rlempimento	0	29.2561	18.5614	25.9711	46.3633	0	46.3633	73.9976	73.9976
47	0.267213	10.6463	59.0972	Rlempimento	0	29.2561	15.813	22.1255	39.4983	0	39.4983	65.9169	65.9169
48	0.267213	8.20179	62.3726	Rlempimento	0	29.2561	12.8761	18.0163	32.1624	0	32.1624	56.7636	56.7636
49	0.267213	5.36263	66.0612	Rlempimento	0	29.2561	9.71112	13.5878	24.2567	0	24.2567	46.1311	46.1311
50	0.267213	1.91355	70.4093	Rlempimento	0	29.2561	6.25735	8.75528	15.6298	0	15.6298	33.2115	33.2115

Global Minimum Query (janbu simplified) - Safety Factor: 1.16173

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	0.279078	0.37195	-26.93	Rlempimento	0	29.2561	0.85089	0.988505	1.76467	0	1.76467	1.33242	1.33242
2	0.279078	1.08619	-25.0748	Rlempimento	0	29.2561	2.42285	2.8147	5.02475	0	5.02475	3.8911	3.8911
3	0.279078	1.74241	-23.2473	Rlempimento	0	29.2561	3.79614	4.41009	7.87285	0	7.87285	6.2421	6.2421
4	0.279078	2.34306	-21.4446	Rlempimento	0	29.2561	4.99318	5.80073	10.3554	0	10.3554	8.39409	8.39409
5	0.279078	2.89026	-19.6639	Rlempimento	0	29.2561	6.03221	7.0078	12.5102	0	12.5102	10.3547	10.3547
6	0.279078	3.38585	-17.9027	Rlempimento	0	29.2561	6.92827	8.04878	14.3685	0	14.3685	12.1304	12.1304
7	0.279078	3.83143	-16.1589	Rlempimento	0	29.2561	7.69387	8.9382	15.9563	0	15.9563	13.727	13.727
8	0.279078	4.22839	-14.4304	Rlempimento	0	29.2561	8.33956	9.68832	17.2955	0	17.2955	15.1495	15.1495
9	0.279078	4.57791	-12.7152	Rlempimento	0	29.2561	8.87427	10.3095	18.4044	0	18.4044	16.402	16.402
10	0.279078	4.88101	-11.0115	Rlempimento	0	29.2561	9.30569	10.8107	19.299	0	19.299	17.4882	17.4882
11	0.279078	5.13856	-9.31767	Rlempimento	0	29.2561	9.64028	11.1994	19.993	0	19.993	18.4113	18.4113
12	0.282661	5.55511	-7.62121	coltre	6.4	22.1768	13.0153	15.1202	21.393	0	21.393	19.6515	19.6515
13	0.282661	5.78515	-5.92067	coltre	6.4	22.1768	13.1691	15.2989	21.8313	0	21.8313	20.4656	20.4656
14	0.282661	11.6523	-4.22535	coltre	6.4	22.1768	20.5044	23.8206	42.7374	0	42.7374	41.2225	41.2225
15	0.282661	16.3752	-2.53374	coltre	6.4	22.1768	26.2432	30.4875	59.093	0	59.093	57.9317	57.9317
16	0.282661	15.2695	0.844335	coltre	6.4	22.1768	24.5904	28.5674	54.3827	0	54.3827	54.0203	54.0203
17	0.282661	15.0498	0.844335	coltre	6.4	22.1768	24.0664	27.9587	52.8892	0	52.8892	53.2438	53.2438
18	0.282661	15.0015	2.53374	coltre	6.4	22.1768	23.7621	27.6052	52.0218	0	52.0218	53.0733	53.0733
19	0.282661	14.9048	4.22535	coltre	6.4	22.1768	23.4045	27.1897	51.0026	0	51.0026	52.7317	52.7317
20	0.282661	14.7593	5.92067	coltre	6.4	22.1768	22.9942	26.713	49.8331	0	49.8331	52.2177	52.2177
21	0.282661	14.5515	7.62121	coltre	6.4	22.1768	22.516	26.1575	48.4702	0	48.4702	51.4829	51.4829
22	0.267213	14.2248	9.28167	Rlempimento	0	29.2561	23.7949	27.6433	49.3486	0	49.3486	53.2373	53.2373
23	0.267213	14.8882	10.9031	Rlempimento	0	29.2561	24.584	28.56	50.985	0	50.985	55.7205	55.7205
24	0.267213	15.5116	12.5335	Rlempimento	0	29.2561	25.2826	29.3716	52.4337	0	52.4337	58.0543	58.0543
25	0.267213	16.0944	14.1742	Rlempimento	0	29.2561	25.8916	30.0791	53.6967	0	53.6967	60.2359	60.2359
26	0.267213	16.6356	15.827	Rlempimento	0	29.2561	26.4116	30.6832	54.7753	0	54.7753	62.2625	62.2625
27	0.267213	17.1345	17.4933	Rlempimento	0	29.2561	26.843	31.1843	55.6698	0	55.6698	64.1299	64.1299
28	0.267213	17.5897	19.1751	Rlempimento	0	29.2561	27.1857	31.5824	56.3804	0	56.3804	65.8342	65.8342
29	0.267213	18	20.8743	Rlempimento	0	29.2561	27.4394	31.8772	56.9068	0	56.9068	67.3708	67.3708
30	0.267213	18.3639	22.5929	Rlempimento	0	29.2561	27.6036	32.0679	57.2472	0	57.2472	68.7334	68.7334
31	0.267213	18.6798	24.3332	Rlempimento	0	29.2561	27.6774	32.1537	57.4003	0	57.4003	69.9164	69.9164
32	0.267213	18.9457	26.0979	Rlempimento	0	29.2561	27.6595	32.1329	57.3632	0	57.3632	70.9122	70.9122
33	0.267213	19.1593	27.8896	Rlempimento	0	29.2561	27.5484	32.0038	57.1327	0	57.1327	71.7124	71.7124
34	0.267213	19.3181	29.7115	Rlempimento	0	29.2561	27.3421	31.7641	56.7048	0	56.7048	72.3077	72.3077
35	0.267213	19.4191	31.5671	Rlempimento	0	29.2561	27.038	31.4108	56.0739	0	56.0739	72.6864	72.6864
36	0.267213	19.4589	33.4605	Rlempimento	0	29.2561	26.6331	30.9405	55.2347	0	55.2347	72.8364	72.8364
37	0.267213	19.4335	35.3963	Rlempimento	0	29.2561	26.1242	30.3493	54.1791	0	54.1791	72.742	72.742
38	0.267213	19.3382	37.3797	Rlempimento	0	29.2561	25.5069	29.6321	52.8986	0	52.8986	72.3858	72.3858
39	0.267213	19.1673	39.4172	Rlempimento	0	29.2561	24.7762	28.7832	51.3832	0	51.3832	71.747	71.747
40	0.267213	18.9142	41.5162	Rlempimento	0	29.2561	23.9261	27.7957	49.6206	0	49.6206	70.8007	70.8007
41	0.267213	18.5707	43.6859	Rlempimento	0	29.2561	22.9497	26.6613	47.5955	0	47.5955	69.5158	69.5158
42	0.267213	18.1268	45.9372	Rlempimento	0	29.2561	21.8383	25.3702	45.2903	0	45.2903	67.855	67.855
43	0.267213	17.5699	48.2843	Rlempimento	0	29.2561	20.5815	23.9101	42.6839	0	42.6839	65.7713	65.7713
44	0.267213	16.495	50.745	Rlempimento	0	29.2561	18.7253	21.7537	38.8343	0	38.8343	61.7488	61.7488
45	0.267213	14.7413	53.3432	Rlempimento	0	29.2561	19.136	22.2309	39.6863	0	39.6863	65.3997	65.3997
46	0.267213	12.8047	56.1116	Rlempimento	0	29.2561	20.7557	24.1125	43.0453	0	43.0453	73.9465	73.9465
47	0.267213	10.6463	59.0972	Rlempimento	0	29.2561	17.5901	20.4349	36.4801	0	36.4801	65.8677	65.8677
48	0.267213	8.20179	62.3726	Rlempimento	0	29.2561	14.2346	16.5368	29.5213	0	29.5213	56.718	56.718
49	0.267213	5.36263	66.0612	Rlempimento	0	29.2561	10.6532	12.3762	22.0938	0	22.0938	46.0903	46.0903
50	0.267213	1.91355	70.4093	Rlempimento	0	29.2561	6.79376	7.89251	14.0897	0	14.0897	33.1785	33.1785

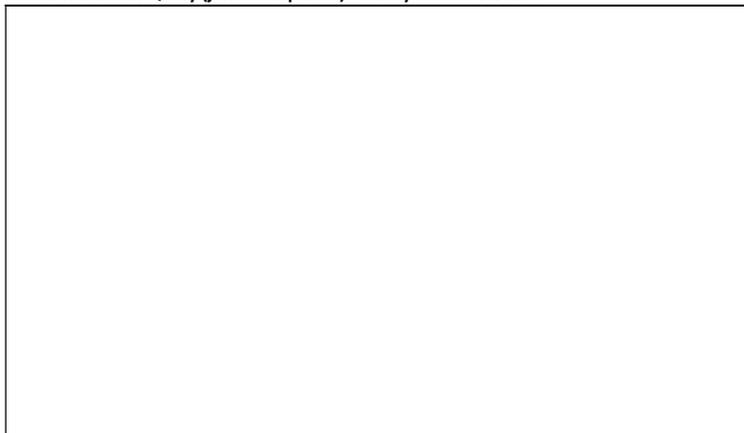
### Interslice Data

Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.3992

--

Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	-12.4965	561.658	0	0	0
2	-12.2174	561.516	0.423288	0	0
3	-11.9383	561.386	1.58152	0	0
4	-11.6592	561.266	3.3246	0	0
5	-11.3802	561.156	5.52552	0	0
6	-11.1011	561.057	8.0761	0	0
7	-10.822	560.966	10.8837	0	0
8	-10.5429	560.886	13.8689	0	0
9	-10.2638	560.814	16.9629	0	0
10	-9.98476	560.751	20.1067	0	0
11	-9.70569	560.696	23.2494	0	0
12	-9.42661	560.651	26.3469	0	0
13	-9.14395	560.613	30.1648	0	0
14	-8.86129	560.584	33.86	0	0
15	-8.57863	560.563	39.524	0	0
16	-8.29596	560.55	46.3859	0	0
17	-8.0133	560.546	52.3621	0	0
18	-7.73064	560.55	57.779	0	0
19	-7.44798	560.563	62.7019	0	0
20	-7.16532	560.584	67.1321	0	0
21	-6.88266	560.613	71.0737	0	0
22	-6.6	560.651	74.5321	0	0
23	-6.33279	560.694	77.6809	0	0
24	-6.06558	560.746	80.5373	0	0
25	-5.79836	560.805	83.0581	0	0
26	-5.53115	560.873	85.2025	0	0
27	-5.26394	560.948	86.9324	0	0
28	-4.99673	561.033	88.2119	0	0
29	-4.72951	561.126	89.0071	0	0
30	-4.4623	561.228	89.2866	0	0
31	-4.19509	561.339	89.0208	0	0
32	-3.92787	561.46	88.1826	0	0
33	-3.66066	561.59	86.7467	0	0
34	-3.39345	561.732	84.6904	0	0
35	-3.12624	561.884	81.9934	0	0
36	-2.85902	562.049	78.6379	0	0
37	-2.59181	562.225	74.6093	0	0
38	-2.3246	562.415	69.8962	0	0
39	-2.05738	562.619	64.4911	0	0
40	-1.79017	562.839	58.3911	0	0
41	-1.52296	563.075	51.5993	0	0
42	-1.25575	563.331	44.1256	0	0
43	-0.988534	563.607	35.9892	0	0
44	-0.721321	563.906	27.2214	0	0
45	-0.454108	564.233	18.0851	0	0
46	-0.186896	564.592	7.34607	0	0
47	0.0803171	564.99	-6.15246	0	0
48	0.34753	565.437	-19.5719	0	0
49	0.614743	565.947	-32.5609	0	0
50	0.881955	566.549	-44.5733	0	0
51	1.14917	567.3	0	0	0

Global Minimum Query (janbu simplified) - Safety Factor: 1.16173



Slice Number	X coordinate [m]	Y coordinate - Bottom [m]	Interslice Normal Force [kN]	Interslice Shear Force [kN]	Interslice Force Angle [degrees]
1	-12.4965	561.658	0	0	0
2	-12.2174	561.516	0.487443	0	0
3	-11.9383	561.386	1.81919	0	0
4	-11.6592	561.266	3.82158	0	0
5	-11.3802	561.156	6.34908	0	0
6	-11.1011	561.057	9.27874	0	0
7	-10.822	560.966	12.5061	0	0
8	-10.5429	560.886	15.9418	0	0
9	-10.2638	560.814	19.5093	0	0
10	-9.98476	560.751	23.1428	0	0
11	-9.70569	560.696	26.7857	0	0
12	-9.42661	560.651	30.3894	0	0
13	-9.14395	560.613	34.8743	0	0
14	-8.86129	560.584	39.2336	0	0
15	-8.57863	560.563	45.9171	0	0
16	-8.29596	560.55	54.068	0	0
17	-8.0133	560.546	61.2396	0	0
18	-7.73064	560.55	67.8163	0	0
19	-7.44798	560.563	73.8767	0	0
20	-7.16532	560.584	79.4217	0	0
21	-6.88266	560.613	84.4551	0	0
22	-6.6	560.651	88.981	0	0
23	-6.33279	560.694	93.179	0	0
24	-6.06558	560.746	97.1185	0	0
25	-5.79836	560.805	100.754	0	0
26	-5.53115	560.873	104.043	0	0
27	-5.26394	560.948	106.946	0	0
28	-4.99673	561.033	109.424	0	0
29	-4.72951	561.126	111.443	0	0
30	-4.4623	561.228	112.971	0	0
31	-4.19509	561.339	113.975	0	0
32	-3.92787	561.46	114.429	0	0
33	-3.66066	561.59	114.305	0	0
34	-3.39345	561.732	113.581	0	0
35	-3.12624	561.884	112.234	0	0
36	-2.85902	562.049	110.247	0	0
37	-2.59181	562.225	107.603	0	0
38	-2.3246	562.415	104.291	0	0
39	-2.05738	562.619	100.302	0	0
40	-1.79017	562.839	95.6321	0	0
41	-1.52296	563.075	90.2827	0	0
42	-1.25575	563.331	84.2624	0	0
43	-0.988534	563.607	77.5884	0	0
44	-0.721321	563.906	70.2891	0	0
45	-0.454108	564.233	62.59	0	0
46	-0.186896	564.592	53.4494	0	0
47	0.0803171	564.99	41.8664	0	0
48	0.34753	565.437	30.277	0	0
49	0.614743	565.947	19.0059	0	0
50	0.881955	566.549	8.55201	0	0
51	1.14917	567.3	0	0	0

### List Of Coordinates

#### Water Table

X	Y
-19.626	560.189
9.16112	560.189

#### Distributed Load

X	Y
6.60139	567.239
-0.291839	567.316

**External Boundary**

X	Y
-0.699729	567.321
-6.71171	563.311
-8.24754	563.311
-8.25401	563.451
-8.65401	563.451
-8.81389	561.639
-19.626	561.696
-19.626	560.651
-19.626	553.315
9.16112	553.315
9.16112	560.651
9.16112	567.21

**Material Boundary**

X	Y
-19.626	560.651
-9.35401	560.651
-6.75401	560.651
9.16112	560.651

**Material Boundary**

X	Y
-8.24754	563.311
-8.25401	561.251
-6.75401	561.251
-6.75401	560.651

**Material Boundary**

X	Y
-9.35401	560.651
-9.35401	561.251
-8.84813	561.251
-8.81389	561.639