

COMUNE DI NOVAFELTRIA

Provincia di Rimini

RIPRISTINO DELLA SEDE STRADALE DI VIA OLINDO
TOMASETTI IN NOVAFELTRIA, CONSOLIDAMENTO
E REGIMAZIONE ACQUE VERSANTE SOVRASTANTE

COMMITTENTE

COMUNE DI NOVAFELTRIA

PROGETTO

Studio Tecnico Associato ProGEMA
Ing. Emanuele Giacobbi

CONSULENZA GEOLOGICA

Dott. Geol. Fabio Fabbri

A8

Relazione di calcolo strutturale
Tabulati di calcolo

A	Dicembre 2020	PROGETTO ESECUTIVO



ProGEMA
Studio Tecnico Associato
Viale A. Gramsci, 41
47865 - San Leo (RN)

Note

Archivio:

...\2020\...

E' vietata la riproduzione anche parziale, la cessione a terzi, la diffusione del presente elaborato, se non dietro nostra espressa autorizzazione scritta. Ogni violazione sarà perseguita a norma di legge.

Tabulati di calcolo automatico

Indice generale

<u>1</u>	<u>Descrizione del software</u>	.....
<u>2</u>	<u>Normative di riferimento</u>	.....
<u>3</u>	<u>Geometria del muro</u>	.....
<u>3.1</u>	<u>Sistema di riferimento</u>	.....
<u>3.2</u>	<u>Rappresentazione geometrica, sezione trasversale</u>	.....
<u>3.3</u>	<u>Rappresentazione analitica</u>	.....
<u>4</u>	<u>Caratteristiche dei terreni</u>	.....
<u>5</u>	<u>Geometria degli strati</u>	.....
<u>6</u>	<u>Geometria dei carichi</u>	.....
<u>6.1</u>	<u>Carichi uniformi</u>	.....
<u>7</u>	<u>Metodi di calcolo delle azioni e delle verifiche</u>	.....
<u>7.1</u>	<u>Descrizione della normativa sismica</u>	.....
<u>7.2</u>	<u>Descrizione del metodo di calcolo delle spinte</u>	.....
<u>7.3</u>	<u>Descrizione del metodo di calcolo della portanza</u>	.....
<u>8</u>	<u>Distribuzioni di spinte e pressioni</u>	.....
<u>8.1</u>	<u>Pressioni</u>	.....
<u>8.1.1</u>	<u>Pressioni sul paramento a monte in combinazione EQU-1</u>	.....
<u>8.1.2</u>	<u>Pressioni sul paramento a monte in combinazione EQU-2</u>	.....
<u>8.1.3</u>	<u>Pressioni sul paramento a monte in combinazione EQU-3</u>	.....
<u>8.1.4</u>	<u>Pressioni sul paramento a monte in combinazione STR-1</u>	.....
<u>8.1.5</u>	<u>Pressioni sul paramento a monte in combinazione STR-2</u>	.....
<u>8.1.6</u>	<u>Pressioni sul paramento a monte in combinazione STR-3</u>	.....
<u>8.1.7</u>	<u>Pressioni sul paramento a monte in combinazione STR-4</u>	.....
<u>8.1.8</u>	<u>Pressioni sul paramento a monte in combinazione GEO-1</u>	.....
<u>8.1.9</u>	<u>Pressioni sul paramento a monte in combinazione GEO-2</u>	.....
<u>8.1.10</u>	<u>Pressioni sul paramento a monte in combinazione SIS-1</u>	.....
<u>8.1.11</u>	<u>Pressioni sul paramento a monte in combinazione SLE-1</u>	.....
<u>8.1.12</u>	<u>Pressioni sul paramento a monte in combinazione SLE-2</u>	.....
<u>9</u>	<u>Risultante delle azioni agenti sul muro</u>	.....
<u>9.1</u>	<u>Combinazioni di calcolo</u>	.....
<u>9.1.1</u>	<u>Combinazione di carico EQU-1</u>	.....
<u>9.1.2</u>	<u>Combinazione di carico EQU-2</u>	.....
<u>9.1.3</u>	<u>Combinazione di carico EQU-3</u>	.....
<u>9.1.4</u>	<u>Combinazione di carico STR-1</u>	.....
<u>9.1.5</u>	<u>Combinazione di carico STR-2</u>	.....
<u>9.1.6</u>	<u>Combinazione di carico STR-3</u>	.....
<u>9.1.7</u>	<u>Combinazione di carico STR-4</u>	.....
<u>9.1.8</u>	<u>Combinazione di carico SIS-1</u>	.....
<u>10</u>	<u>Verifiche di stabilità locale</u>	.....
<u>11</u>	<u>Verifica di stabilità globale dell'opera sul pendio</u>	.....
<u>12</u>	<u>Parametri per dimensionamento armatura</u>	.....
<u>13</u>	<u>Sollecitazioni e verifiche strutturali</u>	.....
<u>14</u>	<u>Dimensionamento pali</u>	.....

14.1 Fila di pali n.1	
14.2 Fila di pali n.2	

1 Descrizione del software

Si tratta di un programma di calcolo strutturale dedicato al progetto e verifica di Opere di Sostegno in cemento armato e a gravità. Il programma permette il calcolo delle spinte nelle diverse combinazioni di calcolo analizzate, l'esecuzione di verifiche di stabilità locale e globale di natura geotecnica, la progettazione delle parti in cemento armato e la verifica di resistenza strutturale. Nella determinazione delle sollecitazioni strutturali può utilizzare un proprio solutore agli elementi finiti tridimensionale fornito col pacchetto. Nella relazione di calcolo vengono riportati i dati di input, le combinazioni di calcolo adottate, le pressioni e le spinte trovate, nonché i risultati delle verifiche geotecniche e strutturali. Vengono anche prodotte le tavole con i prospetti e le distinte di armatura, ed il computo metrico delle principali grandezze.

SPECIFICHE TECNICHE

Denominazione del software: WallCAD 7

Produttore del software: Concrete

Concrete srl, via della Pieve, 15, 35121 PADOVA - Italy

<http://www.concrete.it>

Rivenditore: CONCRETE SRL - Via della Pieve 19 - 35121 Padova - tel.049-8754720

Versione: 7.24

Identificatore licenza: WP-3206032

Intestatario della licenza: PROGEMA - VIA GRAMSCI, 41 - SAN LEO (RN)

Versione regolarmente licenziata

SCHEMATIZZAZIONE STRUTTURALE E CRITERI DI CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

Il programma permette il calcolo della spinta delle terre mediante metodi propri dell'Equilibrio limite e la valutazione della stabilità globale con metodi propri della stabilità dei pendii; le azioni sismiche vengono valutate mediante un approccio pseudo-statico, in accordo alle varie normative adottate. Le spinte vengono pensate agenti su un tratto di lunghezza unitaria di un muro di lunghezza indefinita, con sezione che resta quindi in stato piano di deformazione; nel caso di elementi discontinui con lo sviluppo del muro (come pali, tiranti, contrafforti, carichi puntuali) viene invece creato un modello 3D ad elementi finiti, di lunghezza e condizioni di vincolo alle estremità deciso dal progettista. In quest'ultimo caso le sollecitazioni sono calcolate dal modello numerico per integrazione nel tratto di verifica. La reazione del suolo è quella teorica di fondazione rigida su suolo elastico non reagente al sollevamento; nel caso di studio con modello fem il suolo è modellato mediante un numero elevato di molle elastoplastiche verticali, non reagenti al sollevamento; in direzione orizzontale sono altresì presenti molle elastiche di modulo di reazione proporzionale al verticale. I pali sono modellati suddividendo l'asta in più aste immerse nei terreni della stratigrafia definita. Nei nodi di divisione tra le aste vengono inserite molle assialsimmetriche elastoplastiche precaricate dalla spinta a riposo che hanno come pressione limite minima la spinta attiva e come pressione limite massima la spinta passiva modificabile attraverso opportuni coefficienti. I tiranti sono modellati mediante molle elastoplastiche di rigidità equivalente al sistema terreno/tratto libero/tratto ancorato, e di limiti plastici a trazione e compressione assegnati. I carichi possono essere inseriti sia sul muro che sul terreno; in quest'ultimo caso il carico uniforme è trattato come uno strato di spessore equivalente, mentre gli altri tipi di carico (lineare o nastriforme) vengono diffusi in orizzontale e sovrapposti alle restanti azioni.

VERIFICHE DELLE MEMBRATURE IN CEMENTO ARMATO

Nel caso più generale le verifiche degli elementi in c.a. possono essere condotte agli stati limite in accordo al D.M. 17/01/18, al D.M. 14/01/08, al D.M. 09/01/96 o secondo Eurocodice 2, oppure ove consentito col metodo delle tensioni ammissibili (D.M. 14/01/92). Le membrature in c.a. sono verificate a pressoflessione e taglio come piastre non espressamente armate a taglio, i pali sono verificati a pressoflessione, taglio e punzonamento verso la suola; nel caso di micropali si considera la sola resistenza del tubolare in acciaio, verificato secondo Eurocodice 3 in accordo al D.M. 17/01/18 o al D.M. 14/01/08

2 Normative di riferimento

Normative di analisi e verifica:

Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 17.01.2018 (NTC 2018)

Valutazione delle azioni sismiche:

Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 17.01.2018 (NTC 2018) Cap.7

Verifiche strutturali:

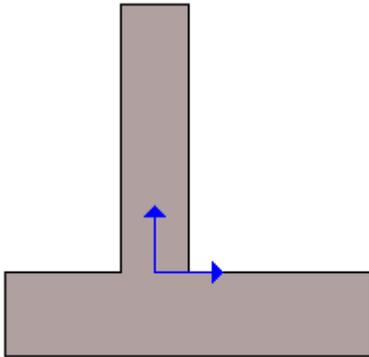
Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 17.01.2018 (NTC 2018) Cap.4

3 Geometria del muro

La descrizione della geometria del muro si avvale di una duplice rappresentazione, una schematica, tramite la sezione trasversale, e l'altra in forma analitica tramite le dimensioni principali degli elementi costituenti.

3.1 Sistema di riferimento

Nella seguente rappresentazione schematica viene rappresentata la posizione e l'orientamento del sistema di riferimento rispetto ai vertici principali della sagoma del muro.



Sistema di riferimento adottato per le coordinate:

Ascisse X (espresse in centimetri) positive verso destra

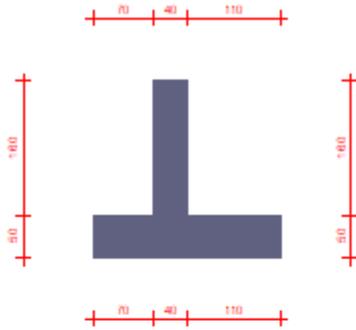
Ordinate Y (espresse in centimetri) positive verso l'alto

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da sinistra verso destra

Le forze verticali sono considerate positive se agenti dal basso verso l'alto

Tutti i valori in output sono riferiti ad 1 centimetro di muro.

3.2 Rappresentazione geometrica, sezione trasversale



3.3 Rappresentazione analitica

Il muro viene convenzionalmente suddiviso in blocchi principali ed eventuali accessori.

Ingombro globale

Larghezza totale del muro	: 220 cm
Altezza totale del muro	: 210 cm
Peso specifico del muro	: 2500 daN/m ³
Peso specifico delle falde	: 1000 daN/m ³

Paramento

Base inf.	: 40 cm
Base sup.	: 40 cm
Altezza	: 160 cm
Disassamento	: 0 cm

Mensola sinistra in fondazione

Larghezza	: 70 cm
Alt.interna	: 50 cm
Alt.esterna	: 50 cm
Disassamento	: 0 cm

Zoccolo centrale in fondazione

Larghezza : 40 cm
 Altezza a sx : 50 cm
 Altezza a dx : 50 cm
 Sfalsamento : 0 cm

Mensola destra in fondazione

Larghezza : 110 cm
 Alt.interna : 50 cm
 Alt.esterna : 50 cm
 Disassamento : 0 cm

4 Caratteristiche dei terreni

Significato dei simboli e unità di misura:

Gsat: Peso specifico saturo del terreno, utilizzato nelle zone immerse (daN/m³)

Gnat: Peso specifico naturale del terreno, utilizzato nelle zone non immerse (daN/m³)

Fi: Angolo di attrito interno del terreno (deg)

C': Coesione drenata del terreno (daN/cm²)

Cnd: Coesione non drenata del terreno (daN/cm²)

Delta: Angolo di attrito all'interfaccia terreno/paramento (deg)

Al: Adesione della coesione all'interfaccia terreno/cls (-)

OCR: Coefficiente di sovraconsolidazione del terreno (-)

Ko: Coefficiente di spinta a riposo del terreno (-)

E: Modulo elastico longitudinale del terreno (daN/cm²)

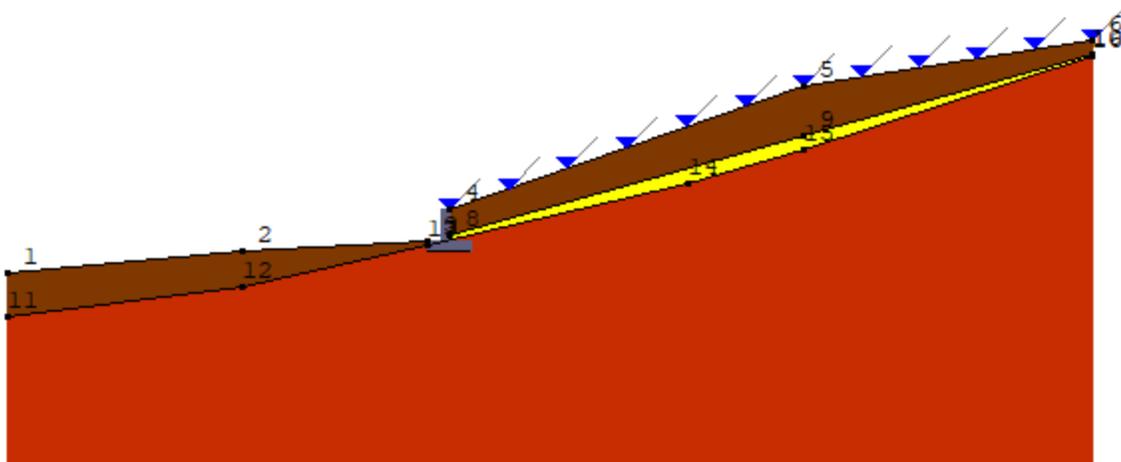
G: Modulo elastico tangenziale del terreno (daN/cm²)

Perm: Permeabilità del terreno (cm/sec)

N	Denominazione	Gsat	Gnat	Fi	C'	Cnd	Delta	Al	OCR	Ko	E	G	Perm
1	Orizzonte A	2150	2000	22,00	0,200	0,300	14,66	0,80	1,00	0,63	150	90	1,00E-07
2	Orizzonte B	2200	2000	15,00	0,000	0,200	9,00	0,80	1,00	0,74	20	7	1,00E-07
3	Orizzonte C	2200	2000	22,00	0,100	0,500	14,66	0,50	1,00	0,63	220	120	1,00E-05

5 Geometria degli strati

Vengono mostrate in forma tabellare le sequenze di punti che costituiscono le poligonali di separazione degli strati di terreno.



Strato n.1, materiale sottostante: Orizzonte A

Progressivo	N.	X [cm]	Y [cm]
1	1	-2188	-164
2	2	-1014	-50
3	3	-90	0

Strato n.2, materiale sottostante: Orizzonte A

Progressivo	N.	X [cm]	Y [cm]
1	4	20	160
2	5	1796	781
3	6	3235	1009

Strato n.3, materiale sottostante: Orizzonte B

Progressivo	N.	X [cm]	Y [cm]
1	8	20	30
2	9	1796	529
3	10	3235	938

Strato n.4, materiale sottostante: Orizzonte C

Progressivo	N.	X [cm]	Y [cm]
1	11	-2188	-382
2	12	-1014	-226
3	13	-90	-20
4	14	1212	293
5	15	1796	455
6	16	3235	925

Strato n.5, materiale sottostante: Orizzonte C

Stratigrafia adattata al profilo del muro.

Progressivo	N.	X [cm]	Y [cm]
1	-	-90	-50
2	-	-20	-50
3	-	20	-50
4	-	130	-50

6 Geometria dei carichi

Le coordinate e le componenti dei carichi stampate in questo paragrafo sono riferite al sistema di riferimento relativo alla sezione trasversale, dove gli assi X e Y locali coincidono rispettivamente con gli assi X e Z globali. L'asse Y globale si sviluppa nella profondità del muro. Tutte le tipologie di carico, esclusa quella puntuale, hanno componenti e coordinate diverse da zero solo lungo gli assi locali X e Y. Nel caso di carichi puntuali viene indicata anche la posizione in profondità (P), riferita rispetto alla sezione trasversale iniziale dell'intervento e quindi lungo l'asse Y globale.

6.1 Carichi uniformi

Comp.permanente di carico uniforme a monte	: 0 daN/cm ²
Comp.variabile di carico uniforme a monte	: -0.02 daN/cm ²

7 Metodi di calcolo delle azioni e delle verifiche

Metodo di calcolo della spinta del terreno	: Cuneo di tentativo
Metodo di calcolo della portanza del terreno	: Terzaghi
Normativa adottata per le verifiche locali Costruzioni	: D.M. 17/01/2018 Norme Tecniche per le

Normativa adottata per il sisma: D.M. 17/01/2018 Norme tecniche per le costruzioni NTC 2018.
Localizzazione dell'opera: Rimini, Novafeltria
Vita nominale dell'opera (Tab. 2.4.I): 50 anni
Classe d'uso (Tab. 2.4.II): 2
Parametri sismici calcolati per lo stato limite : SLV
Accelerazione relativa Ag/g massima attesa al suolo: 0.1827 g
Categoria del suolo di fondazione: B
Coefficiente di amplificazione stratigrafica: 1.2
Coefficiente di amplificazione topografica: 1.2
Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima per il sito (Beta s): 0.24
Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima per muri (Beta m): 0.38
Punto di applicazione della forza dinamica: stesso punto di quella statica
Effetto della componente verticale di accelerazione sismica trascurato.

7.1 Descrizione della normativa sismica

In zona sismica per l'opera di sostegno viene condotta una analisi pseudostatica secondo quanto previsto dalla normativa vigente (D.M. 17/01/2018 NTC, paragrafo 7.11.6).

Nell'analisi pseudostatica, l'azione sismica è rappresentata da un insieme di forze statiche orizzontali e verticali, pari al prodotto delle forze di gravità moltiplicate per un coefficiente sismico.

I coefficienti sismici orizzontali e verticali, applicati a tutte le masse potenzialmente instabili, sono calcolati rispettivamente come:

$$k_h = \beta_m \cdot (a_{max}/g) \quad [7.11.6]$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h \quad [7.11.7]$$

$$a_{max} = S_s \cdot S_T \cdot a_g \quad [7.11.8]$$

Dove: β_m è il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

a_{max} è l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g è l'accelerazione di gravità;

S_s è il coefficiente di amplificazione stratigrafica, in funzione dei terreni del sito (§3.2.3.2);

S_T è il coefficiente di amplificazione topografica, in funzione del pendio (§3.2.3.2);

a_g è l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

I valori di β_m sono 0.38 nelle verifiche allo stato limite ultimo (SLV), 0.47 nelle verifiche allo stato limite di esercizio (SLD); per muri non liberi di subire spostamenti relativi rispetto al terreno assume valore unitario.

Il coefficiente S_s di amplificazione stratigrafica è funzione dei terreni del sito ed ha valore unitario sul terreno di riferimento; i valori minimi e massimi di S_s sono riportati nella normativa in Tab. 3.2.IV.

Il coefficiente S_T di amplificazione topografica è maggiore di 1 per strutture in sommità di un pendio o in cresta, mentre è unitario negli altri casi; i valori massimi di S_T sono riportati nella normativa in Tab. 3.2.V, in funzione della categoria topografica della superficie.

I coefficienti sismici sopra definiti sono considerati costanti lungo l'altezza del muro.

L'incremento di spinta dovuto al sisma può venire assunto agente nello stesso punto di quella statica, nel caso di muri di sostegno liberi di traslare o di ruotare intorno al piede, oppure a metà altezza dell'opera, negli altri casi.

La spinta totale di progetto E_d agente sull'opera di sostegno è data da:

$$E_d = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot (1 \pm k_v) \cdot K \cdot h^2 + E_{ws}$$

dove: γ è il peso specifico del terreno;
 K è il coefficiente di spinta del terreno;
 h è l'altezza del muro;
 E_{ws} è la spinta idrostatica;

Il coefficiente di spinta del terreno viene calcolato come nel caso statico ma con le seguenti modifiche*:

- nel caso di terreno sotto falda, applicando una rotazione al profilo del muro e degli strati di terreno, secondo le espressioni

$$\tan \theta_A = \frac{\gamma}{\gamma - \gamma_w} \cdot \frac{k_h}{1 + k_v} \quad \text{e} \quad \tan \theta_B = \frac{\gamma}{\gamma - \gamma_w} \cdot \frac{k_h}{1 - k_v}$$

dove: γ è il peso specifico del terreno saturo;
 γ_w è il peso specifico dell'acqua;

- nel caso di terreno sopra falda, applicando una rotazione al profilo del muro e degli strati di terreno, secondo le espressioni

$$\tan \theta_A = \frac{k_h}{1 + k_v} \quad \text{e} \quad \tan \theta_B = \frac{k_h}{1 - k_v}$$

*eccetto il metodo di Mononobe-Okabe, che include il sisma in modo nativo nella formulazione.

L'acqua interstiziale viene considerata non libera all'interno dello scheletro solido del terreno, trattando quindi quest'ultimo come un mezzo monofase. In presenza di acqua libera sulla faccia del muro viene aggiunta la sovrappressione (considerata agente nel caso peggiore, cioè da monte verso valle) dovuta all'effetto idrodinamico, secondo la relazione:

$$q(z) = \frac{7}{8} \cdot k_h \cdot \gamma_w \cdot \sqrt{h \cdot z}$$

dove: h è l'altezza totale della zona interessata dall'acqua libera;
 z è la distanza dal pelo libero dell'acqua;

Stabilità globale

In presenza di sisma viene condotta una analisi pseudo-statica secondo quanto previsto dalla normativa vigente (D.M. 17/01/2018 NTC, paragrafo 7.11.3.5, 7.11.4), secondo cui l'azione sismica è rappresentata da un'azione statica equivalente, proporzionale al peso del volume di terreno instabile ed ai coefficienti sismici orizzontale e verticale:

$$k_h = \beta_s \cdot (a_{max}/g) \quad [7.11.3]$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h \quad [7.11.4]$$

$$a_{max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g \quad [7.11.5]$$

Dove: β_s è il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;
 a_{max} è l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito, in funzione della zona sismica;
 g è l'accelerazione di gravità;
 S_S è il coefficiente di amplificazione stratigrafica, in funzione dei terreni del sito;
 S_T è il coefficiente di amplificazione topografica, in funzione del pendio;
 a_g è l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

I valori di β_s sono riportati nella normativa in Tab. 7.11.I, in funzione della categoria di sottosuolo e della accelerazione orizzontale massima a_g .

Il coefficiente S_s di amplificazione stratigrafica è funzione dei terreni del sito ed ha valore unitario sul terreno di riferimento; i valori minimi e massimi di S_s sono riportati nella normativa in Tab. 3.2.IV.

Il coefficiente S_T di amplificazione topografica è maggiore di 1 per strutture in sommità di un pendio o in cresta, mentre è unitario negli altri casi; i valori massimi di S_T sono riportati nella normativa in Tab. 3.2.V, in funzione della categoria topografica della superficie.

Il calcolo viene condotto nelle combinazioni stabilite dal progettista, con i coefficienti parziali sulle azioni, sui materiali e resistenze indicati; di default vengono create combinazioni per il caso statico e sismico.

7.2 Descrizione del metodo di calcolo delle spinte

Il calcolo delle spinte basato sul "Metodo del cuneo di tentativo" (*Trial Wedge Method*), può essere considerato una generalizzazione della *teoria di Coulomb* (1776). Le equazioni derivano dall'equilibrio limite globale di diversi cunei di rottura di forma variabile a seconda delle condizioni di equilibrio al contorno. Esse dipendono dall'angolo di rottura delle superfici di scorrimento; la spinta si ottiene per tentativi facendo variare l'angolo di rottura fino a determinare quello critico che rende massima la spinta attiva o minima la spinta passiva sull'opera di sostegno.

Nel caso semplice di terrapieno omogeneo, dall'equilibrio globale limite del cuneo costruito sulla superficie di rottura, si scrive l'equazione di equilibrio in funzione dell'angolo di rottura α . In questo modo l'unica incognita è la spinta del terreno, ed è possibile cercare l'angolo critico che rende massima tale spinta attiva.

In caso di presenza di falda, nell'equilibrio limite globale del cuneo di rottura viene considerata la sottospinta dell'acqua U sulla superficie di rottura e la spinta idrostatica P_w sul tratto di muro interessato; il peso di volume del cuneo è comprensivo del peso dell'acqua.

Si calcolano le componenti delle forze agenti lungo la superficie di rottura e lungo la sua normale. Dall'equilibrio delle forze normali alla superficie di scorrimento:

$$N = [V - P_{ah} \tan \delta + W] \cos \alpha + [P_{ah} + P_w] \sin \alpha - U$$

dove $P_{ah} \tan \delta = P_{av} e$ $V = q * B$

Dall'equilibrio delle forze tangenziali alla superficie di scorrimento:

$$T = [V + W - P_{ah} \tan \delta] \sin \alpha - [P_{ah} + P_w] \cos \alpha$$

Sfruttando il criterio di rottura di Mohr-Coulomb,

$$T = N \tan \phi + c * L$$

sostituendo T ed N con quelle derivanti dalle equazioni di equilibrio e risolvendo rispetto all'unica incognita P_{ah} si ottiene la seguente equazione, dipendente da α :

$$P_{ah} = \frac{(V + W) * (\cos \alpha \tan \phi - \sin \alpha) + P_w * (\cos \alpha + \sin \alpha \tan \phi) - U \tan \phi + c * L}{(\tan \delta \cos \alpha \tan \phi - \sin \alpha \tan \phi - \tan \delta \sin \alpha - \cos \alpha)}$$

Nel caso di un terrapieno formato da due strati di terreno generici, poiché i parametri meccanici possono cambiare nei due strati, potendo essere i due terreni di natura diversa, la superficie di rottura che ne deriva è spezzata, assume cioè valori dell'angolo di rottura α_1 ed α_2 che possono essere diversi nei due strati. Le spinte si ricavano sempre dall'equilibrio del cuneo mediante un'equazione di equilibrio limite. Nel caso di un terrapieno formato da un numero generico di strati il calcolo viene condotto come nelle soluzioni precedenti, ma nel quale viene aggiunto uno strato per ogni ciclo di calcolo.

Il metodo del cuneo di tentativo consente una grande generalità nell'attribuzione di sovraccarichi sul terrapieno, in quanto permette di considerare svariate tipologie di carico. Inoltre consente di considerare, nel caso di materiali coesivi, la fessurazione che può formarsi in superficie, dovuta all'incapacità di sopportare una trazione eccessiva nella parte superiore dello strato. L'altezza fessurata viene in questo caso calcolata come:

$$H = \frac{2 \cdot c}{\gamma} \cdot \tan\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right)$$

Il metodo del cuneo di tentativo può essere usato anche per il calcolo della spinta passiva.

7.3 Descrizione del metodo di calcolo della portanza

La capacità portante viene valutata attraverso la formula di Terzaghi per la quale risulta

$$Q_{lim} = c \cdot N_c \cdot s_c + q \cdot N_q + \frac{1}{2} \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma$$

dove:

γ = peso di volume dello strato di fondazione;

B = larghezza efficace della fondazione (depurata dell'eventuale eccentricità del carico $B = B_f - 2e$);

c = coesione dello strato di fondazione;

q = sovraccarico del terreno sovrastante il piano di fondazione;

N_c, N_q, N_γ = fattori di capacità portante;

s_c, s_γ = fattori di forma della fondazione;

Per la teoria di Terzaghi i coefficienti sopra definiti assumono le espressioni che seguono:

$$N_c = (N_q - 1) \cdot ctg\phi, \quad N_q = \frac{e^{2(0.75\pi - \phi/2)tg\phi}}{2 \cdot \cos^2\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right)}, \quad N_\gamma = \frac{tg\phi}{2} \cdot \left(\frac{K_{py}}{\cos^2\phi} - 1\right)$$

nelle quali si sono considerati i seguenti dati:

ϕ = angolo di attrito dello strato di fondazione;

K_{py} è un valore empirico che Terzaghi non ha mai definito in modo chiaro. Nel calcolo viene impiegato un valore interpolato linearmente dalla seguente tabella (ϕ / K_{py}), ricavata da Bowles interpretando i fattori di capacità portante di Terzaghi a ritroso: 0°/10.8; 5°/12.2; 10°/14.7; 15°/18.6; 20°/25; 25°/35; 30°/52; 35°/82; 40°/141; 45°/298; 50°/800;

I fattori di forma s_c ed s_γ valgono 1 per la fondazione nastriforme.

* La formula di Terzaghi non considera gli effetti dell'inclinazione del carico, del piano di posa e del piano campagna.

8 Distribuzioni di spinte e pressioni

8.1 Pressioni

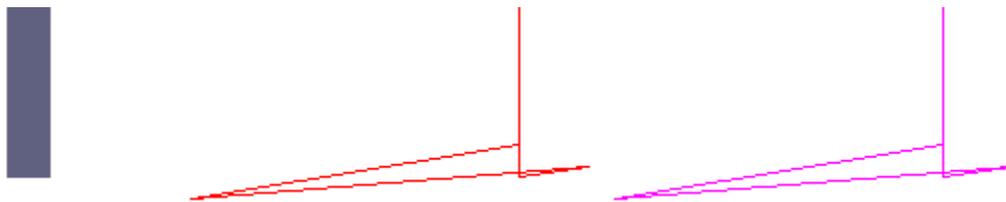
Le distribuzioni delle pressioni esercitate dai terreni circostanti il muro sono date attraverso un insieme di segmenti generalmente coincidenti i profili laterali dell'intervento murario. Ogni segmento presenta una distribuzione lineare di pressione che può variare vettorialmente da un valore ($VX1, VY1$) sino ad un valore ($VX2, VY2$). Le distribuzioni di pressione sono fornite per causa originante (pressione del terreno o pressione dell'acqua) e sommate globalmente.

8.1.1 Pressioni sul paramento a monte in combinazione EQU-1



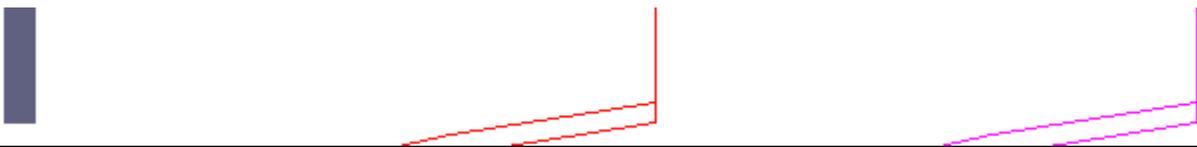
N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X ₁	Y ₁	X ₂	Y ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂
1	20	160	20	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	20	30	20	0	-1.28	-0.2	0.26	0.04	0	0	0	0	-1.28	-0.2	0.26	0.04

8.1.2 Pressioni sul paramento a monte in combinazione EQU-2



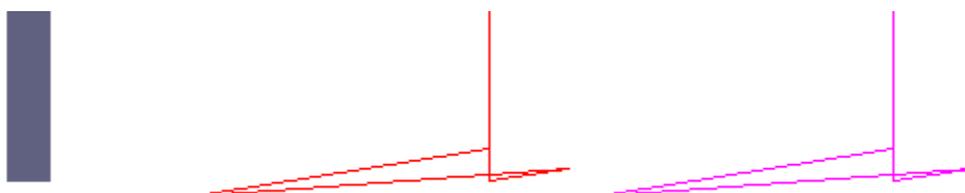
N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X ₁	Y ₁	X ₂	Y ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂
1	20	160	20	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	20	30	20	0	-1.57	-0.25	0.33	0.05	0	0	0	0	-1.57	-0.25	0.33	0.05

8.1.3 Pressioni sul paramento a monte in combinazione EQU-3



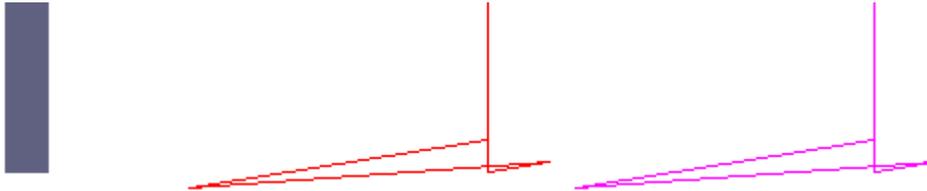
N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X ₁	Y ₁	X ₂	Y ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂
1	20	160	20	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	20	30	20	0	-1.43	-0.23	-3.66	-0.58	0	0	0	0	-1.43	-0.23	-3.66	-0.58

8.1.4 Pressioni sul paramento a monte in combinazione STR-1



N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X ₁	Y ₁	X ₂	Y ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂
1	20	160	20	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	20	30	20	0	-1.43	-0.23	0.38	0.06	0	0	0	0	-1.43	-0.23	0.38	0.06

8.1.5 Pressioni sul paramento a monte in combinazione STR-2



N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X ₁	Y ₁	X ₂	Y ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂
1	20	160	20	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	20	30	20	0	-1.43	-0.23	0.29	0.05	0	0	0	0	-1.43	-0.23	0.29	0.05

8.1.6 Pressioni sul paramento a monte in combinazione STR-3



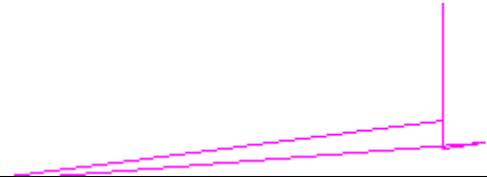
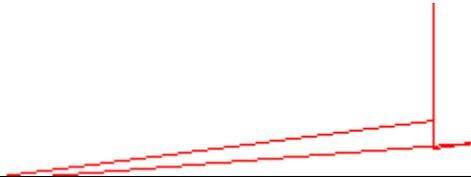
N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X ₁	Y ₁	X ₂	Y ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂
1	20	160	20	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	20	30	20	0	-1.85	-0.29	0.49	0.08	0	0	0	0	-1.85	-0.29	0.49	0.08

8.1.7 Pressioni sul paramento a monte in combinazione STR-4



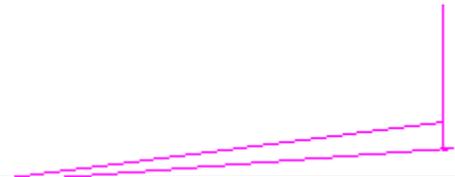
N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X ₁	Y ₁	X ₂	Y ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂
1	20	160	20	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	20	30	20	0	-1.85	-0.29	0.41	0.06	0	0	0	0	-1.85	-0.29	0.41	0.06

8.1.8 Pressioni sul paramento a monte in combinazione GEO-1



N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X ₁	Y ₁	X ₂	Y ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂
1	20	160	20	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	20	30	20	0	-2.8	-0.35	0.24	0.03	0	0	0	0	-2.8	-0.35	0.24	0.03

8.1.9 Pressioni sul paramento a monte in combinazione GEO-2



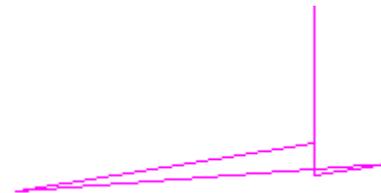
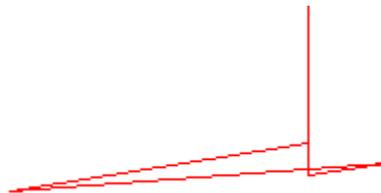
N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X ₁	Y ₁	X ₂	Y ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂
1	20	160	20	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	20	30	20	0	-2.8	-0.35	0.06	0.01	0	0	0	0	-2.8	-0.35	0.06	0.01

8.1.10 Pressioni sul paramento a monte in combinazione SIS-1



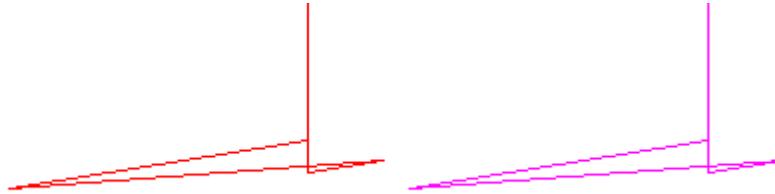
N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X ₁	Y ₁	X ₂	Y ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂
1	20	160	20	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	20	30	20	0	-1.43	-0.23	-4.91	-0.78	0	0	0	0	-1.43	-0.23	-4.91	-0.78

8.1.11 Pressioni sul paramento a monte in combinazione SLE-1



N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X ₁	Y ₁	X ₂	Y ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂
1	20	160	20	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	20	30	20	0	-1.43	-0.23	0.38	0.06	0	0	0	0	-1.43	-0.23	0.38	0.06

8.1.12 Pressioni sul paramento a monte in combinazione SLE-2



N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X ₁	Y ₁	X ₂	Y ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂
1	20	160	20	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	20	30	20	0	-1.43	-0.23	0.36	0.06	0	0	0	0	-1.43	-0.23	0.36	0.06

9 Risultante delle azioni agenti sul muro

Vengono riportate le combinazioni di calcolo ed il riepilogo delle azioni risultanti agenti sul muro per le verifiche geotecniche.

9.1 Combinazioni di calcolo

La seguente tabella mostra i coefficienti moltiplicatori delle azioni utilizzati nelle combinazioni ed i relativi gruppi di coefficienti di sicurezza parziale, definiti nella normativa.

Con l'indice stampato n uguale a 0 (A0, M0 e R0), si intendono le situazioni in cui non sono definiti dei gruppi specifici da parte della normativa ed i coefficienti moltiplicatori sono da intendersi implicitamente unitari.

Famiglia	A	M	R	Indice	Nome	Perm.	Variabili	Sisma H	Sisma V
EQU	A3	M1	R3	1	EQU-1	0.9	1.5	0	0
EQU	A3	M1	R3	2	EQU-2	1.1	1.5	0	0
EQU	A0	M0	Rs	3	EQU-3	1	0.3	1	0
STR	A1	M1	R3	1	STR-1	1	0	0	0
STR	A1	M1	R3	2	STR-2	1	1.5	0	0
STR	A1	M1	R3	3	STR-3	1.3	0	0	0
STR	A1	M1	R3	4	STR-4	1.3	1.5	0	0
GEO	A2	M2	R2	1	GEO-1	1	0	0	0
GEO	A2	M2	R2	2	GEO-2	1	1.3	0	0
SIS	A0	M0	Rs	1	SIS-1	1	0.3	1	0
SLE	A0	M0	R0	1	SLE-1	1	0	0	0
SLE	A0	M0	R0	2	SLE-2	1	0.3	0	0

9.1.1 Combinazione di carico EQU-1

Descrizione	x _p	y _p	F _x	F _y
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	13	14	0	-39.15
Peso proprio del terreno/acqua a monte	77	90	0	-35.49
Spinta del terreno a monte	130	28	-64.4	-10.2
Spinta del terreno a valle	-90	-28	46.51	12.17
Carichi su terreno a monte	75	0	0	-3.3

9.1.2 Combinazione di carico EQU-2

Descrizione	x _p	y _p	F _x	F _y
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	13	14	0	-47.85

Peso proprio del terreno/acqua a monte	77	90	0	-43.37
Spinta del terreno a monte	130	28	-77.81	-12.32
Spinta del terreno a valle	-90	-28	47.94	12.54
Carichi su terreno a monte	75	0	0	-3.3

9.1.3 Combinazione di carico EQU-3

Descrizione	x_p	y_p	F_x	F_y
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	13	14	0	-43.5
Peso proprio del terreno/acqua a monte	77	90	0	-39.43
Spinta del terreno a monte	130	-1	-242.69	-38.44
Spinta del terreno a valle	-90	-28	46.23	12.09
Carichi su terreno a monte	75	0	0	-0.66
Forza di inerzia dovuta al muro	13	14	-6.52	0
Forza di inerzia dovuta al terreno/acqua a monte	77	90	-5.91	0

9.1.4 Combinazione di carico STR-1

Descrizione	x_p	y_p	F_x	F_y
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	13	14	0	-43.5
Peso proprio del terreno/acqua a monte	77	90	0	-39.43
Spinta del terreno a monte	130	31	-67.07	-10.62
Spinta del terreno a valle	-90	-28	47.22	12.35

9.1.5 Combinazione di carico STR-2

Descrizione	x_p	y_p	F_x	F_y
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	13	14	0	-43.5
Peso proprio del terreno/acqua a monte	77	90	0	-39.43
Spinta del terreno a monte	130	28	-71.11	-11.26
Spinta del terreno a valle	-90	-28	47.22	12.35
Carichi su terreno a monte	75	0	0	-3.3

9.1.6 Combinazione di carico STR-3

Descrizione	x_p	y_p	F_x	F_y
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	13	14	0	-56.55
Peso proprio del terreno/acqua a monte	77	90	0	-51.26
Spinta del terreno a monte	130	31	-87.18	-13.81
Spinta del terreno a valle	-90	-28	49.37	12.92

9.1.7 Combinazione di carico STR-4

Descrizione	x_p	y_p	F_x	F_y
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	13	14	0	-56.55
Peso proprio del terreno/acqua a monte	77	90	0	-51.26
Spinta del terreno a monte	130	29	-91.23	-14.45

Spinta del terreno a valle	-90	-28	49.37	12.92
Carichi su terreno a monte	75	0	0	-3.3

9.1.8 Combinazione di carico SIS-1

Descrizione	x_p	y_p	F_x	F_y
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	13	14	0	-43.5
Peso proprio del terreno/acqua a monte	77	90	0	-39.43
Spinta del terreno a monte	130	5	-165.02	-26.14
Spinta del terreno a valle	-90	-28	46.54	12.18
Carichi su terreno a monte	75	0	0	-0.66
Forza di inerzia dovuta al muro	13	14	-4.35	0
Forza di inerzia dovuta al terreno/acqua a monte	77	90	-3.94	0

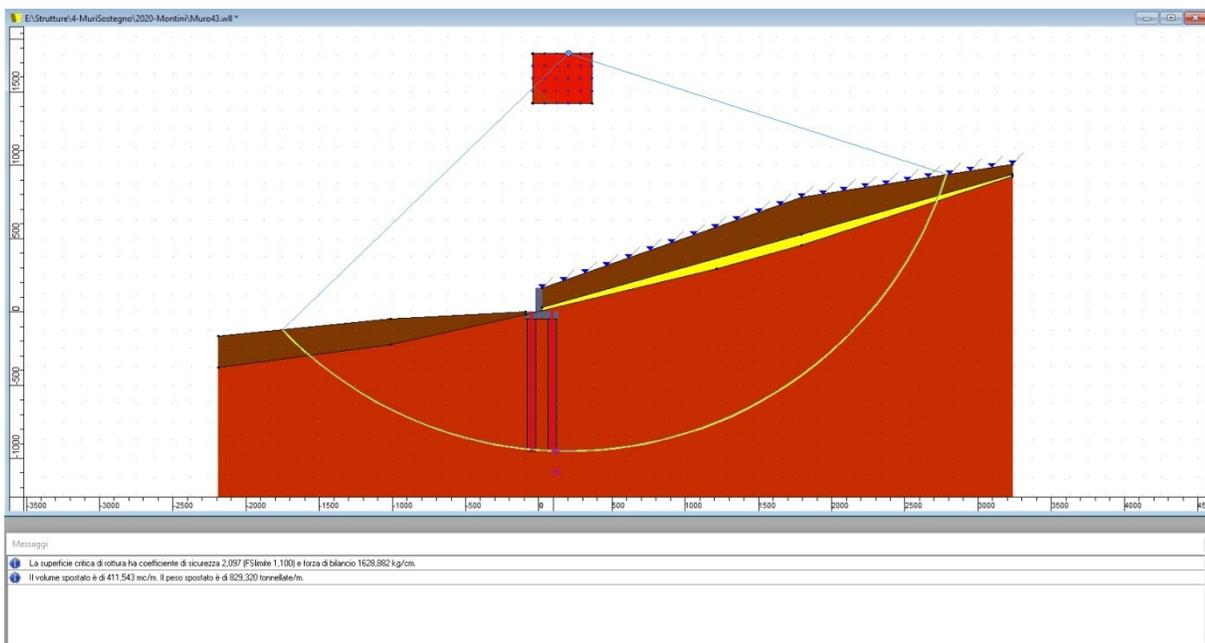
10 Verifiche di stabilità locale

Non è stata condotta nessuna verifica locale (scorrimento, rotazione, carico limite fondazione) per la presenza di vincoli esterni.

11 Verifica di stabilità globale dell'opera sul pendio

Combinazione che ha prodotto il valore peggiore: GEO-2

Metodo di analisi di stabilità del pendio : Bishop
 Passo dei conci : 100 cm
 Coefficiente di stabilità globale pendio : 2.1
 Coefficiente limite suggerito dalla normativa : 1.1
 X centro della superficie critica : 201 cm
 Y centro della superficie critica : 1762 cm
 Raggio della superficie critica : 2713 cm
 Forza di bilancio : 1628.88 daN/cm
 Volume spostato dalla superficie critica : 411.54 m³/m
 Peso spostato dalla superficie critica : 829320 daN/m



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

Conc io	alf a	l	C	Tg fi	Xg	Yg	b	Peso	Pver t	Ptot	Pres s	Mstab	Minst
1	-45.2	75	0.16	0.32	-1717	-138	1918	3	0	3	0	43218	-5994
2	-43	134	0.16	0.32	-1642	-169	1843	21	0	21	0	97565	-39506
3	-41.1	50	0.16	0.32	-1582	-194	1783	13	0	13	0	42616	-23660
4	-39.7	79	0.08	0.32	-1532	-213	1733	27	0	27	0	54880	-46940
5	-37.6	123	0.08	0.32	-1452	-241	1653	58	0	58	0	102563	-95320
6	-35	119	0.08	0.32	-1355	-272	1556	74	0	74	0	117191	-114518
7	-32.5	116	0.08	0.32	-1257	-299	1458	88	0	88	0	129545	-128753
8	-30.1	113	0.08	0.32	-1160	-324	1361	102	0	102	0	140076	-138540
9	-27.8	111	0.08	0.32	-1062	-347	1263	114	0	114	0	149117	-144329
10	-25.4	114	0.08	0.32	-962	-368	1163	132	0	132	0	164372	-153228
11	-23	112	0.08	0.32	-859	-388	1060	142	0	142	0	170847	-150983
12	-20.7	110	0.08	0.32	-757	-406	958	152	0	152	0	176338	-145574
13	-18.4	108	0.08	0.32	-654	-421	855	160	0	160	0	180978	-137359
14	-16.1	107	0.08	0.32	-552	-435	753	168	0	168	0	184869	-126669
15	-13.9	106	0.08	0.32	-449	-446	650	175	0	175	0	188096	-113813
16	-11.6	105	0.08	0.32	-346	-454	547	181	0	181	0	190724	-99086
17	-9.4	104	0.08	0.32	-244	-461	445	186	0	186	0	192805	-82766
18	-7.2	103	0.08	0.32	-141	-466	342	190	0	190	0	194381	-65120
19	-6.1	10	0.08	0.32	-85	-462	286	19	0	19	0	19226	-5426
20	-5.3	60	0.85	0	-50	-470	251	141	0	141	0	138692	-35371
21	-4.2	40	0.08	0.32	0	-372	201	92	0	92	0	91082	-18592
22	-3.4	40	0.08	0.32	40	-386	161	90	0	90	0	88634	-14501

23	- 2.3	60	0.8 5	0	90	-398	111	164	0	164	0	138213	-18255
24	- 1.6	10	0.0 8	0. 32	125	-373	76	23	0	23	0	22612	-1762
25	- 0.5	98	0.0 8	0. 32	179	-367	22	229	0	229	0	222871	-5007
26	1.6	98	0.0 8	0. 32	278	-350	77	236	0	236	0	227467	18069
27	3.7	99	0.0 8	0. 32	376	-330	175	242	0	242	0	231708	42316
28	5.8	99	0.0 8	0. 32	474	-309	273	247	0	247	0	235613	67523
29	7.9	99	0.0 8	0. 32	573	-286	372	251	0	251	0	239196	93482
30	10	100	0.0 8	0. 32	671	-261	470	255	0	255	0	242469	119976
31	12. 1	101	0.0 8	0. 32	769	-234	568	258	0	258	0	245439	146786
32	14. 2	101	0.0 8	0. 32	868	-206	667	260	0	260	0	248112	173684
33	16. 4	103	0.0 8	0. 32	966	-175	765	262	0	262	0	250487	200434
34	18. 6	104	0.0 8	0. 32	1064	-142	863	263	0	263	0	252561	226785
35	20. 8	105	0.0 8	0. 32	1163	-107	962	262	0	262	0	254326	252477
36	23	106	0.0 8	0. 32	1261	-71	1060	259	0	259	0	253086	274200
37	25. 2	108	0.0 8	0. 32	1358	-32	1157	257	0	257	0	254169	297234
38	27. 5	110	0.0 8	0. 32	1455	9	1254	254	0	254	0	254898	318752
39	29. 9	112	0.0 8	0. 32	1553	53	1352	250	0	250	0	255238	338407
40	32. 3	115	0.0 8	0. 32	1650	99	1449	246	0	246	0	255145	355817
41	34. 8	118	0.0 8	0. 32	1747	149	1546	240	0	240	0	254558	370547
42	37. 4	129	0.0 8	0. 32	1847	198	1646	243	0	243	0	265534	400444
43	40. 2	134	0.0 8	0. 32	1950	247	1749	230	0	230	0	259264	401600
44	43. 1	141	0.0 8	0. 32	2052	301	1851	214	0	214	0	251707	396613
45	46. 1	148	0.0 8	0. 32	2155	359	1954	197	0	197	0	242492	384408
46	49. 3	158	0.0 8	0. 32	2258	424	2057	177	0	177	0	231063	363608
47	52. 8	170	0.0 8	0. 32	2360	496	2159	154	0	154	0	216544	332364
48	56. 6	187	0.0 8	0. 32	2462	576	2261	127	0	127	0	197446	288038
49	60. 8	210	0.0 8	0. 32	2564	667	2363	96	0	96	0	170959	226527
50	65. 6	249	0.0 8	0. 32	2663	773	2462	57	0	57	0	130840	140496
51	68. 3	1	0.0 8	0. 32	2721	842	2520	0	0	0	0	428	366
52	68. 7	42	0	0. 21	2729	852	2528	5	0	5	0	5894	11714
53	70. 7	150	0.1 6	0. 32	2753	888	2552	7	0	7	0	65083	16939

		560						8293	0	8293		9233237	4348533
		4											

Coefficiente di sicurezza FS = 2.12

STABILITA' DEL PENDIO CON IL METODO DI BISHOP

Combinazione GEO-2

Conc io	alf a	l	C	Tg fi	Xg	Yg	b	Peso	Pver t	Ptot	Pres s	Mstab	Minst
1	- 45. 2	75	0.1 6	0. 32	- 1717	-138	1918	3	0	3	0	43318	-5994
2	-43	134	0.1 6	0. 32	- 1642	-169	1843	21	0	21	0	97771	-39506
3	- 41. 1	50	0.1 6	0. 32	- 1582	-194	1783	13	0	13	0	42699	-23660
4	- 39. 7	79	0.0 8	0. 32	- 1532	-213	1733	27	0	27	0	54981	-46940
5	- 37. 6	123	0.0 8	0. 32	- 1452	-241	1653	58	0	58	0	102737	-95320
6	-35	119	0.0 8	0. 32	- 1355	-272	1556	74	0	74	0	117369	-114518
7	- 32. 5	116	0.0 8	0. 32	- 1257	-299	1458	88	0	88	0	129723	-128753
8	- 30. 1	113	0.0 8	0. 32	- 1160	-324	1361	102	0	102	0	140249	-138540
9	- 27. 8	111	0.0 8	0. 32	- 1062	-347	1263	114	0	114	0	149283	-144329
10	- 25. 4	114	0.0 8	0. 32	-962	-368	1163	132	0	132	0	164535	-153228
11	-23	112	0.0 8	0. 32	-859	-388	1060	142	0	142	0	170998	-150983
12	- 20. 7	110	0.0 8	0. 32	-757	-406	958	152	0	152	0	176475	-145574
13	- 18. 4	108	0.0 8	0. 32	-654	-421	855	160	0	160	0	181100	-137359
14	- 16. 1	107	0.0 8	0. 32	-552	-435	753	168	0	168	0	184978	-126669
15	- 13. 9	106	0.0 8	0. 32	-449	-446	650	175	0	175	0	188190	-113813
16	- 11. 6	105	0.0 8	0. 32	-346	-454	547	181	0	181	0	190803	-99086
17	- 9.4	104	0.0 8	0. 32	-244	-461	445	186	0	186	0	192869	-82766
18	- 7.2	103	0.0 8	0. 32	-141	-466	342	190	0	190	0	194429	-65120
19	- 6.1	10	0.0 8	0. 32	-85	-462	286	19	0	19	0	19230	-5426
20	-	60	0.8	0	-50	-470	251	141	0	141	0	138692	-35371

	5.3		5										
21	-4.2	40	0.08	0.32	0	-372	201	92	0	92	0	91096	-18592
22	-3.4	40	0.08	0.32	40	-386	161	90	1	91	0	89566	-14669
23	-2.3	60	0.85	0	90	-398	111	164	2	166	0	138213	-18429
24	-1.6	10	0.08	0.32	125	-373	76	23	0	23	0	22843	-1782
25	-0.5	98	0.08	0.32	179	-367	22	229	3	232	0	225120	-5063
26	1.6	98	0.08	0.32	278	-350	77	236	3	239	0	229689	18265
27	3.7	99	0.08	0.32	376	-330	175	242	3	244	0	233905	42763
28	5.8	99	0.08	0.32	474	-309	273	247	3	250	0	237787	68222
29	7.9	99	0.08	0.32	573	-286	372	251	3	254	0	241350	94433
30	10	100	0.08	0.32	671	-261	470	255	3	258	0	244605	121179
31	12.1	101	0.08	0.32	769	-234	568	258	3	261	0	247561	148240
32	14.2	101	0.08	0.32	868	-206	667	260	3	263	0	250221	175390
33	16.4	103	0.08	0.32	966	-175	765	262	3	264	0	252587	202391
34	18.6	104	0.08	0.32	1064	-142	863	263	3	265	0	254654	228994
35	20.8	105	0.08	0.32	1163	-107	962	262	3	265	0	256416	254937
36	23	106	0.08	0.32	1261	-71	1060	259	3	261	0	255153	276882
37	25.2	108	0.08	0.32	1358	-32	1157	257	3	259	0	256240	300163
38	27.5	110	0.08	0.32	1455	9	1254	254	3	257	0	256976	321926
39	29.9	112	0.08	0.32	1553	53	1352	250	3	253	0	257328	341829
40	32.3	115	0.08	0.32	1650	99	1449	246	3	248	0	257252	359485
41	34.8	118	0.08	0.32	1747	149	1546	240	3	242	0	256689	374461
42	37.4	129	0.08	0.32	1847	198	1646	243	3	246	0	267821	404846
43	40.2	134	0.08	0.32	1950	247	1749	230	3	232	0	261603	406276
44	43.1	141	0.08	0.32	2052	301	1851	214	3	217	0	254112	401564
45	46.1	148	0.08	0.32	2155	359	1954	197	3	199	0	244984	389634
46	49.3	158	0.08	0.32	2258	424	2057	177	3	179	0	233671	369109
47	52.8	170	0.08	0.32	2360	496	2159	154	3	156	0	219307	338140
48	56.6	187	0.08	0.32	2462	576	2261	127	3	130	0	200425	294090
49	60.8	210	0.08	0.32	2564	667	2363	96	3	98	0	174257	232854
50	65.6	249	0.08	0.32	2663	773	2462	57	3	60	0	134658	147100
51	68.	1	0.0	0.	2721	842	2520	0	0	0	0	446	393

	3		8	32									
52	68.7	42	0	0.21	2729	852	2528	5	0	5	0	6382	12716
53	70.7	150	0.16	0.32	2753	888	2552	7	1	8	0	65083	20233
		5604						8293	72	8365		9298432	4435025

Coefficiente di sicurezza FS = 2.1

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

Conc io	alf a	l	C	Tg fi	Xg	Yg	b	Peso	Pver t	Ptot	Pres s	Mstab	Minst
1	-45.2	75	0.2	0.4	-1717	-138	1918	3	0	3	0	56479	-5621
2	-43	134	0.2	0.4	-1642	-169	1843	21	0	21	0	127000	-36904
3	-41.1	50	0.2	0.4	-1582	-194	1783	13	0	13	0	55300	-22021
4	-39.7	79	0.1	0.4	-1532	-213	1733	27	0	27	0	71069	-43565
5	-37.6	123	0.1	0.4	-1452	-241	1653	58	0	58	0	132422	-88039
6	-35	119	0.1	0.4	-1355	-272	1556	74	0	74	0	150810	-105077
7	-32.5	116	0.1	0.4	-1257	-299	1458	88	0	88	0	166221	-117272
8	-30.1	113	0.1	0.4	-1160	-324	1361	102	0	102	0	179261	-125139
9	-27.8	111	0.1	0.4	-1062	-347	1263	114	0	114	0	190375	-129126
10	-25.4	114	0.1	0.4	-962	-368	1163	132	0	132	0	209377	-135521
11	-23	112	0.1	0.4	-859	-388	1060	142	0	142	0	217161	-131665
12	-20.7	110	0.1	0.4	-757	-406	958	152	0	152	0	223694	-124782
13	-18.4	108	0.1	0.4	-654	-421	855	160	0	160	0	229151	-115230
14	-16.1	107	0.1	0.4	-552	-435	753	168	0	168	0	233665	-103339
15	-13.9	106	0.1	0.4	-449	-446	650	175	0	175	0	237343	-89421
16	-11.6	105	0.1	0.4	-346	-454	547	181	0	181	0	240272	-73769
17	-9.4	104	0.1	0.4	-244	-461	445	186	0	186	0	242517	-56660

18	-7.2	103	0.1	0.4	-141	-466	342	190	0	190	0	244132	-38363
19	-6.1	10	0.1	0.4	-85	-462	286	19	0	19	0	24127	-2761
20	-5.3	60	1.06	0	-50	-470	251	141	0	141	0	173365	-15513
21	-4.2	40	0.1	0.4	0	-372	201	92	0	92	0	114166	-6130
22	-3.4	40	0.1	0.4	40	-386	161	90	0	90	0	111302	-2292
23	-2.3	60	1.06	0	90	-398	111	164	0	165	0	172766	4186
24	-1.6	10	0.1	0.4	125	-373	76	23	0	23	0	28361	1367
25	-0.5	98	0.1	0.4	179	-367	22	229	1	230	0	279319	25914
26	1.6	98	0.1	0.4	278	-350	77	236	1	237	0	284687	49668
27	3.7	99	0.1	0.4	376	-330	175	242	1	242	0	289601	74457
28	5.8	99	0.1	0.4	474	-309	273	247	1	248	0	294086	100072
29	7.9	99	0.1	0.4	573	-286	372	251	1	252	0	298160	126303
30	10	100	0.1	0.4	671	-261	470	255	1	256	0	301838	152935
31	12.1	101	0.1	0.4	769	-234	568	258	1	259	0	305129	179747
32	14.2	101	0.1	0.4	868	-206	667	260	1	261	0	308037	206513
33	16.4	103	0.1	0.4	966	-175	765	262	1	263	0	310564	232994
34	18.6	104	0.1	0.4	1064	-142	863	263	1	263	0	312704	258943
35	20.8	105	0.1	0.4	1163	-107	962	262	1	263	0	314447	284098
36	23	106	0.1	0.4	1261	-71	1060	259	1	259	0	312464	304828
37	25.2	108	0.1	0.4	1358	-32	1157	257	1	257	0	313339	327073
38	27.5	110	0.1	0.4	1455	9	1254	254	1	255	0	313758	347671
39	29.9	112	0.1	0.4	1553	53	1352	250	1	251	0	313675	366275
40	32.3	115	0.1	0.4	1650	99	1449	246	1	246	0	313035	382503
41	34.8	118	0.1	0.4	1747	149	1546	240	1	240	0	311761	395920
42	37.4	129	0.1	0.4	1847	198	1646	243	1	244	0	324574	425545
43	40.2	134	0.1	0.4	1950	247	1749	230	1	230	0	316233	424699
44	43.1	141	0.1	0.4	2052	301	1851	214	1	215	0	306297	417569
45	46.1	148	0.1	0.4	2155	359	1954	197	1	197	0	294314	403081
46	49.3	158	0.1	0.4	2258	424	2057	177	1	177	0	279615	379856
47	52.8	170	0.1	0.4	2360	496	2159	154	1	154	0	261150	346045
48	56.6	187	0.1	0.4	2462	576	2261	127	1	128	0	237149	299009

49	60. 8	210	0.1	0. 4	2564	667	2363	96	1	96	0	204313	234643
50	65. 6	249	0.1	0. 4	2663	773	2462	57	1	57	0	155409	145608
51	68. 3	1	0.1	0. 4	2721	842	2520	0	0	0	0	507	381
52	68. 7	42	0	0. 27	2729	852	2528	5	0	5	0	7160	12217
53	70. 7	150	0.2	0. 4	2753	888	2552	7	0	7	0	81354	18080
		560 4						8293	17	8310		1147501 2	5359993

Coefficiente di sicurezza FS = 2.14

12 Parametri per dimensionamento armatura

Metodo di calcolo: D.M. 17-01-18 Norme Tecniche per le Costruzioni

Rck (resistenza caratteristica cubica del calcestruzzo) : 300 daN/cm²
Modulo elastico longitudinale Ec : 314472 daN/cm²
Rapporto Ea/Ec per calcolo tensioni in esercizio : 15
Rapporto Ea/Ec per calcolo ampiezza fessure : 7
Fyk (tensione di snervamento caratteristica dell'acciaio): 4500 daN/cm²
Fattore parziale di sicurezza dell'acciaio : 1.15
Fattore parziale di sicurezza del calcestruzzo : 1.5
Coefficiente Beta2 per calcolo ampiezza fessure : 0.5
Riduzione della tau di aderenza per cattiva aderenza : 0.7
fct,eff/fctm per calcolo ampiezza fessure : 0.83
Limite sigmac/fck : 0.45
Limite sigmaf/fyk : 0.8
Ampiezza limite delle fessure : 0.3 mm
Coefficiente Beta per punzonamento pali interni : 1.15
Coefficiente Beta per punzonamento pali sul bordo : 1.4
Coefficiente Beta per punzonamento pali sull'angolo : 1.5

13 Sollecitazioni e verifiche strutturali

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

Verifiche sismiche condotte in campo sostanzialmente elastico

EpsS% max : 0.186 %

EpsC% max : 0.2 %

Significato dei simboli:

X: ascissa del baricentro della sezione

Y: ordinata del baricentro della sezione

H: altezza della sezione

A_s: area efficace dello strato superiore per metro

C_s: copriferro medio dello strato superiore

A_i: area efficace dello strato inferiore per metro

C_i: copriferro medio dello strato inferiore

v_{ml}: soddisfacimento delle percentuali minime di armatura

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

M_d: momento di calcolo

N_d: sforzo normale di calcolo

M_u: momento ultimo

N_u: sforzo normale ultimo

c.s.: coefficiente di sicurezza

v_{res} : soddisfacimento della resistenza alla pressoflessione retta

X: ascissa del baricentro della sezione

Y: ordinata del baricentro della sezione

H: altezza della sezione

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

M_e : momento in esercizio

N_e : sforzo normale in esercizio

σ_f : trazione massima sull'armatura

σ_c : compressione massima sul calcestruzzo

v_{es} : soddisfacimento tensioni ammissibili a pressoflessione retta

c_f : combinazione di carico critica per la verifica di fessurazione

M_f : momento di calcolo per la verifica di fessurazione

N_f : sforzo normale di calcolo per la verifica di fessurazione

Srm: interasse delle fessure

W_k : ampiezza caratteristica delle fessure

v_f : soddisfacimento verifica fessurazione

X: ascissa del baricentro della sezione

Y: ordinata del baricentro della sezione

H: altezza della sezione

c_t : combinazione di carico critica per la verifica a taglio

VSd: taglio di calcolo

VRdc: taglio resistente in assenza di armatura a taglio

VRdmax: taglio resistente massimo dell'elemento, limitato dalla rottura delle bielle compresse

VRds: taglio resistente in presenza di armatura a taglio

v_t : soddisfacimento verifica taglio

Paramento (sezioni longitudinali) (attraversate da barre trasversali)

X	Y	H	A_s	C_s	A_l	C_l	c_{res}	M_d	N_d	M_u	N_u	c.s.	v_{res}
cm	cm	cm	cm ²	cm	cm ²	cm		daN cm	daN		daN cm		
0	0	40	8	3.8	12.6	3.7	SIS-1	112954	6404	836991	47454	7.41	ok
0	30	40	11.1	3.7	12.6	3.7	SIS-1	46675	5509	548015	64682	11.7	ok
0	60	40	11.1	3.7	19.2	3.8	SIS-1	18625	2792	708712	106239	38.1	ok
0	90	40	4.5	3.6	12.6	3.7	SIS-1	10647	1042	616682	60359	57.9	ok
0	120	40	4.5	3.6	12.6	3.7	SIS-1	4188	503	540701	64992	129	ok

X	Y	H	c_{es}	M_e	N_e	σ_f	σ_c	v_{es}	c_f	M_f	N_f	Srm	W_k	v_f
cm	cm	cm		daN cm	daN	daN/cm ²	daN/cm ²			daN cm	daN	cm	mm	
0	0	40	SLE-1	77654	493	207	-4	ok	SLE-2	77925	-478	-	-	ok
0	30	40	SLE-1	29449	415	87	-1	ok	SLE-2	33408	-502	-	-	ok
0	60	40	SLE-1	12466	162	24	-1	ok	SLE-2	14054	-400	-	-	ok
0	90	40	SLE-2	8061	-237	11	0	ok	SLE-2	8061	-237	-	-	ok
0	120	40	SLE-2	3747	-219	2	0	ok	SLE-2	3747	-219	-	-	ok

X	Y	H	c_t	VSd	VRdc	VRdmax	VRds	v_t
cm	cm	cm		daN	daN	daN	daN	
0	0	40	SIS-1	2654	16476	-	-	ok
0	30	40	SIS-1	2654	16353	-	-	ok
0	60	40	SIS-1	411	18676	-	-	ok
0	90	40	SIS-1	238	15884	-	-	ok
0	120	40	SIS-1	168	15723	-	-	ok

Paramento (sezioni trasversali) (attraversate da barre longitudinali)

X	Y	H	A_s	C_s	A_l	C_l	c_{res}	M_d	N_d	M_u	N_u	c.s.	v_{res}
cm	cm	cm	cm ²	cm	cm ²	cm		daN cm	daN		daN cm		
0	0	40	6.9	8.6	5.3	5.3	SIS-1	24167	1482	342252	20989	14.2	ok
0	30	40	6.1	5.3	6.1	5.3	SIS-1	22019	1539	348401	24353	15.8	ok

0	60	40	5.7	5.3	5.7	5.3	SIS-1	17619	3916	152438	33886	8.65	ok
0	90	40	5.7	5.3	5.7	5.3	SIS-1	16750	6438	97826	37601	5.84	ok
0	120	40	7.6	8.3	6.1	5.3	SIS-1	15399	8707	82180	46466	5.34	ok

X	Y	H	C _{es}	M _e	N _e	σ _f	σ _c	V _{es}	C _f	M _f	N _f	S _{rm}	W _k	v _f
cm	cm	cm		daN cm	daN	daN/cm ²	daN/cm ²			daN cm	daN	cm	mm	
0	0	40	SLE-1	14510	781	164	-2	ok	SLE-2	14586	767	-	-	ok
0	30	40	SLE-1	-4264	163	36	0	ok	SLE-2	12945	-620	-	-	ok
0	60	40	SLE-1	-5331	499	86	-1	ok	SLE-2	13035	-1346	-	-	ok
0	90	40	SLE-1	-5648	873	129	0	ok	SLE-2	14428	-2123	-	-	ok
0	120	40	SLE-1	-5703	1124	121	0	ok	SLE-2	14519	-2712	-	-	ok

X	Y	H	c _t	VSd	VRdc	VRdmax	VRds	v _t
cm	cm	cm		daN	daN	daN	daN	
0	0	40	SIS-1	-565	14141	-	-	ok
0	30	40	STR-4	392	14208	-	-	ok
0	60	40	STR-4	259	14290	-	-	ok
0	90	40	STR-4	197	14381	-	-	ok
0	120	40	STR-4	186	13025	-	-	ok

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

X	Y	H	A _s	C _s	A _t	C _i	V _{ml}	C _{res}	M _d	N _d	M _u	N _u	c.s.	V _{res}
cm	cm	cm	cm ²	cm	cm ²	cm			daN cm	daN		daN cm		
-60	-25	50	13	3.8	20.6	3.8	ok	SIS-1	458924	-4815	4134741	-43382	9.01	ok
-30	-25	50	16.1	3.8	20.6	3.8	ok	SIS-1	-693604	-16895	-4696008	-114388	6.77	ok
-20	-25	50	16.1	3.8	20.6	3.8	ok	SIS-1	-377328	-16682	-6985817	-308852	18.5	ok

X	Y	H	C _{es}	M _e	N _e	σ _f	σ _c	V _{es}	C _f	M _f	N _f	S _{rm}	W _k	v _f
cm	cm	cm		daN cm	daN	daN/cm ²	daN/cm ²			daN cm	daN	cm	mm	
-60	-25	50	SLE-1	52497	-4528	2	-2	ok	SLE-1	52497	-4528	-	-	ok
-30	-25	50	SLE-1	111064	-3988	51	-4	ok	SLE-1	111064	-3988	-	-	ok
-20	-25	50	SLE-1	131820	-3948	73	-4	ok	SLE-1	131820	-3948	-	-	ok

X	Y	H	c _t	VSd	VRdc	VRdmax	VRds	v _t
cm	cm	cm		daN	daN	daN	daN	
-60	-25	50	SIS-1	-14902	21185	-	-	ok
-30	-25	50	SIS-1	-20212	21088	-	-	ok
-20	-25	50	SIS-1	-20589	21194	-	-	ok

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

X	Y	H	A _s	C _s	A _t	C _i	C _{res}	M _d	N _d	M _u	N _u	c.s.	V _{res}
cm	cm	cm	cm ²	cm	cm ²	cm		daN cm	daN		daN cm		
-60	-25	50	8.8	7.8	7.7	5.3	SIS-1	57034	3675	530664	34194	9.3	ok
-30	-25	50	9.2	5.3	7.7	5.3	SIS-1	-226098	2235	-1241812	12278	5.49	ok
-20	-25	50	9.2	5.3	7.7	5.3	SIS-1	-278897	2201	-1286117	10150	4.61	ok

X	Y	H	C _{es}	M _e	N _e	σ _f	σ _c	V _{es}	C _f	M _f	N _f	S _{rm}	W _k	v _f
cm	cm	cm		daN cm	daN	daN/cm ²	daN/cm ²			daN cm	daN	cm	mm	
-60	-25	50	SLE-1	-17383	786	116	-1	ok	SLE-2	20426	-634	-	-	ok
-30	-25	50	SLE-1	12775	541	67	-1	ok	SLE-2	18161	-325	-	-	ok
-20	-25	50	SLE-2	-22060	829	139	-2	ok	SLE-1	25234	840	-	-	ok

X	Y	H	c _t	VSd	VRdc	VRdmax	VRds	v _t
cm	cm	cm		daN	daN	daN	daN	
-60	-25	50	SIS-1	7922	13976	-	-	ok
-30	-25	50	SIS-1	-16521	17274	-	-	ok

-20	-25	50	SIS-1	12954	17290	-	-	ok
-----	-----	----	-------	-------	-------	---	---	----

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

X	Y	H	A _s	C _s	A _i	C _i	C _{res}	M _d	N _d	M _u	N _u	c.s.	V _{res}
cm	cm	cm	cm ²	cm	cm ²	cm		daN cm	daN		daN cm		
20	-25	50	16.1	3.8	16.1	3.8	SIS-1	-165219	3517	-1855956	39508	11.2	ok
50	-25	50	16.1	3.8	14.4	3.8	SIS-1	260445	3778	1840196	26693	7.07	ok
80	-25	50	16.1	3.8	8	3.8	SIS-1	971903	6025	1201292	7448	1.24	ok
110	-25	50	16.1	3.8	8	3.8	SIS-1	-375538	-8566	-4333122	-98834	11.5	ok

X	Y	H	C _{es}	M _e	N _e	σ _f	σ _c	V _{es}	C _f	M _f	N _f	S _{rm}	W _k	v _f
cm	cm	cm		daN cm	daN	daN/cm ²	daN/cm ²			daN cm	daN	cm	mm	
20	-25	50	SLE-1	90258	-2640	63	-3	ok	SLE-1	90258	-2640	-	-	ok
50	-25	50	SLE-2	29494	-2336	2	-1	ok	SLE-2	29495	-2336	-	-	ok
80	-25	50	SLE-1	-131731	-2981	114	-5	ok	SLE-1	-131731	-2981	-	-	ok
110	-25	50	SLE-2	-50051	-845	51	-2	ok	SLE-2	-50051	-845	-	-	ok

X	Y	H	c _t	V _{Sd}	V _{Rdc}	V _{Rdmax}	V _{Rds}	v _t
cm	cm	cm		daN	daN	daN	daN	
20	-25	50	SIS-1	-13166	18882	-	-	ok
50	-25	50	SIS-1	-13166	18180	-	-	ok
80	-25	50	SIS-1	-17121	17225	-	-	ok
110	-25	50	SIS-1	-19231	20069	-	-	ok

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

X	Y	H	A _s	C _s	A _i	C _i	C _{res}	M _d	N _d	M _u	N _u	c.s.	V _{res}
cm	cm	cm	cm ²	cm	cm ²	cm		daN cm	daN		daN cm		
20	-25	50	7.7	5.3	7.7	5.3	SIS-1	185579	2682	961557	13894	5.18	ok
50	-25	50	9.2	5.3	7.7	5.3	SIS-1	189978	-760	1363324	-5456	7.18	ok
80	-25	50	10.4	7.4	9.2	5.3	SIS-1	188016	1310	1309411	9124	6.96	ok
110	-25	50	7.3	8.4	6.2	5.3	SIS-1	-92069	3438	-612216	22864	6.65	ok

X	Y	H	C _{es}	M _e	N _e	σ _f	σ _c	V _{es}	C _f	M _f	N _f	S _{rm}	W _k	v _f
cm	cm	cm		daN cm	daN	daN/cm ²	daN/cm ²			daN cm	daN	cm	mm	
20	-25	50	SLE-1	-56318	713	241	-4	ok	SLE-1	-56318	713	-	-	ok
50	-25	50	SLE-1	-84748	845	323	-4	ok	SLE-1	-84749	844	-	-	ok
80	-25	50	SLE-1	-172692	950	494	-8	ok	SLE-1	-172692	950	-	-	ok
110	-25	50	SLE-2	-104055	665	480	-10	ok	SLE-2	-104055	665	-	-	ok

X	Y	H	c _t	V _{Sd}	V _{Rdc}	V _{Rdmax}	V _{Rds}	v _t
cm	cm	cm		daN	daN	daN	daN	
20	-25	50	SIS-1	5223	16831	-	-	ok
50	-25	50	SIS-1	6035	17016	-	-	ok
80	-25	50	SIS-1	13954	16263	-	-	ok
110	-25	50	SIS-1	-8789	11215	-	-	ok

14 Dimensionamento pali

14.1 Fila di pali n.1

Tipologia: palo a sezione circolare in CA

Diametro esterno

: 60 cm

Lunghezza esterna

: 900 cm

Interasse tra pali

: 240 cm

Spostamento dal bordo sinistro

: 10 cm

Sfalsamento rispetto a sezione iniziale	: 60 cm
Inclinazione	: 0 °
Rck calcestruzzo palo	: 300 daN/cm ²
Modulo elastico calcestruzzo palo	: 312202 daN/cm ²
Verifiche sismiche condotte in campo sostanzialmente elastico	
EpsS% max	: 0.186 %
EpsC% max	: 0.2 %

Sollecitazioni in testa al palo

Vengono elencate in forma tabellare le sollecitazioni del palo nel nodo di collegamento con la mensola di fondazione. Per ogni palo della fila viene data la sollecitazione per ogni combinazione di carico presente. La posizione del palo nella fila viene indicata tramite la distanza rispetto alla sezione iniziale del muro. I valori momento e taglio sono specificati in valore assoluto.

Pos	Comb	N	M	T
cm		daN	daN cm	daN
60	1	-3049	6965	2348
60	2	-5133	68910	1947
60	3	-35963	2133742	19503
60	4	-3292	14228	2620
60	5	-4091	37931	2148
60	6	-6450	81080	2020
60	7	-7241	132751	1541
60	8	-11391	342616	2514
60	9	-12760	433195	3390
60	10	-29288	1538415	15408
60	11	-3298	13919	2631
60	12	-3456	3610	2535
300	1	-3036	24839	2461
300	2	-5151	31901	2079
300	3	-36456	2165090	19583
300	4	-3281	48839	2743
300	5	-4094	3520	2271
300	6	-6486	38769	2171
300	7	-7290	90619	1692
300	8	-11572	321348	2445
300	9	-12966	413584	3326
300	10	-29759	1553604	15447
300	11	-3289	48507	2754
300	12	-3449	38167	2658
540	1	-2961	35602	2493
540	2	-5071	18698	2120
540	3	-36610	2154117	19539
540	4	-3202	60167	2775
540	5	-4016	8475	2307
540	6	-6399	23780	2218
540	7	-7205	74960	1742
540	8	-11570	311378	2411
540	9	-12972	403126	3289
540	10	-29882	1542411	15391
540	11	-3209	59801	2787
540	12	-3370	49590	2691
780	1	-2901	27407	2454
780	2	-4973	27898	2078
780	3	-36209	2141880	19487

780	4	-3136	51173	2733
780	5	-3937	220	2267
780	6	-6277	34257	2171
780	7	-7070	85136	1697
780	8	-11386	315852	2423
780	9	-12768	406868	3297
780	10	-29492	1533801	15337
780	11	-3143	50788	2743
780	12	-3302	40637	2648
1020	1	-2820	1494	2353
1020	2	-4832	57668	1962
1020	3	-35565	2091897	19335
1020	4	-3043	22184	2620
1020	5	-3826	28063	2159
1020	6	-6094	68920	2038
1020	7	-6869	118671	1569
1020	8	-11074	332019	2474
1020	9	-12425	420356	3337
1020	10	-28864	1504473	15224
1020	11	-3051	21791	2629
1020	12	-3205	11869	2535

Riepilogo delle verifiche eseguite sul palo: tutte le verifiche risultano soddisfatte

Verifica di capacità portante

Combinazione con FS minimo per capacità portante : comb. EQU-3
Area base : 2827 cm²
Perimetro base : 188 cm
Peso proprio del palo : 6362 daN
Verifica peggiore per condizione : LT (lungo termine)
Pressione limite in punta : 24 daN/cm²

Contributi degli strati alla capacità portante del palo

Quota media	Sigma vert.	Superficie	Portanza
cm	daN/cm ²	cm ²	daN
-500	0.9	169646	47037
-950	1.8	2827	67858

Portanza laterale totale : 47037 daN
Portanza in punta : 67858 daN
Portanza totale calcolata : 114895 daN
Coefficiente azioni permanenti : 1
Coefficiente parziale sulla portanza laterale : 1.15
Coefficiente parziale sulla portanza alla punta : 1.35
Fattore di correlazione : 1.6
Carico verticale in testa palo : -36610 daN (comb. EQU-3)
Peso proprio di progetto del palo : 6362 daN
Carico di progetto del palo : 42972 daN
Resistenza di progetto del palo : 56979 daN
Fattore di sicurezza minimo (in comb. EQU-3) : 1.33
Verifica di capacità portante soddisfatta

Verifica a pressoflessione

Dimensionamento sezione

Posizione n.	: 1
Numero di barre	: 9
Diametro delle barre	: 14 mm
Copriferro di calcolo	: 4.7 cm
Interasse tra le barre	: 17.9 cm
Estensione da quota	: -895 cm
fino a quota	: 47 cm
Posizione palo da sezione iniziale	: 60 cm
Profondità D (da intradosso suola)	: 343 cm
Combinazione di calcolo	: comb.SIS-1
Momento di calcolo	: 1037806 daN*cm
Sforzo normale di calcolo	: -19539 daN
Momento ultimo	: 1385323 daN*cm
Sforzo normale ultimo	: -26081 daN
1 / Coeff.Sicurezza (Sfruttamento)	: 0.75
Verifica a pressoflessione soddisfatta	

Verifica a taglio

Posizione palo da sezione iniziale	: 300 cm
Profondità D (da intradosso suola)	: 0 cm
Combinazione di calcolo	: comb.SIS-1
Momento di calcolo	: 1167434 daN*cm
Sforzo normale di calcolo	: -29759 daN
Taglio di calcolo	: 15447 daN
Massimo taglio resistente	: 84700 daN
Verifica a taglio soddisfatta	

Verifica a punzonamento

Perimetro punzonante	: 272.4 cm
Altezza utile	: 46.3 cm
Combinazione di calcolo	: comb.SIS-1
Carico punzonante	: 29882 daN
Beta di posizione	: 1.5
Vsd	: 44824 daN
VRdc	: 92206 daN
VRdmax	: 246020 daN
Verifica a punzonamento soddisfatta	

14.2 Fila di pali n.2

Tipologia: palo a sezione circolare in CA	
Diametro esterno	: 60 cm
Lunghezza esterna	: 900 cm
Interasse tra pali	: 240 cm
Spostamento dal bordo sinistro	: 150 cm
Sfalsamento rispetto a sezione iniziale	: 180 cm
Inclinazione	: 0 °
Rck calcestruzzo palo	: 300 daN/cm ²
Modulo elastico calcestruzzo palo	: 312202 daN/cm ²
Verifiche sismiche condotte in campo sostanzialmente elastico	
Eps% max	: 0.186 %
EpsC% max	: 0.2 %

Sollecitazioni in testa al palo

Vengono elencate in forma tabellare le sollecitazioni del palo nel nodo di collegamento con la mensola di fondazione. Per ogni palo della fila viene data la sollecitazione per ogni combinazione di carico presente. La posizione del palo nella fila viene indicata tramite la distanza rispetto alla sezione iniziale del muro. I valori momento e taglio sono specificati in valore assoluto.

Pos	Comb	N	M	T
cm		daN	daN cm	daN
180	1	-15144	56052	2625
180	2	-17082	1701	2239
180	3	17640	2274216	20784
180	4	-16060	82983	2935
180	5	-16111	28838	2431
180	6	-18924	1165	2353
180	7	-18986	54457	1860
180	8	-7962	312765	2446
180	9	-7244	407700	3348
180	10	10717	1596906	15972
180	11	-16056	82202	2922
180	12	-16069	71579	2823
420	1	-14681	81856	2712
420	2	-16573	33059	2347
420	3	17257	2247927	20695
420	4	-15580	110090	3026
420	5	-15628	57437	2528
420	6	-18377	34265	2475
420	7	-18435	17535	1987
420	8	-7699	289845	2371
420	9	-6999	383711	3268
420	10	10487	1572803	15881
420	11	-15569	109253	3013
420	12	-15582	98931	2916
660	1	-14554	81939	2703
660	2	-16422	33641	2340
660	3	17401	2236718	20640
660	4	-15448	110011	3015
660	5	-15490	57777	2520
660	6	-18212	34944	2467
660	7	-18264	16424	1981
660	8	-7571	288134	2363
660	9	-6865	381441	3256
660	10	10611	1563990	15828
660	11	-15435	109143	3002
660	12	-15446	98909	2905
900	1	-14749	60936	2617
900	2	-16619	8788	2240
900	3	18061	2240315	20628
900	4	-15651	87585	2923
900	5	-15684	34831	2427
900	6	-18415	6728	2355
900	7	-18459	45138	1869
900	8	-7572	304640	2414
900	9	-6839	397902	3305
900	10	11081	1570050	15820
900	11	-15642	86735	2910
900	12	-15652	76401	2813

Riepilogo delle verifiche eseguite sul palo: tutte le verifiche risultano soddisfatte

Verifica di capacità portante

Combinazione con FS minimo per capacità portante : comb. EQU-3
Area base : 2827 cm²
Perimetro base : 188 cm
Peso proprio del palo : 6362 daN
Verifica peggiore per condizione : BT (breve termine)
Pressione limite in punta : 30 daN/cm²

Contributi degli strati alla capacità portante del palo

Quota media	Sigma vert.	Superficie	Portanza
cm	daN/cm ²	cm ²	daN
-500	0.9	169646	42412
-950	1.8	2827	84823

Portanza laterale totale : 42412 daN
Portanza in punta : 84823 daN
Portanza totale calcolata : 127235 daN
Coefficiente azioni permanenti : 1
Coefficiente parziale sulla portanza laterale : 1.25
Coefficiente parziale sulla portanza alla punta : 1.35
Fattore di correlazione : 1.6
Carico verticale in testa palo : 18061 daN (comb. EQU-3)
Peso proprio di progetto del palo : 6362 daN
Carico di progetto del palo : 11699 daN
Resistenza di progetto del palo : 21206 daN
Fattore di sicurezza minimo (in comb. EQU-3) : 1.81
Verifica di capacità portante soddisfatta

Verifica a pressoflessione

Dimensionamento sezione

Posizione n. : 1
Numero di barre : 15
Diametro delle barre : 14 mm
Copriferro di calcolo : 4.7 cm
Interasse tra le barre : 10.9 cm
Estensione da quota : -895 cm
fino a quota : 47 cm

Posizione palo da sezione iniziale : 180 cm
Profondità D (da intradosso suola) : 0 cm
Combinazione di calcolo : comb.SIS-1
Momento di calcolo : 1197610 daN*cm
Sforzo normale di calcolo : 10717 daN
Momento ultimo : 1237142 daN*cm
Sforzo normale ultimo : 11071 daN
1 / Coeff.Sicurezza (Sfruttamento) : 0.97
Verifica a pressoflessione soddisfatta

Verifica a taglio

Posizione palo da sezione iniziale : 180 cm
Profondità D (da intradosso suola) : 0 cm
Combinazione di calcolo : comb.SIS-1
Momento di calcolo : 1197610 daN*cm
Sforzo normale di calcolo : 10717 daN
Taglio di calcolo : 15972 daN
Massimo taglio resistente : 84700 daN
Verifica a taglio soddisfatta

Verifica a punzonamento

Perimetro punzonante	: 392.4 cm
Altezza utile	: 46.3 cm
Combinazione di calcolo	: comb.STR-4
Carico punzonante	: 18986 daN
Beta di posizione	: 1.5
Vsd	: 28479 daN
VRdc	: 132822 daN
VRdmax	: 246020 daN
Verifica a punzonamento soddisfatta	