

# ANAS S.p.A.

DIREZIONE CENTRALE PROGRAMMAZIONE PROGETTAZIONE

## PA 12/09

### CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO - NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO - CALTANISSETTA - A19

#### S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"

#### AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001

#### Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19

## PROGETTO ESECUTIVO

Contraente Generale:



### OPERE D'ARTE MINORI MURI IN C.A.

#### MU.34 - Muro di sottoscarpa 34,51 mt - da 0+075.490 TR21 a 0+110.000 TR21 Relazioni di calcolo

Codice Unico Progetto (CUP) : F91B09000070001

Codice Elaborato:

PA12\_09 - E 0 0 9 R I 2 0 8 M U 3 4 6 C L 1 2 3 A Scale: -

F							
E							
D							
C							
B							
A	Aprile 2011	EMISSIONE				M. LITI	P. PAGLINI
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	AUTORIZZATO	

Responsabile del procedimento: Ing. MAURIZIO ARAMINI

Il Progettista:



Il Consulente Specialista:



Il Geologo:



Il Coordinatore per la sicurezza  
in fase di progetto:



Il Direttore dei lavori:



## Sommario

<b>1</b>	<b>GENERALITÀ</b> .....	<b>1</b>
1.1	PREMESSA .....	1
<b>2</b>	<b>NORMATIVE DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI</b> .....	<b>4</b>
3.1	CALCESTRUZZI .....	4
3.1.1	<i>Magrone di Fondazione</i> .....	4
3.1.2	<i>Pali di Fondazione</i> .....	4
3.1.3	<i>Strutture in elevazione (Cordoli e paramenti controterra)</i> .....	6
3.2	ACCIAIO .....	7
3.2.1	<i>Acciaio d'armatura</i> .....	7
<b>4</b>	<b>CALCOLO DELLE SPINTE</b> .....	<b>9</b>
4.1	CALCOLO DELLA SPINTA ATTIVA CON COULOMB .....	9
4.2	CALCOLO DELLA SPINTA ATTIVA CON RANKINE .....	9
4.3	CALCOLO DELLA SPINTA ATTIVA CON MONONOBE & OKABE .....	10
4.4	CALCOLO COEFFICIENTI SISMICI .....	10
4.5	SPINTA IDROSTATICA .....	12
4.6	CARICO LIMITE DI FONDAZIONI SUPERFICIALI SU TERRENI .....	13
4.7	TABULATI DI CALCOLO DELL'OPERA .....	23
4.7.1	<i>Muro Tipo "A"</i> .....	23
4.7.2	<i>Muro Tipo "B"</i> .....	72

## 1 GENERALITÀ

### 1.1 Premessa

La presente relazione tecnica illustrativa e di calcolo è relativa al progetto esecutivo delle opere d'arte strutturali minori da realizzarsi nell'ambito dei lavori di ammodernamento e adeguamento alla cat. B del D.M. 05.11.2001, dal km 44+000 alla svincolo con l'A19 dell'Itinerario Agrigento - Caltanissetta – A19 S.S. N°640 "di Porto Empedocle".

Nella presente relazione sono riportate le verifiche relative all'opera di sostegno identificata come MU.34 posta tra le progressive 0+075.490km e 0+110.000km del Tronco 21.



Figura 1.1. Stralcio Planimetrico



## 2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

**[1] Legge nr. 1086 del 05/11/1971.**

Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.

**[2] Legge nr. 64 del 02/02/1974.**

Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

**[3] 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.

**[4] 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.

**[5] 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.

**[6] D.M. 16 Gennaio 1996**

Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'.

**[7] D.M. 16 Gennaio 1996**

Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche.

**[8] 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.

**[9] 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.

**[10] D.M. 14 Gennaio 2008**

Norme Tecniche per le Costruzioni 2008

**[11] Circolare 617 del 02/02/2009**

Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

### 3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

#### 3.1 Calcestruzzi

##### Legami Costitutivi

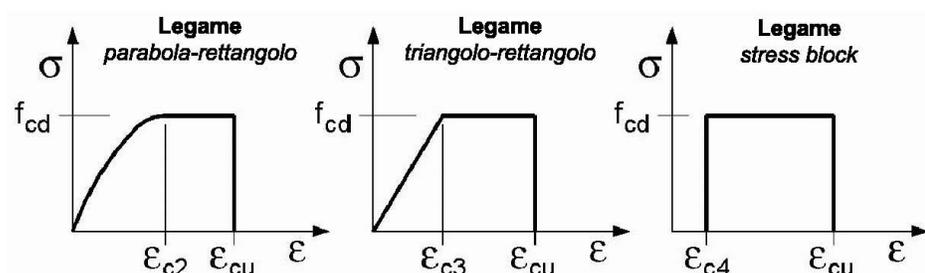
Per classi di resistenza pari o inferiori a C50/60

$$\epsilon_{c2} = 0.200\%$$

$$\epsilon_{c3} = 0.175\%$$

$$\epsilon_{c4} = 0.070\%$$

$$\epsilon_{cu} = 0.350\%$$



##### 3.1.1 Magrone di Fondazione

###### Caratteristiche Generali

cl-res =	C12\15	Classe di Resistenza
cl-esp =	X0	Classe di Esposizione
Cons =	S1 - Umida	Consistenza

##### 3.1.2 Pali di Fondazione

###### Caratteristiche Generali

cl-res =	C32\40	Classe di Resistenza
cl-esp =	XA2	Classe di Esposizione
Rapporto A/C =	0.5	Rapporto acqua / cemento
aggr max =	30	mm Dimensione nominale massima degli Aggregati
Cons =	S3 - Semifluida	Consistenza
c =	40	mm Copriferro minimo
r =	50	mm Ricoprimento minimo

###### Valori Caratteristici

$R_{ck}$ =	35	MPa	Resistenza caratteristica cubica a compressione
$f_{ck}$ =	29.05	MPa	Resistenza caratteristica cilindrica a compressione
$f_{ctk,5\%}$ =	1.98	MPa	Resistenza caratteristica a trazione semplice - frattile 5%
$f_{ctk,95\%}$ =	3.69	MPa	Resistenza caratteristica a trazione semplice - frattile 95%
$f_{ctk,5\%}$ =	2.38	MPa	Resistenza caratteristica a trazione per flessione - frattile 5%
$f_{ctk,95\%}$ =	4.42	MPa	Resistenza caratteristica a trazione per flessione - frattile 95%

###### Valori Medi

$f_{cm}$ =	37.05	MPa	Resistenza media cilindrica a compressione
$f_{ctm}$ =	2.83	MPa	Resistenza media a trazione semplice

$f_{cfm} =$	3.402	MPa	Resistenza media a trazione per flessione
$E_{cm} =$	32588.1078	MPa	Modulo Elastico

#### Resistenze di Calcolo – SLU

$\gamma_c =$	1.5		Coefficiente parziale di sicurezza per il calcestruzzo
$\alpha_c =$	0.85		Coefficiente per i carichi di lunga durata

#### Resistenza di calcolo a compressione

$f_{cd} =$	16.46	MPa	Resistenza di Calcolo a compressione
$f_{cd.sp<50} =$	13.17	MPa	Resistenza di Calcolo a compressione ridotta per elementi piani con $Sp < 50$ mm

#### Resistenza di calcolo a trazione

$f_{ctd} =$	1.32	MPa	Resistenza di Calcolo a trazione semplice
$f_{ctd.sp<50} =$	1.06	MPa	Resistenza di Calcolo a trazione semplice ridotta per elementi piani con $Sp < 50$ mm
$f_{ctd} =$	1.59	MPa	Resistenza di Calcolo a trazione pre flessione
$f_{ctd.sp<50} =$	1.27	MPa	Resistenza di Calcolo a trazione per flessione ridotta per elementi piani con $Sp < 50$ mm

#### Resistenze di Calcolo - Azioni Eccezionali

$\gamma_c =$	1.00		Coefficiente parziale di sicurezza per il calcestruzzo
$\alpha_c =$	0.85		Coefficiente per i carichi di lunga durata

#### Resistenza di calcolo a compressione

$f_{cd} =$	24.69	MPa	Resistenza di Calcolo a compressione
$f_{cd.sp<50} =$	19.75	MPa	Resistenza di Calcolo a compressione ridotta per elementi piani con $Sp < 50$ mm

#### Resistenza di calcolo a trazione

$f_{ctd} =$	1.98	MPa	Resistenza di Calcolo a trazione semplice
$f_{ctd.sp<50} =$	1.59	MPa	Resistenza di Calcolo a trazione semplice ridotta per elementi piani con $Sp < 50$ mm
$f_{ctd} =$	2.38	MPa	Resistenza di Calcolo a trazione pre flessione
$f_{ctd.sp<50} =$	1.91	MPa	Resistenza di Calcolo a trazione per flessione ridotta per elementi piani con $Sp < 50$ mm

#### Resistenze di Calcolo - SLE

$\sigma_c =$	17.43	MPa	tens. max calcestruzzo - combinazione rara
$\sigma_c =$	13.0725	MPa	tens. max calcestruzzo - combinazione quasi permanente

#### Tensioni Ammissibili

$R_{ck} =$	35		Resistenza caratteristica cubica a compressione
$E_c =$	33722	MPa	Modulo Elastico
$\gamma_c =$	25	kN/m <sup>3</sup>	Peso Specifico
$f_{cd} =$	18.15625	MPa	Tensione di Snervamento
$\sigma_{amm\ c} =$	11.0	MPa	Tensione Ammissibile
$\tau_{c0} =$	0.667	MPa	t in assenza armatura a taglio

$\tau_{c1} =$	1.971	MPa	t in presenza di armatura a taglio
$n =$	15		Coff. Omogenizzazione

### 3.1.3 Strutture in elevazione (Cordoli e paramenti controterra)

#### Caratteristiche Generali

cl-res =	C28\35		Classe di Resistenza
cl-esp =	XA1		Classe di Esposizione
Rapporto A/C =	0.6		Rapporto acqua / cemento
aggr max =	30	mm	Dimensione nominale massima degli Aggregati
Cons =	S3 - Semifluida		Consistenza
c =	40	mm	Copriferro minimo
r =	40	mm	Ricoprimento minimo

#### Valori Caratteristici

$R_{ck} =$	35	MPa	Resistenza caratteristica cubica a compressione
$f_{ck} =$	29.05	MPa	Resistenza caratteristica cilindrica a compressione
$f_{ctk.5\%} =$	1.98	MPa	Resistenza caratteristica a trazione semplice - frattile 5%
$f_{ctk.95\%} =$	3.69	MPa	Resistenza caratteristica a trazione semplice - frattile 95%
$f_{ctk.5\%} =$	2.38	MPa	Resistenza caratteristica a trazione per flessione - frattile 5%
$f_{ctk.95\%} =$	4.42	MPa	Resistenza caratteristica a trazione per flessione - frattile 95%

#### Valori Medi

$f_{cm} =$	37.05	MPa	Resistenza media cilindrica a compressione
$f_{ctm} =$	2.83	MPa	Resistenza media a trazione semplice
$f_{ctm} =$	3.402	MPa	Resistenza media a trazione per flessione
$E_{cm} =$	32588.1078	MPa	Modulo Elastico

#### Resistenze di Calcolo - SLU

$\gamma_c =$	1.5		Coefficiente parziale di sicurezza per il calcestruzzo
$\alpha_c =$	0.85		Coefficiente per i carichi di lunga durata

#### Resistenza di calcolo a compressione

$f_{cd} =$	16.46	MPa	Resistenza di Calcolo a compressione
$f_{cd.sp<50} =$	13.17	MPa	Resistenza di Calcolo a compressione ridotta per elementi piani con $Sp < 50$ mm

#### Resistenza di calcolo a trazione

$f_{ctd} =$	1.32	MPa	Resistenza di Calcolo a trazione semplice
$f_{ctd.sp<50} =$	1.06	MPa	Resistenza di Calcolo a trazione semplice ridotta per elementi piani con $Sp < 50$ mm
$f_{ctd} =$	1.59	MPa	Resistenza di Calcolo a trazione pre flessione
$f_{ctd.sp<50} =$	1.27	MPa	Resistenza di Calcolo a trazione per flessione ridotta per elementi piani con $Sp < 50$ mm

#### Resistenze di Calcolo - Azioni Eccezionali

$\gamma_c =$	1.00		Coefficiente parziale di sicurezza per il calcestruzzo
--------------	------	--	--

$\alpha_c = 0.85$  Coefficiente per i carichi di lunga durata

**Resistenza di calcolo a compressione**

$f_{cd} = 24.69$  MPa Resistenza di Calcolo a compressione

$f_{cd.sp<50} = 19.75$  MPa Resistenza di Calcolo a compressione ridotta per elementi piani con  $Sp < 50$  mm

**Resistenza di calcolo a trazione**

$f_{ctd} = 1.98$  MPa Resistenza di Calcolo a trazione semplice

$f_{ctd.sp<50} = 1.59$  MPa Resistenza di Calcolo a trazione semplice ridotta per elementi piani con  $Sp < 50$  mm

$f_{ctd} = 2.38$  MPa Resistenza di Calcolo a trazione pre flessione

$f_{ctd.sp<50} = 1.91$  MPa Resistenza di Calcolo a trazione per flessione ridotta per elementi piani con  $Sp < 50$  mm

**Resistenze di Calcolo – SLE**

$\sigma_c = 17.43$  MPa tens. max calcestruzzo - combinazione rara

$\sigma_c = 13.0725$  MPa tens. max calcestruzzo - combinazione quasi permanente

**Tensioni Ammissibili**

$Rck = 35$  Resistenza caratteristica cubica a compressione

$E_c = 33722$  MPa Modulo Elastico

$\gamma_c = 25$  kN/m<sup>3</sup> Peso Specifico

$f_{cd} = 18.15625$  MPa Tensione di Snervamento

$\sigma_{amm c} = 11.0$  MPa Tensione Ammissibile

$\tau_{c0} = 0.667$  MPa t in assenza armatura a taglio

$\tau_{c1} = 1.971$  MPa t in presenza di armatura a taglio

$n = 15$  Coff. Omogenizzazione

**3.2 Acciaio**

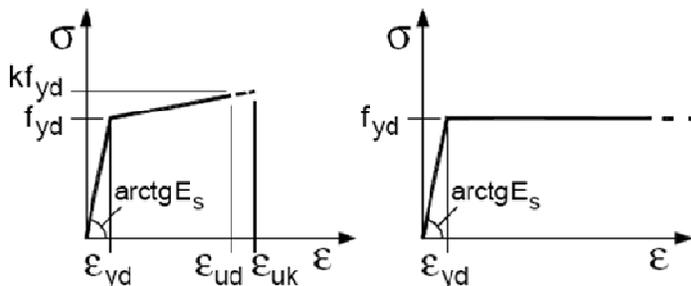
**3.2.1 Acciaio d'armatura**

**Legami Costitutivi**

$\epsilon_{ud} = 0.9 \epsilon_{uk}$

$\epsilon_{uk} = 0.9(A_{gt})_k$

$k = (f_t / f_y)_k$



**Valori Caratteristici**

$f_{y,nom} = 450$  MPa Valore nominale della tensione di snervamento

$f_{t,nom} = 540$  MPa Valore nominale della tensione di rottura

$E_s = 206000$  MPa Modulo Elastico

**Requisiti prescritti**

$f_{yk,5\%} \geq f_{y,nom}$		Valore caratteristici con frattile 5% della tensione di snervamento (da prove su campioni in numero significativo)
$f_{tk,5\%} \geq f_{t,nom}$		Valore caratteristici con frattile 5% della tensione di rottura (da prove su campioni in numero significativo)
$(f_y / f_{y,nom})_{k,10\%} \leq 1.25$		Valore caratteristico con frattile del 10% del rapporto tra la tensione di snervamento effettiva, riscontrata sulla barra, ed il relativo valore nominale
$(f_t / f_y)_{k,10\%} \geq 1.25$		Valore caratteristico con frattile del 10% del rapporto tra la tensione di rottura effettiva e la tensione di snervamento
$< 1.35$		
$(A_{gt})_{k,10\%} \geq 7.5 \%$		Valore caratteristico con frattile 10% dell'allungamento al massimo sforzo
$\varnothing < 12$ mm	4 $\varnothing$	
$12 \leq \varnothing \leq 16$ mm	5 $\varnothing$	Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza formazione di cricche:
$16 < \varnothing \leq 25$ mm	8 $\varnothing$	
$25 < \varnothing \leq 40$ mm	10 $\varnothing$	

**Resistenze di Calcolo - SLU**

$\gamma_s = 1.15$		Coefficiente parziale di sicurezza per l'acciaio
$f_{yd} = 391.30$	MPa	Resistenza di Calcolo a trazione
$\epsilon_{yd} = 0.190\%$	MPa	Deformazione a snervamento per trazione

**Resistenze di Calcolo - SLE**

$\gamma_s = 1.00$		Coefficiente parziale di sicurezza per il calcestruzzo
$f_{yd} = 450.00$	MPa	Resistenza di Calcolo a trazione
$\epsilon_{yd} = 0.218\%$		Deformazione a snervamento per trazione
$\sigma_s = 360.00$	MPa	Deformazione a snervamento per trazione

**Tensioni Ammissibili**

Tipo =	<b>Feb44k</b>		
$E_s = 206000$	MPa	Modulo Elastico	
$\gamma_c = 78.50$	kN/m <sup>3</sup>	Peso Specifico	
$f_{yk} = 430.00$	MPa	Tensione caratteristica di snervamento	
$\sigma_{amm s} = 255.00$	MPa	Tensione Ammissibile	

## 4 CALCOLO DELLE SPINTE

### 4.1 Calcolo della spinta attiva con Coulomb

Il calcolo della spinta attiva con il metodo di *Coulomb* è basato sullo studio dell'equilibrio limite globale del sistema formato dal muro e dal prisma di terreno omogeneo retrostante l'opera e coinvolto nella rottura nell'ipotesi di parete ruvida.

Per terreno omogeneo ed asciutto il diagramma delle pressioni si presenta lineare con distribuzione:

$$P_t = K_a \times \gamma_t \times z$$

La spinta  $S_t$  è applicata ad  $1/3 H$  di valore

$$S_t = \frac{1}{2} \gamma_t H^2 K_a$$

Avendo indicato con:

$$K_a = \frac{\sin^2(\beta - \phi)}{\sin^2\beta \times \sin(\beta + \delta) \times \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \phi) \times \sin(\phi - \epsilon)}{\sin(\beta + \delta) \times \sin(\beta - \epsilon)}} \right]^2}$$

Valori limite di  $K_a$ :

$\delta < (\beta - \phi - \epsilon)$  secondo Muller-Breslau

$\gamma_t$  Peso unità di volume del terreno;

$\beta$  Inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede;

$\phi$  Angolo di resistenza al taglio del terreno;

$\delta$  Angolo di attrito terra-muro;

$\epsilon$  Inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale, positiva se antioraria;

H Altezza della parete.

### 4.2 Calcolo della spinta attiva con Rankine

Se  $\epsilon = \delta = 0$  e  $\beta = 90^\circ$  (muro con parete verticale liscia e terrapieno con superficie orizzontale) la spinta  $S_t$  si semplifica nella forma:

$$S_t = \frac{\gamma \cdot H^2}{2} \frac{(1 - \sin \phi)}{(1 + \sin \phi)} = \frac{\gamma \cdot H^2}{2} \tan^2 \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right)$$

che coincide con l'equazione di Rankine per il calcolo della spinta attiva del terreno con terrapieno orizzontale.

In effetti Rankine adottò essenzialmente le stesse ipotesi fatte da Coulomb, ad eccezione del fatto che trascurò l'attrito terra-muro e la presenza di coesione. Nella sua formulazione generale l'espressione di  $K_a$  di Rankine si presenta come segue:

$$K_a = \cos \epsilon \frac{\cos \epsilon - \sqrt{\cos^2 \epsilon - \cos^2 \phi}}{\cos \epsilon + \sqrt{\cos^2 \epsilon - \cos^2 \phi}}$$

### 4.3 Calcolo della spinta attiva con Mononobe & Okabe

Il calcolo della spinta attiva con il metodo di *Mononobe & Okabe* riguarda la valutazione della spinta in condizioni sismiche con il metodo pseudo-statico. Esso è basato 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  $\epsilon$ , di inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale, e l'angolo  $\beta$ , di 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.

### 4.4 Calcolo coefficienti sismici

Le **NTC 2008** calcolano i coefficienti  $K_h$  e  $K_v$  in dipendenza di vari fattori:  $K_h = \beta_m \times (a_{max}/g)$   $K_v = \pm 0,5 \times K_h$

$\beta_m$  coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito; per i muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno il coefficiente  $\beta_m$  assume valore unitario. Per i muri liberi di traslare o ruotare intorno al piede, si può assumere che l'incremento di spinta dovuto al sisma agisca nello stesso punto di quella statica. Negli altri casi, in assenza di studi specifici, si assume che tale incremento sia applicato a metà altezza del muro.

$a_{max}$  accelerazione orizzontale massima attesa al sito;  
 $g$  accelerazione di gravità.

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

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

$S$  coefficiente comprendente l'effetto di amplificazione stratigrafica  $S_s$  e di amplificazione topografica  $S_T$ .  
 $a_g$  accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Questi valori sono calcolati come funzione del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$T_R = -V_R / \ln(1 - PVR)$$

Con  $V_R$  vita di riferimento della costruzione e  $PVR$  probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso  $V_R$  dovrà essere maggiore o uguale a 35 anni.

#### OPCM 3274

I coefficienti sismici orizzontale  $K_h$  e verticale  $K_v$  che interessano tutte le masse vengono calcolati come:

$$k_h = S (a_g/g) / r \quad k_v = 0,5 k_h$$

in cui  $S(a_g/g)$  rappresenta il valore dell'accelerazione sismica massima del terreno per le varie categorie di profilo stratigrafico.

Suolo	di	tipo	A	-	S=1;
Suolo	di	tipo	B	-	S=1.25;
Suolo	di	tipo	C	-	S=1.25;
Suolo	di	tipo	E	-	S=1.25;
Suolo di tipo D - S=1.35.					

Al fattore  $r$  viene può essere assegnato il valore  $r = 2$  nel caso di opere sufficientemente flessibili (muri liberi a gravità), mentre in tutti gli altri casi viene posto pari a 1 (muri in c.a. resistenti a flessione, muri in c.a. su pali o tirantati, muri di cantinato).

### D.M. 88

L'applicazione del **D.M. 88** e successive modifiche ed integrazioni è consentito mediante l'inserimento del coefficiente sismico orizzontale  $K_h$  in funzione delle Categorie Sismiche secondo il seguente schema: I Cat.  $K_h=0.1$ ; II Cat.  $K_h=0.07$ ; III Cat.  $K_h=0.04$ ;

### Eurocodice 8

Per l'applicazione dell'**Eurocodice 8** (progettazione geotecnica in campo sismico) il coefficiente sismico orizzontale viene così definito:

$$K_h = a_{gR} \cdot \gamma_I \cdot S / (g)$$

$a_{gR}$ : accelerazione di picco di riferimento su suolo rigido affiorante,

$\gamma_I$ : fattore di importanza,

S: soil factor e dipende dal tipo di terreno (da A ad E).

$$a_g = a_{gR} \cdot \gamma_I$$

è la "design ground acceleration on type A ground".

Il coefficiente sismico verticale  $K_v$  è definito in funzione di  $K_h$ , e vale:

$$K_v = \pm 0.5 \cdot K_h$$

### Effetto dovuto alla coesione

La coesione induce delle pressioni negative costanti pari a:

$$P_c = -2 \cdot c \cdot \sqrt{K_a}$$

Non essendo possibile stabilire a priori quale sia il decremento indotto nella spinta per effetto della coesione, è stata calcolata un'altezza critica  $Z_c$  come segue:

$$Z_c = \frac{2 \times c}{\gamma} \times \frac{1}{\sqrt{K_A}} - \frac{Q \times \frac{\sin \beta}{\sin(\beta + \epsilon)}}{\gamma}$$

dove

Q = Carico agente sul terrapieno;

Se  $Z_c < 0$  è possibile sovrapporre direttamente gli effetti, con decremento pari a:

$$S_c = P_c \times H$$

con punto di applicazione pari a  $H/2$ ;

### Carico uniforme sul terrapieno

Un carico Q, uniformemente distribuito sul piano campagna induce delle pressioni costanti pari a:

$$P_q = K_A \times Q \times \sin \beta / \sin(\beta + \epsilon)$$

Per integrazione, una spinta pari a  $S_q$ :

$$S_q = K_a \cdot Q \cdot H \frac{\sin \beta}{\sin(\beta + \epsilon)}$$

Con punto di applicazione ad  $H/2$ , avendo indicato con  $K_a$  il coefficiente di spinta attiva secondo *Muller-Breslau*.

### Spinta attiva in condizioni sismiche

In presenza di sisma la forza di calcolo esercitata dal terrapieno sul muro è data da:

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

dove:

H altezza muro

$k_v$  coefficiente sismico verticale

$\gamma$  peso per unità di volume del terreno

K coefficienti di spinta attiva totale (statico + dinamico)

$E_{ws}$  spinta idrostatica dell'acqua

$E_{wd}$  spinta idrodinamica.

Per terreni impermeabili la spinta idrodinamica  $E_{wd} = 0$ , ma viene effettuata una correzione sulla valutazione dell'angolo  $\theta$  della formula di Mononobe & Okabe così come di seguito:

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{\gamma_{\text{sat}}}{\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w} \frac{k_h}{1 \mp k_v}$$

Nei terreni ad elevata permeabilità in condizioni dinamiche continua a valere la correzione di cui sopra, ma la spinta idrodinamica assume la seguente espressione:

$$E_{wd} = \frac{7}{12} k_h \gamma_w H^2$$

Con H' altezza del livello di falda misurato a partire dalla base del muro.

## 4.5 Spinta idrostatica

La falda con superficie distante  $H_w$  dalla base del muro induce delle pressioni idrostatiche normali alla parete che, alla profondità z, sono espresse come segue:

$$P_w(z) = \gamma_w \times z$$

Con risultante pari a:

$$S_w = 1/2 \times \gamma_w \times H^2$$

La spinta del terreno immerso si ottiene sostituendo  $\gamma_t$  con  $\gamma'_t$  ( $\gamma'_t = \gamma_{\text{saturo}} - \gamma_w$ ), peso efficace del materiale immerso in acqua.

### Resistenza passiva

Per terreno omogeneo il diagramma delle pressioni risulta lineare del tipo:

$$P_t = K_p \times \gamma_t \times z$$

per integrazione si ottiene la spinta passiva:

$$S_p = \frac{1}{2} \cdot \gamma_t \cdot H^2 \cdot K_p$$

Avendo indicato con:

$$K_p = \frac{\text{sen}^2(\phi + \beta)}{\text{sen}^2\beta \times \text{sen}(\beta - \delta) \times \left[ 1 - \sqrt{\frac{\text{sen}(\delta + \phi) \times \text{sen}(\phi + \epsilon)}{\text{sen}(\beta - \delta) \times \text{sen}(\beta - \epsilon)}} \right]^2}$$

(Muller-Breslau) con valori limiti di  $\delta$  pari a:

$$\delta < \beta - \phi - \epsilon$$

L'espressione di  $K_p$  secondo la formulazione di Rankine assume la seguente forma:

$$K_p = \frac{\cos \epsilon + \sqrt{\cos^2 \epsilon - \cos^2 \phi}}{\cos \epsilon - \sqrt{\cos^2 \epsilon - \cos^2 \phi}}$$

#### 4.6 Carico limite di fondazioni superficiali su terreni

##### Vesic

Affinché la fondazione di un muro possa resistere il carico di progetto con sicurezza nei riguardi della rottura generale deve essere soddisfatta la seguente disuguaglianza:

$$V_d \leq R_d$$

Dove  $V_d$  è il carico di progetto, normale alla base della fondazione, comprendente anche il peso del muro; mentre  $R_d$  è il carico limite di progetto della fondazione nei confronti di carichi normali, tenendo conto anche dell'effetto di carichi inclinati o eccentrici.

Nella valutazione analitica del carico limite di progetto  $R_d$  si devono considerare le situazioni a breve e a lungo termine nei terreni a grana fine. Il carico limite di progetto in condizioni non drenate si calcola come:

$$R/A' = (2 + \pi) c_u s_c i_c + q$$

Dove:

$A' = B' L'$  l'area della fondazione efficace di progetto, intesa, in caso di carico eccentrico, come l'area ridotta al cui centro viene applicata la risultante del carico.

- $c_u$  coesione non drenata
- $q$  pressione litostatica totale sul piano di posa
- $s_c$  Fattore di forma

$s_c = 0,2 (B'/L')$  per fondazioni rettangolari

$i_c$  Fattore correttivo per l'inclinazione del carico dovuta ad un carico  $H$ .

$$i_c = 1 - \frac{2H}{A_f \cdot c_a \cdot N_c}$$

$A_f$  area efficace della fondazione

$c_a$  aderenza alla base, pari alla coesione o ad una sua frazione.

Per le condizioni drenate il carico limite di progetto è calcolato come segue.

$$R/A' = c' N_c s_c i_c + q' N_q s_q i_q + 0,5 \gamma' B' N_\gamma s_\gamma i_\gamma$$

Dove:

$$N_q = e^{\pi \tan \phi'} \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi'}{2} \right)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi'$$

### Fattori di forma

$$s_q = 1 + \left( \frac{B'}{L'} \right) \tan \phi' \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_\gamma = 1 - 0,4 \left( \frac{B'}{L'} \right) \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B'}{L'} \quad \text{per forma rettangolare, quadrata o circolare.}$$

### Fattori inclinazione risultante dovuta ad un carico orizzontale H parallelo a B'

$$i_q = \left( 1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cot \phi'} \right)^m$$

$$i_\gamma = \left( 1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cot \phi'} \right)^{m+1}$$

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$$

$$m = \frac{2 + \frac{B'}{L'}}{1 + \frac{B'}{L'}}$$

### Sollecitazioni muro

Per il calcolo delle sollecitazioni il muro è stato discretizzato in n-tratti in funzione delle sezioni significative e per ogni tratto sono state calcolate le spinte del terreno (valutate secondo un piano di rottura passante per il paramento lato monte), le risultanti delle forze orizzontali e verticali e le forze inerziali.

### Definizione

Per pendio s'intende una porzione di versante naturale il cui profilo originario è stato modificato da interventi artificiali rilevanti rispetto alla stabilità. Per frana s'intende una situazione di instabilità che interessa versanti naturali e coinvolgono volumi considerevoli di terreno.

### Introduzione all'analisi di stabilità

La risoluzione di un problema di stabilità richiede la presa in conto delle equazioni di campo e dei legami costitutivi. Le prime sono di equilibrio, le seconde descrivono il comportamento del terreno. Tali equazioni

risultano particolarmente complesse in quanto i terreni sono dei sistemi multifase, che possono essere ricondotti a sistemi monofase solo in condizioni di terreno secco, o di analisi in condizioni drenate.

Nella maggior parte dei casi ci si trova a dover trattare un materiale che se saturo è per lo meno bifase, ciò rende la trattazione delle equazioni di equilibrio notevolmente complicata. Inoltre è praticamente impossibile definire una legge costitutiva di validità generale, in quanto i terreni presentano un comportamento non-lineare già a piccole deformazioni, sono anisotropi ed inoltre il loro comportamento dipende non solo dallo sforzo deviatorico ma anche da quello normale. A causa delle suddette difficoltà vengono introdotte delle ipotesi semplificative:

(a) Si usano leggi costitutive semplificate: modello rigido perfettamente plastico. Si assume che la resistenza del materiale sia espressa unicamente dai parametri coesione ( $c$ ) e angolo di resistenza al taglio ( $\phi$ ), costanti per il terreno e caratteristici dello stato plastico; quindi si suppone valido il criterio di rottura di Mohr-Coulomb.

(b) In alcuni casi vengono soddisfatte solo in parte le equazioni di equilibrio.

### **Metodo equilibrio limite (LEM)**

Il metodo dell'equilibrio limite consiste nello studiare l'equilibrio di un corpo rigido, costituito dal pendio e da una superficie di scorrimento di forma qualsiasi (linea retta, arco di cerchio, spirale logaritmica); da tale equilibrio vengono calcolate le tensioni da taglio ( $\tau$ ) e confrontate con la resistenza disponibile ( $\tau_f$ ), valutata secondo il criterio di rottura di *Coulomb*, da tale confronto ne scaturisce la prima indicazione sulla stabilità attraverso il coefficiente di sicurezza  $F = \tau_f / \tau$ .

Tra i metodi dell'equilibrio limite alcuni considerano l'equilibrio globale del corpo rigido (*Culman*), altri a causa della non omogeneità dividono il corpo in conci considerando l'equilibrio di ciascuno (*Fellenius*, *Bishop*, *Janbu ecc.*).

Di seguito vengono discussi i metodi dell'equilibrio limite dei conci.

### **Metodo dei conci**

La massa interessata dallo scivolamento viene suddivisa in un numero conveniente di conci. Se il numero dei conci è pari a  $n$ , il problema presenta le seguenti incognite:

$n$  valori delle forze normali  $N_i$  agenti sulla base di ciascun concio;

$n$  valori delle forze di taglio alla base del concio  $T_i$

$(n-1)$  forze normali  $E_i$  agenti sull'interfaccia dei conci;

$(n-1)$  forze tangenziali  $X_i$  agenti sull'interfaccia dei conci;

$n$  valori della coordinata  $a$  che individua il punto di applicazione delle  $E_i$ ;

$(n-1)$  valori della coordinata che individua il punto di applicazione delle  $X_i$ ;

una incognita costituita dal fattore di sicurezza  $F$ .

Complessivamente le incognite sono  $(6n-2)$ .

*mentre le equazioni a disposizione sono:*

Equazioni di equilibrio dei momenti  $n$

Equazioni di equilibrio alla traslazione verticale  $n$

Equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale  $n$

Equazioni relative al criterio di rottura  $n$

Totale numero di equazioni  $4n$

Il problema è staticamente indeterminato ed il grado di indeterminazione è pari a

$$i = (6n-2)-(4n) = 2n-2.$$

Il grado di indeterminazione si riduce ulteriormente a  $(n-2)$  in quando si fa l'assunzione che  $N_i$  sia applicato nel punto medio della striscia, ciò equivale ad ipotizzare che le tensioni normali totali siano uniformemente distribuite.

I diversi metodi che si basano sulla teoria dell'equilibrio limite si differenziano per il modo in cui vengono eliminate le  $(n-2)$  indeterminazioni.

**Metodo di FELLENIUS (1927)**

Con questo metodo (valido solo per superfici di scorrimento di forma circolare) vengono trascurate le forze di interstriscia pertanto le incognite si riducono a:

- $n$  valori delle forze normali  $N_i$ ;
  - $n$  valori delle forze da taglio  $T_i$ ;
  - 1 fattore di sicurezza.
- Incognite  $(2n+1)$

- Le equazioni a disposizione sono:
- $n$  equazioni di equilibrio alla traslazione verticale;
  - $n$  equazioni relative al criterio di rottura;
  - 1 equazione di equilibrio dei momenti globale.

$$F = \frac{\sum \{ c_i \times l_i + (W_i \times \cos \alpha_i - u_i \times l_i) \times \tan \varphi_i \}}{\sum W_i \times \sin \alpha_i}$$

Questa equazione è semplice da risolvere ma si è trovato che fornisce risultati conservativi (fattori di sicurezza bassi) soprattutto per superfici profonde.

**Metodo di BISHOP (1955)**

Con tale metodo non viene trascurato nessun contributo di forze agenti sui blocchi e fu il primo a descrivere i problemi legati ai metodi convenzionali.

Le equazioni usate per risolvere il problema sono:

$$\sum F_v = 0, \sum M_0 = 0, \text{ Criterio di rottura.}$$

$$F = \frac{\sum \{ c_i \times b_i + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan \varphi_i \} \times \frac{\sec \alpha_i}{1 + \tan \alpha_i \times \tan \varphi_i / F}}{\sum W_i \times \sin \alpha_i}$$

I valori di  $F$  e di  $\Delta X$  per ogni elemento che soddisfano questa equazione danno una soluzione rigorosa al problema. Come prima approssimazione conviene porre  $\Delta X = 0$  ed iterare per il calcolo del fattore di sicurezza, tale procedimento è noto come metodo di **Bishop ordinario**, gli errori commessi rispetto al metodo completo sono di circa 1 %.

**Metodo di JANBU (1967)**

Janbu estese il metodo di Bishop a superfici di scorrimento di forma qualsiasi.

Quando vengono trattate superfici di scorrimento di forma qualsiasi il braccio delle forze cambia (nel caso delle superfici circolari resta costante e pari al raggio) a tal motivo risulta più conveniente valutare l'equazione del momento rispetto allo spigolo di ogni blocco.

$$F = \frac{\sum \{c_i \times b_i + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan \varphi_i\} \times \frac{\sec^2 \alpha_i}{1 + \tan \alpha_i \times \tan \varphi_i / F}}{\sum W_i \times \tan \alpha_i}$$

Assumendo  $\Delta X_i = 0$  si ottiene il metodo ordinario.

Janbu propose inoltre un metodo per la correzione del fattore di sicurezza ottenuto con il metodo ordinario secondo la seguente:

$$F_{\text{corretto}} = f_0 F$$

dove  $f_0$  è riportato in grafici funzione di geometria e parametri geotecnici.

Tale correzione è molto attendibile per pendii poco inclinati.

#### **Metodo di BELL (1968)**

Le forze agenti sul corpo che scivola includono il peso effettivo del terreno,  $W$ , le forze sismiche pseudostatiche orizzontali e verticali  $K_x W$  e  $K_z W$ , le forze orizzontali e verticali  $X$  e  $Z$  applicate esternamente al profilo del pendio, infine, la risultante degli sforzi totali normali e di taglio  $\sigma$  e  $\tau$  agenti sulla superficie potenziale di scivolamento.

Lo sforzo totale normale può includere un eccesso di pressione dei pori  $u$  che deve essere specificata con l'introduzione dei parametri di forza efficace.

In pratica questo metodo può essere considerato come un'estensione del metodo del cerchio di attrito per sezioni omogenee precedentemente descritto da Taylor.

In accordo con la legge della resistenza di Mohr-Coulomb in termini di tensione efficace, la forza di taglio agente sulla base dell' $i$ -esimo concio è data da:

$$T_i = \frac{c_i L_i + (N_i - u_{ci} L_i) \tan \phi_i}{F}$$

in cui

$F$  = il fattore di sicurezza;

$c_i$  = la coesione efficace (o totale) alla base dell' $i$ -esimo concio;

$\phi_i$  = l'angolo di attrito efficace (= 0 con la coesione totale) alla base dell' $i$ -esimo concio;

$L_i$  = la lunghezza della base dell' $i$ -esimo concio;

$u_{ci}$  = la pressione dei pori al centro della base dell' $i$ -esimo concio.

L'equilibrio risulta uguagliando a zero la somma delle forze orizzontali, la somma delle forze verticali e la somma dei momenti rispetto all'origine.

Viene adottata la seguente assunzione sulla variazione della tensione normale agente sulla potenziale superficie di scorrimento:

$$\sigma_{ci} = \left[ C_1 (1 - K_z) \frac{W_i \cos \alpha_i}{L_i} \right] + C_2 f(x_{ci}, y_{ci}, z_{ci})$$

in cui il primo termine dell'equazione include l'espressione:

$W_i \cos \alpha_i / L_i$  = valore dello sforzo normale totale associato con il metodo ordinario dei conci.

Il secondo termine dell'equazione include la funzione:

$$f = \sin 2\pi \left( \frac{x_n - x_{ci}}{x_n - x_0} \right)$$

Dove  $x_0$  ed  $x_n$  sono rispettivamente le ascisse del primo e dell'ultimo punto della superficie di scorrimento, mentre  $x_{ci}$  rappresenta l'ascissa del punto medio della base del concio  $i$ -esimo.

Una parte sensibile di riduzione del peso associata con una accelerazione verticale del terreno  $K_z$  g può essere trasmessa direttamente alla base e ciò è incluso nel fattore  $(1 - K_z)$ .

Lo sforzo normale totale alla base di un concio è dato da:

$$N_i = \sigma_{ci} L_i$$

La soluzione delle equazioni di equilibrio si ricava risolvendo un sistema lineare di tre equazioni ottenute moltiplicando le equazioni di equilibrio per il fattore di sicurezza  $F$ , sostituendo l'espressione di  $N_i$  e moltiplicando ciascun termine della coesione per un coefficiente arbitrario  $C_3$ .

Si assume una relazione di linearità tra detto coefficiente, determinabile tramite la regola di Cramer, ed il fattore di sicurezza  $F$ .

$$F = F(2) + \left( \frac{1 - C_3(2)}{C_3(2) - C_3(1)} \right) (F(2) - F(1))$$

Il corretto valore di  $F$  può essere ottenuto dalla formula di interpolazione lineare:

dove i numeri in parentesi (1) e (2) indicano i valori iniziale e successivo dei parametri  $F$  e  $C_3$ .

Qualsiasi coppia di valori del fattore di sicurezza nell'intorno di una stima fisicamente ragionevole può essere usata per iniziare una soluzione iterativa.

Il numero necessario di iterazioni dipende sia dalla stima iniziale sia dalla desiderata precisione della soluzione; normalmente, il processo converge rapidamente.

### **Metodo di SARMA (1973)**

Il metodo di **Sarma** è un semplice, ma accurato metodo per l'analisi di stabilità dei pendii, che permette di determinare l'accelerazione sismica orizzontale richiesta affinché l'ammasso di terreno, delimitato dalla superficie di scivolamento e dal profilo topografico, raggiunga lo stato di equilibrio limite (accelerazione critica  $K_c$ ) e, nello stesso tempo, consente di ricavare l'usuale fattore di sicurezza ottenuto come per gli altri metodi più comuni della geotecnica.

Si tratta di un metodo basato sul principio dell'equilibrio limite e delle strisce, pertanto viene considerato l'equilibrio di una potenziale massa di terreno in scivolamento suddivisa in  $n$  strisce verticali di spessore sufficientemente piccolo da ritenere ammissibile l'assunzione che lo sforzo normale  $N_j$  agisce nel punto medio della base della striscia.

Le equazioni da prendere in considerazione sono:

- L'equazione di equilibrio alla traslazione orizzontale del singolo concio;
- L'equazione di equilibrio alla traslazione verticale del singolo concio;
- L'equazione di equilibrio dei momenti.

Condizioni di equilibrio alla traslazione orizzontale e verticale:

$$N_i \cos \alpha_j + T_j \sin \alpha_j = W_j - \Delta X_i$$

$$T_j \cos \alpha_j - N_j \sin \alpha_j = K W_j + \Delta E_j$$

Viene, inoltre, assunto che in assenza di forze esterne sulla superficie libera dell'ammasso si ha:

$$\sum \Delta E_j = 0$$

$$\sum \Delta X_i = 0$$

dove  $E_i$  e  $X_i$  rappresentano, rispettivamente, le forze orizzontale e verticale sulla faccia  $i$ -esima del concio generico  $i$ .

L'equazione di equilibrio dei momenti viene scritta scegliendo come punto di riferimento il baricentro dell'intero ammasso; sicché, dopo aver eseguito una serie di posizioni e trasformazioni trigonometriche ed algebriche, nel metodo di **Sarma** la soluzione del problema passa attraverso la risoluzione di due equazioni:

$$* \sum \Delta X_i \cdot \operatorname{tg}(\psi'_i - \alpha_i) + \sum \Delta E_i = \sum \Delta_i - K \cdot \sum W_i$$

$$** \sum \Delta X_i \cdot [(y_{mi} - y_G) \cdot \operatorname{tg}(\psi'_i - \alpha'_i) + (x'_i - x_G)] = \sum W_i \cdot (x_{mi} - x_G) + \sum \Delta_i \cdot (y_{mi} - y_G)$$

Ma l'approccio risolutivo, in questo caso, è completamente capovolto: il problema infatti impone di trovare un valore di  $K$  (accelerazione sismica) corrispondente ad un determinato fattore di sicurezza; ed in particolare, trovare il valore dell'accelerazione  $K$  corrispondente al fattore di sicurezza  $F = 1$ , ossia l'*accelerazione critica*.

Si ha pertanto:

$$K = K_c \text{ accelerazione critica se } F = 1$$

$$F = F_s \text{ fattore di sicurezza in condizioni statiche se } K = 0$$

La seconda parte del problema del Metodo di Sarma è quella di trovare una distribuzione di forze interne  $X_i$  ed  $E_i$  tale da verificare l'equilibrio del concio e quello globale dell'intero ammasso, senza violazione del criterio di rottura.

E' stato trovato che una soluzione accettabile del problema si può ottenere assumendo la seguente distribuzione per le forze  $X_i$ :

$$\Delta X_i = \lambda \cdot \Delta Q_i = \lambda \cdot (Q_{i+1} - Q_i)$$

dove  $Q_i$  è una funzione nota, in cui vengono presi in considerazione i parametri geotecnici medi sulla  $i$ -esima faccia del concio  $i$ , e  $\lambda$  rappresenta un'incognita.

La soluzione completa del problema si ottiene pertanto, dopo alcune iterazioni, con i valori di  $K_c$ ,  $\lambda$  e  $F$ , che permettono di ottenere anche la distribuzione delle forze di interstriscia.

### Metodo di SPENCER

Il metodo è basato sull'assunzione:

- a) le forze d'interfaccia lungo le superfici di divisione dei singoli conci sono orientate parallelamente fra loro ed inclinate rispetto all'orizzontale di un angolo  $\theta$ .
- b) tutti i momenti sono nulli  $M_j = 0 \quad i=1, \dots, n$

Sostanzialmente il metodo soddisfa tutte le equazioni della statica ed equivale al metodo di Morgenstern e Price quando la funzione  $f(x) = 1$ .

Imponendo l'equilibrio dei momenti rispetto al centro dell'arco descritto dalla superficie di scivolamento si ha:

$$1) \quad \sum Q_i R \cos(\alpha - \theta) = 0$$

dove:

$$Q_i = \frac{\frac{c}{F_s} (W \cos \alpha - \gamma_w h l \sec \alpha) \frac{tg \alpha}{F_s} - W \sin \alpha}{\cos(\alpha - \theta) \left[ \frac{F_s + tg \phi \sec(\alpha - \theta)}{F_s} \right]}$$

forza d'interazione fra i conci;

R = raggio dell'arco di cerchio;

$\theta$  = angolo d'inclinazione della forza  $Q_i$  rispetto all'orizzontale.

Imponendo l'equilibrio delle forze orizzontali e verticali si ha rispettivamente:

$$\sum (Q_i \cos \theta) = 0$$

$$\sum (Q_i \sin \theta) = 0$$

Con l'assunzione delle forze  $Q_i$  parallele fra loro, si può anche scrivere:

$$2) \quad \sum Q_i = 0$$

Il metodo propone di calcolare due coefficienti di sicurezza: il primo ( $F_{sm}$ ) ottenibile dalla 1), legato all'equilibrio dei momenti; il secondo ( $F_{sf}$ ) dalla 2) legato all'equilibrio delle forze. In pratica si procede risolvendo la 1) e la 2) per un dato intervallo di valori dell'angolo  $\theta$ , considerando come valore unico del coefficiente di sicurezza quello per cui si abbia  $F_{sm} = F_{sf}$ .

### Metodo di MORGENSTERN e PRICE

Si stabilisce una relazione tra le componenti delle forze di interfaccia del tipo  $X = \lambda f(x)E$ , dove  $\lambda$  è un fattore di scala e  $f(x)$ , funzione della posizione di E e di X, definisce una relazione tra la variazione della forza X e

della forza E all'interno della massa scivolante. La funzione f(x) è scelta arbitrariamente (costante, sinusoidale, semisinusoidale, trapezia, spezzata...) e influenza poco il risultato, ma va verificato che i valori ricavati per le incognite siano fisicamente accettabili.

La particolarità del metodo è che la massa viene suddivisa in strisce infinitesime alle quali vengono imposte le equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale e verticale e di rottura sulla base delle strisce stesse. Si perviene ad una prima equazione differenziale che lega le forze d'interfaccia incognite E, X, il coefficiente di sicurezza F<sub>S</sub>, il peso della striscia infinitesima dW e la risultante delle pressioni neutra alla base dU.

Si ottiene la cosiddetta "equazione delle forze":

$$c' \sec^2 \frac{\alpha}{F_s} + tg \varphi' \left( \frac{dW}{dx} - \frac{dX}{dx} - tg \alpha \frac{dE}{dx} - \sec \alpha \frac{dU}{dx} \right) =$$

$$= \frac{dE}{dx} - tg \alpha \left( \frac{dX}{dx} - \frac{dW}{dx} \right)$$

Una seconda equazione, detta "equazione dei momenti", viene scritta imponendo la condizione di equilibrio alla rotazione rispetto alla mezzzeria della base:

$$X = \frac{d(E_\gamma)}{dx} - \gamma \frac{dE}{dx}$$

queste due equazioni vengono estese per integrazione a tutta la massa interessata dallo scivolamento.

Il metodo di calcolo soddisfa tutte le equazioni di equilibrio ed è applicabile a superfici di qualsiasi forma, ma implica necessariamente l'uso di un calcolatore.

### Valutazione dell'azione sismica

La stabilità dei pendii nei confronti dell'azione sismica viene verificata con il metodo pseudo-statico. Per i terreni che sotto l'azione di un carico ciclico possono sviluppare pressioni interstiziali elevate viene considerato un aumento in percento delle pressioni neutre che tiene conto di questo fattore di perdita di resistenza.

Ai fini della valutazione dell'azione sismica vengono considerate le seguenti forze:

$$F_H = K_x W$$

$$F_V = K_y W$$

Essendo:

- F<sub>H</sub> e F<sub>V</sub> rispettivamente la componente orizzontale e verticale della forza d'inerzia applicata al baricentro del concio;

- W: peso concio
- $K_x$ : Coefficiente sismico orizzontale
- $K_y$ : Coefficiente sismico verticale

### **Ricerca della superficie di scorrimento critica**

In presenza di mezzi omogenei non si hanno a disposizione metodi per individuare la superficie di scorrimento critica ed occorre esaminarne un numero elevato di potenziali superfici.

Nel caso vengano ipotizzate superfici di forma circolare, la ricerca diventa più semplice, in quanto dopo aver posizionato una maglia dei centri costituita da m righe e n colonne saranno esaminate tutte le superfici aventi per centro il generico nodo della maglia  $m \times n$  e raggio variabile in un determinato range di valori tale da esaminare superfici cinematicamente ammissibili.

## 4.7 Tabulati di calcolo dell'opera

### 4.7.1 Muro Tipo "A"

Le spinte sono state valutate ipotizzando un piano di rottura passante per l'estradosso della mensola di fondazione lato monte, tale piano è stato discretizzato in *n-tratti*.

#### Convenzione segni

**Forze verticali** positive se dirette dall'alto verso il basso;  
**Forze orizzontali** positive se dirette da monte verso valle;  
**Coppie** positive se antiorarie;  
**Angoli** positivi se antiorari.

#### Dati generali

Lat./Long. [WGS84]	37,452022/13,973174
Normativa	NTC 2008
Spinta	Mononobe e Okabe [M.O. 1929]

#### Coefficienti sismici [N.T.C.]

##### Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	50,0 [anni]

##### Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,25	2,48	0,21
S.L.D.	50,0	0,31	2,5	0,26
S.L.V.	475,0	0,69	2,6	0,43
S.L.C.	975,0	0,84	2,67	0,49

#### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Opere di sostegno

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,375	0,18	0,0069	0,0034
S.L.D.	0,465	0,18	0,0085	0,0043
S.L.V.	1,035	0,18	0,019	0,0095
S.L.C.	1,26	0,18	0,0231	0,0116

#### Dati generali muro

PROGETTO ESECUTIVO

Altezza muro	400,0 cm
Spessore testa muro	50,0 cm
Risega muro lato valle	0,0 cm
Risega muro lato monte	0,0 cm
Sporgenza mensola a valle	70,0 cm
Sporgenza mensola a monte	370,0 cm
Svaso mensola a valle	0,0 cm
Svaso mensola a valle	0,0 cm
Altezza estremità mensola a valle	70,0 cm
Altezza estremità mensola a monte	70,0 cm

Caratteristiche di resistenza dei materiali impiegati

Classe conglomerato Rck 350	
Fattore parziale di sicurezza calcestruzzo	1,6
Resistenza a compressione di calcolo fcd	154,33 Kg/cm <sup>2</sup>
Resistenza a trazione di calcolo fctd	12,4 Kg/cm <sup>2</sup>
Acciaio Tipo B450C	
Modulo elastico	2141404 Kg/cm <sup>2</sup>
Fattore parziale di sicurezza acciaio	1,15
f <sub>yk</sub> (Tensione caratteristica snervamento)	4486,751 Kg/cm <sup>2</sup>
f <sub>yd</sub> (Resistenza ultima di calcolo)	3901,52 Kg/cm <sup>2</sup>
Deformazione ultima di calcolo	0,07
Copriferro, Elevazione	3,0 cm
Copriferro, Fondazione	3,0 cm
Copriferro, Dente di fondazione	3,0 cm

Stratigrafia

DH	Passo minimo	
Eps	Inclinazione dello strato.	
Gamma		Peso unità di volume
Fi	Angolo di resistenza a taglio	
c	Coesione	
Delta	Angolo di attrito terra muro	
P.F.	Presenza di falda (Si/No)	

N	DH (cm)	Ep (°)	Gamma (Kg/m <sup>3</sup> )	Fi (°)	c (Kg/cm <sup>2</sup> )	Delta (°)	P. F.	Litologia	Descrizione
1	1790	0	2260,00	20	0,23	14	No		DT depositi eluvio-colluviali
2	680	0	2040,00	24	0,37	16	No		ENNA argille plioceniche

Carichi distribuiti

Descrizione	Ascissa iniziale (cm)	Ascissa finale (cm)	Valore iniziale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Valore finale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Profondità (cm)
q	600,0	1700,0	0,2	0,2	0,0

FATTORI DI COMBINAZIONE

A1+M1+R1

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,30

PROGETTO ESECUTIVO

2	Spinta terreno	1,00
3	Peso terreno mensola	1,30
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	1,00
7	q	1,50

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1
2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1

A2+M2+R2

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,00
2	Spinta terreno	1,00
3	Peso terreno mensola	1,00
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	0,00
7	q	1,30

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1,25
2	Coesione efficace	1,25
3	Resistenza non drenata	1,4
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1
2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1

EQU+M2 (Ribaltamento)

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	0,90
2	Spinta terreno	1,10
3	Peso terreno mensola	1,00
4	Spinta falda	1,50
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	0,00
7	q	1,50

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1,25
2	Coesione efficace	1,25
3	Resistenza non drenata	1,4
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1

PROGETTO ESECUTIVO

2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1

SLO

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	0,90
2	Spinta terreno	1,10
3	Peso terreno mensola	1,00
4	Spinta falda	1,50
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	0,00
7	q	0,20

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1,25
2	Coesione efficace	1,25
3	Resistenza non drenata	1,4
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1
2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1

SLD

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	0,90
2	Spinta terreno	1,10
3	Peso terreno mensola	1,00
4	Spinta falda	1,50
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	0,00
7	q	0,20

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1,25
2	Coesione efficace	1,25
3	Resistenza non drenata	1,4
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1
2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1

SLV

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	0,90
2	Spinta terreno	1,10
3	Peso terreno mensola	1,00
4	Spinta falda	1,50
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	0,00
7	q	0,20

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1,25

PROGETTO ESECUTIVO

2	Coesione efficace	1,25
3	Resistenza non drenata	1,4
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1
2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1

SLC

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	0,90
2	Spinta terreno	1,10
3	Peso terreno mensola	1,00
4	Spinta falda	1,50
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	0,00
7	q	0,20

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1,25
2	Coesione efficace	1,25
3	Resistenza non drenata	1,4
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1
2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1

**A1+M1+R1**

**CALCOLO SPINTE**

**Discretizzazione terreno**

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
Gamma	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> );
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (Kg/cm <sup>2</sup> );
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
470,0	390,0	2260,0	15,0	20,45	14,0	0,23	0,0	
390,0	310,0	2260,0	15,0	20,45	14,0	0,23	0,0	
310,0	230,0	2260,0	15,0	20,45	14,0	0,23	0,0	
230,0	150,0	2260,0	15,0	20,45	14,0	0,23	0,0	
150,0	70,0	2260,0	15,0	20,45	14,0	0,23	0,0	

**Coefficienti di spinta ed inclinazioni**

PROGETTO ESECUTIVO

$\mu$  Angolo di direzione della spinta.  
 Ka Coefficiente di spinta attiva.  
 Kd Coefficiente di spinta dinamica.  
 Dk Coefficiente di incremento dinamico.  
 Kax, Kay Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.  
 Dkx, Dky Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

$\mu$	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
14,0	0,59	0,0	0,0	0,57	0,14	0,0	0,0
14,0	0,59	0,0	0,0	0,57	0,14	0,0	0,0
14,0	0,59	0,0	0,0	0,57	0,14	0,0	0,0
14,0	0,59	0,0	0,0	0,57	0,14	0,0	0,0
14,0	0,59	0,0	0,0	0,57	0,14	0,0	0,0

**Spinte risultanti e punto di applicazione**

Qi Quota inizio strato.  
 Qf Quota inizio strato.  
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);  
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	470,0	390,0	1371,6	341,98	430,0	430,0
2	390,0	310,0	1371,6	341,98	350,0	350,0
3	310,0	230,0	1371,6	341,98	270,0	270,0
4	230,0	150,0	1565,45	390,31	187,31	187,31
5	150,0	70,0	2351,02	586,17	107,66	107,66

**CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzia )**

Py Peso del muro (kg);  
 Px Forza inerziale (kg);  
 Xp, Yp Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	Px	Py	Xp	Yp
390,0	0,0	1325,48	95,0	430,0
310,0	0,0	2650,96	95,0	390,0
230,0	0,0	3976,44	95,0	350,0
150,0	0,0	5301,92	95,0	310,0
70,0	0,0	6627,4	95,0	270,0

**Sollecitazioni sul muro**

Quota Origine ordinata minima del muro (cm).  
 Fx Forza in direzione x (kg);  
 Fy Forza in direzione y (kg);  
 M Momento (kgm);  
 H Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
390,0	1371,6	1667,46	463,15	50,0
310,0	2743,2	3334,92	2023,57	50,0

PROGETTO ESECUTIVO

230,0	4114,8	5002,38	4681,28	50,0
150,0	5680,25	6718,17	8459,58	50,0
70,0	8031,26	8629,82	13742,53	50,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U. )

Afv	Area dei ferri lato valle.
Afm	Area dei ferri lato monte.
Nu	Sforzo normale ultimo (kg);
Mu	Momento flettente ultimo (kgm);
Vcd	Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kg);
Sic. VT	Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).
Vsdu	Taglio di calcolo (kg);

Afv	Afm	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
4Ø20 (12,57)	4Ø20 (12,57)	1669,46	22327,38	S	19282,12	0,0	14,07
4Ø20 (12,57)	4Ø20 (12,57)	3336,61	22692,99	S	19517,23	0,0	7,12
4Ø20 (12,57)	4Ø20 (12,57)	5001,23	23057,62	S	19752,34	0,0	4,8
4Ø20 (12,57)	4Ø20 (12,57)	6719,08	23433,81	S	19994,27	0,0	3,52
4Ø20 (12,57)	4Ø20 (12,57)	8630,74	23850,51	S	20263,81	0,0	2,52

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1,yr1) = (490,0/0,0)  
 Piano di rottura passante per (xr2,yr2) = (490,0/569,1)  
 Centro di rotazione (xro,yro) = (0,0/0,0)

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
Gamma	Peso unità di volume (Kg/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (Kg/cm²);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
569,1	470,0	2260,0	15,0	20,45	20,45	0,23	0,0	
470,0	390,0	2260,0	15,0	20,45	20,45	0,23	0,0	
390,0	310,0	2260,0	15,0	20,45	20,45	0,23	0,0	
310,0	230,0	2260,0	15,0	20,45	20,45	0,23	0,0	
230,0	150,0	2260,0	15,0	20,45	20,45	0,23	0,0	
150,0	70,0	2260,0	15,0	20,45	20,45	0,23	0,0	
70,0	0,0	2260,0	15,0	20,45	14,0	0,23	0,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.

PROGETTO ESECUTIVO

Dk Coefficiente di incremento dinamico.  
 Kax, Kay Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.  
 Dkx, Dky Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

$\mu$	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
20,45	0,59	0,0	0,0	0,55	0,21	0,0	0,0
20,45	0,59	0,0	0,0	0,55	0,21	0,0	0,0
20,45	0,59	0,0	0,0	0,55	0,21	0,0	0,0
20,45	0,59	0,0	0,0	0,55	0,21	0,0	0,0
20,45	0,59	0,0	0,0	0,55	0,21	0,0	0,0
20,45	0,59	0,0	0,0	0,55	0,21	0,0	0,0
14,0	0,59	0,0	0,0	0,57	0,14	0,0	0,0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota inizio strato.  
 Qf Quota fine strato.  
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);  
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	569,1	470,0	1638,51	610,98	519,55	519,55
2	470,0	390,0	1322,71	493,23	430,0	430,0
3	390,0	310,0	1322,71	493,23	350,0	350,0
4	310,0	230,0	1661,06	619,39	266,86	266,86
5	230,0	150,0	2455,75	915,73	187,84	187,84
6	150,0	70,0	3252,91	1212,98	108,37	108,37
7	70,0	0,0	3470,36	1402,95	33,94	34,34

SPINTE IN FONDAZIONE

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);  
 Qf Quota finale strato  
 Gamma Peso unità di volume (Kg/m<sup>3</sup>);  
 Eps Inclinazione dello strato. (°);  
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);  
 Delta Angolo attrito terra muro;  
 c Coesione (Kg/cm<sup>2</sup>);  
 $\beta$  Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);  
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	$\beta$	Note
70,0	0,0	2260,0	195,0	20,45	14,0	0,23	180,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

$\mu$  Angolo di direzione della spinta.  
 Kp Coefficiente di resistenza passiva.  
 Kpx, Kpy Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

$\mu$	Kp	Kpx	Kpy

PROGETTO ESECUTIVO

194,0      0,62      -0,6      -0,15

**Spinte risultanti e punto di applicazione**

Qi      Quota inizio strato.  
 Qf      Quota inizio strato.  
 Rpx, Rpy      Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);  
 Z(Rpx)      Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 Z(Rpy)      Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	70,0	0,0	0,0	0,0	35,0	35,0

**Sollecitazioni totali**

Fx      Forza in direzione x (kg);  
 Fy      Forza in direzione y (kg);  
 M      Momento (kgm);

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	15124,01	5748,49	4410,65
Peso muro	0,0	6627,4	-6296,03
Peso fondazione	0,0	11365,99	-27846,68
Sovraccarico	0,0	11100,0	-33855,0
Terr. fondazione	0,0	48867,75	-152369,4
Spinte fondazione	0,0	0,0	0,0
	<b>15124,01</b>	<b>83709,63</b>	<b>-215956,5</b>

Momento stabilizzante      -248534,7      kgm  
 Momento ribaltante      32578,22      kgm

**Verifica alla traslazione**

Sommatoria forze orizzontali      15124,01 kg  
 Sommatoria forze verticali      83709,63 kg  
 Coefficiente di attrito      0,37  
 Adesione      0,16 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Angolo piano di scorrimento      -360,0 °  
 Forze normali al piano di scorrimento      83709,63 kg  
 Forze parall. al piano di scorrimento      15124,01 kg  
 Resistenza terreno      39103,52 kg  
**Coeff. sicurezza traslazione Csd      2,59**  
**Traslazione verificata Csd>1**

**Verifica al ribaltamento**

Momento stabilizzante      -248534,7 kgm  
 Momento ribaltante      32578,22 kgm  
**Coeff. sicurezza ribaltamento Csv      7,63**  
**Muro verificato a ribaltamento Csv>1**

**Carico limite - Metodo di Vesic (1973)**

PROGETTO ESECUTIVO

Somma forze in direzione x	15124,01 kg
Somma forze in direzione y (Fy)	83709,63 kg
Somma momenti	-215956,5 kgm
Larghezza fondazione	490,0 cm
Lunghezza	2500,0 cm
Eccentricità su B	12,98 cm
Peso unità di volume	2260,0 Kg/m <sup>3</sup>
Angolo di resistenza al taglio	20,45 °
Coesione	0,23 Kg/cm <sup>2</sup>
Terreno sulla fondazione	70,0 cm
Peso terreno sul piano di posa	2260,0 Kg/m <sup>3</sup>
Nq	6,69
Nc	15,27
Ng	5,74
sq	1,07
sc	1,08
sg	0,93
iq	0,77
ic	0,72
ig	0,66
Carico limite verticale (Qlim)	253609,7 kg
<b>Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy)</b>	<b>3,03</b>
<b>Carico limite verificato Csq&gt;1</b>	

Tensioni sul terreno

Ascissa centro sollecitazione	257,98 cm
Larghezza della fondazione	490,0 cm
x = 0,0 cm Tensione...	1,44 Kg/cm <sup>2</sup>
x = 490,0 cm	Tensione... 1,98 Kg/cm <sup>2</sup>

MENSOLA A VALLE

Xprogr.	Ascissa progressiva (cm);
Fx	Forza in direzione x (kg);
Fy	Forza in direzione y (kg);
M	Momento (kgm);
H	Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
70,0	0,0	-8705,29	-3015,86	70,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U. )

Afi	Area dei ferri inferiori.
Afs	Area dei ferri superiori.
Nu	Sforzo normale ultimo (kg);
Mu	Momento flettente ultimo (kgm);
Vcd	Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kg);
Sic. VT	Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).
Vsdu	Taglio di calcolo (kg);

PROGETTO ESECUTIVO

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
6Ø20 (18,85)	6Ø20 (18,85)	5,48	47274,05	S	27268,18	0,0	3,13

MENSOLA A MONTE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);  
 Fx Forza in direzione x (kg);  
 Fy Forza in direzione y (kg);  
 M Momento (kgm);  
 H Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
120,0	3470,36	-2642,93	-3675,67	70,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi Area dei ferri inferiori.  
 Afs Area dei ferri superiori.  
 Nu Sforzo normale ultimo (kg);  
 Mu Momento flettente ultimo (kgm);  
 Vcd Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);  
 Vwd Resistenza a taglio piegati (kg);  
 Sic. VT Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).  
 Vsdu Taglio di calcolo (kg);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
6Ø20 (18,85)	6Ø20 (18,85)	3462,11	48357,0	S	27766,42	0,0	10,51

A2+M2+R2

CALCOLO SPINTE

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);  
 Qf Quota finale strato  
 Gamma Peso unità di volume (Kg/m³);  
 Eps Inclinazione dello strato. (°);  
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);  
 Delta Angolo attrito terra muro;  
 c Coesione (Kg/cm²);  
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);  
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
470,0	390,0	2260,0	15,0	16,61	14,0	0,18	0,0	
390,0	310,0	2260,0	15,0	16,61	14,0	0,18	0,0	
310,0	230,0	2260,0	15,0	16,61	14,0	0,18	0,0	
230,0	150,0	2260,0	15,0	16,61	14,0	0,18	0,0	
150,0	70,0	2260,0	15,0	16,61	14,0	0,18	0,0	

PROGETTO ESECUTIVO

**Coefficienti di spinta ed inclinazioni**

$\mu$  Angolo di direzione della spinta.  
 Ka Coefficiente di spinta attiva.  
 Kd Coefficiente di spinta dinamica.  
 Dk Coefficiente di incremento dinamico.  
 Kax, Kay Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.  
 Dkx, Dky Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

$\mu$	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
14,0	0,75	0,0	0,0	0,73	0,18	0,0	0,0
14,0	0,75	0,0	0,0	0,73	0,18	0,0	0,0
14,0	0,75	0,0	0,0	0,73	0,18	0,0	0,0
14,0	0,75	0,0	0,0	0,73	0,18	0,0	0,0
14,0	0,75	0,0	0,0	0,73	0,18	0,0	0,0

**Spinte risultanti e punto di applicazione**

Qi Quota inizio strato.  
 Qf Quota inizio strato.  
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);  
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	470,0	390,0	1513,0	377,23	430,0	430,0
2	390,0	310,0	1513,0	377,23	350,0	350,0
3	310,0	230,0	1734,73	432,52	267,1	267,1
4	230,0	150,0	2722,11	678,7	187,42	187,42
5	150,0	70,0	3774,23	941,02	108,14	108,14

**CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzia)**

Py Peso del muro (kg);  
 Px Forza inerziale (kg);  
 Xp, Yp Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	Px	Py	Xp	Yp
390,0	0,0	1019,6	95,0	430,0
310,0	0,0	2039,2	95,0	390,0
230,0	0,0	3058,8	95,0	350,0
150,0	0,0	4078,4	95,0	310,0
70,0	0,0	5098,0	95,0	270,0

**Sollecitazioni sul muro**

Quota Origine ordinata minima del muro (cm).  
 Fx Forza in direzione x (kg);  
 Fy Forza in direzione y (kg);  
 M Momento (kgm);  
 H Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
-------	----	----	---	---

PROGETTO ESECUTIVO

390,0	1513,0	1396,83	510,89	50,0
310,0	3026,01	2793,67	2232,19	50,0
230,0	4760,73	4245,79	5188,45	50,0
150,0	7482,85	5944,08	9846,07	50,0
70,0	11257,08	7904,71	17036,64	50,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U. )

Afv	Area dei ferri lato valle.
Afm	Area dei ferri lato monte.
Nu	Sforzo normale ultimo (kg);
Mu	Momento flettente ultimo (kgm);
Vcd	Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kg);
Sic. VT	Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).
Vsdu	Taglio di calcolo (kg);

Afv	Afm	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
4Ø20 (12,57)	4Ø20 (12,57)	1387,01	22265,21	S	19243,96	0,0	12,73
4Ø20 (12,57)	4Ø20 (12,57)	2797,22	22574,82	S	19440,91	0,0	6,43
4Ø20 (12,57)	4Ø20 (12,57)	4250,76	22893,24	S	19645,66	0,0	4,13
4Ø20 (12,57)	4Ø20 (12,57)	5948,47	23265,06	S	19885,12	0,0	2,66
4Ø20 (12,57)	4Ø20 (12,57)	7896,71	23690,56	S	20161,57	0,0	1,79

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1,yr1) = (490,0/0,0)  
 Piano di rottura passante per (xr2,yr2) = (490,0/569,1)  
 Centro di rotazione (xro,yro) = (0,0/0,0)

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
Gamma	Peso unità di volume (Kg/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (Kg/cm²);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
569,1	470,0	2260,0	15,0	16,61	16,61	0,18	0,0	
470,0	390,0	2260,0	15,0	16,61	16,61	0,18	0,0	
390,0	310,0	2260,0	15,0	16,61	16,61	0,18	0,0	
310,0	230,0	2260,0	15,0	16,61	16,61	0,18	0,0	
230,0	150,0	2260,0	15,0	16,61	16,61	0,18	0,0	
150,0	70,0	2260,0	15,0	16,61	16,61	0,18	0,0	
70,0	0,0	2260,0	15,0	16,61	14,0	0,18	0,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
---	-----------------------------------

PROGETTO ESECUTIVO

Ka Coefficiente di spinta attiva.  
 Kd Coefficiente di spinta dinamica.  
 Dk Coefficiente di incremento dinamico.  
 Kax, Kay Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.  
 Dkx, Dky Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

$\mu$	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
16,61	0,75	0,0	0,0	0,72	0,21	0,0	0,0
16,61	0,75	0,0	0,0	0,72	0,21	0,0	0,0
16,61	0,75	0,0	0,0	0,72	0,21	0,0	0,0
16,61	0,75	0,0	0,0	0,72	0,21	0,0	0,0
16,61	0,75	0,0	0,0	0,72	0,21	0,0	0,0
16,61	0,75	0,0	0,0	0,72	0,21	0,0	0,0
14,0	0,75	0,0	0,0	0,73	0,18	0,0	0,0

**Spinte risultanti e punto di applicazione**

Qi Quota inizio strato.  
 Qf Quota inizio strato.  
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);  
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	569,1	470,0	1856,32	553,76	519,55	519,55
2	470,0	390,0	1498,54	447,03	430,0	430,0
3	390,0	310,0	1912,49	570,52	346,49	346,49
4	310,0	230,0	2948,4	879,54	267,64	267,64
5	230,0	150,0	3990,46	1190,4	188,26	188,26
6	150,0	70,0	5032,53	1501,27	108,62	108,62
7	70,0	0,0	5251,03	1587,88	34,11	34,26

**SPINTE IN FONDAZIONE**

**Discretizzazione terreno**

Qi Quota iniziale strato (cm);  
 Qf Quota finale strato  
 Gamma Peso unità di volume (Kg/m<sup>3</sup>);  
 Eps Inclinazione dello strato. (°);  
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);  
 Delta Angolo attrito terra muro;  
 c Coesione (Kg/cm<sup>2</sup>);  
 $\beta$  Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);  
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	$\beta$	Note
70,0	0,0	2260,0	195,0	16,61	14,0	0,18	180,0	

**Coefficienti di spinta ed inclinazioni**

$\mu$  Angolo di direzione della spinta.  
 Kp Coefficiente di resistenza passiva.  
 Kpx, Kpy Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

PROGETTO ESECUTIVO

$\mu$	Kp	Kpx	Kpy
194,0	0,54	-0,52	-0,13

**Spinte risultanti e punto di applicazione**

Qi Quota inizio strato.  
 Qf Quota inizio strato.  
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);  
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	70,0	0,0	0,0	0,0	35,0	35,0

**Sollecitazioni totali**

Fx Forza in direzione x (kg);  
 Fy Forza in direzione y (kg);  
 M Momento (kgm);

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	22489,77	6730,41	12396,58
Peso muro	0,0	5098,0	-4843,1
Peso fondazione	0,0	8743,07	-21420,52
Sovraccarico	0,0	9620,0	-29341,0
Terr. fondazione	0,0	37590,58	-117207,2
Spinte fondazione	0,0	0,0	0,0
	<b>22489,77</b>	<b>67782,06</b>	<b>-160415,3</b>

Momento stabilizzante	-205790,9	kgm
Momento ribaltante	45375,57	kgm

**Verifica alla traslazione**

Sommatoria forze orizzontali	22489,77 kg
Sommatoria forze verticali	67782,06 kg
Coefficiente di attrito	0,3
Adesione	0,13 Kg/cm <sup>2</sup>
Angolo piano di scorrimento	-360,0 °
Forze normali al piano di scorrimento	67782,06 kg
Forze parall. al piano di scorrimento	22489,77 kg
Resistenza terreno	26531,42 kg
<b>Coeff. sicurezza traslazione Csd</b>	<b>1,18</b>

**Traslazione verificata Csd > 1**

**Verifica al ribaltamento**

Momento stabilizzante	-205790,9 kgm
Momento ribaltante	45375,57 kgm
<b>Coeff. sicurezza ribaltamento Csv</b>	<b>4,54</b>

**Muro verificato a ribaltamento Csv > 1**

PROGETTO ESECUTIVO

**Carico limite - Metodo di Vesic (1973)**

Somma forze in direzione x	22489,77 kg
Somma forze in direzione y (Fy)	67782,06 kg
Somma momenti	-160415,3 kgm
Larghezza fondazione	490,0 cm
Lunghezza	2500,0 cm
Eccentricità su B	8,34 cm
Peso unità di volume	2260,0 Kg/m <sup>3</sup>
Angolo di resistenza al taglio	16,61 °
Coesione	0,18 Kg/cm <sup>2</sup>
Terreno sulla fondazione	70,0 cm
Peso terreno sul piano di posa	2260,0 Kg/m <sup>3</sup>
Nq	4,6
Nc	12,06
Ng	3,34
sq	1,06
sc	1,07
sg	0,92
iq	0,62
ic	0,51
ig	0,47
Carico limite verticale (Qlim)	116518,6 kg
<b>Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy)</b>	<b>1,72</b>
<b>Carico limite verificato Csq&gt;1</b>	

**Tensioni sul terreno**

Ascissa centro sollecitazione	236,66 cm
Larghezza della fondazione	490,0 cm
x = 0,0 cm Tensione...	1,52 Kg/cm <sup>2</sup>
x = 490,0 cm	Tensione... 1,24 Kg/cm <sup>2</sup>

**MENSOLA A VALLE**

Xprogr.	Ascissa progressiva (cm);
Fx	Forza in direzione x (kg);
Fy	Forza in direzione y (kg);
M	Momento (kgm);
H	Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
70,0	0,0	-9280,99	-3269,41	70,0

**Armature - Verifiche sezioni (S.L.U. )**

Afi	Area dei ferri inferiori.
Afs	Area dei ferri superiori.
Nu	Sforzo normale ultimo (kg);
Mu	Momento flettente ultimo (kgm);
Vcd	Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kg);
Sic. VT	Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).

PROGETTO ESECUTIVO

Vsdu	Taglio di calcolo (kg);							
Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT	
6Ø20 (18,85)	6Ø20 (18,85)	5,48	47274,05	S	27268,18	0,0	2,94	

MENSOLA A MONTE

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
120,0	5251,03	10643,42	-37189,82	70,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
6Ø20 (18,85)	6Ø20 (18,85)	5250,19	48915,39	S	28022,08	0,0	2,63

EQU+M2 (Ribaltamento)

CALCOLO SPINTE

Discretizzazione terreno

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
470,0	390,0	2260,0	15,0	16,61	14,0	0,18	0,0	
390,0	310,0	2260,0	15,0	16,61	14,0	0,18	0,0	
310,0	230,0	2260,0	15,0	16,61	14,0	0,18	0,0	
230,0	150,0	2260,0	15,0	16,61	14,0	0,18	0,0	

PROGETTO ESECUTIVO

150,0      70,0      2260,0      15,0      16,61      14,0      0,18      0,0

**Coefficienti di spinta ed inclinazioni**

$\mu$       Angolo di direzione della spinta.  
 Ka      Coefficiente di spinta attiva.  
 Kd      Coefficiente di spinta dinamica.  
 Dk      Coefficiente di incremento dinamico.  
 Kax, Kay      Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.  
 Dkx, Dky      Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

$\mu$	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
14,0	0,75	0,0	0,0	0,73	0,18	0,0	0,0
14,0	0,75	0,0	0,0	0,73	0,18	0,0	0,0
14,0	0,75	0,0	0,0	0,73	0,18	0,0	0,0
14,0	0,75	0,0	0,0	0,73	0,18	0,0	0,0
14,0	0,75	0,0	0,0	0,73	0,18	0,0	0,0

**Spinte risultanti e punto di applicazione**

Qi      Quota inizio strato.  
 Qf      Quota inizio strato.  
 Rpx, Rpy      Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);  
 Z(Rpx)      Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 Z(Rpy)      Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	470,0	390,0	1745,77	435,27	430,0	430,0
2	390,0	310,0	1745,77	435,27	350,0	350,0
3	310,0	230,0	1989,67	490,55	267,22	267,44
4	230,0	150,0	3075,8	736,74	187,49	187,63
5	150,0	70,0	4233,13	999,06	108,18	108,25

**CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzia )**

Py      Peso del muro (kg);  
 Px      Forza inerziale (kg);  
 Xp, Yp      Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	Px	Py	Xp	Yp
390,0	0,0	917,64	95,0	430,0
310,0	0,0	1835,28	95,0	390,0
230,0	0,0	2752,92	95,0	350,0
150,0	0,0	3670,56	95,0	310,0
70,0	0,0	4588,2	95,0	270,0

**Sollecitazioni sul muro**

Quota      Origine ordinata minima del muro (cm).  
 Fx      Forza in direzione x (kg);  
 Fy      Forza in direzione y (kg);  
 M      Momento (kgm);  
 H      Altezza sezione di calcolo (cm);

PROGETTO ESECUTIVO

Quota	Fx	Fy	M	H
390,0	1745,77	1352,91	589,49	50,0
310,0	3491,55	2705,82	2575,6	50,0
230,0	5481,22	4114,01	5986,74	50,0
150,0	8557,01	5768,39	11340,69	50,0
70,0	12790,14	7685,09	19552,63	50,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U. )

Afv	Area dei ferri lato valle.
Afm	Area dei ferri lato monte.
Nu	Sforzo normale ultimo (kg);
Mu	Momento flettente ultimo (kgm);
Vcd	Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kg);
Sic. VT	Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).
Vsdu	Taglio di calcolo (kg);

Afv	Afm	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
4Ø20 (12,57)	4Ø20 (12,57)	1358,74	22258,99	S	19237,77	0,0	11,03
4Ø20 (12,57)	4Ø20 (12,57)	2709,57	22555,62	S	19428,53	0,0	5,57
4Ø20 (12,57)	4Ø20 (12,57)	4106,02	22861,54	S	19627,08	0,0	3,58
4Ø20 (12,57)	4Ø20 (12,57)	5776,68	23227,45	S	19860,35	0,0	2,32
4Ø20 (12,57)	4Ø20 (12,57)	7690,55	23645,63	S	20130,6	0,0	1,57

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1,yr1) = (490,0/0,0)  
 Piano di rottura passante per (xr2,yr2) = (490,0/569,1)  
 Centro di rotazione (xro,yro) = (0,0/0,0)

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
Gamma	Peso unità di volume (Kg/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (Kg/cm²);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
569,1	470,0	2260,0	15,0	16,61	16,61	0,18	0,0	
470,0	390,0	2260,0	15,0	16,61	16,61	0,18	0,0	
390,0	310,0	2260,0	15,0	16,61	16,61	0,18	0,0	
310,0	230,0	2260,0	15,0	16,61	16,61	0,18	0,0	
230,0	150,0	2260,0	15,0	16,61	16,61	0,18	0,0	
150,0	70,0	2260,0	15,0	16,61	16,61	0,18	0,0	
70,0	0,0	2260,0	15,0	16,61	14,0	0,18	0,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

PROGETTO ESECUTIVO

$\mu$	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

$\mu$	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
16,61	0,75	0,0	0,0	0,72	0,21	0,0	0,0
16,61	0,75	0,0	0,0	0,72	0,21	0,0	0,0
16,61	0,75	0,0	0,0	0,72	0,21	0,0	0,0
16,61	0,75	0,0	0,0	0,72	0,21	0,0	0,0
16,61	0,75	0,0	0,0	0,72	0,21	0,0	0,0
16,61	0,75	0,0	0,0	0,72	0,21	0,0	0,0
14,0	0,75	0,0	0,0	0,73	0,18	0,0	0,0

**Spinte risultanti e punto di applicazione**

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	569,1	470,0	2141,91	638,96	519,55	519,55
2	470,0	390,0	1729,09	515,81	430,0	430,0
3	390,0	310,0	2184,43	639,29	346,62	346,86
4	310,0	230,0	3323,93	948,32	267,7	267,81
5	230,0	150,0	4470,2	1259,18	188,29	188,35
6	150,0	70,0	5616,47	1570,04	108,64	108,68
7	70,0	0,0	5847,42	1638,66	34,12	34,29

**SPINTE IN FONDAZIONE**

**Discretizzazione terreno**

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
Gamma	Peso unità di volume (Kg/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (Kg/cm²);
$\beta$	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	$\beta$	Note
70,0	0,0	2260,0	195,0	16,61	14,0	0,18	180,0	

**Coefficienti di spinta ed inclinazioni**

$\mu$	Angolo di direzione della spinta.
Kp	Coefficiente di resistenza passiva.

PROGETTO ESECUTIVO

Kpx, Kpy Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

$\mu$	Kp	Kpx	Kpy
194,0	0,54	-0,52	-0,13

**Spinte risultanti e punto di applicazione**

Qi Quota inizio strato.  
 Qf Quota inizio strato.  
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);  
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	70,0	0,0	0,0	0,0	35,0	35,0

**Sollecitazioni totali**

Fx Forza in direzione x (kg);  
 Fy Forza in direzione y (kg);  
 M Momento (kgm);

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	25313,45	7210,25	16216,48
Peso muro	0,0	4588,2	-4358,79
Peso fondazione	0,0	7868,76	-19278,47
Sovraccarico	0,0	11100,0	-33855,0
Terr. fondazione	0,0	37590,58	-117207,2
Spinte fondazione	0,0	0,0	0,0
	<b>25313,45</b>	<b>68357,8</b>	<b>-158483,0</b>

Momento stabilizzante	-210029,8	kgm
Momento ribaltante	51546,72	kgm

**Verifica alla traslazione**

Sommatoria forze orizzontali	25313,45 kg
Sommatoria forze verticali	68357,8 kg
Coefficiente di attrito	0,3
Adesione	0,13 Kg/cm <sup>2</sup>
Angolo piano di scorrimento	-360,0 °
Forze normali al piano di scorrimento	68357,8 kg
Forze parall. al piano di scorrimento	25313,45 kg
Resistenza terreno	26703,17 kg
<b>Coeff. sicurezza traslazione Csd</b>	<b>1,05</b>
<b>Traslazione verificata Csd&gt;1</b>	

**Verifica al ribaltamento**

Momento stabilizzante	-210029,8 kgm
Momento ribaltante	51546,72 kgm
<b>Coeff. sicurezza ribaltamento Csv</b>	<b>4,07</b>
<b>Muro verificato a ribaltamento Csv&gt;1</b>	

PROGETTO ESECUTIVO

**Carico limite - Metodo di Vesic (1973)**

Somma forze in direzione x	25313,45 kg
Somma forze in direzione y (Fy)	68357,8 kg
Somma momenti	-158483,0 kgm
Larghezza fondazione	490,0 cm
Lunghezza	2500,0 cm
Eccentricità su B	13,16 cm
Peso unità di volume	2260,0 Kg/m <sup>3</sup>
Angolo di resistenza al taglio	16,61 °
Coesione	0,18 Kg/cm <sup>2</sup>
Terreno sulla fondazione	70,0 cm
Peso terreno sul piano di posa	2260,0 Kg/m <sup>3</sup>
Nq	4,6
Nc	12,06
Ng	3,34
sq	1,06
sc	1,07
sg	0,93
iq	0,57
ic	0,45
ig	0,42
Carico limite verticale (Qlim)	102098,0 kg
<b>Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy)</b>	<b>1,49</b>
<b>Carico limite verificato Csq&gt;1</b>	

**Tensioni sul terreno**

Ascissa centro sollecitazione	231,84 cm
Larghezza della fondazione	490,0 cm
x = 0,0 cm Tensione...	1,62 Kg/cm <sup>2</sup>
x = 490,0 cm	Tensione... 1,17 Kg/cm <sup>2</sup>

**MENSOLA A VALLE**

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
70,0	0,0	-9989,89	-3518,69	70,0

**Armature - Verifiche sezioni (S.L.U. )**

Afi	Area dei ferri inferiori.
Afs	Area dei ferri superiori.
Nu	Sforzo normale ultimo (kg);
Mu	Momento flettente ultimo (kgm);
Vcd	Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);

PROGETTO ESECUTIVO

Vwd Resistenza a taglio piegati (kg);  
 Sic. VT Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).  
 Vsdu Taglio di calcolo (kg);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
6Ø20 (18,85)	6Ø20 (18,85)	5,48	47274,05	S	27268,18	0,0	2,73

MENSOLA A MONTE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);  
 Fx Forza in direzione x (kg);  
 Fy Forza in direzione y (kg);  
 M Momento (kgm);  
 H Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
120,0	5847,42	12267,07	-42507,96	70,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi Area dei ferri inferiori.  
 Afs Area dei ferri superiori.  
 Nu Sforzo normale ultimo (kg);  
 Mu Momento flettente ultimo (kgm);  
 Vcd Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);  
 Vwd Resistenza a taglio piegati (kg);  
 Sic. VT Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).  
 Vsdu Taglio di calcolo (kg);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
6Ø20 (18,85)	6Ø20 (18,85)	5847,67	49101,93	S	28107,7	0,0	2,29

SLO

Coefficiente sismico orizzontale Kh 0,0069  
 Coefficiente sismico verticale Kv 0,0034

CALCOLO SPINTE

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);  
 Qf Quota finale strato  
 Gamma Peso unità di volume (Kg/m³);  
 Eps Inclinazione dello strato. (°);  
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);  
 Delta Angolo attrito terra muro;  
 c Coesione (Kg/cm²);  
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);  
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
----	----	-------	-----	----	-------	---	---	------

PROGETTO ESECUTIVO

470,0	390,0	2260,0	15,0	16,61	14,0	0,18	0,0
390,0	310,0	2260,0	15,0	16,61	14,0	0,18	0,0
310,0	230,0	2260,0	15,0	16,61	14,0	0,18	0,0
230,0	150,0	2260,0	15,0	16,61	14,0	0,18	0,0
150,0	70,0	2260,0	15,0	16,61	14,0	0,18	0,0

**Coefficienti di spinta ed inclinazioni**

$\mu$  Angolo di direzione della spinta.  
 Ka Coefficiente di spinta attiva.  
 Kd Coefficiente di spinta dinamica.  
 Dk Coefficiente di incremento dinamico.  
 Kax, Kay Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.  
 Dkx, Dky Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

$\mu$	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
14,0	0,75	0,78	0,03	0,73	0,18	0,03	0,01
14,0	0,75	0,78	0,03	0,73	0,18	0,03	0,01
14,0	0,75	0,78	0,03	0,73	0,18	0,03	0,01
14,0	0,75	0,78	0,03	0,73	0,18	0,03	0,01
14,0	0,75	0,78	0,03	0,73	0,18	0,03	0,01

**Spinte risultanti e punto di applicazione**

Qi Quota inizio strato.  
 Qf Quota inizio strato.  
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);  
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	470,0	390,0	262,39	58,04	428,96	430,0
2	390,0	310,0	303,45	58,04	349,1	350,0
3	310,0	230,0	588,41	113,32	260,13	258,93
4	230,0	150,0	1715,6	359,5	185,34	185,14
5	150,0	70,0	2913,99	621,82	107,26	107,19

**CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzia)**

Py Peso del muro (kg);  
 Px Forza inerziale (kg);  
 Xp, Yp Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	Px	Py	Xp	Yp
390,0	6,33	917,64	95,0	430,0
310,0	12,66	1835,28	95,0	390,0
230,0	19,0	2752,92	95,0	350,0
150,0	25,33	3670,56	95,0	310,0
70,0	31,66	4588,2	95,0	270,0

**Sollecitazioni sul muro**

Quota Origine ordinata minima del muro (cm).  
 Fx Forza in direzione x (kg);

PROGETTO ESECUTIVO

Fy Forza in direzione y (kg);  
 M Momento (kgm);  
 H Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
390,0	268,72	975,68	90,24	50,0
310,0	578,5	1951,35	411,88	50,0
230,0	1173,24	2982,31	1026,17	50,0
150,0	2895,17	4259,45	2483,77	50,0
70,0	5815,49	5798,92	5732,68	50,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U. )

Afv Area dei ferri lato valle.  
 Afrm Area dei ferri lato monte.  
 Nu Sforzo normale ultimo (kg);  
 Mu Momento flettente ultimo (kgm);  
 Vcd Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);  
 Vwd Resistenza a taglio piegati (kg);  
 Sic. VT Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).  
 Vsdu Taglio di calcolo (kg);

Afv	Afrm	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
4Ø20 (12,57)	4Ø20 (12,57)	976,53	22174,87	S	19184,58	0,0	71,43
4Ø20 (12,57)	4Ø20 (12,57)	1951,4	22389,43	S	19322,15	0,0	33,42
4Ø20 (12,57)	4Ø20 (12,57)	2972,36	22613,19	S	19467,51	0,0	16,6
4Ø20 (12,57)	4Ø20 (12,57)	4250,76	22893,24	S	19647,59	0,0	6,79
4Ø20 (12,57)	4Ø20 (12,57)	5805,33	23233,72	S	19864,65	0,0	3,42

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1,yr1) = (490,0/0,0)  
 Piano di rottura passante per (xr2,yr2) = (490,0/569,1)  
 Centro di rotazione (xro,yro) = (0,0/0,0)

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);  
 Qf Quota finale strato  
 Gamma Peso unità di volume (Kg/m³);  
 Eps Inclinazione dello strato. (°);  
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);  
 Delta Angolo attrito terra muro;  
 c Coesione (Kg/cm²);  
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);  
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
569,1	470,0	2260,0	15,0	16,61	16,61	0,18	0,0	
470,0	390,0	2260,0	15,0	16,61	16,61	0,18	0,0	
390,0	310,0	2260,0	15,0	16,61	16,61	0,18	0,0	
310,0	230,0	2260,0	15,0	16,61	16,61	0,18	0,0	
230,0	150,0	2260,0	15,0	16,61	16,61	0,18	0,0	

PROGETTO ESECUTIVO

150,0	70,0	2260,0	15,0	16,61	16,61	0,18	0,0
70,0	0,0	2260,0	15,0	16,61	14,0	0,18	0,0

**Coefficienti di spinta ed inclinazioni**

$\mu$	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

$\mu$	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
16,61	0,75	0,78	0,03	0,72	0,21	0,03	0,01
16,61	0,75	0,78	0,03	0,72	0,21	0,03	0,01
16,61	0,75	0,78	0,03	0,72	0,21	0,03	0,01
16,61	0,75	0,78	0,03	0,72	0,21	0,03	0,01
16,61	0,75	0,78	0,03	0,72	0,21	0,03	0,01
16,61	0,75	0,78	0,03	0,72	0,21	0,03	0,01
14,0	0,75	0,78	0,03	0,73	0,18	0,03	0,01

**Spinte risultanti e punto di applicazione**

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	569,1	470,0	329,56	85,19	517,93	519,55
2	470,0	390,0	313,32	68,77	429,1	430,0
3	390,0	310,0	810,89	192,26	340,54	339,58
4	310,0	230,0	1992,62	501,28	266,02	265,87
5	230,0	150,0	3181,12	812,15	187,51	187,45
6	150,0	70,0	4369,62	1123,01	108,19	108,15
7	70,0	0,0	4777,74	1308,58	33,88	34,1

**SPINTE IN FONDAZIONE**

**Discretizzazione terreno**

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
Gamma	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> );
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (Kg/cm <sup>2</sup> );
$\beta$	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	$\beta$	Note
70,0	0,0	2260,0	195,0	16,61	14,0	0,18	180,0	

PROGETTO ESECUTIVO

**Coefficienti di spinta ed inclinazioni**

$\mu$  Angolo di direzione della spinta.  
 $K_p$  Coefficiente di resistenza passiva.  
 $K_{px}, K_{py}$  Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

$\mu$	$K_p$	$K_{px}$	$K_{py}$
194,0	0,54	-0,52	-0,13

**Spinte risultanti e punto di applicazione**

$Q_i$  Quota inizio strato.  
 $Q_f$  Quota inizio strato.  
 $R_{px}, R_{py}$  Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);  
 $Z(R_{px})$  Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 $Z(R_{py})$  Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	$Q_i$	$Q_f$	$R_{px}$	$R_{py}$	$z(R_{px})$	$z(R_{py})$
1	70,0	0,0	0,0	0,0	35,0	35,0

**Sollecitazioni totali**

$F_x$  Forza in direzione x (kg);  
 $F_y$  Forza in direzione y (kg);  
 $M$  Momento (kgm);

	$F_x$	$F_y$	$M$
Spinta terreno	15774,87	4091,24	3377,42
Peso muro	31,66	4588,2	-4273,31
Peso fondazione	54,29	7868,76	-19259,47
Sovraccarico	10,21	1480,0	-4452,33
Terr. fondazione	259,38	37590,58	-116440,2
Spinte fondazione	0,0	0,0	0,0
	<b>16130,41</b>	<b>55618,79</b>	<b>-141047,9</b>

Momento stabilizzante -165405,6 kgm  
 Momento ribaltante 24357,71 kgm

**Verifica alla traslazione**

Sommatoria forze orizzontali	16130,41 kg
Sommatoria forze verticali	55618,79 kg
Coefficiente di attrito	0,3
Adesione	0,13 Kg/cm <sup>2</sup>
Angolo piano di scorrimento	-360,0 °
Forze normali al piano di scorrimento	55618,79 kg
Forze parall. al piano di scorrimento	16130,41 kg
Resistenza terreno	22902,97 kg
<b>Coeff. sicurezza traslazione Csd</b>	<b>1,42</b>
<b>Traslazione verificata Csd&gt;1</b>	

**Verifica al ribaltamento**

PROGETTO ESECUTIVO

Momento stabilizzante	-165405,6 kgm
Momento ribaltante	24357,71 kgm
<b>Coeff. sicurezza ribaltamento C<sub>sv</sub></b>	<b>6,79</b>
<b>Muro verificato a ribaltamento C<sub>sv</sub>&gt;1</b>	

**Carico limite - Metodo di Vesic (1973)**

Somma forze in direzione x	16130,41 kg
Somma forze in direzione y (F <sub>y</sub> )	55618,79 kg
Somma momenti	-141047,9 kgm
Larghezza fondazione	490,0 cm
Lunghezza	2500,0 cm
Eccentricità su B	8,6 cm
Peso unità di volume	2260,0 Kg/m <sup>3</sup>
Angolo di resistenza al taglio	16,61 °
Coesione	0,18 Kg/cm <sup>2</sup>
Terreno sulla fondazione	70,0 cm
Peso terreno sul piano di posa	2260,0 Kg/m <sup>3</sup>
N <sub>q</sub>	4,6
N <sub>c</sub>	12,06
N <sub>g</sub>	3,34
s <sub>q</sub>	1,06
s <sub>c</sub>	1,07
s <sub>g</sub>	0,92
i <sub>q</sub>	0,68
i <sub>c</sub>	0,59
i <sub>g</sub>	0,55
Carico limite verticale (Q <sub>lim</sub> )	133613,4 kg
<b>Fattore sicurezza (C<sub>sq</sub>=Q<sub>lim</sub>/F<sub>y</sub>)</b>	<b>2,4</b>
<b>Carico limite verificato C<sub>sq</sub>&gt;1</b>	

**Tensioni sul terreno**

Ascissa centro sollecitazione	253,6 cm
Larghezza della fondazione	490,0 cm
x = 0,0 cm Tensione...	1,02 Kg/cm <sup>2</sup>
x = 490,0 cm	Tensione... 1,25 Kg/cm <sup>2</sup>

**MENSOLA A VALLE**

X <sub>progr.</sub>	Ascissa progressiva (cm);
F <sub>x</sub>	Forza in direzione x (kg);
F <sub>y</sub>	Forza in direzione y (kg);
M	Momento (kgm);
H	Altezza sezione (cm);

X <sub>progr.</sub>	F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	M	H
70,0	0,0	-6104,89	-2122,25	70,0

**Armature - Verifiche sezioni (S.L.U. )**

A <sub>fi</sub>	Area dei ferri inferiori.
-----------------	---------------------------

PROGETTO ESECUTIVO

Afs	Area dei ferri superiori.
Nu	Sforzo normale ultimo (kg);
Mu	Momento flettente ultimo (kgm);
Vcd	Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kg);
Sic. VT	Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).
Vsdu	Taglio di calcolo (kg);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
6Ø20 (18,85)	6Ø20 (18,85)	5,48	47274,05	S	27268,18	0,0	4,47

MENSOLA A MONTE

Xprogr.	Ascissa progressiva (cm);
Fx	Forza in direzione x (kg);
Fy	Forza in direzione y (kg);
M	Momento (kgm);
H	Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
120,0	4777,74	6027,06	-19260,46	70,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi	Area dei ferri inferiori.
Afs	Area dei ferri superiori.
Nu	Sforzo normale ultimo (kg);
Mu	Momento flettente ultimo (kgm);
Vcd	Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kg);
Sic. VT	Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).
Vsdu	Taglio di calcolo (kg);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
6Ø20 (18,85)	6Ø20 (18,85)	4777,43	48767,79	S	27954,13	0,0	4,64

SLD

Coefficiente sismico orizzontale Kh	0,0085
Coefficiente sismico verticale Kv	0,0043

CALCOLO SPINTE

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
Gamma	Peso unità di volume (Kg/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (Kg/cm²);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);

PROGETTO ESECUTIVO

Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
470,0	390,0	2260,0	15,0	16,61	14,0	0,18	0,0	
390,0	310,0	2260,0	15,0	16,61	14,0	0,18	0,0	
310,0	230,0	2260,0	15,0	16,61	14,0	0,18	0,0	
230,0	150,0	2260,0	15,0	16,61	14,0	0,18	0,0	
150,0	70,0	2260,0	15,0	16,61	14,0	0,18	0,0	

**Coefficienti di spinta ed inclinazioni**

μ Angolo di direzione della spinta.  
 Ka Coefficiente di spinta attiva.  
 Kd Coefficiente di spinta dinamica.  
 Dk Coefficiente di incremento dinamico.  
 Kax, Kay Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.  
 Dkx, Dky Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
14,0	0,75	0,78	0,04	0,73	0,18	0,04	0,01
14,0	0,75	0,78	0,04	0,73	0,18	0,04	0,01
14,0	0,75	0,78	0,04	0,73	0,18	0,04	0,01
14,0	0,75	0,78	0,04	0,73	0,18	0,04	0,01
14,0	0,75	0,78	0,04	0,73	0,18	0,04	0,01

**Spinte risultanti e punto di applicazione**

Qi Quota inizio strato.  
 Qf Quota inizio strato.  
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);  
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	470,0	390,0	270,12	58,04	428,72	430,0
2	390,0	310,0	321,91	58,04	348,93	350,0
3	310,0	230,0	617,59	113,32	260,48	258,93
4	230,0	150,0	1755,51	359,5	185,41	185,14
5	150,0	70,0	2964,63	621,82	107,28	107,19

**CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzia )**

Py Peso del muro (kg);  
 Px Forza inerziale (kg);  
 Xp, Yp Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	Px	Py	Xp	Yp
390,0	7,8	917,64	95,0	430,0
310,0	15,6	1835,28	95,0	390,0
230,0	23,4	2752,92	95,0	350,0
150,0	31,2	3670,56	95,0	310,0
70,0	39,0	4588,2	95,0	270,0

PROGETTO ESECUTIVO

Sollecitazioni sul muro

Quota	Origine ordinata minima del muro (cm).
Fx	Forza in direzione x (kg);
Fy	Forza in direzione y (kg);
M	Momento (kgm);
H	Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
390,0	277,92	975,68	93,21	50,0
310,0	607,63	1951,35	429,47	50,0
230,0	1233,02	2982,31	1078,61	50,0
150,0	2996,33	4259,45	2599,87	50,0
70,0	5968,76	5798,92	5949,84	50,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U. )

Afv	Area dei ferri lato valle.
Afm	Area dei ferri lato monte.
Nu	Sforzo normale ultimo (kg);
Mu	Momento flettente ultimo (kgm);
Vcd	Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kg);
Sic. VT	Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).
Vsdu	Taglio di calcolo (kg);

Afv	Afm	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
4Ø20 (12,57)	4Ø20 (12,57)	976,53	22174,87	S	19184,58	0,0	69,06
4Ø20 (12,57)	4Ø20 (12,57)	1951,4	22389,43	S	19322,15	0,0	31,82
4Ø20 (12,57)	4Ø20 (12,57)	2972,36	22613,19	S	19467,51	0,0	15,8
4Ø20 (12,57)	4Ø20 (12,57)	4250,76	22893,24	S	19647,59	0,0	6,56
4Ø20 (12,57)	4Ø20 (12,57)	5805,33	23233,72	S	19864,65	0,0	3,33

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1,yr1) = (490,0/0,0)  
 Piano di rottura passante per (xr2,yr2) = (490,0/569,1)  
 Centro di rotazione (xro,yro) = (0,0/0,0)

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
Gamma	Peso unità di volume (Kg/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (Kg/cm²);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
569,1	470,0	2260,0	15,0	16,61	16,61	0,18	0,0	

PROGETTO ESECUTIVO

470,0	390,0	2260,0	15,0	16,61	16,61	0,18	0,0
390,0	310,0	2260,0	15,0	16,61	16,61	0,18	0,0
310,0	230,0	2260,0	15,0	16,61	16,61	0,18	0,0
230,0	150,0	2260,0	15,0	16,61	16,61	0,18	0,0
150,0	70,0	2260,0	15,0	16,61	16,61	0,18	0,0
70,0	0,0	2260,0	15,0	16,61	14,0	0,18	0,0

**Coefficienti di spinta ed inclinazioni**

$\mu$	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

$\mu$	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
16,61	0,75	0,79	0,04	0,72	0,21	0,04	0,01
16,61	0,75	0,79	0,04	0,72	0,21	0,04	0,01
16,61	0,75	0,79	0,04	0,72	0,21	0,04	0,01
16,61	0,75	0,79	0,04	0,72	0,21	0,04	0,01
16,61	0,75	0,79	0,04	0,72	0,21	0,04	0,01
16,61	0,75	0,79	0,04	0,72	0,21	0,04	0,01
14,0	0,75	0,78	0,04	0,73	0,18	0,04	0,01

**Spinte risultanti e punto di applicazione**

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota fine strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	569,1	470,0	341,06	85,19	517,57	519,55
2	470,0	390,0	334,96	68,77	428,94	430,0
3	390,0	310,0	843,57	192,26	340,82	339,58
4	310,0	230,0	2036,35	501,28	266,07	265,87
5	230,0	150,0	3235,89	812,15	187,53	187,45
6	150,0	70,0	4435,43	1123,01	108,2	108,15
7	70,0	0,0	4844,2	1308,58	33,89	34,1

**SPINTE IN FONDAZIONE**

**Discretizzazione terreno**

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
Gamma	Peso unità di volume (Kg/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (Kg/cm²);
$\beta$	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

PROGETTO ESECUTIVO

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	$\beta$	Note
70,0	0,0	2260,0	195,0	16,61	14,0	0,18	180,0	

**Coefficienti di spinta ed inclinazioni**

$\mu$  Angolo di direzione della spinta.  
 $K_p$  Coefficiente di resistenza passiva.  
 $K_{px}, K_{py}$  Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

$\mu$	$K_p$	$K_{px}$	$K_{py}$
194,0	0,54	-0,52	-0,13

**Spinte risultanti e punto di applicazione**

$Q_i$  Quota inizio strato.  
 $Q_f$  Quota inizio strato.  
 $R_{px}, R_{py}$  Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);  
 $Z(R_{px})$  Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 $Z(R_{py})$  Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	$Q_i$	$Q_f$	$R_{px}$	$R_{py}$	$z(R_{px})$	$z(R_{py})$
1	70,0	0,0	0,0	0,0	35,0	35,0

**Sollecitazioni totali**

$F_x$  Forza in direzione x (kg);  
 $F_y$  Forza in direzione y (kg);  
 $M$  Momento (kgm);

	$F_x$	$F_y$	$M$
Spinta terreno	16071,46	4091,24	3956,82
Peso muro	39,0	4588,2	-4253,49
Peso fondazione	66,88	7868,76	-19255,06
Sovraccarico	12,58	1480,0	-4438,02
Terr. fondazione	319,52	37590,58	-116262,3
Spinte fondazione	0,0	0,0	0,0
	<b>16509,44</b>	<b>55618,79</b>	<b>-140252,1</b>

Momento stabilizzante -165405,6 kgm  
 Momento ribaltante 25153,5 kgm

**Verifica alla traslazione**

Sommatoria forze orizzontali	16509,44 kg
Sommatoria forze verticali	55618,79 kg
Coefficiente di attrito	0,3
Adesione	0,13 Kg/cm <sup>2</sup>
Angolo piano di scorrimento	-360,0 °
Forze normali al piano di scorrimento	55618,79 kg
Forze parall. al piano di scorrimento	16509,44 kg
Resistenza terreno	22902,97 kg
<b>Coeff. sicurezza traslazione Csd</b>	<b>1,39</b>

### Traslazione verificata Csd>1

#### Verifica al ribaltamento

Momento stabilizzante	-165405,6 kgm
Momento ribaltante	25153,5 kgm
<b>Coeff. sicurezza ribaltamento C<sub>sv</sub></b>	<b>6,58</b>

**Muro verificato a ribaltamento C<sub>sv</sub>>1**

#### Carico limite - Metodo di Vesic (1973)

Somma forze in direzione x	16509,44 kg
Somma forze in direzione y (F <sub>y</sub> )	55618,79 kg
Somma momenti	-140252,1 kgm
Larghezza fondazione	490,0 cm
Lunghezza	2500,0 cm
Eccentricità su B	7,17 cm
Peso unità di volume	2260,0 Kg/m <sup>3</sup>
Angolo di resistenza al taglio	16,61 °
Coesione	0,18 Kg/cm <sup>2</sup>
Terreno sulla fondazione	70,0 cm
Peso terreno sul piano di posa	2260,0 Kg/m <sup>3</sup>
N <sub>q</sub>	4,6
N <sub>c</sub>	12,06
N <sub>g</sub>	3,34
s <sub>q</sub>	1,06
s <sub>c</sub>	1,07
s <sub>g</sub>	0,92
i <sub>q</sub>	0,67
i <sub>c</sub>	0,58
i <sub>g</sub>	0,54
Carico limite verticale (Q <sub>lim</sub> )	132976,8 kg
<b>Fattore sicurezza (C<sub>sq</sub>=Q<sub>lim</sub>/F<sub>y</sub>)</b>	<b>2,39</b>

**Carico limite verificato C<sub>sq</sub>>1**

#### Tensioni sul terreno

Ascissa centro sollecitazione	252,17 cm
Larghezza della fondazione	490,0 cm
x = 0,0 cm Tensione...	1,04 Kg/cm <sup>2</sup>
x = 490,0 cm	Tensione... 1,23 Kg/cm <sup>2</sup>

#### MENSOLA A VALLE

X<sub>progr.</sub> Ascissa progressiva (cm);  
 F<sub>x</sub> Forza in direzione x (kg);  
 F<sub>y</sub> Forza in direzione y (kg);  
 M Momento (kgm);  
 H Altezza sezione (cm);

X <sub>progr.</sub>	F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	M	H
70,0	0,0	-6223,89	-2163,67	70,0

PROGETTO ESECUTIVO

**Armature - Verifiche sezioni (S.L.U. )**

Afi	Area dei ferri inferiori.
Afs	Area dei ferri superiori.
Nu	Sforzo normale ultimo (kg);
Mu	Momento flettente ultimo (kgm);
Vcd	Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kg);
Sic. VT	Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).
Vsdu	Taglio di calcolo (kg);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
6Ø20 (18,85)	6Ø20 (18,85)	5,48	47274,05	S	27268,18	0,0	4,38

**MENSOLA A MONTE**

Xprogr.	Ascissa progressiva (cm);
Fx	Forza in direzione x (kg);
Fy	Forza in direzione y (kg);
M	Momento (kgm);
H	Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
120,0	4844,2	6206,06	-19943,9	70,0

**Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)**

Afi	Area dei ferri inferiori.
Afs	Area dei ferri superiori.
Nu	Sforzo normale ultimo (kg);
Mu	Momento flettente ultimo (kgm);
Vcd	Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kg);
Sic. VT	Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).
Vsdu	Taglio di calcolo (kg);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
6Ø20 (18,85)	6Ø20 (18,85)	4851,03	48790,77	S	27963,67	0,0	4,51

**SLV**

Coefficiente sismico orizzontale Kh	0,019
Coefficiente sismico verticale Kv	0,0095

**CALCOLO SPINTE**

**Discretizzazione terreno**

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
Gamma	Peso unità di volume (Kg/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);

PROGETTO ESECUTIVO

Fi Angolo di resistenza a taglio (°);  
 Delta Angolo attrito terra muro;  
 c Coesione (Kg/cm²);  
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);  
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
470,0	390,0	2260,0	15,0	16,61	14,0	0,18	0,0	
390,0	310,0	2260,0	15,0	16,61	14,0	0,18	0,0	
310,0	230,0	2260,0	15,0	16,61	14,0	0,18	0,0	
230,0	150,0	2260,0	15,0	16,61	14,0	0,18	0,0	
150,0	70,0	2260,0	15,0	16,61	14,0	0,18	0,0	

**Coefficienti di spinta ed inclinazioni**

μ Angolo di direzione della spinta.  
 Ka Coefficiente di spinta attiva.  
 Kd Coefficiente di spinta dinamica.  
 Dk Coefficiente di incremento dinamico.  
 Kax, Kay Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.  
 Dkx, Dky Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
14,0	0,75	0,84	0,1	0,73	0,18	0,1	0,02
14,0	0,75	0,84	0,1	0,73	0,18	0,1	0,02
14,0	0,75	0,84	0,1	0,73	0,18	0,1	0,02
14,0	0,75	0,84	0,1	0,73	0,18	0,1	0,02
14,0	0,75	0,84	0,1	0,73	0,18	0,1	0,02

**Spinte risultanti e punto di applicazione**

Qi Quota inizio strato.  
 Qf Quota inizio strato.  
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);  
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	470,0	390,0	332,69	58,04	427,22	430,0
2	390,0	310,0	471,23	58,04	348,04	350,0
3	310,0	230,0	853,66	113,32	262,44	258,93
4	230,0	150,0	2078,32	359,5	185,84	185,14
5	150,0	70,0	3374,19	621,82	107,44	107,19

**CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzia )**

Py Peso del muro (kg);  
 Px Forza inerziale (kg);  
 Xp, Yp Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	Px	Py	Xp	Yp
390,0	17,44	917,64	95,0	430,0
310,0	34,87	1835,28	95,0	390,0

PROGETTO ESECUTIVO

230,0	52,31	2752,92	95,0	350,0
150,0	69,74	3670,56	95,0	310,0
70,0	87,18	4588,2	95,0	270,0

Sollecitazioni sul muro

Quota	Origine ordinata minima del muro (cm).
Fx	Forza in direzione x (kg);
Fy	Forza in direzione y (kg);
M	Momento (kgm);
H	Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
390,0	350,12	975,68	116,3	50,0
310,0	838,79	1951,35	568,12	50,0
230,0	1709,88	2982,31	1494,69	50,0
150,0	3805,64	4259,45	3524,63	50,0
70,0	7197,26	5798,92	7683,94	50,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U. )

Afv	Area dei ferri lato valle.
Afm	Area dei ferri lato monte.
Nu	Sforzo normale ultimo (kg);
Mu	Momento flettente ultimo (kgm);
Vcd	Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kg);
Sic. VT	Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).
Vsdu	Taglio di calcolo (kg);

Afv	Afm	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
4Ø20 (12,57)	4Ø20 (12,57)	976,53	22174,87	S	19184,58	0,0	54,82
4Ø20 (12,57)	4Ø20 (12,57)	1951,4	22389,43	S	19322,15	0,0	23,05
4Ø20 (12,57)	4Ø20 (12,57)	2972,36	22613,19	S	19467,51	0,0	11,39
4Ø20 (12,57)	4Ø20 (12,57)	4250,76	22893,24	S	19647,59	0,0	5,17
4Ø20 (12,57)	4Ø20 (12,57)	5805,33	23233,72	S	19864,65	0,0	2,76

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1,yr1) = (490,0/0,0)  
 Piano di rottura passante per (xr2,yr2) = (490,0/569,1)  
 Centro di rotazione (xro,yro) = (0,0/0,0)

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
Gamma	Peso unità di volume (Kg/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (Kg/cm²);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

PROGETTO ESECUTIVO

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	$\beta$	Note
569,1	470,0	2260,0	15,0	16,61	16,61	0,18	0,0	
470,0	390,0	2260,0	15,0	16,61	16,61	0,18	0,0	
390,0	310,0	2260,0	15,0	16,61	16,61	0,18	0,0	
310,0	230,0	2260,0	15,0	16,61	16,61	0,18	0,0	
230,0	150,0	2260,0	15,0	16,61	16,61	0,18	0,0	
150,0	70,0	2260,0	15,0	16,61	16,61	0,18	0,0	
70,0	0,0	2260,0	15,0	16,61	14,0	0,18	0,0	

**Coefficienti di spinta ed inclinazioni**

$\mu$  Angolo di direzione della spinta.  
 Ka Coefficiente di spinta attiva.  
 Kd Coefficiente di spinta dinamica.  
 Dk Coefficiente di incremento dinamico.  
 Kax, Kay Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.  
 Dkx, Dky Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

$\mu$	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
16,61	0,75	0,85	0,1	0,72	0,21	0,1	0,03
16,61	0,75	0,85	0,1	0,72	0,21	0,1	0,03
16,61	0,75	0,85	0,1	0,72	0,21	0,1	0,03
16,61	0,75	0,85	0,1	0,72	0,21	0,1	0,03
16,61	0,75	0,85	0,1	0,72	0,21	0,1	0,03
16,61	0,75	0,85	0,1	0,72	0,21	0,1	0,03
14,0	0,75	0,84	0,1	0,73	0,18	0,1	0,02

**Spinte risultanti e punto di applicazione**

Qi Quota inizio strato.  
 Qf Quota inizio strato.  
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);  
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	569,1	470,0	434,35	85,19	515,38	519,55
2	470,0	390,0	510,56	68,77	428,13	430,0
3	390,0	310,0	1108,76	192,26	342,48	339,58
4	310,0	230,0	2391,13	501,28	266,41	265,87
5	230,0	150,0	3680,26	812,15	187,66	187,45
6	150,0	70,0	4969,39	1123,01	108,27	108,15
7	70,0	0,0	5383,27	1308,58	33,92	34,1

**SPINTE IN FONDAZIONE**

**Discretizzazione terreno**

Qi Quota iniziale strato (cm);  
 Qf Quota finale strato  
 Gamma Peso unità di volume (Kg/m<sup>3</sup>);  
 Eps Inclinazione dello strato. (°);  
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);  
 Delta Angolo attrito terra muro;

PROGETTO ESECUTIVO

c Coesione (Kg/cm<sup>2</sup>);  
 $\beta$  Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);  
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	$\beta$	Note
70,0	0,0	2260,0	195,0	16,61	14,0	0,18	180,0	

**Coefficienti di spinta ed inclinazioni**

$\mu$  Angolo di direzione della spinta.  
 Kp Coefficiente di resistenza passiva.  
 Kpx, Kpy Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

$\mu$	Kp	Kpx	Kpy
194,0	0,53	-0,52	-0,13

**Spinte risultanti e punto di applicazione**

Qi Quota inizio strato.  
 Qf Quota inizio strato.  
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);  
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	70,0	0,0	0,0	0,0	35,0	35,0

**Sollecitazioni totali**

Fx Forza in direzione x (kg);  
 Fy Forza in direzione y (kg);  
 M Momento (kgm);

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	18477,71	4091,24	8657,89
Peso muro	87,18	4588,2	-4123,42
Peso fondazione	149,51	7868,76	-19226,14
Sovraccarico	28,12	1480,0	-4344,17
Terr. fondazione	714,22	37590,58	-115095,1
Spinte fondazione	0,0	0,0	0,0
	<b>19456,74</b>	<b>55618,79</b>	<b>-134130,9</b>

Momento stabilizzante -165405,6 kgm  
 Momento ribaltante 31274,68 kgm

**Verifica alla traslazione**

Sommatoria forze orizzontali 19456,74 kg  
 Sommatoria forze verticali 55618,79 kg  
 Coefficiente di attrito 0,3  
 Adesione 0,13 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Angolo piano di scorrimento -360,0 °

PROGETTO ESECUTIVO

---

Forze normali al piano di scorrimento	55618,79 kg
Forze parall. al piano di scorrimento	19456,74 kg
Resistenza terreno	22902,97 kg
<b>Coeff. sicurezza traslazione Csd</b>	<b>1,18</b>
<b>Traslazione verificata Csd&gt;1</b>	

**Verifica al ribaltamento**

---

Momento stabilizzante	-165405,6 kgm
Momento ribaltante	31274,68 kgm
<b>Coeff. sicurezza ribaltamento Csv</b>	<b>5,29</b>
<b>Muro verificato a ribaltamento Csv&gt;1</b>	

**Carico limite - Metodo di Vesic (1973)**

---

Somma forze in direzione x	19456,74 kg
Somma forze in direzione y (Fy)	55618,79 kg
Somma momenti	-134130,9 kgm
Larghezza fondazione	490,0 cm
Lunghezza	2500,0 cm
Eccentricità su B	3,84 cm
Peso unità di volume	2260,0 Kg/m <sup>3</sup>
Angolo di resistenza al taglio	16,61 °
Coesione	0,18 Kg/cm <sup>2</sup>
Terreno sulla fondazione	70,0 cm
Peso terreno sul piano di posa	2260,0 Kg/m <sup>3</sup>
Nq	4,6
Nc	12,06
Ng	3,34
sq	1,06
sc	1,07
sg	0,92
iq	0,62
ic	0,52
ig	0,48
Carico limite verticale (Qlim)	121240,2 kg
<b>Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy)</b>	<b>2,18</b>
<b>Carico limite verificato Csq&gt;1</b>	

**Tensioni sul terreno**

---

Ascissa centro sollecitazione	241,16 cm
Larghezza della fondazione	490,0 cm
x = 0,0 cm Tensione...	1,19 Kg/cm <sup>2</sup>
x = 490,0 cm	Tensione... 1,08 Kg/cm <sup>2</sup>

**MENSOLA A VALLE**

Xprogr.	Ascissa progressiva (cm);
Fx	Forza in direzione x (kg);
Fy	Forza in direzione y (kg);
M	Momento (kgm);
H	Altezza sezione (cm);

PROGETTO ESECUTIVO

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
70,0	0,0	-7141,89	-2507,93	70,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U. )

Afi	Area dei ferri inferiori.
Afs	Area dei ferri superiori.
Nu	Sforzo normale ultimo (kg);
Mu	Momento flettente ultimo (kgm);
Vcd	Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kg);
Sic. VT	Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).
Vsdu	Taglio di calcolo (kg);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
6Ø20 (18,85)	6Ø20 (18,85)	5,48	47274,05	S	27268,18	0,0	3,82

MENSOLA A MONTE

Xprogr.	Ascissa progressiva (cm);
Fx	Forza in direzione x (kg);
Fy	Forza in direzione y (kg);
M	Momento (kgm);
H	Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
120,0	5383,27	7594,06	-25144,96	70,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi	Area dei ferri inferiori.
Afs	Area dei ferri superiori.
Nu	Sforzo normale ultimo (kg);
Mu	Momento flettente ultimo (kgm);
Vcd	Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kg);
Sic. VT	Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).
Vsdu	Taglio di calcolo (kg);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
6Ø20 (18,85)	6Ø20 (18,85)	5376,1	48954,7	S	28041,06	0,0	3,69

SLC

Coefficiente sismico orizzontale Kh	0,0231
Coefficiente sismico verticale Kv	0,0116

CALCOLO SPINTE

Discretizzazione terreno

PROGETTO ESECUTIVO

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
Gamma	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> );
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (Kg/cm <sup>2</sup> );
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
470,0	390,0	2260,0	15,0	16,61	14,0	0,18	0,0	
390,0	310,0	2260,0	15,0	16,61	14,0	0,18	0,0	
310,0	230,0	2260,0	15,0	16,61	14,0	0,18	0,0	
230,0	150,0	2260,0	15,0	16,61	14,0	0,18	0,0	
150,0	70,0	2260,0	15,0	16,61	14,0	0,18	0,0	

**Coefficienti di spinta ed inclinazioni**

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
14,0	0,75	0,87	0,13	0,73	0,18	0,13	0,03
14,0	0,75	0,87	0,13	0,73	0,18	0,13	0,03
14,0	0,75	0,87	0,13	0,73	0,18	0,13	0,03
14,0	0,75	0,87	0,13	0,73	0,18	0,13	0,03
14,0	0,75	0,87	0,13	0,73	0,18	0,13	0,03

**Spinte risultanti e punto di applicazione**

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	470,0	390,0	368,88	58,04	426,59	430,0
2	390,0	310,0	557,6	58,04	347,74	350,0
3	310,0	230,0	990,21	113,32	263,14	258,93
4	230,0	150,0	2265,05	359,5	186,04	185,14
5	150,0	70,0	3611,1	621,82	107,52	107,19

**CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzia )**

Py	Peso del muro (kg);
Px	Forza inerziale (kg);
Xp, Yp	Coordinate baricentro dei pesi (cm);

PROGETTO ESECUTIVO

Quota	Px	Py	Xp	Yp
390,0	21,2	917,64	95,0	430,0
310,0	42,39	1835,28	95,0	390,0
230,0	63,59	2752,92	95,0	350,0
150,0	84,79	3670,56	95,0	310,0
70,0	105,99	4588,2	95,0	270,0

Sollecitazioni sul muro

Quota	Origine ordinata minima del muro (cm).
Fx	Forza in direzione x (kg);
Fy	Forza in direzione y (kg);
M	Momento (kgm);
H	Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
390,0	390,08	975,68	128,94	50,0
310,0	968,87	1951,35	645,43	50,0
230,0	1980,28	2982,31	1728,85	50,0
150,0	4266,53	4259,45	4047,96	50,0
70,0	7898,83	5798,92	8668,92	50,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U. )

Afv	Area dei ferri lato valle.
Afm	Area dei ferri lato monte.
Nu	Sforzo normale ultimo (kg);
Mu	Momento flettente ultimo (kgm);
Vcd	Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kg);
Sic. VT	Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).
Vsdu	Taglio di calcolo (kg);

Afv	Afm	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
4Ø20 (12,57)	4Ø20 (12,57)	976,53	22174,87	S	19184,58	0,0	49,21
4Ø20 (12,57)	4Ø20 (12,57)	1951,4	22389,43	S	19322,15	0,0	19,95
4Ø20 (12,57)	4Ø20 (12,57)	2972,36	22613,19	S	19467,51	0,0	9,84
4Ø20 (12,57)	4Ø20 (12,57)	4250,76	22893,24	S	19647,59	0,0	4,61
4Ø20 (12,57)	4Ø20 (12,57)	5805,33	23233,72	S	19864,65	0,0	2,52

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1,yr1) = (490,0/0,0)  
 Piano di rottura passante per (xr2,yr2) = (490,0/569,1)  
 Centro di rotazione (xro,yro) = (0,0/0,0)

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
Gamma	Peso unità di volume (Kg/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);

PROGETTO ESECUTIVO

Delta Angolo attrito terra muro;  
 c Coesione (Kg/cm<sup>2</sup>);  
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);  
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
569,1	470,0	2260,0	15,0	16,61	16,61	0,18	0,0	
470,0	390,0	2260,0	15,0	16,61	16,61	0,18	0,0	
390,0	310,0	2260,0	15,0	16,61	16,61	0,18	0,0	
310,0	230,0	2260,0	15,0	16,61	16,61	0,18	0,0	
230,0	150,0	2260,0	15,0	16,61	16,61	0,18	0,0	
150,0	70,0	2260,0	15,0	16,61	16,61	0,18	0,0	
70,0	0,0	2260,0	15,0	16,61	14,0	0,18	0,0	

**Coefficienti di spinta ed inclinazioni**

μ Angolo di direzione della spinta.  
 Ka Coefficiente di spinta attiva.  
 Kd Coefficiente di spinta dinamica.  
 Dk Coefficiente di incremento dinamico.  
 Kax, Kay Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.  
 Dkx, Dky Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
16,61	0,75	0,88	0,14	0,72	0,21	0,13	0,04
16,61	0,75	0,88	0,14	0,72	0,21	0,13	0,04
16,61	0,75	0,88	0,14	0,72	0,21	0,13	0,04
16,61	0,75	0,88	0,14	0,72	0,21	0,13	0,04
16,61	0,75	0,88	0,14	0,72	0,21	0,13	0,04
16,61	0,75	0,88	0,14	0,72	0,21	0,13	0,04
14,0	0,75	0,87	0,13	0,73	0,18	0,13	0,03

**Spinte risultanti e punto di applicazione**

Qi Quota inizio strato.  
 Qf Quota inizio strato.  
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);  
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	569,1	470,0	488,52	85,19	514,49	519,55
2	470,0	390,0	612,51	68,77	427,88	430,0
3	390,0	310,0	1262,73	192,26	343,12	339,58
4	310,0	230,0	2597,12	501,28	266,56	265,87
5	230,0	150,0	3938,27	812,15	187,73	187,45
6	150,0	70,0	5279,42	1123,01	108,31	108,15
7	70,0	0,0	5696,15	1308,58	33,94	34,1

**SPINTE IN FONDAZIONE**

**Discretizzazione terreno**

Qi Quota iniziale strato (cm);  
 Qf Quota finale strato

PROGETTO ESECUTIVO

Gamma	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> );
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (Kg/cm <sup>2</sup> );
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
70,0	0,0	2260,0	195,0	16,61	14,0	0,18	180,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Kp	Coefficiente di resistenza passiva.
Kpx, Kpy	Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

μ	Kp	Kpx	Kpy
194,0	0,53	-0,51	-0,13

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	70,0	0,0	0,0	0,0	35,0	35,0

Sollecitazioni totali

Fx	Forza in direzione x (kg);
Fy	Forza in direzione y (kg);
M	Momento (kgm);

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	19874,71	4091,24	11387,36
Peso muro	105,99	4588,2	-4072,62
Peso fondazione	181,77	7868,76	-19214,85
Sovraccarico	34,19	1480,0	-4307,52
Terr. fondazione	868,34	37590,58	-114639,3
Spinte fondazione	0,0	0,0	0,0
	<b>21064,99</b>	<b>55618,79</b>	<b>-130846,9</b>

Momento stabilizzante	-165405,6	kgm
Momento ribaltante	34558,66	kgm

Verifica alla traslazione

Sommatoria forze orizzontali	21064,99 kg
------------------------------	-------------

PROGETTO ESECUTIVO

Sommatoria forze verticali	55618,79 kg
Coefficiente di attrito	0,3
Adesione	0,13 Kg/cm <sup>2</sup>
Angolo piano di scorrimento	-360,0 °
Forze normali al piano di scorrimento	55618,79 kg
Forze parall. al piano di scorrimento	21064,99 kg
Resistenza terreno	22902,97 kg
<b>Coeff. sicurezza traslazione Csd</b>	<b>1,09</b>
<b>Traslazione verificata Csd&gt;1</b>	

**Verifica al ribaltamento**

Momento stabilizzante	-165405,6 kgm
Momento ribaltante	34558,66 kgm
<b>Coeff. sicurezza ribaltamento Csv</b>	<b>4,79</b>
<b>Muro verificato a ribaltamento Csv&gt;1</b>	

**Carico limite - Metodo di Vesic (1973)**

Somma forze in direzione x	21064,99 kg
Somma forze in direzione y (Fy)	55618,79 kg
Somma momenti	-130846,9 kgm
Larghezza fondazione	490,0 cm
Lunghezza	2500,0 cm
Eccentricità su B	9,74 cm
Peso unità di volume	2260,0 Kg/m <sup>3</sup>
Angolo di resistenza al taglio	16,61 °
Coesione	0,18 Kg/cm <sup>2</sup>
Terreno sulla fondazione	70,0 cm
Peso terreno sul piano di posa	2260,0 Kg/m <sup>3</sup>
Nq	4,6
Nc	12,06
Ng	3,34
sq	1,06
sc	1,07
sg	0,92
iq	0,59
ic	0,48
ig	0,44
Carico limite verticale (Qlim)	108879,7 kg
<b>Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy)</b>	<b>1,96</b>
<b>Carico limite verificato Csq&gt;1</b>	

**Tensioni sul terreno**

Ascissa centro sollecitazione	235,26 cm
Larghezza della fondazione	490,0 cm
x = 0,0 cm Tensione...	1,27 Kg/cm <sup>2</sup>
x = 490,0 cm	Tensione... 1,0 Kg/cm <sup>2</sup>

**MENSOLA A VALLE**

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);

PROGETTO ESECUTIVO

Fx Forza in direzione x (kg);  
 Fy Forza in direzione y (kg);  
 M Momento (kgm);  
 H Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
70,0	0,0	-7633,89	-2689,38	70,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi Area dei ferri inferiori.  
 Afs Area dei ferri superiori.  
 Nu Sforzo normale ultimo (kg);  
 Mu Momento flettente ultimo (kgm);  
 Vcd Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);  
 Vwd Resistenza a taglio piegati (kg);  
 Sic. VT Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).  
 Vsdu Taglio di calcolo (kg);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
6Ø20 (18,85)	6Ø20 (18,85)	5,48	47274,05	S	27268,18	0,0	3,57

MENSOLA A MONTE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);  
 Fx Forza in direzione x (kg);  
 Fy Forza in direzione y (kg);  
 M Momento (kgm);  
 H Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
120,0	5696,15	8336,06	-27930,6	70,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi Area dei ferri inferiori.  
 Afs Area dei ferri superiori.  
 Nu Sforzo normale ultimo (kg);  
 Mu Momento flettente ultimo (kgm);  
 Vcd Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);  
 Vwd Resistenza a taglio piegati (kg);  
 Sic. VT Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).  
 Vsdu Taglio di calcolo (kg);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
6Ø20 (18,85)	6Ø20 (18,85)	5690,58	49052,89	S	28085,98	0,0	3,37

Analisi di stabilità dei pendii con BISHOP

Normativa NTC 2008  
 Numero di strati 4,0

PROGETTO ESECUTIVO

Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

**Maglia dei Centri**

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	0,43 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	10,38 m
Ascissa vertice destro superiore xs	10,77 m
Ordinata vertice destro superiore ys	20,73 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

**Vertici profilo**

N	X m	y m
1	-10,0	5,6
2	5,0	5,6
3	5,6	5,6
4	6,1	8,6
5	6,1	8,6
6	12,2	10,01
7	26,2	10,01

**Vertici strato .....1**

N	X m	y m
1	-10,0	4,0
2	6,1	4,0
3	26,2	4,0

**Vertici strato .....2**

N	X m	y m
1	-10,0	0,0
2	6,1	0,0
3	26,2	0,0

**Vertici strato .....3**

N	X m	y m
1	-10,0	-10,0
2	6,1	-10,0
3	26,2	-10,0

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

PROGETTO ESECUTIVO

**Stratigrafia**

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm <sup>2</sup> )	cu (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	G (kN/m <sup>3</sup> )	Gs (kN/m <sup>3</sup> )	K (Kg/cm <sup>3</sup> )	Litologia
1	0,05		23	19,41747	19,41747	4,00	TRV1: argille marnose sommitali alte
2	0,19		21,17	19,22134	19,22134	0,00	TRV1
3	0,24		19,26	19,41747	19,41747	0,00	TRV2a
4	0,21		22,75	18,92714	18,92714	0,00	TRV2b

**Carichi distribuiti**

N°	xi m	yi m	xf m	yf m	Carico esterno (kg/cm <sup>2</sup> )
1	12,2	10,0083	19,2	10,0083	0,195

**Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]**

Fs minimo individuato	1,46
Ascissa centro superficie	6,69 m
Ordinata centro superficie	13,39 m
Raggio superficie	9,25 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio ;  
 Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla  
 superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

**Analisi dei conci. Superficie...xc = 6,691 yc = 13,389 Rc = 9,252 Fs=1,4641**

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)	Kh•Wi (kN)	Kv•Wi (kN)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)
1	1,41	-28,8	1,6	13,29	0,0	0,0	0,18	16,6	0,0	27,9	23,1
2	1,41	-19,2	1,49	32,74	0,0	0,0	0,18	16,6	0,0	43,3	24,7
3	1,84	-8,8	1,87	59,43	0,0	0,0	0,18	16,6	0,0	65,3	33,0
4	0,97	0,0	0,97	121,97	0,0	0,0	0,18	16,6	0,0	122,0	33,5
5	1,41	7,4	1,42	184,69	0,0	0,0	0,18	16,6	0,0	179,9	49,2
6	1,41	16,3	1,46	187,42	0,0	0,0	0,18	16,6	0,0	180,7	49,9
7	0,72	23,2	0,78	94,44	0,0	0,0	0,18	16,6	0,0	91,7	25,8
8	2,09	33,5	2,51	259,31	0,0	0,0	0,18	16,6	0,0	260,4	76,3
9	1,41	47,7	2,09	153,84	0,0	0,0	0,18	16,6	0,0	168,6	54,7
10	1,41	64,3	3,25	88,87	0,0	0,0	0,18	16,6	0,0	93,5	53,7

## 4.7.2 Muro Tipo "B"

Le spinte sono state valutate ipotizzando un piano di rottura passante per l'estradosso della mensola di fondazione lato monte, tale piano è stato discretizzato in *n-tratti*.

### Convenzione segni

**Forze verticali** positive se dirette dall'alto verso il basso;  
**Forze orizzontali** positive se dirette da monte verso valle;  
**Coppie** positive se antiorarie;  
**Angoli** positivi se antiorari.

### Dati generali

Lat./Long. [WGS84] 37,452022/13,973174  
 Normativa NTC 2008  
 Spinta Mononobe e Okabe [M.O. 1929]

### Coefficienti sismici [N.T.C.]

#### Dati generali

Tipo opera: 2 - Opere ordinarie  
 Classe d'uso: Classe II  
 Vita nominale: 50,0 [anni]  
 Vita di riferimento: 50,0 [anni]

#### Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: C  
 Categoria topografica: T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,25	2,48	0,21
S.L.D.	50,0	0,31	2,5	0,26
S.L.V.	475,0	0,69	2,6	0,43
S.L.C.	975,0	0,84	2,67	0,49

### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Opere di sostegno

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,375	0,18	0,0069	0,0034
S.L.D.	0,465	0,18	0,0085	0,0043
S.L.V.	1,035	0,18	0,019	0,0095
S.L.C.	1,26	0,18	0,0231	0,0116

### Dati generali muro

Altezza muro 500,0 cm  
 Spessore testa muro 50,0 cm  
 Risega muro lato valle 0,0 cm  
 Risega muro lato monte 0,0 cm

PROGETTO ESECUTIVO

Sporgenza mensola a valle	70,0 cm
Sporgenza mensola a monte	370,0 cm
Svaso mensola a valle	0,0 cm
Svaso mensola a monte	0,0 cm
Altezza estremità mensola a valle	70,0 cm
Altezza estremità mensola a monte	70,0 cm

Caratteristiche di resistenza dei materiali impiegati

Classe conglomerato Rck 350

Fattore parziale di sicurezza calcestruzzo	1,6
Resistenza a compressione di calcolo fcd	154,33 Kg/cm <sup>2</sup>
Resistenza a trazione di calcolo fctd	12,4 Kg/cm <sup>2</sup>

Acciaio Tipo B450C

Modulo elastico	2141404 Kg/cm <sup>2</sup>
Fattore parziale di sicurezza acciaio	1,15
f <sub>yk</sub> (Tensione caratteristica snervamento)	4486,751 Kg/cm <sup>2</sup>
f <sub>yd</sub> (Resistenza ultima di calcolo)	3901,52 Kg/cm <sup>2</sup>
Deformazione ultima di calcolo	0,07

Copriferro, Elevazione	3,0 cm
Copriferro, Fondazione	3,0 cm
Copriferro, Dente di fondazione	3,0 cm

Stratigrafia

DH	Passo minimo	
Eps	Inclinazione dello strato.	
Gamma		Peso unità di volume
Fi	Angolo di resistenza a taglio	
c	Coesione	
Delta	Angolo di attrito terra muro	
P.F.	Presenza di falda (Si/No)	

N°	DH (cm)	Eps (°)	Gamma (Kg/m <sup>3</sup> )	Fi (°)	c (Kg/cm <sup>2</sup> )	Delta (°)	P. F.	Litologia	Descrizione
1	1890	0	2260,00	20	0,23	14	No		DT depositi eluvio-colluviali
2	680	0	2040,00	24	0,37	16	No		ENNA argille plioceniche

Carichi distribuiti

Descrizione	Ascissa iniziale (cm)	Ascissa finale (cm)	Valore iniziale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Valore finale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Profondità (cm)
q	1200,0	2300,0	0,2	0,2	0,0

FATTORI DI COMBINAZIONE

A1+M1+R1

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,30
2	Spinta terreno	1,00
3	Peso terreno mensola	1,30
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	1,00

PROGETTO ESECUTIVO

6	Spinta sismica in y	1,00
7	q	1,50

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1
2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1

A2+M2+R2

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,00
2	Spinta terreno	1,00
3	Peso terreno mensola	1,00
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	0,00
7	q	1,30

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1,25
2	Coesione efficace	1,25
3	Resistenza non drenata	1,4
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1
2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1

EQU+M2 (Ribaltamento)

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	0,90
2	Spinta terreno	1,10
3	Peso terreno mensola	1,00
4	Spinta falda	1,50
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	0,00
7	q	1,50

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1,25
2	Coesione efficace	1,25
3	Resistenza non drenata	1,4
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1
2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1

SLO

PROGETTO ESECUTIVO

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	0,90
2	Spinta terreno	1,10
3	Peso terreno mensola	1,00
4	Spinta falda	1,50
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	0,00
7	q	0,20

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1,25
2	Coesione efficace	1,25
3	Resistenza non drenata	1,4
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1
2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1

SLD

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	0,90
2	Spinta terreno	1,10
3	Peso terreno mensola	1,00
4	Spinta falda	1,50
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	0,00
7	q	0,20

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1,25
2	Coesione efficace	1,25
3	Resistenza non drenata	1,4
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1
2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1

SLV

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	0,90
2	Spinta terreno	1,10
3	Peso terreno mensola	1,00
4	Spinta falda	1,50
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	0,00
7	q	0,20

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1,25
2	Coesione efficace	1,25
3	Resistenza non drenata	1,4
4	Peso unità volume	1

PROGETTO ESECUTIVO

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1
2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1

SLC

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	0,90
2	Spinta terreno	1,10
3	Peso terreno mensola	1,00
4	Spinta falda	1,50
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	0,00
7	q	0,20

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1,25
2	Coesione efficace	1,25
3	Resistenza non drenata	1,4
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1
2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1

A1+M1+R1

CALCOLO SPINTE

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
Gamma	Peso unità di volume (Kg/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (Kg/cm²);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
570,0	470,0	2260,0	13,0	20,45	14,0	0,23	0,0	
470,0	370,0	2260,0	13,0	20,45	14,0	0,23	0,0	
370,0	270,0	2260,0	13,0	20,45	14,0	0,23	0,0	
270,0	170,0	2260,0	13,0	20,45	14,0	0,23	0,0	
170,0	70,0	2260,0	13,0	20,45	14,0	0,23	0,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.

PROGETTO ESECUTIVO

Kax, Kay Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.  
 Dkx, Dky Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

$\mu$	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
14,0	0,55	0,0	0,0	0,54	0,13	0,0	0,0
14,0	0,55	0,0	0,0	0,54	0,13	0,0	0,0
14,0	0,55	0,0	0,0	0,54	0,13	0,0	0,0
14,0	0,55	0,0	0,0	0,54	0,13	0,0	0,0
14,0	0,55	0,0	0,0	0,54	0,13	0,0	0,0

**Spinte risultanti e punto di applicazione**

Qi Quota inizio strato.  
 Qf Quota inizio strato.  
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);  
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	570,0	470,0	1611,22	401,72	520,0	520,0
2	470,0	370,0	1611,22	401,72	420,0	420,0
3	370,0	270,0	1653,58	412,28	318,94	318,94
4	270,0	170,0	2538,79	632,99	216,02	216,02
5	170,0	70,0	3752,58	935,62	117,3	117,3

**CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzia )**

Py Peso del muro (kg);  
 Px Forza inerziale (kg);  
 Xp, Yp Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	Px	Py	Xp	Yp
470,0	0,0	1656,85	95,0	520,0
370,0	0,0	3313,7	95,0	470,0
270,0	0,0	4970,55	95,0	420,0
170,0	0,0	6627,4	95,0	370,0
70,0	0,0	8284,25	95,0	320,0

**Sollecitazioni sul muro**

Quota Origine ordinata minima del muro (cm).  
 Fx Forza in direzione x (kg);  
 Fy Forza in direzione y (kg);  
 M Momento (kgm);  
 H Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
470,0	1611,22	2058,57	705,18	50,0
370,0	3222,44	4117,14	3021,58	50,0
270,0	4876,02	6186,28	6950,29	50,0
170,0	7414,81	8476,12	12836,3	50,0
70,0	11167,39	11068,59	21792,35	50,0

PROGETTO ESECUTIVO

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U. )

Afv	Area dei ferri lato valle.
Afm	Area dei ferri lato monte.
Nu	Sforzo normale ultimo (kg);
Mu	Momento flettente ultimo (kgm);
Vcd	Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kg);
Sic. VT	Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).
Vsdu	Taglio di calcolo (kg);

Afv	Afm	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
6Ø20 (18,85)	6Ø20 (18,85)	2062,07	33169,52	S	20116,58	0,0	12,49
6Ø20 (18,85)	6Ø20 (18,85)	4121,2	33614,98	S	20406,84	0,0	6,34
6Ø20 (18,85)	6Ø20 (18,85)	6190,34	34062,14	S	20698,58	0,0	4,25
6Ø20 (18,85)	6Ø20 (18,85)	8479,18	34556,63	S	21021,45	0,0	2,84
6Ø20 (18,85)	6Ø20 (18,85)	11078,49	35115,56	S	21386,99	0,0	1,92

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1,yr1) = (490,0/0,0)  
 Piano di rottura passante per (xr2,yr2) = (490,0/655,4)  
 Centro di rotazione (xro,yro) = (0,0/0,0)

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
Gamma	Peso unità di volume (Kg/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (Kg/cm²);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
655,4	570,0	2260,0	13,0	20,45	20,45	0,23	0,0	
570,0	470,0	2260,0	13,0	20,45	20,45	0,23	0,0	
470,0	370,0	2260,0	13,0	20,45	20,45	0,23	0,0	
370,0	270,0	2260,0	13,0	20,45	20,45	0,23	0,0	
270,0	170,0	2260,0	13,0	20,45	20,45	0,23	0,0	
170,0	70,0	2260,0	13,0	20,45	20,45	0,23	0,0	
70,0	0,0	2260,0	13,0	20,45	14,0	0,23	0,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

PROGETTO ESECUTIVO

$\mu$	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
20,45	0,55	0,0	0,0	0,52	0,19	0,0	0,0
20,45	0,55	0,0	0,0	0,52	0,19	0,0	0,0
20,45	0,55	0,0	0,0	0,52	0,19	0,0	0,0
20,45	0,55	0,0	0,0	0,52	0,19	0,0	0,0
20,45	0,55	0,0	0,0	0,52	0,19	0,0	0,0
20,45	0,55	0,0	0,0	0,52	0,19	0,0	0,0
14,0	0,55	0,0	0,0	0,54	0,13	0,0	0,0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota inizio strato.  
 Qf Quota inizio strato.  
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);  
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	655,4	570,0	1320,86	492,54	612,7	612,7
2	570,0	470,0	1546,68	576,74	520,0	520,0
3	470,0	370,0	1553,73	579,37	419,79	419,79
4	370,0	270,0	2257,49	841,8	315,7	315,7
5	270,0	170,0	3422,65	1276,28	217,16	217,16
6	170,0	70,0	4587,82	1710,75	117,88	117,88
7	70,0	0,0	3875,36	1556,2	34,1	34,44

SPINTE IN FONDAZIONE

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);  
 Qf Quota finale strato  
 Gamma Peso unità di volume (Kg/m³);  
 Eps Inclinazione dello strato. (°);  
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);  
 Delta Angolo attrito terra muro;  
 c Coesione (Kg/cm²);  
 $\beta$  Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);  
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	$\beta$	Note
70,0	0,0	2260,0	193,0	20,45	14,0	0,23	180,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

$\mu$  Angolo di direzione della spinta.  
 Kp Coefficiente di resistenza passiva.  
 Kpx, Kpy Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

$\mu$	Kp	Kpx	Kpy
194,0	0,62	-0,6	-0,15

Spinte risultanti e punto di applicazione

PROGETTO ESECUTIVO

Qi Quota inizio strato.  
 Qf Quota inizio strato.  
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);  
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	70,0	0,0	0,0	0,0	35,0	35,0

**Sollecitazioni totali**

Fx Forza in direzione x (kg);  
 Fy Forza in direzione y (kg);  
 M Momento (kgm);

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	18564,58	7033,67	9482,63
Peso muro	0,0	8284,25	-7870,04
Peso fondazione	0,0	11365,99	-27846,68
Sovraccarico	0,0	11100,0	-33855,0
Terr. fondazione	0,0	58983,29	-182766,8
Spinte fondazione	0,0	0,0	0,0
	<b>18564,58</b>	<b>96767,2</b>	<b>-242855,9</b>

Momento stabilizzante -286803,5 kgm  
 Momento ribaltante 43947,61 kgm

**Verifica alla traslazione**

Sommatoria forze orizzontali 18564,58 kg  
 Sommatoria forze verticali 96767,2 kg  
 Coefficiente di attrito 0,37  
 Adesione 0,16 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Angolo piano di scorrimento -360,0 °  
 Forze normali al piano di scorrimento 96767,2 kg  
 Forze parall. al piano di scorrimento 18564,58 kg  
 Resistenza terreno 43972,56 kg  
**Coeff. sicurezza traslazione Csd 2,37**

**Traslazione verificata Csd>1**

**Verifica al ribaltamento**

Momento stabilizzante -286803,5 kgm  
 Momento ribaltante 43947,61 kgm  
**Coeff. sicurezza ribaltamento Csv 6,53**

**Muro verificato a ribaltamento Csv>1**

**Carico limite - Metodo di Vesic (1973)**

Somma forze in direzione x 18564,58 kg  
 Somma forze in direzione y (Fy) 96767,2 kg  
 Somma momenti -242855,9 kgm  
 Larghezza fondazione 490,0 cm

PROGETTO ESECUTIVO

Lunghezza	2500,0 cm
Eccentricità su B	5,97 cm
Peso unità di volume	2260,0 Kg/m <sup>3</sup>
Angolo di resistenza al taglio	20,45 °
Coesione	0,23 Kg/cm <sup>2</sup>
Terreno sulla fondazione	70,0 cm
Peso terreno sul piano di posa	2260,0 Kg/m <sup>3</sup>
Nq	6,69
Nc	15,27
Ng	5,74
sq	1,07
sc	1,08
sg	0,92
iq	0,75
ic	0,7
ig	0,64
Carico limite verticale (Qlim)	255243,6 kg
<b>Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy)</b>	<b>2,64</b>
<b>Carico limite verificato Csq&gt;1</b>	

Tensioni sul terreno

Ascissa centro sollecitazione	250,97 cm
Larghezza della fondazione	490,0 cm
x = 0,0 cm Tensione...	1,83 Kg/cm <sup>2</sup>
x = 490,0 cm	Tensione... 2,12 Kg/cm <sup>2</sup>

MENSOLA A VALLE

Xprogr.	Ascissa progressiva (cm);
Fx	Forza in direzione x (kg);
Fy	Forza in direzione y (kg);
M	Momento (kgm);
H	Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
70,0	0,0	-11334,29	-3954,04	70,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U. )

Afi	Area dei ferri inferiori.
Afs	Area dei ferri superiori.
Nu	Sforzo normale ultimo (kg);
Mu	Momento flettente ultimo (kgm);
Vcd	Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kg);
Sic. VT	Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).
Vsdu	Taglio di calcolo (kg);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
7Ø20 (21,99)	7Ø20 (21,99)	-7,83	55062,97	S	27657,83	0,0	2,44

PROGETTO ESECUTIVO

MENSOLA A MONTE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);  
 Fx Forza in direzione x (kg);  
 Fy Forza in direzione y (kg);  
 M Momento (kgm);  
 H Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
120,0	3875,36	-2289,09	-8563,71	70,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi Area dei ferri inferiori.  
 Afs Area dei ferri superiori.  
 Nu Sforzo normale ultimo (kg);  
 Mu Momento flettente ultimo (kgm);  
 Vcd Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);  
 Vwd Resistenza a taglio piegati (kg);  
 Sic. VT Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).  
 Vsdu Taglio di calcolo (kg);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
7Ø20 (21,99)	7Ø20 (21,99)	3885,21	56277,56	S	28214,23	0,0	12,33

A2+M2+R2

CALCOLO SPINTE

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);  
 Qf Quota finale strato  
 Gamma Peso unità di volume (Kg/m³);  
 Eps Inclinazione dello strato. (°);  
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);  
 Delta Angolo attrito terra muro;  
 c Coesione (Kg/cm²);  
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);  
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
570,0	470,0	2260,0	13,0	16,61	14,0	0,18	0,0	
470,0	370,0	2260,0	13,0	16,61	14,0	0,18	0,0	
370,0	270,0	2260,0	13,0	16,61	14,0	0,18	0,0	
270,0	170,0	2260,0	13,0	16,61	14,0	0,18	0,0	
170,0	70,0	2260,0	13,0	16,61	14,0	0,18	0,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta.  
 Ka Coefficiente di spinta attiva.

PROGETTO ESECUTIVO

Kd Coefficiente di spinta dinamica.  
 Dk Coefficiente di incremento dinamico.  
 Kax, Kay Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.  
 Dkx, Dky Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

$\mu$	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
14,0	0,67	0,0	0,0	0,65	0,16	0,0	0,0
14,0	0,67	0,0	0,0	0,65	0,16	0,0	0,0
14,0	0,67	0,0	0,0	0,65	0,16	0,0	0,0
14,0	0,67	0,0	0,0	0,65	0,16	0,0	0,0
14,0	0,67	0,0	0,0	0,65	0,16	0,0	0,0

**Spinte risultanti e punto di applicazione**

Qi Quota inizio strato.  
 Qf Quota inizio strato.  
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);  
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	570,0	470,0	1702,65	424,52	520,0	520,0
2	470,0	370,0	1702,89	424,58	419,99	419,99
3	370,0	270,0	2469,2	615,64	315,01	315,01
4	270,0	170,0	3949,2	984,64	216,88	216,88
5	170,0	70,0	5429,19	1353,65	117,73	117,73

**CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzia )**

Py Peso del muro (kg);  
 Px Forza inerziale (kg);  
 Xp, Yp Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	Px	Py	Xp	Yp
470,0	0,0	1274,5	95,0	520,0
370,0	0,0	2549,0	95,0	470,0
270,0	0,0	3823,5	95,0	420,0
170,0	0,0	5098,0	95,0	370,0
70,0	0,0	6372,5	95,0	320,0

**Sollecitazioni sul muro**

Quota Origine ordinata minima del muro (cm).  
 Fx Forza in direzione x (kg);  
 Fy Forza in direzione y (kg);  
 M Momento (kgm);  
 H Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
470,0	1702,65	1699,02	745,19	50,0
370,0	3405,53	3398,1	3193,02	50,0
270,0	5874,74	5288,24	7555,91	50,0
170,0	9823,93	7547,38	15035,75	50,0

PROGETTO ESECUTIVO

70,0 15253,12 10175,53 27112,53 50,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U. )

Afv Area dei ferri lato valle.  
 Afrm Area dei ferri lato monte.  
 Nu Sforzo normale ultimo (kg);  
 Mu Momento flettente ultimo (kgm);  
 Vcd Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);  
 Vwd Resistenza a taglio piegati (kg);  
 Sic. VT Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).  
 Vsdu Taglio di calcolo (kg);

Afv	Afrm	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
6Ø20 (18,85)	6Ø20 (18,85)	1703,31	33091,62	S	20065,88	0,0	11,79
6Ø20 (18,85)	6Ø20 (18,85)	3403,33	33459,82	S	20305,45	0,0	5,97
6Ø20 (18,85)	6Ø20 (18,85)	5288,82	33867,33	S	20571,96	0,0	3,5
6Ø20 (18,85)	6Ø20 (18,85)	7552,09	34356,38	S	20890,5	0,0	2,13
6Ø20 (18,85)	6Ø20 (18,85)	10169,14	34920,04	S	21261,07	0,0	1,39

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1,yr1) = (490,0/0,0)  
 Piano di rottura passante per (xr2,yr2) = (490,0/655,4)  
 Centro di rotazione (xro,yro) = (0,0/0,0)

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);  
 Qf Quota finale strato  
 Gamma Peso unità di volume (Kg/m³);  
 Eps Inclinazione dello strato. (°);  
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);  
 Delta Angolo attrito terra muro;  
 c Coesione (Kg/cm²);  
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);  
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
655,4	570,0	2260,0	13,0	16,61	16,61	0,18	0,0	
570,0	470,0	2260,0	13,0	16,61	16,61	0,18	0,0	
470,0	370,0	2260,0	13,0	16,61	16,61	0,18	0,0	
370,0	270,0	2260,0	13,0	16,61	16,61	0,18	0,0	
270,0	170,0	2260,0	13,0	16,61	16,61	0,18	0,0	
170,0	70,0	2260,0	13,0	16,61	16,61	0,18	0,0	
70,0	0,0	2260,0	13,0	16,61	14,0	0,18	0,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta.  
 Ka Coefficiente di spinta attiva.  
 Kd Coefficiente di spinta dinamica.  
 Dk Coefficiente di incremento dinamico.  
 Kax, Kay Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.

PROGETTO ESECUTIVO

Dkx, Dky Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

$\mu$	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
16,61	0,67	0,0	0,0	0,65	0,19	0,0	0,0
16,61	0,67	0,0	0,0	0,65	0,19	0,0	0,0
16,61	0,67	0,0	0,0	0,65	0,19	0,0	0,0
16,61	0,67	0,0	0,0	0,65	0,19	0,0	0,0
16,61	0,67	0,0	0,0	0,65	0,19	0,0	0,0
16,61	0,67	0,0	0,0	0,65	0,19	0,0	0,0
14,0	0,67	0,0	0,0	0,65	0,16	0,0	0,0

**Spinte risultanti e punto di applicazione**

Qi Quota inizio strato.  
 Qf Quota finale strato.  
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);  
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	655,4	570,0	1434,47	427,92	612,7	612,7
2	570,0	470,0	1679,7	501,08	520,0	520,0
3	470,0	370,0	2233,35	666,24	414,8	414,8
4	370,0	270,0	3681,23	1098,16	316,69	316,69
5	270,0	170,0	5141,28	1533,71	217,63	217,63
6	170,0	70,0	6601,33	1969,26	118,16	118,16
7	70,0	0,0	5484,04	1660,4	34,23	34,36

**SPINTE IN FONDAZIONE**

**Discretizzazione terreno**

Qi Quota iniziale strato (cm);  
 Qf Quota finale strato  
 Gamma Peso unità di volume (Kg/m³);  
 Eps Inclinazione dello strato. (°);  
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);  
 Delta Angolo attrito terra muro;  
 c Coesione (Kg/cm²);  
 $\beta$  Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);  
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	$\beta$	Note
70,0	0,0	2260,0	193,0	16,61	14,0	0,18	180,0	

**Coefficienti di spinta ed inclinazioni**

$\mu$  Angolo di direzione della spinta.  
 Kp Coefficiente di resistenza passiva.  
 Kpx, Kpy Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

$\mu$	Kp	Kpx	Kpy
194,0	0,54	-0,52	-0,13

PROGETTO ESECUTIVO

**Spinte risultanti e punto di applicazione**

Qi Quota inizio strato.  
 Qf Quota inizio strato.  
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);  
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	70,0	0,0	0,0	0,0	35,0	35,0

**Sollecitazioni totali**

Fx Forza in direzione x (kg);  
 Fy Forza in direzione y (kg);  
 M Momento (kgm);

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	26255,39	7856,75	20813,76
Peso muro	0,0	6372,5	-6053,88
Peso fondazione	0,0	8743,07	-21420,52
Sovraccarico	0,0	9620,0	-29341,0
Terr. fondazione	0,0	45371,76	-140589,8
Spinte fondazione	0,0	0,0	0,0
	<b>26255,39</b>	<b>77964,08</b>	<b>-176591,5</b>

Momento stabilizzante -235903,3 kgm  
 Momento ribaltante 59311,82 kgm

**Verifica alla traslazione**

Sommatoria forze orizzontali	26255,39 kg
Sommatoria forze verticali	77964,08 kg
Coefficiente di attrito	0,3
Adesione	0,13 Kg/cm <sup>2</sup>
Angolo piano di scorrimento	-360,0 °
Forze normali al piano di scorrimento	77964,08 kg
Forze parall. al piano di scorrimento	26255,39 kg
Resistenza terreno	29568,85 kg
<b>Coeff. sicurezza traslazione Csd</b>	<b>1,13</b>
<b>Traslazione verificata Csd&gt;1</b>	

**Verifica al ribaltamento**

Momento stabilizzante	-235903,3 kgm
Momento ribaltante	59311,82 kgm
<b>Coeff. sicurezza ribaltamento Csv</b>	<b>3,98</b>
<b>Muro verificato a ribaltamento Csv&gt;1</b>	

**Carico limite - Metodo di Vesic (1973)**

Somma forze in direzione x	26255,39 kg
Somma forze in direzione y (Fy)	77964,08 kg

PROGETTO ESECUTIVO

Somma momenti	-176591,5 kgm
Larghezza fondazione	490,0 cm
Lunghezza	2500,0 cm
Eccentricità su B	18,5 cm
Peso unità di volume	2260,0 Kg/m <sup>3</sup>
Angolo di resistenza al taglio	16,61 °
Coesione	0,18 Kg/cm <sup>2</sup>
Terreno sulla fondazione	70,0 cm
Peso terreno sul piano di posa	2260,0 Kg/m <sup>3</sup>
Nq	4,6
Nc	12,06
Ng	3,34
sq	1,05
sc	1,07
sg	0,93
iq	0,59
ic	0,48
ig	0,44
Carico limite verticale (Qlim)	103696,0 kg
<b>Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy)</b>	<b>1,33</b>
<b>Carico limite verificato Csq&gt;1</b>	

Tensioni sul terreno

Ascissa centro sollecitazione	226,5 cm
Larghezza della fondazione	490,0 cm
x = 0,0 cm Tensione...	1,95 Kg/cm <sup>2</sup>
x = 490,0 cm	Tensione... 1,23 Kg/cm <sup>2</sup>

MENSOLA A VALLE

Xprogr.	Ascissa progressiva (cm);
Fx	Forza in direzione x (kg);
Fy	Forza in direzione y (kg);
M	Momento (kgm);
H	Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
70,0	0,0	-12050,99	-4257,75	70,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U. )

Afi	Area dei ferri inferiori.
Afs	Area dei ferri superiori.
Nu	Sforzo normale ultimo (kg);
Mu	Momento flettente ultimo (kgm);
Vcd	Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kg);
Sic. VT	Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).
Vsdu	Taglio di calcolo (kg);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
-----	-----	----	----	------	-----	-----	---------

PROGETTO ESECUTIVO

7Ø20 (21,99)                      7Ø20 (21,99)                      -7,83      55062,97                      S      27657,83                      0,0      2,3

**MENSOLA A MONTE**

Xprogr.      Ascissa progressiva (cm);  
 Fx            Forza in direzione x (kg);  
 Fy            Forza in direzione y (kg);  
 M            Momento (kgm);  
 H            Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
120,0	5484,04	13845,42	-48625,04	70,0

**Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)**

Afi            Area dei ferri inferiori.  
 Afs            Area dei ferri superiori.  
 Nu            Sforzo normale ultimo (kg);  
 Mu            Momento flettente ultimo (kgm);  
 Vcd           Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);  
 Vwd           Resistenza a taglio piegati (kg);  
 Sic. VT       Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).  
 Vsdu           Taglio di calcolo (kg);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
7Ø20 (21,99)	7Ø20 (21,99)	5483,26	56775,54	S	28445,19	0,0	2,06

**EQU+M2 (Ribaltamento)**

**CALCOLO SPINTE**

**Discretizzazione terreno**

Qi            Quota iniziale strato (cm);  
 Qf            Quota finale strato  
 Gamma      Peso unità di volume (Kg/m³);  
 Eps          Inclinazione dello strato. (°);  
 Fi            Angolo di resistenza a taglio (°);  
 Delta        Angolo attrito terra muro;  
 c            Coesione (Kg/cm²);  
 β            Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);  
 Note        Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
570,0	470,0	2260,0	13,0	16,61	14,0	0,18	0,0	
470,0	370,0	2260,0	13,0	16,61	14,0	0,18	0,0	
370,0	270,0	2260,0	13,0	16,61	14,0	0,18	0,0	
270,0	170,0	2260,0	13,0	16,61	14,0	0,18	0,0	
170,0	70,0	2260,0	13,0	16,61	14,0	0,18	0,0	

**Coefficienti di spinta ed inclinazioni**

PROGETTO ESECUTIVO

$\mu$  Angolo di direzione della spinta.  
 Ka Coefficiente di spinta attiva.  
 Kd Coefficiente di spinta dinamica.  
 Dk Coefficiente di incremento dinamico.  
 Kax, Kay Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.  
 Dkx, Dky Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

$\mu$	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
14,0	0,67	0,0	0,0	0,65	0,16	0,0	0,0
14,0	0,67	0,0	0,0	0,65	0,16	0,0	0,0
14,0	0,67	0,0	0,0	0,65	0,16	0,0	0,0
14,0	0,67	0,0	0,0	0,65	0,16	0,0	0,0
14,0	0,67	0,0	0,0	0,65	0,16	0,0	0,0

**Spinte risultanti e punto di applicazione**

Qi Quota inizio strato.  
 Qf Quota inizio strato.  
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);  
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	570,0	470,0	1964,59	489,83	520,0	520,0
2	470,0	370,0	1964,86	489,89	419,99	419,99
3	370,0	270,0	2807,8	680,95	315,17	315,48
4	270,0	170,0	4435,8	1049,96	216,94	217,07
5	170,0	70,0	6063,79	1418,96	117,76	117,83

**CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzia )**

Py Peso del muro (kg);  
 Px Forza inerziale (kg);  
 Xp, Yp Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	Px	Py	Xp	Yp
470,0	0,0	1147,05	95,0	520,0
370,0	0,0	2294,1	95,0	470,0
270,0	0,0	3441,15	95,0	420,0
170,0	0,0	4588,2	95,0	370,0
70,0	0,0	5735,25	95,0	320,0

**Sollecitazioni sul muro**

Quota Origine ordinata minima del muro (cm).  
 Fx Forza in direzione x (kg);  
 Fy Forza in direzione y (kg);  
 M Momento (kgm);  
 H Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
470,0	1964,59	1636,88	859,84	50,0
370,0	3929,45	3273,82	3684,26	50,0

PROGETTO ESECUTIVO

270,0	6737,25	5101,82	8711,7	50,0
170,0	11173,05	7298,82	17268,7	50,0
70,0	17236,84	9864,83	30983,24	50,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U. )

Afv	Area dei ferri lato valle.
Afm	Area dei ferri lato monte.
Nu	Sforzo normale ultimo (kg);
Mu	Momento flettente ultimo (kgm);
Vcd	Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kg);
Sic. VT	Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).
Vsdu	Taglio di calcolo (kg);

Afv	Afm	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
6Ø20 (18,85)	6Ø20 (18,85)	1634,9	33076,77	S	20057,12	0,0	10,21
6Ø20 (18,85)	6Ø20 (18,85)	3280,51	33433,27	S	20287,93	0,0	5,17
6Ø20 (18,85)	6Ø20 (18,85)	5097,59	33826,0	S	20545,67	0,0	3,05
6Ø20 (18,85)	6Ø20 (18,85)	7294,26	34300,67	S	20855,45	0,0	1,87
6Ø20 (18,85)	6Ø20 (18,85)	9870,93	34855,91	S	21217,26	0,0	1,23

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1,yr1) = (490,0/0,0)  
 Piano di rottura passante per (xr2,yr2) = (490,0/655,4)  
 Centro di rotazione (xro,yro) = (0,0/0,0)

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
Gamma	Peso unità di volume (Kg/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (Kg/cm²);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
655,4	570,0	2260,0	13,0	16,61	16,61	0,18	0,0	
570,0	470,0	2260,0	13,0	16,61	16,61	0,18	0,0	
470,0	370,0	2260,0	13,0	16,61	16,61	0,18	0,0	
370,0	270,0	2260,0	13,0	16,61	16,61	0,18	0,0	
270,0	170,0	2260,0	13,0	16,61	16,61	0,18	0,0	
170,0	70,0	2260,0	13,0	16,61	16,61	0,18	0,0	
70,0	0,0	2260,0	13,0	16,61	14,0	0,18	0,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.

PROGETTO ESECUTIVO

Dk Coefficiente di incremento dinamico.  
 Kax, Kay Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.  
 Dkx, Dky Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

$\mu$	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
16,61	0,67	0,0	0,0	0,65	0,19	0,0	0,0
16,61	0,67	0,0	0,0	0,65	0,19	0,0	0,0
16,61	0,67	0,0	0,0	0,65	0,19	0,0	0,0
16,61	0,67	0,0	0,0	0,65	0,19	0,0	0,0
16,61	0,67	0,0	0,0	0,65	0,19	0,0	0,0
16,61	0,67	0,0	0,0	0,65	0,19	0,0	0,0
14,0	0,67	0,0	0,0	0,65	0,16	0,0	0,0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota inizio strato.  
 Qf Quota inizio strato.  
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);  
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	655,4	570,0	1655,15	493,75	612,7	612,7
2	570,0	470,0	1938,12	578,16	520,0	520,0
3	470,0	370,0	2547,13	743,32	414,99	415,34
4	370,0	270,0	4139,79	1175,24	316,77	316,91
5	270,0	170,0	5745,85	1610,8	217,67	217,75
6	170,0	70,0	7351,9	2046,35	118,18	118,23
7	70,0	0,0	6096,63	1706,12	34,24	34,38

SPINTE IN FONDAZIONE

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);  
 Qf Quota finale strato  
 Gamma Peso unità di volume (Kg/m³);  
 Eps Inclinazione dello strato. (°);  
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);  
 Delta Angolo attrito terra muro;  
 c Coesione (Kg/cm²);  
 $\beta$  Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);  
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	$\beta$	Note
70,0	0,0	2260,0	193,0	16,61	14,0	0,18	180,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

$\mu$  Angolo di direzione della spinta.  
 Kp Coefficiente di resistenza passiva.  
 Kpx, Kpy Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

$\mu$	Kp	Kpx	Kpy

PROGETTO ESECUTIVO

194,0      0,54      -0,52      -0,13

**Spinte risultanti e punto di applicazione**

Qi      Quota inizio strato.  
 Qf      Quota inizio strato.  
 Rpx, Rpy      Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);  
 Z(Rpx)      Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 Z(Rpy)      Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	70,0	0,0	0,0	0,0	35,0	35,0

**Sollecitazioni totali**

Fx      Forza in direzione x (kg);  
 Fy      Forza in direzione y (kg);  
 M      Momento (kgm);

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	29474,57	8353,74	26252,51
Peso muro	0,0	5735,25	-5448,49
Peso fondazione	0,0	7868,76	-19278,47
Sovraccarico	0,0	11100,0	-33855,0
Terr. fondazione	0,0	45371,76	-140589,8
Spinte fondazione	0,0	0,0	0,0
	<b>29474,57</b>	<b>78429,52</b>	<b>-172919,3</b>

Momento stabilizzante      -240105,1      kgm  
 Momento ribaltante      67185,85      kgm

**Verifica alla traslazione**

Sommatoria forze orizzontali	29474,57 kg
Sommatoria forze verticali	78429,52 kg
Coefficiente di attrito	0,3
Adesione	0,13 Kg/cm <sup>2</sup>
Angolo piano di scorrimento	-360,0 °
Forze normali al piano di scorrimento	78429,52 kg
Forze parall. al piano di scorrimento	29474,57 kg
Resistenza terreno	29707,69 kg
<b>Coeff. sicurezza traslazione Csd</b>	<b>1,01</b>
<b>Traslazione verificata Csd&gt;1</b>	

**Verifica al ribaltamento**

Momento stabilizzante	-240105,1 kgm
Momento ribaltante	67185,85 kgm
<b>Coeff. sicurezza ribaltamento Csv</b>	<b>3,57</b>
<b>Muro verificato a ribaltamento Csv&gt;1</b>	

**Carico limite - Metodo di Vesic (1973)**

PROGETTO ESECUTIVO

Somma forze in direzione x	29474,57 kg
Somma forze in direzione y (Fy)	78429,52 kg
Somma momenti	-172919,3 kgm
Larghezza fondazione	490,0 cm
Lunghezza	2500,0 cm
Eccentricità su B	24,52 cm
Peso unità di volume	2260,0 Kg/m <sup>3</sup>
Angolo di resistenza al taglio	16,61 °
Coesione	0,18 Kg/cm <sup>2</sup>
Terreno sulla fondazione	70,0 cm
Peso terreno sul piano di posa	2260,0 Kg/m <sup>3</sup>
Nq	4,6
Nc	12,06
Ng	3,34
sq	1,05
sc	1,07
sg	0,93
iq	0,55
ic	0,42
ig	0,39
Carico limite verticale (Qlim)	89072,99 kg
<b>Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy)</b>	<b>1,14</b>
<b>Carico limite verificato Csq&gt;1</b>	

Tensioni sul terreno

Ascissa centro sollecitazione	220,48 cm
Larghezza della fondazione	490,0 cm
x = 0,0 cm Tensione...	2,08 Kg/cm <sup>2</sup>
x = 490,0 cm	Tensione... 1,12 Kg/cm <sup>2</sup>

MENSOLA A VALLE

Xprogr.	Ascissa progressiva (cm);
Fx	Forza in direzione x (kg);
Fy	Forza in direzione y (kg);
M	Momento (kgm);
H	Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
70,0	0,0	-12963,89	-4593,71	70,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U. )

Afi	Area dei ferri inferiori.
Afs	Area dei ferri superiori.
Nu	Sforzo normale ultimo (kg);
Mu	Momento flettente ultimo (kgm);
Vcd	Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kg);
Sic. VT	Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).
Vsdu	Taglio di calcolo (kg);

PROGETTO ESECUTIVO

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
7Ø20 (21,99)	7Ø20 (21,99)	-7,83	55062,97	S	27657,83	0,0	2,13

MENSOLA A MONTE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);  
 Fx Forza in direzione x (kg);  
 Fy Forza in direzione y (kg);  
 M Momento (kgm);  
 H Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
120,0	6096,63	15900,22	-55407,26	70,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi Area dei ferri inferiori.  
 Afs Area dei ferri superiori.  
 Nu Sforzo normale ultimo (kg);  
 Mu Momento flettente ultimo (kgm);  
 Vcd Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);  
 Vwd Resistenza a taglio piegati (kg);  
 Sic. VT Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).  
 Vsdu Taglio di calcolo (kg);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
7Ø20 (21,99)	7Ø20 (21,99)	6095,29	56966,26	S	28533,14	0,0	1,8

SLO

Coefficiente sismico orizzontale Kh 0,0069  
 Coefficiente sismico verticale Kv 0,0034

CALCOLO SPINTE

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);  
 Qf Quota finale strato  
 Gamma Peso unità di volume (Kg/m³);  
 Eps Inclinazione dello strato. (°);  
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);  
 Delta Angolo attrito terra muro;  
 c Coesione (Kg/cm²);  
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);  
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
570,0	470,0	2260,0	13,0	16,61	14,0	0,18	0,0	
470,0	370,0	2260,0	13,0	16,61	14,0	0,18	0,0	
370,0	270,0	2260,0	13,0	16,61	14,0	0,18	0,0	
270,0	170,0	2260,0	13,0	16,61	14,0	0,18	0,0	

PROGETTO ESECUTIVO

170,0      70,0      2260,0      13,0      16,61      14,0      0,18      0,0

**Coefficienti di spinta ed inclinazioni**

$\mu$       Angolo di direzione della spinta.  
 Ka      Coefficiente di spinta attiva.  
 Kd      Coefficiente di spinta dinamica.  
 Dk      Coefficiente di incremento dinamico.  
 Kax, Kay      Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.  
 Dkx, Dky      Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

$\mu$	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
14,0	0,67	0,69	0,02	0,65	0,16	0,02	0,0
14,0	0,67	0,69	0,02	0,65	0,16	0,02	0,0
14,0	0,67	0,69	0,02	0,65	0,16	0,02	0,0
14,0	0,67	0,69	0,02	0,65	0,16	0,02	0,0
14,0	0,67	0,69	0,02	0,65	0,16	0,02	0,0

**Spinte risultanti e punto di applicazione**

Qi      Quota inizio strato.  
 Qf      Quota inizio strato.  
 Rpx, Rpy      Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);  
 Z(Rpx)      Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 Z(Rpy)      Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	570,0	470,0	288,99	65,31	518,85	520,0
2	470,0	370,0	329,19	65,37	418,95	419,96
3	370,0	270,0	1212,08	256,43	308,53	308,01
4	270,0	170,0	2880,02	625,44	215,17	215,08
5	170,0	70,0	4547,96	994,44	116,94	116,91

**CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzia )**

Py      Peso del muro (kg);  
 Px      Forza inerziale (kg);  
 Xp, Yp      Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	Px	Py	Xp	Yp
470,0	7,91	1147,05	95,0	520,0
370,0	15,83	2294,1	95,0	470,0
270,0	23,74	3441,15	95,0	420,0
170,0	31,66	4588,2	95,0	370,0
70,0	39,57	5735,25	95,0	320,0

**Sollecitazioni sul muro**

Quota      Origine ordinata minima del muro (cm).  
 Fx      Forza in direzione x (kg);  
 Fy      Forza in direzione y (kg);  
 M      Momento (kgm);  
 H      Altezza sezione di calcolo (cm);

PROGETTO ESECUTIVO

Quota	Fx	Fy	M	H
470,0	296,9	1212,36	128,79	50,0
370,0	634,01	2424,78	574,45	50,0
270,0	1854,0	3828,26	1615,35	50,0
170,0	4741,94	5600,75	4617,97	50,0
70,0	9297,81	7742,24	11250,23	50,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U. )

Afv	Area dei ferri lato valle.
Afm	Area dei ferri lato monte.
Nu	Sforzo normale ultimo (kg);
Mu	Momento flettente ultimo (kgm);
Vcd	Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kg);
Sic. VT	Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).
Vsdu	Taglio di calcolo (kg);

Afv	Afm	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
6Ø20 (18,85)	6Ø20 (18,85)	1206,81	32983,82	S	19997,26	0,0	67,39
6Ø20 (18,85)	6Ø20 (18,85)	2420,18	33247,27	S	20168,21	0,0	31,83
6Ø20 (18,85)	6Ø20 (18,85)	3823,86	33550,72	S	20366,1	0,0	10,99
6Ø20 (18,85)	6Ø20 (18,85)	5601,35	33934,87	S	20616,02	0,0	4,35
6Ø20 (18,85)	6Ø20 (18,85)	7740,95	34397,19	S	20917,97	0,0	2,25

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1,yr1) = (490,0/0,0)  
 Piano di rottura passante per (xr2,yr2) = (490,0/655,4)  
 Centro di rotazione (xro,yro) = (0,0/0,0)

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
Gamma	Peso unità di volume (Kg/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (Kg/cm²);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
655,4	570,0	2260,0	13,0	16,61	16,61	0,18	0,0	
570,0	470,0	2260,0	13,0	16,61	16,61	0,18	0,0	
470,0	370,0	2260,0	13,0	16,61	16,61	0,18	0,0	
370,0	270,0	2260,0	13,0	16,61	16,61	0,18	0,0	
270,0	170,0	2260,0	13,0	16,61	16,61	0,18	0,0	
170,0	70,0	2260,0	13,0	16,61	16,61	0,18	0,0	
70,0	0,0	2260,0	13,0	16,61	14,0	0,18	0,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

PROGETTO ESECUTIVO

$\mu$	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

$\mu$	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
16,61	0,67	0,69	0,02	0,65	0,19	0,02	0,01
16,61	0,67	0,69	0,02	0,65	0,19	0,02	0,01
16,61	0,67	0,69	0,02	0,65	0,19	0,02	0,01
16,61	0,67	0,69	0,02	0,65	0,19	0,02	0,01
16,61	0,67	0,69	0,02	0,65	0,19	0,02	0,01
16,61	0,67	0,69	0,02	0,65	0,19	0,02	0,01
14,0	0,67	0,69	0,02	0,65	0,16	0,02	0,0

**Spinte risultanti e punto di applicazione**

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	655,4	570,0	241,73	65,83	611,82	612,7
2	570,0	470,0	320,88	77,09	518,94	520,0
3	470,0	370,0	970,69	242,25	406,49	405,7
4	370,0	270,0	2604,15	674,17	314,73	314,62
5	270,0	170,0	4251,0	1109,72	216,77	216,73
6	170,0	70,0	5897,85	1545,27	117,67	117,65
7	70,0	0,0	5086,69	1408,95	34,06	34,25

**SPINTE IN FONDAZIONE**

**Discretizzazione terreno**

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
Gamma	Peso unità di volume (Kg/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (Kg/cm²);
$\beta$	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	$\beta$	Note
70,0	0,0	2260,0	193,0	16,61	14,0	0,18	180,0	

**Coefficienti di spinta ed inclinazioni**

$\mu$	Angolo di direzione della spinta.
Kp	Coefficiente di resistenza passiva.

PROGETTO ESECUTIVO

Kpx, Kpy Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

$\mu$	Kp	Kpx	Kpy
194,0	0,54	-0,52	-0,13

**Spinte risultanti e punto di applicazione**

Qi Quota inizio strato.  
 Qf Quota inizio strato.  
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);  
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	70,0	0,0	0,0	0,0	35,0	35,0

**Sollecitazioni totali**

Fx Forza in direzione x (kg);  
 Fy Forza in direzione y (kg);  
 M Momento (kgm);

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	19372,98	5123,28	8069,66
Peso muro	39,57	5735,25	-5321,85
Peso fondazione	54,29	7868,76	-19259,47
Sovraccarico	10,21	1480,0	-4444,01
Terr. fondazione	313,07	45371,76	-139519,5
Spinte fondazione	0,0	0,0	0,0
	<b>19790,12</b>	<b>65579,05</b>	<b>-160475,2</b>

Momento stabilizzante	-194934,9	kgm
Momento ribaltante	34459,67	kgm

**Verifica alla traslazione**

Sommatoria forze orizzontali	19790,12 kg
Sommatoria forze verticali	65579,05 kg
Coefficiente di attrito	0,3
Adesione	0,13 Kg/cm <sup>2</sup>
Angolo piano di scorrimento	-360,0 °
Forze normali al piano di scorrimento	65579,05 kg
Forze parall. al piano di scorrimento	19790,12 kg
Resistenza terreno	25874,24 kg
<b>Coeff. sicurezza traslazione Csd</b>	<b>1,31</b>
<b>Traslazione verificata Csd&gt;1</b>	

**Verifica al ribaltamento**

Momento stabilizzante	-194934,9 kgm
Momento ribaltante	34459,67 kgm
<b>Coeff. sicurezza ribaltamento Csv</b>	<b>5,66</b>
<b>Muro verificato a ribaltamento Csv&gt;1</b>	

### Carico limite - Metodo di Vesic (1973)

Somma forze in direzione x	19790,12 kg
Somma forze in direzione y (Fy)	65579,05 kg
Somma momenti	-160475,2 kgm
Larghezza fondazione	490,0 cm
Lunghezza	2500,0 cm
Eccentricità su B	0,3 cm
Peso unità di volume	2260,0 Kg/m <sup>3</sup>
Angolo di resistenza al taglio	16,61 °
Coesione	0,18 Kg/cm <sup>2</sup>
Terreno sulla fondazione	70,0 cm
Peso terreno sul piano di posa	2260,0 Kg/m <sup>3</sup>
Nq	4,6
Nc	12,06
Ng	3,34
sq	1,06
sc	1,07
sg	0,92
iq	0,65
ic	0,56
ig	0,52
Carico limite verticale (Qlim)	132857,4 kg
<b>Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy)</b>	<b>2,03</b>
<b>Carico limite verificato Csq&gt;1</b>	

### Tensioni sul terreno

Ascissa centro sollecitazione	244,71 cm
Larghezza della fondazione	490,0 cm
x = 0,0 cm Tensione...	1,34 Kg/cm <sup>2</sup>
x = 490,0 cm	Tensione... 1,33 Kg/cm <sup>2</sup>

### MENSOLA A VALLE

Xprogr.	Ascissa progressiva (cm);
Fx	Forza in direzione x (kg);
Fy	Forza in direzione y (kg);
M	Momento (kgm);
H	Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
70,0	0,0	-8273,89	-2895,86	70,0

### Armature - Verifiche sezioni (S.L.U. )

Afi	Area dei ferri inferiori.
Afs	Area dei ferri superiori.
Nu	Sforzo normale ultimo (kg);
Mu	Momento flettente ultimo (kgm);
Vcd	Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);

PROGETTO ESECUTIVO

Vwd Resistenza a taglio piegati (kg);  
 Sic. VT Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).  
 Vsdu Taglio di calcolo (kg);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
7Ø20 (21,99)	7Ø20 (21,99)	-7,83	55062,97	S	27657,83	0,0	3,34

MENSOLA A MONTE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);  
 Fx Forza in direzione x (kg);  
 Fy Forza in direzione y (kg);  
 M Momento (kgm);  
 H Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
120,0	5086,69	8441,76	-27447,91	70,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi Area dei ferri inferiori.  
 Afs Area dei ferri superiori.  
 Nu Sforzo normale ultimo (kg);  
 Mu Momento flettente ultimo (kgm);  
 Vcd Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);  
 Vwd Resistenza a taglio piegati (kg);  
 Sic. VT Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).  
 Vsdu Taglio di calcolo (kg);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
7Ø20 (21,99)	7Ø20 (21,99)	5093,04	56653,94	S	28388,14	0,0	3,36

SLD

Coefficiente sismico orizzontale Kh 0,0085  
 Coefficiente sismico verticale Kv 0,0043

CALCOLO SPINTE

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);  
 Qf Quota finale strato  
 Gamma Peso unità di volume (Kg/m³);  
 Eps Inclinazione dello strato. (°);  
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);  
 Delta Angolo attrito terra muro;  
 c Coesione (Kg/cm²);  
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);  
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
----	----	-------	-----	----	-------	---	---	------

PROGETTO ESECUTIVO

570,0	470,0	2260,0	13,0	16,61	14,0	0,18	0,0
470,0	370,0	2260,0	13,0	16,61	14,0	0,18	0,0
370,0	270,0	2260,0	13,0	16,61	14,0	0,18	0,0
270,0	170,0	2260,0	13,0	16,61	14,0	0,18	0,0
170,0	70,0	2260,0	13,0	16,61	14,0	0,18	0,0

**Coefficienti di spinta ed inclinazioni**

$\mu$	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

$\mu$	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
14,0	0,67	0,69	0,02	0,65	0,16	0,02	0,01
14,0	0,67	0,69	0,02	0,65	0,16	0,02	0,01
14,0	0,67	0,69	0,02	0,65	0,16	0,02	0,01
14,0	0,67	0,69	0,02	0,65	0,16	0,02	0,01
14,0	0,67	0,69	0,02	0,65	0,16	0,02	0,01

**Spinte risultanti e punto di applicazione**

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	570,0	470,0	295,69	65,31	518,6	520,0
2	470,0	370,0	345,79	65,37	418,76	419,96
3	370,0	270,0	1238,58	256,43	308,71	308,01
4	270,0	170,0	2916,41	625,44	215,21	215,08
5	170,0	70,0	4594,25	994,44	116,96	116,91

**CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzia)**

Py	Peso del muro (kg);
Px	Forza inerziale (kg);
Xp, Yp	Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	Px	Py	Xp	Yp
470,0	9,75	1147,05	95,0	520,0
370,0	19,5	2294,1	95,0	470,0
270,0	29,25	3441,15	95,0	420,0
170,0	39,0	4588,2	95,0	370,0
70,0	48,75	5735,25	95,0	320,0

**Sollecitazioni sul muro**

Quota	Origine ordinata minima del muro (cm).
Fx	Forza in direzione x (kg);

PROGETTO ESECUTIVO

Fy Forza in direzione y (kg);  
 M Momento (kgm);  
 H Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
470,0	305,44	1212,36	132,24	50,0
370,0	660,98	2424,78	594,82	50,0
270,0	1909,31	3828,26	1676,03	50,0
170,0	4835,47	5600,75	4752,24	50,0
70,0	9439,47	7742,24	11501,28	50,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U. )

Afv Area dei ferri lato valle.  
 Afrm Area dei ferri lato monte.  
 Nu Sforzo normale ultimo (kg);  
 Mu Momento flettente ultimo (kgm);  
 Vcd Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);  
 Vwd Resistenza a taglio piegati (kg);  
 Sic. VT Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).  
 Vsdu Taglio di calcolo (kg);

Afv	Afrm	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
6Ø20 (18,85)	6Ø20 (18,85)	1206,81	32983,82	S	19997,26	0,0	65,5
6Ø20 (18,85)	6Ø20 (18,85)	2420,18	33247,27	S	20168,21	0,0	30,53
6Ø20 (18,85)	6Ø20 (18,85)	3823,86	33550,72	S	20366,1	0,0	10,67
6Ø20 (18,85)	6Ø20 (18,85)	5601,35	33934,87	S	20616,02	0,0	4,27
6Ø20 (18,85)	6Ø20 (18,85)	7740,95	34397,19	S	20917,97	0,0	2,22

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1,yr1) = (490,0/0,0)  
 Piano di rottura passante per (xr2,yr2) = (490,0/655,4)  
 Centro di rotazione (xro,yro) = (0,0/0,0)

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);  
 Qf Quota finale strato  
 Gamma Peso unità di volume (Kg/m³);  
 Eps Inclinazione dello strato. (°);  
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);  
 Delta Angolo attrito terra muro;  
 c Coesione (Kg/cm²);  
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);  
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
655,4	570,0	2260,0	13,0	16,61	16,61	0,18	0,0	
570,0	470,0	2260,0	13,0	16,61	16,61	0,18	0,0	
470,0	370,0	2260,0	13,0	16,61	16,61	0,18	0,0	
370,0	270,0	2260,0	13,0	16,61	16,61	0,18	0,0	
270,0	170,0	2260,0	13,0	16,61	16,61	0,18	0,0	

PROGETTO ESECUTIVO

170,0	70,0	2260,0	13,0	16,61	16,61	0,18	0,0
70,0	0,0	2260,0	13,0	16,61	14,0	0,18	0,0

**Coefficienti di spinta ed inclinazioni**

$\mu$	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

$\mu$	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
16,61	0,67	0,69	0,02	0,65	0,19	0,02	0,01
16,61	0,67	0,69	0,02	0,65	0,19	0,02	0,01
16,61	0,67	0,69	0,02	0,65	0,19	0,02	0,01
16,61	0,67	0,69	0,02	0,65	0,19	0,02	0,01
16,61	0,67	0,69	0,02	0,65	0,19	0,02	0,01
16,61	0,67	0,69	0,02	0,65	0,19	0,02	0,01
14,0	0,67	0,69	0,02	0,65	0,16	0,02	0,01

**Spinte risultanti e punto di applicazione**

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	655,4	570,0	246,95	65,83	611,63	612,7
2	570,0	470,0	336,36	77,09	518,74	520,0
3	470,0	370,0	996,28	242,25	406,75	405,7
4	370,0	270,0	2639,86	674,17	314,77	314,62
5	270,0	170,0	4296,82	1109,72	216,79	216,73
6	170,0	70,0	5953,79	1545,27	117,68	117,65
7	70,0	0,0	5131,78	1408,95	34,07	34,25

**SPINTE IN FONDAZIONE**

**Discretizzazione terreno**

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
Gamma	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> );
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (Kg/cm <sup>2</sup> );
$\beta$	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	$\beta$	Note
70,0	0,0	2260,0	193,0	16,61	14,0	0,18	180,0	

PROGETTO ESECUTIVO

**Coefficienti di spinta ed inclinazioni**

$\mu$  Angolo di direzione della spinta.  
 $K_p$  Coefficiente di resistenza passiva.  
 $K_{px}, K_{py}$  Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

$\mu$	$K_p$	$K_{px}$	$K_{py}$
194,0	0,54	-0,52	-0,13

**Spinte risultanti e punto di applicazione**

$Q_i$  Quota inizio strato.  
 $Q_f$  Quota inizio strato.  
 $R_{px}, R_{py}$  Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);  
 $Z(R_{px})$  Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 $Z(R_{py})$  Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	$Q_i$	$Q_f$	$R_{px}$	$R_{py}$	$z(R_{px})$	$z(R_{py})$
1	70,0	0,0	0,0	0,0	35,0	35,0

**Sollecitazioni totali**

$F_x$  Forza in direzione x (kg);  
 $F_y$  Forza in direzione y (kg);  
 $M$  Momento (kgm);

	$F_x$	$F_y$	$M$
Spinta terreno	19601,83	5123,28	8582,6
Peso muro	48,75	5735,25	-5292,49
Peso fondazione	66,88	7868,76	-19255,06
Sovraccarico	12,58	1480,0	-4427,78
Terr. fondazione	385,66	45371,76	-139271,3
Spinte fondazione	0,0	0,0	0,0
	<b>20115,71</b>	<b>65579,05</b>	<b>-159664,1</b>

Momento stabilizzante -194934,9 kgm  
 Momento ribaltante 35270,8 kgm

**Verifica alla traslazione**

Sommatoria forze orizzontali	20115,71 kg
Sommatoria forze verticali	65579,05 kg
Coefficiente di attrito	0,3
Adesione	0,13 Kg/cm <sup>2</sup>
Angolo piano di scorrimento	-360,0 °
Forze normali al piano di scorrimento	65579,05 kg
Forze parall. al piano di scorrimento	20115,71 kg
Resistenza terreno	25874,24 kg
<b>Coeff. sicurezza traslazione Csd</b>	<b>1,29</b>
<b>Traslazione verificata Csd&gt;1</b>	

**Verifica al ribaltamento**

PROGETTO ESECUTIVO

Momento stabilizzante	-194934,9 kgm
Momento ribaltante	35270,8 kgm
<b>Coeff. sicurezza ribaltamento C<sub>sv</sub></b>	<b>5,53</b>
<b>Muro verificato a ribaltamento C<sub>sv</sub>&gt;1</b>	

**Carico limite - Metodo di Vesic (1973)**

Somma forze in direzione x	20115,71 kg
Somma forze in direzione y (F <sub>y</sub> )	65579,05 kg
Somma momenti	-159664,1 kgm
Larghezza fondazione	490,0 cm
Lunghezza	2500,0 cm
Eccentricità su B	1,53 cm
Peso unità di volume	2260,0 Kg/m <sup>3</sup>
Angolo di resistenza al taglio	16,61 °
Coesione	0,18 Kg/cm <sup>2</sup>
Terreno sulla fondazione	70,0 cm
Peso terreno sul piano di posa	2260,0 Kg/m <sup>3</sup>
N <sub>q</sub>	4,6
N <sub>c</sub>	12,06
N <sub>g</sub>	3,34
s <sub>q</sub>	1,06
s <sub>c</sub>	1,07
s <sub>g</sub>	0,92
i <sub>q</sub>	0,65
i <sub>c</sub>	0,55
i <sub>g</sub>	0,51
Carico limite verticale (Q <sub>lim</sub> )	130314,2 kg
<b>Fattore sicurezza (C<sub>sq</sub>=Q<sub>lim</sub>/F<sub>y</sub>)</b>	<b>1,99</b>
<b>Carico limite verificato C<sub>sq</sub>&gt;1</b>	

**Tensioni sul terreno**

Ascissa centro sollecitazione	243,47 cm
Larghezza della fondazione	490,0 cm
x = 0,0 cm Tensione...	1,36 Kg/cm <sup>2</sup>
x = 490,0 cm	Tensione... 1,31 Kg/cm <sup>2</sup>

**MENSOLA A VALLE**

X <sub>progr.</sub>	Ascissa progressiva (cm);
F <sub>x</sub>	Forza in direzione x (kg);
F <sub>y</sub>	Forza in direzione y (kg);
M	Momento (kgm);
H	Altezza sezione (cm);

X <sub>progr.</sub>	F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	M	H
70,0	0,0	-8394,89	-2938,21	70,0

**Armature - Verifiche sezioni (S.L.U. )**

A <sub>fi</sub>	Area dei ferri inferiori.
-----------------	---------------------------

PROGETTO ESECUTIVO

Afs	Area dei ferri superiori.
Nu	Sforzo normale ultimo (kg);
Mu	Momento flettente ultimo (kgm);
Vcd	Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kg);
Sic. VT	Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).
Vsdu	Taglio di calcolo (kg);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
7Ø20 (21,99)	7Ø20 (21,99)	-7,83	55062,97	S	27657,83	0,0	3,3

MENSOLA A MONTE

Xprogr.	Ascissa progressiva (cm);
Fx	Forza in direzione x (kg);
Fy	Forza in direzione y (kg);
M	Momento (kgm);
H	Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
120,0	5131,78	8625,76	-28133,27	70,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi	Area dei ferri inferiori.
Afs	Area dei ferri superiori.
Nu	Sforzo normale ultimo (kg);
Mu	Momento flettente ultimo (kgm);
Vcd	Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kg);
Sic. VT	Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).
Vsdu	Taglio di calcolo (kg);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
7Ø20 (21,99)	7Ø20 (21,99)	5137,66	56667,85	S	28394,61	0,0	3,29

SLV

Coefficiente sismico orizzontale Kh	0,019
Coefficiente sismico verticale Kv	0,0095

CALCOLO SPINTE

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
Gamma	Peso unità di volume (Kg/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (Kg/cm²);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);

PROGETTO ESECUTIVO

Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
570,0	470,0	2260,0	13,0	16,61	14,0	0,18	0,0	
470,0	370,0	2260,0	13,0	16,61	14,0	0,18	0,0	
370,0	270,0	2260,0	13,0	16,61	14,0	0,18	0,0	
270,0	170,0	2260,0	13,0	16,61	14,0	0,18	0,0	
170,0	70,0	2260,0	13,0	16,61	14,0	0,18	0,0	

**Coefficienti di spinta ed inclinazioni**

μ Angolo di direzione della spinta.  
 Ka Coefficiente di spinta attiva.  
 Kd Coefficiente di spinta dinamica.  
 Dk Coefficiente di incremento dinamico.  
 Kax, Kay Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.  
 Dkx, Dky Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
14,0	0,67	0,72	0,05	0,65	0,16	0,05	0,01
14,0	0,67	0,72	0,05	0,65	0,16	0,05	0,01
14,0	0,67	0,72	0,05	0,65	0,16	0,05	0,01
14,0	0,67	0,72	0,05	0,65	0,16	0,05	0,01
14,0	0,67	0,72	0,05	0,65	0,16	0,05	0,01

**Spinte risultanti e punto di applicazione**

Qi Quota inizio strato.  
 Qf Quota inizio strato.  
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);  
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	570,0	470,0	342,41	65,31	517,11	520,0
2	470,0	370,0	461,54	65,37	417,83	419,96
3	370,0	270,0	1423,35	256,43	309,77	308,01
4	270,0	170,0	3170,2	625,44	215,41	215,08
5	170,0	70,0	4917,06	994,44	117,04	116,91

**CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzia )**

Py Peso del muro (kg);  
 Px Forza inerziale (kg);  
 Xp, Yp Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	Px	Py	Xp	Yp
470,0	21,79	1147,05	95,0	520,0
370,0	43,59	2294,1	95,0	470,0
270,0	65,38	3441,15	95,0	420,0
170,0	87,18	4588,2	95,0	370,0
70,0	108,97	5735,25	95,0	320,0

PROGETTO ESECUTIVO

**Sollecitazioni sul muro**

Quota	Origine ordinata minima del muro (cm).
Fx	Forza in direzione x (kg);
Fy	Forza in direzione y (kg);
M	Momento (kgm);
H	Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
470,0	364,21	1212,36	155,87	50,0
370,0	847,54	2424,78	735,37	50,0
270,0	2292,68	3828,26	2095,8	50,0
170,0	5484,68	5600,75	5682,54	50,0
70,0	10423,53	7742,24	13242,47	50,0

**Armature - Verifiche sezioni (S.L.U. )**

Afv	Area dei ferri lato valle.
Afm	Area dei ferri lato monte.
Nu	Sforzo normale ultimo (kg);
Mu	Momento flettente ultimo (kgm);
Vcd	Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kg);
Sic. VT	Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).
Vsdu	Taglio di calcolo (kg);

Afv	Afm	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
6Ø20 (18,85)	6Ø20 (18,85)	1206,81	32983,82	S	19997,26	0,0	54,93
6Ø20 (18,85)	6Ø20 (18,85)	2420,18	33247,27	S	20168,21	0,0	23,81
6Ø20 (18,85)	6Ø20 (18,85)	3823,86	33550,72	S	20366,1	0,0	8,89
6Ø20 (18,85)	6Ø20 (18,85)	5601,35	33934,87	S	20616,02	0,0	3,76
6Ø20 (18,85)	6Ø20 (18,85)	7740,95	34397,19	S	20917,97	0,0	2,01

**VERIFICHE GLOBALI**

Piano di rottura passante per (xr1,yr1) = (490,0/0,0)  
 Piano di rottura passante per (xr2,yr2) = (490,0/655,4)  
 Centro di rotazione (xro,yro) = (0,0/0,0)

**Discretizzazione terreno**

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
Gamma	Peso unità di volume (Kg/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (Kg/cm²);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
655,4	570,0	2260,0	13,0	16,61	16,61	0,18	0,0	

PROGETTO ESECUTIVO

570,0	470,0	2260,0	13,0	16,61	16,61	0,18	0,0
470,0	370,0	2260,0	13,0	16,61	16,61	0,18	0,0
370,0	270,0	2260,0	13,0	16,61	16,61	0,18	0,0
270,0	170,0	2260,0	13,0	16,61	16,61	0,18	0,0
170,0	70,0	2260,0	13,0	16,61	16,61	0,18	0,0
70,0	0,0	2260,0	13,0	16,61	14,0	0,18	0,0

**Coefficienti di spinta ed inclinazioni**

$\mu$  Angolo di direzione della spinta.  
 Ka Coefficiente di spinta attiva.  
 Kd Coefficiente di spinta dinamica.  
 Dk Coefficiente di incremento dinamico.  
 Kax, Kay Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.  
 Dkx, Dky Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

$\mu$	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
16,61	0,67	0,72	0,06	0,65	0,19	0,05	0,02
16,61	0,67	0,72	0,06	0,65	0,19	0,05	0,02
16,61	0,67	0,72	0,06	0,65	0,19	0,05	0,02
16,61	0,67	0,72	0,06	0,65	0,19	0,05	0,02
16,61	0,67	0,72	0,06	0,65	0,19	0,05	0,02
16,61	0,67	0,72	0,06	0,65	0,19	0,05	0,02
14,0	0,67	0,72	0,05	0,65	0,16	0,05	0,01

**Spinte risultanti e punto di applicazione**

Qi Quota inizio strato.  
 Qf Quota fine strato.  
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);  
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	655,4	570,0	283,4	65,83	610,47	612,7
2	570,0	470,0	444,55	77,09	517,72	520,0
3	470,0	370,0	1175,14	242,25	408,27	405,7
4	370,0	270,0	2889,38	674,17	315,02	314,62
5	270,0	170,0	4617,01	1109,72	216,88	216,73
6	170,0	70,0	6344,64	1545,27	117,73	117,65
7	70,0	0,0	5446,82	1408,95	34,08	34,25

**SPINTE IN FONDAZIONE**

**Discretizzazione terreno**

Qi Quota iniziale strato (cm);  
 Qf Quota finale strato  
 Gamma Peso unità di volume (Kg/m³);  
 Eps Inclinazione dello strato. (°);  
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);  
 Delta Angolo attrito terra muro;  
 c Coesione (Kg/cm²);  
 $\beta$  Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);  
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

PROGETTO ESECUTIVO

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	$\beta$	Note
70,0	0,0	2260,0	193,0	16,61	14,0	0,18	180,0	

**Coefficienti di spinta ed inclinazioni**

$\mu$  Angolo di direzione della spinta.  
 $K_p$  Coefficiente di resistenza passiva.  
 $K_{px}, K_{py}$  Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

$\mu$	$K_p$	$K_{px}$	$K_{py}$
194,0	0,53	-0,52	-0,13

**Spinte risultanti e punto di applicazione**

$Q_i$  Quota inizio strato.  
 $Q_f$  Quota inizio strato.  
 $R_{px}, R_{py}$  Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);  
 $Z(R_{px})$  Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 $Z(R_{py})$  Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	$Q_i$	$Q_f$	$R_{px}$	$R_{py}$	$z(R_{px})$	$z(R_{py})$
1	70,0	0,0	0,0	0,0	35,0	35,0

**Sollecitazioni totali**

$F_x$  Forza in direzione x (kg);  
 $F_y$  Forza in direzione y (kg);  
 $M$  Momento (kgm);

	$F_x$	$F_y$	$M$
Spinta terreno	21200,92	5123,28	12166,77
Peso muro	108,97	5735,25	-5099,78
Peso fondazione	149,51	7868,76	-19226,14
Sovraccarico	28,12	1480,0	-4321,27
Terr. fondazione	862,06	45371,76	-137642,6
Spinte fondazione	0,0	0,0	0,0
	<b>22349,58</b>	<b>65579,05</b>	<b>-154123,0</b>

Momento stabilizzante	-194934,9	kgm
Momento ribaltante	40811,84	kgm

**Verifica alla traslazione**

Sommatoria forze orizzontali	22349,58 kg
Sommatoria forze verticali	65579,05 kg
Coefficiente di attrito	0,3
Adesione	0,13 Kg/cm <sup>2</sup>
Angolo piano di scorrimento	-360,0 °
Forze normali al piano di scorrimento	65579,05 kg
Forze parall. al piano di scorrimento	22349,58 kg
Resistenza terreno	25874,24 kg
<b>Coeff. sicurezza traslazione Csd</b>	<b>1,16</b>

### Traslazione verificata Csd>1

#### Verifica al ribaltamento

Momento stabilizzante	-194934,9 kgm
Momento ribaltante	40811,84 kgm
<b>Coeff. sicurezza ribaltamento C<sub>sv</sub></b>	<b>4,78</b>

**Muro verificato a ribaltamento C<sub>sv</sub>>1**

#### Carico limite - Metodo di Vesic (1973)

Somma forze in direzione x	22349,58 kg
Somma forze in direzione y (F <sub>y</sub> )	65579,05 kg
Somma momenti	-154123,0 kgm
Larghezza fondazione	490,0 cm
Lunghezza	2500,0 cm
Eccentricità su B	9,98 cm
Peso unità di volume	2260,0 Kg/m <sup>3</sup>
Angolo di resistenza al taglio	16,61 °
Coesione	0,18 Kg/cm <sup>2</sup>
Terreno sulla fondazione	70,0 cm
Peso terreno sul piano di posa	2260,0 Kg/m <sup>3</sup>
N <sub>q</sub>	4,6
N <sub>c</sub>	12,06
N <sub>g</sub>	3,34
s <sub>q</sub>	1,06
s <sub>c</sub>	1,07
s <sub>g</sub>	0,92
i <sub>q</sub>	0,61
i <sub>c</sub>	0,5
i <sub>g</sub>	0,46
Carico limite verticale (Q <sub>lim</sub> )	113649,1 kg
<b>Fattore sicurezza (C<sub>sq</sub>=Q<sub>lim</sub>/F<sub>y</sub>)</b>	<b>1,73</b>

**Carico limite verificato C<sub>sq</sub>>1**

#### Tensioni sul terreno

Ascissa centro sollecitazione	235,02 cm
Larghezza della fondazione	490,0 cm
x = 0,0 cm Tensione...	1,5 Kg/cm <sup>2</sup>
x = 490,0 cm	Tensione... 1,17 Kg/cm <sup>2</sup>

#### MENSOLA A VALLE

X <sub>progr.</sub>	Ascissa progressiva (cm);
F <sub>x</sub>	Forza in direzione x (kg);
F <sub>y</sub>	Forza in direzione y (kg);
M	Momento (kgm);
H	Altezza sezione (cm);

X <sub>progr.</sub>	F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	M	H
70,0	0,0	-9225,89	-3249,76	70,0

PROGETTO ESECUTIVO

**Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)**

Afi	Area dei ferri inferiori.
Afs	Area dei ferri superiori.
Nu	Sforzo normale ultimo (kg);
Mu	Momento flettente ultimo (kgm);
Vcd	Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kg);
Sic. VT	Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).
Vsdu	Taglio di calcolo (kg);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
7Ø20 (21,99)	7Ø20 (21,99)	-7,83	55062,97	S	27657,83	0,0	3,0

**MENSOLA A MONTE**

Xprogr.	Ascissa progressiva (cm);
Fx	Forza in direzione x (kg);
Fy	Forza in direzione y (kg);
M	Momento (kgm);
H	Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
120,0	5446,82	9879,76	-32845,71	70,0

**Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)**

Afi	Area dei ferri inferiori.
Afs	Area dei ferri superiori.
Nu	Sforzo normale ultimo (kg);
Mu	Momento flettente ultimo (kgm);
Vcd	Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kg);
Sic. VT	Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).
Vsdu	Taglio di calcolo (kg);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
7Ø20 (21,99)	7Ø20 (21,99)	5449,84	56765,13	S	28439,84	0,0	2,88

**SLC**

Coefficiente sismico orizzontale Kh	0,0231
Coefficiente sismico verticale Kv	0,0116

**CALCOLO SPINTE**

**Discretizzazione terreno**

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
Gamma	Peso unità di volume (Kg/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);

PROGETTO ESECUTIVO

Fi Angolo di resistenza a taglio (°);  
 Delta Angolo attrito terra muro;  
 c Coesione (Kg/cm<sup>2</sup>);  
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);  
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
570,0	470,0	2260,0	13,0	16,61	14,0	0,18	0,0	
470,0	370,0	2260,0	13,0	16,61	14,0	0,18	0,0	
370,0	270,0	2260,0	13,0	16,61	14,0	0,18	0,0	
270,0	170,0	2260,0	13,0	16,61	14,0	0,18	0,0	
170,0	70,0	2260,0	13,0	16,61	14,0	0,18	0,0	

**Coefficienti di spinta ed inclinazioni**

μ Angolo di direzione della spinta.  
 Ka Coefficiente di spinta attiva.  
 Kd Coefficiente di spinta dinamica.  
 Dk Coefficiente di incremento dinamico.  
 Kax, Kay Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.  
 Dkx, Dky Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
14,0	0,67	0,73	0,07	0,65	0,16	0,07	0,02
14,0	0,67	0,73	0,07	0,65	0,16	0,07	0,02
14,0	0,67	0,73	0,07	0,65	0,16	0,07	0,02
14,0	0,67	0,73	0,07	0,65	0,16	0,07	0,02
14,0	0,67	0,73	0,07	0,65	0,16	0,07	0,02

**Spinte risultanti e punto di applicazione**

Qi Quota inizio strato.  
 Qf Quota inizio strato.  
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);  
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	570,0	470,0	362,7	65,31	516,58	520,0
2	470,0	370,0	511,79	65,37	417,55	419,96
3	370,0	270,0	1503,57	256,43	310,15	308,01
4	270,0	170,0	3280,39	625,44	215,49	215,08
5	170,0	70,0	5057,21	994,44	117,07	116,91

**CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzia )**

Py Peso del muro (kg);  
 Px Forza inerziale (kg);  
 Xp, Yp Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	Px	Py	Xp	Yp
470,0	26,5	1147,05	95,0	520,0
370,0	52,99	2294,1	95,0	470,0

PROGETTO ESECUTIVO

270,0	79,49	3441,15	95,0	420,0
170,0	105,99	4588,2	95,0	370,0
70,0	132,48	5735,25	95,0	320,0

Sollecitazioni sul muro

Quota	Origine ordinata minima del muro (cm).
Fx	Forza in direzione x (kg);
Fy	Forza in direzione y (kg);
M	Momento (kgm);
H	Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
470,0	389,2	1212,36	165,87	50,0
370,0	927,48	2424,78	795,34	50,0
270,0	2457,55	3828,26	2275,67	50,0
170,0	5764,43	5600,75	6082,24	50,0
70,0	10848,13	7742,24	13991,84	50,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U. )

Afv	Area dei ferri lato valle.
Afm	Area dei ferri lato monte.
Nu	Sforzo normale ultimo (kg);
Mu	Momento flettente ultimo (kgm);
Vcd	Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kg);
Sic. VT	Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).
Vsdu	Taglio di calcolo (kg);

Afv	Afm	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
6Ø20 (18,85)	6Ø20 (18,85)	1206,81	32983,82	S	19997,26	0,0	51,41
6Ø20 (18,85)	6Ø20 (18,85)	2420,18	33247,27	S	20168,21	0,0	21,76
6Ø20 (18,85)	6Ø20 (18,85)	3823,86	33550,72	S	20366,1	0,0	8,29
6Ø20 (18,85)	6Ø20 (18,85)	5601,35	33934,87	S	20616,02	0,0	3,58
6Ø20 (18,85)	6Ø20 (18,85)	7740,95	34397,19	S	20917,97	0,0	1,93

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1,yr1) = (490,0/0,0)  
 Piano di rottura passante per (xr2,yr2) = (490,0/655,4)  
 Centro di rotazione (xro,yro) = (0,0/0,0)

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
Gamma	Peso unità di volume (Kg/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (Kg/cm²);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

PROGETTO ESECUTIVO

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	$\beta$	Note
655,4	570,0	2260,0	13,0	16,61	16,61	0,18	0,0	
570,0	470,0	2260,0	13,0	16,61	16,61	0,18	0,0	
470,0	370,0	2260,0	13,0	16,61	16,61	0,18	0,0	
370,0	270,0	2260,0	13,0	16,61	16,61	0,18	0,0	
270,0	170,0	2260,0	13,0	16,61	16,61	0,18	0,0	
170,0	70,0	2260,0	13,0	16,61	16,61	0,18	0,0	
70,0	0,0	2260,0	13,0	16,61	14,0	0,18	0,0	

**Coefficienti di spinta ed inclinazioni**

$\mu$  Angolo di direzione della spinta.  
 Ka Coefficiente di spinta attiva.  
 Kd Coefficiente di spinta dinamica.  
 Dk Coefficiente di incremento dinamico.  
 Kax, Kay Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.  
 Dkx, Dky Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

$\mu$	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
16,61	0,67	0,74	0,07	0,65	0,19	0,07	0,02
16,61	0,67	0,74	0,07	0,65	0,19	0,07	0,02
16,61	0,67	0,74	0,07	0,65	0,19	0,07	0,02
16,61	0,67	0,74	0,07	0,65	0,19	0,07	0,02
16,61	0,67	0,74	0,07	0,65	0,19	0,07	0,02
16,61	0,67	0,74	0,07	0,65	0,19	0,07	0,02
14,0	0,67	0,73	0,07	0,65	0,16	0,07	0,02

**Spinte risultanti e punto di applicazione**

Qi Quota inizio strato.  
 Qf Quota inizio strato.  
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);  
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	655,4	570,0	299,25	65,83	610,06	612,7
2	570,0	470,0	491,6	77,09	517,42	520,0
3	470,0	370,0	1252,92	242,25	408,79	405,7
4	370,0	270,0	2997,89	674,17	315,11	314,62
5	270,0	170,0	4756,26	1109,72	216,92	216,73
6	170,0	70,0	6514,62	1545,27	117,75	117,65
7	70,0	0,0	5583,8	1408,95	34,09	34,25

**SPINTE IN FONDAZIONE**

**Discretizzazione terreno**

Qi Quota iniziale strato (cm);  
 Qf Quota finale strato  
 Gamma Peso unità di volume (Kg/m<sup>3</sup>);  
 Eps Inclinazione dello strato. (°);  
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);  
 Delta Angolo attrito terra muro;

PROGETTO ESECUTIVO

c Coesione (Kg/cm<sup>2</sup>);  
 $\beta$  Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);  
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	Gamma	Eps	Fi	Delta	c	$\beta$	Note
70,0	0,0	2260,0	193,0	16,61	14,0	0,18	180,0	

**Coefficienti di spinta ed inclinazioni**

$\mu$  Angolo di direzione della spinta.  
 Kp Coefficiente di resistenza passiva.  
 Kpx, Kpy Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

$\mu$	Kp	Kpx	Kpy
194,0	0,53	-0,51	-0,13

**Spinte risultanti e punto di applicazione**

Qi Quota inizio strato.  
 Qf Quota inizio strato.  
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kg);  
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	70,0	0,0	0,0	0,0	35,0	35,0

**Sollecitazioni totali**

Fx Forza in direzione x (kg);  
 Fy Forza in direzione y (kg);  
 M Momento (kgm);

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	21896,34	5123,28	13725,51
Peso muro	132,48	5735,25	-5024,54
Peso fondazione	181,77	7868,76	-19214,85
Sovraccarico	34,19	1480,0	-4279,68
Terr. fondazione	1048,09	45371,76	-137006,6
Spinte fondazione	0,0	0,0	0,0
	<b>23292,86</b>	<b>65579,05</b>	<b>-151800,2</b>

Momento stabilizzante -194934,9 kgm  
 Momento ribaltante 43134,68 kgm

**Verifica alla traslazione**

Sommatoria forze orizzontali 23292,86 kg  
 Sommatoria forze verticali 65579,05 kg  
 Coefficiente di attrito 0,3  
 Adesione 0,13 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Angolo piano di scorrimento -360,0 °

PROGETTO ESECUTIVO

Forze normali al piano di scorrimento	65579,05 kg
Forze parall. al piano di scorrimento	23292,86 kg
Resistenza terreno	25874,24 kg
<b>Coeff. sicurezza traslazione Csd</b>	<b>1,11</b>
<b>Traslazione verificata Csd&gt;1</b>	

**Verifica al ribaltamento**

Momento stabilizzante	-194934,9 kgm
Momento ribaltante	43134,68 kgm
<b>Coeff. sicurezza ribaltamento Csv</b>	<b>4,52</b>
<b>Muro verificato a ribaltamento Csv&gt;1</b>	

**Carico limite - Metodo di Vesic (1973)**

Somma forze in direzione x	23292,86 kg
Somma forze in direzione y (Fy)	65579,05 kg
Somma momenti	-151800,2 kgm
Larghezza fondazione	490,0 cm
Lunghezza	2500,0 cm
Eccentricità su B	13,52 cm
Peso unità di volume	2260,0 Kg/m <sup>3</sup>
Angolo di resistenza al taglio	16,61 °
Coesione	0,18 Kg/cm <sup>2</sup>
Terreno sulla fondazione	70,0 cm
Peso terreno sul piano di posa	2260,0 Kg/m <sup>3</sup>
Nq	4,6
Nc	12,06
Ng	3,34
sq	1,06
sc	1,07
sg	0,93
iq	0,59
ic	0,48
ig	0,45
Carico limite verticale (Qlim)	107019,8 kg
<b>Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy)</b>	<b>1,63</b>
<b>Carico limite verificato Csq&gt;1</b>	

**Tensioni sul terreno**

Ascissa centro sollecitazione	231,48 cm
Larghezza della fondazione	490,0 cm
x = 0,0 cm Tensione...	1,56 Kg/cm <sup>2</sup>
x = 490,0 cm	Tensione... 1,12 Kg/cm <sup>2</sup>

**MENSOLA A VALLE**

Xprogr.	Ascissa progressiva (cm);
Fx	Forza in direzione x (kg);
Fy	Forza in direzione y (kg);
M	Momento (kgm);
H	Altezza sezione (cm);

PROGETTO ESECUTIVO

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
70,0	0,0	-9573,89	-3372,26	70,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi	Area dei ferri inferiori.
Afs	Area dei ferri superiori.
Nu	Sforzo normale ultimo (kg);
Mu	Momento flettente ultimo (kgm);
Vcd	Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kg);
Sic. VT	Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).
Vsdu	Taglio di calcolo (kg);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
7Ø20 (21,99)	7Ø20 (21,99)	-7,83	55062,97	S	27657,83	0,0	2,89

MENSOLA A MONTE

Xprogr.	Ascissa progressiva (cm);
Fx	Forza in direzione x (kg);
Fy	Forza in direzione y (kg);
M	Momento (kgm);
H	Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
120,0	5583,8	10406,76	-34788,13	70,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi	Area dei ferri inferiori.
Afs	Area dei ferri superiori.
Nu	Sforzo normale ultimo (kg);
Mu	Momento flettente ultimo (kgm);
Vcd	Resistenza a taglio conglomerato Vcd (kg);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kg);
Sic. VT	Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).
Vsdu	Taglio di calcolo (kg);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vcd	Vwd	Sic. VT
7Ø20 (21,99)	7Ø20 (21,99)	5583,51	56806,78	S	28459,51	0,0	2,74

Analisi di stabilità dei pendii con BISHOP

Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Analisi	Condizione drenata

PROGETTO ESECUTIVO

Superficie di forma circolare

=====

**Maglia dei Centri**

=====

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	0,43 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	10,38 m
Ascissa vertice destro superiore xs	10,77 m
Ordinata vertice destro superiore ys	20,73 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

=====

**Vertici profilo**

N	X m	y m
1	-10,0	5,6
2	5,0	5,6
3	5,6	5,6
4	6,1	8,6
5	6,1	8,6
6	12,2	10,01
7	26,2	10,01

**Vertici strato .....1**

N	X m	y m
1	-10,0	4,0
2	6,1	4,0
3	26,2	4,0

**Vertici strato .....2**

N	X m	y m
1	-10,0	0,0
2	6,1	0,0
3	26,2	0,0

**Vertici strato .....3**

N	X m	y m
1	-10,0	-10,0
2	6,1	-10,0
3	26,2	-10,0

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

=====

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

=====

**Stratigrafia**

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

PROGETTO ESECUTIVO

Strato	c (kg/cm <sup>2</sup> )	cu (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	G (kN/m <sup>3</sup> )	Gs (kN/m <sup>3</sup> )	K (Kg/cm <sup>3</sup> )	Litologia
1	0,05		23	19,41747	19,41747	4,00	TRV1: argille marnose sommitali alte
2	0,19		21,17	19,22134	19,22134	0,00	TRV1
3	0,24		19,26	19,41747	19,41747	0,00	TRV2a
4	0,21		22,75	18,92714	18,92714	0,00	TRV2b

**Carichi distribuiti**

N°	xi m	yi m	xf m	yf m	Carico esterno (kg/cm <sup>2</sup> )
1	12,2	10,0083	19,2	10,0083	0,195

**Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]**

Fs minimo individuato	1,33
Ascissa centro superficie	6,91 m
Ordinata centro superficie	20,12 m
Raggio superficie	15,72 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio ;  
 Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla  
 superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

**Analisi dei concii. Superficie...xc = 6,906 yc = 20,124 Rc = 15,718 Fs=1,326**

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)	Kh*Wi (kN)	Kv*Wi (kN)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)
1	2,05	-19,5	2,17	18,23	0,0	0,0	0,18	16,6	0,0	31,1	33,2
2	2,05	-11,7	2,09	44,07	0,0	0,0	0,18	16,6	0,0	52,6	36,6
3	1,44	-5,2	1,45	39,31	0,0	0,0	0,18	16,6	0,0	41,9	26,5
4	2,65	2,3	2,66	386,99	0,0	0,0	0,18	16,6	0,0	382,9	111,2
5	2,05	10,9	2,09	311,1	0,0	0,0	0,18	16,6	0,0	300,0	87,2
6	2,05	18,7	2,16	308,15	0,0	0,0	0,18	16,6	0,0	295,8	87,2
7	2,05	26,8	2,3	290,84	0,0	0,0	0,18	16,6	0,0	282,3	86,1
8	2,05	35,6	2,52	256,3	0,0	0,0	0,18	16,6	0,0	255,5	83,4
9	1,15	43,1	1,58	120,15	0,0	0,0	0,18	16,6	0,0	122,8	44,6
10	2,95	55,4	5,19	236,77	0,0	0,0	0,18	16,6	0,0	249,9	115,4