

S.S. 42 "DEL TONALE E DELLA MENDOLA"  
VARIANTE EST DI EDOLO

PROGETTO DEFINITIVO



**CESI**  
Shaping a Better Energy Future  
Mandante

**TECHINT**  
Engineering & Construction  
Mandataria

**IGEAG**  
ENGINEERING S.p.A.  
SERVIZI INTEGRATI DI INGEGNERIA  
Mandante

VISTO: IL RESPONSABILE  
DEL PROCEDIMENTO

RESPONSABILE  
DELL'INTEGRAZIONE DELLE  
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

PROGETTISTA SPECIALISTA

IL COORDINATORE DELLA  
SICUREZZA IN FASE DI  
PROGETTAZIONE

Ing. Giancarlo LUONGO

Ing. Alessandro RODINO

Ing. Alessandro RODINO

Dott. Domenico TRIMBOLI

MURI IN C.A.

SPALLA SX PONTE - MURO ANDATORE  
RELAZIONE DI CALCOLO

CODICE PROGETTO

NOME FILE

T02VI01STRRE06\_B

REVISIONE

SCALA:

PROGETTO      LIV. PROG.      N. PROG.

COMI21    D    1810

CODICE ELAB. T02VI01STRRE06

B

-

C

B

A

REV.

REVISIONE A SEGUITO ISTRUTTORIA ANAS  
E PER RICHIESTA MODIFICA TRACCIATO

EMISSIONE

DESCRIZIONE

Agosto 2021

Maggio 2021

DATA

M. Barale

M. Barale

REDATTO

A. Rodino

A. Rodino

VERIFICATO

A. Rodino

A. Rodino

APPROVATO



| <b>INDICE</b>   | <b>pag.</b> |
|---|-------------|
| 1. INTRODUZIONE .....   | 1           |
| 2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO .....                                 | 2           |
| 3. INQUADRAMENTO GENERALE .....                                   | 3           |
| 4. OPERA IN PROGETTO .....  | 5           |
| 5. PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO .....                          | 7           |
| 6. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....                            | 9           |
| 7. AZIONI DI CALCOLO .....  | 11          |
| 7.1 Carichi permanenti .....                                      | 11          |
| 7.2 Sovraccarichi stradali .....                                  | 11          |
| 7.3 Spinta delle terre .....                                      | 11          |
| 7.4 Azioni sismiche .....   | 12          |
| 8. VERIFICHE A SCORRIMENTO, RIBALTAMENTO E CAPACITÀ PORTANTE..... | 13          |
| 8.1 Metodo di calcolo .....                                       | 15          |
| 8.2 Risultati e verifiche .....                                   | 21          |
| 9. STABILITÀ GLOBALE DELL'INSIEME TERRENO-OPERA .....             | 34          |
| 9.1 Metodo di calcolo .....                                       | 35          |
| 9.2 Risultati e verifiche .....                                   | 38          |
| 10. VERIFICHE STRUTTURALI .....                                   | 50          |
| 10.1 Verifiche a presso-flessione .....                           | 57          |
| 10.2 Verifiche a taglio .....                                     | 59          |
| 11. CONCLUSIONI .....   | 60          |

**ALLEGATI:**

- 
- |            |  |
|------------|--|
| <b>1.1</b> | SEZIONE TIPO 1 – VERIFICHE DI STABILITA' LOCALE  |
| <b>1.2</b> | SEZIONE TIPO 2 – VERIFICHE DI STABILITA' LOCALE  |
| <b>1.3</b> | SEZIONE TIPO 3 – VERIFICHE DI STABILITA' LOCALE  |
| <b>1.4</b> | SEZIONE TIPO 4 – VERIFICHE DI STABILITA' LOCALE  |
| <b>1.5</b> | SEZIONE TIPO 5 – VERIFICHE DI STABILITA' LOCALE  |
| <b>1.6</b> | SEZIONE TIPO 6 – VERIFICHE DI STABILITA' LOCALE  |
| <b>2.1</b> | SEZIONE TIPO 1 – VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE |
| <b>2.2</b> | SEZIONE TIPO 2 – VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE |
| <b>2.3</b> | SEZIONE TIPO 3 – VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE |
| <b>2.4</b> | SEZIONE TIPO 4 – VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE |
| <b>2.5</b> | SEZIONE TIPO 5 – VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE |
| <b>2.6</b> | SEZIONE TIPO 6 – VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE |

## 1. Introduzione

La presente relazione viene redatta nell'ambito del progetto dei "Lavori di Ammodernamento della SS. 42 del Tonale e della Mendola. Variante est di Edolo – LOTTO II".

Nella presente relazione vengono espone le principali analisi di calcolo e verifiche geotecniche e strutturali relative al **Muro Andatore della spalla in sponda SX** del ponte sul Fiume Oglio in progetto.

## 2. Normative di riferimento

- Legge 5 novembre 1971, n. 1086 "Norme tecniche per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica";
- Legge 2 febbraio 1974, n. 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche";
- D.M. Infrastrutture Trasporti 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle «Norme Tecniche per le Costruzioni»";
- Circ. Min. Infrastr. Trasp. 21 gennaio 2019, n. 7 "Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al D.M. 17/01/2018";
- Regolamento (UE) n. 305/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9/03/2011 "Condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione";
- UNI EN 1992-1-1:2005 "Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici";
- UNI EN 1998-1:2005 "Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici";

### 3. Inquadramento Generale

Ai fini delle analisi e delle verifiche riportate nella presente relazione, nel seguito si evidenziano le principali caratteristiche di Ubicazione e Classificazione dell'opera necessarie per la più corretta definizione delle azioni di calcolo, in accordo a quanto previsto dal D.M.17/01/2018.

L'opera di sostegno in progetto risulta essere in diretta continuità con la spalla in sponda sinistra del ponte sul fiume Oglio, a proseguimento dei muri di risvolto della spalla stessa.

Il nuovo ponte in oggetto è ubicato a monte dell'abitato di Edolo e consente alla nuova variante stradale in progetto di scavalcare il letto del Fiume Oglio per connettersi, tramite una intersezione in rotatoria, alla attuale sede stradale della SS n. 42 "*del Tonale e della Mendola*".



Vista Satellitare

Per l'opera in oggetto si definiscono i seguenti parametri di classificazione:

- Latitudine: 46.1877
- Longitudine: 10.3404
- Elevazione: 750 m s.l.m.
- Zona sismica: 3 (Ai sensi della DGR 11/07/2014 n. X/2129);
  
- Tipo di costruzione: 2 (costruzioni con livelli di prestazione ordinari);
- Vita nominale:  $V_N \geq 50$  anni
- Classe d'uso: IV
- Coefficiente d'uso:  $C_u = 2,0$
- Periodo di riferimento per le azioni sismiche:  $V_R = V_N \cdot C_u = 100$  anni

Anche per il muro andatore in oggetto si adottano le stesse caratteristiche di classificazione del ponte.

A tali coordinate, in relazione alla classe d'uso ed alla vita nominale assunte per l'opera in progetto, si associa il seguente valore della accelerazione sismica di riferimento:

$$a_g = 0.0717 \text{ g}$$

La risposta sismica locale deve poi essere corretta in relazione alla "Categoria del Suolo" e alle "Condizioni Topografiche" proprie del sito di costruzione mediante i relativi coefficienti di amplificazione.

Per il tratto di tracciato interessato dall'opera in oggetto, per la presenza di coltri detritiche di versante, il terreno viene classificato come appartenente alla categoria "B", alla quale corrisponde un coefficiente di amplificazione stratigrafica pari a:

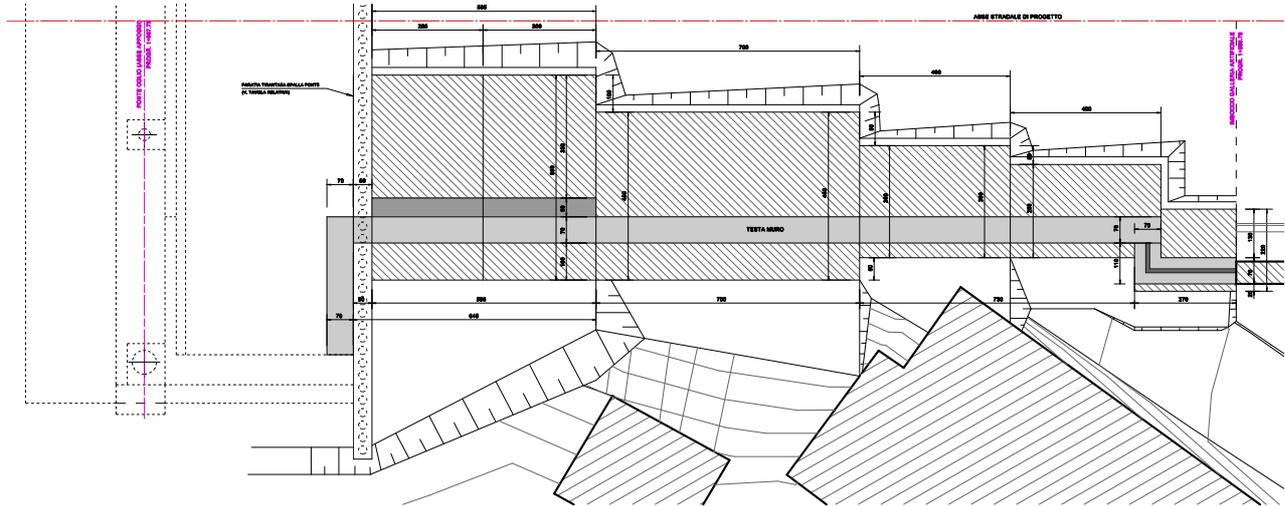
$$S_S = 1.20.$$

Relativamente alla categoria topografica, essendo l'opera ricadente su di un versante a discreta acclività, si assume un coefficiente di amplificazione topografica cautelativo pari a:

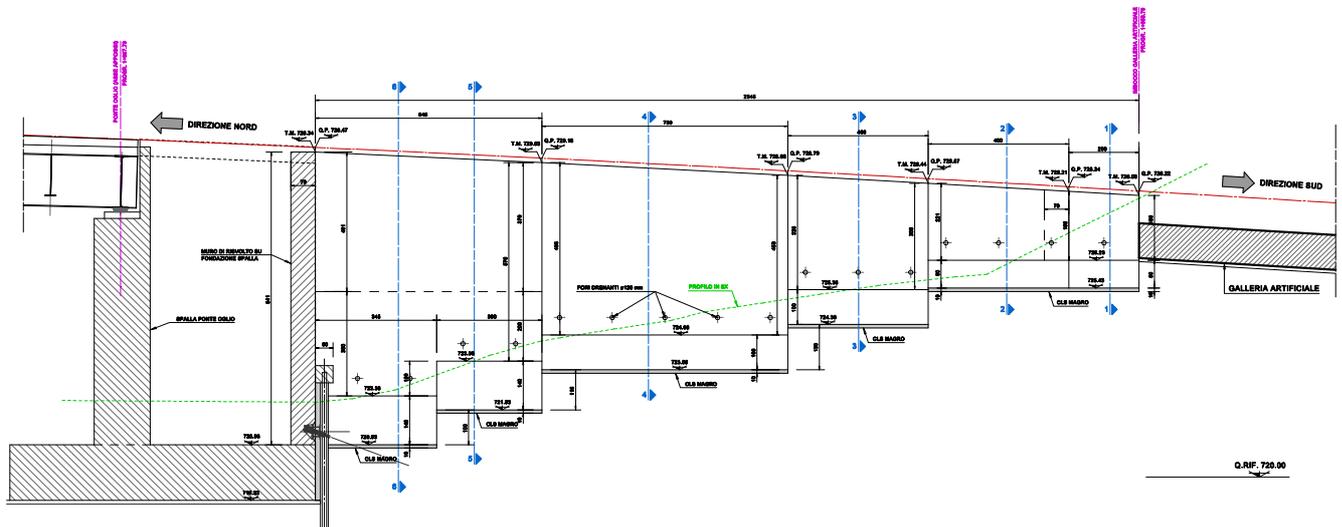
$$S_T = 1.20.$$

#### 4. Opera in progetto

L'opera di sostegno oggetto della presente relazione è prevista a contenimento del rilevato stradale e si sviluppa tra le progressive km 1+958,79 (imbocco della galleria artificiale) e km 1+982,24 (spalla sx del ponte), per una lunghezza complessiva pari a 23.45 m.



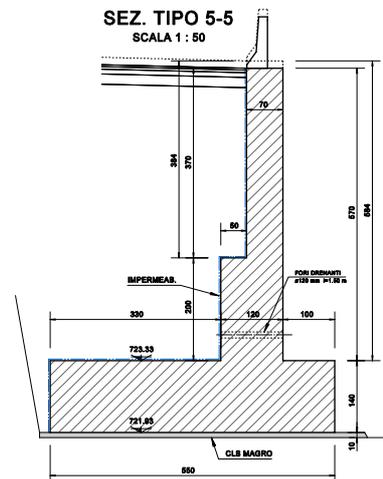
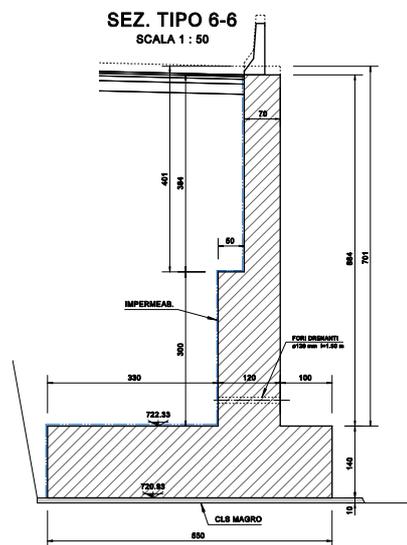
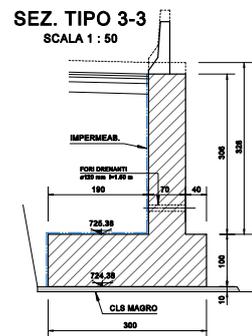
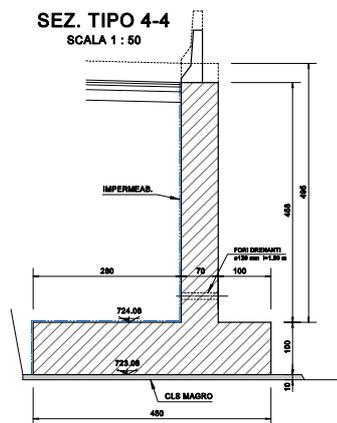
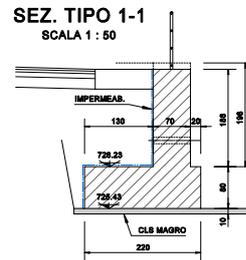
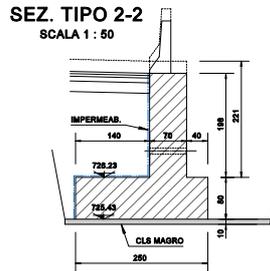
Stralcio planimetria di progetto



Prospetto generale

In relazione alla evidente acclività del versante interessato dalla struttura, questa presenta diverse altezze delle elevazioni con fondazioni impostate a quote diverse come rappresentato nel prospetto generale precedentemente riportato.

Le immagini seguenti rappresentano le sezioni trasversali tipologiche rappresentative.



Per maggiori dettagli in merito si rimanda alla visione degli elaborati grafici di progetto.

## 5. Parametri geotecnici di calcolo

Nella tabella che segue sono sintetizzati i valori caratteristici dei principali parametri geotecnici riferiti ai terreni interessati dalle opere in progetto, utilizzati nelle elaborazioni e verifiche, giudicati sufficientemente cautelativi.

### PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI

| Strato                           | $\gamma$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | $\phi_k$<br>[°] | $c_k$<br>[kPa] | $E_k$<br>[MPa] |
|----------------------------------|----------------------------------|-----------------|----------------|----------------|
| (A) Coltre detritica di versante | 20.0                             | 38              | 0.00           | 80             |
| (B) Rilevato stradale            | 20.0                             | 38              | 0.00           | 50             |

$\gamma$  = densità naturale  
 $\phi_k$  = angolo di resistenza al taglio  
 $c_k$  = coesione  
 $E_k$  = modulo elastico

Per la definizione dei parametri geotecnici da attribuire al nuovo rilevato stradale si è fatto riferimento a valori di letteratura comunemente assunti per rilevati di nuova costruzione realizzati con materiali aridi con buon grado di compattazione.

Relativamente all'angolo di attrito si possono citare ad esempio le correlazioni di Schmertmann 1978, riportate nel diagramma seguente.

Sabbia fine uniforme  $\Rightarrow \phi = 28 + 0,14D_r$ ,

Sabbia media uniforme o fine ben gradata  $\Rightarrow \phi = 31,5 + 0,10D_r$ ,

Sabbia grossa uniforme o media ben gradata  $\Rightarrow \phi = 34,5 + 0,10D_r$ ,

Ghiaietto uniforme o sabbie e ghiaie poco limose  $\Rightarrow \phi = 38 + 0,08D_r$ ,

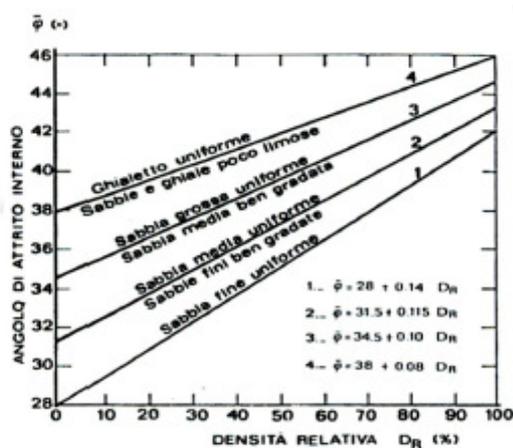


Figura 1. 6 Correlazione di Schmertmann [3]

Per una densità relativa cautelativa del rilevato pari al 80% risulta essere  $\phi = 44^\circ$

Altra fonte è rappresentata, ad esempio, dal “Corso di Principi di Infrastrutture Viarie” della Università del Sannio – BN che riassume i valori sottostanti per materiale sciolto e compattato, variabili nell’ordine di  $45 \div 50^\circ$ .

Tabella 5.1 – Differenze misurate tra gli angoli di attrito di vari materiali prima e dopo il costipamento

| Materiale                              | sciolto                  | compatto                 |
|--|--------------------------|--------------------------|
| Sabbia a granuli arrotondati, uniforme | $27^\circ$               | $34^\circ$               |
| Sabbia a spigoli vivi, ben graduata    | $33^\circ$               | $45^\circ$               |
| Ghiaia sabbiosa                        | $35^\circ$               | $50^\circ$               |
| Sabbia limosa                          | $27^\circ \div 33^\circ$ | $30^\circ \div 35^\circ$ |
| Limo inorganico                        | $27^\circ \div 30^\circ$ | $30^\circ \div 35^\circ$ |

La tabella seguente riporta infine valori comuni per il modulo elastico.

| Terreno                      | $E_t$ (daN/cm <sup>2</sup> ) |
|------------------------------|------------------------------|
| argilla molto molle          | $3.5 \div 21$                |
| argilla molle                | $17.5 \div 42$               |
| argilla di media consistenza | $42 \div 84$                 |
| argilla compatta             | $70 \div 175$                |
| argilla limosa               | $280 \div 420$               |
| limo sabbioso                | $70 \div 210$                |
| sabbia sciolta               | $105 \div 245$               |
| sabbia densa media           | $490 \div 840$               |
| sabbia densa e ghiaia        | $980 \div 1960$              |

Si evidenzia che i parametri geotecnici sopra riportati sono quelli caratteristici, nella terminologia corrente adottata dalla normativa; i valori di calcolo sono definiti, caso per caso, in funzione delle verifiche effettuate e dell'Approccio prescelto, applicando a tali valori i corrispondenti coefficienti parziali di sicurezza " $\gamma_M$ ".

## 6. Caratteristiche dei materiali

### Calcestruzzo Fondazioni C28/35

|  |  |         |                   |
|--|--|---------|-------------------|
| Resistenza caratteristica cubica a compressione          | $R_{ck}$                                       | = 35,00 | N/mm <sup>2</sup> |
| Resistenza caratteristica cilindrica a compressione      | $f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck}$                   | = 28,00 | N/mm <sup>2</sup> |
| Resistenza media cilindrica a compressione               | $f_{cm} = f_{ck} + 8$                          | = 36,00 | N/mm <sup>2</sup> |
| Resistenza media a trazione semplice                     | $f_{ctm} = 0.30 f_{ck}^{2/3}$                  | = 2,77  | N/mm <sup>2</sup> |
| Resistenza caratteristica a trazione                     | $f_{ctk} = 0.7 f_{ctm}$                        | = 1,94  | N/mm <sup>2</sup> |
| Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata | $\alpha_{cc}$                                  | = 0,85  |                   |
| Coefficiente parziale di sicurezza del calcestruzzo      | $\gamma_C$                                     | = 1,50  |                   |
| Resistenza di calcolo a compressione                     | $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_C$ | = 15,87 | N/mm <sup>2</sup> |
| Resistenza di calcolo a trazione                         | $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_C$                 | = 1,29  | N/mm <sup>2</sup> |
| Modulo Elastico  | $E_{cm} = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$             | = 32310 | N/mm <sup>2</sup> |

|                                  |           |
|----------------------------------|-----------|
| Classe di esposizione:           | XC2       |
| Diametro massimo dell'aggregato: | 35 mm     |
| Copriferro minimo:               | 50 mm     |
| Contenuto minimo di cemento:     | 320 kg/mc |
| Massimo rapporto A/C:            | 0.55      |
| Classe di consistenza:           | S3        |

### Calcestruzzo Elevazioni C28/35

|  |  |         |                   |
|--|--|---------|-------------------|
| Resistenza caratteristica cubica a compressione          | $R_{ck}$                                       | = 35,00 | N/mm <sup>2</sup> |
| Resistenza caratteristica cilindrica a compressione      | $f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck}$                   | = 28,00 | N/mm <sup>2</sup> |
| Resistenza media cilindrica a compressione               | $f_{cm} = f_{ck} + 8$                          | = 36,00 | N/mm <sup>2</sup> |
| Resistenza media a trazione semplice                     | $f_{ctm} = 0.30 f_{ck}^{2/3}$                  | = 2,77  | N/mm <sup>2</sup> |
| Resistenza caratteristica a trazione                     | $f_{ctk} = 0.7 f_{ctm}$                        | = 1,94  | N/mm <sup>2</sup> |
| Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata | $\alpha_{cc}$                                  | = 0,85  |                   |
| Coefficiente parziale di sicurezza del calcestruzzo      | $\gamma_C$                                     | = 1,50  |                   |
| Resistenza di calcolo a compressione                     | $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_C$ | = 15,87 | N/mm <sup>2</sup> |
| Resistenza di calcolo a trazione                         | $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_C$                 | = 1,29  | N/mm <sup>2</sup> |
| Modulo Elastico  | $E_{cm} = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$             | = 32310 | N/mm <sup>2</sup> |

|                                  |           |
|----------------------------------|-----------|
| Classe di esposizione:           | XF2       |
| Diametro massimo dell'aggregato: | 35 mm     |
| Copriferro minimo:               | 50 mm     |
| Contenuto minimo di cemento:     | 340 kg/mc |
| Massimo rapporto A/C:            | 0.50      |
| Classe di consistenza:           | S4        |

Nelle verifiche si farà riferimento ad un diagramma tensione-deformazione di tipo "parabola-rettangolo (a)" (§ 4.1.2.1.2.2).

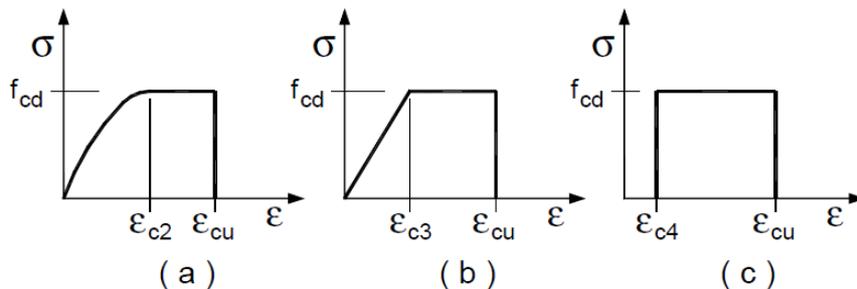


Figura 4.1.1 – Modelli  $\sigma$ - $\varepsilon$  per il calcestruzzo

con:  $\varepsilon_{c2} = 0.20\%$ ;  $\varepsilon_{cu} = 0.35\%$

#### Acciaio da c.a. tipo B450C

|   |                            |   |        |                   |
|---|----------------------------|---|--------|-------------------|
| Tensione caratteristica di snervamento                  | $f_{yk}$                   | = | 450    | N/mm <sup>2</sup> |
| Tensione caratteristica di rottura                      | $f_{tk}$                   | = | 540    | N/mm <sup>2</sup> |
| Coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio | $\gamma_s$                 | = | 1.15   | -                 |
| Resistenza di calcolo                                   | $f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s$ | = | 391.30 | N/mm <sup>2</sup> |
| Modulo Elastico   | $E_s$                      | = | 210000 | N/mm <sup>2</sup> |

Nelle verifiche si farà riferimento ad un diagramma tensione-deformazione di tipo "elastico perfettamente plastico (b)" (§ 4.1.2.1.2.3).

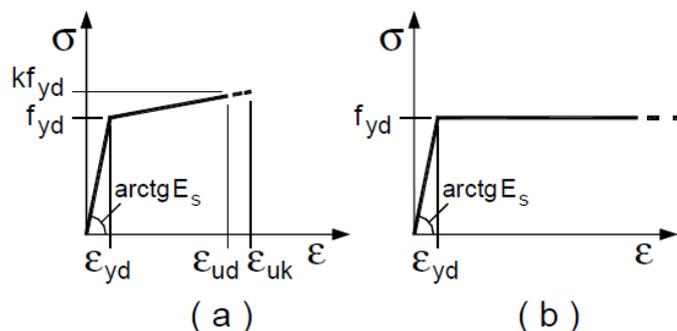


Figura 4.1.2– Modelli  $\sigma$ - $\varepsilon$  per l'acciaio

con:  $\varepsilon_{yd} = 0.187\%$ ;  $\varepsilon_{ud} = 1.00\%$

## 7. Azioni di calcolo

Per l'opera in oggetto, le principali azioni da prendere in considerazione sono le seguenti:

- Carichi permanenti;
- Sovraccarichi sulla sede stradale;
- Spinta delle terre;
- Azioni sismiche.

### 7.1 Carichi permanenti

I carichi permanenti sono quelli dovuti al peso proprio della struttura e sono determinati in relazione alla geometria dell'opera adottando un p.s. del calcestruzzo pari a 25.0 kN/m<sup>3</sup>.

### 7.2 Sovraccarichi stradali

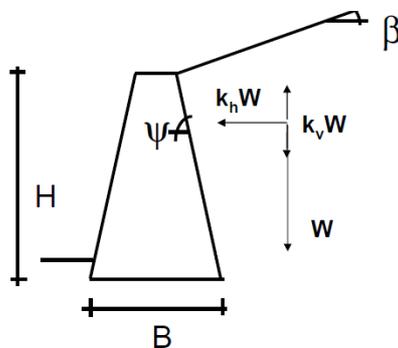
Nelle verifiche di stabilità dell'opera di sostegno é prassi consolidata considerare agente sulla superficie stradale un sovraccarico di esercizio cautelativo pari a 20.0 kPa.

Nelle condizioni sismiche, in accordo a quanto previsto per i ponti stradali (Tab. 5.1.VI), non si considera presente il sovraccarico sulla sede stradale ( $\psi_2 = 0.00$ ).

### 7.3 Spinta delle terre

La spinta del terreno presente a tergo della struttura va considerata come carico permanente di tipo strutturale in quanto il terreno laterale interagendo con l'opera contribuisce, con le sue caratteristiche di peso, resistenza e rigidità, al comportamento strutturale dell'opera (§6.2.3.1.1).

La valutazione delle spinte viene effettuata in riferimento al coefficiente di spinta attiva valutato mediante le formulazioni di Mononobe-Okabe, valide nell'ipotesi di superficie di scivolamento piana:



$$K = \frac{\sin^2(\psi + \phi' - \theta)}{\cos \theta \sin^2 \psi \sin(\psi - \theta - \delta) \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi' + \delta) \sin(\phi' - \beta - \theta)}{\sin(\psi - \theta - \delta) \sin(\psi + \beta)}} \right]^2} \quad \text{per } \beta \leq \phi' - \theta$$

$$K = \frac{\sin^2(\psi + \phi' - \theta)}{\cos \theta \sin^2 \psi \sin(\psi - \theta - \delta)} \quad \text{per } \beta > \phi' - \theta$$

dove:

$\phi'$  = angolo di attrito del terreno;

$\delta$  = angolo di attrito al contatto;

$\psi$  = inclinazione paramento di monte;

$\beta$  = inclinazione della superficie;

$\theta$  =  $\arctan k_h$ ;

$k_h$  = coeff. accelerazione sismica orizzontale;

$k_v$  = coeff. accelerazione sismica verticale (nelle analisi statiche è posto  $k_h = k_v = 0$ ).

#### 7.4 Azioni sismiche

Le azioni sismiche sono rappresentate mediante forze statiche equivalenti pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico.

Per le verifiche di stabilità di opere di sostegno, i valori dei coefficienti sismici di accelerazione orizzontale e verticale possono essere valutati mediante le seguenti espressioni:

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{\max}}{g} \quad [7.11.6]$$

$$k_v = \pm 0,5 \cdot k_h \quad [7.11.7]$$

dove:

$\beta_m$  = coefficiente funzione della categoria del sottosuolo e della  $a_g$

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

$$a_{\max} = S \cdot a_g = (S_S \cdot S_T) \cdot a_g \quad [7.11.8]$$

$S_T, S_S$  = coefficienti che comprendono l'effetto dell'amplificazione stratigrafica ( $S_S$ ) e dell'amplificazione topografica ( $S_T$ );

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito é pari a (NTC18 - §7.11.6.2.1):

$$\beta_m = 0.38$$

Le componenti sismiche di accelerazione orizzontale e verticale sono pertanto:

$$k_h = 0.38 \cdot a_g/g \cdot S_T \cdot S_S = 0.38 \cdot 0.0717 \cdot 1.2 \cdot 1.2 = 0.039$$

$$k_v = \pm 0.50 k_h = \pm 0.50 \cdot 0.039 = \pm 0.020$$

Nelle sole verifiche a ribaltamento in condizioni sismiche tale coefficiente viene incrementato del 50%:

$$k_h = 0.38 \cdot a_g/g \cdot S_T \cdot S_S \cdot 1,5 = 0.38 \cdot 0.0717 \cdot 1.2 \cdot 1.2 \cdot 1,5 = 0.059$$

$$k_v = \pm 0.50 k_h = \pm 0.50 \cdot 0.059 = \pm 0.029$$

## 8. Verifiche a scorrimento, ribaltamento e capacità portante

Nel seguito sono riportati i risultati delle verifiche a scorrimento sul piano fondazione, a ribaltamento e a collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno.

Le suddette verifiche sono eseguite secondo l'approccio di verifica 2, secondo la combinazione A1+M1+R3 (§ 6.5.3.1.1).

Non si é considerata alcuna resistenza passiva attribuibile al terreno antistante la fondazione del muro.

Le verifiche consistono nel verificare, in tutti i casi, il soddisfacimento della seguente espressione:

$$E_d \leq R_d$$

dove:

$E_d$  = Valore dell'azione di calcolo agente;

$R_d$  = Valore della corrispondente Resistenza di calcolo.

Nelle *verifiche a scorrimento*:

$E_d$  = azione tagliante complessiva sul piano di fondazione;

$R_d$  = valore della resistenza a scorrimento disponibile sul piano di fondazione.

Nelle *verifiche a ribaltamento*:

$E_d$  = momento ribaltante ( $M_{RIB}$ ) rispetto all'estremo di valle della fondazione;

$R_d$  = momento stabilizzante ( $M_{STAB}$ ) rispetto allo stesso punto.

Nelle *verifiche di capacità portante*:

$E_d$  = componente verticale della risultante di carico agente sul piano di fondazione;

$R_d$  = capacità portante limite del complesso fondazione – terreno.

Le tabelle seguenti riassumono i coefficienti parziali di riferimento (6.2.I, 6.2.II) utilizzati nelle analisi.

**Tab. 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni**

|                                | Effetto     | Coefficiente Parziale<br>$\gamma_F$ (o $\gamma_E$ ) | EQU | (A1) | (A2) |
|--------------------------------|-------------|---|-----|------|------|
| Carichi permanenti $G_1$       | Favorevole  | $\gamma_{G1}$                                       | 0,9 | 1,0  | 1,0  |
|                                | Sfavorevole |   | 1,1 | 1,3  | 1,0  |
| Carichi permanenti $G_2^{(4)}$ | Favorevole  | $\gamma_{G2}$                                       | 0,8 | 0,8  | 0,8  |
|                                | Sfavorevole |   | 1,5 | 1,5  | 1,3  |
| Azioni variabili Q             | Favorevole  | $\gamma_{Q1}$                                       | 0,0 | 0,0  | 0,0  |
|                                | Sfavorevole |   | 1,5 | 1,5  | 1,3  |

<sup>(4)</sup> Per i carichi permanenti  $G_2$  si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti  $\gamma_G$

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

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

I valori della resistenza *di progetto* " $R_d$ " si determinano mediante l'applicazione di un coefficiente di sicurezza " $\gamma_R$ " desunto dalle specifiche tabelle per le opere di sostegno.

$$R_d = \frac{1}{\gamma_R} R$$

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

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

Condizioni Statiche

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

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

Condizioni Sismiche

## 8.1 Metodo di calcolo

Le elaborazioni numeriche riportate nel presente capitolo sono effettuate mediante l'ausilio del codice di calcolo MB Muro Rev. 3.03.

Il programma in oggetto è specificatamente progettato per eseguire le verifiche di stabilità delle opere di sostegno rigide, sia in condizioni statiche che sismiche, secondo quanto prescritto dal D.M. 17.01.2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni" (NTC 18).

L'affidabilità del codice di calcolo è documentata dalla validazione fornita in dotazione al software ed è supportata, in fase di output, da una dettagliata ed esauriente rappresentazione dei risultati ottenuti dal calcolo, che ne consente un rapido controllo.

Sono visualizzabili nel dettaglio tutti i calcoli effettuati, corredati delle relative espressioni utilizzate. Trattandosi in particolare di calcoli che comportano semplici operazioni, quali somme e moltiplicazioni, tutti i dettagli del calcolo possono essere agevolmente verificati e riprodotti mediante calcolo "a mano" o mediante l'uso di semplici fogli di calcolo elettronico.

Il software inoltre è dotato di strumenti di controllo dei dati di input, che vanno dalla verifica delle caratteristiche geometriche al controllo della congruenza dei dati impostati, volti a verificare ed evidenziare, in fase di input e di elaborazione, eventuali valori non coerenti dei dati, il cui utilizzo potrebbe compromettere la corretta elaborazione dei risultati.

Altra particolare facilitazione è rappresentata dalla visualizzazione grafica, in tempo reale, della geometria, delle azioni di calcolo applicate nelle varie combinazioni di carico, e dei risultati specifici per ciascuna combinazione. Tutte caratteristiche che consentono di avere sempre costantemente sotto controllo l'evoluzione dell'analisi, dall'inserimento dei dati al calcolo e visualizzazione dei risultati.

Assegnati la geometria dell'opera, le caratteristiche geotecniche e il profilo degli strati di terreno presenti a tergo ed in fondazione alla stessa, gli eventuali carichi esterni aggiuntivi ed i parametri sismici del sito, il codice di calcolo determina l'entità delle pressioni e delle relative spinte trasmesse alla struttura dal terreno e dal sisma (ai fini della verifica delle condizioni di stabilità sia nei confronti di eventuali scorrimenti dell'opera sul piano di fondazione, sia per eventuali ribaltamenti della stessa), nonché le risultanti sul piano di fondazione (ai fini della verifica di capacità portante).

Le spinte del terreno vengono calcolate, sia nelle condizioni statiche che sismiche, con riferimento al coefficiente di spinta attiva determinato in accordo alle formulazioni di Mononobe-Okabe, precedentemente richiamate.

Nelle Condizioni Statiche é prevista l'applicazione dei coefficienti parziali delle colonna A1 sulle azioni, i coefficienti parziali della colonna M1 sui parametri geotecnici ed i coefficienti globali " $\gamma_R$ " indicati nella colonna R3.

Le spinte del terreno sull'opera sono calcolate utilizzando i parametri geotecnici caratteristici ( $\gamma_{M1}$ ); come previsto dalla norma (§6.2.4.1.1) tali spinte sono da intendersi come carichi permanenti di tipo strutturale sfavorevoli, pertanto il relativo coefficiente di combinazione ( $\gamma_F$ ) è pari a 1.3 (A1).

Nelle Condizioni Sismiche la combinazione delle azioni prevede l'applicazione delle azioni sismiche in concomitanza con le spinte del terreno e i carichi permanenti non incrementati ( $\gamma_G=1.0$ ) e con le eventuali azioni variabili moltiplicate per il relativo coefficiente di partecipazione sismica ( $\psi_2$ ):

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad [2.5.5]$$

Come previsto dalla normativa (§7.11.1), i valori dei parametri geotecnici di calcolo sono gli stessi utilizzati per le verifiche in condizioni statiche (colonna M1).

Nelle **verifiche a scorrimento** l'azione " $E_d$ " è rappresentata dal valore della azione di scorrimento di calcolo " $V_{sd}$ " agente sul piano di fondazione, mentre " $R_d$ " viene calcolata come:

$$R_d = \frac{N_{sd} \cdot \operatorname{tg}(\delta_d) + c_{a,d} \cdot B}{\gamma_R}$$

dove:

- $N_{sd}$  = valore dell'azione verticale agente sul piano di fondazione;
- $\delta_d$  = angolo di attrito di calcolo all'interfaccia fondazione-terreno;
- $c_{a,d}$  = coesione di aderenza all'interfaccia fondazione-terreno;
- $B$  = Larghezza della fondazione.

Nelle **verifiche a ribaltamento**, l'azione " $E_d$ " è rappresentata dal valore del *momento ribaltante* " $M_{rib}$ " calcolato rispetto all'estremo di valle della fondazione, che è il punto attorno al quale avviene il ribaltamento, mentre " $R_d$ " è rappresentato dal valore del momento stabilizzante rispetto allo stesso punto.

$$E_d = M_{RIB} \qquad R_d = \frac{M_{STAB}}{\gamma_R}$$

Nella determinazione del momento ribaltante rientrano in generale le spinte del terreno, dell'eventuale acqua di falda e le azioni sismiche orizzontali applicate alle masse strutturali dell'opera e alle masse di terreno eventualmente gravanti sull'opera.

Il momento stabilizzante è invece determinato, in generale, dai pesi propri del muro, delle eventuali masse di terreno presenti su di esso e dalle componenti sismiche verticali applicate a questi (è da evidenziare che, nel caso di sisma rivolto verso l'alto, le componenti sismiche verticali determinano un "alleggerimento" delle masse in gioco; tali azioni sono quindi considerate come riduzione del momento stabilizzante e non come incremento del momento ribaltante).

Nelle **verifiche di capacità portante**, l'azione " $E_d$ " è rappresentata dal valore della azione verticale di calcolo " $N_{sd}$ " agente sul piano di fondazione, mentre la resistenza " $R_d$ " viene calcolata come:

$$R_d = \frac{(q_{lim} \cdot B)}{\gamma_R}$$

dove:

$B$  = larghezza dell'area effettiva di carico sul piano di fondazione rispetto alla quale la risultante verticale sul piano di fondazione è centrata;

$q_{lim}$  = pressione unitaria limite che determina la rottura del terreno di fondazione

Per *Pressione Unitaria Limite* ( $q_{lim}$ ) si intende la massima pressione (kPa) applicabile sul piano di fondazione prima che si instaurino fenomeni di collasso per superamento della resistenza al taglio del terreno di fondazione stesso.

In condizioni statiche la valutazione della pressione limite viene effettuata mediante la nota espressione di **Brinch-Hansen** (1970) che costituisce un'estensione dell'equazione di *Buisman* (1935) e *Terzaghi* (1943), ottenuta per sovrapposizione di soluzioni relative a casi particolari.

$$q_{lim} = \frac{1}{2} \gamma' B N_{\gamma} s_{\gamma} i_{\gamma} b_{\gamma} g_{\gamma} + c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c + q' N_q s_q d_q i_q b_q g_q$$

nella quale:

- $\gamma$  = Peso specifico naturale "efficace" del terreno immediatamente al di sotto del piano di fondazione;
- B = Larghezza dell'area effettiva di carico sul piano di fondazione;
- $c'$  = Coesione attribuibile al terreno di fondazione;
- $q'$  = Sovraccarico di terreno eventualmente presente ai lati della fondazione;
- $N_\gamma N_c N_q$  = fattori di capacità portante dipendenti dall'angolo di attrito del terreno;
- $s_\gamma s_c s_q$  = fattori di forma della fondazione;
- $i_\gamma i_c i_q$  = Fattori correttivi che tengono conto dell'inclinazione del carico;
- $b_\gamma b_c b_q$  = Fattori correttivi che tengono conto dell'inclinazione del piano di fondazione;
- $g_\gamma g_c g_q$  = Fattori correttivi che tengono conto dell'inclinazione del piano campagna;
- $d_c d_q$  = Fattori dipendenti dalla profondità del piano di posa della fondazione.

La larghezza "B" effettiva equivalente di carico da considerare è quella rispetto alla quale la risultante di carico risulta essere centrata; se "B<sub>R</sub>" è la larghezza reale della fondazione ed "e" è l'eccentricità del carico, essa risulta pari a:

$$B = B_R - 2e$$

I fattori di capacità portante " $N_\gamma$ ,  $N_c$ ,  $N_q$ " sono dati in funzione dell'angolo di attrito interno del terreno presente al di sotto del piano di fondazione:

$$N_q = e^{(\pi \tan \phi')} \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi'}{2} \right) \quad \text{Meyerhof (1951)}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot g \phi' \quad \text{Meyerhof (1951)}$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi' \quad \text{Vésic (1975)}$$

I coefficienti " $s_\gamma$ ,  $s_c$ ,  $s_q$ " consentono di ottenere la soluzione nel caso di fondazioni a pianta rettangolare di larghezza "B" ed estensione "L"; essi sono valutati mediante le seguenti espressioni:

$$s_\gamma = 1 + 0.1 (B/L) (1 + \sin \phi') / (1 - \sin \phi')$$

$$s_q = s_\gamma$$

$$s_c = 1 + 0.2 (B/L) (1 + \sin \phi') / (1 - \sin \phi')$$

Il coefficiente " $d_q$ " permette di tenere conto dell'approfondimento relativo "D" del piano di posa della fondazione rispetto al piano campagna:

- per valori di approfondimento  $D \leq B$ , esso viene determinato come:

$$d_q = 1 + 2 (D/B) \operatorname{tg} \phi' (1 - \sin \phi')^2$$

- per valori di approfondimento  $D > B$ :

$$d_q = 1 + 2 \operatorname{tg} \phi' (1 - \sin \phi')^2 \tan^{-1}(D/B)$$

Il valore di " $d_c$ " può essere ricavato secondo Vesic (1973) come:

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \operatorname{tg} \phi')$$

A favore di sicurezza, nei calcoli svolti si trascurano tali contributi adottando valori dei suddetti coefficienti correttivi pari all'unità.

I coefficienti " $i_\gamma$ ,  $i_c$ ,  $i_q$ " tengono conto dell'effetto dell'inclinazione della risultante di carico presente sul piano di fondazione; per la loro valutazione sono utilizzate le seguenti espressioni (Vesic, 1970):

$$i_\gamma = [1 - H/(N+B \cdot L \cdot c' \cdot \cot \phi')]^{(m+1)}$$

$$i_q = [1 - H/(N+B \cdot L \cdot c' \cdot \cot \phi')]^{(m)}$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q)/(N_c \cdot \tan \phi')$$

dove:  $m = (2+B/L)/(1+B/L)$ ;

B, L sono le dimensioni in pianta della fondazione;

N = componente verticale di carico;

H = componente orizzontale di carico.

Non essendo previsti piani di fondazione inclinati, i coefficienti " $b_\gamma$ ,  $b_c$ ,  $b_q$ " vengono in questo caso assunti pari all'unità; analoghe considerazioni si possono effettuare anche per i coefficienti " $g_\gamma$ ,  $g_c$ ,  $g_q$ ".

Nelle condizioni sismiche la determinazione della capacità portante del terreno di fondazione é ancora effettuata mediante l'utilizzo della espressione di Brinch-Hansen, applicando a ciascuno dei termini componenti il relativo fattore riduttivo "z" atto a tenere conto degli effetti inerziali (Paolucci e Pecker - 1997):

$$q_{lim} = \frac{1}{2} \gamma' B N_{\gamma} s_{\gamma} i_{\gamma} b_{\gamma} g_{\gamma} z_{\gamma} + c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c z_c + q' N_q s_q d_q i_q b_q g_q z_q$$

dove:  $z_q = z_{\gamma} = \left(1 - \frac{k_h}{\text{tg}\varphi}\right)^{0,35}$        $z_c = 1 - 0,32k_h$        $k_h = \frac{S \cdot a_g}{g}$

Nelle suddette espressioni "S·a<sub>g</sub>" è l'accelerazione massima attesa al sito e comprende gli effetti di amplificazione stratigrafica (S<sub>s</sub>) e topografica (S<sub>T</sub>), mentre "a<sub>g</sub>" è l'accelerazione orizzontale massima su sito di riferimento rigido.

## 8.2 Risultati e verifiche

Nelle pagine seguenti, in riferimento alle sezioni tipo rappresentative del muro in oggetto, si riportano le schede di sintesi dei risultati delle verifiche effettuate per tutte le combinazioni di carico di norma (In calce alla presente relazione sono allegate le schede di dettaglio relative).

Nei calcoli non si é considerata la resistenza passiva del terreno di valle posto in affiancamento alla fondazione.

Il codice di calcolo utilizzato prevede la possibilità di eseguire le verifiche per le seguenti combinazioni di carico:

|   |           |             |                             |
|---|-----------|-------------|-----------------------------|
| 1 | Statica   | (A1 +M1+R3) |                             |
| 2 | Statica   | (A2 +M2+R2) |                             |
| 3 | Statica   | (EQU+M1+R3) | (*)Non pertinente per NTC18 |
| 4 | Sisma Su  | (M1+R3)     |                             |
| 5 | Sisma Giu | (M1+R3)     |                             |
| 6 | Sisma Su  | (M2+R2)     | (*)Non pertinente per NTC18 |
| 7 | Sisma Giu | (M2+R2)     | (*)Non pertinente per NTC18 |
| 8 | Sisma Su  | RIB (M1+R3) |                             |
| 9 | Sisma Giu | RIB (M1+R3) |                             |

In relazione alla normativa adottata (NTC18) non sono eseguite le verifiche per le combinazioni 3, 6 e 7 che sono combinazioni previste dalla precedente normativa (NTC08).

E' inoltre da evidenziare che:

- la combinazione n. 2 (A2+M2+R2) riguarda la sola verifica di stabilità globale dell'insieme opera/terreno (NTC18 - §6.5.3.1.1);
- le combinazioni n. 8 e 9, sismiche RIB (M1+R3), riguardano la sola verifica a ribaltamento eseguita con le azioni sismiche maggiorate del 50%, come imposto dalla normativa (NTC18 - §7.11.6.2.1);
- per diretta conseguenza le combinazioni 4 e 5 sismiche (M1+R3) riguardano invece le sole verifiche a scorrimento e di capacità portante con l'azione sismica di progetto non maggiorata.

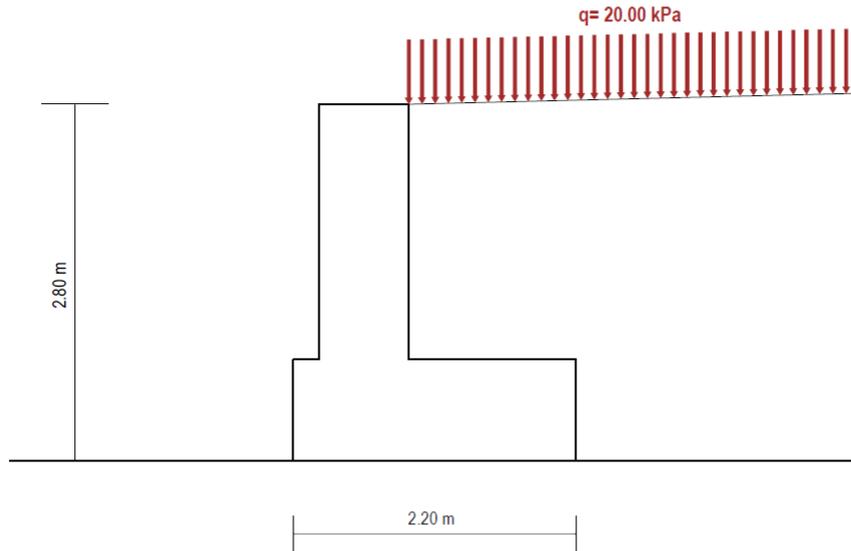
## SEZIONE TIPO 1

### SINTESI DEI RISULTATI

| ***** V E R I F I C H E ***** |  |                 |                  |            |            |
|-------------------------------|--|-----------------|------------------|------------|------------|
| <b>SCORRIMENTO</b>            |  |                 |                  |            |            |
|                               |  | <b>Az. (Ed)</b> | <b>Res. (Rd)</b> | <b>fs</b>  | <b>chk</b> |
| <b>NC Descrizione</b>         |  | <b>[kN]</b>     | <b>[kN]</b>      | <b>[-]</b> |            |
| 1 Statica (A1 +M1+R3)         |  | 37.61           | 64.26            | 1.71       | ok         |
| 4 Sisma Su (M1+R3)            |  | 22.36           | 64.89            | 2.90       | ok         |
| 5 Sisma Giu (M1+R3)           |  | 22.98           | 67.47            | 2.94       | ok         |
| 8 Sisma Su RIB (M1+R3)        |  | --              | --               | --         | --         |
| 9 Sisma Giu RIB (M1+R3)       |  | --              | --               | --         | --         |
| <b>RIBALTAMENTO</b>           |  |                 |                  |            |            |
|                               |  | <b>Az. (Ed)</b> | <b>Res. (Rd)</b> | <b>fs</b>  | <b>chk</b> |
| <b>NC Descrizione</b>         |  | <b>[kNm]</b>    | <b>[kNm]</b>     | <b>[-]</b> |            |
| 1 Statica (A1 +M1+R3)         |  | 4.29            | 129.56           | 30.22      | ok         |
| 4 Sisma Su (M1+R3)            |  | --              | --               | --         | --         |
| 5 Sisma Giu (M1+R3)           |  | --              | --               | --         | --         |
| 8 Sisma Su RIB (M1+R3)        |  | 8.56            | 144.61           | 16.90      | ok         |
| 9 Sisma Giu RIB (M1+R3)       |  | 8.47            | 153.38           | 18.11      | ok         |
| <b>CAPACITA' PORTANTE</b>     |  |                 |                  |            |            |
|                               |  | <b>Az. (Ed)</b> | <b>Res. (Rd)</b> | <b>fs</b>  | <b>chk</b> |
| <b>NC Descrizione</b>         |  | <b>[kN]</b>     | <b>[kN]</b>      | <b>[-]</b> |            |
| 1 Statica (A1 +M1+R3)         |  | 149.24          | 877.11           | 5.88       | ok         |
| 4 Sisma Su (M1+R3)            |  | 137.00          | 1533.50          | 11.19      | ok         |
| 5 Sisma Giu (M1+R3)           |  | 142.44          | 1550.17          | 10.88      | ok         |
| 8 Sisma Su RIB (M1+R3)        |  | --              | --               | --         | --         |
| 9 Sisma Giu RIB (M1+R3)       |  | --              | --               | --         | --         |

MB Muro Rev 3.03

**PONTE SUL FIUME OGLIO**  
 MURO ANDATORE IN SPONDA SX  
 SEZIONE TIPO 1-1

**GEOMETRIA E DATI GENERALI DI INPUT**
**STRATI DI MONTE**
**STRATO N.1**  
 G = 20.00 kN/m<sup>3</sup>  
 φ' = 38.00 °  
 c' = 0.00 kN/m<sup>2</sup>

**STRATO FONDAZIONE**

 G = 20.00 kN/m<sup>3</sup>  
 φ' = 38.00 °  
 c' = 0.00 kN/m<sup>2</sup>
**TABELLA DI SINTESI DELLE VERIFICHE**

| SCORRIMENTO             |          |           |      |     | CAPACITA' PORTANTE      |          |           |       |     |
|-------------------------|----------|-----------|------|-----|-------------------------|----------|-----------|-------|-----|
|                         | Az. (Ed) | Res. (Rd) | fs   | chk |                         | Az. (Ed) | Res. (Rd) | fs    | chk |
| NC Descrizione          | [kN]     | [kN]      | [-]  |     | NC Descrizione          | [kN]     | [kN]      | [-]   |     |
| 1 Statica (A1 +M1+R3)   | 37.61    | 64.26     | 1.71 | ok  | 1 Statica (A1 +M1+R3)   | 149.24   | 877.11    | 5.88  | ok  |
| 4 Sisma Su (M1+R3)      | 22.36    | 64.89     | 2.90 | ok  | 4 Sisma Su (M1+R3)      | 137.00   | 1533.50   | 11.19 | ok  |
| 5 Sisma Giu (M1+R3)     | 22.98    | 67.47     | 2.94 | ok  | 5 Sisma Giu (M1+R3)     | 142.44   | 1550.17   | 10.88 | ok  |
| 8 Sisma Su RIB (M1+R3)  | --       | --        | --   | --  | 8 Sisma Su RIB (M1+R3)  | --       | --        | --    | --  |
| 9 Sisma Giu RIB (M1+R3) | --       | --        | --   | --  | 9 Sisma Giu RIB (M1+R3) | --       | --        | --    | --  |

| RIBALTAMENTO            |          |           |       |     |
|-------------------------|----------|-----------|-------|-----|
|                         | Az. (Ed) | Res. (Rd) | fs    | chk |
| NC Descrizione          | [kNm]    | [kNm]     | [-]   |     |
| 1 Statica (A1 +M1+R3)   | 4.29     | 129.56    | 30.22 | ok  |
| 4 Sisma Su (M1+R3)      | --       | --        | --    | --  |
| 5 Sisma Giu (M1+R3)     | --       | --        | --    | --  |
| 8 Sisma Su RIB (M1+R3)  | 8.56     | 144.61    | 16.90 | ok  |
| 9 Sisma Giu RIB (M1+R3) | 8.47     | 153.38    | 18.11 | ok  |

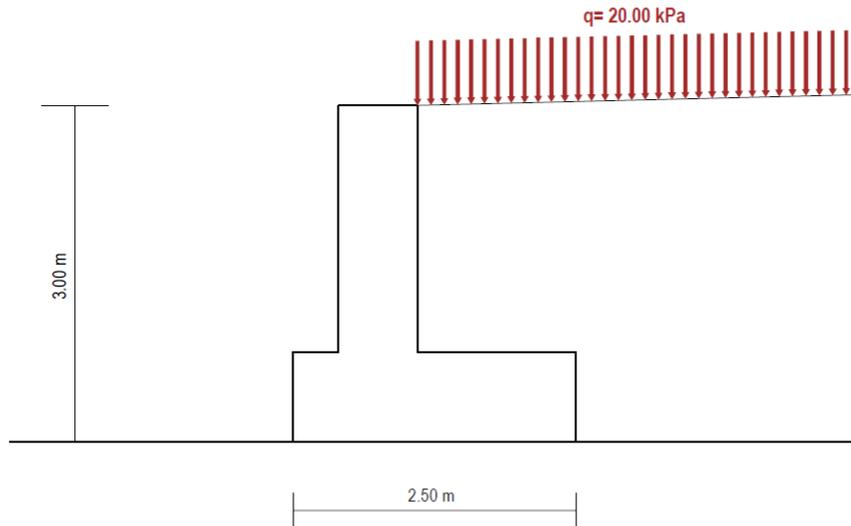
## SEZIONE TIPO 2

### SINTESI DEI RISULTATI

| **** V E R I F I C H E **** |  |                 |                  |            |            |
|-----------------------------|--|-----------------|------------------|------------|------------|
| <b>SCORRIMENTO</b>          |  |                 |                  |            |            |
|                             |  | <b>Az. (Ed)</b> | <b>Res. (Rd)</b> | <b>fs</b>  | <b>chk</b> |
| <b>NC Descrizione</b>       |  | <b>[kN]</b>     | <b>[kN]</b>      | <b>[-]</b> |            |
| 1 Statica (A1 +M1+R3)       |  | 41.89           | 73.39            | 1.75       | ok         |
| 4 Sisma Su (M1+R3)          |  | 25.66           | 74.37            | 2.90       | ok         |
| 5 Sisma Giu (M1+R3)         |  | 26.38           | 77.32            | 2.93       | ok         |
| 8 Sisma Su RIB (M1+R3)      |  | --              | --               | --         | --         |
| 9 Sisma Giu RIB (M1+R3)     |  | --              | --               | --         | --         |
| <b>RIBALTAMENTO</b>         |  |                 |                  |            |            |
|                             |  | <b>Az. (Ed)</b> | <b>Res. (Rd)</b> | <b>fs</b>  | <b>chk</b> |
| <b>NC Descrizione</b>       |  | <b>[kNm]</b>    | <b>[kNm]</b>     | <b>[-]</b> |            |
| 1 Statica (A1 +M1+R3)       |  | 1.92            | 176.74           | 91.86      | ok         |
| 4 Sisma Su (M1+R3)          |  | --              | --               | --         | --         |
| 5 Sisma Giu (M1+R3)         |  | --              | --               | --         | --         |
| 8 Sisma Su RIB (M1+R3)      |  | 8.90            | 197.27           | 22.17      | ok         |
| 9 Sisma Giu RIB (M1+R3)     |  | 8.72            | 209.23           | 24.01      | ok         |
| <b>CAPACITA' PORTANTE</b>   |  |                 |                  |            |            |
|                             |  | <b>Az. (Ed)</b> | <b>Res. (Rd)</b> | <b>fs</b>  | <b>chk</b> |
| <b>NC Descrizione</b>       |  | <b>[kN]</b>     | <b>[kN]</b>      | <b>[-]</b> |            |
| 1 Statica (A1 +M1+R3)       |  | 170.43          | 1334.64          | 7.83       | ok         |
| 4 Sisma Su (M1+R3)          |  | 157.00          | 2220.95          | 14.15      | ok         |
| 5 Sisma Giu (M1+R3)         |  | 163.24          | 2243.95          | 13.75      | ok         |
| 8 Sisma Su RIB (M1+R3)      |  | --              | --               | --         | --         |
| 9 Sisma Giu RIB (M1+R3)     |  | --              | --               | --         | --         |

MB Muro Rev 3.03

**PONTE SUL FIUME OGLIO**  
 MURO ANDATORE IN SPONDA SX  
 SEZIONE TIPO 2-2

**GEOMETRIA E DATI GENERALI DI INPUT**
**STRATI DI MONTE**
**STRATO N.1**  
 G = 20.00 kN/m<sup>3</sup>  
 φ' = 38.00 °  
 c' = 0.00 kN/m<sup>2</sup>

**STRATO FONDAZIONE**

 G = 20.00 kN/m<sup>3</sup>  
 φ' = 38.00 °  
 c' = 0.00 kN/m<sup>2</sup>
**TABELLA DI SINTESI DELLE VERIFICHE**

| SCORRIMENTO             |          |           |      |     | CAPACITA' PORTANTE      |          |           |       |     |
|-------------------------|----------|-----------|------|-----|-------------------------|----------|-----------|-------|-----|
|                         | Az. (Ed) | Res. (Rd) | fs   | chk |                         | Az. (Ed) | Res. (Rd) | fs    | chk |
| NC Descrizione          | [kN]     | [kN]      | [-]  |     | NC Descrizione          | [kN]     | [kN]      | [-]   |     |
| 1 Statica (A1 +M1+R3)   | 41.89    | 73.39     | 1.75 | ok  | 1 Statica (A1 +M1+R3)   | 170.43   | 1334.64   | 7.83  | ok  |
| 4 Sisma Su (M1+R3)      | 25.66    | 74.37     | 2.90 | ok  | 4 Sisma Su (M1+R3)      | 157.00   | 2220.95   | 14.15 | ok  |
| 5 Sisma Giu (M1+R3)     | 26.38    | 77.32     | 2.93 | ok  | 5 Sisma Giu (M1+R3)     | 163.24   | 2243.95   | 13.75 | ok  |
| 8 Sisma Su RIB (M1+R3)  | --       | --        | --   | --  | 8 Sisma Su RIB (M1+R3)  | --       | --        | --    | --  |
| 9 Sisma Giu RIB (M1+R3) | --       | --        | --   | --  | 9 Sisma Giu RIB (M1+R3) | --       | --        | --    | --  |

| RIBALTAMENTO            |          |           |       |     |
|-------------------------|----------|-----------|-------|-----|
|                         | Az. (Ed) | Res. (Rd) | fs    | chk |
| NC Descrizione          | [kNm]    | [kNm]     | [-]   |     |
| 1 Statica (A1 +M1+R3)   | 1.92     | 176.74    | 91.86 | ok  |
| 4 Sisma Su (M1+R3)      | --       | --        | --    | --  |
| 5 Sisma Giu (M1+R3)     | --       | --        | --    | --  |
| 8 Sisma Su RIB (M1+R3)  | 8.90     | 197.27    | 22.17 | ok  |
| 9 Sisma Giu RIB (M1+R3) | 8.72     | 209.23    | 24.01 | ok  |

## SEZIONE TIPO 3

### SINTESI DEI RISULTATI

| **** V E R I F I C H E **** |  |                 |                  |            |            |
|-----------------------------|--|-----------------|------------------|------------|------------|
| <b>SCORRIMENTO</b>          |  |                 |                  |            |            |
|                             |  | <b>Az. (Ed)</b> | <b>Res. (Rd)</b> | <b>fs</b>  | <b>chk</b> |
| <b>NC Descrizione</b>       |  | <b>[kN]</b>     | <b>[kN]</b>      | <b>[-]</b> |            |
| 1 Statica (A1 +M1+R3)       |  | 74.74           | 126.80           | 1.70       | ok         |
| 4 Sisma Su (M1+R3)          |  | 50.70           | 129.40           | 2.55       | ok         |
| 5 Sisma Giu (M1+R3)         |  | 52.17           | 134.54           | 2.58       | ok         |
| 8 Sisma Su RIB (M1+R3)      |  | --              | --               | --         | --         |
| 9 Sisma Giu RIB (M1+R3)     |  | --              | --               | --         | --         |
| <b>RIBALTAMENTO</b>         |  |                 |                  |            |            |
|                             |  | <b>Az. (Ed)</b> | <b>Res. (Rd)</b> | <b>fs</b>  | <b>chk</b> |
| <b>NC Descrizione</b>       |  | <b>[kNm]</b>    | <b>[kNm]</b>     | <b>[-]</b> |            |
| 1 Statica (A1 +M1+R3)       |  | 20.88           | 360.88           | 17.28      | ok         |
| 4 Sisma Su (M1+R3)          |  | --              | --               | --         | --         |
| 5 Sisma Giu (M1+R3)         |  | --              | --               | --         | --         |
| 8 Sisma Su RIB (M1+R3)      |  | 32.16           | 402.81           | 12.53      | ok         |
| 9 Sisma Giu RIB (M1+R3)     |  | 32.22           | 427.22           | 13.26      | ok         |
| <b>CAPACITA' PORTANTE</b>   |  |                 |                  |            |            |
|                             |  | <b>Az. (Ed)</b> | <b>Res. (Rd)</b> | <b>fs</b>  | <b>chk</b> |
| <b>NC Descrizione</b>       |  | <b>[kN]</b>     | <b>[kN]</b>      | <b>[-]</b> |            |
| 1 Statica (A1 +M1+R3)       |  | 294.46          | 671.24           | 2.28       | ok         |
| 4 Sisma Su (M1+R3)          |  | 273.18          | 1074.69          | 3.93       | ok         |
| 5 Sisma Giu (M1+R3)         |  | 284.03          | 1087.40          | 3.83       | ok         |
| 8 Sisma Su RIB (M1+R3)      |  | --              | --               | --         | --         |
| 9 Sisma Giu RIB (M1+R3)     |  | --              | --               | --         | --         |

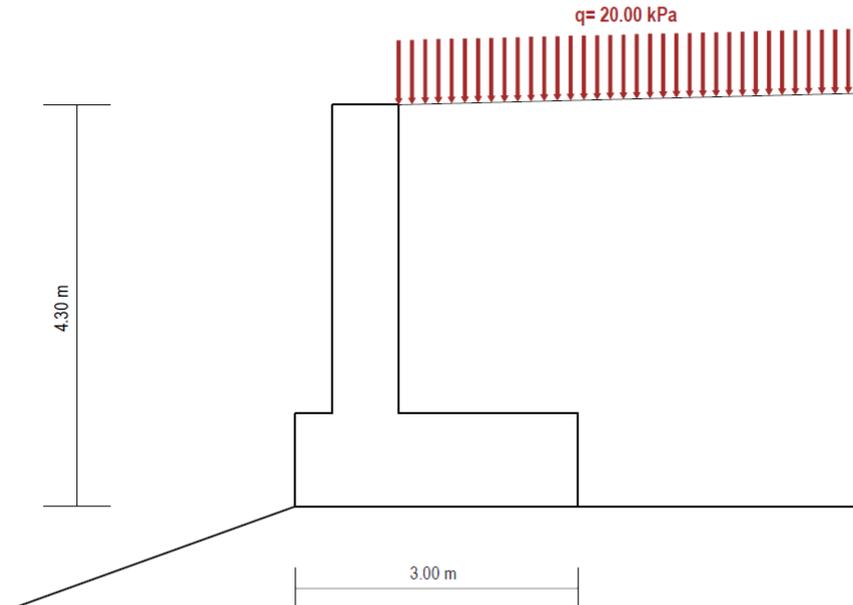
MB Muro Rev 3.03

**PONTE SUL FIUME OGLIO**  
MURO ANDATORE IN SPONDA SX  
SEZIONE TIPO 3-3

**GEOMETRIA E DATI GENERALI DI INPUT**

**STRATI DI MONTE**

STRATO N.1  
G = 20.00 kN/m<sup>3</sup>  
e' = 38.00 °  
c' = 0.00 kN/m<sup>2</sup>



**STRATO FONDAZIONE**

G = 20.00 kN/m<sup>3</sup>  
e' = 38.00 °  
c' = 0.00 kN/m<sup>2</sup>

**TABELLA DI SINTESI DELLE VERIFICHE**

| SCORRIMENTO             |          |           |      |     | CAPACITA' PORTANTE      |          |           |      |     |
|-------------------------|----------|-----------|------|-----|-------------------------|----------|-----------|------|-----|
|                         | Az. (Ed) | Res. (Rd) | fs   | chk |                         | Az. (Ed) | Res. (Rd) | fs   | chk |
| NC Descrizione          | [kN]     | [kN]      | [-]  |     | NC Descrizione          | [kN]     | [kN]      | [-]  |     |
| 1 Statica (A1 +M1+R3)   | 74.74    | 126.80    | 1.70 | ok  | 1 Statica (A1 +M1+R3)   | 294.46   | 671.24    | 2.28 | ok  |
| 4 Sisma Su (M1+R3)      | 50.70    | 129.40    | 2.55 | ok  | 4 Sisma Su (M1+R3)      | 273.18   | 1074.69   | 3.93 | ok  |
| 5 Sisma Giu (M1+R3)     | 52.17    | 134.54    | 2.58 | ok  | 5 Sisma Giu (M1+R3)     | 284.03   | 1087.40   | 3.83 | ok  |
| 8 Sisma Su RIB (M1+R3)  | --       | --        | --   | --  | 8 Sisma Su RIB (M1+R3)  | --       | --        | --   | --  |
| 9 Sisma Giu RIB (M1+R3) | --       | --        | --   | --  | 9 Sisma Giu RIB (M1+R3) | --       | --        | --   | --  |

| RIBALTAMENTO            |          |           |       |     |
|-------------------------|----------|-----------|-------|-----|
|                         | Az. (Ed) | Res. (Rd) | fs    | chk |
| NC Descrizione          | [kNm]    | [kNm]     | [-]   |     |
| 1 Statica (A1 +M1+R3)   | 20.88    | 360.88    | 17.28 | ok  |
| 4 Sisma Su (M1+R3)      | --       | --        | --    | --  |
| 5 Sisma Giu (M1+R3)     | --       | --        | --    | --  |
| 8 Sisma Su RIB (M1+R3)  | 32.16    | 402.81    | 12.53 | ok  |
| 9 Sisma Giu RIB (M1+R3) | 32.22    | 427.22    | 13.26 | ok  |

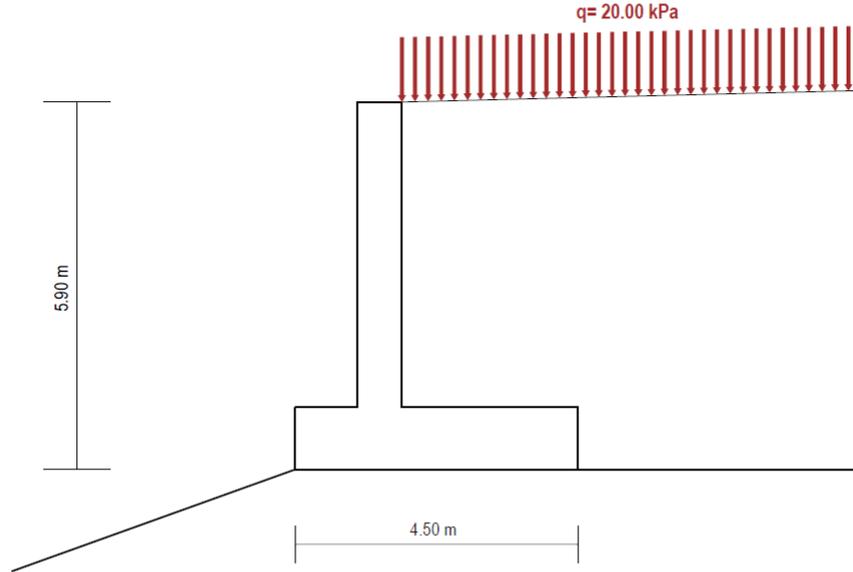
## SEZIONE TIPO 4

### SINTESI DEI RISULTATI

| **** V E R I F I C H E **** |  |                 |                  |            |            |
|-----------------------------|--|-----------------|------------------|------------|------------|
| <b>SCORRIMENTO</b>          |  |                 |                  |            |            |
|                             |  | <b>Az. (Ed)</b> | <b>Res. (Rd)</b> | <b>fs</b>  | <b>chk</b> |
| <b>NC Descrizione</b>       |  | <b>[kN]</b>     | <b>[kN]</b>      | <b>[-]</b> |            |
| 1 Statica (A1 +M1+R3)       |  | 127.66          | 230.41           | 1.80       | ok         |
| 4 Sisma Su (M1+R3)          |  | 95.06           | 237.56           | 2.50       | ok         |
| 5 Sisma Giu (M1+R3)         |  | 97.82           | 246.99           | 2.52       | ok         |
| 8 Sisma Su RIB (M1+R3)      |  | --              | --               | --         | --         |
| 9 Sisma Giu RIB (M1+R3)     |  | --              | --               | --         | --         |
| <b>RIBALTAMENTO</b>         |  |                 |                  |            |            |
|                             |  | <b>Az. (Ed)</b> | <b>Res. (Rd)</b> | <b>fs</b>  | <b>chk</b> |
| <b>NC Descrizione</b>       |  | <b>[kNm]</b>    | <b>[kNm]</b>     | <b>[-]</b> |            |
| 1 Statica (A1 +M1+R3)       |  | 17.34           | 1066.53          | 61.52      | ok         |
| 4 Sisma Su (M1+R3)          |  | --              | --               | --         | --         |
| 5 Sisma Giu (M1+R3)         |  | --              | --               | --         | --         |
| 8 Sisma Su RIB (M1+R3)      |  | 65.79           | 1190.45          | 18.10      | ok         |
| 9 Sisma Giu RIB (M1+R3)     |  | 65.20           | 1262.57          | 19.36      | ok         |
| <b>CAPACITA' PORTANTE</b>   |  |                 |                  |            |            |
|                             |  | <b>Az. (Ed)</b> | <b>Res. (Rd)</b> | <b>fs</b>  | <b>chk</b> |
| <b>NC Descrizione</b>       |  | <b>[kN]</b>     | <b>[kN]</b>      | <b>[-]</b> |            |
| 1 Statica (A1 +M1+R3)       |  | 535.08          | 1997.82          | 3.73       | ok         |
| 4 Sisma Su (M1+R3)          |  | 501.52          | 2540.33          | 5.07       | ok         |
| 5 Sisma Giu (M1+R3)         |  | 521.43          | 2548.12          | 4.89       | ok         |
| 8 Sisma Su RIB (M1+R3)      |  | --              | --               | --         | --         |
| 9 Sisma Giu RIB (M1+R3)     |  | --              | --               | --         | --         |

MB Muro Rev 3.03

**PONTE SUL FIUME OGLIO**  
 MURO ANDATORE IN SPONDA SX  
 SEZIONE TIPO 4-4

**GEOMETRIA E DATI GENERALI DI INPUT**
**STRATI DI MONTE**
**STRATO N.1**  
 G = 20.00 kN/m<sup>3</sup>  
 φ' = 38.00 °  
 c' = 0.00 kN/m<sup>2</sup>

**STRATO FONDAZIONE**

 G = 20.00 kN/m<sup>3</sup>  
 φ' = 38.00 °  
 c' = 0.00 kN/m<sup>2</sup>
**TABELLA DI SINTESI DELLE VERIFICHE**

| SCORRIMENTO             |          |           |       |     | CAPACITA' PORTANTE      |          |           |      |     |
|-------------------------|----------|-----------|-------|-----|-------------------------|----------|-----------|------|-----|
|                         | Az. (Ed) | Res. (Rd) | fs    | chk |                         | Az. (Ed) | Res. (Rd) | fs   | chk |
| NC Descrizione          | [kN]     | [kN]      | [-]   |     | NC Descrizione          | [kN]     | [kN]      | [-]  |     |
| 1 Statica (A1 +M1+R3)   | 127.66   | 230.41    | 1.80  | ok  | 1 Statica (A1 +M1+R3)   | 535.08   | 1997.82   | 3.73 | ok  |
| 4 Sisma Su (M1+R3)      | 95.06    | 237.56    | 2.50  | ok  | 4 Sisma Su (M1+R3)      | 501.52   | 2540.33   | 5.07 | ok  |
| 5 Sisma Giu (M1+R3)     | 97.82    | 246.99    | 2.52  | ok  | 5 Sisma Giu (M1+R3)     | 521.43   | 2548.12   | 4.89 | ok  |
| 8 Sisma Su RIB (M1+R3)  | --       | --        | --    | --  | 8 Sisma Su RIB (M1+R3)  | --       | --        | --   | --  |
| 9 Sisma Giu RIB (M1+R3) | --       | --        | --    | --  | 9 Sisma Giu RIB (M1+R3) | --       | --        | --   | --  |
| RIBALTAMENTO            |          |           |       |     |                         |          |           |      |     |
|                         | Az. (Ed) | Res. (Rd) | fs    | chk |                         | Az. (Ed) | Res. (Rd) | fs   | chk |
| NC Descrizione          | [kNm]    | [kNm]     | [-]   |     |                         | [kNm]    | [kNm]     | [-]  |     |
| 1 Statica (A1 +M1+R3)   | 17.34    | 1066.53   | 61.52 | ok  |                         |          |           |      |     |
| 4 Sisma Su (M1+R3)      | --       | --        | --    | --  |                         |          |           |      |     |
| 5 Sisma Giu (M1+R3)     | --       | --        | --    | --  |                         |          |           |      |     |
| 8 Sisma Su RIB (M1+R3)  | 65.79    | 1190.45   | 18.10 | ok  |                         |          |           |      |     |
| 9 Sisma Giu RIB (M1+R3) | 65.20    | 1262.57   | 19.36 | ok  |                         |          |           |      |     |

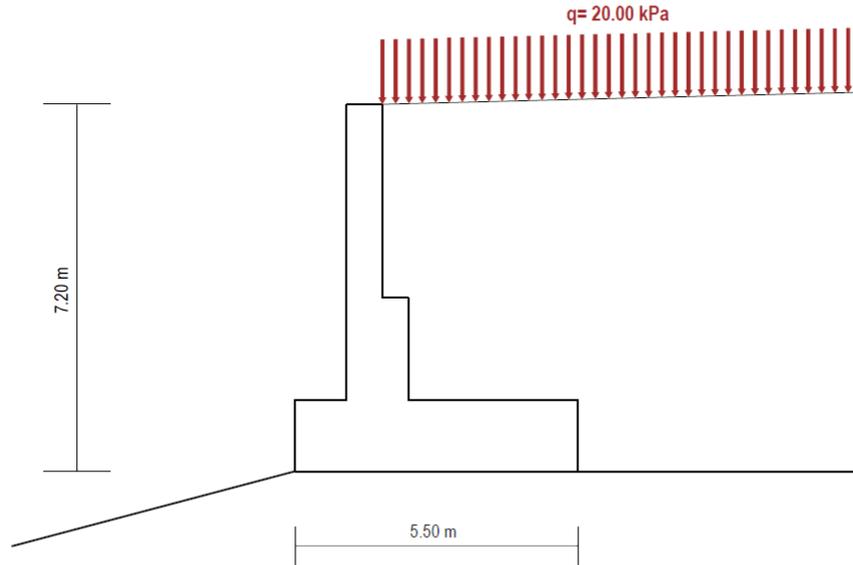
## SEZIONE TIPO 5

### SINTESI DEI RISULTATI

| **** V E R I F I C H E **** |  |                 |                  |            |            |
|-----------------------------|--|-----------------|------------------|------------|------------|
| <b>SCORRIMENTO</b>          |  |                 |                  |            |            |
|                             |  | <b>Az. (Ed)</b> | <b>Res. (Rd)</b> | <b>fs</b>  | <b>chk</b> |
| <b>NC Descrizione</b>       |  | <b>[kN]</b>     | <b>[kN]</b>      | <b>[-]</b> |            |
| 1 Statica (A1 +M1+R3)       |  | 180.96          | 357.04           | 1.97       | ok         |
| 4 Sisma Su (M1+R3)          |  | 143.30          | 370.85           | 2.59       | ok         |
| 5 Sisma Giu (M1+R3)         |  | 147.43          | 385.58           | 2.62       | ok         |
| 8 Sisma Su RIB (M1+R3)      |  | --              | --               | --         | --         |
| 9 Sisma Giu RIB (M1+R3)     |  | --              | --               | --         | --         |
| <b>RIBALTAMENTO</b>         |  |                 |                  |            |            |
|                             |  | <b>Az. (Ed)</b> | <b>Res. (Rd)</b> | <b>fs</b>  | <b>chk</b> |
| <b>NC Descrizione</b>       |  | <b>[kNm]</b>    | <b>[kNm]</b>     | <b>[-]</b> |            |
| 1 Statica (A1 +M1+R3)       |  | 21.46           | 1981.12          | 92.34      | ok         |
| 4 Sisma Su (M1+R3)          |  | --              | --               | --         | --         |
| 5 Sisma Giu (M1+R3)         |  | --              | --               | --         | --         |
| 8 Sisma Su RIB (M1+R3)      |  | 126.66          | 2211.31          | 17.46      | ok         |
| 9 Sisma Giu RIB (M1+R3)     |  | 125.59          | 2345.27          | 18.67      | ok         |
| <b>CAPACITA' PORTANTE</b>   |  |                 |                  |            |            |
|                             |  | <b>Az. (Ed)</b> | <b>Res. (Rd)</b> | <b>fs</b>  | <b>chk</b> |
| <b>NC Descrizione</b>       |  | <b>[kN]</b>     | <b>[kN]</b>      | <b>[-]</b> |            |
| 1 Statica (A1 +M1+R3)       |  | 829.12          | 4228.63          | 5.10       | ok         |
| 4 Sisma Su (M1+R3)          |  | 782.91          | 5457.64          | 6.97       | ok         |
| 5 Sisma Giu (M1+R3)         |  | 814.00          | 5474.55          | 6.73       | ok         |
| 8 Sisma Su RIB (M1+R3)      |  | --              | --               | --         | --         |
| 9 Sisma Giu RIB (M1+R3)     |  | --              | --               | --         | --         |

MB Muro Rev 3.03

**PONTE SUL FIUME OGLIO**  
 MURO ANDATORE IN SPONDA SX  
 SEZIONE TIPO 5-5

**GEOMETRIA E DATI GENERALI DI INPUT**
**STRATI DI MONTE**
**STRATO N.1**  
 G = 20.00 kN/m<sup>3</sup>  
 φ' = 38.00 °  
 c' = 0.00 kN/m<sup>2</sup>

**STRATO FONDAZIONE**  
 G = 20.00 kN/m<sup>3</sup>  
 φ' = 38.00 °  
 c' = 0.00 kN/m<sup>2</sup>
**TABELLA DI SINTESI DELLE VERIFICHE**

| SCORRIMENTO             |          |           |      |     | CAPACITA' PORTANTE      |          |           |      |     |
|-------------------------|----------|-----------|------|-----|-------------------------|----------|-----------|------|-----|
|                         | Az. (Ed) | Res. (Rd) | fs   | chk |                         | Az. (Ed) | Res. (Rd) | fs   | chk |
| NC Descrizione          | [kN]     | [kN]      | [-]  |     | NC Descrizione          | [kN]     | [kN]      | [-]  |     |
| 1 Statica (A1 +M1+R3)   | 180.96   | 357.04    | 1.97 | ok  | 1 Statica (A1 +M1+R3)   | 829.12   | 4228.63   | 5.10 | ok  |
| 4 Sisma Su (M1+R3)      | 143.30   | 370.85    | 2.59 | ok  | 4 Sisma Su (M1+R3)      | 782.91   | 5457.64   | 6.97 | ok  |
| 5 Sisma Giu (M1+R3)     | 147.43   | 385.58    | 2.62 | ok  | 5 Sisma Giu (M1+R3)     | 814.00   | 5474.55   | 6.73 | ok  |
| 8 Sisma Su RIB (M1+R3)  | --       | --        | --   | --  | 8 Sisma Su RIB (M1+R3)  | --       | --        | --   | --  |
| 9 Sisma Giu RIB (M1+R3) | --       | --        | --   | --  | 9 Sisma Giu RIB (M1+R3) | --       | --        | --   | --  |

| RIBALTAMENTO            |          |           |       |     |
|-------------------------|----------|-----------|-------|-----|
|                         | Az. (Ed) | Res. (Rd) | fs    | chk |
| NC Descrizione          | [kNm]    | [kNm]     | [-]   |     |
| 1 Statica (A1 +M1+R3)   | 21.46    | 1981.12   | 92.34 | ok  |
| 4 Sisma Su (M1+R3)      | --       | --        | --    | --  |
| 5 Sisma Giu (M1+R3)     | --       | --        | --    | --  |
| 8 Sisma Su RIB (M1+R3)  | 126.66   | 2211.31   | 17.46 | ok  |
| 9 Sisma Giu RIB (M1+R3) | 125.59   | 2345.27   | 18.67 | ok  |

## SEZIONE TIPO 6

### SINTESI DEI RISULTATI

| **** V E R I F I C H E **** |  |                 |                  |            |            |
|-----------------------------|--|-----------------|------------------|------------|------------|
| <b>SCORRIMENTO</b>          |  |                 |                  |            |            |
|                             |  | <b>Az. (Ed)</b> | <b>Res. (Rd)</b> | <b>fs</b>  | <b>chk</b> |
| <b>NC Descrizione</b>       |  | <b>[kN]</b>     | <b>[kN]</b>      | <b>[-]</b> |            |
| 1 Statica (A1 +M1+R3)       |  | 237.06          | 417.87           | 1.76       | ok         |
| 4 Sisma Su (M1+R3)          |  | 188.44          | 433.23           | 2.30       | ok         |
| 5 Sisma Giu (M1+R3)         |  | 194.04          | 450.42           | 2.32       | ok         |
| 8 Sisma Su RIB (M1+R3)      |  | --              | --               | --         | --         |
| 9 Sisma Giu RIB (M1+R3)     |  | --              | --               | --         | --         |
| <b>RIBALTAMENTO</b>         |  |                 |                  |            |            |
|                             |  | <b>Az. (Ed)</b> | <b>Res. (Rd)</b> | <b>fs</b>  | <b>chk</b> |
| <b>NC Descrizione</b>       |  | <b>[kNm]</b>    | <b>[kNm]</b>     | <b>[-]</b> |            |
| 1 Statica (A1 +M1+R3)       |  | 125.37          | 2295.51          | 18.31      | ok         |
| 4 Sisma Su (M1+R3)          |  | --              | --               | --         | --         |
| 5 Sisma Giu (M1+R3)         |  | --              | --               | --         | --         |
| 8 Sisma Su RIB (M1+R3)      |  | 236.02          | 2562.22          | 10.86      | ok         |
| 9 Sisma Giu RIB (M1+R3)     |  | 237.91          | 2717.45          | 11.42      | ok         |
| <b>CAPACITA' PORTANTE</b>   |  |                 |                  |            |            |
|                             |  | <b>Az. (Ed)</b> | <b>Res. (Rd)</b> | <b>fs</b>  | <b>chk</b> |
| <b>NC Descrizione</b>       |  | <b>[kN]</b>     | <b>[kN]</b>      | <b>[-]</b> |            |
| 1 Statica (A1 +M1+R3)       |  | 970.40          | 4382.50          | 4.52       | ok         |
| 4 Sisma Su (M1+R3)          |  | 914.61          | 5883.49          | 6.43       | ok         |
| 5 Sisma Giu (M1+R3)         |  | 950.90          | 5956.80          | 6.26       | ok         |
| 8 Sisma Su RIB (M1+R3)      |  | --              | --               | --         | --         |
| 9 Sisma Giu RIB (M1+R3)     |  | --              | --               | --         | --         |

MB Muro Rev 3.03

**PONTE SUL FIUME OGLIO**  
 MURO ANDATORE IN SPONDA SX  
 SEZIONE TIPO 6-6

**GEOMETRIA E DATI GENERALI DI INPUT**
**STRATI DI MONTE**
**STRATO N.1**  
 G = 20.00 kN/m<sup>3</sup>  
 φ' = 38.00 °  
 c' = 0.00 kN/m<sup>2</sup>

**STRATO FONDAZIONE**  
 G = 20.00 kN/m<sup>3</sup>  
 φ' = 38.00 °  
 c' = 0.00 kN/m<sup>2</sup>
**TABELLA DI SINTESI DELLE VERIFICHE**

| SCORRIMENTO             |          |           |       |     | CAPACITA' PORTANTE      |          |           |      |     |
|-------------------------|----------|-----------|-------|-----|-------------------------|----------|-----------|------|-----|
|                         | Az. (Ed) | Res. (Rd) | fs    | chk |                         | Az. (Ed) | Res. (Rd) | fs   | chk |
| NC Descrizione          | [kN]     | [kN]      | [-]   |     | NC Descrizione          | [kN]     | [kN]      | [-]  |     |
| 1 Statica (A1 +M1+R3)   | 237.06   | 417.87    | 1.76  | ok  | 1 Statica (A1 +M1+R3)   | 970.40   | 4382.50   | 4.52 | ok  |
| 4 Sisma Su (M1+R3)      | 188.44   | 433.23    | 2.30  | ok  | 4 Sisma Su (M1+R3)      | 914.61   | 5883.49   | 6.43 | ok  |
| 5 Sisma Giu (M1+R3)     | 194.04   | 450.42    | 2.32  | ok  | 5 Sisma Giu (M1+R3)     | 950.90   | 5956.80   | 6.26 | ok  |
| 8 Sisma Su RIB (M1+R3)  | --       | --        | --    | --  | 8 Sisma Su RIB (M1+R3)  | --       | --        | --   | --  |
| 9 Sisma Giu RIB (M1+R3) | --       | --        | --    | --  | 9 Sisma Giu RIB (M1+R3) | --       | --        | --   | --  |
| RIBALTAMENTO            |          |           |       |     |                         |          |           |      |     |
|                         | Az. (Ed) | Res. (Rd) | fs    | chk |                         | Az. (Ed) | Res. (Rd) | fs   | chk |
| NC Descrizione          | [kNm]    | [kNm]     | [-]   |     |                         | [kNm]    | [kNm]     | [-]  |     |
| 1 Statica (A1 +M1+R3)   | 125.37   | 2295.51   | 18.31 | ok  |                         |          |           |      |     |
| 4 Sisma Su (M1+R3)      | --       | --        | --    | --  |                         |          |           |      |     |
| 5 Sisma Giu (M1+R3)     | --       | --        | --    | --  |                         |          |           |      |     |
| 8 Sisma Su RIB (M1+R3)  | 236.02   | 2562.22   | 10.86 | ok  |                         |          |           |      |     |
| 9 Sisma Giu RIB (M1+R3) | 237.91   | 2717.45   | 11.42 | ok  |                         |          |           |      |     |

## 9. Stabilità globale dell'insieme terreno-opera

Le verifiche in oggetto sono effettuate considerando lo Stato Limite Ultimo di tipo "GEO" in riferimento all' *Approccio 1 - Combinazione 2 (A2+M2+R2)*, applicando i coefficienti parziali sulle azioni della colonna (A2), i coefficienti parziali sui parametri geotecnici della colonna (M2), già evidenziati in precedenza, mentre i coefficienti parziali " $\gamma_R$ " sono quelli indicati nella tabella 6.8.I (colonna R2) seguente (§6.5.3.1.1).

Tab. 6.8.I - Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo

| COEFFICIENTE | R2  |
|--------------|-----|
| $\gamma_R$   | 1,1 |

Nelle condizioni sismiche, le sollecitazioni da applicare alle masse in gioco sono valutate, analogamente a quanto fatto per le verifiche di stabilità locale, calcolando i coefficienti sismici del caso, come (§7.11.3.2.5):

$$k_h = \beta_s \cdot \frac{a_{\max}}{g} \quad k_v = \pm 0,5 \cdot k_h$$

dove:

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

$g$  = accelerazione di gravità;

$\beta_s$  = coefficiente funzione della categoria del suolo e della  $a_g$  (Tab. 7.11.I)

Tab. 7.11.I – Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito

|                          | Categoria di sottosuolo |            |
|--------------------------|-------------------------|------------|
|                          | A                       | B, C, D, E |
|                          | $\beta_s$               | $\beta_s$  |
| $0,2 < a_g (g) \leq 0,4$ | 0,30                    | 0,28       |
| $0,1 < a_g (g) \leq 0,2$ | 0,27                    | 0,24       |
| $a_g (g) \leq 0,1$       | 0,20                    | 0,20       |

L'accelerazione massima viene valutata con la seguente relazione:

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

dove:

$S$  = coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica ( $S_s$ ) e dell'amplificazione topografica ( $S_T$ );

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Risulta:  $k_h = 0.20 \cdot 0.0717 \cdot 1.20 \cdot 1.20 = 0.021$

$$K_v = \pm 0.5 \cdot 0.021 = 0.0010$$

## 9.1 Metodo di calcolo

La stabilità globale dell'insieme terreno-opera viene analizzata con il Metodo dell'Equilibrio Limite, con riferimento a superfici di scivolamento circolari coinvolgenti l'intera opera di sostegno ed il terreno circostante.

Il metodo consiste nel calcolo delle forze agenti lungo una superficie di scorrimento predefinita e delle resistenze disponibili lungo la stessa superficie.

La condizione di equilibrio limite è verificata quando le forze agenti uguagliano quelle resistenti (stato di moto "incipiente"); in questo caso lo stato tensionale medio lungo la superficie di scorrimento giace sull'involuppo di rottura del terreno ed il versante si trova sul punto di collasso.

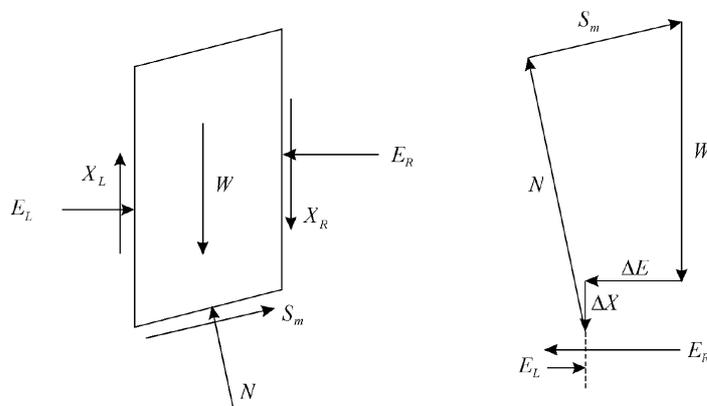
Affinché la massa scivolante sia in condizioni di stabilità, la resistenza mobilitata in condizioni di equilibrio statico deve essere minore di quella disponibile e ciò viene espresso convenzionalmente tramite un fattore di sicurezza "Fs" definito come:

$$F_s = \frac{\text{Resistenza Disponibile}}{\text{Resistenza Mobilitata}}$$

Vengono pertanto analizzate le condizioni di stabilità per svariate "potenziali" superfici di scivolamento calcolando, per ognuna di esse, il relativo fattore di sicurezza.

Il fattore di sicurezza risultante sarà quello corrispondente alla superficie di scorrimento più critica, ossia, quella caratterizzata dal minimo fattore di sicurezza.

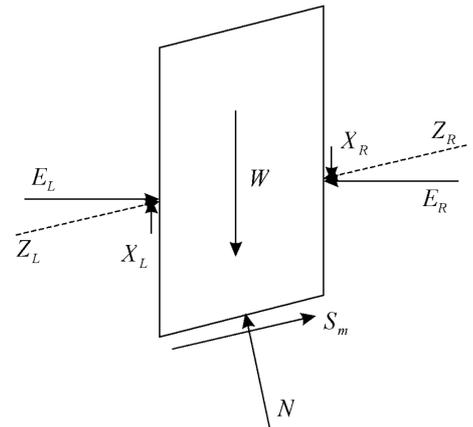
I metodi di analisi, generalmente noti come "metodi delle strisce", ricorrono alla suddivisione della massa scivolante (definita dalla superficie di scivolamento considerata e dalla superficie del versante) in una serie di "conci" verticali, per ognuno dei quali sono analizzate le condizioni di equilibrio delle forze che agiscono su di esso (cfr. figura seguente).



I vari metodi di analisi che si basano sul metodo delle strisce si differenziano tra di loro essenzialmente per le diverse assunzioni semplificative adottate nella rappresentazione delle forze di interconcio:

Il **Metodo di Fellenius** adotta le seguenti assunzioni:

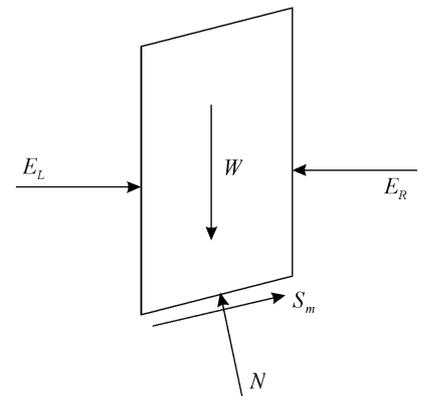
- la risultante delle forze di interconcio è parallela alla base del concio,  $X/E = \tan \alpha$ ;
- la risultante normale alla base del concio "N" viene calcolata mediante le equazioni di equilibrio delle forze normali alla base;
- il fattore di sicurezza globale viene calcolato mediante l'equazione di equilibrio dei momenti rispetto al centro della curva di scivolamento circolare.



Il principale vantaggio del metodo di Fellenius è quello di consentire il calcolo del fattore di sicurezza mediante una semplice equazione lineare senza iterazioni.

Il **Metodo di Bishop semplificato** si basa sulle seguenti assunzioni:

- le forze di interconcio sono orizzontali,  $X_R = X_L = 0$ ;
- la risultante normale alla base del concio "N" viene calcolata mediante le equazioni di equilibrio delle forze verticali;
- il fattore di sicurezza globale viene calcolato mediante l'equazione di equilibrio dei momenti rispetto al centro della curva di scivolamento circolare.

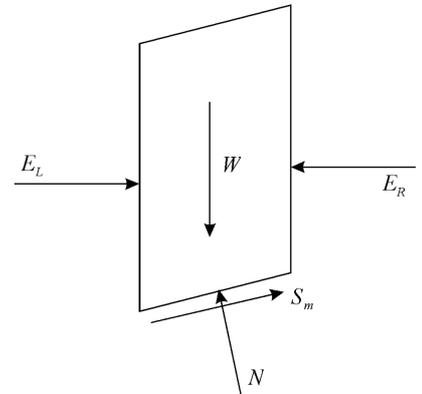


In questo caso, a differenza del metodo di Fellenius, il fattore di sicurezza globale viene determinato per successive iterazioni. Il calcolo consiste nel determinare il fattore di sicurezza  $F_s$  partendo da un valore iniziale di tentativo e ripetendo il calcolo con il valore ottenuto fino a raggiungere il valore finale a convergenza con la precisione desiderata.

Il **Metodo di Janbu semplificato** si basa sulle seguenti assunzioni:

- le forze di interconco sono orizzontali,  $X_R = X_L = 0$ ;
- la risultante normale alla base del conco "N" viene calcolata mediante le equazioni di equilibrio delle forze verticali;
- il fattore di sicurezza viene calcolato mediante l'equilibrio globale delle forze orizzontali.

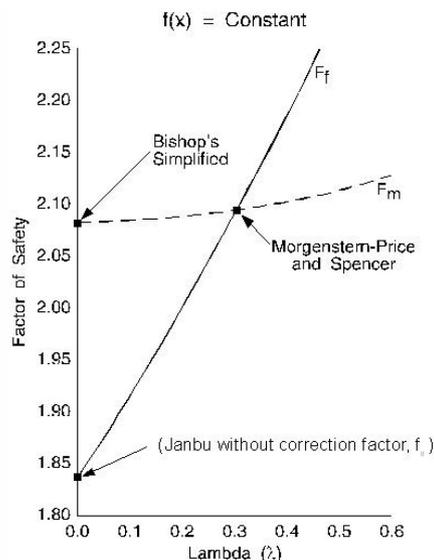
Anche in questo caso, come per il metodo di Bishop, il fattore di sicurezza viene determinato per successive iterazioni.



Tra i suddetti metodi di calcolo, il metodo di Bishop è certamente preferibile in quanto fornisce valori del fattore di sicurezza più realistici, come illustrato nella figura che segue, ove si rappresentano gli andamenti qualitativi del fattore di sicurezza ottenuti con i vari metodi di calcolo.

Come si può notare, al variare del rapporto " $\lambda$ ", che rappresenta l'inclinazione assunta per le reazioni agenti all'interfaccia tra i vari conci (rapporto tra la componente di taglio e quella normale) i fattori di sicurezza calcolati con il metodo di Bishop sono decisamente più prossimi al valore reale determinato con il metodo completo della stabilità globale di Morgenstein-Price.

E' da ricordare che il fattore di sicurezza calcolato con il metodo di Bishop deriva dall'equilibrio alla rotazione dei momenti mentre quello calcolato con il metodo di Janbu deriva dall'equilibrio alla traslazione delle forze orizzontali (il metodo di Morgenstein-Price determina il fattore di sicurezza corrispondente al soddisfacimento di entrambe le equazioni di equilibrio).



## 9.2 Risultati e verifiche

Nelle pagine seguenti, in riferimento alle predette sezioni tipo rappresentative, si riportano le schede di sintesi delle verifiche effettuate per tutte le combinazioni di norma (In calce alla presente relazione sono allegare le schede di dettaglio relative).

Sono presentati i valori dei coefficienti di sicurezza ottenuti con il metodo di calcolo di Bishop, per ciascuna delle combinazioni di carico (statica, sisma verso l'alto e sisma verso il basso).

Tutti i valori dei fattori di sicurezza ottenuti sono risultati sempre superiori a quanto richiesto dalla norma ( $\gamma_R = 1.1$ ).

### SEZIONE TIPO 1

#### SINTESI DEI RISULTATI

| ***** VERIFICHE STABILITA' GLOBALE ***** |  |          |           |       |     |
|--|--|----------|-----------|-------|-----|
| BISHOP                                   |  | Az. (Ed) | Res. (Rd) | fs    | chk |
| NC Descrizione                           |  | [kN*m]   | [kN*m]    | [-]   |     |
| 2 Statica (A2 +M2+R2)                    |  | 540.38   | 812.89    | 1.504 | ok  |
| 4 Sisma Su (M1+R3)                       |  | 344.82   | 743.98    | 2.158 | ok  |
| 5 Sisma Giu (M1+R3)                      |  | 351.77   | 759.55    | 2.159 | ok  |

MB Muro Rev 3.03

**PONTE SUL FIUME OGLIO**  
MURO ANDATORE IN SPONDA SX  
SEZIONE TIPO 1-1

**SINTESI RISULTATI DEL CALCOLO (Metodo di BISHOP)**

(Superfici con Fs min)

Comb. n.2: Statica (A2+M2+R2)

Comb. n.4: Sisma Su (M1+R3)

Comb. n.5: Sisma Giu (M1+R3)

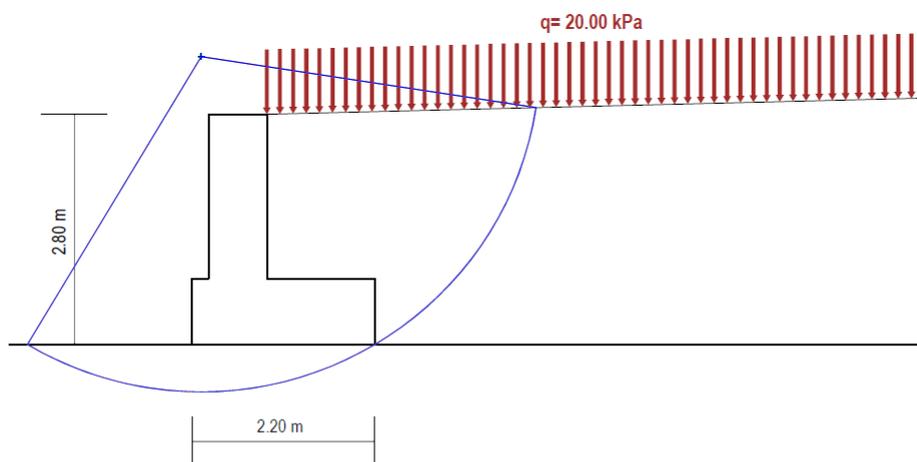
**STRATI DI MONTE**

STRATO N.1

G = 20.00 kN/m<sup>3</sup>

$\phi' = 38.00^\circ$

$c' = 0.00$  kN/m<sup>2</sup>



**STRATO FONDAZIONE**

G = 20.00 kN/m<sup>3</sup>

$\phi' = 38.00^\circ$

$c' = 0.00$  kN/m<sup>2</sup>

**TABELLA DI SINTESI DELLE VERIFICHE (Metodo di BISHOP)**

**CARATTERISTICHE DELLE SUPERFICI DI SCIVOLAMENTO e RELATIVI FATTORI DI SICUREZZA**

**Legenda:**

i, j = indici numerazione centri

Xc, Yc = Coordinate del centro

Fs (C2) = Fattore di Sicurezza per Combinazione 2: Statica (A2+M2+R2)

Fs (C4) = Fattore di Sicurezza per Combinazione 4: Sisma Su (M1+R3)

Fs (C5) = Fattore di Sicurezza per Combinazione 5: Sisma Giu (M1+R3)

| Centro<br>i j | Xc<br>[m] | Yc<br>[m] | Raggio<br>[m] | Fs (C2)<br>[-] | Fs (C4)<br>[-] | Fs (C5)<br>[-] |
|---------------|-----------|-----------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| 01 01         | 0.11      | 3.10      | 3.74          | 1.523          | 2.188          | 2.189          |
| 01 02         | 0.11      | 3.30      | 3.91          | 1.507          | 2.161          | 2.163          |
| 01 03         | 0.11      | 3.50      | 4.08          | 1.504          | 2.158          | 2.159          |
| 01 04         | 0.11      | 3.70      | 4.25          | 1.505          | 2.158          | 2.160          |
| 01 05         | 0.11      | 3.90      | 4.42          | 1.508          | 2.163          | 2.164          |
| 01 06         | 0.11      | 4.10      | 4.60          | 1.512          | 2.165          | 2.167          |
| 01 07         | 0.11      | 4.30      | 4.78          | 1.520          | 2.175          | 2.177          |
| 01 08         | 0.11      | 4.50      | 4.96          | 1.530          | 2.187          | 2.189          |
| 01 09         | 0.11      | 4.70      | 5.14          | 1.541          | 2.201          | 2.203          |
| 01 10         | 0.11      | 4.90      | 5.33          | 1.552          | 2.214          | 2.216          |
| 01 11         | 0.11      | 5.10      | 5.51          | 1.565          | 2.230          | 2.232          |
| 01 12         | 0.11      | 5.30      | 5.70          | 1.579          | 2.247          | 2.249          |
| 01 13         | 0.11      | 5.50      | 5.88          | 1.593          | 2.265          | 2.267          |

Fs min 1.504 2.158 2.159  
Verifiche: ok! ok! ok!

Coef. parz. R = 1.10 (NTC18-Tab.6.8.I)

## SEZIONE TIPO 2

### SINTESI DEI RISULTATI

| **** VERIFICHE STABILITA' GLOBALE **** |          |           |       |     |
|--|----------|-----------|-------|-----|
| BISHOP                                 |          |           |       |     |
|  | Az. (Ed) | Res. (Rd) | fs    | chk |
| NC Descrizione                         | [kN*m]   | [kN*m]    | [-]   |     |
| 2 Statica (A2 +M2+R2)                  | 849.65   | 1242.41   | 1.462 | ok  |
| 4 Sisma Su (M1+R3)                     | 560.88   | 1168.30   | 2.083 | ok  |
| 5 Sisma Giu (M1+R3)                    | 572.16   | 1192.75   | 2.085 | ok  |

MB Muro Rev 3.03

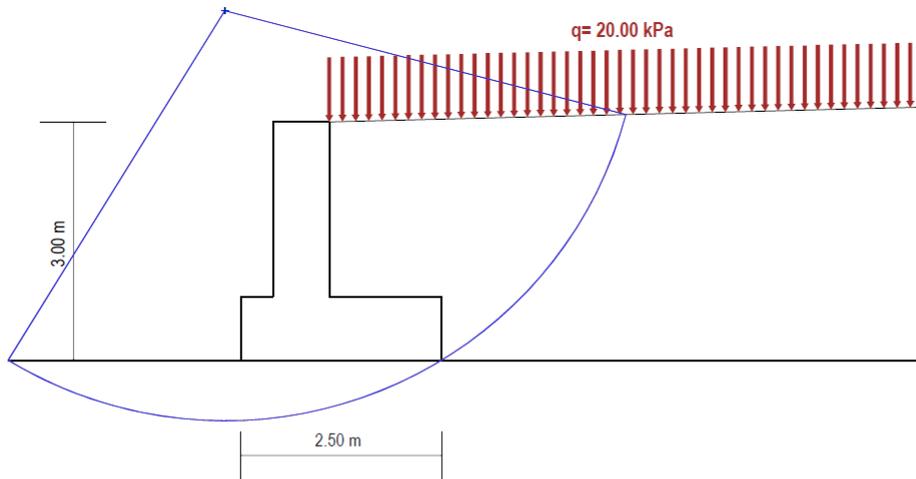
**PONTE SUL FIUME OGLIO**  
**MURO ANDATORE IN SPONDA SX**  
**SEZIONE TIPO 2-2**

**SINTESI RISULTATI DEL CALCOLO (Metodo di BISHOP )**

(Superfici con Fs min)  
Comb. n.2: Statica (A2+M2+R2)  
Comb. n.4: Sisma Su (M1+R3)  
Comb. n.5: Sisma Giu (M1+R3)

**STRATI DI MONTE**

STRATO N.1  
G = 20.00 kN/m3  
 $\phi' = 38.00^\circ$   
 $c' = 0.00$  kN/m2



**STRATO FONDAZIONE**

G = 20.00 kN/m3  
 $\phi' = 38.00^\circ$   
 $c' = 0.00$  kN/m2

**TABELLA DI SINTESI DELLE VERIFICHE (Metodo di BISHOP )**

**CARATTERISTICHE DELLE SUPERFICI DI SCIVOLAMENTO e RELATIVI FATTORI DI SICUREZZA**

**Legenda:**

i, j = indici numerazione centri  
Xc, Yc = Coordinate del centro  
Fs (C2) = Fattore di Sicurezza per Combinazione 2: Statica (A2 +M2+R2)  
Fs (C4) = Fattore di Sicurezza per Combinazione 4: Sisma Su (M1+R3)  
Fs (C5) = Fattore di Sicurezza per Combinazione 5: Sisma Giu (M1+R3)

| Centro<br>i j | Xc<br>[m] | Yc<br>[m] | Raggio<br>[m] | Fs (C2)<br>[-] | Fs (C4)<br>[-] | Fs (C5)<br>[-] |
|---------------|-----------|-----------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| 01 01         | -0.20     | 3.20      | 4.19          | 1.516          | 2.167          | 2.168          |
| 01 02         | -0.20     | 3.40      | 4.34          | 1.498          | 2.142          | 2.143          |
| 01 03         | -0.20     | 3.60      | 4.50          | 1.479          | 2.111          | 2.112          |
| 01 04         | -0.20     | 3.80      | 4.66          | 1.470          | 2.099          | 2.101          |
| 01 05         | -0.20     | 4.00      | 4.83          | 1.466          | 2.091          | 2.093          |
| 01 06         | -0.20     | 4.20      | 4.99          | 1.464          | 2.088          | 2.089          |
| 01 07         | -0.20     | 4.40      | 5.16          | 1.462          | 2.083          | 2.085          |
| 01 08         | -0.20     | 4.60      | 5.33          | 1.465          | 2.085          | 2.087          |
| 01 09         | -0.20     | 4.80      | 5.51          | 1.470          | 2.090          | 2.092          |
| 01 10         | -0.20     | 5.00      | 5.68          | 1.476          | 2.097          | 2.099          |
| 01 11         | -0.20     | 5.20      | 5.86          | 1.482          | 2.104          | 2.105          |
| 01 12         | -0.20     | 5.40      | 6.04          | 1.491          | 2.113          | 2.115          |
| 01 13         | -0.20     | 5.60      | 6.22          | 1.500          | 2.124          | 2.126          |

Fs min 1.462 2.083 2.085  
Verifiche: ok! ok! ok!

Coef. parz. R = 1.10 (NTC18-Tab.6.8.I)

## SEZIONE TIPO 3

### SINTESI DEI RISULTATI

| **** VERIFICHE STABILITA' GLOBALE **** |          |           |       |     |
|--|----------|-----------|-------|-----|
| BISHOP                                 |          |           |       |     |
|  | Az. (Ed) | Res. (Rd) | fs    | chk |
| NC Descrizione                         | [kN*m]   | [kN*m]    | [-]   |     |
| 2 Statica (A2 +M2+R2)                  | 1355.12  | 1873.50   | 1.383 | ok  |
| 4 Sisma Su (M1+R3)                     | 1007.77  | 1857.39   | 1.843 | ok  |
| 5 Sisma Giu (M1+R3)                    | 1028.25  | 1896.27   | 1.844 | ok  |

MB Muro Rev 3.03

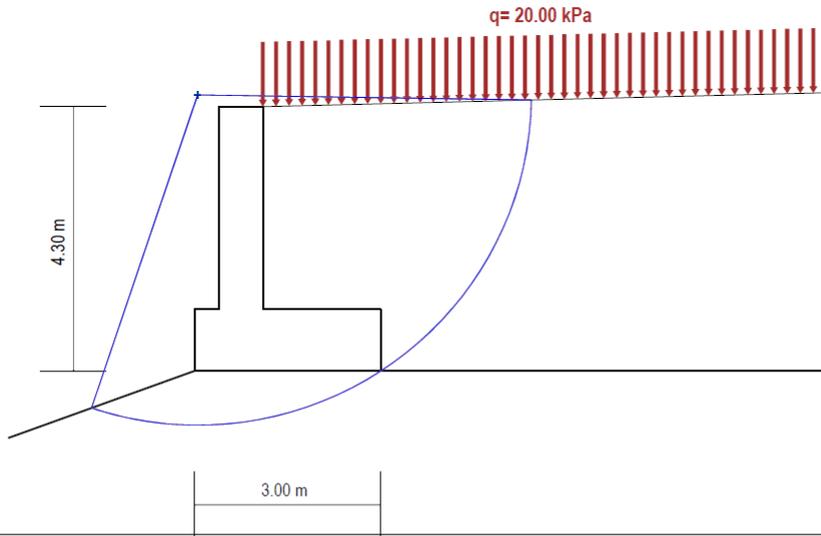
**PONTE SUL FIUME OGLIO**  
**MURO ANDATORE IN SPONDA SX**  
**SEZIONE TIPO 3-3**

**SINTESI RISULTATI DEL CALCOLO (Metodo di BISHOP )**

(Superfici con Fs min)  
Comb. n.2: Statica (A2+M2+R2)  
Comb. n.4: Sisma Su (M1+R3)  
Comb. n.5: Sisma Giu (M1+R3)

**STRATI DI MONTE**

STRATO N.1  
G = 20.00 kN/m3  
 $\phi' = 38.00^\circ$   
 $c' = 0.00$  kN/m2



STRATO FONDAZIONE  
G = 20.00 kN/m3  
 $\phi' = 38.00^\circ$   
 $c' = 0.00$  kN/m2

**TABELLA DI SINTESI DELLE VERIFICHE (Metodo di BISHOP )**

**CARATTERISTICHE DELLE SUPERFICI DI SCIVOLAMENTO e RELATIVI FATTORI DI SICUREZZA**

**Legenda:**

i, j = indici numerazione centri  
Xc, Yc = Coordinate del centro  
Fs (C2) = Fattore di Sicurezza per Combinazione 2: Statica (A2 +M2+R2)  
Fs (C4) = Fattore di Sicurezza per Combinazione 4: Sisma Su (M1+R3)  
Fs (C5) = Fattore di Sicurezza per Combinazione 5: Sisma Giu (M1+R3)

| Centro<br>i j | Xc<br>[m] | Yc<br>[m] | Raggio<br>[m] | Fs (C2)<br>[-] | Fs (C4)<br>[-] | Fs (C5)<br>[-] |
|---------------|-----------|-----------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| 01 01         | 0.05      | 4.49      | 5.37          | 1.383          | 1.843          | 1.844          |
| 01 02         | 0.05      | 4.69      | 5.54          | 1.384          | 1.845          | 1.846          |
| 01 03         | 0.05      | 4.89      | 5.71          | 1.386          | 1.850          | 1.851          |
| 01 04         | 0.05      | 5.09      | 5.88          | 1.388          | 1.852          | 1.853          |
| 01 05         | 0.05      | 5.29      | 6.06          | 1.393          | 1.859          | 1.861          |
| 01 06         | 0.05      | 5.49      | 6.23          | 1.399          | 1.868          | 1.870          |
| 01 07         | 0.05      | 5.69      | 6.41          | 1.406          | 1.876          | 1.878          |
| 01 08         | 0.05      | 5.89      | 6.59          | 1.414          | 1.887          | 1.889          |
| 01 09         | 0.05      | 6.09      | 6.77          | 1.422          | 1.899          | 1.900          |
| 01 10         | 0.05      | 6.29      | 6.95          | 1.431          | 1.911          | 1.913          |
| 01 11         | 0.05      | 6.49      | 7.13          | 1.441          | 1.923          | 1.925          |
| 01 12         | 0.05      | 6.69      | 7.31          | 1.451          | 1.936          | 1.938          |
| 01 13         | 0.05      | 6.89      | 7.49          | 1.461          | 1.950          | 1.952          |

Fs min 1.383 1.843 1.844  
Verifiche: ok! ok! ok!

Coef. parz. R = 1.10 (NTC18-Tab.6.8.I)

## SEZIONE TIPO 4

### SINTESI DEI RISULTATI

| **** VERIFICHE STABILITA' GLOBALE **** |  |          |           |       |     |
|--|--|----------|-----------|-------|-----|
| BISHOP                                 |  | Az. (Ed) | Res. (Rd) | fs    | chk |
| NC Descrizione                         |  | [kN*m]   | [kN*m]    | [-]   |     |
| 2 Statica (A2 +M2+R2)                  |  | 3530.96  | 4848.66   | 1.373 | ok  |
| 4 Sisma Su (M1+R3)                     |  | 2830.05  | 5055.05   | 1.786 | ok  |
| 5 Sisma Giu (M1+R3)                    |  | 2887.56  | 5160.69   | 1.787 | ok  |

MB Muro Rev 3.03

**PONTE SUL FIUME OGLIO**  
MURO ANDATORE IN SPONDA SX  
SEZIONE TIPO 4-4

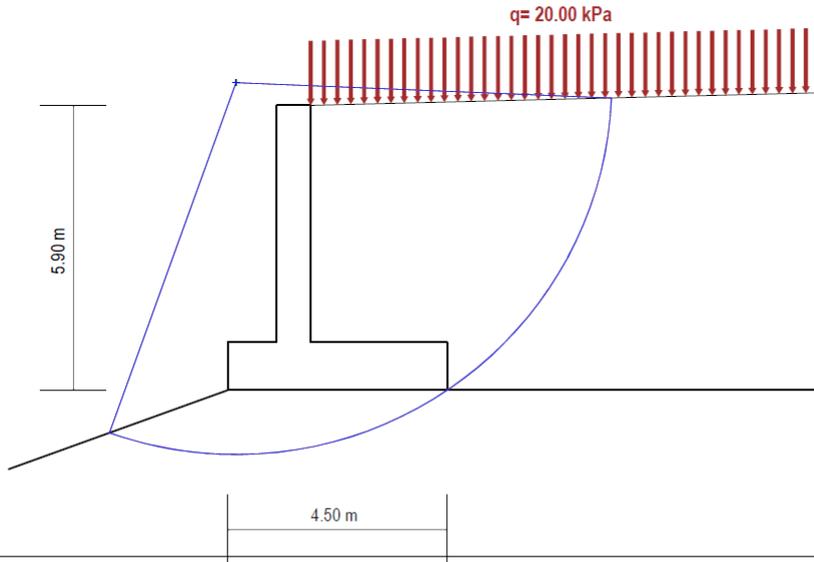
**SINTESI RISULTATI DEL CALCOLO (Metodo di BISHOP )**

(Superfici con Fs min)

- Comb. n.2: Statica (A2+M2+R2)
- Comb. n.4: Sisma Su (M1+R3)
- Comb. n.5: Sisma Giu (M1+R3)

**STRATI DI MONTE**

STRATO N.1  
G = 20.00 kN/m3  
 $\phi' = 38.00^\circ$   
 $c' = 0.00$  kN/m2



STRATO FONDAZIONE  
G = 20.00 kN/m3  
 $\phi' = 38.00^\circ$   
 $c' = 0.00$  kN/m2

**TABELLA DI SINTESI DELLE VERIFICHE (Metodo di BISHOP )**

**CARATTERISTICHE DELLE SUPERFICI DI SCIVOLAMENTO e RELATIVI FATTORI DI SICUREZZA**

Legenda:

- i, j = indici numerazione centri
- Xc, Yc = Coordinate del centro
- Fs (C2) = Fattore di Sicurezza per Combinazione 2: Statica (A2 +M2+R2)
- Fs (C4) = Fattore di Sicurezza per Combinazione 4: Sisma Su (M1+R3)
- Fs (C5) = Fattore di Sicurezza per Combinazione 5: Sisma Giu (M1+R3)

| Centro | Xc   | Yc   | Raggio | Fs (C2) | Fs (C4) | Fs (C5) |
|--------|------|------|--------|---------|---------|---------|
| i j    | [m]  | [m]  | [m]    | [-]     | [-]     | [-]     |
| 01 01  | 0.17 | 6.37 | 7.70   | 1.373   | 1.786   | 1.787   |
| 01 02  | 0.17 | 6.57 | 7.87   | 1.374   | 1.788   | 1.789   |
| 01 03  | 0.17 | 6.77 | 8.04   | 1.377   | 1.791   | 1.792   |
| 01 04  | 0.17 | 6.97 | 8.21   | 1.378   | 1.793   | 1.794   |
| 01 05  | 0.17 | 7.17 | 8.38   | 1.382   | 1.797   | 1.798   |
| 01 06  | 0.17 | 7.37 | 8.55   | 1.386   | 1.802   | 1.804   |
| 01 07  | 0.17 | 7.57 | 8.72   | 1.390   | 1.807   | 1.808   |
| 01 08  | 0.17 | 7.77 | 8.90   | 1.395   | 1.814   | 1.815   |
| 01 09  | 0.17 | 7.97 | 9.07   | 1.400   | 1.821   | 1.822   |
| 01 10  | 0.17 | 8.17 | 9.25   | 1.406   | 1.828   | 1.829   |
| 01 11  | 0.17 | 8.37 | 9.42   | 1.412   | 1.835   | 1.837   |
| 01 12  | 0.17 | 8.57 | 9.60   | 1.418   | 1.843   | 1.845   |
| 01 13  | 0.17 | 8.77 | 9.78   | 1.425   | 1.852   | 1.853   |

Fs min 1.373 1.786 1.787  
Verifiche: ok! ok! ok!

Coef. parz. R = 1.10 (NTC18-Tab.6.8.I)

## SEZIONE TIPO 5

### SINTESI DEI RISULTATI

| **** VERIFICHE STABILITA' GLOBALE **** |          |           |       |     |
|--|----------|-----------|-------|-----|
| BISHOP                                 |          |           |       |     |
|  | Az. (Ed) | Res. (Rd) | fs    | chk |
| NC Descrizione                         | [kN*m]   | [kN*m]    | [-]   |     |
| 2 Statica (A2 +M2+R2)                  | 5704.19  | 8746.98   | 1.533 | ok  |
| 4 Sisma Su (M1+R3)                     | 4714.13  | 9294.40   | 1.972 | ok  |
| 5 Sisma Giu (M1+R3)                    | 4809.72  | 9488.83   | 1.973 | ok  |

MB Muro Rev 3.03

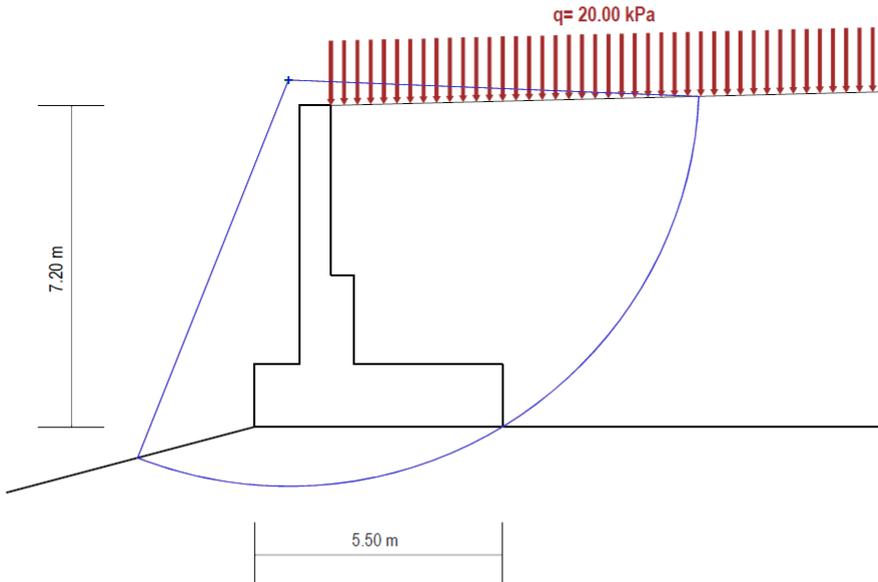
**PONTE SUL FIUME OGLIO**  
MURO ANDATORE IN SPONDA SX  
SEZIONE TIPO 5-5

**SINTESI RISULTATI DEL CALCOLO (Metodo di BISHOP)**

(Superfici con  $F_s$  min)  
Comb. n.2: Statica (A2+M2+R2)  
Comb. n.4: Sisma Su (M1+R3)  
Comb. n.5: Sisma Giu (M1+R3)

**STRATI DI MONTE**

STRATO N.1  
 $G = 20.00$  kN/m<sup>3</sup>  
 $\phi' = 38.00^\circ$   
 $c' = 0.00$  kN/m<sup>2</sup>



STRATO FONDAZIONE  
 $G = 20.00$  kN/m<sup>3</sup>  
 $\phi' = 38.00^\circ$   
 $c' = 0.00$  kN/m<sup>2</sup>

**TABELLA DI SINTESI DELLE VERIFICHE (Metodo di BISHOP)**

CARATTERISTICHE DELLE SUPERFICI DI SCIVOLAMENTO e RELATIVI FATTORI DI SICUREZZA

Legenda:

i, j = indici numerazione centri  
 $X_c, Y_c$  = Coordinate del centro  
 $F_s(C2)$  = Fattore di Sicurezza per Combinazione 2: Statica (A2 +M2+R2)  
 $F_s(C4)$  = Fattore di Sicurezza per Combinazione 4: Sisma Su (M1+R3)  
 $F_s(C5)$  = Fattore di Sicurezza per Combinazione 5: Sisma Giu (M1+R3)

| Centro<br>i j | $X_c$<br>[m] | $Y_c$<br>[m] | Raggio<br>[m] | $F_s(C2)$<br>[-] | $F_s(C4)$<br>[-] | $F_s(C5)$<br>[-] |
|---------------|--------------|--------------|---------------|------------------|------------------|------------------|
| 01 02         | 0.76         | 7.57         | 8.93          | 1.535            | 1.974            | 1.975            |
| 01 03         | 0.76         | 7.77         | 9.10          | 1.533            | 1.972            | 1.973            |
| 01 04         | 0.76         | 7.97         | 9.27          | 1.534            | 1.972            | 1.973            |
| 01 05         | 0.76         | 8.17         | 9.45          | 1.535            | 1.973            | 1.975            |
| 01 06         | 0.76         | 8.37         | 9.62          | 1.536            | 1.974            | 1.976            |
| 01 07         | 0.76         | 8.57         | 9.79          | 1.538            | 1.977            | 1.978            |
| 01 08         | 0.76         | 8.77         | 9.97          | 1.540            | 1.980            | 1.981            |
| 01 09         | 0.76         | 8.97         | 10.15         | 1.543            | 1.983            | 1.984            |
| 01 10         | 0.76         | 9.17         | 10.32         | 1.546            | 1.987            | 1.989            |
| 01 11         | 0.76         | 9.37         | 10.50         | 1.550            | 1.992            | 1.993            |
| 01 12         | 0.76         | 9.57         | 10.68         | 1.554            | 1.997            | 1.998            |
| 01 13         | 0.76         | 9.77         | 10.86         | 1.558            | 2.002            | 2.003            |
| 01 14         | 0.76         | 9.97         | 11.04         | 1.563            | 2.007            | 2.009            |

-----  
 $F_s$  min 1.533 1.972 1.973  
Verifiche: ok! ok! ok!

Coef. parz. R = 1.10 (NTC18-Tab.6.8.I)

## SEZIONE TIPO 6

### SINTESI DEI RISULTATI

| **** VERIFICHE STABILITA' GLOBALE **** |  |          |           |       |     |
|--|--|----------|-----------|-------|-----|
| BISHOP                                 |  | Az. (Ed) | Res. (Rd) | fs    | chk |
| NC Descrizione                         |  | [kN*m]   | [kN*m]    | [-]   |     |
| 2 Statica (A2 +M2+R2)                  |  | 7682.91  | 11669.98  | 1.519 | ok  |
| 4 Sisma Su (M1+R3)                     |  | 6477.20  | 12542.65  | 1.936 | ok  |
| 5 Sisma Giu (M1+R3)                    |  | 6608.69  | 12805.04  | 1.938 | ok  |

MB Muro Rev 3.03

**PONTE SUL FIUME OGLIO**  
MURO ANDATORE IN SPONDA SX  
SEZIONE TIPO 6-6

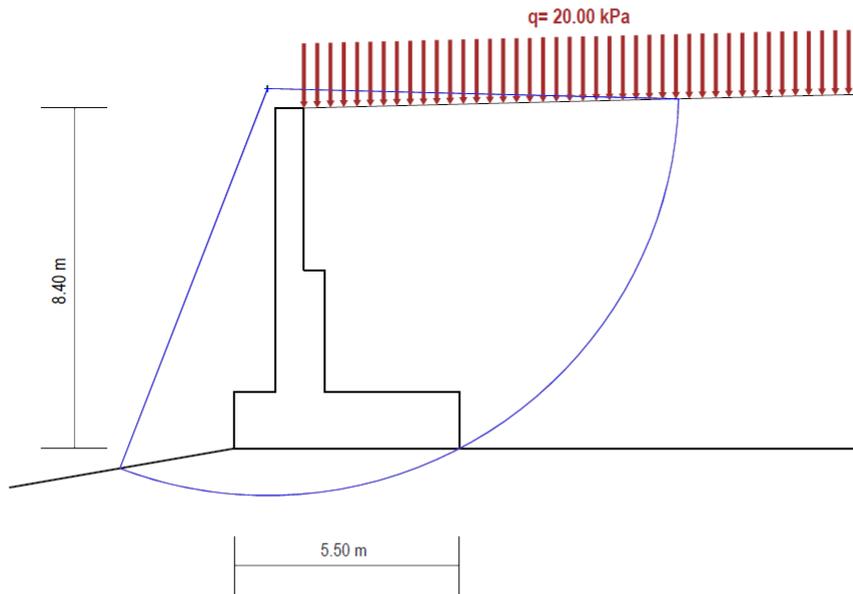
**SINTESI RISULTATI DEL CALCOLO (Metodo di BISHOP)**

(Superfici con Fs min)

- Comb. n.2: Statica (A2+M2+R2)
- Comb. n.4: Sisma Su (M1+R3)
- Comb. n.5: Sisma Giu (M1+R3)

**STRATI DI MONTE**

STRATO N.1  
G = 20.00 kN/m3  
 $\phi' = 38.00^\circ$   
 $c' = 0.00$  kN/m2



**STRATO FONDAZIONE**

G = 20.00 kN/m3  
 $\phi' = 38.00^\circ$   
 $c' = 0.00$  kN/m2

**TABELLA DI SINTESI DELLE VERIFICHE (Metodo di BISHOP)**

**CARATTERISTICHE DELLE SUPERFICI DI SCIVOLAMENTO e RELATIVI FATTORI DI SICUREZZA**

**Legenda:**

- i, j = indici numerazione centri
- Xc, Yc = Coordinate del centro
- Fs (C2) = Fattore di Sicurezza per Combinazione 2: Statica (A2 +M2+R2)
- Fs (C4) = Fattore di Sicurezza per Combinazione 4: Sisma Su (M1+R3)
- Fs (C5) = Fattore di Sicurezza per Combinazione 5: Sisma Giu (M1+R3)

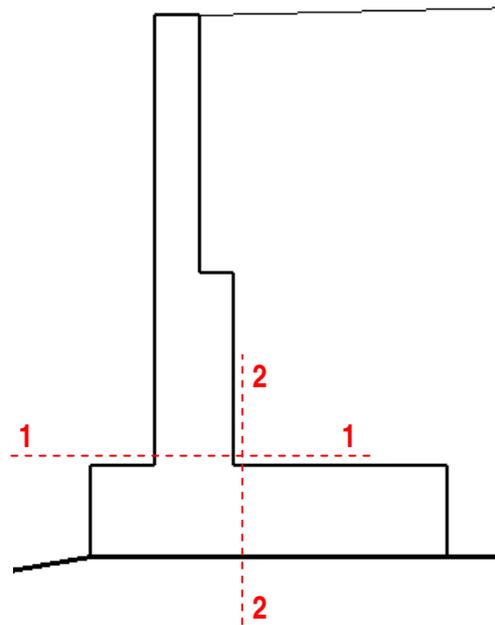
| Centro<br>i j | Xc<br>[m] | Yc<br>[m] | Raggio<br>[m] | Fs (C2)<br>[-] | Fs (C4)<br>[-] | Fs (C5)<br>[-] |
|---------------|-----------|-----------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| 01 01         | 0.81      | 8.68      | 9.87          | 1.519          | 1.937          | 1.939          |
| 01 02         | 0.81      | 8.88      | 10.04         | 1.519          | 1.936          | 1.938          |
| 01 03         | 0.81      | 9.08      | 10.22         | 1.520          | 1.938          | 1.939          |
| 01 04         | 0.81      | 9.28      | 10.40         | 1.521          | 1.939          | 1.941          |
| 01 05         | 0.81      | 9.48      | 10.58         | 1.523          | 1.941          | 1.942          |
| 01 06         | 0.81      | 9.68      | 10.76         | 1.525          | 1.944          | 1.945          |
| 01 07         | 0.81      | 9.88      | 10.94         | 1.528          | 1.947          | 1.948          |
| 01 08         | 0.81      | 10.08     | 11.12         | 1.530          | 1.950          | 1.951          |
| 01 09         | 0.81      | 10.28     | 11.30         | 1.533          | 1.954          | 1.955          |
| 01 10         | 0.81      | 10.48     | 11.48         | 1.537          | 1.958          | 1.960          |
| 01 11         | 0.81      | 10.68     | 11.66         | 1.540          | 1.962          | 1.964          |
| 01 12         | 0.81      | 10.88     | 11.85         | 1.544          | 1.967          | 1.969          |
| 01 13         | 0.81      | 11.08     | 12.03         | 1.549          | 1.972          | 1.974          |

Fs min 1.519 1.936 1.938  
Verifiche: ok! ok! ok!

Coef. parz. R = 1.10 (NTC18-Tab.6.8.I)

## 10. Verifiche strutturali

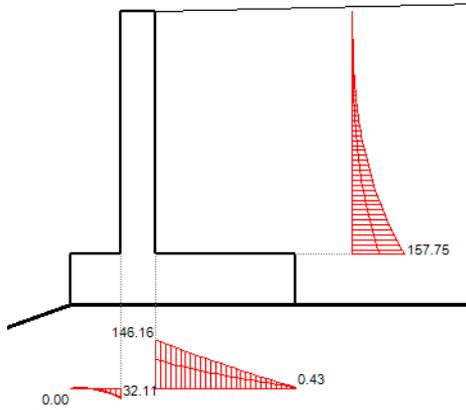
Nel presente capitolo sono riportate le verifiche agli Stati Limite Ultimi di tipo Strutturale (STR) relative alle sezioni in c.a. maggiormente sollecitate dell'opera oggetto di verifica, come rappresentato nella figura seguente, effettuate sulla base delle caratteristiche di sollecitazione determinate secondo l'Approccio 2 – Combinazione 1 (A1+M1+R3) (§ 6.5.3.1.1).



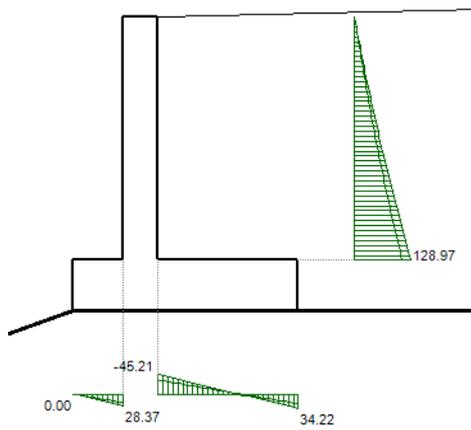
Sezioni strutturali maggiormente sollecitate

Nelle pagine che seguono, per le sezioni tipo maggiormente rappresentative, si riportano gli involuipi delle caratteristiche di sollecitazione MNT risultanti lungo l'elevazione e lungo la fondazione con evidenziati i massimi valori di sollecitazione tra tutti quelli relativi alle varie combinazioni di carico (STR: Statica, Sisma Sù e Sisma Giù).

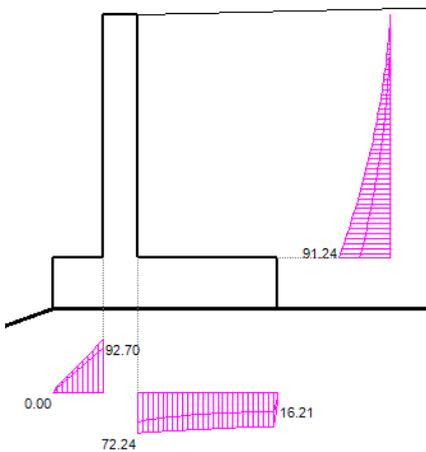
**SEZIONE TIPO 4**



**Inviluppo Momenti Flettenti**



**Inviluppo Forze Normali**



**Inviluppo Forze di Taglio**

### Sezione 1-1:

Legenda:

Comb\_1 = Statica (A1 +M1+R3)  
Comb\_4 = Sisma Su (M1+R3)  
Comb\_5 = Sisma Giu (M1+R3)

#### INVILUPPO DEI MOMENTI FLETTENTI

| y<br>[m] | Hsez<br>[m] | Comb_1<br>[kNm] | Comb_4<br>[kNm] | Comb_5<br>[kNm] | Mmin<br>[kNm] | Mmax<br>[kNm] |
|----------|-------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|---------------|
| 1.00     | 0.70        | 157.75          | 82.71           | 85.23           | 82.71         | 157.75        |

#### INVILUPPO DELLE FORZE NORMALI

| y<br>[m] | Hsez<br>[m] | Comb_1<br>[kN] | Comb_4<br>[kN] | Comb_5<br>[kN] | Nmin<br>[kN] | Nmax<br>[kN] |
|----------|-------------|----------------|----------------|----------------|--------------|--------------|
| 1.00     | 0.70        | 128.97         | 108.44         | 112.36         | 108.44       | 128.97       |

#### INVILUPPO DELLE FORZE DI TAGLIO

| y<br>[m] | Hsez<br>[m] | Comb_1<br>[kN] | Comb_4<br>[kN] | Comb_5<br>[kN] | Tmin<br>[kN] | Tmax<br>[kN] |
|----------|-------------|----------------|----------------|----------------|--------------|--------------|
| 1.00     | 0.70        | 91.24          | 54.28          | 56.00          | 54.28        | 91.24        |

### Sezione 2-2:

Legenda:

Comb\_1 = Statica (A1 +M1+R1)  
Comb\_4 = Sisma Su (M1+R1)  
Comb\_5 = Sisma Giu (M1+R1)

#### INVILUPPO DEI MOMENTI FLETTENTI

| x<br>[m] | Hsez<br>[m] | Comb_1<br>[kNm] | Comb_4<br>[kNm] | Comb_5<br>[kNm] | Mmin<br>[kNm] | Mmax<br>[kNm] |
|----------|-------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|---------------|
| 1.70     | 1.00        | 146.16          | 85.88           | 87.75           | 85.88         | 146.16        |

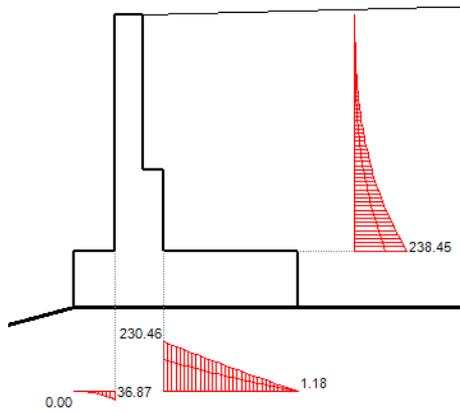
#### INVILUPPO DELLE FORZE NORMALI

| x<br>[m] | Hsez<br>[m] | Comb_1<br>[kN] | Comb_4<br>[kN] | Comb_5<br>[kN] | Nmin<br>[kN] | Nmax<br>[kN] |
|----------|-------------|----------------|----------------|----------------|--------------|--------------|
| 1.70     | 1.00        | -45.21         | -32.09         | -32.89         | -45.21       | -32.09       |

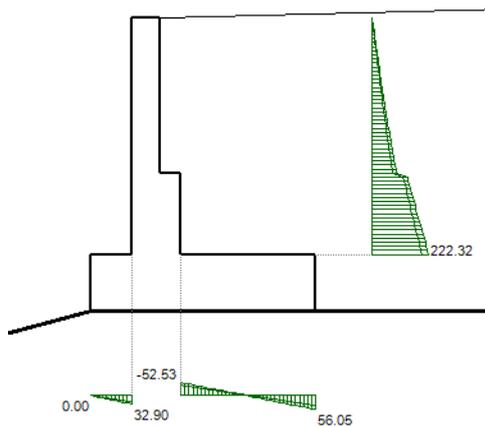
#### INVILUPPO DELLE FORZE DI TAGLIO

| x<br>[m] | Hsez<br>[m] | Comb_1<br>[kN] | Comb_4<br>[kN] | Comb_5<br>[kN] | Tmin<br>[kN] | Tmax<br>[kN] |
|----------|-------------|----------------|----------------|----------------|--------------|--------------|
| 1.70     | 1.00        | 72.24          | 51.73          | 52.98          | 51.73        | 72.24        |

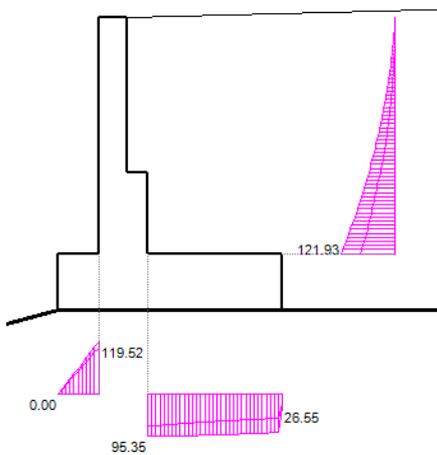
**SEZIONE TIPO 5**



**Inviluppo Momenti Flettenti**



**Inviluppo Forze Normali**



**Inviluppo Forze di Taglio**

### Sezione 1-1:

**Legenda:**

Comb\_1 = Statica (A1 +M1+R3)  
 Comb\_4 = Sisma Su (M1+R3)  
 Comb\_5 = Sisma Giu (M1+R3)

**INVILUPPO DEI MOMENTI FLETTENTI**

| y<br>[m] | Hsez<br>[m] | Comb_1<br>[kNm] | Comb_4<br>[kNm] | Comb_5<br>[kNm] | Mmin<br>[kNm] | Mmax<br>[kNm] |
|----------|-------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|---------------|
| 1.40     | 1.20        | 238.45          | 139.21          | 143.33          | 139.21        | 238.45        |

**INVILUPPO DELLE FORZE NORMALI**

| y<br>[m] | Hsez<br>[m] | Comb_1<br>[kN] | Comb_4<br>[kN] | Comb_5<br>[kN] | Nmin<br>[kN] | Nmax<br>[kN] |
|----------|-------------|----------------|----------------|----------------|--------------|--------------|
| 1.40     | 1.20        | 222.32         | 195.70         | 202.81         | 195.70       | 222.32       |

**INVILUPPO DELLE FORZE DI TAGLIO**

| y<br>[m] | Hsez<br>[m] | Comb_1<br>[kN] | Comb_4<br>[kN] | Comb_5<br>[kN] | Tmin<br>[kN] | Tmax<br>[kN] |
|----------|-------------|----------------|----------------|----------------|--------------|--------------|
| 1.40     | 1.20        | 121.93         | 77.97          | 80.39          | 77.97        | 121.93       |

### Sezione 2-2:

**Legenda:**

Comb\_1 = Statica (A1 +M1+R1)  
 Comb\_4 = Sisma Su (M1+R1)  
 Comb\_5 = Sisma Giu (M1+R1)

**INVILUPPO DEI MOMENTI FLETTENTI**

| x<br>[m] | Hsez<br>[m] | Comb_1<br>[kNm] | Comb_4<br>[kNm] | Comb_5<br>[kNm] | Mmin<br>[kNm] | Mmax<br>[kNm] |
|----------|-------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|---------------|
| 2.20     | 1.40        | 230.46          | 149.48          | 152.72          | 149.48        | 230.46        |

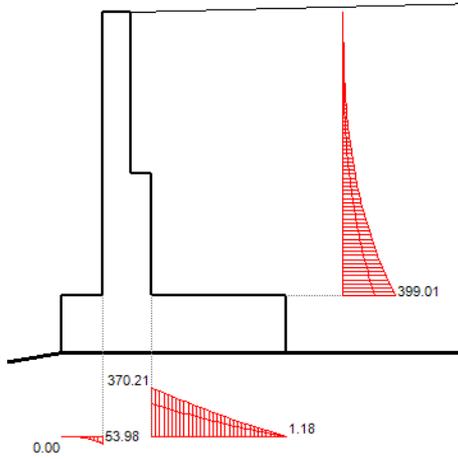
**INVILUPPO DELLE FORZE NORMALI**

| x<br>[m] | Hsez<br>[m] | Comb_1<br>[kN] | Comb_4<br>[kN] | Comb_5<br>[kN] | Nmin<br>[kN] | Nmax<br>[kN] |
|----------|-------------|----------------|----------------|----------------|--------------|--------------|
| 2.20     | 1.40        | -52.53         | -40.64         | -41.60         | -52.53       | -40.64       |

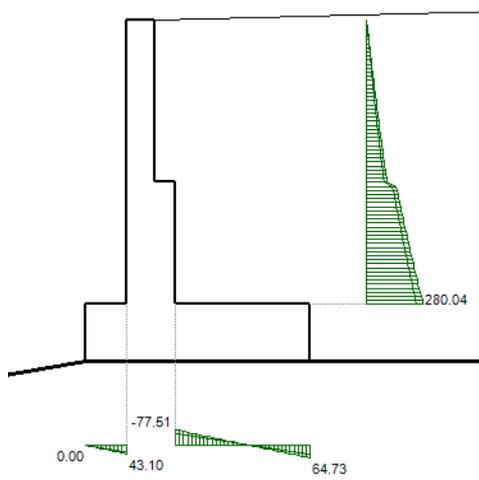
**INVILUPPO DELLE FORZE DI TAGLIO**

| x<br>[m] | Hsez<br>[m] | Comb_1<br>[kN] | Comb_4<br>[kN] | Comb_5<br>[kN] | Tmin<br>[kN] | Tmax<br>[kN] |
|----------|-------------|----------------|----------------|----------------|--------------|--------------|
| 2.20     | 1.40        | 95.35          | 72.55          | 74.17          | 72.55        | 95.35        |

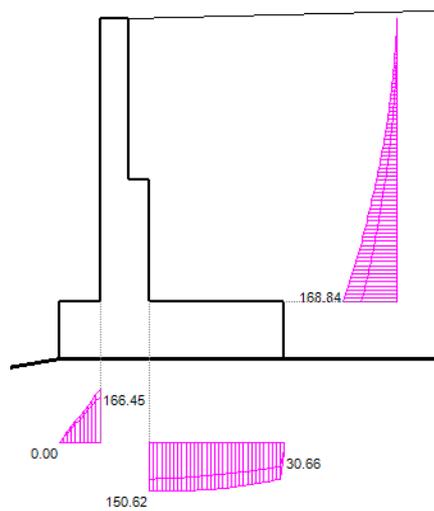
**SEZIONE TIPO 6**



**Inviluppo Momenti Flettenti**



**Inviluppo Forze Normali**



**Inviluppo Forze di Taglio**

### Sezione 1-1:

**Legenda:**

Comb\_1 = Statica (A1 +M1+R3)  
 Comb\_4 = Sisma Su (M1+R3)  
 Comb\_5 = Sisma Giu (M1+R3)

**INVILUPPO DEI MOMENTI FLETTENTI**

| y<br>[m] | Hsez<br>[m] | Comb_1<br>[kNm] | Comb_4<br>[kNm] | Comb_5<br>[kNm] | Mmin<br>[kNm] | Mmax<br>[kNm] |
|----------|-------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|---------------|
| 1.40     | 1.20        | 399.01          | 243.42          | 250.78          | 243.42        | 399.01        |

**INVILUPPO DELLE FORZE NORMALI**

| y<br>[m] | Hsez<br>[m] | Comb_1<br>[kN] | Comb_4<br>[kN] | Comb_5<br>[kN] | Nmin<br>[kN] | Nmax<br>[kN] |
|----------|-------------|----------------|----------------|----------------|--------------|--------------|
| 1.40     | 1.20        | 280.04         | 246.10         | 255.01         | 246.10       | 280.04       |

**INVILUPPO DELLE FORZE DI TAGLIO**

| y<br>[m] | Hsez<br>[m] | Comb_1<br>[kN] | Comb_4<br>[kN] | Comb_5<br>[kN] | Tmin<br>[kN] | Tmax<br>[kN] |
|----------|-------------|----------------|----------------|----------------|--------------|--------------|
| 1.40     | 1.20        | 168.84         | 112.06         | 115.58         | 112.06       | 168.84       |

### Sezione 2-2:

**Legenda:**

Comb\_1 = Statica (A1 +M1+R1)  
 Comb\_4 = Sisma Su (M1+R1)  
 Comb\_5 = Sisma Giu (M1+R1)

**INVILUPPO DEI MOMENTI FLETTENTI**

| x<br>[m] | Hsez<br>[m] | Comb_1<br>[kNm] | Comb_4<br>[kNm] | Comb_5<br>[kNm] | Mmin<br>[kNm] | Mmax<br>[kNm] |
|----------|-------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|---------------|
| 2.20     | 1.40        | 370.21          | 252.68          | 258.71          | 252.68        | 370.21        |

**INVILUPPO DELLE FORZE NORMALI**

| x<br>[m] | Hsez<br>[m] | Comb_1<br>[kN] | Comb_4<br>[kN] | Comb_5<br>[kN] | Nmin<br>[kN] | Nmax<br>[kN] |
|----------|-------------|----------------|----------------|----------------|--------------|--------------|
| 2.20     | 1.40        | -77.51         | -60.19         | -61.73         | -77.51       | -60.19       |

**INVILUPPO DELLE FORZE DI TAGLIO**

| x<br>[m] | Hsez<br>[m] | Comb_1<br>[kN] | Comb_4<br>[kN] | Comb_5<br>[kN] | Tmin<br>[kN] | Tmax<br>[kN] |
|----------|-------------|----------------|----------------|----------------|--------------|--------------|
| 2.20     | 1.40        | 150.62         | 114.99         | 117.76         | 114.99       | 150.62       |

## 10.1 Verifiche a presso-flessione

Nella tabella che segue sono riassunti i valori delle massime caratteristiche di sollecitazione agenti nelle predette sezioni di verifica, le caratteristiche di armatura ipotizzate per la presente fase progettuale sulla base dei quantitativi minimi di norma, e le corrispondenti resistenze.

I valori del momento resistente " $M_{Rd}$ " sono determinati mediante il diagramma di interazione M-N in funzione delle caratteristiche meccaniche dei materiali costituenti, elencate sotto, con riferimento al diagramma "parabola-rettangolo" per il calcestruzzo (nel calcolo del momento resistente, a favore di sicurezza, si è considerato il valore minimo della sollecitazione assiale di compressione in quanto tale componente determina un aumento della resistenza).

### CALCESTRUZZO:

$R_{ck}$  = 35 N/mm<sup>2</sup>  
 $f_{ck}$  = 28 N/mm<sup>2</sup>  
 $\Gamma_{c}$  = 1.50  
 $\alpha_{cc}$  = 0.85  
 $f_{cd} = \alpha_{cc} * f_{ck} / \Gamma_{c} = 15.87$  N/mm<sup>2</sup>

### ACCIAIO DA C.A.:

$f_{yk}$  = 450 N/mm<sup>2</sup>  
 $\Gamma_{s}$  = 1.15  
 $f_{yd} = f_{yk} / \Gamma_{s} = 391.30$  N/mm<sup>2</sup>

## VERIFICHE DI RESISTENZA A PRESSO-FLESSIONE

| Sez. Tipo | Sez. di verifica | H (cm) | As (cm <sup>2</sup> ) | A's (cm <sup>2</sup> ) | $N_{Ed}$ (kN) | $M_{Ed}$ (kNm) | $M_{Rd}$ (kNm) | Verifica $M_{Rd} \geq M_{Ed}?$ |
|-----------|------------------|--------|-----------------------|------------------------|---------------|----------------|----------------|--------------------------------|
| 4         | 1-1              | 70     | 12.70 (ø18/20)        | 12.70 (ø18/20)         | 108.44        | 157.75         | 342.16         | ok                             |
|           | 2-2              | 100    | 15.70 (ø20/20)        | 15.70 (ø20/20)         | -45.21        | 146.16         | 535.30         | ok                             |
| 5         | 1-1              | 120    | 19.00 (ø22/20)        | 19.00 (ø22/20)         | 195.70        | 238.45         | 926.12         | ok                             |
|           | 2-2              | 140    | 22.60 (ø24/20)        | 22.60 (ø24/20)         | -52.53        | 230.46         | 1107.17        | ok                             |
| 6         | 1-1              | 120    | 19.00 (ø22/20)        | 19.00 (ø22/20)         | 246.10        | 399.01         | 954.10         | ok                             |
|           | 2-2              | 140    | 22.60 (ø24/20)        | 22.60 (ø24/20)         | -77.51        | 370.21         | 1090.60        | ok                             |

Tutte le verifiche risultano ampiamente soddisfatte.

I valori relativamente elevati delle resistenze a flessione sono in particolare dovuti al fatto che le armature sono state definite anche nel rispetto dei minimi di norma.

In particolare secondo quanto prescritto dall'Eurocodice 2 – Parte 1-1 (§9.6.1 - §9.3 - §9.2.1.1):

$$A_{s,min} = 0,26 f_{ctm}/f_{yk} b_t d$$

dove:  $b_t$  = larghezza della sezione;  
 $d$  = altezza utile della sezione;  
 $f_{ctm}$  = valore medio della resistenza a trazione del calcestruzzo;  
 $f_{yk}$  = valore caratteristico della resistenza a trazione dell'acciaio.

In base a tale requisito, nella tabella che segue sono riportati i valori di armatura minima di norma per ciascuna delle sezioni di verifica suddette e le relative armature previste in progetto.

**Tabella verifica armature minime di norma:**

| Sez. Tipo | Sez. di verifica | Altezza sez. H (cm) | Armatura Minima (cm <sup>2</sup> ) | Armatura di progetto As (cm <sup>2</sup> ) |
|-----------|------------------|---------------------|------------------------------------|--|
| 4         | 1-1              | 70                  | 10.39                              | 12.70 (ø18/20)                             |
|           | 2-2              | 100                 | 15.18                              | 15.70 (ø20/20)                             |
| 5         | 1-1              | 120                 | 18.38                              | 19.00 (ø22/20)                             |
|           | 2-2              | 140                 | 21.58                              | 22.60 (ø24/20)                             |
| 6         | 1-1              | 120                 | 18.38                              | 19.00 (ø22/20)                             |
|           | 2-2              | 140                 | 21.58                              | 22.60 (ø24/20)                             |

## 10.2 Verifiche a taglio

I valori del taglio resistente " $V_{Rd}$ " sono determinati, nell'ipotesi di sezione non armata a taglio, calcolando la resistenza offerta dal solo contributo del calcestruzzo e dell'armatura longitudinale presente al lembo compresso.

$$k = 1 + (200/d)^{1/2}$$

$$S_{cp} = N_{ed} / A_c$$

$$VRd_1 = ( (0.18 * k * (100 * \rho_l * f_{ck})^{1/3} ) / \gamma_c + 0.15 * S_{cp} ) * b_w * d$$

$$VRd_2 = ( 0.035 * (k^{3/2}) * (f_{ck}^{1/2}) + 0.15 * S_{cp} ) * b_w * d$$

$$VRd = \text{Max} (VRd_1; VRd_2)$$

### VERIFICHE DI RESISTENZA A TAGLIO

| Sez. Tipo | Sez. di verifica | H (cm) | As (cm <sup>2</sup> ) | A's (cm <sup>2</sup> ) | N <sub>Ed</sub> (kN) | V <sub>Ed</sub> (kN) | V <sub>Rd</sub> (kN) | Verifica<br>V <sub>Rd</sub> ≥ V <sub>Ed</sub> ? |
|-----------|------------------|--------|-----------------------|------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---|
| 4         | 1-1              | 70     | 12.70 (ø18/20)        | 12.70 (ø18/20)         | 108.44               | 91.24                | 248.47               | ok  |
|           | 2-2              | 100    | 15.70 (ø20/20)        | 15.70 (ø20/20)         | -45.21               | 72.24                | 310.01               | ok  |
| 5         | 1-1              | 120    | 19.00 (ø22/20)        | 19.00 (ø22/20)         | 195.70               | 121.93               | 387.40               | ok  |
|           | 2-2              | 140    | 22.60 (ø24/20)        | 22.60 (ø24/20)         | -52.53               | 95.35                | 407.48               | ok  |
| 6         | 1-1              | 120    | 19.00 (ø22/20)        | 19.00 (ø22/20)         | 246.10               | 168.84               | 394.64               | ok  |
|           | 2-2              | 140    | 22.60 (ø24/20)        | 22.60 (ø24/20)         | -77.51               | 150.62               | 407.48               | ok  |

Tutte le verifiche risultano ampiamente soddisfatte.

## 11. Conclusioni

La presente relazione é stata redatta nell'ambito del progetto dei "Lavori di Ammodernamento della SS. 42 del Tonale e della Mendola. Variante est di Edolo – LOTTO II".

Nella presente relazione si sono espone le principali analisi di calcolo e verifiche strutturali relative al Muro Andatore della spalla in sponda SX del ponte sul Fiume Oglio.

Tutte le verifiche effettuate, riportate e non nella presente relazione, sono risultate positive.

**ALLEGATO N. 1.1**  
**SEZIONE TIPO 1**  
**VERIFICHE DI STABILITA' LOCALE**



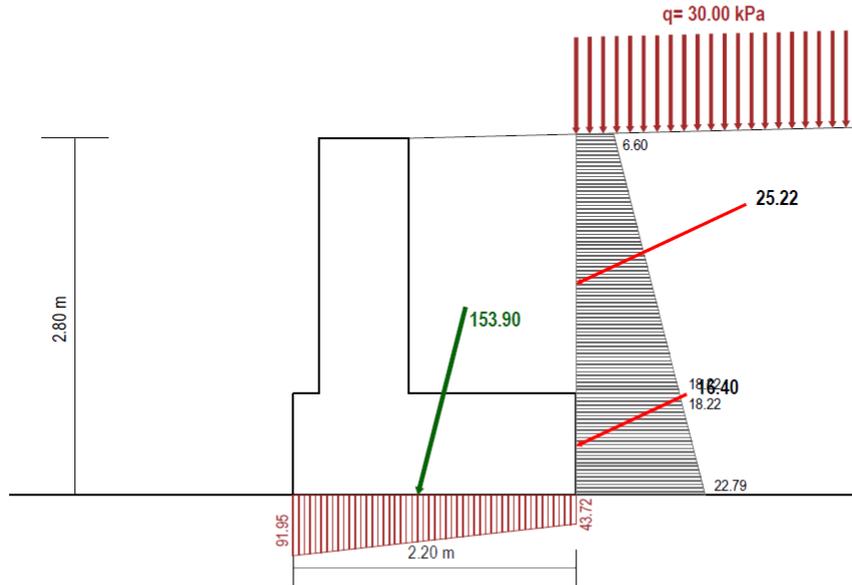
MB Muro Rev 3.03

**PONTE SUL FIUME OGLIO**  
**MURO ANDATORE IN SPONDA SX**  
**SEZIONE TIPO 1-1**

**COMBINAZIONE DI CARICO N. 1:**  
**Statica (A1+M1+R3)**

**STRATI DI MONTE**

STRATO N.1  
G = 20.00 kNm3  
e' = 38.00 °  
c' = 0.00 kNm2



**STRATO FONDAZIONE**

G = 20.00 kNm3  
e' = 38.00 °  
c' = 0.00 kNm2

**RISULTATI DEL CALCOLO e VERIFICHE**

**VERIFICA A SCORRIMENTO:**

|                        |                 |                |
|------------------------|-----------------|----------------|
| Azione Orizzontale:    | Hed             | 37.61 kN       |
| Carico verticale:      | Ned             | 149.24 kN      |
| Resistenza attrito:    | Ra = Ned*tg(φa) | 70.69 kN       |
| Base Fondazione:       | B               | 2.20 m         |
| Resistenza coesione:   | Rc = ca * B     | 0.00 kN        |
| Resistenza Totale:     | Rtot = Ra + Rc  | 70.69 kN       |
| Coeffic. parziale:     | G_R             | 1.10           |
| Resistenza di Calcolo: | Hrd = Rtot/G_R  | 64.26 kN       |
| Verifica:              | Hrd/Hed         | 1.71 ----> ok! |

**VERIFICA A RIBALTAMENTO:**

|                            |                 |                 |
|----------------------------|-----------------|-----------------|
| Momento Stabilizzante:     | Mstab           | 149.00 kNm      |
| Coeffic. parziale:         | G_R             | 1.15            |
| Resistenza a Ribaltamento: | Mrd = Mstab/G_R | 129.56 kNm      |
| Momento Ribaltante:        | Med             | 4.29 kNm        |
| Verifica:                  | Mrd/Med         | 30.22 ----> ok! |

**VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:**

|                       |                                 |                |
|-----------------------|---------------------------------|----------------|
| Azione verticale      | Ned                             | 149.24 kN      |
| Azione orizzontale    | Hed                             | 37.61 kN       |
| Sovraccarico laterale | q                               | 0.00 kPa       |
| Eccentricita'         | e = B/2 - (Mstab-Mrib)/Ned      | 0.13 m         |
| Base efficace         | Beff = B - 2 e                  | 1.94 m         |
| Fattore cap. port.    | Nq=exp(Pi*tgφ)*tg2(Pi/4+φ/2)    | 48.93          |
| Fattore cap. port.    | Nc=(Nq-1)*cotφ                  | 61.35          |
| Fattore cap. port.    | Nq=2*(Nq+1)*tgφ                 | 78.02          |
| coeff.inclin.carico   | iq=[1-Hed/(Ned+Beff*c'*cotφ)]^3 | 0.42           |
| coeff.inclin.carico   | iq=[1-Hed/(Ned+Beff*c'*cotφ)]^2 | 0.56           |
| coeff.inclin.carico   | ic=iq-[1-iq]/(Nc*tgφ)           | 0.55           |
| Inclin. P.C. (>=0)    |                                 |                |
| coeff.inclin. p.c.    | gg                              | 1.00           |
| coeff.inclin. p.c.    | gg                              | 1.00           |
| coeff.inclin. p.c.    | gc                              | 1.00           |
| coeff. sismico        | kh=Ss*St*ag/g                   | 0.00           |
| coeff. sismico        | zc=1-0.32*kh                    | 1.00           |
| coeff. sismico        | zq=(1-kh/tgφ)^0.35              | 1.00           |
| coeff. sismico        | zg=zq                           | 1.00           |
| pressione limite (1)  | qlim1=0.5*G'*Beff*Nq*ig*gg*zg   | 633.19 kN/m2   |
| pressione limite (2)  | qlim2=c*Nc*ic*gc*zc             | 0.00 kN/m2     |
| pressione limite (3)  | qlim3=q*Nq*ig*gg*zg             | 0.00 kN/m2     |
| pressione lim. Tot.   | qlim = qlim1 + qlim2 + qlim3    | 633.19 kN/m2   |
| Resistenza totale     | Qlim = qlim * Beff              | 1227.95 kN     |
| Coeffic. parziale     | G_R                             | 1.40           |
| Resistenza Calcolo    | Nrd = Qlim / G_R                | 877.11 kN      |
| Verifica              | Nrd/Ned                         | 5.88 ----> ok! |



\*\*\* TENSIONI ATTIVE EFFICACI LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
( MONONOBE - OKABE )

-----  
Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
sig\_V = Tensione verticale efficace  
ka = coefficiente di spinta attiva  
sig\_a = Tensione attiva efficace  
sig\_a = sig\_V \* ka - 2 c Radq(ka)  
\*\* = Tratto parete sotto falda

=====

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - SOLO TERRENO - (Coeff. parziali M1)

=====

| Tratto n. | z [m] | Statiche    |        |             | Sisma Up    |        |             | Sisma Dw    |        |             |
|-----------|-------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|
|           |       | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] |
| 1         | 0.00  | 56.65       | 0.220  | 12.46       | 55.54       | 0.242  | 13.45       | 57.76       | 0.241  | 13.93       |
|           | 0.80  | 40.65       | 0.220  | 8.94        | 39.85       | 0.242  | 9.65        | 41.45       | 0.241  | 10.00       |
| 2         | 0.80  | 40.65       | 0.220  | 8.94        | 39.85       | 0.242  | 9.65        | 41.45       | 0.241  | 10.00       |
|           | 2.83  | 0.00        | 0.220  | 0.00        | 0.00        | 0.242  | 0.00        | 0.00        | 0.241  | 0.00        |

=====

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - PER SOVRACCARICO - (Coeff. parziali M1)

=====

| Tratto n. | z [m] | Statiche    |        |             | Sisma Up    |        |             | Sisma Dw    |        |             |
|-----------|-------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|
|           |       | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] |
| 1         | 0.00  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |
|           | 0.80  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |
| 2         | 0.80  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |
|           | 2.83  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |

=====

\*\*\* PRESSIONI ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*

=====

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
sig\_T = Componente di tensione efficace del Terreno  
Gamma\_G1 = Coeff. di combinazione  
sig\_Td = sig\_T \* Gamma\_G1 = Tensione di Calcolo del Terreno  
  
sig\_Q = Componente di tensione efficace per Sovraccarico  
Gamma\_Q = Coeff. di combinazione  
sig\_Qd = sig\_Q \* Gamma\_Q = Tensione di Calcolo per Sovracc.  
  
Sig\_eff = sig\_Td + sig\_Qd = Tensione Risultante efficace

=====

COMBINAZIONE DI CARICO N. 1: Statica (A1 +M1+R3)

=====

Coefficienti parziali di combinazione delle azioni:  
Spinta del terreno: Gamma\_G1 = 1.30 (Perm. Strutt. Sfav. )  
Spinta del sovracc.: Gamma\_Q = 1.50 (Variabile Sfav.)

| Tratto n. | z [m] | Sig_T [kPa] | Gamma_G1 [-] | Sig_Td [kPa] | Sig_Q [kPa] | Gamma_Q [-] | Sig_Qd [kPa] | Sig_eff [kPa] |
|-----------|-------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|---------------|
| 1         | 0.00  | 12.46       | 1.30         | 16.19        | 4.40        | 1.50        | 6.60         | 22.79         |
|           | 0.80  | 8.94        | 1.30         | 11.62        | 4.40        | 1.50        | 6.60         | 18.22         |
| 2         | 0.80  | 8.94        | 1.30         | 11.62        | 4.40        | 1.50        | 6.60         | 18.22         |
|           | 2.83  | 0.00        | 1.30         | 0.00         | 4.40        | 1.50        | 6.60         | 6.60          |

-----

## \*\*\* SPINTE ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*

## Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
 Csi = Angolo inclinazione paramento (orario rispetto all'orizzontale)  
 Delta = Angolo di attrito al contatto  
 Alpha = Angolo inclinazione Spinta (antiorario rispetto all'orizzontale)  
 F\_T = Valore complessivo di Spinta  
 F\_x = Componente orizzontale di spinta (>0 verso sinistra - ribaltante)  
 F\_y = Componente verticale di spinta (>0 verso il basso - stabilizz.)  
 x\_P, y\_P = Coordinate x,y punto di applicazione

## COMBINAZIONE DI CARICO N. 1: Statica (A1 +M1+R3)

| Tratto n. | da z [m] | a z [m] | Csi [°] | Delta [°] | Alpha [°] | F_T [kN] | F_x [kN] | F_y [kN] | x_P [m] | y_P [m] |
|-----------|----------|---------|---------|-----------|-----------|----------|----------|----------|---------|---------|
| 1         | 0.00     | 0.80    | 90.00   | 25.35     | 25.35     | 16.40    | 14.82    | 7.02     | 2.20    | 0.39    |
| 2         | 0.80     | 2.83    | 90.00   | 25.35     | 25.35     | 25.22    | 22.79    | 10.79    | 2.20    | 1.66    |

## \*\*\* DETTAGLIO CALCOLO RISULTANTE SUL PIANO DI FONDAZIONE \*\*\*

## Legenda:

F = valore dell'azione  
 Coef = coefficiente di combinazione dell'azione  
 F\_Vd = Componente Verticale di calcolo dell'azione  
 F\_Hd = Componente Orizzont. di calcolo dell'azione  
 x,y = coordinate punto di applicazione dell'azione  
 Mrib = Momento ribaltante (rispetto estremo di valle fondazione)  
 Mstab = Momento Stabilizzante

N.B. Le spinte del terreno sono già quelle di combinazione con quelle dell'eventuale sovraccarico (es.  $1.3 \cdot st + 1.5 \cdot sq$ )

N.B. Le spinte idrostatiche sono già quelle di combinazione  
 Le componenti verticali di spinta del terreno e dell'acqua sono legate a quelle orizzontali e, se rivolte verso il basso, riducono il momento ribaltante anzichè aumentare lo stabilizzante  
 Eventuali forze e coppie esterne aggiuntive sono considerate Sfavorevoli se ribaltanti

## COMBINAZIONE DI CARICO N. 1: Statica (A1 +M1+R3)

| Azione                           | Tipo Azione   | F [kN] | Coef [-] | F_Vd [kN] | F_Hd [kN] | x [m] | y [m] | Mrib [kNm] | Mstab [kNm] |        |
|----------------------------------|---------------|--------|----------|-----------|-----------|-------|-------|------------|-------------|--------|
| Materiali Muro: Mat. n.01        | Perm. Strutt. | Fav    | 79.00    | 1.00      | 79.00     | 0.00  | 0.86  | 1.02       | 0.00        | 67.65  |
| Terr. su muro: Area n.01         | Perm. Strutt. | Fav    | 52.42    | 1.00      | 52.42     | 0.00  | 1.55  | 1.81       | 0.00        | 81.35  |
| Sovracc. su muro:                | Variabile     | Fav    | 26.00    | 0.00      | 0.00      | 0.00  | 1.55  | 2.82       | 0.00        | 0.00   |
| Sp.Terr.Monte:Tratto n.01        | Perm. Strutt. | Sfav   | 16.40    | 1.00      | 7.02      | 14.82 | 2.20  | 0.39       | -9.74       | 0.00   |
| Sp.Terr.Monte:Tratto n.02        | Perm. Strutt. | Sfav   | 25.22    | 1.00      | 10.79     | 22.79 | 2.20  | 1.66       | 14.03       | 0.00   |
| RISULTANTE SUL PIANO FONDAZIONE: |               |        |          |           | 149.24    | 37.61 |       |            | 4.29        | 149.00 |

## \*\*\* V E R I F I C H E \*\*\*

## COMBINAZIONE DI CARICO N. 1: Statica (A1 +M1+R3)

## Terreno di fondazione - Parametri geotecnici di calcolo:

|        |       |         |                                    |
|--------|-------|---------|------------------------------------|
| Gamma  | 20.00 | [kN/m3] | p.s. naturale                      |
| Gamma' | 20.00 | [kN/m3] | p.s. efficace (condizioni Drenate) |
| $\phi$ | 38.00 | [°]     | attrito di calcolo                 |
| c      | 0.00  | [kN/m2] | coesione di calcolo                |

## Terreno di fondazione - coeff. e Parametri di aderenza:

|          |       |         |                      |
|----------|-------|---------|----------------------|
| cf       | 0.67  | [-]     | aliquota attrito     |
| cc       | 0.67  | [-]     | aliquota coesione    |
| $\phi_a$ | 25.35 | [°]     | attrito al contatto  |
| ca       | 0.00  | [kN/m2] | coesione di aderenza |

## VERIFICA A SCORRIMENTO:

|                        |                          |                           |
|------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Azione Orizzontale:    | Hed                      | 37.61 kN                  |
| Carico verticale:      | Ned                      | 149.24 kN                 |
| Resistenza attrito:    | $R_a = Ned * tg(\phi_a)$ | 70.69 kN                  |
| Base Fondazione:       | B                        | 2.20 m                    |
| Resistenza coesione:   | $R_c = ca * B$           | 0.00 kN                   |
| Resistenza Totale:     | $R_{tot} = R_a + R_c$    | 70.69 kN                  |
| Coeffic. parziale:     | G_R                      | 1.10 (NTC18 - Tab. 6.5.I) |
| Resistenza di Calcolo: | $H_{rd} = R_{tot} / G_R$ | 64.26 kN                  |
| Verifica:              | Hrd/Hed                  | 1.71 ---> ok!             |

## VERIFICA A RIBALTAMENTO:

|                            |                           |                           |
|----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Momento Stabilizzante:     | Mstab                     | 149.00 kNm                |
| Coeffic. parziale:         | G_R                       | 1.15 (NTC18 - Tab. 6.5.I) |
| Resistenza a Ribaltamento: | $M_{rd} = M_{stab} / G_R$ | 129.56 kNm                |
| Momento Ribaltante:        | Med                       | 4.29 kNm                  |
| Verifica:                  | Mrd/Med                   | 30.22 ---> ok!            |

## VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:

|                       |  |                           |
|-----------------------|--|---------------------------|
| Azione verticale      | Ned  | 149.24 kN                 |
| Azione orizzontale    | Hed  | 37.61 kN                  |
| Sovraccarico laterale | q  | 0.00 kPa                  |
| Eccentricita'         | $e = B/2 - (M_{stab} - M_{rib}) / Ned$                       | 0.13 m                    |
| Base efficace         | $B_{eff} = B - 2 e $   | 1.94 m                    |
| Fattore cap. port.    | $N_q = \exp(Pi * tg\phi) * tg^2(Pi/4 + \phi/2)$              | 48.93                     |
| Fattore cap. port.    | $N_c = (N_q - 1) * cot\phi$                                  | 61.35                     |
| Fattore cap. port.    | $N_g = 2 * (N_q + 1) * tg\phi$                               | 78.02                     |
| coeff. inclin. carico | $i_g = [1 - Hed / (Ned + B_{eff} * c * cot\phi)]^{\wedge} 3$ | 0.42                      |
| coeff. inclin. carico | $i_q = [1 - Hed / (Ned + B_{eff} * c * cot\phi)]^{\wedge} 2$ | 0.56                      |
| coeff. inclin. carico | $i_c = i_q - [(1 - i_q) / (N_c * tg\phi)]$                   | 0.55                      |
| Inclin. P.C. (>=0)    |  |                           |
| coeff. inclin. p.c.   | gq   | 1.00                      |
| coeff. inclin. p.c.   | gg   | 1.00                      |
| coeff. inclin. p.c.   | gc   | 1.00                      |
| coeff. sismico        | $k_h = S_s * S_t * a_g / g$                                  | 0.0000                    |
| coeff. sismico        | $z_c = 1 - 0.32 * k_h$                                       | 1.00                      |
| coeff. sismico        | $z_q = (1 - k_h / tg\phi)^{\wedge} 0.35$                     | 1.00                      |
| coeff. sismico        | zq=zq  | 1.00                      |
| pressione limite (1)  | $q_{lim1} = 0.5 * G' * B_{eff} * N_g * i_g * gq * zq$        | 633.20 kN/m2              |
| pressione limite (2)  | $q_{lim2} = c * N_c * i_c * gc * zc$                         | 0.00 kN/m2                |
| pressione limite (3)  | $q_{lim3} = q * N_q * i_q * gg * zq$                         | 0.00 kN/m2                |
| pressione lim. Tot.   | $q_{lim} = q_{lim1} + q_{lim2} + q_{lim3}$                   | 633.20 kN/m2              |
| Resistenza totale     | $Q_{lim} = q_{lim} * B_{eff}$                                | 1227.95 kN                |
| Coeffic. parziale     | G_R  | 1.40 (NTC18 - Tab. 6.5.I) |
| Resistenza Calcolo    | $N_{rd} = Q_{lim} / G_R$                                     | 877.11 kN                 |
| Verifica              | Nrd/Ned  | 5.88 ---> ok!             |

## CALCOLO TENSIONI SUL PIANO DI FONDAZIONE:

|  |   |           |
|--|---|-----------|
| Azione verticale                             | Ned                                       | 149.24 kN |
| Eccentricita'                                | $e = B/2 - (M_{stab} - M_{rib}) / Ned$    | 0.13 m    |
| Momento                                      | $M = Ned *  e $                           | 19.45 kNm |
| Base Fondazione                              | B   | 2.20 m    |
| $ e  \leq B/6$ (base interamente compressa): |   |           |
| Tensione Max                                 | $s_{max} = Ned/B + 6 M  / (B^{\wedge} 2)$ | 91.95 kPa |
| Tensione min                                 | $s_{min} = Ned/B - 6 M  / (B^{\wedge} 2)$ | 43.72 kPa |



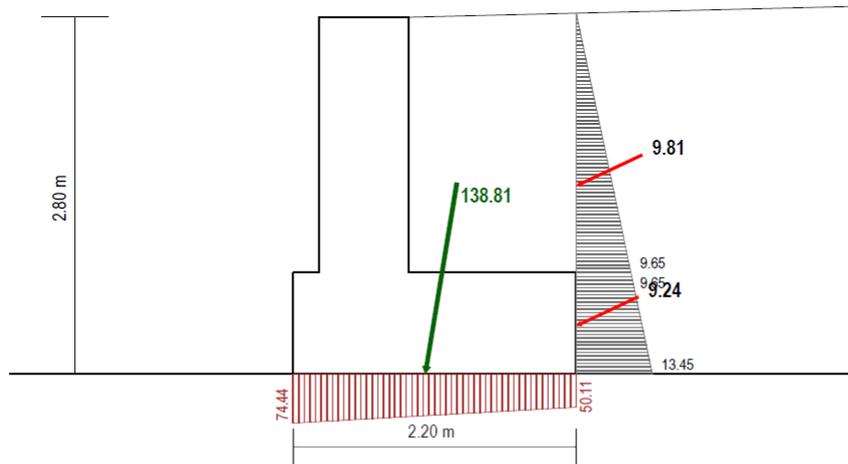
MB Muro Rev 3.03

**PONTE SUL FIUME OGLIO**  
**MURO ANDATORE IN SPONDA SX**  
**SEZIONE TIPO 1-1**

**COMBINAZIONE DI CARICO N. 4:**  
**Sisma Su (M1+R3)**

**STRATI DI MONTE**

STRATON.1  
G = 20.00 kN/m3  
e' = 38.00 °  
c' = 0.00 kN/m2



**STRATO FONDAZIONE**

G = 20.00 kN/m3  
e' = 38.00 °  
c' = 0.00 kN/m2

**RISULTATI DEL CALCOLO e VERIFICHE**

**VERIFICA A SCORRIMENTO:**

|                        |                 |               |
|------------------------|-----------------|---------------|
| Azione Orizzontale:    | Hed             | 22.36 kN      |
| Carico verticale:      | Ned             | 137.00 kN     |
| Resistenza attrito:    | Ra = Ned*tg(φa) | 64.89 kN      |
| Base Fondazione:       | B               | 2.20 m        |
| Resistenza coesione:   | Rc = ca * B     | 0.00 kN       |
| Resistenza Totale:     | Rtot = Ra + Rc  | 64.89 kN      |
| Coeffic. parziale:     | G_R             | 1.00          |
| Resistenza di Calcolo: | Hrd = Rtot/G_R  | 64.89 kN      |
| Verifica:              | Hrd/Hed         | 2.90 ---> ok! |

**VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:**

|                       |                                |                |
|-----------------------|--------------------------------|----------------|
| Azione verticale      | Ned                            | 137.00 kN      |
| Azione orizzontale    | Hed                            | 22.36 kN       |
| Sovraccarico laterale | q                              | 0.00 kPa       |
| Eccentricita'         | e = B/2 - (Mstab-Mrib)/Ned     | 0.07 m         |
| Base efficace         | Beff = B - 2 e                 | 2.06 m         |
| Fattore cap. port.    | Nq=exp(Pi*tgφ)*tg2(Pi/4+φ/2)   | 48.93          |
| Fattore cap. port.    | Nc=(Nq-1)*cotφ                 | 61.35          |
| Fattore cap. port.    | Ng=2*(Nq+1)*tgφ                | 78.02          |
| coeff.inclin.carico   | iq=[1-Hed/(Ned+Beff*c*cotφ)]^3 | 0.59           |
| coeff.inclin.carico   | iq=[1-Hed/(Ned+Beff*c*cotφ)]^2 | 0.70           |
| coeff.inclin.carico   | ic=iq - [(1-iq)/(Nc*tgφ)]      | 0.69           |
| Inclin. P.C. (>=0)    |                                |                |
| coeff.inclin. p.c.    | gq                             | 1.00           |
| coeff.inclin. p.c.    | gg                             | 1.00           |
| coeff.inclin. p.c.    | gc                             | 1.00           |
| coeff. sismico        | kh=Ss*St*ag/g                  | 0.10           |
| coeff. sismico        | zc=1-0.32*kh                   | 0.97           |
| coeff. sismico        | zq=(1-kh/tgφ)^0.35             | 0.95           |
| coeff. sismico        | zg=zq                          | 0.95           |
| pressione limite (1)  | qlim1=0.5*G'*Beff*Nq*ig*gg*zg  | 894.71 kN/m2   |
| pressione limite (2)  | qlim2=c*Nc*ic*gc*zc            | 0.00 kN/m2     |
| pressione limite (3)  | qlim3=q*Nq*ig*gg*zg            | 0.00 kN/m2     |
| pressione lim. Tot.   | qlim = qlim1 + qlim2 + qlim3   | 894.71 kN/m2   |
| Resistenza totale     | Qlim = qlim * Beff             | 1840.20 kN     |
| Coeffic. parziale     | G_R                            | 1.20           |
| Resistenza Calcolo    | Nrd = Qlim / G_R               | 1533.50 kN     |
| Verifica              | Nrd/Ned                        | 11.19 ---> ok! |

**VERIFICA A RIBALTAMENTO:**

Per la presente combinazione di carico (sismica) la verifica a ribaltamento non è significativa. Riferirsi alle combinazioni n. 8 e 9 'Sisma RIB' per le quali le azioni sismiche sono maggiorate (Cap.7.11.6.2.1)



\*\*\* TENSIONI ATTIVE EFFICACI LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
( MONONOBE - OKABE )

-----  
Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
sig\_V = Tensione verticale efficace  
ka = coefficiente di spinta attiva  
sig\_a = Tensione attiva efficace  
sig\_a = sig\_V \* ka - 2 c Radq(ka)  
\*\* = Tratto parete sotto falda

=====

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - SOLO TERRENO - (Coeff. parziali M1)

=====

| Tratto n. | z [m] | Statiche    |        |             | Sisma Up    |        |             | Sisma Dw    |        |             |
|-----------|-------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|
|           |       | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] |
| 1         | 0.00  | 56.65       | 0.220  | 12.46       | 55.54       | 0.242  | 13.45       | 57.76       | 0.241  | 13.93       |
|           | 0.80  | 40.65       | 0.220  | 8.94        | 39.85       | 0.242  | 9.65        | 41.45       | 0.241  | 10.00       |
| 2         | 0.80  | 40.65       | 0.220  | 8.94        | 39.85       | 0.242  | 9.65        | 41.45       | 0.241  | 10.00       |
|           | 2.83  | 0.00        | 0.220  | 0.00        | 0.00        | 0.242  | 0.00        | 0.00        | 0.241  | 0.00        |

=====

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - PER SOVRACCARICO - (Coeff. parziali M1)

=====

| Tratto n. | z [m] | Statiche    |        |             | Sisma Up    |        |             | Sisma Dw    |        |             |
|-----------|-------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|
|           |       | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] |
| 1         | 0.00  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |
|           | 0.80  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |
| 2         | 0.80  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |
|           | 2.83  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |

=====

\*\*\* PRESSIONI ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*

=====

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
sig\_T = Componente di tensione efficace del Terreno  
Gamma\_G1 = Coeff. di combinazione  
sig\_Td = sig\_T \* Gamma\_G1 = Tensione di Calcolo del Terreno  
  
sig\_Q = Componente di tensione efficace per Sovraccarico  
Gamma\_Q = Coeff. di combinazione  
sig\_Qd = sig\_Q \* Gamma\_Q = Tensione di Calcolo per Sovracc.  
  
Sig\_eff = sig\_Td + sig\_Qd = Tensione Risultante efficace

=====

COMBINAZIONE DI CARICO N. 4: Sisma Su (M1+R3)

=====

Coefficienti parziali di combinazione delle azioni:  
Spinta del terreno: Gamma\_G1 = 1.00 (Perm. Strutt. Sfav. )  
Spinta del sovracc.: Gamma\_Q = 0.00 (Variabile Sfav.)

| Tratto n. | z [m] | Sig_T [kPa] | Gamma_G1 [-] | Sig_Td [kPa] | Sig_Q [kPa] | Gamma_Q [-] | Sig_Qd [kPa] | Sig_eff [kPa] |
|-----------|-------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|---------------|
| 1         | 0.00  | 13.45       | 1.00         | 13.45        | 4.75        | 0.00        | 0.00         | 13.45         |
|           | 0.80  | 9.65        | 1.00         | 9.65         | 4.75        | 0.00        | 0.00         | 9.65          |
| 2         | 0.80  | 9.65        | 1.00         | 9.65         | 4.75        | 0.00        | 0.00         | 9.65          |
|           | 2.83  | 0.00        | 1.00         | 0.00         | 4.75        | 0.00        | 0.00         | 0.00          |

## \*\*\* SPINTE ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*

## Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
 Csi = Angolo inclinazione paramento (orario rispetto all'orizzontale)  
 Delta = Angolo di attrito al contatto  
 Alpha = Angolo inclinazione Spinta (antiorario rispetto all'orizzontale)  
 F\_T = Valore complessivo di Spinta  
 F\_x = Componente orizzontale di spinta (>0 verso sinistra - ribaltante)  
 F\_y = Componente verticale di spinta (>0 verso il basso - stabilizz.)  
 x\_P, y\_P = Coordinate x, y punto di applicazione

## COMBINAZIONE DI CARICO N. 4: Sisma Su (M1+R3)

| Tratto n. | da z [m] | a z [m] | Csi [°] | Delta [°] | Alpha [°] | F_T [kN] | F_x [kN] | F_y [kN] | x_P [m] | y_P [m] |
|-----------|----------|---------|---------|-----------|-----------|----------|----------|----------|---------|---------|
| 1         | 0.00     | 0.80    | 90.00   | 25.35     | 25.35     | 9.24     | 8.35     | 3.95     | 2.20    | 0.38    |
| 2         | 0.80     | 2.83    | 90.00   | 25.35     | 25.35     | 9.81     | 8.86     | 4.20     | 2.20    | 1.48    |

## \*\*\* DETTAGLIO CALCOLO RISULTANTE SUL PIANO DI FONDAZIONE \*\*\*

## Legenda:

F = valore dell'azione  
 Coef = coefficiente di combinazione dell'azione  
 F\_Vd = Componente Verticale di calcolo dell'azione  
 F\_Hd = Componente Orizzont. di calcolo dell'azione  
 x, y = coordinate punto di applicazione dell'azione  
 Mrib = Momento ribaltante (rispetto estremo di valle fondazione)  
 Mstab = Momento Stabilizzante

N.B. Le spinte del terreno sono già quelle di combinazione con quelle dell'eventuale sovraccarico (es.  $1.3 \cdot st + 1.5 \cdot sq$ )

N.B. Le spinte idrostatiche sono già quelle di combinazione  
 Le componenti verticali di spinta del terreno e dell'acqua sono legate a quelle orizzontali e, se rivolte verso il basso, riducono il momento ribaltante anzichè aumentare lo stabilizzante  
 Eventuali forze e coppie esterne aggiuntive sono considerate Sfavorevoli se ribaltanti

## COMBINAZIONE DI CARICO N. 4: Sisma Su (M1+R3)

| Azione                           | Tipo Azione   | F [kN] | Coef [-] | F_Vd [kN] | F_Hd [kN] | x [m] | y [m] | Mrib [kNm] | Mstab [kNm] |       |
|----------------------------------|---------------|--------|----------|-----------|-----------|-------|-------|------------|-------------|-------|
| Materiali Muro: Mat. n.01        | Perm. Strutt. | Fav    | 79.00    | 1.00      | 79.00     | 0.00  | 0.86  | 1.02       | 0.00        | 67.65 |
| -sisma vertic.                   |               |        | -1.55    | 1.00      | -1.55     | 0.00  | 0.86  | 1.02       | 0.00        | -1.33 |
| -sisma orizz.                    |               |        | 3.10     | 1.00      | 0.00      | 3.10  | 0.86  | 1.02       | 3.16        | 0.00  |
| Terr. su muro: Area n.01         | Perm. Strutt. | Fav    | 52.42    | 1.00      | 52.42     | 0.00  | 1.55  | 1.81       | 0.00        | 81.35 |
| -sisma vertic.                   |               |        | -1.03    | 1.00      | -1.03     | 0.00  | 1.55  | 1.81       | 0.00        | -1.59 |
| -sisma orizz.                    |               |        | 2.05     | 1.00      | 0.00      | 2.05  | 1.55  | 1.81       | 3.72        | 0.00  |
| Sovracc. su muro:                | Variabile     | Fav    | 26.00    | 0.00      | 0.00      | 0.00  | 1.55  | 2.82       | 0.00        | 0.00  |
| -sisma vertic. su Sovracc        |               |        | -0.51    | 0.00      | 0.00      | 0.00  | 1.55  | 2.82       | 0.00        | 0.00  |
| -sisma orizz. su Sovracc         |               |        | 1.02     | 0.00      | 0.00      | 0.00  | 1.55  | 2.82       | 0.00        | 0.00  |
| Sp.Terr.Monte:Tratto n.01        | Perm. Strutt. | Sfav   | 9.24     | 1.00      | 3.95      | 8.35  | 2.20  | 0.38       | -5.54       | 0.00  |
| Sp.Terr.Monte:Tratto n.02        | Perm. Strutt. | Sfav   | 9.81     | 1.00      | 4.20      | 8.86  | 2.20  | 1.48       | 3.86        | 0.00  |
| RISULTANTE SUL PIANO FONDAZIONE: |               |        |          |           | 137.00    | 22.36 |       | 5.19       | 146.07      |       |

## \*\*\* V E R I F I C H E \*\*\*

## COMBINAZIONE DI CARICO N. 4: Sisma Su (M1+R3)

## Terreno di fondazione - Parametri geotecnici di calcolo:

|        |       |         |                                    |
|--------|-------|---------|------------------------------------|
| Gamma  | 20.00 | [kN/m3] | p.s. naturale                      |
| Gamma' | 20.00 | [kN/m3] | p.s. efficace (condizioni Drenate) |
| $\phi$ | 38.00 | [°]     | attrito di calcolo                 |
| c      | 0.00  | [kN/m2] | coesione di calcolo                |

## Terreno di fondazione - coeff. e Parametri di aderenza:

|          |       |         |                      |
|----------|-------|---------|----------------------|
| cf       | 0.67  | [-]     | aliquota attrito     |
| cc       | 0.67  | [-]     | aliquota coesione    |
| $\phi_a$ | 25.35 | [°]     | attrito al contatto  |
| ca       | 0.00  | [kN/m2] | coesione di aderenza |

## VERIFICA A SCORRIMENTO:

|                        |                          |                             |
|------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Azione Orizzontale:    | Hed                      | 22.36 kN                    |
| Carico verticale:      | Ned                      | 137.00 kN                   |
| Resistenza attrito:    | $R_a = Ned * tg(\phi_a)$ | 64.89 kN                    |
| Base Fondazione:       | B                        | 2.20 m                      |
| Resistenza coesione:   | $R_c = ca * B$           | 0.00 kN                     |
| Resistenza Totale:     | $R_{tot} = R_a + R_c$    | 64.89 kN                    |
| Coeffic. parziale:     | G_R                      | 1.00 (NTC18 - Tab.7.11.III) |
| Resistenza di Calcolo: | $H_{rd} = R_{tot} / G_R$ | 64.89 kN                    |
| Verifica:              | Hrd/Hed                  | 2.90 ---> ok!               |

## VERIFICA A RIBALTAMENTO:

Per la presente combinazione di carico (sismica) la verifica a ribaltamento non é significativa  
 Riferirsi alle combinazioni n. 8 e 9 'Sisma RIB'  
 per le quali le azioni sismiche sono maggiorate (Cap.7.11.6.2.1)

## VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:

|                       |   |                             |
|-----------------------|---|-----------------------------|
| Azione verticale      | Ned   | 137.00 kN                   |
| Azione orizzontale    | Hed   | 22.36 kN                    |
| Sovraccarico laterale | q   | 0.00 kPa                    |
| Eccentricita'         | $e = B/2 - (M_{stab} - M_{rib}) / Ned$                | 0.07 m                      |
| Base efficace         | $B_{eff} = B - 2 e $                                  | 2.06 m                      |
| Fattore cap. port.    | $N_q = \exp(Pi * tg\phi) * tg^2(Pi/4 + \phi/2)$       | 48.93                       |
| Fattore cap. port.    | $N_c = (N_q - 1) * \cot\phi$                          | 61.35                       |
| Fattore cap. port.    | $N_g = 2 * (N_q + 1) * tg\phi$                        | 78.02                       |
| coeff. inclin. carico | $i_g = [1 - Hed / (Ned + B_{eff} * c * \cot\phi)]^2$  | 0.59                        |
| coeff. inclin. carico | $i_q = [1 - Hed / (Ned + B_{eff} * c * \cot\phi)]^2$  | 0.70                        |
| coeff. inclin. carico | $i_c = i_q - [(1 - i_q) / (N_c * tg\phi)]$            | 0.69                        |
| Inclin. P.C. (>=0)    |   |                             |
| coeff. inclin. p.c.   | gq  | 1.00                        |
| coeff. inclin. p.c.   | gg  | 1.00                        |
| coeff. inclin. p.c.   | gc  | 1.00                        |
| coeff. sismico        | $k_h = S_s * S_t * a_g / g$                           | 0.1032                      |
| coeff. sismico        | $z_c = 1 - 0.32 * k_h$                                | 0.97                        |
| coeff. sismico        | $z_q = (1 - k_h / tg\phi)^{0.35}$                     | 0.95                        |
| coeff. sismico        | $z_g = z_q$   | 0.95                        |
| pressione limite (1)  | $q_{lim1} = 0.5 * G' * B_{eff} * N_g * i_g * g * z_g$ | 894.71 kN/m2                |
| pressione limite (2)  | $q_{lim2} = c * N_c * i_c * g * z_c$                  | 0.00 kN/m2                  |
| pressione limite (3)  | $q_{lim3} = q * N_q * i_q * g * z_q$                  | 0.00 kN/m2                  |
| pressione lim. Tot.   | $q_{lim} = q_{lim1} + q_{lim2} + q_{lim3}$            | 894.71 kN/m2                |
| Resistenza totale     | $Q_{lim} = q_{lim} * B_{eff}$                         | 1840.20 kN                  |
| Coeffic. parziale     | G_R   | 1.20 (NTC18 - Tab.7.11.III) |
| Resistenza Calcolo    | $N_{rd} = Q_{lim} / G_R$                              | 1533.50 kN                  |
| Verifica              | Nrd/Ned   | 11.19 ---> ok!              |

## CALCOLO TENSIONI SUL PIANO DI FONDAZIONE:

|   |  |           |
|---|--|-----------|
| Azione verticale                        | Ned                                    | 137.00 kN |
| Eccentricita'                           | $e = B/2 - (M_{stab} - M_{rib}) / Ned$ | 0.07 m    |
| Momento                                 | $M = Ned *  e $                        | 9.81 kNm  |
| Base Fondazione                         | B                                      | 2.20 m    |
| e  <= B/6 (base interamente compressa): |  |           |
| Tensione Max                            | $s_{max} = Ned/B + 6 M  / (B^2)$       | 74.44 kPa |
| Tensione min                            | $s_{min} = Ned/B - 6 M  / (B^2)$       | 50.11 kPa |



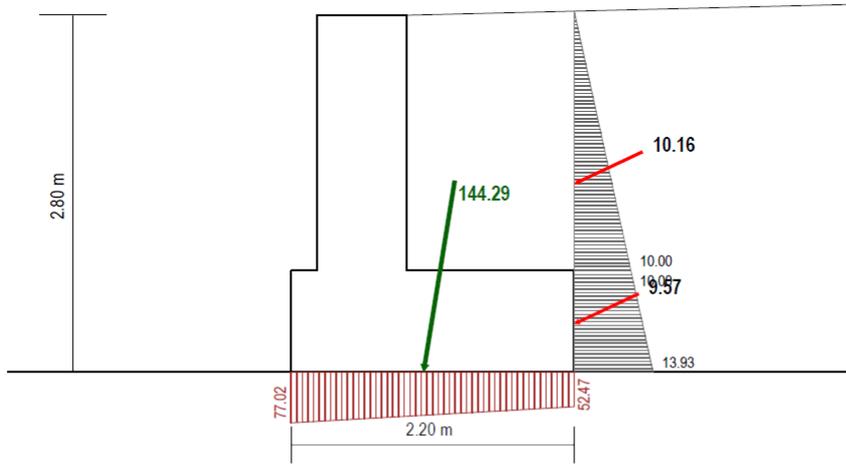
MB Muro Rev 3.03

**PONTE SUL FIUME OGLIO**  
**MURO ANDATORE IN SPONDA SX**  
**SEZIONE TIPO 1-1**

**COMBINAZIONE DI CARICO N. 5:**  
**Sisma Giu (M1+R3)**

**STRATI DI MONTE**

STRATON.1  
G = 20.00 kNm3  
e' = 38.00 °  
c' = 0.00 kNm2



**STRATO FONDAZIONE**

G = 20.00 kNm3  
e' = 38.00 °  
c' = 0.00 kNm2

**RISULTATI DEL CALCOLO e VERIFICHE**

**VERIFICA A SCORRIMENTO:**

|                        |                 |               |
|------------------------|-----------------|---------------|
| Azione Orizzontale:    | Hed             | 22.98 kN      |
| Carico verticale:      | Ned             | 142.44 kN     |
| Resistenza attrito:    | Ra = Ned*tg(φa) | 67.47 kN      |
| Base Fondazione:       | B               | 2.20 m        |
| Resistenza coesione:   | Rc = ca * B     | 0.00 kN       |
| Resistenza Totale:     | Rtot = Ra + Rc  | 67.47 kN      |
| Coeffic. parziale:     | G_R             | 1.00          |
| Resistenza di Calcolo: | Hrd = Rtot/G_R  | 67.47 kN      |
| Verifica:              | Hrd/Hed         | 2.94 ---> ok! |

**VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:**

|                       |                                |                |
|-----------------------|--------------------------------|----------------|
| Azione verticale      | Ned                            | 142.44 kN      |
| Azione orizzontale    | Hed                            | 22.98 kN       |
| Sovraccarico laterale | q                              | 0.00 kPa       |
| Eccentricita'         | e = B/2 - (Mstab-Mrib)/Ned     | 0.07 m         |
| Base efficace         | Beff = B - 2 e                 | 2.06 m         |
| Fattore cap. port.    | Nq=exp(Pi*tgφ)*tg2(Pi/4+φ/2)   | 48.93          |
| Fattore cap. port.    | Nc=(Nq-1)*cotφ                 | 61.35          |
| Fattore cap. port.    | Ng=2*(Nq+1)*tgφ                | 78.02          |
| coeff.inclin.carico   | iq=[1-Hed/(Ned+Beff*c*cotφ)]^3 | 0.59           |
| coeff.inclin.carico   | iq=[1-Hed/(Ned+Beff*c*cotφ)]^2 | 0.70           |
| coeff.inclin.carico   | ic=iq - [(1-iq)/(Nc*tgφ)]      | 0.70           |
| Inclin. P.C. (>=0)    |                                |                |
| coeff.inclin. p.c.    | gq                             | 1.00           |
| coeff.inclin. p.c.    | gg                             | 1.00           |
| coeff.inclin. p.c.    | gc                             | 1.00           |
| coeff. sismico        | kh=Ss*St*ag/g                  | 0.10           |
| coeff. sismico        | zc=1-0.32*kh                   | 0.97           |
| coeff. sismico        | zq=(1-kh/tgφ)^0.35             | 0.95           |
| coeff. sismico        | zg=zq                          | 0.95           |
| pressione limite (1)  | qlim1=0.5*G'*Beff*Nq*ig*gg*zg  | 902.58 kN/m2   |
| pressione limite (2)  | qlim2=c*Nc*ic*gc*zc            | 0.00 kN/m2     |
| pressione limite (3)  | qlim3=q*Nq*ig*gg*zg            | 0.00 kN/m2     |
| pressione lim. Tot.   | qlim = qlim1 + qlim2 + qlim3   | 902.58 kN/m2   |
| Resistenza totale     | Qlim = qlim * Beff             | 1860.20 kN     |
| Coeffic. parziale     | G_R                            | 1.20           |
| Resistenza Calcolo    | Nrd = Qlim / G_R               | 1550.16 kN     |
| Verifica              | Nrd/Ned                        | 10.88 ---> ok! |

**VERIFICA A RIBALTAMENTO:**

Per la presente combinazione di carico (sismica) la verifica a ribaltamento non è significativa. Riferirsi alle combinazioni n. 8 e 9 'Sisma RIB' per le quali le azioni sismiche sono maggiorate (Cap.7.11.6.2.1)



**\*\*\* TENSIONI ATTIVE EFFICACI LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\***  
 ( MONONOBE - OKABE )

**Legenda:**

z = Quota a partire dal piano fondazione  
 sig\_V = Tensione verticale efficace  
 ka = coefficiente di spinta attiva  
 sig\_a = Tensione attiva efficace  
 $sig_a = sig_V * ka - 2 c Radq(ka)$   
 \*\* = Tratto parete sotto falda

**TENSIONI EFFICACI ATTIVE - SOLO TERRENO - (Coeff. parziali M1)**

| Tratto n. | z [m] | Statiche    |        |             | Sisma Up    |        |             | Sisma Dw    |        |             |
|-----------|-------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|
|           |       | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] |
| 1         | 0.00  | 56.65       | 0.220  | 12.46       | 55.54       | 0.242  | 13.45       | 57.76       | 0.241  | 13.93       |
|           | 0.80  | 40.65       | 0.220  | 8.94        | 39.85       | 0.242  | 9.65        | 41.45       | 0.241  | 10.00       |
| 2         | 0.80  | 40.65       | 0.220  | 8.94        | 39.85       | 0.242  | 9.65        | 41.45       | 0.241  | 10.00       |
|           | 2.83  | 0.00        | 0.220  | 0.00        | 0.00        | 0.242  | 0.00        | 0.00        | 0.241  | 0.00        |

**TENSIONI EFFICACI ATTIVE - PER SOVRACCARICO - (Coeff. parziali M1)**

| Tratto n. | z [m] | Statiche    |        |             | Sisma Up    |        |             | Sisma Dw    |        |             |
|-----------|-------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|
|           |       | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] |
| 1         | 0.00  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |
|           | 0.80  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |
| 2         | 0.80  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |
|           | 2.83  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |

**\*\*\* PRESSIONI ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\***
**Legenda:**

z = Quota a partire dal piano fondazione  
 sig\_T = Componente di tensione efficace del Terreno  
 Gamma\_G1 = Coeff. di combinazione  
 $sig\_Td = sig\_T * Gamma\_G1$  = Tensione di Calcolo del Terreno  
 sig\_Q = Componente di tensione efficace per Sovraccarico  
 Gamma\_Q = Coeff. di combinazione  
 $sig\_Qd = sig\_Q * Gamma\_Q$  = Tensione di Calcolo per Sovracc.  
 Sig\_eff =  $sig\_Td + sig\_Qd$  = Tensione Risultante efficace

**COMBINAZIONE DI CARICO N. 5: Sisma Giu (M1+R3)**

Coefficienti parziali di combinazione delle azioni:

 Spinta del terreno:  $Gamma\_G1 = 1.00$  (Perm. Strutt. Sfav. )

 Spinta del sovracc.:  $Gamma\_Q = 0.00$  (Variabile Sfav.)

| Tratto n. | z [m] | Sig_T [kPa] | Gamma_G1 [-] | Sig_Td [kPa] | Sig_Q [kPa] | Gamma_Q [-] | Sig_Qd [kPa] | Sig_eff [kPa] |
|-----------|-------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|---------------|
| 1         | 0.00  | 13.93       | 1.00         | 13.93        | 4.92        | 0.00        | 0.00         | 13.93         |
|           | 0.80  | 10.00       | 1.00         | 10.00        | 4.92        | 0.00        | 0.00         | 10.00         |
| 2         | 0.80  | 10.00       | 1.00         | 10.00        | 4.92        | 0.00        | 0.00         | 10.00         |
|           | 2.83  | 0.00        | 1.00         | 0.00         | 4.92        | 0.00        | 0.00         | 0.00          |

## \*\*\* SPINTE ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*

## Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
 Csi = Angolo inclinazione paramento (orario rispetto all'orizzontale)  
 Delta = Angolo di attrito al contatto  
 Alpha = Angolo inclinazione Spinta (antiorario rispetto all'orizzontale)  
 F\_T = Valore complessivo di Spinta  
 F\_x = Componente orizzontale di spinta (>0 verso sinistra - ribaltante)  
 F\_y = Componente verticale di spinta (>0 verso il basso - stabilizz.)  
 x\_P, y\_P = Coordinate x, y punto di applicazione

## COMBINAZIONE DI CARICO N. 5: Sisma Giu (M1+R3)

| Tratto n. | da z [m] | a z [m] | Csi [°] | Delta [°] | Alpha [°] | F_T [kN] | F_x [kN] | F_y [kN] | x_P [m] | y_P [m] |
|-----------|----------|---------|---------|-----------|-----------|----------|----------|----------|---------|---------|
| 1         | 0.00     | 0.80    | 90.00   | 25.35     | 25.35     | 9.57     | 8.65     | 4.10     | 2.20    | 0.38    |
| 2         | 0.80     | 2.83    | 90.00   | 25.35     | 25.35     | 10.16    | 9.18     | 4.35     | 2.20    | 1.48    |

## \*\*\* DETTAGLIO CALCOLO RISULTANTE SUL PIANO DI FONDAZIONE \*\*\*

## Legenda:

F = valore dell'azione  
 Coef = coefficiente di combinazione dell'azione  
 F\_Vd = Componente Verticale di calcolo dell'azione  
 F\_Hd = Componente Orizzont. di calcolo dell'azione  
 x, y = coordinate punto di applicazione dell'azione  
 Mrib = Momento ribaltante (rispetto estremo di valle fondazione)  
 Mstab = Momento Stabilizzante

N.B. Le spinte del terreno sono già quelle di combinazione con quelle dell'eventuale sovraccarico (es.  $1.3 \cdot st + 1.5 \cdot sq$ )

N.B. Le spinte idrostatiche sono già quelle di combinazione  
 Le componenti verticali di spinta del terreno e dell'acqua sono legate a quelle orizzontali e, se rivolte verso il basso, riducono il momento ribaltante anzichè aumentare lo stabilizzante  
 Eventuali forze e coppie esterne aggiuntive sono considerate Sfavorevoli se ribaltanti

## COMBINAZIONE DI CARICO N. 5: Sisma Giu (M1+R3)

| Azione                           | Tipo Azione   | F [kN] | Coef [-] | F_Vd [kN] | F_Hd [kN] | x [m] | y [m] | Mrib [kNm] | Mstab [kNm] |       |
|----------------------------------|---------------|--------|----------|-----------|-----------|-------|-------|------------|-------------|-------|
| Materiali Muro: Mat. n.01        | Perm. Strutt. | Fav    | 79.00    | 1.00      | 79.00     | 0.00  | 0.86  | 1.02       | 0.00        | 67.65 |
| -sisma vertic.                   |               |        | 1.55     | 1.00      | 1.55      | 0.00  | 0.86  | 1.02       | 0.00        | 1.33  |
| -sisma orizz.                    |               |        | 3.10     | 1.00      | 0.00      | 3.10  | 0.86  | 1.02       | 3.16        | 0.00  |
| Terr. su muro: Area n.01         | Perm. Strutt. | Fav    | 52.42    | 1.00      | 52.42     | 0.00  | 1.55  | 1.81       | 0.00        | 81.35 |
| -sisma vertic.                   |               |        | 1.03     | 1.00      | 1.03      | 0.00  | 1.55  | 1.81       | 0.00        | 1.59  |
| -sisma orizz.                    |               |        | 2.05     | 1.00      | 0.00      | 2.05  | 1.55  | 1.81       | 3.72        | 0.00  |
| Sovracc. su muro:                | Variabile     | Fav    | 26.00    | 0.00      | 0.00      | 0.00  | 1.55  | 2.82       | 0.00        | 0.00  |
| -sisma vertic. su Sovracc        |               |        | 0.51     | 0.00      | 0.00      | 0.00  | 1.55  | 2.82       | 0.00        | 0.00  |
| -sisma orizz. su Sovracc         |               |        | 1.02     | 0.00      | 0.00      | 0.00  | 1.55  | 2.82       | 0.00        | 0.00  |
| Sp.Terr.Monte:Tratto n.01        | Perm. Strutt. | Sfav   | 9.57     | 1.00      | 4.10      | 8.65  | 2.20  | 0.38       | -5.74       | 0.00  |
| Sp.Terr.Monte:Tratto n.02        | Perm. Strutt. | Sfav   | 10.16    | 1.00      | 4.35      | 9.18  | 2.20  | 1.48       | 4.00        | 0.00  |
| RISULTANTE SUL PIANO FONDAZIONE: |               |        |          |           | 142.44    | 22.98 |       | 5.13       | 151.92      |       |

## \*\*\* V E R I F I C H E \*\*\*

## COMBINAZIONE DI CARICO N. 5: Sisma Giu (M1+R3)

## Terreno di fondazione - Parametri geotecnici di calcolo:

|        |       |         |                                    |
|--------|-------|---------|------------------------------------|
| Gamma  | 20.00 | [kN/m3] | p.s. naturale                      |
| Gamma' | 20.00 | [kN/m3] | p.s. efficace (condizioni Drenate) |
| $\phi$ | 38.00 | [°]     | attrito di calcolo                 |
| c      | 0.00  | [kN/m2] | coesione di calcolo                |

## Terreno di fondazione - coeff. e Parametri di aderenza:

|          |       |         |                      |
|----------|-------|---------|----------------------|
| cf       | 0.67  | [-]     | aliquota attrito     |
| cc       | 0.67  | [-]     | aliquota coesione    |
| $\phi_a$ | 25.35 | [°]     | attrito al contatto  |
| ca       | 0.00  | [kN/m2] | coesione di aderenza |

## VERIFICA A SCORRIMENTO:

|                        |                          |                             |
|------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Azione Orizzontale:    | Hed                      | 22.98 kN                    |
| Carico verticale:      | Ned                      | 142.44 kN                   |
| Resistenza attrito:    | $R_a = Ned * tg(\phi_a)$ | 67.47 kN                    |
| Base Fondazione:       | B                        | 2.20 m                      |
| Resistenza coesione:   | $R_c = ca * B$           | 0.00 kN                     |
| Resistenza Totale:     | $R_{tot} = R_a + R_c$    | 67.47 kN                    |
| Coeffic. parziale:     | G_R                      | 1.00 (NTC18 - Tab.7.11.III) |
| Resistenza di Calcolo: | $Hrd = R_{tot} / G_R$    | 67.47 kN                    |
| Verifica:              | Hrd/Hed                  | 2.94 ---> ok!               |

## VERIFICA A RIBALTAMENTO:

Per la presente combinazione di carico (sismica) la verifica a ribaltamento non é significativa  
 Riferirsi alle combinazioni n. 8 e 9 'Sisma RIB'  
 per le quali le azioni sismiche sono maggiorate (Cap.7.11.6.2.1)

## VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:

|                       |   |                             |
|-----------------------|---|-----------------------------|
| Azione verticale      | Ned   | 142.44 kN                   |
| Azione orizzontale    | Hed   | 22.98 kN                    |
| Sovraccarico laterale | q   | 0.00 kPa                    |
| Eccentricita'         | $e = B/2 - (M_{stab} - M_{rib}) / Ned$                | 0.07 m                      |
| Base efficace         | $B_{eff} = B - 2 e $                                  | 2.06 m                      |
| Fattore cap. port.    | $N_q = \exp(\pi * tg\phi) * tg^2(\pi/4 + \phi/2)$     | 48.93                       |
| Fattore cap. port.    | $N_c = (N_q - 1) * \cot\phi$                          | 61.35                       |
| Fattore cap. port.    | $N_g = 2 * (N_q + 1) * tg\phi$                        | 78.02                       |
| coeff. inclin. carico | $i_g = [1 - Hed / (Ned + B_{eff} * c * \cot\phi)]^2$  | 0.59                        |
| coeff. inclin. carico | $i_q = [1 - Hed / (Ned + B_{eff} * c * \cot\phi)]^2$  | 0.70                        |
| coeff. inclin. carico | $i_c = i_q - [(1 - i_q) / (N_c * tg\phi)]$            | 0.70                        |
| Inclin. P.C. (>=0)    |   |                             |
| coeff. inclin. p.c.   | gq  | 1.00                        |
| coeff. inclin. p.c.   | gg  | 1.00                        |
| coeff. inclin. p.c.   | gc  | 1.00                        |
| coeff. sismico        | $k_h = S_s * S_t * a_g / g$                           | 0.1032                      |
| coeff. sismico        | $z_c = 1 - 0.32 * k_h$                                | 0.97                        |
| coeff. sismico        | $z_q = (1 - k_h / tg\phi)^{0.35}$                     | 0.95                        |
| coeff. sismico        | $z_g = z_q$   | 0.95                        |
| pressione limite (1)  | $q_{lim1} = 0.5 * G' * B_{eff} * N_g * i_g * g * z_g$ | 902.58 kN/m2                |
| pressione limite (2)  | $q_{lim2} = c * N_c * i_c * g * z_c$                  | 0.00 kN/m2                  |
| pressione limite (3)  | $q_{lim3} = q * N_q * i_q * g * z_q$                  | 0.00 kN/m2                  |
| pressione lim. Tot.   | $q_{lim} = q_{lim1} + q_{lim2} + q_{lim3}$            | 902.58 kN/m2                |
| Resistenza totale     | $Q_{lim} = q_{lim} * B_{eff}$                         | 1860.20 kN                  |
| Coeffic. parziale     | G_R   | 1.20 (NTC18 - Tab.7.11.III) |
| Resistenza Calcolo    | $Nrd = Q_{lim} / G_R$                                 | 1550.16 kN                  |
| Verifica              | Nrd/Ned   | 10.88 ---> ok!              |

## CALCOLO TENSIONI SUL PIANO DI FONDAZIONE:

|   |  |           |
|---|--|-----------|
| Azione verticale                        | Ned                                    | 142.44 kN |
| Eccentricita'                           | $e = B/2 - (M_{stab} - M_{rib}) / Ned$ | 0.07 m    |
| Momento                                 | $M = Ned *  e $                        | 9.90 kNm  |
| Base Fondazione                         | B                                      | 2.20 m    |
| e  <= B/6 (base interamente compressa): |  |           |
| Tensione Max                            | $s_{max} = Ned/B + 6 M  / (B^2)$       | 77.02 kPa |
| Tensione min                            | $s_{min} = Ned/B - 6 M  / (B^2)$       | 52.47 kPa |



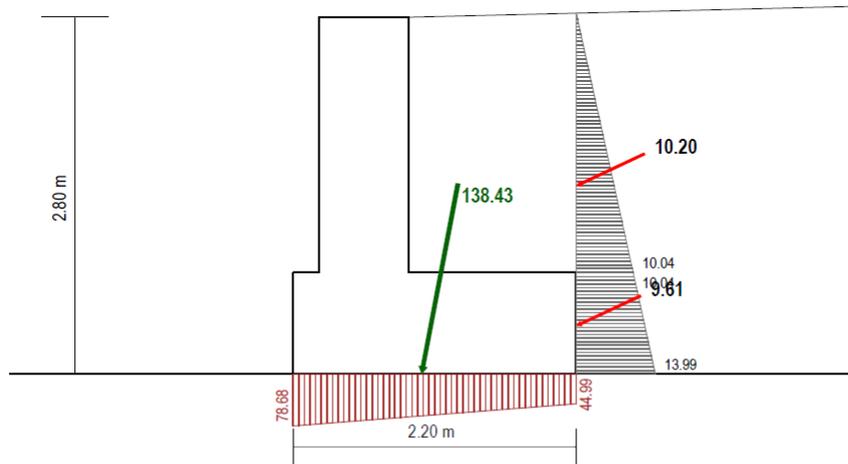
MB Muro Rev 3.03

**PONTE SUL FIUME OGLIO**  
MURO ANDATORE IN SPONDA SX  
SEZIONE TIPO 1-1

**COMBINAZIONE DI CARICO N. 8:**  
Sisma Su RIB (M1+R3)

**STRATI DI MONTE**

STRATO N.1  
G = 20.00 kN/m<sup>3</sup>  
φ' = 38.00 °  
c' = 0.00 kN/m<sup>2</sup>



STRATO FONDAZIONE

G = 20.00 kN/m<sup>3</sup>  
φ' = 38.00 °  
c' = 0.00 kN/m<sup>2</sup>

**RISULTATI DEL CALCOLO e VERIFICHE**

**VERIFICA A SCORRIMENTO:**

Per la presente combinazione di carico  
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)

**VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:**

Per la presente combinazione di carico  
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)

**VERIFICA A RIBALTAMENTO:**

|                            |                 |                |
|----------------------------|-----------------|----------------|
| Momento Stabilizzante:     | Mstab           | 144.61 kNm     |
| Coeffic. parziale:         | G R             | 1.00           |
| Resistenza a Ribaltamento: | Mrd = Mstab/G_R | 144.61 kNm     |
| Momento Ribaltante:        | Med             | 8.56 kNm       |
| Verifica:                  | Mrd/Med         | 16.90 ---> ok! |



\*\*\* TENSIONI ATTIVE EFFICACI LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
PER LE SOLE VERIFICHE A RIBALTAMENTO IN CONDIZIONI SISMICHE (NTC18 - 7.11.6.2.1)

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
sig\_V = Tensione verticale efficace  
ka = coefficiente di spinta attiva  
sig\_a = Tensione attiva efficace  
sig\_a = sig\_V \* ka - 2 c Radq(ka)  
\*\* = Tratto parete sotto falda

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - SOLO TERRENO - (Coeff. parziali M1)

| Tratto n. | z [m] | Statiche    |        |             | Sisma Up    |        |             | Sisma Dw    |        |             |
|-----------|-------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|
|           |       | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] |
| 1         | 0.00  | 56.65       | 0.220  | 12.46       | 54.98       | 0.254  | 13.99       | 58.31       | 0.252  | 14.71       |
|           | 0.80  | 40.65       | 0.220  | 8.94        | 39.45       | 0.254  | 10.04       | 41.84       | 0.252  | 10.56       |
| 2         | 0.80  | 40.65       | 0.220  | 8.94        | 39.45       | 0.254  | 10.04       | 41.84       | 0.252  | 10.56       |
|           | 2.83  | 0.00        | 0.220  | 0.00        | 0.00        | 0.254  | 0.00        | 0.00        | 0.252  | 0.00        |

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - PER SOVRACCARICO - (Coeff. parziali M1)

| Tratto n. | z [m] | Statiche    |        |             | Sisma Up    |        |             | Sisma Dw    |        |             |
|-----------|-------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|
|           |       | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] |
| 1         | 0.00  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.41       | 0.254  | 4.94        | 20.59       | 0.252  | 5.19        |
|           | 0.80  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.41       | 0.254  | 4.94        | 20.59       | 0.252  | 5.19        |
| 2         | 0.80  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.41       | 0.254  | 4.94        | 20.59       | 0.252  | 5.19        |
|           | 2.83  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.41       | 0.254  | 4.94        | 20.59       | 0.252  | 5.19        |

\*\*\* PRESSIONI ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
PER LE SOLE VERIFICHE A RIBALTAMENTO IN CONDIZIONI SISMICHE (NTC18 - 7.11.6.2.1)

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
sig\_T = Componente di tensione efficace del Terreno  
Gamma\_G1 = Coeff. di combinazione  
sig\_Td = sig\_T \* Gamma\_G1 = Tensione di Calcolo del Terreno

sig\_Q = Componente di tensione efficace per Sovraccarico  
Gamma\_Q = Coeff. di combinazione  
sig\_Qd = sig\_Q \* Gamma\_Q = Tensione di Calcolo per Sovracc.

Sig\_eff = sig\_Td + sig\_Qd = Tensione Risultante efficace

COMBINAZIONE DI CARICO N. 8: Sisma Su RIB (M1+R3)

Coefficienti parziali di combinazione delle azioni:  
Spinta del terreno: Gamma\_G1 = 1.00 (Perm. Strutt. Sfav. )  
Spinta del sovracc.: Gamma\_Q = 0.00 (Variabile Sfav.)

| Tratto n. | z [m] | Sig_T [kPa] | Gamma_G1 [-] | Sig_Td [kPa] | Sig_Q [kPa] | Gamma_Q [-] | Sig_Qd [kPa] | Sig_eff [kPa] |
|-----------|-------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|---------------|
| 1         | 0.00  | 13.99       | 1.00         | 13.99        | 4.94        | 0.00        | 0.00         | 13.99         |
|           | 0.80  | 10.04       | 1.00         | 10.04        | 4.94        | 0.00        | 0.00         | 10.04         |
| 2         | 0.80  | 10.04       | 1.00         | 10.04        | 4.94        | 0.00        | 0.00         | 10.04         |
|           | 2.83  | 0.00        | 1.00         | 0.00         | 4.94        | 0.00        | 0.00         | 0.00          |

=====  
\*\*\* SPINTE ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
=====

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
Csi = Angolo inclinazione paramento (orario rispetto all'orizzontale)  
Delta = Angolo di attrito al contatto  
Alpha = Angolo inclinazione Spinta (antiorario rispetto all'orizzontale)  
F\_T = Valore complessivo di Spinta  
F\_x = Componente orizzontale di spinta (>0 verso sinistra - ribaltante)  
F\_y = Componente verticale di spinta (>0 verso il basso - stabilizz.)  
x\_P,y\_P = Coordinate x,y punto di applicazione

COMBINAZIONE DI CARICO N. 8: Sisma Su RIB (M1+R3)

| Tratto n. | da z [m] | a z [m] | Csi [°] | Delta [°] | Alpha [°] | F_T [kN] | F_x [kN] | F_y [kN] | x_P [m] | y_P [m] |
|-----------|----------|---------|---------|-----------|-----------|----------|----------|----------|---------|---------|
| 1         | 0.00     | 0.80    | 90.00   | 25.35     | 25.35     | 9.61     | 8.68     | 4.11     | 2.20    | 0.38    |
| 2         | 0.80     | 2.83    | 90.00   | 25.35     | 25.35     | 10.20    | 9.22     | 4.37     | 2.20    | 1.48    |

=====  
\*\*\* DETTAGLIO CALCOLO RISULTANTE SUL PIANO DI FONDAZIONE \*\*\*  
=====

Legenda:

F = valore dell'azione  
Coef = coefficiente di combinazione dell'azione  
F\_Vd = Componente Verticale di calcolo dell'azione  
F\_Hd = Componente Orizzont. di calcolo dell'azione  
x,y = coordinate punto di applicazione dell'azione  
Mrib = Momento ribaltante (rispetto estremo di valle fondazione)  
Mstab = Momento Stabilizzante

N.B. Le spinte del terreno sono già quelle di combinazione con quelle dell'eventuale sovraccarico (es. 1.3\*st + 1.5\*sq)

N.B. Le spinte idrostatiche sono già quelle di combinazione  
Le componenti verticali di spinta del terreno e dell'acqua sono legate a quelle orizzontali e, se rivolte verso il basso, riducono il momento ribaltante anzichè aumentare lo stabilizzante  
Eventuali forze e coppie esterne aggiuntive sono considerate Sfavorevoli se ribaltanti

COMBINAZIONE DI CARICO N. 8: Sisma Su RIB (M1+R3)

| Azione                           | Tipo Azione   | F [kN] | Coef [-] | F_Vd [kN] | F_Hd [kN] | x [m] | y [m] | Mrib [kNm] | Mstab [kNm] |        |
|----------------------------------|---------------|--------|----------|-----------|-----------|-------|-------|------------|-------------|--------|
| Materiali Muro: Mat. n.01        | Perm. Strutt. | Fav    | 79.00    | 1.00      | 79.00     | 0.00  | 0.86  | 1.02       | 0.00        | 67.65  |
| -sisma vertic.                   |               |        | -2.32    | 1.00      | -2.32     | 0.00  | 0.86  | 1.02       | 0.00        | -1.99  |
| -sisma orizz.                    |               |        | 4.65     | 1.00      | 0.00      | 4.65  | 0.86  | 1.02       | 4.74        | 0.00   |
| Terr. su muro: Area n.01         | Perm. Strutt. | Fav    | 52.42    | 1.00      | 52.42     | 0.00  | 1.55  | 1.81       | 0.00        | 81.35  |
| -sisma vertic.                   |               |        | -1.54    | 1.00      | -1.54     | 0.00  | 1.55  | 1.81       | 0.00        | -2.39  |
| -sisma orizz.                    |               |        | 3.08     | 1.00      | 0.00      | 3.08  | 1.55  | 1.81       | 5.57        | 0.00   |
| Sovracc. su muro:                | Variabile     | Fav    | 26.00    | 0.00      | 0.00      | 0.00  | 1.55  | 2.82       | 0.00        | 0.00   |
| -sisma vertic. su Sovracc        |               |        | -0.76    | 0.00      | 0.00      | 0.00  | 1.55  | 2.82       | 0.00        | 0.00   |
| -sisma orizz. su Sovracc         |               |        | 1.53     | 0.00      | 0.00      | 0.00  | 1.55  | 2.82       | 0.00        | 0.00   |
| Sp.Terr.Monte:Tratto n.01        | Perm. Strutt. | Sfav   | 9.61     | 1.00      | 4.11      | 8.68  | 2.20  | 0.38       | -5.77       | 0.00   |
| Sp.Terr.Monte:Tratto n.02        | Perm. Strutt. | Sfav   | 10.20    | 1.00      | 4.37      | 9.22  | 2.20  | 1.48       | 4.01        | 0.00   |
| RISULTANTE SUL PIANO FONDAZIONE: |               |        |          |           | 136.04    | 25.63 |       |            | 8.56        | 144.61 |

=====  
=====  
\*\*\* V E R I F I C H E \*\*\*  
=====  
=====

COMBINAZIONE DI CARICO N. 8: Sisma Su RIB (M1+R3)

-----  
Terreno di fondazione - Parametri geotecnici di calcolo:

|           |       |         |                                    |
|-----------|-------|---------|------------------------------------|
| Gamma     | 20.00 | [kN/m3] | p.s. naturale                      |
| Gamma'    | 20.00 | [kN/m3] | p.s. efficace (condizioni Drenate) |
| $\varphi$ | 38.00 | [°]     | attrito di calcolo                 |
| c         | 0.00  | [kN/m2] | coesione di calcolo                |

-----  
Terreno di fondazione - coeff. e Parametri di aderenza:

|             |       |         |                      |
|-------------|-------|---------|----------------------|
| cf          | 0.67  | [-]     | aliquota attrito     |
| cc          | 0.67  | [-]     | aliquota coesione    |
| $\varphi_a$ | 25.35 | [°]     | attrito al contatto  |
| ca          | 0.00  | [kN/m2] | coesione di aderenza |

-----  
VERIFICA A SCORRIMENTO:

-----  
Per la presente combinazione di carico  
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)

-----  
VERIFICA A RIBALTAMENTO:

|                            |                 |        |                        |
|----------------------------|-----------------|--------|------------------------|
| Momento Stabilizzante:     | Mstab           | 144.61 | kNm                    |
| Coeffic. parziale:         | G_R             | 1.00   | (NTC18 - Tab.7.11.III) |
| Resistenza a Ribaltamento: | Mrd = Mstab/G_R | 144.61 | kNm                    |
| Momento Ribaltante:        | Med             | 8.56   | kNm                    |
| Verifica:                  | Mrd/Med         | 16.90  | ----> ok!              |

-----  
VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:

-----  
Per la presente combinazione di carico  
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)



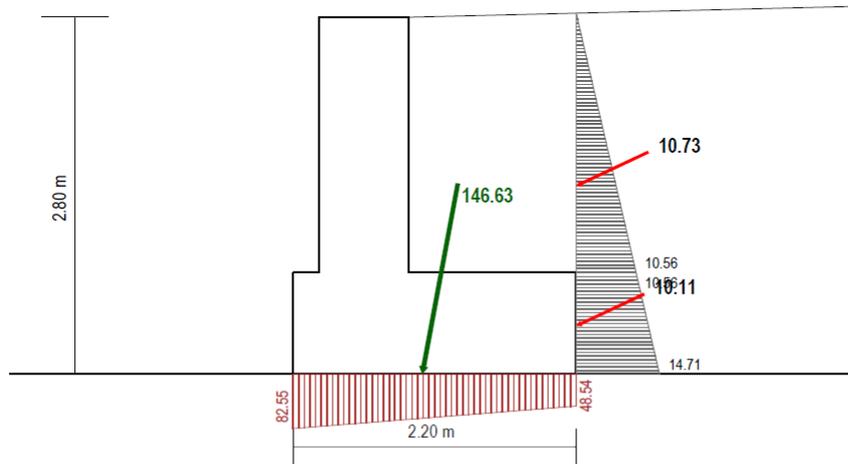
MB Muro Rev 3.03

**PONTE SUL FIUME OGLIO**  
MURO ANDATORE IN SPONDA SX  
SEZIONE TIPO 1-1

**COMBINAZIONE DI CARICO N. 9:**  
Sisma Giu RIB (M1+R3)

**STRATI DI MONTE**

STRATO N.1  
G = 20.00 kN/m<sup>3</sup>  
φ' = 38.00 °  
c' = 0.00 kN/m<sup>2</sup>



STRATO FONDAZIONE

G = 20.00 kN/m<sup>3</sup>  
φ' = 38.00 °  
c' = 0.00 kN/m<sup>2</sup>

**RISULTATI DEL CALCOLO e VERIFICHE**

**VERIFICA A SCORRIMENTO:**

Per la presente combinazione di carico  
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)

**VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:**

Per la presente combinazione di carico  
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)

**VERIFICA A RIBALTAMENTO:**

|                            |                 |                |
|----------------------------|-----------------|----------------|
| Momento Stabilizzante:     | Mstab           | 153.38 kNm     |
| Coeffic. parziale:         | G R             | 1.00           |
| Resistenza a Ribaltamento: | Mrd = Mstab/G_R | 153.38 kNm     |
| Momento Ribaltante:        | Med             | 8.47 kNm       |
| Verifica:                  | Mrd/Med         | 18.11 ---> ok! |



\*\*\* TENSIONI ATTIVE EFFICACI LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
PER LE SOLE VERIFICHE A RIBALTAMENTO IN CONDIZIONI SISMICHE (NTC18 - 7.11.6.2.1)

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
sig\_V = Tensione verticale efficace  
ka = coefficiente di spinta attiva  
sig\_a = Tensione attiva efficace  
sig\_a = sig\_V \* ka - 2 c Radq(ka)  
\*\* = Tratto parete sotto falda

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - SOLO TERRENO - (Coeff. parziali M1)

| Tratto n. | z [m] | Statiche    |        |             | Sisma Up    |        |             | Sisma Dw    |        |             |
|-----------|-------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|
|           |       | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] |
| 1         | 0.00  | 56.65       | 0.220  | 12.46       | 54.98       | 0.254  | 13.99       | 58.31       | 0.252  | 14.71       |
|           | 0.80  | 40.65       | 0.220  | 8.94        | 39.45       | 0.254  | 10.04       | 41.84       | 0.252  | 10.56       |
| 2         | 0.80  | 40.65       | 0.220  | 8.94        | 39.45       | 0.254  | 10.04       | 41.84       | 0.252  | 10.56       |
|           | 2.83  | 0.00        | 0.220  | 0.00        | 0.00        | 0.254  | 0.00        | 0.00        | 0.252  | 0.00        |

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - PER SOVRACCARICO - (Coeff. parziali M1)

| Tratto n. | z [m] | Statiche    |        |             | Sisma Up    |        |             | Sisma Dw    |        |             |
|-----------|-------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|
|           |       | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] |
| 1         | 0.00  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.41       | 0.254  | 4.94        | 20.59       | 0.252  | 5.19        |
|           | 0.80  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.41       | 0.254  | 4.94        | 20.59       | 0.252  | 5.19        |
| 2         | 0.80  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.41       | 0.254  | 4.94        | 20.59       | 0.252  | 5.19        |
|           | 2.83  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.41       | 0.254  | 4.94        | 20.59       | 0.252  | 5.19        |

\*\*\* PRESSIONI ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
PER LE SOLE VERIFICHE A RIBALTAMENTO IN CONDIZIONI SISMICHE (NTC18 - 7.11.6.2.1)

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
sig\_T = Componente di tensione efficace del Terreno  
Gamma\_G1 = Coeff. di combinazione  
sig\_Td = sig\_T \* Gamma\_G1 = Tensione di Calcolo del Terreno  
  
sig\_Q = Componente di tensione efficace per Sovraccarico  
Gamma\_Q = Coeff. di combinazione  
sig\_Qd = sig\_Q \* Gamma\_Q = Tensione di Calcolo per Sovracc.  
  
Sig\_eff = sig\_Td + sig\_Qd = Tensione Risultante efficace

COMBINAZIONE DI CARICO N. 9: Sisma Giu RIB (M1+R3)

Coefficienti parziali di combinazione delle azioni:  
Spinta del terreno: Gamma\_G1 = 1.00 (Perm. Strutt. Sfav. )  
Spinta del sovracc.: Gamma\_Q = 0.00 (Variabile Sfav.)

| Tratto n. | z [m] | Sig_T [kPa] | Gamma_G1 [-] | Sig_Td [kPa] | Sig_Q [kPa] | Gamma_Q [-] | Sig_Qd [kPa] | Sig_eff [kPa] |
|-----------|-------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|---------------|
| 1         | 0.00  | 14.71       | 1.00         | 14.71        | 5.19        | 0.00        | 0.00         | 14.71         |
|           | 0.80  | 10.56       | 1.00         | 10.56        | 5.19        | 0.00        | 0.00         | 10.56         |
| 2         | 0.80  | 10.56       | 1.00         | 10.56        | 5.19        | 0.00        | 0.00         | 10.56         |
|           | 2.83  | 0.00        | 1.00         | 0.00         | 5.19        | 0.00        | 0.00         | 0.00          |

=====  
\*\*\* SPINTE ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
=====

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
Csi = Angolo inclinazione paramento (orario rispetto all'orizzontale)  
Delta = Angolo di attrito al contatto  
Alpha = Angolo inclinazione Spinta (antiorario rispetto all'orizzontale)  
F\_T = Valore complessivo di Spinta  
F\_x = Componente orizzontale di spinta (>0 verso sinistra - ribaltante)  
F\_y = Componente verticale di spinta (>0 verso il basso - stabilizz.)  
x\_P, y\_P = Coordinate x,y punto di applicazione

COMBINAZIONE DI CARICO N. 9: Sisma Giu RIB (M1+R3)

| Tratto n. | da z [m] | a z [m] | Csi [°] | Delta [°] | Alpha [°] | F_T [kN] | F_x [kN] | F_y [kN] | x_P [m] | y_P [m] |
|-----------|----------|---------|---------|-----------|-----------|----------|----------|----------|---------|---------|
| 1         | 0.00     | 0.80    | 90.00   | 25.35     | 25.35     | 10.11    | 9.13     | 4.33     | 2.20    | 0.38    |
| 2         | 0.80     | 2.83    | 90.00   | 25.35     | 25.35     | 10.73    | 9.70     | 4.59     | 2.20    | 1.48    |

=====  
\*\*\* DETTAGLIO CALCOLO RISULTANTE SUL PIANO DI FONDAZIONE \*\*\*  
=====

Legenda:

F = valore dell'azione  
Coef = coefficiente di combinazione dell'azione  
F\_Vd = Componente Verticale di calcolo dell'azione  
F\_Hd = Componente Orizzont. di calcolo dell'azione  
x,y = coordinate punto di applicazione dell'azione  
Mrrib = Momento ribaltante (rispetto estremo di valle fondazione)  
Mstab = Momento Stabilizzante

N.B. Le spinte del terreno sono già quelle di combinazione con quelle dell'eventuale sovraccarico (es.  $1.3 \cdot st + 1.5 \cdot sq$ )

N.B. Le spinte idrostatiche sono già quelle di combinazione  
Le componenti verticali di spinta del terreno e dell'acqua sono legate a quelle orizzontali e, se rivolte verso il basso, riducono il momento ribaltante anzichè aumentare lo stabilizzante  
Eventuali forze e coppie esterne aggiuntive sono considerate Sfavorevoli se ribaltanti

COMBINAZIONE DI CARICO N. 9: Sisma Giu RIB (M1+R3)

| Azione                           | Tipo Azione   | F [kN] | Coef [-] | F_Vd [kN] | F_Hd [kN] | x [m] | y [m] | Mrrib [kNm] | Mstab [kNm] |        |
|----------------------------------|---------------|--------|----------|-----------|-----------|-------|-------|-------------|-------------|--------|
| Materiali Muro: Mat. n.01        | Perm. Strutt. | Fav    | 79.00    | 1.00      | 79.00     | 0.00  | 0.86  | 1.02        | 0.00        | 67.65  |
| -sisma vertic.                   |               |        | 2.32     | 1.00      | 2.32      | 0.00  | 0.86  | 1.02        | 0.00        | 1.99   |
| -sisma orizz.                    |               |        | 4.65     | 1.00      | 0.00      | 4.65  | 0.86  | 1.02        | 4.74        | 0.00   |
| Terr. su muro: Area n.01         | Perm. Strutt. | Fav    | 52.42    | 1.00      | 52.42     | 0.00  | 1.55  | 1.81        | 0.00        | 81.35  |
| -sisma vertic.                   |               |        | 1.54     | 1.00      | 1.54      | 0.00  | 1.55  | 1.81        | 0.00        | 2.39   |
| -sisma orizz.                    |               |        | 3.08     | 1.00      | 0.00      | 3.08  | 1.55  | 1.81        | 5.57        | 0.00   |
| Sovracc. su muro:                | Variabile     | Fav    | 26.00    | 0.00      | 0.00      | 0.00  | 1.55  | 2.82        | 0.00        | 0.00   |
| -sisma vertic. su Sovracc        |               |        | 0.76     | 0.00      | 0.00      | 0.00  | 1.55  | 2.82        | 0.00        | 0.00   |
| -sisma orizz. su Sovracc         |               |        | 1.53     | 0.00      | 0.00      | 0.00  | 1.55  | 2.82        | 0.00        | 0.00   |
| Sp.Terr.Monte:Tratto n.01        | Perm. Strutt. | Sfav   | 10.11    | 1.00      | 4.33      | 9.13  | 2.20  | 0.38        | -6.07       | 0.00   |
| Sp.Terr.Monte:Tratto n.02        | Perm. Strutt. | Sfav   | 10.73    | 1.00      | 4.59      | 9.70  | 2.20  | 1.48        | 4.22        | 0.00   |
| RISULTANTE SUL PIANO FONDAZIONE: |               |        |          |           | 144.20    | 26.56 |       |             | 8.47        | 153.38 |

=====  
=====  
\*\*\* V E R I F I C H E \*\*\*  
=====  
=====

COMBINAZIONE DI CARICO N. 9: Sisma Giu RIB (M1+R3)  
=====

Terreno di fondazione - Parametri geotecnici di calcolo:  
-----

|           |       |         |                                    |
|-----------|-------|---------|------------------------------------|
| Gamma     | 20.00 | [kN/m3] | p.s. naturale                      |
| Gamma'    | 20.00 | [kN/m3] | p.s. efficace (condizioni Drenate) |
| $\varphi$ | 38.00 | [°]     | attrito di calcolo                 |
| c         | 0.00  | [kN/m2] | coesione di calcolo                |

Terreno di fondazione - coeff. e Parametri di aderenza:  
-----

|             |       |         |                      |
|-------------|-------|---------|----------------------|
| cf          | 0.67  | [-]     | aliquota attrito     |
| cc          | 0.67  | [-]     | aliquota coesione    |
| $\varphi_a$ | 25.35 | [°]     | attrito al contatto  |
| ca          | 0.00  | [kN/m2] | coesione di aderenza |

VERIFICA A SCORRIMENTO:  
-----

Per la presente combinazione di carico  
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)  
-----

VERIFICA A RIBALTAMENTO:  
-----

|                            |                 |        |                        |
|----------------------------|-----------------|--------|------------------------|
| Momento Stabilizzante:     | Mstab           | 153.38 | kNm                    |
| Coeffic. parziale:         | G_R             | 1.00   | (NTC18 - Tab.7.11.III) |
| Resistenza a Ribaltamento: | Mrd = Mstab/G_R | 153.38 | kNm                    |
| Momento Ribaltante:        | Med             | 8.47   | kNm                    |
| Verifica:                  | Mrd/Med         | 18.11  | ----> ok!              |

VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:  
-----

Per la presente combinazione di carico  
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)  
-----



**ALLEGATO N. 1.2**  
**SEZIONE TIPO 2**  
**VERIFICHE DI STABILITA' LOCALE**



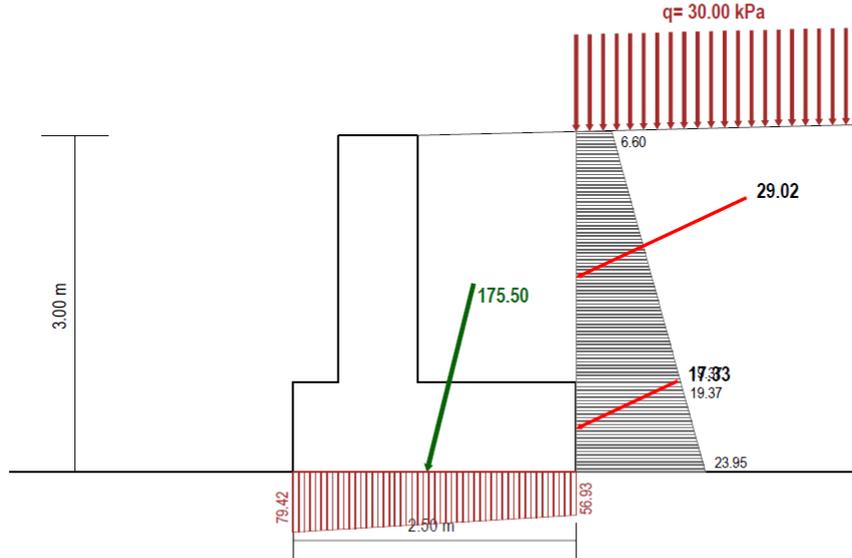
MB Muro Rev 3.03

**PONTE SUL FIUME OGLIO**  
**MURO ANDATORE IN SPONDA SX**  
**SEZIONE TIPO 2-2**

**COMBINAZIONE DI CARICO N. 1:**  
**Statica (A1+M1+R3)**

**STRATI DI MONTE**

STRATO N.1  
G = 20.00 kN/m3  
φ' = 38.00 °  
c' = 0.00 kN/m2



**STRATO FONDAZIONE**

G = 20.00 kN/m3  
φ' = 38.00 °  
c' = 0.00 kN/m2

**RISULTATI DEL CALCOLO e VERIFICHE**

**VERIFICA A SCORRIMENTO:**

|                        |                 |               |
|------------------------|-----------------|---------------|
| Azione Orizzontale:    | Hed             | 41.89 kN      |
| Carico verticale:      | Ned             | 170.43 kN     |
| Resistenza attrito:    | Ra = Ned*tg(φa) | 80.73 kN      |
| Base Fondazione:       | B               | 2.50 m        |
| Resistenza coesione:   | Rc = ca * B     | 0.00 kN       |
| Resistenza Totale:     | Rtot = Ra + Rc  | 80.73 kN      |
| Coeffic. parziale:     | G_R             | 1.10          |
| Resistenza di Calcolo: | Hrd = Rtot/G_R  | 73.39 kN      |
| Verifica:              | Hrd/Hed         | 1.75 ---> ok! |

**VERIFICA A RIBALTAMENTO:**

|                            |                 |                |
|----------------------------|-----------------|----------------|
| Momento Stabilizzante:     | Mstab           | 203.25 kNm     |
| Coeffic. parziale:         | G_R             | 1.15           |
| Resistenza a Ribaltamento: | Mrd = Mstab/G_R | 176.74 kNm     |
| Momento Ribaltante:        | Med             | 1.92 kNm       |
| Verifica:                  | Mrd/Med         | 91.86 ---> ok! |

**VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:**

|                       |                                |               |
|-----------------------|--------------------------------|---------------|
| Azione verticale      | Ned                            | 170.43 kN     |
| Azione orizzontale    | Hed                            | 41.89 kN      |
| Sovraccarico laterale | q                              | 0.00 kPa      |
| Eccentricita'         | e = B/2 - (Mstab-Mrib)/Ned     | 0.07 m        |
| Base efficace         | Beff = B - 2 e                 | 2.36 m        |
| Fattore cap. port.    | Nq=exp(Pi*tgφ)*tg2(Pi/4+φ/2)   | 48.93         |
| Fattore cap. port.    | Nc=(Nq-1)*cotφ                 | 61.35         |
| Fattore cap. port.    | Nq=2*(Nq+1)*tgφ                | 78.02         |
| coeff.inclin.carico   | iq=[1-Hed/(Ned+Beff*c*cotφ)]^3 | 0.43          |
| coeff.inclin.carico   | iq=[1-Hed/(Ned+Beff*c*cotφ)]^2 | 0.57          |
| coeff.inclin.carico   | ic=iq - [(1-iq)/(Nc*tgφ)]      | 0.56          |
| Inclin. P.C. (>=0)    |                                |               |
| coeff.inclin. p.c.    | gg                             | 1.00          |
| coeff.inclin. p.c.    | gg                             | 1.00          |
| coeff.inclin. p.c.    | gc                             | 1.00          |
| coeff. sismico        | kh=Ss*St*ag/g                  | 0.00          |
| coeff. sismico        | zc=1-0.32*kh                   | 1.00          |
| coeff. sismico        | zq=(1-kh/tgφ)^0.35             | 1.00          |
| coeff. sismico        | zg=zq                          | 1.00          |
| pressione limite (1)  | qlim1=0.5*G'*Beff*Nq*ig*gg*zg  | 790.88 kN/m2  |
| pressione limite (2)  | qlim2=c*Nc*ic*gc*zc            | 0.00 kN/m2    |
| pressione limite (3)  | qlim3=q*Nq*ig*gg*zg            | 0.00 kN/m2    |
| pressione lim. Tot.   | qlim = qlim1 + qlim2 + qlim3   | 790.88 kN/m2  |
| Resistenza totale     | Qlim = qlim * Beff             | 1868.50 kN    |
| Coeffic. parziale     | G_R                            | 1.40          |
| Resistenza Calcolo    | Nrd = Qlim / G_R               | 1334.64 kN    |
| Verifica              | Nrd/Ned                        | 7.83 ---> ok! |



\*\*\* TENSIONI ATTIVE EFFICACI LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
( MONONOBE - OKABE )

-----  
Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
sig\_V = Tensione verticale efficace  
ka = coefficiente di spinta attiva  
sig\_a = Tensione attiva efficace  
sig\_a = sig\_V \* ka - 2 c Radq(ka)  
\*\* = Tratto parete sotto falda

=====

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - SOLO TERRENO - (Coeff. parziali M1)

=====

| Tratto<br>n. | z<br>[m] | Statiche       |           |                | Sisma Up       |           |                | Sisma Dw       |           |                |
|--------------|----------|----------------|-----------|----------------|----------------|-----------|----------------|----------------|-----------|----------------|
|              |          | sig_V<br>[kPa] | ka<br>[-] | sig_a<br>[kPa] | sig_V<br>[kPa] | ka<br>[-] | sig_a<br>[kPa] | sig_V<br>[kPa] | ka<br>[-] | sig_a<br>[kPa] |
| 1            | 0.00     | 60.70          | 0.220     | 13.35          | 59.51          | 0.242     | 14.41          | 61.89          | 0.241     | 14.93          |
|              | 0.80     | 44.70          | 0.220     | 9.83           | 43.82          | 0.242     | 10.61          | 45.58          | 0.241     | 10.99          |
| 2            | 0.80     | 44.70          | 0.220     | 9.83           | 43.82          | 0.242     | 10.61          | 45.58          | 0.241     | 10.99          |
|              | 3.03     | 0.00           | 0.220     | 0.00           | 0.00           | 0.242     | 0.00           | 0.00           | 0.241     | 0.00           |

=====

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - PER SOVRACCARICO - (Coeff. parziali M1)

=====

| Tratto<br>n. | z<br>[m] | Statiche       |           |                | Sisma Up       |           |                | Sisma Dw       |           |                |
|--------------|----------|----------------|-----------|----------------|----------------|-----------|----------------|----------------|-----------|----------------|
|              |          | sig_V<br>[kPa] | ka<br>[-] | sig_a<br>[kPa] | sig_V<br>[kPa] | ka<br>[-] | sig_a<br>[kPa] | sig_V<br>[kPa] | ka<br>[-] | sig_a<br>[kPa] |
| 1            | 0.00     | 20.00          | 0.220     | 4.40           | 19.61          | 0.242     | 4.75           | 20.39          | 0.241     | 4.92           |
|              | 0.80     | 20.00          | 0.220     | 4.40           | 19.61          | 0.242     | 4.75           | 20.39          | 0.241     | 4.92           |
| 2            | 0.80     | 20.00          | 0.220     | 4.40           | 19.61          | 0.242     | 4.75           | 20.39          | 0.241     | 4.92           |
|              | 3.03     | 20.00          | 0.220     | 4.40           | 19.61          | 0.242     | 4.75           | 20.39          | 0.241     | 4.92           |

=====

\*\*\* PRESSIONI ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*

=====

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
sig\_T = Componente di tensione efficace del Terreno  
Gamma\_G1 = Coeff. di combinazione  
sig\_Td = sig\_T \* Gamma\_G1 = Tensione di Calcolo del Terreno  
  
sig\_Q = Componente di tensione efficace per Sovraccarico  
Gamma\_Q = Coeff. di combinazione  
sig\_Qd = sig\_Q \* Gamma\_Q = Tensione di Calcolo per Sovracc.  
  
Sig\_eff = sig\_Td + sig\_Qd = Tensione Risultante efficace

=====

COMBINAZIONE DI CARICO N. 1: Statica (A1 +M1+R3)

=====

Coefficienti parziali di combinazione delle azioni:  
Spinta del terreno: Gamma\_G1 = 1.30 (Perm. Strutt. Sfav. )  
Spinta del sovracc.: Gamma\_Q = 1.50 (Variabile Sfav.)

| Tratto<br>n. | z<br>[m] | Sig_T<br>[kPa] | Gamma_G1<br>[-] | Sig_Td<br>[kPa] | Sig_Q<br>[kPa] | Gamma_Q<br>[-] | Sig_Qd<br>[kPa] | Sig_eff<br>[kPa] |
|--------------|----------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|------------------|
| 1            | 0.00     | 13.35          | 1.30            | 17.35           | 4.40           | 1.50           | 6.60            | 23.95            |
|              | 0.80     | 9.83           | 1.30            | 12.78           | 4.40           | 1.50           | 6.60            | 19.37            |
| 2            | 0.80     | 9.83           | 1.30            | 12.78           | 4.40           | 1.50           | 6.60            | 19.37            |
|              | 3.03     | 0.00           | 1.30            | 0.00            | 4.40           | 1.50           | 6.60            | 6.60             |

-----

=====  
\*\*\* SPINTE ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
=====

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
Csi = Angolo inclinazione paramento (orario rispetto all'orizzontale)  
Delta = Angolo di attrito al contatto  
Alpha = Angolo inclinazione Spinta (antiorario rispetto all'orizzontale)  
F\_T = Valore complessivo di Spinta  
F\_x = Componente orizzontale di spinta (>0 verso sinistra - ribaltante)  
F\_y = Componente verticale di spinta (>0 verso il basso - stabilizz.)  
x\_P,y\_P = Coordinate x,y punto di applicazione

COMBINAZIONE DI CARICO N. 1: Statica (A1 +M1+R3)

| Tratto n. | da z [m] | a z [m] | Csi [°] | Delta [°] | Alpha [°] | F_T [kN] | F_x [kN] | F_y [kN] | x_P [m] | y_P [m] |
|-----------|----------|---------|---------|-----------|-----------|----------|----------|----------|---------|---------|
| 1         | 0.00     | 0.80    | 90.00   | 25.35     | 25.35     | 17.33    | 15.66    | 7.42     | 2.50    | 0.39    |
| 2         | 0.80     | 3.03    | 90.00   | 25.35     | 25.35     | 29.02    | 26.23    | 12.42    | 2.50    | 1.73    |

=====  
\*\*\* DETTAGLIO CALCOLO RISULTANTE SUL PIANO DI FONDAZIONE \*\*\*  
=====

Legenda:

F = valore dell'azione  
Coef = coefficiente di combinazione dell'azione  
F\_Vd = Componente Verticale di calcolo dell'azione  
F\_Hd = Componente Orizzont. di calcolo dell'azione  
x,y = coordinate punto di applicazione dell'azione  
Mrib = Momento ribaltante (rispetto estremo di valle fondazione)  
Mstab = Momento Stabilizzante

N.B. Le spinte del terreno sono già quelle di combinazione con quelle dell'eventuale sovraccarico (es. 1.3\*st + 1.5\*sq)

N.B. Le spinte idrostatiche sono già quelle di combinazione  
Le componenti verticali di spinta del terreno e dell'acqua sono legate a quelle orizzontali e, se rivolte verso il basso, riducono il momento ribaltante anzichè aumentare lo stabilizzante  
Eventuali forze e coppie esterne aggiuntive sono considerate Sfavorevoli se ribaltanti

COMBINAZIONE DI CARICO N. 1: Statica (A1 +M1+R3)

| Azione                           | Tipo Azione   | F [kN] | Coef [-] | F_Vd [kN] | F_Hd [kN] | x [m] | y [m] | Mrib [kNm] | Mstab [kNm] |        |
|----------------------------------|---------------|--------|----------|-----------|-----------|-------|-------|------------|-------------|--------|
| Materiali Muro: Mat. n.01        | Perm. Strutt. | Fav    | 88.50    | 1.00      | 88.50     | 0.00  | 1.03  | 1.05       | 0.00        | 91.38  |
| Terr. su muro: Area n.01         | Perm. Strutt. | Fav    | 62.09    | 1.00      | 62.09     | 0.00  | 1.80  | 1.91       | 0.00        | 111.87 |
| Sovracc. su muro:                | Variabile     | Fav    | 28.00    | 0.00      | 0.00      | 0.00  | 1.80  | 3.02       | 0.00        | 0.00   |
| Sp.Terr.Monte:Tratto n.01        | Perm. Strutt. | Sfav   | 17.33    | 1.00      | 7.42      | 15.66 | 2.50  | 0.39       | -12.50      | 0.00   |
| Sp.Terr.Monte:Tratto n.02        | Perm. Strutt. | Sfav   | 29.02    | 1.00      | 12.42     | 26.23 | 2.50  | 1.73       | 14.43       | 0.00   |
| RISULTANTE SUL PIANO FONDAZIONE: |               |        |          |           | 170.43    | 41.89 |       |            | 1.92        | 203.25 |

## \*\*\* V E R I F I C H E \*\*\*

## COMBINAZIONE DI CARICO N. 1: Statica (A1 +M1+R3)

## Terreno di fondazione - Parametri geotecnici di calcolo:

|        |       |         |                                    |
|--------|-------|---------|------------------------------------|
| Gamma  | 20.00 | [kN/m3] | p.s. naturale                      |
| Gamma' | 20.00 | [kN/m3] | p.s. efficace (condizioni Drenate) |
| $\phi$ | 38.00 | [°]     | attrito di calcolo                 |
| c      | 0.00  | [kN/m2] | coesione di calcolo                |

## Terreno di fondazione - coeff. e Parametri di aderenza:

|          |       |         |                      |
|----------|-------|---------|----------------------|
| cf       | 0.67  | [-]     | aliquota attrito     |
| cc       | 0.67  | [-]     | aliquota coesione    |
| $\phi_a$ | 25.35 | [°]     | attrito al contatto  |
| ca       | 0.00  | [kN/m2] | coesione di aderenza |

## VERIFICA A SCORRIMENTO:

|                        |                          |                           |
|------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Azione Orizzontale:    | Hed                      | 41.89 kN                  |
| Carico verticale:      | Ned                      | 170.43 kN                 |
| Resistenza attrito:    | $R_a = Ned * tg(\phi_a)$ | 80.73 kN                  |
| Base Fondazione:       | B                        | 2.50 m                    |
| Resistenza coesione:   | $R_c = ca * B$           | 0.00 kN                   |
| Resistenza Totale:     | $R_{tot} = R_a + R_c$    | 80.73 kN                  |
| Coeffic. parziale:     | G_R                      | 1.10 (NTC18 - Tab. 6.5.I) |
| Resistenza di Calcolo: | $Hrd = R_{tot} / G_R$    | 73.39 kN                  |
| Verifica:              | Hrd/Hed                  | 1.75 ---> ok!             |

## VERIFICA A RIBALTAMENTO:

|                            |                     |                           |
|----------------------------|---------------------|---------------------------|
| Momento Stabilizzante:     | Mstab               | 203.25 kNm                |
| Coeffic. parziale:         | G_R                 | 1.15 (NTC18 - Tab. 6.5.I) |
| Resistenza a Ribaltamento: | $Mrd = Mstab / G_R$ | 176.74 kNm                |
| Momento Ribaltante:        | Med                 | 1.92 kNm                  |
| Verifica:                  | Mrd/Med             | 91.86 ---> ok!            |

## VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:

|                       |  |                           |
|-----------------------|--|---------------------------|
| Azione verticale      | Ned  | 170.43 kN                 |
| Azione orizzontale    | Hed  | 41.89 kN                  |
| Sovraccarico laterale | q  | 0.00 kPa                  |
| Eccentricita'         | $e = B/2 - (Mstab - Mrib) / Ned$                           | 0.07 m                    |
| Base efficace         | $B_{eff} = B - 2 e $                                       | 2.36 m                    |
| Fattore cap. port.    | $Nq = \exp(Pi * tg\phi) * tg^2(Pi/4 + \phi/2)$             | 48.93                     |
| Fattore cap. port.    | $Nc = (Nq - 1) * cot\phi$                                  | 61.35                     |
| Fattore cap. port.    | $Ng = 2 * (Nq + 1) * tg\phi$                               | 78.02                     |
| coeff. inclin. carico | $ig = [1 - Hed / (Ned + B_{eff} * c * cot\phi)]^{\wedge}3$ | 0.43                      |
| coeff. inclin. carico | $iq = [1 - Hed / (Ned + B_{eff} * c * cot\phi)]^{\wedge}2$ | 0.57                      |
| coeff. inclin. carico | $ic = iq - [(1 - iq) / (Nc * tg\phi)]$                     | 0.56                      |
| Inclin. P.C. (>=0)    |  |                           |
| coeff. inclin. p.c.   | gq   | 1.00                      |
| coeff. inclin. p.c.   | gg   | 1.00                      |
| coeff. inclin. p.c.   | gc   | 1.00                      |
| coeff. sismico        | $kh = Ss * St * ag / g$                                    | 0.0000                    |
| coeff. sismico        | $zc = 1 - 0.32 * kh$                                       | 1.00                      |
| coeff. sismico        | $zq = (1 - kh / tg\phi)^{\wedge}0.35$                      | 1.00                      |
| coeff. sismico        | zq = zq  | 1.00                      |
| pressione limite (1)  | $qlim1 = 0.5 * G' * B_{eff} * Ng * ig * gg * zq$           | 790.88 kN/m2              |
| pressione limite (2)  | $qlim2 = c * Nc * ic * gc * zc$                            | 0.00 kN/m2                |
| pressione limite (3)  | $qlim3 = q * Nq * iq * gq * zq$                            | 0.00 kN/m2                |
| pressione lim. Tot.   | $qlim = qlim1 + qlim2 + qlim3$                             | 790.88 kN/m2              |
| Resistenza totale     | $Qlim = qlim * B_{eff}$                                    | 1868.50 kN                |
| Coeffic. parziale     | G_R  | 1.40 (NTC18 - Tab. 6.5.I) |
| Resistenza Calcolo    | $Nrd = Qlim / G_R$   | 1334.64 kN                |
| Verifica              | Nrd/Ned  | 7.83 ---> ok!             |

## CALCOLO TENSIONI SUL PIANO DI FONDAZIONE:

|  |  |           |
|--|--|-----------|
| Azione verticale                             | Ned                                      | 170.43 kN |
| Eccentricita'                                | $e = B/2 - (Mstab - Mrib) / Ned$         | 0.07 m    |
| Momento                                      | $M = Ned *  e $                          | 11.71 kNm |
| Base Fondazione                              | B  | 2.50 m    |
| $ e  \leq B/6$ (base interamente compressa): |  |           |
| Tensione Max                                 | $s_{max} = Ned/B + 6 M  / (B^{\wedge}2)$ | 79.42 kPa |
| Tensione min                                 | $s_{min} = Ned/B - 6 M  / (B^{\wedge}2)$ | 56.93 kPa |



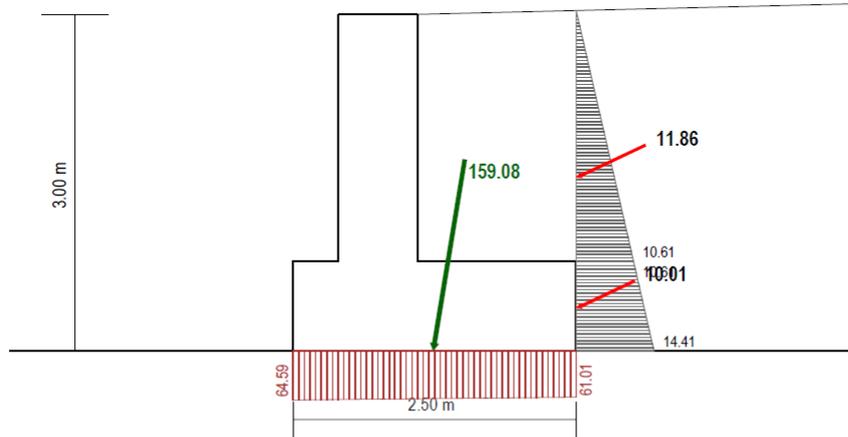
MB Muro Rev 3.03

**PONTE SUL FIUME OGLIO**  
**MURO ANDATORE IN SPONDA SX**  
**SEZIONE TIPO 2-2**

**COMBINAZIONE DI CARICO N. 4:**  
**Sisma Su (M1+R3)**

**STRATI DI MONTE**

STRATO N.1  
G = 20.00 kN/m3  
φ' = 38.00 °  
c' = 0.00 kN/m2



**STRATO FONDAZIONE**

G = 20.00 kN/m3  
φ' = 38.00 °  
c' = 0.00 kN/m2

**RISULTATI DEL CALCOLO e VERIFICHE**

**VERIFICA A SCORRIMENTO:**

|                        |                 |               |
|------------------------|-----------------|---------------|
| Azione Orizzontale:    | Hed             | 25.66 kN      |
| Carico verticale:      | Ned             | 157.00 kN     |
| Resistenza attrito:    | Ra = Ned*tg(φa) | 74.37 kN      |
| Base Fondazione:       | B               | 2.50 m        |
| Resistenza coesione:   | Rc = ca * B     | 0.00 kN       |
| Resistenza Totale:     | Rtot = Ra + Rc  | 74.37 kN      |
| Coeffic. parziale:     | G_R             | 1.00          |
| Resistenza di Calcolo: | Hrd = Rtot/G_R  | 74.37 kN      |
| Verifica:              | Hrd/Hed         | 2.90 ---> ok! |

**VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:**

|                       |                                 |                |
|-----------------------|---------------------------------|----------------|
| Azione verticale      | Ned                             | 157.00 kN      |
| Azione orizzontale    | Hed                             | 25.66 kN       |
| Sovraccarico laterale | q                               | 0.00 kPa       |
| Eccentricita'         | e = B/2 - (Mstab-Mrib)/Ned      | 0.01 m         |
| Base efficace         | Beff = B-2 e                    | 2.48 m         |
| Fattore cap. port.    | Nq=exp(Pi*tgφ)*tg2(Pi/4+φ/2)    | 48.93          |
| Fattore cap. port.    | Nc=(Nq-1)*cotφ                  | 61.35          |
| Fattore cap. port.    | Ng=2*(Nq+1)*tgφ                 | 78.02          |
| coeff.inclin.carico   | iq=[1-Hed/(Ned+Beff*c'*cotφ)]^3 | 0.59           |
| coeff.inclin.carico   | iq=[1-Hed/(Ned+Beff*c'*cotφ)]^2 | 0.70           |
| coeff.inclin.carico   | ic=iq-[1-iq]/(Nc*tgφ)           | 0.69           |
| Inclin. P.C. (>=0)    |                                 |                |
| coeff.inclin. p.c.    | gg                              | 1.00           |
| coeff.inclin. p.c.    | gg                              | 1.00           |
| coeff.inclin. p.c.    | gc                              | 1.00           |
| coeff. sismico        | kh=Ss*St*ag/g                   | 0.10           |
| coeff. sismico        | zc=1-0.32*kh                    | 0.97           |
| coeff. sismico        | zq=(1-kh/tgφ)^0.35              | 0.95           |
| coeff. sismico        | zg=zq                           | 0.95           |
| pressione limite (1)  | qlim1=0.5*G'*Beff*Nq*ig*gg*zg   | 1076.30 kN/m2  |
| pressione limite (2)  | qlim2=c*Nc*ic*gc*zc             | 0.00 kN/m2     |
| pressione limite (3)  | qlim3=q*Nq*ig*gg*zg             | 0.00 kN/m2     |
| pressione lim. Tot.   | qlim = qlim1 + qlim2 + qlim3    | 1076.30 kN/m2  |
| Resistenza totale     | Qlim = qlim * Beff              | 2665.13 kN     |
| Coeffic. parziale     | G_R                             | 1.20           |
| Resistenza Calcolo    | Nrd = Qlim / G_R                | 2220.95 kN     |
| Verifica              | Nrd/Ned                         | 14.15 ---> ok! |

**VERIFICA A RIBALTAMENTO:**

Per la presente combinazione di carico (sismica) la verifica a ribaltamento non è significativa. Riferirsi alle combinazioni n. 8 e 9 'Sisma RIB' per le quali le azioni sismiche sono maggiorate (Cap.7.11.6.2.1)



\*\*\* TENSIONI ATTIVE EFFICACI LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
( MONONOBE - OKABE )

-----  
Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
sig\_V = Tensione verticale efficace  
ka = coefficiente di spinta attiva  
sig\_a = Tensione attiva efficace  
sig\_a = sig\_V \* ka - 2 c Radq(ka)  
\*\* = Tratto parete sotto falda

=====

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - SOLO TERRENO - (Coeff. parziali M1)

=====

| Tratto n. | z [m] | Statiche    |        |             | Sisma Up    |        |             | Sisma Dw    |        |             |
|-----------|-------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|
|           |       | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] |
| 1         | 0.00  | 60.70       | 0.220  | 13.35       | 59.51       | 0.242  | 14.41       | 61.89       | 0.241  | 14.93       |
|           | 0.80  | 44.70       | 0.220  | 9.83        | 43.82       | 0.242  | 10.61       | 45.58       | 0.241  | 10.99       |
| 2         | 0.80  | 44.70       | 0.220  | 9.83        | 43.82       | 0.242  | 10.61       | 45.58       | 0.241  | 10.99       |
|           | 3.03  | 0.00        | 0.220  | 0.00        | 0.00        | 0.242  | 0.00        | 0.00        | 0.241  | 0.00        |

=====

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - PER SOVRACCARICO - (Coeff. parziali M1)

=====

| Tratto n. | z [m] | Statiche    |        |             | Sisma Up    |        |             | Sisma Dw    |        |             |
|-----------|-------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|
|           |       | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] |
| 1         | 0.00  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |
|           | 0.80  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |
| 2         | 0.80  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |
|           | 3.03  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |

=====

\*\*\* PRESSIONI ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*

=====

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
sig\_T = Componente di tensione efficace del Terreno  
Gamma\_G1 = Coeff. di combinazione  
sig\_Td = sig\_T \* Gamma\_G1 = Tensione di Calcolo del Terreno  
  
sig\_Q = Componente di tensione efficace per Sovraccarico  
Gamma\_Q = Coeff. di combinazione  
sig\_Qd = sig\_Q \* Gamma\_Q = Tensione di Calcolo per Sovracc.  
  
Sig\_eff = sig\_Td + sig\_Qd = Tensione Risultante efficace

=====

COMBINAZIONE DI CARICO N. 4: Sisma Su (M1+R3)

=====

Coefficienti parziali di combinazione delle azioni:  
Spinta del terreno: Gamma\_G1 = 1.00 (Perm. Strutt. Sfav. )  
Spinta del sovracc.: Gamma\_Q = 0.00 (Variabile Sfav.)

| Tratto n. | z [m] | Sig_T [kPa] | Gamma_G1 [-] | Sig_Td [kPa] | Sig_Q [kPa] | Gamma_Q [-] | Sig_Qd [kPa] | Sig_eff [kPa] |
|-----------|-------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|---------------|
| 1         | 0.00  | 14.41       | 1.00         | 14.41        | 4.75        | 0.00        | 0.00         | 14.41         |
|           | 0.80  | 10.61       | 1.00         | 10.61        | 4.75        | 0.00        | 0.00         | 10.61         |
| 2         | 0.80  | 10.61       | 1.00         | 10.61        | 4.75        | 0.00        | 0.00         | 10.61         |
|           | 3.03  | 0.00        | 1.00         | 0.00         | 4.75        | 0.00        | 0.00         | 0.00          |

-----

=====  
\*\*\* SPINTE ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
=====

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
Csi = Angolo inclinazione paramento (orario rispetto all'orizzontale)  
Delta = Angolo di attrito al contatto  
Alpha = Angolo inclinazione Spinta (antiorario rispetto all'orizzontale)  
F\_T = Valore complessivo di Spinta  
F\_x = Componente orizzontale di spinta (>0 verso sinistra - ribaltante)  
F\_y = Componente verticale di spinta (>0 verso il basso - stabilizz.)  
x\_P,y\_P = Coordinate x,y punto di applicazione

COMBINAZIONE DI CARICO N. 4: Sisma Su (M1+R3)

| Tratto n. | da z [m] | a z [m] | Csi [°] | Delta [°] | Alpha [°] | F_T [kN] | F_x [kN] | F_y [kN] | x_P [m] | y_P [m] |
|-----------|----------|---------|---------|-----------|-----------|----------|----------|----------|---------|---------|
| 1         | 0.00     | 0.80    | 90.00   | 25.35     | 25.35     | 10.01    | 9.04     | 4.28     | 2.50    | 0.38    |
| 2         | 0.80     | 3.03    | 90.00   | 25.35     | 25.35     | 11.86    | 10.72    | 5.08     | 2.50    | 1.54    |

=====  
\*\*\* DETTAGLIO CALCOLO RISULTANTE SUL PIANO DI FONDAZIONE \*\*\*  
=====

Legenda:

F = valore dell'azione  
Coef = coefficiente di combinazione dell'azione  
F\_Vd = Componente Verticale di calcolo dell'azione  
F\_Hd = Componente Orizzont. di calcolo dell'azione  
x,y = coordinate punto di applicazione dell'azione  
Mrib = Momento ribaltante (rispetto estremo di valle fondazione)  
Mstab = Momento Stabilizzante

N.B. Le spinte del terreno sono già quelle di combinazione con quelle dell'eventuale sovraccarico (es. 1.3\*st + 1.5\*sq)

N.B. Le spinte idrostatiche sono già quelle di combinazione  
Le componenti verticali di spinta del terreno e dell'acqua sono legate a quelle orizzontali e, se rivolte verso il basso, riducono il momento ribaltante anzichè aumentare lo stabilizzante  
Eventuali forze e coppie esterne aggiuntive sono considerate Sfavorevoli se ribaltanti

COMBINAZIONE DI CARICO N. 4: Sisma Su (M1+R3)

| Azione                           | Tipo Azione   | F [kN] | Coef [-] | F_Vd [kN] | F_Hd [kN] | x [m] | y [m] | Mrib [kNm] | Mstab [kNm] |        |
|----------------------------------|---------------|--------|----------|-----------|-----------|-------|-------|------------|-------------|--------|
| Materiali Muro: Mat. n.01        | Perm. Strutt. | Fav    | 88.50    | 1.00      | 88.50     | 0.00  | 1.03  | 1.05       | 0.00        | 91.38  |
| -sisma vertic.                   |               |        | -1.73    | 1.00      | -1.73     | 0.00  | 1.03  | 1.05       | 0.00        | -1.79  |
| -sisma orizz.                    |               |        | 3.47     | 1.00      | 0.00      | 3.47  | 1.03  | 1.05       | 3.65        | 0.00   |
| Terr. su muro: Area n.01         | Perm. Strutt. | Fav    | 62.09    | 1.00      | 62.09     | 0.00  | 1.80  | 1.91       | 0.00        | 111.87 |
| -sisma vertic.                   |               |        | -1.22    | 1.00      | -1.22     | 0.00  | 1.80  | 1.91       | 0.00        | -2.19  |
| -sisma orizz.                    |               |        | 2.43     | 1.00      | 0.00      | 2.43  | 1.80  | 1.91       | 4.65        | 0.00   |
| Sovracc. su muro:                | Variabile     | Fav    | 28.00    | 0.00      | 0.00      | 0.00  | 1.80  | 3.02       | 0.00        | 0.00   |
| -sisma vertic. su Sovracc        |               |        | -0.55    | 0.00      | 0.00      | 0.00  | 1.80  | 3.02       | 0.00        | 0.00   |
| -sisma orizz. su Sovracc         |               |        | 1.10     | 0.00      | 0.00      | 0.00  | 1.80  | 3.02       | 0.00        | 0.00   |
| Sp.Terr.Monte:Tratto n.01        | Perm. Strutt. | Sfav   | 10.01    | 1.00      | 4.28      | 9.04  | 2.50  | 0.38       | -7.28       | 0.00   |
| Sp.Terr.Monte:Tratto n.02        | Perm. Strutt. | Sfav   | 11.86    | 1.00      | 5.08      | 10.72 | 2.50  | 1.54       | 3.87        | 0.00   |
| RISULTANTE SUL PIANO FONDAZIONE: |               |        |          |           | 157.00    | 25.66 |       | 4.89       | 199.27      |        |

## \*\*\* V E R I F I C H E \*\*\*

## COMBINAZIONE DI CARICO N. 4: Sisma Su (M1+R3)

## Terreno di fondazione - Parametri geotecnici di calcolo:

|        |       |         |                                    |
|--------|-------|---------|------------------------------------|
| Gamma  | 20.00 | [kN/m3] | p.s. naturale                      |
| Gamma' | 20.00 | [kN/m3] | p.s. efficace (condizioni Drenate) |
| $\phi$ | 38.00 | [°]     | attrito di calcolo                 |
| c      | 0.00  | [kN/m2] | coesione di calcolo                |

## Terreno di fondazione - coeff. e Parametri di aderenza:

|          |       |         |                      |
|----------|-------|---------|----------------------|
| cf       | 0.67  | [-]     | aliquota attrito     |
| cc       | 0.67  | [-]     | aliquota coesione    |
| $\phi_a$ | 25.35 | [°]     | attrito al contatto  |
| ca       | 0.00  | [kN/m2] | coesione di aderenza |

## VERIFICA A SCORRIMENTO:

|                        |                          |                             |
|------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Azione Orizzontale:    | Hed                      | 25.66 kN                    |
| Carico verticale:      | Ned                      | 157.00 kN                   |
| Resistenza attrito:    | $R_a = Ned * tg(\phi_a)$ | 74.37 kN                    |
| Base Fondazione:       | B                        | 2.50 m                      |
| Resistenza coesione:   | $R_c = ca * B$           | 0.00 kN                     |
| Resistenza Totale:     | $R_{tot} = R_a + R_c$    | 74.37 kN                    |
| Coeffic. parziale:     | G_R                      | 1.00 (NTC18 - Tab.7.11.III) |
| Resistenza di Calcolo: | $H_{rd} = R_{tot} / G_R$ | 74.37 kN                    |
| Verifica:              | Hrd/Hed                  | 2.90 ---> ok!               |

## VERIFICA A RIBALTAMENTO:

Per la presente combinazione di carico (sismica) la verifica a ribaltamento non é significativa  
 Riferirsi alle combinazioni n. 8 e 9 'Sisma RIB'  
 per le quali le azioni sismiche sono maggiorate (Cap.7.11.6.2.1)

## VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:

|                       |   |                             |
|-----------------------|---|-----------------------------|
| Azione verticale      | Ned   | 157.00 kN                   |
| Azione orizzontale    | Hed   | 25.66 kN                    |
| Sovraccarico laterale | q   | 0.00 kPa                    |
| Eccentricita'         | $e = B/2 - (M_{stab} - M_{rib}) / Ned$                | 0.01 m                      |
| Base efficace         | $B_{eff} = B - 2 e $                                  | 2.48 m                      |
| Fattore cap. port.    | $N_q = \exp(\pi * tg\phi) * tg^2(\pi/4 + \phi/2)$     | 48.93                       |
| Fattore cap. port.    | $N_c = (N_q - 1) * \cot\phi$                          | 61.35                       |
| Fattore cap. port.    | $N_g = 2 * (N_q + 1) * tg\phi$                        | 78.02                       |
| coeff. inclin. carico | $i_g = [1 - Hed / (Ned + B_{eff} * c * \cot\phi)]^2$  | 0.59                        |
| coeff. inclin. carico | $i_q = [1 - Hed / (Ned + B_{eff} * c * \cot\phi)]^2$  | 0.70                        |
| coeff. inclin. carico | $i_c = i_q - [(1 - i_q) / (N_c * tg\phi)]$            | 0.69                        |
| Inclin. P.C. (>=0)    |   |                             |
| coeff. inclin. p.c.   | gq  | 1.00                        |
| coeff. inclin. p.c.   | gg  | 1.00                        |
| coeff. inclin. p.c.   | gc  | 1.00                        |
| coeff. sismico        | $k_h = S_s * S_t * a_g / g$                           | 0.1032                      |
| coeff. sismico        | $z_c = 1 - 0.32 * k_h$                                | 0.97                        |
| coeff. sismico        | $z_q = (1 - k_h / tg\phi)^{0.35}$                     | 0.95                        |
| coeff. sismico        | $z_g = z_q$   | 0.95                        |
| pressione limite (1)  | $q_{lim1} = 0.5 * G' * B_{eff} * N_g * i_g * g * z_g$ | 1076.30 kN/m2               |
| pressione limite (2)  | $q_{lim2} = c * N_c * i_c * g * z_c$                  | 0.00 kN/m2                  |
| pressione limite (3)  | $q_{lim3} = q * N_q * i_q * g * z_q$                  | 0.00 kN/m2                  |
| pressione lim. Tot.   | $q_{lim} = q_{lim1} + q_{lim2} + q_{lim3}$            | 1076.30 kN/m2               |
| Resistenza totale     | $Q_{lim} = q_{lim} * B_{eff}$                         | 2665.13 kN                  |
| Coeffic. parziale     | G_R   | 1.20 (NTC18 - Tab.7.11.III) |
| Resistenza Calcolo    | $N_{rd} = Q_{lim} / G_R$                              | 2220.95 kN                  |
| Verifica              | Nrd/Ned   | 14.15 ---> ok!              |

## CALCOLO TENSIONI SUL PIANO DI FONDAZIONE:

|   |  |           |
|---|--|-----------|
| Azione verticale                        | Ned                                    | 157.00 kN |
| Eccentricita'                           | $e = B/2 - (M_{stab} - M_{rib}) / Ned$ | 0.01 m    |
| Momento                                 | $M = Ned *  e $                        | 1.87 kNm  |
| Base Fondazione                         | B                                      | 2.50 m    |
| e  <= B/6 (base interamente compressa): |  |           |
| Tensione Max                            | $s_{max} = Ned/B + 6 M  / (B^2)$       | 64.59 kPa |
| Tensione min                            | $s_{min} = Ned/B - 6 M  / (B^2)$       | 61.01 kPa |



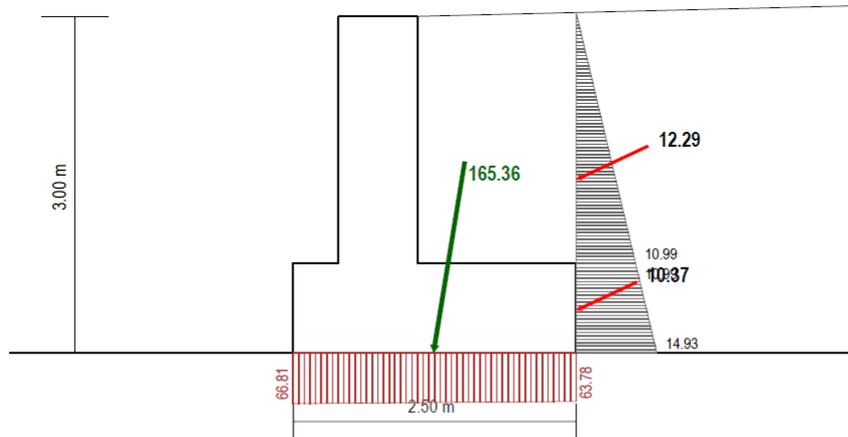
MB Muro Rev 3.03

**PONTE SUL FIUME OGLIO**  
**MURO ANDATORE IN SPONDA SX**  
**SEZIONE TIPO 2-2**

**COMBINAZIONE DI CARICO N. 5:**  
**Sisma Giu (M1+R3)**

**STRATI DI MONTE**

STRATON.1  
G = 20.00 kN/m3  
e' = 38.00 °  
c' = 0.00 kN/m2



**STRATO FONDAZIONE**

G = 20.00 kN/m3  
e' = 38.00 °  
c' = 0.00 kN/m2

**RISULTATI DEL CALCOLO e VERIFICHE**

**VERIFICA A SCORRIMENTO:**

|                        |                 |               |
|------------------------|-----------------|---------------|
| Azione Orizzontale:    | Hed             | 26.38 kN      |
| Carico verticale:      | Ned             | 163.24 kN     |
| Resistenza attrito:    | Ra = Ned*tg(φa) | 77.32 kN      |
| Base Fondazione:       | B               | 2.50 m        |
| Resistenza coesione:   | Rc = ca * B     | 0.00 kN       |
| Resistenza Totale:     | Rtot = Ra + Rc  | 77.32 kN      |
| Coeff. parziale:       | G_R             | 1.00          |
| Resistenza di Calcolo: | Hrd = Rtot/G_R  | 77.32 kN      |
| Verifica:              | Hrd/Hed         | 2.93 ---> ok! |

**VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:**

|                       |                                 |                |
|-----------------------|---------------------------------|----------------|
| Azione verticale      | Ned                             | 163.24 kN      |
| Azione orizzontale    | Hed                             | 26.38 kN       |
| Sovraccarico laterale | q                               | 0.00 kPa       |
| Eccentricita'         | e = B/2 - (Mstab-Mrib)/Ned      | 0.01 m         |
| Base efficace         | Beff = B-2 e                    | 2.48 m         |
| Fattore cap. port.    | Nq=exp(Pi*tgφ)*tg2(Pi/4+φ/2)    | 48.93          |
| Fattore cap. port.    | Nc=(Nq-1)*cotφ                  | 61.35          |
| Fattore cap. port.    | Nq=2*(Nq+1)*tgφ                 | 78.02          |
| coeff.inclin.carico   | iq=[1-Hed/(Ned+Beff*c'*cotφ)]^3 | 0.59           |
| coeff.inclin.carico   | iq=[1-Hed/(Ned+Beff*c'*cotφ)]^2 | 0.70           |
| coeff.inclin.carico   | ic=iq-[1-iq]/(Nc*tgφ)           | 0.70           |
| Inclin. P.C. (>=0)    |                                 |                |
| coeff.inclin. p.c.    | gg                              | 1.00           |
| coeff.inclin. p.c.    | gg                              | 1.00           |
| coeff.inclin. p.c.    | gc                              | 1.00           |
| coeff. sismico        | kh=Ss*St*ag/g                   | 0.10           |
| coeff. sismico        | zc=1-0.32*kh                    | 0.97           |
| coeff. sismico        | zq=(1-kh/tgφ)^0.35              | 0.95           |
| coeff. sismico        | zg=zq                           | 0.95           |
| pressione limite (1)  | qlim1=0.5*G'*Beff*Nq*ig*gg*zg   | 1085.50 kN/m2  |
| pressione limite (2)  | qlim2=c*Nc*ic*gc*zc             | 0.00 kN/m2     |
| pressione limite (3)  | qlim3=q*Nq*ig*gg*zg             | 0.00 kN/m2     |
| pressione lim. Tot.   | qlim = qlim1 + qlim2 + qlim3    | 1085.50 kN/m2  |
| Resistenza totale     | Qlim = qlim * Beff              | 2692.74 kN     |
| Coeff. parziale       | G_R                             | 1.20           |
| Resistenza Calcolo    | Nrd = Qlim / G_R                | 2243.95 kN     |
| Verifica              | Nrd/Ned                         | 13.75 ---> ok! |

**VERIFICA A RIBALTAMENTO:**

Per la presente combinazione di carico (sismica) la verifica a ribaltamento non è significativa. Riferirsi alle combinazioni n. 8 e 9 'Sisma RIB' per le quali le azioni sismiche sono maggiorate (Cap.7.11.6.2.1)



\*\*\* TENSIONI ATTIVE EFFICACI LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
( MONONOBE - OKABE )

-----  
Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
sig\_V = Tensione verticale efficace  
ka = coefficiente di spinta attiva  
sig\_a = Tensione attiva efficace  
sig\_a = sig\_V \* ka - 2 c Radq(ka)  
\*\* = Tratto parete sotto falda

=====

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - SOLO TERRENO - (Coeff. parziali M1)

=====

| Tratto n. | z [m] | Statiche    |        |             | Sisma Up    |        |             | Sisma Dw    |        |             |
|-----------|-------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|
|           |       | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] |
| 1         | 0.00  | 60.70       | 0.220  | 13.35       | 59.51       | 0.242  | 14.41       | 61.89       | 0.241  | 14.93       |
|           | 0.80  | 44.70       | 0.220  | 9.83        | 43.82       | 0.242  | 10.61       | 45.58       | 0.241  | 10.99       |
| 2         | 0.80  | 44.70       | 0.220  | 9.83        | 43.82       | 0.242  | 10.61       | 45.58       | 0.241  | 10.99       |
|           | 3.03  | 0.00        | 0.220  | 0.00        | 0.00        | 0.242  | 0.00        | 0.00        | 0.241  | 0.00        |

=====

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - PER SOVRACCARICO - (Coeff. parziali M1)

=====

| Tratto n. | z [m] | Statiche    |        |             | Sisma Up    |        |             | Sisma Dw    |        |             |
|-----------|-------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|
|           |       | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] |
| 1         | 0.00  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |
|           | 0.80  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |
| 2         | 0.80  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |
|           | 3.03  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |

=====

\*\*\* PRESSIONI ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*

=====

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
sig\_T = Componente di tensione efficace del Terreno  
Gamma\_G1 = Coeff. di combinazione  
sig\_Td = sig\_T \* Gamma\_G1 = Tensione di Calcolo del Terreno  
  
sig\_Q = Componente di tensione efficace per Sovraccarico  
Gamma\_Q = Coeff. di combinazione  
sig\_Qd = sig\_Q \* Gamma\_Q = Tensione di Calcolo per Sovracc.  
  
Sig\_eff = sig\_Td + sig\_Qd = Tensione Risultante efficace

=====

COMBINAZIONE DI CARICO N. 5: Sisma Giu (M1+R3)

=====

Coefficienti parziali di combinazione delle azioni:  
Spinta del terreno: Gamma\_G1 = 1.00 (Perm. Strutt. Sfav. )  
Spinta del sovracc.: Gamma\_Q = 0.00 (Variabile Sfav.)

| Tratto n. | z [m] | Sig_T [kPa] | Gamma_G1 [-] | Sig_Td [kPa] | Sig_Q [kPa] | Gamma_Q [-] | Sig_Qd [kPa] | Sig_eff [kPa] |
|-----------|-------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|---------------|
| 1         | 0.00  | 14.93       | 1.00         | 14.93        | 4.92        | 0.00        | 0.00         | 14.93         |
|           | 0.80  | 10.99       | 1.00         | 10.99        | 4.92        | 0.00        | 0.00         | 10.99         |
| 2         | 0.80  | 10.99       | 1.00         | 10.99        | 4.92        | 0.00        | 0.00         | 10.99         |
|           | 3.03  | 0.00        | 1.00         | 0.00         | 4.92        | 0.00        | 0.00         | 0.00          |

=====

=====  
\*\*\* SPINTE ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
=====

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
Csi = Angolo inclinazione paramento (orario rispetto all'orizzontale)  
Delta = Angolo di attrito al contatto  
Alpha = Angolo inclinazione Spinta (antiorario rispetto all'orizzontale)  
F\_T = Valore complessivo di Spinta  
F\_x = Componente orizzontale di spinta (>0 verso sinistra - ribaltante)  
F\_y = Componente verticale di spinta (>0 verso il basso - stabilizz.)  
x\_P,y\_P = Coordinate x,y punto di applicazione

COMBINAZIONE DI CARICO N. 5: Sisma Giu (M1+R3)

| Tratto n. | da z [m] | a z [m] | Csi [°] | Delta [°] | Alpha [°] | F_T [kN] | F_x [kN] | F_y [kN] | x_P [m] | y_P [m] |
|-----------|----------|---------|---------|-----------|-----------|----------|----------|----------|---------|---------|
| 1         | 0.00     | 0.80    | 90.00   | 25.35     | 25.35     | 10.37    | 9.37     | 4.44     | 2.50    | 0.38    |
| 2         | 0.80     | 3.03    | 90.00   | 25.35     | 25.35     | 12.29    | 11.10    | 5.26     | 2.50    | 1.54    |

=====  
\*\*\* DETTAGLIO CALCOLO RISULTANTE SUL PIANO DI FONDAZIONE \*\*\*  
=====

Legenda:

F = valore dell'azione  
Coef = coefficiente di combinazione dell'azione  
F\_Vd = Componente Verticale di calcolo dell'azione  
F\_Hd = Componente Orizzont. di calcolo dell'azione  
x,y = coordinate punto di applicazione dell'azione  
Mrib = Momento ribaltante (rispetto estremo di valle fondazione)  
Mstab = Momento Stabilizzante

N.B. Le spinte del terreno sono già quelle di combinazione con quelle dell'eventuale sovraccarico (es. 1.3\*st + 1.5\*sq)

N.B. Le spinte idrostatiche sono già quelle di combinazione  
Le componenti verticali di spinta del terreno e dell'acqua sono legate a quelle orizzontali e, se rivolte verso il basso, riducono il momento ribaltante anzichè aumentare lo stabilizzante  
Eventuali forze e coppie esterne aggiuntive sono considerate Sfavorevoli se ribaltanti

COMBINAZIONE DI CARICO N. 5: Sisma Giu (M1+R3)

| Azione                           | Tipo Azione   | F [kN] | Coef [-] | F_Vd [kN] | F_Hd [kN] | x [m] | y [m] | Mrib [kNm] | Mstab [kNm] |        |
|----------------------------------|---------------|--------|----------|-----------|-----------|-------|-------|------------|-------------|--------|
| Materiali Muro: Mat. n.01        | Perm. Strutt. | Fav    | 88.50    | 1.00      | 88.50     | 0.00  | 1.03  | 1.05       | 0.00        | 91.38  |
| -sisma vertic.                   |               |        | 1.73     | 1.00      | 1.73      | 0.00  | 1.03  | 1.05       | 0.00        | 1.79   |
| -sisma orizz.                    |               |        | 3.47     | 1.00      | 0.00      | 3.47  | 1.03  | 1.05       | 3.65        | 0.00   |
| Terr. su muro: Area n.01         | Perm. Strutt. | Fav    | 62.09    | 1.00      | 62.09     | 0.00  | 1.80  | 1.91       | 0.00        | 111.87 |
| -sisma vertic.                   |               |        | 1.22     | 1.00      | 1.22      | 0.00  | 1.80  | 1.91       | 0.00        | 2.19   |
| -sisma orizz.                    |               |        | 2.43     | 1.00      | 0.00      | 2.43  | 1.80  | 1.91       | 4.65        | 0.00   |
| Sovracc. su muro:                | Variabile     | Fav    | 28.00    | 0.00      | 0.00      | 0.00  | 1.80  | 3.02       | 0.00        | 0.00   |
| -sisma vertic. su Sovracc        |               |        | 0.55     | 0.00      | 0.00      | 0.00  | 1.80  | 3.02       | 0.00        | 0.00   |
| -sisma orizz. su Sovracc         |               |        | 1.10     | 0.00      | 0.00      | 0.00  | 1.80  | 3.02       | 0.00        | 0.00   |
| Sp.Terr.Monte:Tratto n.01        | Perm. Strutt. | Sfav   | 10.37    | 1.00      | 4.44      | 9.37  | 2.50  | 0.38       | -7.54       | 0.00   |
| Sp.Terr.Monte:Tratto n.02        | Perm. Strutt. | Sfav   | 12.29    | 1.00      | 5.26      | 11.10 | 2.50  | 1.54       | 4.01        | 0.00   |
| RISULTANTE SUL PIANO FONDAZIONE: |               |        |          |           | 163.24    | 26.38 |       | 4.76       | 207.23      |        |

## \*\*\* V E R I F I C H E \*\*\*

## COMBINAZIONE DI CARICO N. 5: Sisma Giu (M1+R3)

## Terreno di fondazione - Parametri geotecnici di calcolo:

|        |       |         |                                    |
|--------|-------|---------|------------------------------------|
| Gamma  | 20.00 | [kN/m3] | p.s. naturale                      |
| Gamma' | 20.00 | [kN/m3] | p.s. efficace (condizioni Drenate) |
| $\phi$ | 38.00 | [°]     | attrito di calcolo                 |
| c      | 0.00  | [kN/m2] | coesione di calcolo                |

## Terreno di fondazione - coeff. e Parametri di aderenza:

|          |       |         |                      |
|----------|-------|---------|----------------------|
| cf       | 0.67  | [-]     | aliquota attrito     |
| cc       | 0.67  | [-]     | aliquota coesione    |
| $\phi_a$ | 25.35 | [°]     | attrito al contatto  |
| ca       | 0.00  | [kN/m2] | coesione di aderenza |

## VERIFICA A SCORRIMENTO:

|                        |                          |                             |
|------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Azione Orizzontale:    | Hed                      | 26.38 kN                    |
| Carico verticale:      | Ned                      | 163.24 kN                   |
| Resistenza attrito:    | $R_a = Ned * tg(\phi_a)$ | 77.32 kN                    |
| Base Fondazione:       | B                        | 2.50 m                      |
| Resistenza coesione:   | $R_c = ca * B$           | 0.00 kN                     |
| Resistenza Totale:     | $R_{tot} = R_a + R_c$    | 77.32 kN                    |
| Coeffic. parziale:     | G_R                      | 1.00 (NTC18 - Tab.7.11.III) |
| Resistenza di Calcolo: | $Hrd = R_{tot} / G_R$    | 77.32 kN                    |
| Verifica:              | Hrd/Hed                  | 2.93 ---> ok!               |

## VERIFICA A RIBALTAMENTO:

Per la presente combinazione di carico (sismica) la verifica a ribaltamento non é significativa  
 Riferirsi alle combinazioni n. 8 e 9 'Sisma RIB'  
 per le quali le azioni sismiche sono maggiorate (Cap.7.11.6.2.1)

## VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:

|                       |   |                             |
|-----------------------|---|-----------------------------|
| Azione verticale      | Ned   | 163.24 kN                   |
| Azione orizzontale    | Hed   | 26.38 kN                    |
| Sovraccarico laterale | q   | 0.00 kPa                    |
| Eccentricita'         | $e = B/2 - (M_{stab} - M_{rib}) / Ned$                | 0.01 m                      |
| Base efficace         | $B_{eff} = B - 2 e $                                  | 2.48 m                      |
| Fattore cap. port.    | $N_q = \exp(\pi * tg\phi) * tg^2(\pi/4 + \phi/2)$     | 48.93                       |
| Fattore cap. port.    | $N_c = (N_q - 1) * \cot\phi$                          | 61.35                       |
| Fattore cap. port.    | $N_g = 2 * (N_q + 1) * tg\phi$                        | 78.02                       |
| coeff. inclin. carico | $i_g = [1 - Hed / (Ned + B_{eff} * c * \cot\phi)]^2$  | 0.59                        |
| coeff. inclin. carico | $i_q = [1 - Hed / (Ned + B_{eff} * c * \cot\phi)]^2$  | 0.70                        |
| coeff. inclin. carico | $i_c = i_q - [(1 - i_q) / (N_c * tg\phi)]$            | 0.70                        |
| Inclin. P.C. (>=0)    |   |                             |
| coeff. inclin. p.c.   | gq  | 1.00                        |
| coeff. inclin. p.c.   | gg  | 1.00                        |
| coeff. inclin. p.c.   | gc  | 1.00                        |
| coeff. sismico        | $k_h = S_s * S_t * a_g / g$                           | 0.1032                      |
| coeff. sismico        | $z_c = 1 - 0.32 * k_h$                                | 0.97                        |
| coeff. sismico        | $z_q = (1 - k_h / tg\phi)^{0.35}$                     | 0.95                        |
| coeff. sismico        | $z_g = z_q$   | 0.95                        |
| pressione limite (1)  | $q_{lim1} = 0.5 * G' * B_{eff} * N_g * i_g * g * z_g$ | 1085.50 kN/m2               |
| pressione limite (2)  | $q_{lim2} = c * N_c * i_c * g * z_c$                  | 0.00 kN/m2                  |
| pressione limite (3)  | $q_{lim3} = q * N_q * i_q * g * z_q$                  | 0.00 kN/m2                  |
| pressione lim. Tot.   | $q_{lim} = q_{lim1} + q_{lim2} + q_{lim3}$            | 1085.50 kN/m2               |
| Resistenza totale     | $Q_{lim} = q_{lim} * B_{eff}$                         | 2692.74 kN                  |
| Coeffic. parziale     | G_R   | 1.20 (NTC18 - Tab.7.11.III) |
| Resistenza Calcolo    | $Nrd = Q_{lim} / G_R$                                 | 2243.95 kN                  |
| Verifica              | Nrd/Ned   | 13.75 ---> ok!              |

## CALCOLO TENSIONI SUL PIANO DI FONDAZIONE:

|   |  |           |
|---|--|-----------|
| Azione verticale                        | Ned                                    | 163.24 kN |
| Eccentricita'                           | $e = B/2 - (M_{stab} - M_{rib}) / Ned$ | 0.01 m    |
| Momento                                 | $M = Ned *  e $                        | 1.58 kNm  |
| Base Fondazione                         | B                                      | 2.50 m    |
| e  <= B/6 (base interamente compressa): |  |           |
| Tensione Max                            | $s_{max} = Ned/B + 6 M  / (B^2)$       | 66.81 kPa |
| Tensione min                            | $s_{min} = Ned/B - 6 M  / (B^2)$       | 63.78 kPa |



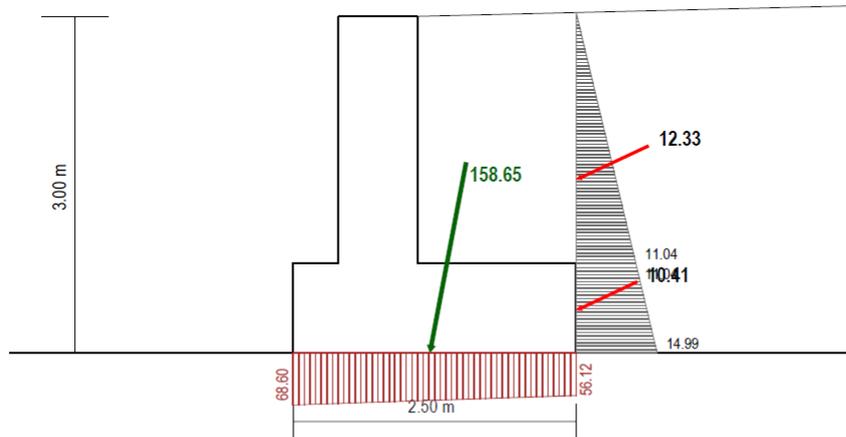
MB Muro Rev 3.03

**PONTE SUL FIUME OGLIO**  
MURO ANDATORE IN SPONDA SX  
SEZIONE TIPO 2-2

**COMBINAZIONE DI CARICO N. 8:**  
Sisma Su RIB (M1+R3)

**STRATI DI MONTE**

STRATO N.1  
G = 20.00 kN/m<sup>3</sup>  
φ' = 38.00 °  
c' = 0.00 kN/m<sup>2</sup>



STRATO FONDAZIONE

G = 20.00 kN/m<sup>3</sup>  
φ' = 38.00 °  
c' = 0.00 kN/m<sup>2</sup>

**RISULTATI DEL CALCOLO e VERIFICHE**

**VERIFICA A SCORRIMENTO:**

Per la presente combinazione di carico  
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)

**VERIFICA A RIBALTAMENTO:**

|                            |                 |                |
|----------------------------|-----------------|----------------|
| Momento Stabilizzante:     | Mstab           | 197.27 kNm     |
| Coeffic. parziale:         | G R             | 1.00           |
| Resistenza a Ribaltamento: | Mrd = Mstab/G_R | 197.27 kNm     |
| Momento Ribaltante:        | Med             | 8.90 kNm       |
| Verifica:                  | Mrd/Med         | 22.17 ---> ok! |

**VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:**

Per la presente combinazione di carico  
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)



\*\*\* TENSIONI ATTIVE EFFICACI LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
PER LE SOLE VERIFICHE A RIBALTAMENTO IN CONDIZIONI SISMICHE (NTC18 - 7.11.6.2.1)

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
sig\_V = Tensione verticale efficace  
ka = coefficiente di spinta attiva  
sig\_a = Tensione attiva efficace  
sig\_a = sig\_V \* ka - 2 c Radq(ka)  
\*\* = Tratto parete sotto falda

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - SOLO TERRENO - (Coeff. parziali M1)

| Tratto n. | z [m] | Statiche    |        |             | Sisma Up    |        |             | Sisma Dw    |        |             |
|-----------|-------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|
|           |       | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] |
| 1         | 0.00  | 60.70       | 0.220  | 13.35       | 58.91       | 0.254  | 14.99       | 62.48       | 0.252  | 15.76       |
|           | 0.80  | 44.70       | 0.220  | 9.83        | 43.38       | 0.254  | 11.04       | 46.01       | 0.252  | 11.61       |
| 2         | 0.80  | 44.70       | 0.220  | 9.83        | 43.38       | 0.254  | 11.04       | 46.01       | 0.252  | 11.61       |
|           | 3.03  | 0.00        | 0.220  | 0.00        | 0.00        | 0.254  | 0.00        | 0.00        | 0.252  | 0.00        |

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - PER SOVRACCARICO - (Coeff. parziali M1)

| Tratto n. | z [m] | Statiche    |        |             | Sisma Up    |        |             | Sisma Dw    |        |             |
|-----------|-------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|
|           |       | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] |
| 1         | 0.00  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.41       | 0.254  | 4.94        | 20.59       | 0.252  | 5.19        |
|           | 0.80  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.41       | 0.254  | 4.94        | 20.59       | 0.252  | 5.19        |
| 2         | 0.80  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.41       | 0.254  | 4.94        | 20.59       | 0.252  | 5.19        |
|           | 3.03  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.41       | 0.254  | 4.94        | 20.59       | 0.252  | 5.19        |

\*\*\* PRESSIONI ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
PER LE SOLE VERIFICHE A RIBALTAMENTO IN CONDIZIONI SISMICHE (NTC18 - 7.11.6.2.1)

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
sig\_T = Componente di tensione efficace del Terreno  
Gamma\_G1 = Coeff. di combinazione  
sig\_Td = sig\_T \* Gamma\_G1 = Tensione di Calcolo del Terreno  
  
sig\_Q = Componente di tensione efficace per Sovraccarico  
Gamma\_Q = Coeff. di combinazione  
sig\_Qd = sig\_Q \* Gamma\_Q = Tensione di Calcolo per Sovracc.  
  
Sig\_eff = sig\_Td + sig\_Qd = Tensione Risultante efficace

COMBINAZIONE DI CARICO N. 8: Sisma Su RIB (M1+R3)

Coefficienti parziali di combinazione delle azioni:  
Spinta del terreno: Gamma\_G1 = 1.00 (Perm. Strutt. Sfav. )  
Spinta del sovracc.: Gamma\_Q = 0.00 (Variabile Sfav.)

| Tratto n. | z [m] | Sig_T [kPa] | Gamma_G1 [-] | Sig_Td [kPa] | Sig_Q [kPa] | Gamma_Q [-] | Sig_Qd [kPa] | Sig_eff [kPa] |
|-----------|-------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|---------------|
| 1         | 0.00  | 14.99       | 1.00         | 14.99        | 4.94        | 0.00        | 0.00         | 14.99         |
|           | 0.80  | 11.04       | 1.00         | 11.04        | 4.94        | 0.00        | 0.00         | 11.04         |
| 2         | 0.80  | 11.04       | 1.00         | 11.04        | 4.94        | 0.00        | 0.00         | 11.04         |
|           | 3.03  | 0.00        | 1.00         | 0.00         | 4.94        | 0.00        | 0.00         | 0.00          |

=====  
\*\*\* SPINTE ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
=====

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
Csi = Angolo inclinazione paramento (orario rispetto all'orizzontale)  
Delta = Angolo di attrito al contatto  
Alpha = Angolo inclinazione Spinta (antiorario rispetto all'orizzontale)  
F\_T = Valore complessivo di Spinta  
F\_x = Componente orizzontale di spinta (>0 verso sinistra - ribaltante)  
F\_y = Componente verticale di spinta (>0 verso il basso - stabilizz.)  
x\_P,y\_P = Coordinate x,y punto di applicazione

COMBINAZIONE DI CARICO N. 8: Sisma Su RIB (M1+R3)

| Tratto n. | da z [m] | a z [m] | Csi [°] | Delta [°] | Alpha [°] | F_T [kN] | F_x [kN] | F_y [kN] | x_P [m] | y_P [m] |
|-----------|----------|---------|---------|-----------|-----------|----------|----------|----------|---------|---------|
| 1         | 0.00     | 0.80    | 90.00   | 25.35     | 25.35     | 10.41    | 9.41     | 4.46     | 2.50    | 0.38    |
| 2         | 0.80     | 3.03    | 90.00   | 25.35     | 25.35     | 12.33    | 11.15    | 5.28     | 2.50    | 1.54    |

=====  
\*\*\* DETTAGLIO CALCOLO RISULTANTE SUL PIANO DI FONDAZIONE \*\*\*  
=====

Legenda:

F = valore dell'azione  
Coef = coefficiente di combinazione dell'azione  
F\_Vd = Componente Verticale di calcolo dell'azione  
F\_Hd = Componente Orizzont. di calcolo dell'azione  
x,y = coordinate punto di applicazione dell'azione  
Mrib = Momento ribaltante (rispetto estremo di valle fondazione)  
Mstab = Momento Stabilizzante

N.B. Le spinte del terreno sono già quelle di combinazione con quelle dell'eventuale sovraccarico (es. 1.3\*st + 1.5\*sq)

N.B. Le spinte idrostatiche sono già quelle di combinazione  
Le componenti verticali di spinta del terreno e dell'acqua sono legate a quelle orizzontali e, se rivolte verso il basso, riducono il momento ribaltante anzichè aumentare lo stabilizzante  
Eventuali forze e coppie esterne aggiuntive sono considerate Sfavorevoli se ribaltanti

COMBINAZIONE DI CARICO N. 8: Sisma Su RIB (M1+R3)

| Azione                           | Tipo Azione   | F [kN] | Coef [-] | F_Vd [kN] | F_Hd [kN] | x [m] | y [m] | Mrib [kNm] | Mstab [kNm] |        |
|----------------------------------|---------------|--------|----------|-----------|-----------|-------|-------|------------|-------------|--------|
| Materiali Muro: Mat. n.01        | Perm. Strutt. | Fav    | 88.50    | 1.00      | 88.50     | 0.00  | 1.03  | 1.05       | 0.00        | 91.38  |
| -sisma vertic.                   |               |        | -2.60    | 1.00      | -2.60     | 0.00  | 1.03  | 1.05       | 0.00        | -2.69  |
| -sisma orizz.                    |               |        | 5.20     | 1.00      | 0.00      | 5.20  | 1.03  | 1.05       | 5.48        | 0.00   |
| Terr. su muro: Area n.01         | Perm. Strutt. | Fav    | 62.09    | 1.00      | 62.09     | 0.00  | 1.80  | 1.91       | 0.00        | 111.87 |
| -sisma vertic.                   |               |        | -1.83    | 1.00      | -1.83     | 0.00  | 1.80  | 1.91       | 0.00        | -3.29  |
| -sisma orizz.                    |               |        | 3.65     | 1.00      | 0.00      | 3.65  | 1.80  | 1.91       | 6.97        | 0.00   |
| Sovracc. su muro:                | Variabile     | Fav    | 28.00    | 0.00      | 0.00      | 0.00  | 1.80  | 3.02       | 0.00        | 0.00   |
| -sisma vertic. su Sovracc        |               |        | -0.82    | 0.00      | 0.00      | 0.00  | 1.80  | 3.02       | 0.00        | 0.00   |
| -sisma orizz. su Sovracc         |               |        | 1.65     | 0.00      | 0.00      | 0.00  | 1.80  | 3.02       | 0.00        | 0.00   |
| Sp.Terr.Monte:Tratto n.01        | Perm. Strutt. | Sfav   | 10.41    | 1.00      | 4.46      | 9.41  | 2.50  | 0.38       | -7.57       | 0.00   |
| Sp.Terr.Monte:Tratto n.02        | Perm. Strutt. | Sfav   | 12.33    | 1.00      | 5.28      | 11.15 | 2.50  | 1.54       | 4.02        | 0.00   |
| RISULTANTE SUL PIANO FONDAZIONE: |               |        |          |           | 155.90    | 29.41 |       | 8.90       | 197.27      |        |

=====  
=====  
\*\*\* V E R I F I C H E \*\*\*  
=====  
=====

COMBINAZIONE DI CARICO N. 8: Sisma Su RIB (M1+R3)  
=====

Terreno di fondazione - Parametri geotecnici di calcolo:

|           |       |         |                                    |
|-----------|-------|---------|------------------------------------|
| Gamma     | 20.00 | [kN/m3] | p.s. naturale                      |
| Gamma'    | 20.00 | [kN/m3] | p.s. efficace (condizioni Drenate) |
| $\varphi$ | 38.00 | [°]     | attrito di calcolo                 |
| c         | 0.00  | [kN/m2] | coesione di calcolo                |

Terreno di fondazione - coeff. e Parametri di aderenza:

|             |       |         |                      |
|-------------|-------|---------|----------------------|
| cf          | 0.67  | [-]     | aliquota attrito     |
| cc          | 0.67  | [-]     | aliquota coesione    |
| $\varphi_a$ | 25.35 | [°]     | attrito al contatto  |
| ca          | 0.00  | [kN/m2] | coesione di aderenza |

VERIFICA A SCORRIMENTO:

-----  
Per la presente combinazione di carico  
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)  
-----

VERIFICA A RIBALTAMENTO:

|                            |                 |                             |
|----------------------------|-----------------|-----------------------------|
| Momento Stabilizzante:     | Mstab           | 197.27 kNm                  |
| Coeffic. parziale:         | G_R             | 1.00 (NTC18 - Tab.7.11.III) |
| Resistenza a Ribaltamento: | Mrd = Mstab/G_R | 197.27 kNm                  |
| Momento Ribaltante:        | Med             | 8.90 kNm                    |
| Verifica:                  | Mrd/Med         | 22.17 ----> ok!             |

VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:

-----  
Per la presente combinazione di carico  
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)  
-----



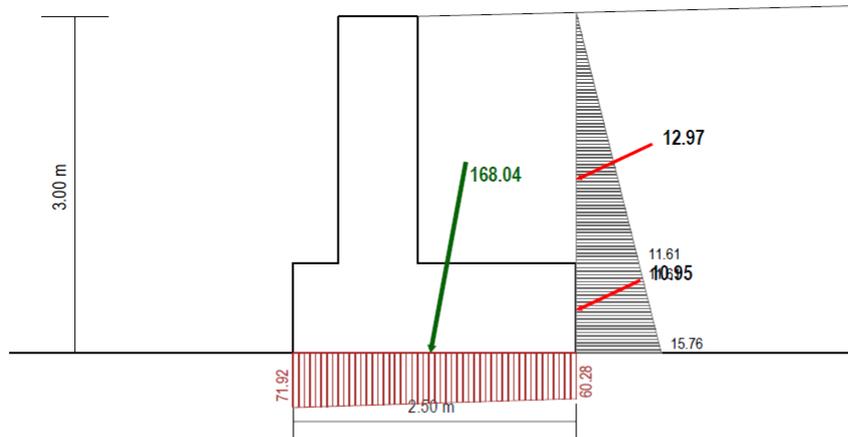
MB Muro Rev 3.03

**PONTE SUL FIUME OGLIO**  
MURO ANDATORE IN SPONDA SX  
SEZIONE TIPO 2-2

**COMBINAZIONE DI CARICO N. 9:**  
Sisma Giu RIB (M1+R3)

**STRATI DI MONTE**

STRATO N.1  
G = 20.00 kN/m3  
 $\phi' = 38.00^\circ$   
 $c' = 0.00$  kN/m2



STRATO FONDAZIONE

G = 20.00 kN/m3  
 $\phi' = 38.00^\circ$   
 $c' = 0.00$  kN/m2

**RISULTATI DEL CALCOLO e VERIFICHE**

**VERIFICA A SCORRIMENTO:**

Per la presente combinazione di carico  
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)

**VERIFICA A RIBALTAMENTO:**

|                            |                         |                |
|----------------------------|-------------------------|----------------|
| Momento Stabilizzante:     | Mstab                   | 209.23 kNm     |
| Coeffic. parziale:         | G R                     | 1.00           |
| Resistenza a Ribaltamento: | $M_{rd} = M_{stab}/G_R$ | 209.23 kNm     |
| Momento Ribaltante:        | Med                     | 8.72 kNm       |
| Verifica:                  | $M_{rd}/M_{ed}$         | 24.01 ---> ok! |

**VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:**

Per la presente combinazione di carico  
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)



\*\*\* TENSIONI ATTIVE EFFICACI LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
 PER LE SOLE VERIFICHE A RIBALTAMENTO IN CONDIZIONI SISMICHE (NTC18 - 7.11.6.2.1)

## Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
 sig\_V = Tensione verticale efficace  
 ka = coefficiente di spinta attiva  
 sig\_a = Tensione attiva efficace  
 $sig_a = sig_V * ka - 2 c Radq(ka)$   
 \*\* = Tratto parete sotto falda

## TENSIONI EFFICACI ATTIVE - SOLO TERRENO - (Coeff. parziali M1)

| Tratto n. | z [m] | Statiche    |        |             | Sisma Up    |        |             | Sisma Dw    |        |             |
|-----------|-------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|
|           |       | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] |
| 1         | 0.00  | 60.70       | 0.220  | 13.35       | 58.91       | 0.254  | 14.99       | 62.48       | 0.252  | 15.76       |
|           | 0.80  | 44.70       | 0.220  | 9.83        | 43.38       | 0.254  | 11.04       | 46.01       | 0.252  | 11.61       |
| 2         | 0.80  | 44.70       | 0.220  | 9.83        | 43.38       | 0.254  | 11.04       | 46.01       | 0.252  | 11.61       |
|           | 3.03  | 0.00        | 0.220  | 0.00        | 0.00        | 0.254  | 0.00        | 0.00        | 0.252  | 0.00        |

## TENSIONI EFFICACI ATTIVE - PER SOVRACCARICO - (Coeff. parziali M1)

| Tratto n. | z [m] | Statiche    |        |             | Sisma Up    |        |             | Sisma Dw    |        |             |
|-----------|-------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|
|           |       | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] |
| 1         | 0.00  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.41       | 0.254  | 4.94        | 20.59       | 0.252  | 5.19        |
|           | 0.80  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.41       | 0.254  | 4.94        | 20.59       | 0.252  | 5.19        |
| 2         | 0.80  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.41       | 0.254  | 4.94        | 20.59       | 0.252  | 5.19        |
|           | 3.03  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.41       | 0.254  | 4.94        | 20.59       | 0.252  | 5.19        |

 \*\*\* PRESSIONI ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
 PER LE SOLE VERIFICHE A RIBALTAMENTO IN CONDIZIONI SISMICHE (NTC18 - 7.11.6.2.1)

## Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
 sig\_T = Componente di tensione efficace del Terreno  
 Gamma\_G1 = Coeff. di combinazione  
 $sig_Td = sig_T * Gamma_G1$  = Tensione di Calcolo del Terreno  
  
 sig\_Q = Componente di tensione efficace per Sovraccarico  
 Gamma\_Q = Coeff. di combinazione  
 $sig_Qd = sig_Q * Gamma_Q$  = Tensione di Calcolo per Sovracc.  
  
 $Sig\_eff = sig_Td + sig_Qd$  = Tensione Risultante efficace

## COMBINAZIONE DI CARICO N. 9: Sisma Giu RIB (M1+R3)

Coefficienti parziali di combinazione delle azioni:  
 Spinta del terreno:  $Gamma_G1 = 1.00$  (Perm. Strutt. Sfav. )  
 Spinta del sovracc.:  $Gamma_Q = 0.00$  (Variabile Sfav.)

| Tratto n. | z [m] | Sig_T [kPa] | Gamma_G1 [-] | Sig_Td [kPa] | Sig_Q [kPa] | Gamma_Q [-] | Sig_Qd [kPa] | Sig_eff [kPa] |
|-----------|-------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|---------------|
| 1         | 0.00  | 15.76       | 1.00         | 15.76        | 5.19        | 0.00        | 0.00         | 15.76         |
|           | 0.80  | 11.61       | 1.00         | 11.61        | 5.19        | 0.00        | 0.00         | 11.61         |
| 2         | 0.80  | 11.61       | 1.00         | 11.61        | 5.19        | 0.00        | 0.00         | 11.61         |
|           | 3.03  | 0.00        | 1.00         | 0.00         | 5.19        | 0.00        | 0.00         | 0.00          |

=====  
\*\*\* SPINTE ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
=====

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
Csi = Angolo inclinazione paramento (orario rispetto all'orizzontale)  
Delta = Angolo di attrito al contatto  
Alpha = Angolo inclinazione Spinta (antiorario rispetto all'orizzontale)  
F\_T = Valore complessivo di Spinta  
F\_x = Componente orizzontale di spinta (>0 verso sinistra - ribaltante)  
F\_y = Componente verticale di spinta (>0 verso il basso - stabilizz.)  
x\_P,y\_P = Coordinate x,y punto di applicazione

COMBINAZIONE DI CARICO N. 9: Sisma Giu RIB (M1+R3)

| Tratto n. | da z [m] | a z [m] | Csi [°] | Delta [°] | Alpha [°] | F_T [kN] | F_x [kN] | F_y [kN] | x_P [m] | y_P [m] |
|-----------|----------|---------|---------|-----------|-----------|----------|----------|----------|---------|---------|
| 1         | 0.00     | 0.80    | 90.00   | 25.35     | 25.35     | 10.95    | 9.89     | 4.69     | 2.50    | 0.38    |
| 2         | 0.80     | 3.03    | 90.00   | 25.35     | 25.35     | 12.97    | 11.72    | 5.55     | 2.50    | 1.54    |

=====  
\*\*\* DETTAGLIO CALCOLO RISULTANTE SUL PIANO DI FONDAZIONE \*\*\*  
=====

Legenda:

F = valore dell'azione  
Coef = coefficiente di combinazione dell'azione  
F\_Vd = Componente Verticale di calcolo dell'azione  
F\_Hd = Componente Orizzont. di calcolo dell'azione  
x,y = coordinate punto di applicazione dell'azione  
Mrib = Momento ribaltante (rispetto estremo di valle fondazione)  
Mstab = Momento Stabilizzante

N.B. Le spinte del terreno sono già quelle di combinazione con quelle dell'eventuale sovraccarico (es. 1.3\*st + 1.5\*sq)

N.B. Le spinte idrostatiche sono già quelle di combinazione  
Le componenti verticali di spinta del terreno e dell'acqua sono legate a quelle orizzontali e, se rivolte verso il basso, riducono il momento ribaltante anzichè aumentare lo stabilizzante  
Eventuali forze e coppie esterne aggiuntive sono considerate Sfavorevoli se ribaltanti

COMBINAZIONE DI CARICO N. 9: Sisma Giu RIB (M1+R3)

| Azione                           | Tipo Azione   | F [kN] | Coef [-] | F_Vd [kN] | F_Hd [kN] | x [m] | y [m] | Mrib [kNm] | Mstab [kNm] |        |
|----------------------------------|---------------|--------|----------|-----------|-----------|-------|-------|------------|-------------|--------|
| Materiali Muro: Mat. n.01        | Perm. Strutt. | Fav    | 88.50    | 1.00      | 88.50     | 0.00  | 1.03  | 1.05       | 0.00        | 91.38  |
| -sisma vertic.                   |               |        | 2.60     | 1.00      | 2.60      | 0.00  | 1.03  | 1.05       | 0.00        | 2.69   |
| -sisma orizz.                    |               |        | 5.20     | 1.00      | 0.00      | 5.20  | 1.03  | 1.05       | 5.48        | 0.00   |
| Terr. su muro: Area n.01         | Perm. Strutt. | Fav    | 62.09    | 1.00      | 62.09     | 0.00  | 1.80  | 1.91       | 0.00        | 111.87 |
| -sisma vertic.                   |               |        | 1.83     | 1.00      | 1.83      | 0.00  | 1.80  | 1.91       | 0.00        | 3.29   |
| -sisma orizz.                    |               |        | 3.65     | 1.00      | 0.00      | 3.65  | 1.80  | 1.91       | 6.97        | 0.00   |
| Sovracc. su muro:                | Variabile     | Fav    | 28.00    | 0.00      | 0.00      | 0.00  | 1.80  | 3.02       | 0.00        | 0.00   |
| -sisma vertic. su Sovracc        |               |        | 0.82     | 0.00      | 0.00      | 0.00  | 1.80  | 3.02       | 0.00        | 0.00   |
| -sisma orizz. su Sovracc         |               |        | 1.65     | 0.00      | 0.00      | 0.00  | 1.80  | 3.02       | 0.00        | 0.00   |
| Sp.Terr.Monte:Tratto n.01        | Perm. Strutt. | Sfav   | 10.95    | 1.00      | 4.69      | 9.89  | 2.50  | 0.38       | -7.96       | 0.00   |
| Sp.Terr.Monte:Tratto n.02        | Perm. Strutt. | Sfav   | 12.97    | 1.00      | 5.55      | 11.72 | 2.50  | 1.54       | 4.23        | 0.00   |
| RISULTANTE SUL PIANO FONDAZIONE: |               |        |          |           | 165.26    | 30.47 |       | 8.72       | 209.23      |        |

=====  
=====  
\*\*\* V E R I F I C H E \*\*\*  
=====  
=====

COMBINAZIONE DI CARICO N. 9: Sisma Giu RIB (M1+R3)  
=====

-----  
Terreno di fondazione - Parametri geotecnici di calcolo:  
-----

|           |       |         |                                    |
|-----------|-------|---------|------------------------------------|
| Gamma     | 20.00 | [kN/m3] | p.s. naturale                      |
| Gamma'    | 20.00 | [kN/m3] | p.s. efficace (condizioni Drenate) |
| $\varphi$ | 38.00 | [°]     | attrito di calcolo                 |
| c         | 0.00  | [kN/m2] | coesione di calcolo                |

-----  
Terreno di fondazione - coeff. e Parametri di aderenza:  
-----

|             |       |         |                      |
|-------------|-------|---------|----------------------|
| cf          | 0.67  | [-]     | aliquota attrito     |
| cc          | 0.67  | [-]     | aliquota coesione    |
| $\varphi_a$ | 25.35 | [°]     | attrito al contatto  |
| ca          | 0.00  | [kN/m2] | coesione di aderenza |

-----  
VERIFICA A SCORRIMENTO:  
-----

Per la presente combinazione di carico  
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)  
-----

-----  
VERIFICA A RIBALTAMENTO:  
-----

|                            |                 |                             |
|----------------------------|-----------------|-----------------------------|
| Momento Stabilizzante:     | Mstab           | 209.23 kNm                  |
| Coeffic. parziale:         | G_R             | 1.00 (NTC18 - Tab.7.11.III) |
| Resistenza a Ribaltamento: | Mrd = Mstab/G_R | 209.23 kNm                  |
| Momento Ribaltante:        | Med             | 8.72 kNm                    |
| Verifica:                  | Mrd/Med         | 24.01 ----> ok!             |

-----  
VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:  
-----

Per la presente combinazione di carico  
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)  
-----



**ALLEGATO N. 1.3**  
**SEZIONE TIPO 3**  
**VERIFICHE DI STABILITA' LOCALE**



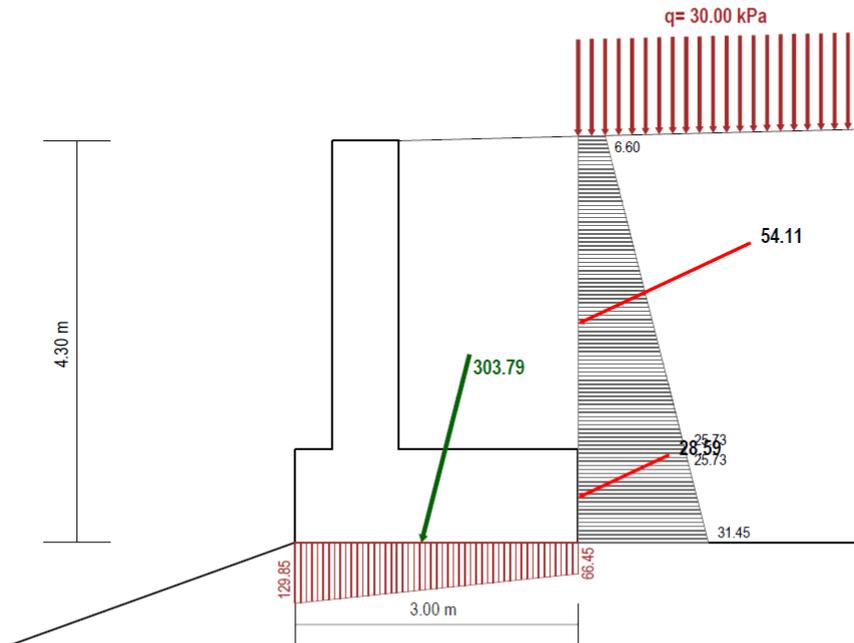
MB Muro Rev 3.03

**PONTE SUL FIUME OGLIO**  
**MURO ANDATORE IN SPONDA SX**  
**SEZIONE TIPO 3-3**

**COMBINAZIONE DI CARICO N. 1:**  
**Statica (A1+M1+R3)**

**STRATI DI MONTE**

STRATO N.1  
G = 20.00 kN/m3  
e' = 38.00 °  
c' = 0.00 kN/m2



**STRATO FONDAZIONE**

G = 20.00 kN/m3  
e' = 38.00 °  
c' = 0.00 kN/m2

**RISULTATI DEL CALCOLO e VERIFICHE**

**VERIFICA A SCORRIMENTO:**

|                        |                 |               |
|------------------------|-----------------|---------------|
| Azione Orizzontale:    | Hed             | 74.74 kN      |
| Carico verticale:      | Ned             | 294.46 kN     |
| Resistenza attrito:    | Ra = Ned*tg(φa) | 139.48 kN     |
| Base Fondazione:       | B               | 3.00 m        |
| Resistenza coesione:   | Rc = ca * B     | 0.00 kN       |
| Resistenza Totale:     | Rtot = Ra + Rc  | 139.48 kN     |
| Coeffic. parziale:     | G_R             | 1.10          |
| Resistenza di Calcolo: | Hrd = Rtot/G_R  | 126.80 kN     |
| Verifica:              | Hrd/Hed         | 1.70 ---> ok! |

**VERIFICA A RIBALTAMENTO:**

|                            |                 |                |
|----------------------------|-----------------|----------------|
| Momento Stabilizzante:     | Mstab           | 415.02 kNm     |
| Coeffic. parziale:         | G_R             | 1.15           |
| Resistenza a Ribaltamento: | Mrd = Mstab/G_R | 360.88 kNm     |
| Momento Ribaltante:        | Med             | 20.88 kNm      |
| Verifica:                  | Mrd/Med         | 17.28 ---> ok! |

**VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:**

|                       |                                |               |
|-----------------------|--------------------------------|---------------|
| Azione verticale      | Ned                            | 294.46 kN     |
| Azione orizzontale    | Hed                            | 74.74 kN      |
| Sovraccarico laterale | q                              | 0.00 kPa      |
| Eccentricita'         | e = B/2 - (Mstab-Mrib)/Ned     | 0.16 m        |
| Base efficace         | Beff = B - 2 e                 | 2.68 m        |
| Fattore cap. port.    | Nq=exp(Pi*tgφ)*tg2(Pi/4+φ/2)   | 48.93         |
| Fattore cap. port.    | Nc=(Nq-1)*cotφ                 | 61.35         |
| Fattore cap. port.    | Nq=2*(Nq+1)*tgφ                | 78.02         |
| coeff. inclin. carico | iq=[1-Hed/(Ned+Beff*c*cotφ)]^3 | 0.42          |
| coeff. inclin. carico | iq=[1-Hed/(Ned+Beff*c*cotφ)]^2 | 0.56          |
| coeff. inclin. carico | ic=iq - [(1-iq)/(Nc*tgφ)]      | 0.55          |
| Inclin. P.C. (<0)     | Omega                          | 20.00         |
| coeff. inclin. p.c.   | gg=[1-tg(Omega)]^2             | 0.40          |
| coeff. inclin. p.c.   | gg=gg                          | 0.40          |
| coeff. inclin. p.c.   | gc=gg - [(1-gg)/(Nc*tgφ)]      | 0.39          |
| coeff. sismico        | kh=5*St*ag/g                   | 0.00          |
| coeff. sismico        | zc=1-0.32*kh                   | 1.00          |
| coeff. sismico        | zq=(1-kh/tgφ)^0.35             | 1.00          |
| coeff. sismico        | zg=zq                          | 1.00          |
| pressione limite (1)  | qlim1=0.5*G'*Beff*Nq*ig*gg*zg  | 351.03 kN/m2  |
| pressione limite (2)  | qlim2=c*Nc*ic*gc*zc            | 0.00 kN/m2    |
| pressione limite (3)  | qlim3=q*Nq*ig*gg*zg            | 0.00 kN/m2    |
| pressione lim. Tot.   | qlim = qlim1 + qlim2 + qlim3   | 351.03 kN/m2  |
| Resistenza totale     | Qlim = qlim * Beff             | 939.73 kN     |
| Coeffic. parziale     | G_R                            | 1.40          |
| Resistenza Calcolo    | Nrd = Qlim / G_R               | 671.24 kN     |
| Verifica              | Nrd/Ned                        | 2.28 ---> ok! |



\*\*\* TENSIONI ATTIVE EFFICACI LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
( MONONOBE - OKABE )

-----  
Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
sig\_V = Tensione verticale efficace  
ka = coefficiente di spinta attiva  
sig\_a = Tensione attiva efficace  
sig\_a = sig\_V \* ka - 2 c Radq(ka)  
\*\* = Tratto parete sotto falda

=====

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - SOLO TERRENO - (Coeff. parziali M1)

=====

| Tratto n. | z [m] | Statiche    |        |             | Sisma Up    |        |             | Sisma Dw    |        |             |
|-----------|-------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|
|           |       | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] |
| 1         | 0.00  | 86.95       | 0.220  | 19.12       | 85.24       | 0.242  | 20.64       | 88.65       | 0.241  | 21.39       |
|           | 1.00  | 66.95       | 0.220  | 14.72       | 65.64       | 0.242  | 15.89       | 68.26       | 0.241  | 16.47       |
| 2         | 1.00  | 66.95       | 0.220  | 14.72       | 65.64       | 0.242  | 15.89       | 68.26       | 0.241  | 16.47       |
|           | 4.35  | 0.00        | 0.220  | 0.00        | 0.00        | 0.242  | 0.00        | 0.00        | 0.241  | 0.00        |

=====

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - PER SOVRACCARICO - (Coeff. parziali M1)

=====

| Tratto n. | z [m] | Statiche    |        |             | Sisma Up    |        |             | Sisma Dw    |        |             |
|-----------|-------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|
|           |       | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] |
| 1         | 0.00  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |
|           | 1.00  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |
| 2         | 1.00  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |
|           | 4.35  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |

=====

\*\*\* PRESSIONI ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*

=====

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
sig\_T = Componente di tensione efficace del Terreno  
Gamma\_G1 = Coeff. di combinazione  
sig\_Td = sig\_T \* Gamma\_G1 = Tensione di Calcolo del Terreno  
  
sig\_Q = Componente di tensione efficace per Sovraccarico  
Gamma\_Q = Coeff. di combinazione  
sig\_Qd = sig\_Q \* Gamma\_Q = Tensione di Calcolo per Sovracc.  
  
Sig\_eff = sig\_Td + sig\_Qd = Tensione Risultante efficace

=====

COMBINAZIONE DI CARICO N. 1: Statica (A1 +M1+R3)

=====

Coefficienti parziali di combinazione delle azioni:  
Spinta del terreno: Gamma\_G1 = 1.30 (Perm. Strutt. Sfav. )  
Spinta del sovracc.: Gamma\_Q = 1.50 (Variabile Sfav.)

| Tratto n. | z [m] | Sig_T [kPa] | Gamma_G1 [-] | Sig_Td [kPa] | Sig_Q [kPa] | Gamma_Q [-] | Sig_Qd [kPa] | Sig_eff [kPa] |
|-----------|-------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|---------------|
| 1         | 0.00  | 19.12       | 1.30         | 24.85        | 4.40        | 1.50        | 6.60         | 31.45         |
|           | 1.00  | 14.72       | 1.30         | 19.14        | 4.40        | 1.50        | 6.60         | 25.73         |
| 2         | 1.00  | 14.72       | 1.30         | 19.14        | 4.40        | 1.50        | 6.60         | 25.73         |
|           | 4.35  | 0.00        | 1.30         | 0.00         | 4.40        | 1.50        | 6.60         | 6.60          |

=====  
\*\*\* SPINTE ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
=====

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
Csi = Angolo inclinazione paramento (orario rispetto all'orizzontale)  
Delta = Angolo di attrito al contatto  
Alpha = Angolo inclinazione Spinta (antiorario rispetto all'orizzontale)  
F\_T = Valore complessivo di Spinta  
F\_x = Componente orizzontale di spinta (>0 verso sinistra - ribaltante)  
F\_y = Componente verticale di spinta (>0 verso il basso - stabilizz.)  
x\_P,y\_P = Coordinate x,y punto di applicazione

COMBINAZIONE DI CARICO N. 1: Statica (A1 +M1+R3)

| Tratto n. | da z [m] | a z [m] | Csi [°] | Delta [°] | Alpha [°] | F_T [kN] | F_x [kN] | F_y [kN] | x_P [m] | y_P [m] |
|-----------|----------|---------|---------|-----------|-----------|----------|----------|----------|---------|---------|
| 1         | 0.00     | 1.00    | 90.00   | 25.35     | 25.35     | 28.59    | 25.84    | 12.24    | 3.00    | 0.48    |
| 2         | 1.00     | 4.35    | 90.00   | 25.35     | 25.35     | 54.11    | 48.90    | 23.16    | 3.00    | 2.34    |

=====  
\*\*\* DETTAGLIO CALCOLO RISULTANTE SUL PIANO DI FONDAZIONE \*\*\*  
=====

Legenda:

F = valore dell'azione  
Coef = coefficiente di combinazione dell'azione  
F\_Vd = Componente Verticale di calcolo dell'azione  
F\_Hd = Componente Orizzont. di calcolo dell'azione  
x,y = coordinate punto di applicazione dell'azione  
Mrib = Momento ribaltante (rispetto estremo di valle fondazione)  
Mstab = Momento Stabilizzante

N.B. Le spinte del terreno sono già quelle di combinazione con quelle dell'eventuale sovraccarico (es. 1.3\*st + 1.5\*sq)

N.B. Le spinte idrostatiche sono già quelle di combinazione  
Le componenti verticali di spinta del terreno e dell'acqua sono legate a quelle orizzontali e, se rivolte verso il basso, riducono il momento ribaltante anzichè aumentare lo stabilizzante  
Eventuali forze e coppie esterne aggiuntive sono considerate Sfavorevoli se ribaltanti

COMBINAZIONE DI CARICO N. 1: Statica (A1 +M1+R3)

| Azione                           | Tipo Azione   | F [kN] | Coef [-] | F_Vd [kN] | F_Hd [kN] | x [m] | y [m] | Mrib [kNm] | Mstab [kNm] |        |
|----------------------------------|---------------|--------|----------|-----------|-----------|-------|-------|------------|-------------|--------|
| Materiali Muro: Mat. n.01        | Perm. Strutt. | Fav    | 132.75   | 1.00      | 132.75    | 0.00  | 1.17  | 1.44       | 0.00        | 155.81 |
| Terr. su muro: Area n.01         | Perm. Strutt. | Fav    | 126.30   | 1.00      | 126.30    | 0.00  | 2.05  | 2.66       | 0.00        | 259.20 |
| Sovracc. su muro:                | Variabile     | Fav    | 38.00    | 0.00      | 0.00      | 0.00  | 2.05  | 4.32       | 0.00        | 0.00   |
| Sp.Terr.Monte:Tratto n.01        | Perm. Strutt. | Sfav   | 28.59    | 1.00      | 12.24     | 25.84 | 3.00  | 0.48       | -24.23      | 0.00   |
| Sp.Terr.Monte:Tratto n.02        | Perm. Strutt. | Sfav   | 54.11    | 1.00      | 23.16     | 48.90 | 3.00  | 2.34       | 45.11       | 0.00   |
| RISULTANTE SUL PIANO FONDAZIONE: |               |        |          |           | 294.46    | 74.74 |       |            | 20.88       | 415.02 |

## \*\*\* V E R I F I C H E \*\*\*

## COMBINAZIONE DI CARICO N. 1: Statica (A1 +M1+R3)

## Terreno di fondazione - Parametri geotecnici di calcolo:

|        |       |         |                                    |
|--------|-------|---------|------------------------------------|
| Gamma  | 20.00 | [kN/m3] | p.s. naturale                      |
| Gamma' | 20.00 | [kN/m3] | p.s. efficace (condizioni Drenate) |
| $\phi$ | 38.00 | [°]     | attrito di calcolo                 |
| c      | 0.00  | [kN/m2] | coesione di calcolo                |

## Terreno di fondazione - coeff. e Parametri di aderenza:

|          |       |         |                      |
|----------|-------|---------|----------------------|
| cf       | 0.67  | [-]     | aliquota attrito     |
| cc       | 0.67  | [-]     | aliquota coesione    |
| $\phi_a$ | 25.35 | [°]     | attrito al contatto  |
| ca       | 0.00  | [kN/m2] | coesione di aderenza |

## VERIFICA A SCORRIMENTO:

|                        |                          |                           |
|------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Azione Orizzontale:    | Hed                      | 74.74 kN                  |
| Carico verticale:      | Ned                      | 294.46 kN                 |
| Resistenza attrito:    | $R_a = Ned * tg(\phi_a)$ | 139.48 kN                 |
| Base Fondazione:       | B                        | 3.00 m                    |
| Resistenza coesione:   | $R_c = ca * B$           | 0.00 kN                   |
| Resistenza Totale:     | $R_{tot} = R_a + R_c$    | 139.48 kN                 |
| Coeffic. parziale:     | G_R                      | 1.10 (NTC18 - Tab. 6.5.I) |
| Resistenza di Calcolo: | $H_{rd} = R_{tot} / G_R$ | 126.80 kN                 |
| Verifica:              | Hrd/Hed                  | 1.70 ---> ok!             |

## VERIFICA A RIBALTAMENTO:

|                            |                           |                           |
|----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Momento Stabilizzante:     | Mstab                     | 415.02 kNm                |
| Coeffic. parziale:         | G_R                       | 1.15 (NTC18 - Tab. 6.5.I) |
| Resistenza a Ribaltamento: | $M_{rd} = M_{stab} / G_R$ | 360.88 kNm                |
| Momento Ribaltante:        | Med                       | 20.88 kNm                 |
| Verifica:                  | Mrd/Med                   | 17.28 ---> ok!            |

## VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:

|                       |   |                           |
|-----------------------|---|---------------------------|
| Azione verticale      | Ned   | 294.46 kN                 |
| Azione orizzontale    | Hed   | 74.74 kN                  |
| Sovraccarico laterale | q   | 0.00 kPa                  |
| Eccentricita'         | $e = B/2 - (M_{stab} - M_{rib}) / Ned$                  | 0.16 m                    |
| Base efficace         | $B_{eff} = B - 2 e $                                    | 2.68 m                    |
| Fattore cap. port.    | $N_q = \exp(Pi * tg\phi) * tg^2(Pi/4 + \phi/2)$         | 48.93                     |
| Fattore cap. port.    | $N_c = (N_q - 1) * cot\phi$                             | 61.35                     |
| Fattore cap. port.    | $N_g = 2 * (N_q + 1) * tg\phi$                          | 78.02                     |
| coeff. inclin. carico | $i_g = [1 - Hed / (Ned + B_{eff} * c * cot\phi)]^3$     | 0.42                      |
| coeff. inclin. carico | $i_q = [1 - Hed / (Ned + B_{eff} * c * cot\phi)]^2$     | 0.56                      |
| coeff. inclin. carico | $i_c = i_q - [(1 - i_q) / (N_c * tg\phi)]$              | 0.55                      |
| Inclin. P.C. (<0)     | Omega   | 20.00                     |
| coeff. inclin. p.c.   | $g_q = [1 - tg(Omega)]^2$                               | 0.40                      |
| coeff. inclin. p.c.   | gq=gq   | 0.40                      |
| coeff. inclin. p.c.   | $g_c = g_q - [(1 - g_q) / (N_c * tg\phi)]$              | 0.39                      |
| coeff. sismico        | $k_h = S_s * S_t * a_g / g$                             | 0.0000                    |
| coeff. sismico        | $z_c = 1 - 0.32 * k_h$                                  | 1.00                      |
| coeff. sismico        | $z_q = (1 - k_h / tg\phi)^{0.35}$                       | 1.00                      |
| coeff. sismico        | zq=zq   | 1.00                      |
| pressione limite (1)  | $q_{lim1} = 0.5 * G' * B_{eff} * N_g * i_g * g_q * z_q$ | 351.03 kN/m2              |
| pressione limite (2)  | $q_{lim2} = c * N_c * i_c * g_c * z_c$                  | 0.00 kN/m2                |
| pressione limite (3)  | $q_{lim3} = q * N_q * i_q * g_q * z_q$                  | 0.00 kN/m2                |
| pressione lim. Tot.   | $q_{lim} = q_{lim1} + q_{lim2} + q_{lim3}$              | 351.03 kN/m2              |
| Resistenza totale     | $Q_{lim} = q_{lim} * B_{eff}$                           | 939.73 kN                 |
| Coeffic. parziale     | G_R   | 1.40 (NTC18 - Tab. 6.5.I) |
| Resistenza Calcolo    | $N_{rd} = Q_{lim} / G_R$                                | 671.24 kN                 |
| Verifica              | Nrd/Ned   | 2.28 ---> ok!             |

## CALCOLO TENSIONI SUL PIANO DI FONDAZIONE:

|   |  |            |
|---|--|------------|
| Azione verticale                        | Ned                                    | 294.46 kN  |
| Eccentricita'                           | $e = B/2 - (M_{stab} - M_{rib}) / Ned$ | 0.16 m     |
| Momento                                 | $M = Ned *  e $                        | 47.55 kNm  |
| Base Fondazione                         | B                                      | 3.00 m     |
| e  <= B/6 (base interamente compressa): |  |            |
| Tensione Max                            | $s_{max} = Ned/B + 6 M  / (B^2)$       | 129.85 kPa |
| Tensione min                            | $s_{min} = Ned/B - 6 M  / (B^2)$       | 66.45 kPa  |



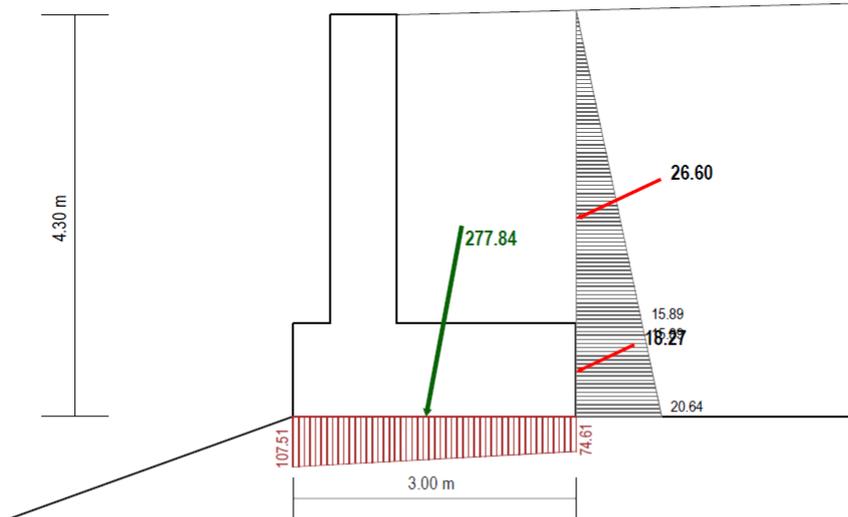
MB Muro Rev 3.03

**PONTE SUL FIUME OGLIO**  
**MURO ANDATORE IN SPONDA SX**  
**SEZIONE TIPO 3-3**

**COMBINAZIONE DI CARICO N. 4:**  
**Sisma Su (M1+R3)**

**STRATI DI MONTE**

STRATON.1  
G = 20.00 kN/m3  
e' = 38.00 °  
c' = 0.00 kN/m2



**STRATO FONDAZIONE**

G = 20.00 kN/m3  
e' = 38.00 °  
c' = 0.00 kN/m2

**RISULTATI DEL CALCOLO e VERIFICHE**

**VERIFICA A SCORRIMENTO:**

|                        |                 |               |
|------------------------|-----------------|---------------|
| Azione Orizzontale:    | Hed             | 50.70 kN      |
| Carico verticale:      | Ned             | 273.18 kN     |
| Resistenza attrito:    | Ra = Ned*tg(φa) | 129.40 kN     |
| Base Fondazione:       | B               | 3.00 m        |
| Resistenza coesione:   | Rc = ca * B     | 0.00 kN       |
| Resistenza Totale:     | Rtot = Ra + Rc  | 129.40 kN     |
| Coeffic. parziale:     | G_R             | 1.00          |
| Resistenza di Calcolo: | Hrd = Rtot/G_R  | 129.40 kN     |
| Verifica:              | Hrd/Hed         | 2.55 ---> ok! |

**VERIFICA A RIBALTAMENTO:**

Per la presente combinazione di carico (sismica) la verifica a ribaltamento non è significativa. Riferirsi alle combinazioni n. 8 e 9 'Sisma RIB' per le quali le azioni sismiche sono maggiorate (Cap.7.11.6.2.1)

**VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:**

|                       |                                |               |
|-----------------------|--------------------------------|---------------|
| Azione verticale      | Ned                            | 273.18 kN     |
| Azione orizzontale    | Hed                            | 50.70 kN      |
| Sovraccarico laterale | q                              | 0.00 kPa      |
| Eccentricita'         | e = B/2 - (Mstab-Mrib)/Ned     | 0.09 m        |
| Base efficace         | Beff = B - 2 e                 | 2.82 m        |
| Fattore cap. port.    | Nq=exp(Pi*tgφ)*tg2(Pi/4+φ/2)   | 48.93         |
| Fattore cap. port.    | Nc=(Nq-1)*cotφ                 | 61.35         |
| Fattore cap. port.    | Nq=2*(Nq+1)*tgφ                | 78.02         |
| coeff.inclin.carico   | iq=[1-Hed/(Ned+Beff*c*cotφ)]^3 | 0.54          |
| coeff.inclin.carico   | iq=[1-Hed/(Ned+Beff*c*cotφ)]^2 | 0.66          |
| coeff.inclin.carico   | ic=iq - [(1-iq)/(Nc*tgφ)]      | 0.66          |
| Inclin. P.C. (<0)     | Omega                          | 20.00         |
| coeff.inclin. p.c.    | gq=[1-tg(Omega)]^2             | 0.40          |
| coeff.inclin. p.c.    | gg=gq                          | 0.40          |
| coeff.inclin. p.c.    | gc=gq - [(1-gq)/(Nc*tgφ)]      | 0.39          |
| coeff. sismico        | kh=Ss*St*ag/g                  | 0.10          |
| coeff. sismico        | zc=1-0.32*kh                   | 0.97          |
| coeff. sismico        | zq=(1-kh/tgφ)^0.35             | 0.95          |
| coeff. sismico        | zg=zq                          | 0.95          |
| pressione limite (1)  | qlim1=0.5*G'*Beff*Nq*ig*gg*zg  | 457.42 kN/m2  |
| pressione limite (2)  | qlim2=c*Nc*ic*gc*zc            | 0.00 kN/m2    |
| pressione limite (3)  | qlim3=q*Nq*iq*gg*zg            | 0.00 kN/m2    |
| pressione lim. Tot.   | qlim = qlim1 + qlim2 + qlim3   | 457.42 kN/m2  |
| Resistenza totale     | Qlim = qlim * Beff             | 1289.63 kN    |
| Coeffic. parziale     | G_R                            | 1.20          |
| Resistenza Calcolo    | Nrd = Qlim / G_R               | 1074.69 kN    |
| Verifica              | Nrd/Ned                        | 3.93 ---> ok! |



\*\*\* TENSIONI ATTIVE EFFICACI LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
 ( MONONOBE - OKABE )

## Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
 sig\_V = Tensione verticale efficace  
 ka = coefficiente di spinta attiva  
 sig\_a = Tensione attiva efficace  
 $sig_a = sig_V * ka - 2 c Radq(ka)$   
 \*\* = Tratto parete sotto falda

## TENSIONI EFFICACI ATTIVE - SOLO TERRENO - (Coeff. parziali M1)

| Tratto n. | z [m] | Statiche    |        |             | Sisma Up    |        |             | Sisma Dw    |        |             |
|-----------|-------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|
|           |       | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] |
| 1         | 0.00  | 86.95       | 0.220  | 19.12       | 85.24       | 0.242  | 20.64       | 88.65       | 0.241  | 21.39       |
|           | 1.00  | 66.95       | 0.220  | 14.72       | 65.64       | 0.242  | 15.89       | 68.26       | 0.241  | 16.47       |
| 2         | 1.00  | 66.95       | 0.220  | 14.72       | 65.64       | 0.242  | 15.89       | 68.26       | 0.241  | 16.47       |
|           | 4.35  | 0.00        | 0.220  | 0.00        | 0.00        | 0.242  | 0.00        | 0.00        | 0.241  | 0.00        |

## TENSIONI EFFICACI ATTIVE - PER SOVRACCARICO - (Coeff. parziali M1)

| Tratto n. | z [m] | Statiche    |        |             | Sisma Up    |        |             | Sisma Dw    |        |             |
|-----------|-------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|
|           |       | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] |
| 1         | 0.00  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |
|           | 1.00  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |
| 2         | 1.00  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |
|           | 4.35  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |

## \*\*\* PRESSIONI ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*

## Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
 sig\_T = Componente di tensione efficace del Terreno  
 Gamma\_G1 = Coeff. di combinazione  
 $sig\_Td = sig\_T * Gamma\_G1$  = Tensione di Calcolo del Terreno  
 sig\_Q = Componente di tensione efficace per Sovraccarico  
 Gamma\_Q = Coeff. di combinazione  
 $sig\_Qd = sig\_Q * Gamma\_Q$  = Tensione di Calcolo per Sovracc.  
 Sig\_eff =  $sig\_Td + sig\_Qd$  = Tensione Risultante efficace

## COMBINAZIONE DI CARICO N. 4: Sisma Su (M1+R3)

Coefficienti parziali di combinazione delle azioni:  
 Spinta del terreno:  $Gamma\_G1 = 1.00$  (Perm. Strutt. Sfav. )  
 Spinta del sovracc.:  $Gamma\_Q = 0.00$  (Variabile Sfav.)

| Tratto n. | z [m] | Sig_T [kPa] | Gamma_G1 [-] | Sig_Td [kPa] | Sig_Q [kPa] | Gamma_Q [-] | Sig_Qd [kPa] | Sig_eff [kPa] |
|-----------|-------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|---------------|
| 1         | 0.00  | 20.64       | 1.00         | 20.64        | 4.75        | 0.00        | 0.00         | 20.64         |
|           | 1.00  | 15.89       | 1.00         | 15.89        | 4.75        | 0.00        | 0.00         | 15.89         |
| 2         | 1.00  | 15.89       | 1.00         | 15.89        | 4.75        | 0.00        | 0.00         | 15.89         |
|           | 4.35  | 0.00        | 1.00         | 0.00         | 4.75        | 0.00        | 0.00         | 0.00          |

=====  
\*\*\* SPINTE ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
=====

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
Csi = Angolo inclinazione paramento (orario rispetto all'orizzontale)  
Delta = Angolo di attrito al contatto  
Alpha = Angolo inclinazione Spinta (antiorario rispetto all'orizzontale)  
F\_T = Valore complessivo di Spinta  
F\_x = Componente orizzontale di spinta (>0 verso sinistra - ribaltante)  
F\_y = Componente verticale di spinta (>0 verso il basso - stabilizz.)  
x\_P,y\_P = Coordinate x,y punto di applicazione

COMBINAZIONE DI CARICO N. 4: Sisma Su (M1+R3)

| Tratto n. | da z [m] | a z [m] | Csi [°] | Delta [°] | Alpha [°] | F_T [kN] | F_x [kN] | F_y [kN] | x_P [m] | y_P [m] |
|-----------|----------|---------|---------|-----------|-----------|----------|----------|----------|---------|---------|
| 1         | 0.00     | 1.00    | 90.00   | 25.35     | 25.35     | 18.27    | 16.51    | 7.82     | 3.00    | 0.48    |
| 2         | 1.00     | 4.35    | 90.00   | 25.35     | 25.35     | 26.60    | 24.04    | 11.39    | 3.00    | 2.12    |

=====  
\*\*\* DETTAGLIO CALCOLO RISULTANTE SUL PIANO DI FONDAZIONE \*\*\*  
=====

Legenda:

F = valore dell'azione  
Coef = coefficiente di combinazione dell'azione  
F\_Vd = Componente Verticale di calcolo dell'azione  
F\_Hd = Componente Orizzont. di calcolo dell'azione  
x,y = coordinate punto di applicazione dell'azione  
Mrib = Momento ribaltante (rispetto estremo di valle fondazione)  
Mstab = Momento Stabilizzante

N.B. Le spinte del terreno sono già quelle di combinazione con quelle dell'eventuale sovraccarico (es. 1.3\*st + 1.5\*sq)

N.B. Le spinte idrostatiche sono già quelle di combinazione  
Le componenti verticali di spinta del terreno e dell'acqua sono legate a quelle orizzontali e, se rivolte verso il basso, riducono il momento ribaltante anzichè aumentare lo stabilizzante  
Eventuali forze e coppie esterne aggiuntive sono considerate Sfavorevoli se ribaltanti

COMBINAZIONE DI CARICO N. 4: Sisma Su (M1+R3)

| Azione                           | Tipo Azione   | F [kN] | Coef [-] | F_Vd [kN] | F_Hd [kN] | x [m] | y [m] | Mrib [kNm] | Mstab [kNm] |        |
|----------------------------------|---------------|--------|----------|-----------|-----------|-------|-------|------------|-------------|--------|
| Materiali Muro: Mat. n.01        | Perm. Strutt. | Fav    | 132.75   | 1.00      | 132.75    | 0.00  | 1.17  | 1.44       | 0.00        | 155.81 |
| -sisma vertic.                   |               |        | -2.60    | 1.00      | -2.60     | 0.00  | 1.17  | 1.44       | 0.00        | -3.05  |
| -sisma orizz.                    |               |        | 5.20     | 1.00      | 0.00      | 5.20  | 1.17  | 1.44       | 7.47        | 0.00   |
| Terr. su muro: Area n.01         | Perm. Strutt. | Fav    | 126.30   | 1.00      | 126.30    | 0.00  | 2.05  | 2.66       | 0.00        | 259.20 |
| -sisma vertic.                   |               |        | -2.48    | 1.00      | -2.48     | 0.00  | 2.05  | 2.66       | 0.00        | -5.08  |
| -sisma orizz.                    |               |        | 4.95     | 1.00      | 0.00      | 4.95  | 2.05  | 2.66       | 13.18       | 0.00   |
| Sovracc. su muro:                | Variabile     | Fav    | 38.00    | 0.00      | 0.00      | 0.00  | 2.05  | 4.32       | 0.00        | 0.00   |
| -sisma vertic. su Sovracc        |               |        | -0.74    | 0.00      | 0.00      | 0.00  | 2.05  | 4.32       | 0.00        | 0.00   |
| -sisma orizz. su Sovracc         |               |        | 1.49     | 0.00      | 0.00      | 0.00  | 2.05  | 4.32       | 0.00        | 0.00   |
| Sp.Terr.Monte:Tratto n.01        | Perm. Strutt. | Sfav   | 18.27    | 1.00      | 7.82      | 16.51 | 3.00  | 0.48       | -15.56      | 0.00   |
| Sp.Terr.Monte:Tratto n.02        | Perm. Strutt. | Sfav   | 26.60    | 1.00      | 11.39     | 24.04 | 3.00  | 2.12       | 16.70       | 0.00   |
| RISULTANTE SUL PIANO FONDAZIONE: |               |        |          |           | 273.18    | 50.70 |       |            | 21.79       | 406.88 |

\*\*\* V E R I F I C H E \*\*\*

COMBINAZIONE DI CARICO N. 4: Sisma Su (M1+R3)

Terreno di fondazione - Parametri geotecnici di calcolo:

|        |       |         |                                    |
|--------|-------|---------|------------------------------------|
| Gamma  | 20.00 | [kN/m3] | p.s. naturale                      |
| Gamma' | 20.00 | [kN/m3] | p.s. efficace (condizioni Drenate) |
| $\phi$ | 38.00 | [°]     | attrito di calcolo                 |
| c      | 0.00  | [kN/m2] | coesione di calcolo                |

Terreno di fondazione - coeff. e Parametri di aderenza:

|          |       |         |                      |
|----------|-------|---------|----------------------|
| cf       | 0.67  | [-]     | aliquota attrito     |
| cc       | 0.67  | [-]     | aliquota coesione    |
| $\phi_a$ | 25.35 | [°]     | attrito al contatto  |
| ca       | 0.00  | [kN/m2] | coesione di aderenza |

VERIFICA A SCORRIMENTO:

|                        |                          |                             |
|------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Azione Orizzontale:    | Hed                      | 50.70 kN                    |
| Carico verticale:      | Ned                      | 273.18 kN                   |
| Resistenza attrito:    | $R_a = Ned * tg(\phi_a)$ | 129.40 kN                   |
| Base Fondazione:       | B                        | 3.00 m                      |
| Resistenza coesione:   | $R_c = ca * B$           | 0.00 kN                     |
| Resistenza Totale:     | $R_{tot} = R_a + R_c$    | 129.40 kN                   |
| Coeffic. parziale:     | G_R                      | 1.00 (NTC18 - Tab.7.11.III) |
| Resistenza di Calcolo: | $H_{rd} = R_{tot} / G_R$ | 129.40 kN                   |
| Verifica:              | Hrd/Hed                  | 2.55 ---> ok!               |

VERIFICA A RIBALTAMENTO:

Per la presente combinazione di carico (sismica) la verifica a ribaltamento non é significativa  
Riferirsi alle combinazioni n. 8 e 9 'Sisma RIB'  
per le quali le azioni sismiche sono maggiorate (Cap.7.11.6.2.1)

VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:

|                       |   |                             |
|-----------------------|---|-----------------------------|
| Azione verticale      | Ned   | 273.18 kN                   |
| Azione orizzontale    | Hed   | 50.70 kN                    |
| Sovraccarico laterale | q   | 0.00 kPa                    |
| Eccentricita'         | $e = B/2 - (M_{stab} - M_{rib}) / Ned$                  | 0.09 m                      |
| Base efficace         | $B_{eff} = B - 2 e $                                    | 2.82 m                      |
| Fattore cap. port.    | $N_q = exp(Pi * tg\phi) * tg^2(Pi/4 + \phi/2)$          | 48.93                       |
| Fattore cap. port.    | $N_c = (N_q - 1) * cot\phi$                             | 61.35                       |
| Fattore cap. port.    | $N_g = 2 * (N_q + 1) * tg\phi$                          | 78.02                       |
| coeff. inclin. carico | $i_g = [1 - Hed / (Ned + B_{eff} * c * cot\phi)]^3$     | 0.54                        |
| coeff. inclin. carico | $i_q = [1 - Hed / (Ned + B_{eff} * c * cot\phi)]^2$     | 0.66                        |
| coeff. inclin. carico | $i_c = i_q - [(1 - i_q) / (N_c * tg\phi)]$              | 0.66                        |
| Inclin. P.C. (<0)     | Omega   | 20.00                       |
| coeff. inclin. p.c.   | $g_q = [1 - tg(Omega)]^2$                               | 0.40                        |
| coeff. inclin. p.c.   | gq=gg   | 0.40                        |
| coeff. inclin. p.c.   | $g_c = g_q - [(1 - g_q) / (N_c * tg\phi)]$              | 0.39                        |
| coeff. sismico        | $k_h = S_s * S_t * a_g / g$                             | 0.1032                      |
| coeff. sismico        | $z_c = 1 - 0.32 * k_h$                                  | 0.97                        |
| coeff. sismico        | $z_q = (1 - k_h / tg\phi)^{0.35}$                       | 0.95                        |
| coeff. sismico        | $z_g = z_q$   | 0.95                        |
| pressione limite (1)  | $q_{lim1} = 0.5 * G' * B_{eff} * N_g * i_g * g_q * z_g$ | 457.42 kN/m2                |
| pressione limite (2)  | $q_{lim2} = c * N_c * i_c * g_c * z_c$                  | 0.00 kN/m2                  |
| pressione limite (3)  | $q_{lim3} = q * N_g * i_q * g_q * z_q$                  | 0.00 kN/m2                  |
| pressione lim. Tot.   | $q_{lim} = q_{lim1} + q_{lim2} + q_{lim3}$              | 457.42 kN/m2                |
| Resistenza totale     | $Q_{lim} = q_{lim} * B_{eff}$                           | 1289.63 kN                  |
| Coeffic. parziale     | G_R   | 1.20 (NTC18 - Tab.7.11.III) |
| Resistenza Calcolo    | $N_{rd} = Q_{lim} / G_R$                                | 1074.69 kN                  |
| Verifica              | Nrd/Ned   | 3.93 ---> ok!               |

CALCOLO TENSIONI SUL PIANO DI FONDAZIONE:

|   |  |            |
|---|--|------------|
| Azione verticale                        | Ned                                    | 273.18 kN  |
| Eccentricita'                           | $e = B/2 - (M_{stab} - M_{rib}) / Ned$ | 0.09 m     |
| Momento                                 | $M = Ned *  e $                        | 24.68 kNm  |
| Base Fondazione                         | B                                      | 3.00 m     |
| e  <= B/6 (base interamente compressa): |  |            |
| Tensione Max                            | $s_{max} = Ned/B + 6 M  / (B^2)$       | 107.51 kPa |
| Tensione min                            | $s_{min} = Ned/B - 6 M  / (B^2)$       | 74.61 kPa  |



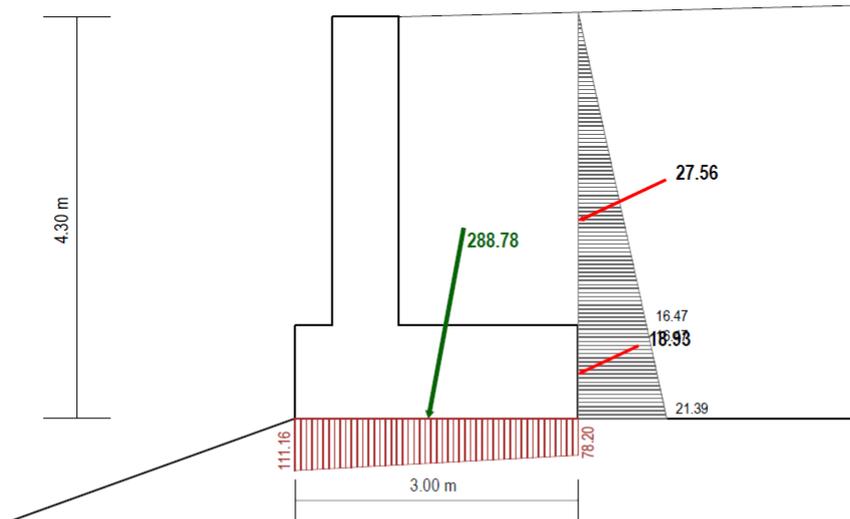
MB Muro Rev 3.03

**PONTE SUL FIUME OGLIO**  
**MURO ANDATORE IN SPONDA SX**  
**SEZIONE TIPO 3-3**

**COMBINAZIONE DI CARICO N. 5:**  
**Sisma Giu (M1+R3)**

**STRATI DI MONTE**

STRATO N.1  
G = 20.00 kN/m3  
e' = 38.00 °  
c' = 0.00 kN/m2



**STRATO FONDAZIONE**

G = 20.00 kN/m3  
e' = 38.00 °  
c' = 0.00 kN/m2

**RISULTATI DEL CALCOLO e VERIFICHE**

**VERIFICA A SCORRIMENTO:**

|                        |                 |                |
|------------------------|-----------------|----------------|
| Azione Orizzontale:    | Hed             | 52.17 kN       |
| Carico verticale:      | Ned             | 284.03 kN      |
| Resistenza attrito:    | Ra = Ned*tg(φa) | 134.54 kN      |
| Base Fondazione:       | B               | 3.00 m         |
| Resistenza coesione:   | Rc = ca * B     | 0.00 kN        |
| Resistenza Totale:     | Rtot = Ra + Rc  | 134.54 kN      |
| Coeff. parziale:       | G_R             | 1.00           |
| Resistenza di Calcolo: | Hrd = Rtot/G_R  | 134.54 kN      |
| Verifica:              | Hrd/Hed         | 2.58 ----> ok! |

**VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:**

|                       |                                |                |
|-----------------------|--------------------------------|----------------|
| Azione verticale      | Ned                            | 284.03 kN      |
| Azione orizzontale    | Hed                            | 52.17 kN       |
| Sovraccarico laterale | q                              | 0.00 kPa       |
| Eccentricita'         | e = B/2 - (Mstab-Mrib)/Ned     | 0.09 m         |
| Base efficace         | Beff = B - 2 e                 | 2.83 m         |
| Fattore cap. port.    | Nq=exp(Pi*tgφ)*tg2(Pi/4+φ/2)   | 48.93          |
| Fattore cap. port.    | Nc=(Nq-1)*cotφ                 | 61.35          |
| Fattore cap. port.    | Nq=2*(Nq+1)*tgφ                | 78.02          |
| coeff. inclin. carico | iq=[1-Hed/(Ned+Beff*c*cotφ)]^3 | 0.54           |
| coeff. inclin. carico | iq=[1-Hed/(Ned+Beff*c*cotφ)]^2 | 0.67           |
| coeff. inclin. carico | ic=iq - [(1-iq)/(Nc*tgφ)]      | 0.66           |
| Inclin. P.C. (<0)     | Omega                          | 20.00          |
| coeff. inclin. p.c.   | gg=[1-tg(Omega)]^2             | 0.40           |
| coeff. inclin. p.c.   | gg=gg                          | 0.40           |
| coeff. inclin. p.c.   | gc=gg - [(1-gg)/(Nc*tgφ)]      | 0.39           |
| coeff. sismico        | kh=Ss*St*ag/g                  | 0.10           |
| coeff. sismico        | zc=1-0.32*kh                   | 0.97           |
| coeff. sismico        | zq=(1-kh/tgφ)^0.35             | 0.95           |
| coeff. sismico        | zg=zq                          | 0.95           |
| pressione limite (1)  | qlim1=0.5*G'*Beff*Nq*ig*gg*zg  | 461.75 kN/m2   |
| pressione limite (2)  | qlim2=c*Nc*ic*gc*zc            | 0.00 kN/m2     |
| pressione limite (3)  | qlim3=q*Nq*iq*gg*zg            | 0.00 kN/m2     |
| pressione lim. Tot.   | qlim = qlim1 + qlim2 + qlim3   | 461.75 kN/m2   |
| Resistenza totale     | Qlim = qlim * Beff             | 1304.88 kN     |
| Coeff. parziale       | G_R                            | 1.20           |
| Resistenza Calcolo    | Nrd = Qlim / G_R               | 1087.40 kN     |
| Verifica              | Nrd/Ned                        | 3.83 ----> ok! |

**VERIFICA A RIBALTAMENTO:**

Per la presente combinazione di carico (sismica) la verifica a ribaltamento non è significativa. Riferirsi alle combinazioni n. 8 e 9 'Sisma RIB' per le quali le azioni sismiche sono maggiorate (Cap.7.11.6.2.1)



\*\*\* TENSIONI ATTIVE EFFICACI LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
 ( MONONOBE - OKABE )

## Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
 sig\_V = Tensione verticale efficace  
 ka = coefficiente di spinta attiva  
 sig\_a = Tensione attiva efficace  
 $sig_a = sig_V * ka - 2 c Radq(ka)$   
 \*\* = Tratto parete sotto falda

## TENSIONI EFFICACI ATTIVE - SOLO TERRENO - (Coeff. parziali M1)

| Tratto n. | z [m] | Statiche    |        |             | Sisma Up    |        |             | Sisma Dw    |        |             |
|-----------|-------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|
|           |       | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] |
| 1         | 0.00  | 86.95       | 0.220  | 19.12       | 85.24       | 0.242  | 20.64       | 88.65       | 0.241  | 21.39       |
|           | 1.00  | 66.95       | 0.220  | 14.72       | 65.64       | 0.242  | 15.89       | 68.26       | 0.241  | 16.47       |
| 2         | 1.00  | 66.95       | 0.220  | 14.72       | 65.64       | 0.242  | 15.89       | 68.26       | 0.241  | 16.47       |
|           | 4.35  | 0.00        | 0.220  | 0.00        | 0.00        | 0.242  | 0.00        | 0.00        | 0.241  | 0.00        |

## TENSIONI EFFICACI ATTIVE - PER SOVRACCARICO - (Coeff. parziali M1)

| Tratto n. | z [m] | Statiche    |        |             | Sisma Up    |        |             | Sisma Dw    |        |             |
|-----------|-------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|
|           |       | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] |
| 1         | 0.00  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |
|           | 1.00  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |
| 2         | 1.00  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |
|           | 4.35  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |

## \*\*\* PRESSIONI ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*

## Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
 sig\_T = Componente di tensione efficace del Terreno  
 Gamma\_G1 = Coeff. di combinazione  
 $sig\_Td = sig\_T * Gamma\_G1$  = Tensione di Calcolo del Terreno  
 sig\_Q = Componente di tensione efficace per Sovraccarico  
 Gamma\_Q = Coeff. di combinazione  
 $sig\_Qd = sig\_Q * Gamma\_Q$  = Tensione di Calcolo per Sovracc.  
 Sig\_eff =  $sig\_Td + sig\_Qd$  = Tensione Risultante efficace

## COMBINAZIONE DI CARICO N. 5: Sisma Giu (M1+R3)

Coefficienti parziali di combinazione delle azioni:  
 Spinta del terreno:  $Gamma\_G1 = 1.00$  (Perm. Strutt. Sfav. )  
 Spinta del sovracc.:  $Gamma\_Q = 0.00$  (Variabile Sfav.)

| Tratto n. | z [m] | Sig_T [kPa] | Gamma_G1 [-] | Sig_Td [kPa] | Sig_Q [kPa] | Gamma_Q [-] | Sig_Qd [kPa] | Sig_eff [kPa] |
|-----------|-------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|---------------|
| 1         | 0.00  | 21.39       | 1.00         | 21.39        | 4.92        | 0.00        | 0.00         | 21.39         |
|           | 1.00  | 16.47       | 1.00         | 16.47        | 4.92        | 0.00        | 0.00         | 16.47         |
| 2         | 1.00  | 16.47       | 1.00         | 16.47        | 4.92        | 0.00        | 0.00         | 16.47         |
|           | 4.35  | 0.00        | 1.00         | 0.00         | 4.92        | 0.00        | 0.00         | 0.00          |

=====  
\*\*\* SPINTE ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
=====

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
Csi = Angolo inclinazione paramento (orario rispetto all'orizzontale)  
Delta = Angolo di attrito al contatto  
Alpha = Angolo inclinazione Spinta (antiorario rispetto all'orizzontale)  
F\_T = Valore complessivo di Spinta  
F\_x = Componente orizzontale di spinta (>0 verso sinistra - ribaltante)  
F\_y = Componente verticale di spinta (>0 verso il basso - stabilizz.)  
x\_P,y\_P = Coordinate x,y punto di applicazione

COMBINAZIONE DI CARICO N. 5: Sisma Giu (M1+R3)

| Tratto n. | da z [m] | a z [m] | Csi [°] | Delta [°] | Alpha [°] | F_T [kN] | F_x [kN] | F_y [kN] | x_P [m] | y_P [m] |
|-----------|----------|---------|---------|-----------|-----------|----------|----------|----------|---------|---------|
| 1         | 0.00     | 1.00    | 90.00   | 25.35     | 25.35     | 18.93    | 17.10    | 8.10     | 3.00    | 0.48    |
| 2         | 1.00     | 4.35    | 90.00   | 25.35     | 25.35     | 27.56    | 24.91    | 11.80    | 3.00    | 2.12    |

=====  
\*\*\* DETTAGLIO CALCOLO RISULTANTE SUL PIANO DI FONDAZIONE \*\*\*  
=====

Legenda:

F = valore dell'azione  
Coef = coefficiente di combinazione dell'azione  
F\_Vd = Componente Verticale di calcolo dell'azione  
F\_Hd = Componente Orizzont. di calcolo dell'azione  
x,y = coordinate punto di applicazione dell'azione  
Mrib = Momento ribaltante (rispetto estremo di valle fondazione)  
Mstab = Momento Stabilizzante

N.B. Le spinte del terreno sono già quelle di combinazione con quelle dell'eventuale sovraccarico (es. 1.3\*st + 1.5\*sq)

N.B. Le spinte idrostatiche sono già quelle di combinazione  
Le componenti verticali di spinta del terreno e dell'acqua sono legate a quelle orizzontali e, se rivolte verso il basso, riducono il momento ribaltante anzichè aumentare lo stabilizzante  
Eventuali forze e coppie esterne aggiuntive sono considerate Sfavorevoli se ribaltanti

COMBINAZIONE DI CARICO N. 5: Sisma Giu (M1+R3)

| Azione                           | Tipo Azione   | F [kN] | Coef [-] | F_Vd [kN] | F_Hd [kN] | x [m] | y [m] | Mrib [kNm] | Mstab [kNm] |        |
|----------------------------------|---------------|--------|----------|-----------|-----------|-------|-------|------------|-------------|--------|
| Materiali Muro: Mat. n.01        | Perm. Strutt. | Fav    | 132.75   | 1.00      | 132.75    | 0.00  | 1.17  | 1.44       | 0.00        | 155.81 |
| -sisma vertic.                   |               |        | 2.60     | 1.00      | 2.60      | 0.00  | 1.17  | 1.44       | 0.00        | 3.05   |
| -sisma orizz.                    |               |        | 5.20     | 1.00      | 0.00      | 5.20  | 1.17  | 1.44       | 7.47        | 0.00   |
| Terr. su muro: Area n.01         | Perm. Strutt. | Fav    | 126.30   | 1.00      | 126.30    | 0.00  | 2.05  | 2.66       | 0.00        | 259.20 |
| -sisma vertic.                   |               |        | 2.48     | 1.00      | 2.48      | 0.00  | 2.05  | 2.66       | 0.00        | 5.08   |
| -sisma orizz.                    |               |        | 4.95     | 1.00      | 0.00      | 4.95  | 2.05  | 2.66       | 13.18       | 0.00   |
| Sovracc. su muro:                | Variabile     | Fav    | 38.00    | 0.00      | 0.00      | 0.00  | 2.05  | 4.32       | 0.00        | 0.00   |
| -sisma vertic. su Sovracc        |               |        | 0.74     | 0.00      | 0.00      | 0.00  | 2.05  | 4.32       | 0.00        | 0.00   |
| -sisma orizz. su Sovracc         |               |        | 1.49     | 0.00      | 0.00      | 0.00  | 2.05  | 4.32       | 0.00        | 0.00   |
| Sp.Terr.Monte:Tratto n.01        | Perm. Strutt. | Sfav   | 18.93    | 1.00      | 8.10      | 17.10 | 3.00  | 0.48       | -16.12      | 0.00   |
| Sp.Terr.Monte:Tratto n.02        | Perm. Strutt. | Sfav   | 27.56    | 1.00      | 11.80     | 24.91 | 3.00  | 2.12       | 17.30       | 0.00   |
| RISULTANTE SUL PIANO FONDAZIONE: |               |        |          |           | 284.03    | 52.17 |       |            | 21.83       | 423.15 |

## \*\*\* V E R I F I C H E \*\*\*

## COMBINAZIONE DI CARICO N. 5: Sisma Giu (M1+R3)

## Terreno di fondazione - Parametri geotecnici di calcolo:

|        |       |         |                                    |
|--------|-------|---------|------------------------------------|
| Gamma  | 20.00 | [kN/m3] | p.s. naturale                      |
| Gamma' | 20.00 | [kN/m3] | p.s. efficace (condizioni Drenate) |
| $\phi$ | 38.00 | [°]     | attrito di calcolo                 |
| c      | 0.00  | [kN/m2] | coesione di calcolo                |

## Terreno di fondazione - coeff. e Parametri di aderenza:

|          |       |         |                      |
|----------|-------|---------|----------------------|
| cf       | 0.67  | [-]     | aliquota attrito     |
| cc       | 0.67  | [-]     | aliquota coesione    |
| $\phi_a$ | 25.35 | [°]     | attrito al contatto  |
| ca       | 0.00  | [kN/m2] | coesione di aderenza |

## VERIFICA A SCORRIMENTO:

|                        |                          |                             |
|------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Azione Orizzontale:    | Hed                      | 52.17 kN                    |
| Carico verticale:      | Ned                      | 284.03 kN                   |
| Resistenza attrito:    | $R_a = Ned * tg(\phi_a)$ | 134.54 kN                   |
| Base Fondazione:       | B                        | 3.00 m                      |
| Resistenza coesione:   | $R_c = ca * B$           | 0.00 kN                     |
| Resistenza Totale:     | $R_{tot} = R_a + R_c$    | 134.54 kN                   |
| Coeffic. parziale:     | G_R                      | 1.00 (NTC18 - Tab.7.11.III) |
| Resistenza di Calcolo: | $R_{rd} = R_{tot} / G_R$ | 134.54 kN                   |
| Verifica:              | $R_{rd} / Hed$           | 2.58 ---> ok!               |

## VERIFICA A RIBALTAMENTO:

Per la presente combinazione di carico (sismica) la verifica a ribaltamento non é significativa  
 Riferirsi alle combinazioni n. 8 e 9 'Sisma RIB'  
 per le quali le azioni sismiche sono maggiorate (Cap.7.11.6.2.1)

## VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:

|                       |   |                             |
|-----------------------|---|-----------------------------|
| Azione verticale      | Ned   | 284.03 kN                   |
| Azione orizzontale    | Hed   | 52.17 kN                    |
| Sovraccarico laterale | q   | 0.00 kPa                    |
| Eccentricita'         | $e = B/2 - (M_{stab} - M_{rib}) / Ned$                  | 0.09 m                      |
| Base efficace         | $B_{eff} = B - 2 e $                                    | 2.83 m                      |
| Fattore cap. port.    | $N_q = exp(Pi * tg\phi) * tg^2(Pi/4 + \phi/2)$          | 48.93                       |
| Fattore cap. port.    | $N_c = (N_q - 1) * cot\phi$                             | 61.35                       |
| Fattore cap. port.    | $N_g = 2 * (N_q + 1) * tg\phi$                          | 78.02                       |
| coeff. inclin. carico | $i_g = [1 - Hed / (Ned + B_{eff} * c * cot\phi)]^3$     | 0.54                        |
| coeff. inclin. carico | $i_q = [1 - Hed / (Ned + B_{eff} * c * cot\phi)]^2$     | 0.67                        |
| coeff. inclin. carico | $i_c = i_q - [(1 - i_q) / (N_c * tg\phi)]$              | 0.66                        |
| Inclin. P.C. (<0)     | Omega   | 20.00                       |
| coeff. inclin. p.c.   | $g_q = [1 - tg(Omega)]^2$                               | 0.40                        |
| coeff. inclin. p.c.   | $g_g = g_q$   | 0.40                        |
| coeff. inclin. p.c.   | $g_c = g_q - [(1 - g_q) / (N_c * tg\phi)]$              | 0.39                        |
| coeff. sismico        | $k_h = S_s * S_t * a_g / g$                             | 0.1032                      |
| coeff. sismico        | $z_c = 1 - 0.32 * k_h$                                  | 0.97                        |
| coeff. sismico        | $z_q = (1 - k_h / tg\phi)^{0.35}$                       | 0.95                        |
| coeff. sismico        | $z_g = z_q$   | 0.95                        |
| pressione limite (1)  | $q_{lim1} = 0.5 * G' * B_{eff} * N_g * i_g * g_g * z_g$ | 461.75 kN/m2                |
| pressione limite (2)  | $q_{lim2} = c * N_c * i_c * g_c * z_c$                  | 0.00 kN/m2                  |
| pressione limite (3)  | $q_{lim3} = q * N_g * i_q * g_q * z_q$                  | 0.00 kN/m2                  |
| pressione lim. Tot.   | $q_{lim} = q_{lim1} + q_{lim2} + q_{lim3}$              | 461.75 kN/m2                |
| Resistenza totale     | $Q_{lim} = q_{lim} * B_{eff}$                           | 1304.88 kN                  |
| Coeffic. parziale     | G_R   | 1.20 (NTC18 - Tab.7.11.III) |
| Resistenza Calcolo    | $R_{rd} = Q_{lim} / G_R$                                | 1087.40 kN                  |
| Verifica              | $R_{rd} / Ned$  | 3.83 ---> ok!               |

## CALCOLO TENSIONI SUL PIANO DI FONDAZIONE:

|   |  |            |
|---|--|------------|
| Azione verticale                        | Ned                                    | 284.03 kN  |
| Eccentricita'                           | $e = B/2 - (M_{stab} - M_{rib}) / Ned$ | 0.09 m     |
| Momento                                 | $M = Ned *  e $                        | 24.72 kNm  |
| Base Fondazione                         | B                                      | 3.00 m     |
| e  <= B/6 (base interamente compressa): |  |            |
| Tensione Max                            | $s_{max} = Ned/B + 6 M  / (B^2)$       | 111.16 kPa |
| Tensione min                            | $s_{min} = Ned/B - 6 M  / (B^2)$       | 78.20 kPa  |



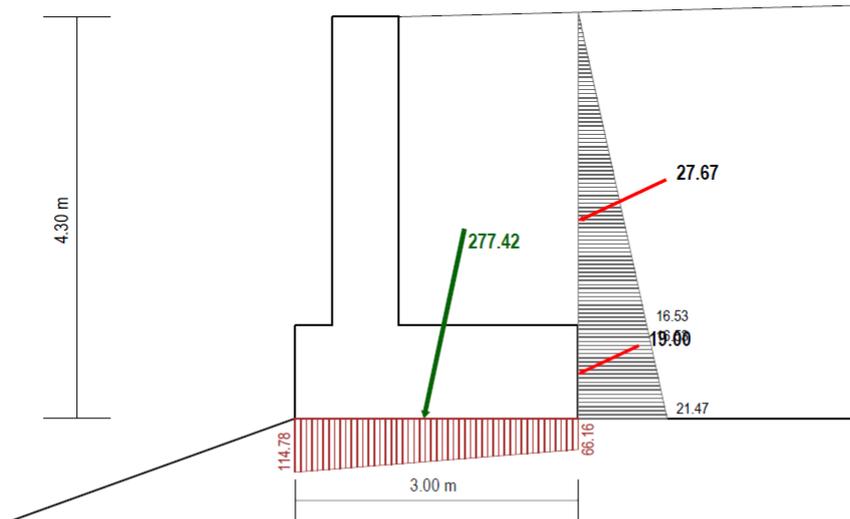
MB Muro Rev 3.03

**PONTE SUL FIUME OGLIO**  
MURO ANDATORE IN SPONDA SX  
SEZIONE TIPO 3-3

**COMBINAZIONE DI CARICO N. 8:**  
Sisma Su RIB (M1+R3)

**STRATI DI MONTE**

STRATO N.1  
G = 20.00 kN/m<sup>3</sup>  
φ' = 38.00 °  
c' = 0.00 kN/m<sup>2</sup>



**STRATO FONDAZIONE**

G = 20.00 kN/m<sup>3</sup>  
φ' = 38.00 °  
c' = 0.00 kN/m<sup>2</sup>

**RISULTATI DEL CALCOLO e VERIFICHE**

**VERIFICA A SCORRIMENTO:**

Per la presente combinazione di carico  
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)

**VERIFICA A RIBALTAMENTO:**

|                            |                 |                |
|----------------------------|-----------------|----------------|
| Momento Stabilizzante:     | Mstab           | 402.81 kNm     |
| Coeffic. parziale:         | G R             | 1.00           |
| Resistenza a Ribaltamento: | Mrd = Mstab/G_R | 402.81 kNm     |
| Momento Ribaltante:        | Med             | 32.16 kNm      |
| Verifica:                  | Mrd/Med         | 12.53 ---> ok! |

**VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:**

Per la presente combinazione di carico  
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)



\*\*\* TENSIONI ATTIVE EFFICACI LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
PER LE SOLE VERIFICHE A RIBALTAMENTO IN CONDIZIONI SISMICHE (NTC18 - 7.11.6.2.1)

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
sig\_V = Tensione verticale efficace  
ka = coefficiente di spinta attiva  
sig\_a = Tensione attiva efficace  
sig\_a = sig\_V \* ka - 2 c Radq(ka)  
\*\* = Tratto parete sotto falda

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - SOLO TERRENO - (Coeff. parziali M1)

| Tratto n. | z [m] | Statiche    |        |             | Sisma Up    |        |             | Sisma Dw    |        |             |
|-----------|-------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|
|           |       | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] |
| 1         | 0.00  | 86.95       | 0.220  | 19.12       | 84.39       | 0.254  | 21.47       | 89.50       | 0.252  | 22.58       |
|           | 1.00  | 66.95       | 0.220  | 14.72       | 64.98       | 0.254  | 16.53       | 68.92       | 0.252  | 17.39       |
| 2         | 1.00  | 66.95       | 0.220  | 14.72       | 64.98       | 0.254  | 16.53       | 68.92       | 0.252  | 17.39       |
|           | 4.35  | 0.00        | 0.220  | 0.00        | 0.00        | 0.254  | 0.00        | 0.00        | 0.252  | 0.00        |

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - PER SOVRACCARICO - (Coeff. parziali M1)

| Tratto n. | z [m] | Statiche    |        |             | Sisma Up    |        |             | Sisma Dw    |        |             |
|-----------|-------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|
|           |       | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] |
| 1         | 0.00  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.41       | 0.254  | 4.94        | 20.59       | 0.252  | 5.19        |
|           | 1.00  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.41       | 0.254  | 4.94        | 20.59       | 0.252  | 5.19        |
| 2         | 1.00  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.41       | 0.254  | 4.94        | 20.59       | 0.252  | 5.19        |
|           | 4.35  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.41       | 0.254  | 4.94        | 20.59       | 0.252  | 5.19        |

\*\*\* PRESSIONI ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
PER LE SOLE VERIFICHE A RIBALTAMENTO IN CONDIZIONI SISMICHE (NTC18 - 7.11.6.2.1)

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
sig\_T = Componente di tensione efficace del Terreno  
Gamma\_G1 = Coeff. di combinazione  
sig\_Td = sig\_T \* Gamma\_G1 = Tensione di Calcolo del Terreno  
  
sig\_Q = Componente di tensione efficace per Sovraccarico  
Gamma\_Q = Coeff. di combinazione  
sig\_Qd = sig\_Q \* Gamma\_Q = Tensione di Calcolo per Sovracc.  
  
Sig\_eff = sig\_Td + sig\_Qd = Tensione Risultante efficace

COMBINAZIONE DI CARICO N. 8: Sisma Su RIB (M1+R3)

Coefficienti parziali di combinazione delle azioni:  
Spinta del terreno: Gamma\_G1 = 1.00 (Perm. Strutt. Sfav. )  
Spinta del sovracc.: Gamma\_Q = 0.00 (Variabile Sfav.)

| Tratto n. | z [m] | Sig_T [kPa] | Gamma_G1 [-] | Sig_Td [kPa] | Sig_Q [kPa] | Gamma_Q [-] | Sig_Qd [kPa] | Sig_eff [kPa] |
|-----------|-------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|---------------|
| 1         | 0.00  | 21.47       | 1.00         | 21.47        | 4.94        | 0.00        | 0.00         | 21.47         |
|           | 1.00  | 16.53       | 1.00         | 16.53        | 4.94        | 0.00        | 0.00         | 16.53         |
| 2         | 1.00  | 16.53       | 1.00         | 16.53        | 4.94        | 0.00        | 0.00         | 16.53         |
|           | 4.35  | 0.00        | 1.00         | 0.00         | 4.94        | 0.00        | 0.00         | 0.00          |

=====  
\*\*\* SPINTE ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
=====

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
Csi = Angolo inclinazione paramento (orario rispetto all'orizzontale)  
Delta = Angolo di attrito al contatto  
Alpha = Angolo inclinazione Spinta (antiorario rispetto all'orizzontale)  
F\_T = Valore complessivo di Spinta  
F\_x = Componente orizzontale di spinta (>0 verso sinistra - ribaltante)  
F\_y = Componente verticale di spinta (>0 verso il basso - stabilizz.)  
x\_P,y\_P = Coordinate x,y punto di applicazione

COMBINAZIONE DI CARICO N. 8: Sisma Su RIB (M1+R3)

| Tratto n. | da z [m] | a z [m] | Csi [°] | Delta [°] | Alpha [°] | F_T [kN] | F_x [kN] | F_y [kN] | x_P [m] | y_P [m] |
|-----------|----------|---------|---------|-----------|-----------|----------|----------|----------|---------|---------|
| 1         | 0.00     | 1.00    | 90.00   | 25.35     | 25.35     | 19.00    | 17.17    | 8.13     | 3.00    | 0.48    |
| 2         | 1.00     | 4.35    | 90.00   | 25.35     | 25.35     | 27.67    | 25.00    | 11.84    | 3.00    | 2.12    |

=====  
\*\*\* DETTAGLIO CALCOLO RISULTANTE SUL PIANO DI FONDAZIONE \*\*\*  
=====

Legenda:

F = valore dell'azione  
Coef = coefficiente di combinazione dell'azione  
F\_Vd = Componente Verticale di calcolo dell'azione  
F\_Hd = Componente Orizzont. di calcolo dell'azione  
x,y = coordinate punto di applicazione dell'azione  
Mrib = Momento ribaltante (rispetto estremo di valle fondazione)  
Mstab = Momento Stabilizzante

N.B. Le spinte del terreno sono già quelle di combinazione con quelle dell'eventuale sovraccarico (es. 1.3\*st + 1.5\*sq)

N.B. Le spinte idrostatiche sono già quelle di combinazione  
Le componenti verticali di spinta del terreno e dell'acqua sono legate a quelle orizzontali e, se rivolte verso il basso, riducono il momento ribaltante anzichè aumentare lo stabilizzante  
Eventuali forze e coppie esterne aggiuntive sono considerate Sfavorevoli se ribaltanti

COMBINAZIONE DI CARICO N. 8: Sisma Su RIB (M1+R3)

| Azione                           | Tipo Azione   | F [kN] | Coef [-] | F_Vd [kN] | F_Hd [kN] | x [m] | y [m] | Mrib [kNm] | Mstab [kNm] |        |
|----------------------------------|---------------|--------|----------|-----------|-----------|-------|-------|------------|-------------|--------|
| Materiali Muro: Mat. n.01        | Perm. Strutt. | Fav    | 132.75   | 1.00      | 132.75    | 0.00  | 1.17  | 1.44       | 0.00        | 155.81 |
| -sisma vertic.                   |               |        | -3.90    | 1.00      | -3.90     | 0.00  | 1.17  | 1.44       | 0.00        | -4.58  |
| -sisma orizz.                    |               |        | 7.81     | 1.00      | 0.00      | 7.81  | 1.17  | 1.44       | 11.20       | 0.00   |
| Terr. su muro: Area n.01         | Perm. Strutt. | Fav    | 126.30   | 1.00      | 126.30    | 0.00  | 2.05  | 2.66       | 0.00        | 259.20 |
| -sisma vertic.                   |               |        | -3.71    | 1.00      | -3.71     | 0.00  | 2.05  | 2.66       | 0.00        | -7.62  |
| -sisma orizz.                    |               |        | 7.43     | 1.00      | 0.00      | 7.43  | 2.05  | 2.66       | 19.77       | 0.00   |
| Sovracc. su muro:                | Variabile     | Fav    | 38.00    | 0.00      | 0.00      | 0.00  | 2.05  | 4.32       | 0.00        | 0.00   |
| -sisma vertic. su Sovracc        |               |        | -1.12    | 0.00      | 0.00      | 0.00  | 2.05  | 4.32       | 0.00        | 0.00   |
| -sisma orizz. su Sovracc         |               |        | 2.23     | 0.00      | 0.00      | 0.00  | 2.05  | 4.32       | 0.00        | 0.00   |
| Sp.Terr.Monte:Tratto n.01        | Perm. Strutt. | Sfav   | 19.00    | 1.00      | 8.13      | 17.17 | 3.00  | 0.48       | -16.19      | 0.00   |
| Sp.Terr.Monte:Tratto n.02        | Perm. Strutt. | Sfav   | 27.67    | 1.00      | 11.84     | 25.00 | 3.00  | 2.12       | 17.37       | 0.00   |
| RISULTANTE SUL PIANO FONDAZIONE: |               |        |          |           | 271.41    | 57.41 |       |            | 32.16       | 402.81 |

=====  
=====  
\*\*\* V E R I F I C H E \*\*\*  
=====  
=====

COMBINAZIONE DI CARICO N. 8: Sisma Su RIB (M1+R3)

-----  
Terreno di fondazione - Parametri geotecnici di calcolo:

|           |       |         |                                    |
|-----------|-------|---------|------------------------------------|
| Gamma     | 20.00 | [kN/m3] | p.s. naturale                      |
| Gamma'    | 20.00 | [kN/m3] | p.s. efficace (condizioni Drenate) |
| $\varphi$ | 38.00 | [°]     | attrito di calcolo                 |
| c         | 0.00  | [kN/m2] | coesione di calcolo                |

-----  
Terreno di fondazione - coeff. e Parametri di aderenza:

|             |       |         |                      |
|-------------|-------|---------|----------------------|
| cf          | 0.67  | [-]     | aliquota attrito     |
| cc          | 0.67  | [-]     | aliquota coesione    |
| $\varphi_a$ | 25.35 | [°]     | attrito al contatto  |
| ca          | 0.00  | [kN/m2] | coesione di aderenza |

-----  
VERIFICA A SCORRIMENTO:

-----  
Per la presente combinazione di carico  
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)

-----  
VERIFICA A RIBALTAMENTO:

|                            |                 |                             |
|----------------------------|-----------------|-----------------------------|
| Momento Stabilizzante:     | Mstab           | 402.81 kNm                  |
| Coeffic. parziale:         | G_R             | 1.00 (NTC18 - Tab.7.11.III) |
| Resistenza a Ribaltamento: | Mrd = Mstab/G_R | 402.81 kNm                  |
| Momento Ribaltante:        | Med             | 32.16 kNm                   |
| Verifica:                  | Mrd/Med         | 12.53 ----> ok!             |

-----  
VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:

-----  
Per la presente combinazione di carico  
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)



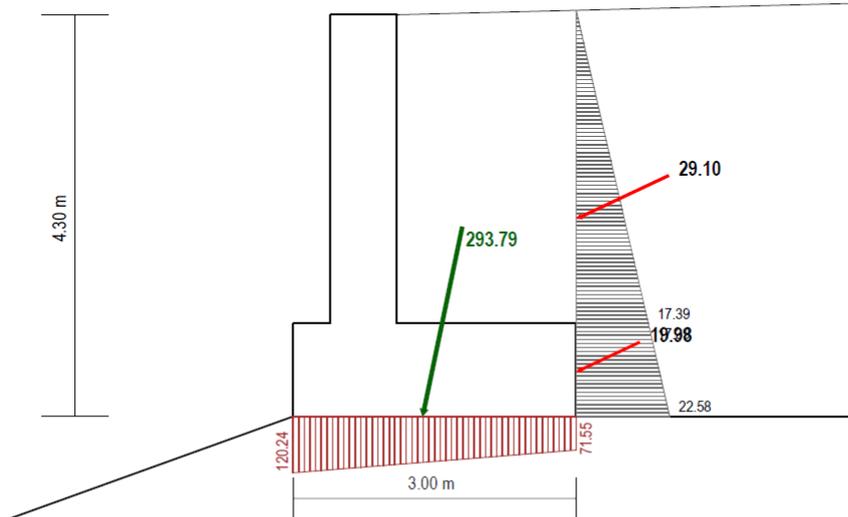
MB Muro Rev 3.03

**PONTE SUL FIUME OGLIO**  
MURO ANDATORE IN SPONDA SX  
SEZIONE TIPO 3-3

**COMBINAZIONE DI CARICO N. 9:**  
Sisma Giu RIB (M1+R3)

**STRATI DI MONTE**

STRATO N.1  
G = 20.00 kN/m3  
 $\phi' = 38.00^\circ$   
 $c' = 0.00$  kN/m2



STRATO FONDAZIONE

G = 20.00 kN/m3  
 $\phi' = 38.00^\circ$   
 $c' = 0.00$  kN/m2

**RISULTATI DEL CALCOLO e VERIFICHE**

**VERIFICA A SCORRIMENTO:**

Per la presente combinazione di carico è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)

**VERIFICA A RIBALTAMENTO:**

|                            |                   |                |
|----------------------------|-------------------|----------------|
| Momento Stabilizzante:     | Mstab             | 427.22 kNm     |
| Coeffic. parziale:         | G R               | 1.00           |
| Resistenza a Ribaltamento: | $Mrd = Mstab/G_R$ | 427.22 kNm     |
| Momento Ribaltante:        | Med               | 32.22 kNm      |
| Verifica:                  | $Mrd/Med$         | 13.26 ---> ok! |

**VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:**

Per la presente combinazione di carico è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)



\*\*\* TENSIONI ATTIVE EFFICACI LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
PER LE SOLE VERIFICHE A RIBALTAMENTO IN CONDIZIONI SISMICHE (NTC18 - 7.11.6.2.1)

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
sig\_V = Tensione verticale efficace  
ka = coefficiente di spinta attiva  
sig\_a = Tensione attiva efficace  
sig\_a = sig\_V \* ka - 2 c Radq(ka)  
\*\* = Tratto parete sotto falda

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - SOLO TERRENO - (Coeff. parziali M1)

| Tratto n. | z [m] | Statiche    |        |             | Sisma Up    |        |             | Sisma Dw    |        |             |
|-----------|-------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|
|           |       | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] |
| 1         | 0.00  | 86.95       | 0.220  | 19.12       | 84.39       | 0.254  | 21.47       | 89.50       | 0.252  | 22.58       |
|           | 1.00  | 66.95       | 0.220  | 14.72       | 64.98       | 0.254  | 16.53       | 68.92       | 0.252  | 17.39       |
| 2         | 1.00  | 66.95       | 0.220  | 14.72       | 64.98       | 0.254  | 16.53       | 68.92       | 0.252  | 17.39       |
|           | 4.35  | 0.00        | 0.220  | 0.00        | 0.00        | 0.254  | 0.00        | 0.00        | 0.252  | 0.00        |

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - PER SOVRACCARICO - (Coeff. parziali M1)

| Tratto n. | z [m] | Statiche    |        |             | Sisma Up    |        |             | Sisma Dw    |        |             |
|-----------|-------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|
|           |       | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] |
| 1         | 0.00  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.41       | 0.254  | 4.94        | 20.59       | 0.252  | 5.19        |
|           | 1.00  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.41       | 0.254  | 4.94        | 20.59       | 0.252  | 5.19        |
| 2         | 1.00  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.41       | 0.254  | 4.94        | 20.59       | 0.252  | 5.19        |
|           | 4.35  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.41       | 0.254  | 4.94        | 20.59       | 0.252  | 5.19        |

\*\*\* PRESSIONI ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
PER LE SOLE VERIFICHE A RIBALTAMENTO IN CONDIZIONI SISMICHE (NTC18 - 7.11.6.2.1)

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
sig\_T = Componente di tensione efficace del Terreno  
Gamma\_G1 = Coeff. di combinazione  
sig\_Td = sig\_T \* Gamma\_G1 = Tensione di Calcolo del Terreno  
  
sig\_Q = Componente di tensione efficace per Sovraccarico  
Gamma\_Q = Coeff. di combinazione  
sig\_Qd = sig\_Q \* Gamma\_Q = Tensione di Calcolo per Sovracc.  
  
Sig\_eff = sig\_Td + sig\_Qd = Tensione Risultante efficace

COMBINAZIONE DI CARICO N. 9: Sisma Giu RIB (M1+R3)

Coefficienti parziali di combinazione delle azioni:  
Spinta del terreno: Gamma\_G1 = 1.00 (Perm. Strutt. Sfav. )  
Spinta del sovracc.: Gamma\_Q = 0.00 (Variabile Sfav.)

| Tratto n. | z [m] | Sig_T [kPa] | Gamma_G1 [-] | Sig_Td [kPa] | Sig_Q [kPa] | Gamma_Q [-] | Sig_Qd [kPa] | Sig_eff [kPa] |
|-----------|-------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|---------------|
| 1         | 0.00  | 22.58       | 1.00         | 22.58        | 5.19        | 0.00        | 0.00         | 22.58         |
|           | 1.00  | 17.39       | 1.00         | 17.39        | 5.19        | 0.00        | 0.00         | 17.39         |
| 2         | 1.00  | 17.39       | 1.00         | 17.39        | 5.19        | 0.00        | 0.00         | 17.39         |
|           | 4.35  | 0.00        | 1.00         | 0.00         | 5.19        | 0.00        | 0.00         | 0.00          |

=====  
\*\*\* SPINTE ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
=====

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
Csi = Angolo inclinazione paramento (orario rispetto all'orizzontale)  
Delta = Angolo di attrito al contatto  
Alpha = Angolo inclinazione Spinta (antiorario rispetto all'orizzontale)  
F\_T = Valore complessivo di Spinta  
F\_x = Componente orizzontale di spinta (>0 verso sinistra - ribaltante)  
F\_y = Componente verticale di spinta (>0 verso il basso - stabilizz.)  
x\_P,y\_P = Coordinate x,y punto di applicazione

COMBINAZIONE DI CARICO N. 9: Sisma Giu RIB (M1+R3)

| Tratto n. | da z [m] | a z [m] | Csi [°] | Delta [°] | Alpha [°] | F_T [kN] | F_x [kN] | F_y [kN] | x_P [m] | y_P [m] |
|-----------|----------|---------|---------|-----------|-----------|----------|----------|----------|---------|---------|
| 1         | 0.00     | 1.00    | 90.00   | 25.35     | 25.35     | 19.98    | 18.06    | 8.55     | 3.00    | 0.48    |
| 2         | 1.00     | 4.35    | 90.00   | 25.35     | 25.35     | 29.10    | 26.30    | 12.46    | 3.00    | 2.12    |

=====  
\*\*\* DETTAGLIO CALCOLO RISULTANTE SUL PIANO DI FONDAZIONE \*\*\*  
=====

Legenda:

F = valore dell'azione  
Coef = coefficiente di combinazione dell'azione  
F\_Vd = Componente Verticale di calcolo dell'azione  
F\_Hd = Componente Orizzont. di calcolo dell'azione  
x,y = coordinate punto di applicazione dell'azione  
Mrib = Momento ribaltante (rispetto estremo di valle fondazione)  
Mstab = Momento Stabilizzante

N.B. Le spinte del terreno sono già quelle di combinazione con quelle dell'eventuale sovraccarico (es. 1.3\*st + 1.5\*sq)

N.B. Le spinte idrostatiche sono già quelle di combinazione  
Le componenti verticali di spinta del terreno e dell'acqua sono legate a quelle orizzontali e, se rivolte verso il basso, riducono il momento ribaltante anzichè aumentare lo stabilizzante  
Eventuali forze e coppie esterne aggiuntive sono considerate Sfavorevoli se ribaltanti

COMBINAZIONE DI CARICO N. 9: Sisma Giu RIB (M1+R3)

| Azione                           | Tipo Azione   | F [kN] | Coef [-] | F_Vd [kN] | F_Hd [kN] | x [m] | y [m] | Mrib [kNm] | Mstab [kNm] |        |
|----------------------------------|---------------|--------|----------|-----------|-----------|-------|-------|------------|-------------|--------|
| Materiali Muro: Mat. n.01        | Perm. Strutt. | Fav    | 132.75   | 1.00      | 132.75    | 0.00  | 1.17  | 1.44       | 0.00        | 155.81 |
| -sisma vertic.                   |               |        | 3.90     | 1.00      | 3.90      | 0.00  | 1.17  | 1.44       | 0.00        | 4.58   |
| -sisma orizz.                    |               |        | 7.81     | 1.00      | 0.00      | 7.81  | 1.17  | 1.44       | 11.20       | 0.00   |
| Terr. su muro: Area n.01         | Perm. Strutt. | Fav    | 126.30   | 1.00      | 126.30    | 0.00  | 2.05  | 2.66       | 0.00        | 259.20 |
| -sisma vertic.                   |               |        | 3.71     | 1.00      | 3.71      | 0.00  | 2.05  | 2.66       | 0.00        | 7.62   |
| -sisma orizz.                    |               |        | 7.43     | 1.00      | 0.00      | 7.43  | 2.05  | 2.66       | 19.77       | 0.00   |
| Sovracc. su muro:                | Variabile     | Fav    | 38.00    | 0.00      | 0.00      | 0.00  | 2.05  | 4.32       | 0.00        | 0.00   |
| -sisma vertic. su Sovracc        |               |        | 1.12     | 0.00      | 0.00      | 0.00  | 2.05  | 4.32       | 0.00        | 0.00   |
| -sisma orizz. su Sovracc         |               |        | 2.23     | 0.00      | 0.00      | 0.00  | 2.05  | 4.32       | 0.00        | 0.00   |
| Sp.Terr.Monte:Tratto n.01        | Perm. Strutt. | Sfav   | 19.98    | 1.00      | 8.55      | 18.06 | 3.00  | 0.48       | -17.03      | 0.00   |
| Sp.Terr.Monte:Tratto n.02        | Perm. Strutt. | Sfav   | 29.10    | 1.00      | 12.46     | 26.30 | 3.00  | 2.12       | 18.27       | 0.00   |
| RISULTANTE SUL PIANO FONDAZIONE: |               |        |          |           | 287.68    | 59.59 |       |            | 32.22       | 427.22 |

=====  
=====  
\*\*\* V E R I F I C H E \*\*\*  
=====  
=====

COMBINAZIONE DI CARICO N. 9: Sisma Giu RIB (M1+R3)

-----  
Terreno di fondazione - Parametri geotecnici di calcolo:

|           |       |         |                                    |
|-----------|-------|---------|------------------------------------|
| Gamma     | 20.00 | [kN/m3] | p.s. naturale                      |
| Gamma'    | 20.00 | [kN/m3] | p.s. efficace (condizioni Drenate) |
| $\varphi$ | 38.00 | [°]     | attrito di calcolo                 |
| c         | 0.00  | [kN/m2] | coesione di calcolo                |

-----  
Terreno di fondazione - coeff. e Parametri di aderenza:

|             |       |         |                      |
|-------------|-------|---------|----------------------|
| cf          | 0.67  | [-]     | aliquota attrito     |
| cc          | 0.67  | [-]     | aliquota coesione    |
| $\varphi_a$ | 25.35 | [°]     | attrito al contatto  |
| ca          | 0.00  | [kN/m2] | coesione di aderenza |

-----  
VERIFICA A SCORRIMENTO:

-----  
Per la presente combinazione di carico  
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)

-----  
VERIFICA A RIBALTAMENTO:

|                            |                 |                             |
|----------------------------|-----------------|-----------------------------|
| Momento Stabilizzante:     | Mstab           | 427.22 kNm                  |
| Coeffic. parziale:         | G_R             | 1.00 (NTC18 - Tab.7.11.III) |
| Resistenza a Ribaltamento: | Mrd = Mstab/G_R | 427.22 kNm                  |
| Momento Ribaltante:        | Med             | 32.22 kNm                   |
| Verifica:                  | Mrd/Med         | 13.26 ----> ok!             |

-----  
VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:

-----  
Per la presente combinazione di carico  
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)



**ALLEGATO N. 1.4**  
**SEZIONE TIPO 4**  
**VERIFICHE DI STABILITA' LOCALE**



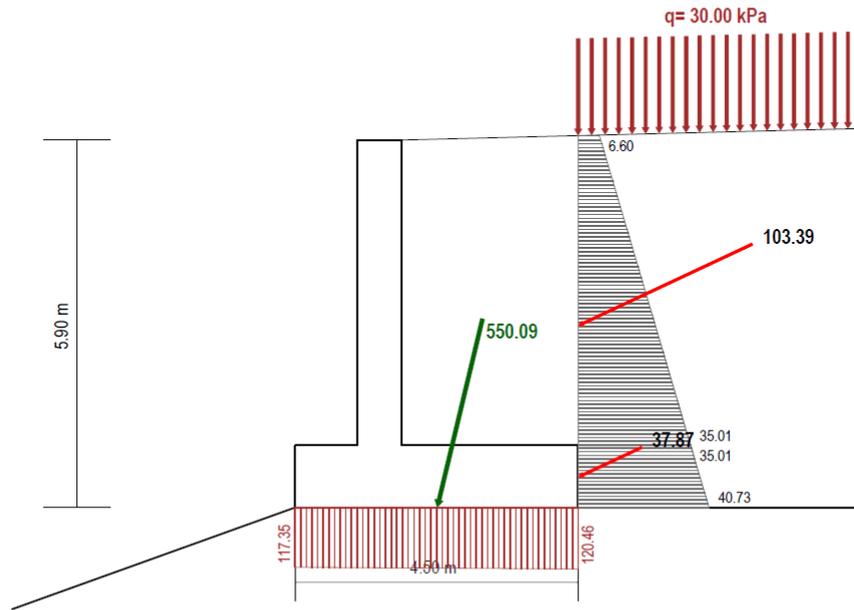
MB Muro Rev 3.03

**PONTE SUL FIUME OGLIO**  
**MURO ANDATORE IN SPONDA SX**  
**SEZIONE TIPO 4-4**

**COMBINAZIONE DI CARICO N. 1:**  
**Statica (A1+M1+R3)**

**STRATI DI MONTE**

STRATO N.1  
G = 20.00 kN/m3  
e' = 38.00 °  
c' = 0.00 kN/m2



**STRATO FONDAZIONE**

G = 20.00 kN/m3  
e' = 38.00 °  
c' = 0.00 kN/m2

**RISULTATI DEL CALCOLO e VERIFICHE**

**VERIFICA A SCORRIMENTO:**

|                        |                 |               |
|------------------------|-----------------|---------------|
| Azione Orizzontale:    | Hed             | 127.66 kN     |
| Carico verticale:      | Ned             | 535.08 kN     |
| Resistenza attrito:    | Ra = Ned*tg(φa) | 253.46 kN     |
| Base Fondazione:       | B               | 4.50 m        |
| Resistenza coesione:   | Rc = ca * B     | 0.00 kN       |
| Resistenza Totale:     | Rtot = Ra + Rc  | 253.46 kN     |
| Coeffic. parziale:     | G_R             | 1.10          |
| Resistenza di Calcolo: | Hrd = Rtot/G_R  | 230.41 kN     |
| Verifica:              | Hrd/Hed         | 1.80 ---> ok! |

**VERIFICA A RIBALTAMENTO:**

|                            |                 |                |
|----------------------------|-----------------|----------------|
| Momento Stabilizzante:     | Mstab           | 1226.51 kNm    |
| Coeffic. parziale:         | G_R             | 1.15           |
| Resistenza a Ribaltamento: | Mrd = Mstab/G_R | 1066.53 kNm    |
| Momento Ribaltante:        | Med             | 17.34 kNm      |
| Verifica:                  | Mrd/Med         | 61.52 ---> ok! |

**VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:**

|                        |                                 |               |
|------------------------|---------------------------------|---------------|
| Azione verticale       | Ned                             | 535.08 kN     |
| Azione orizzontale     | Hed                             | 127.66 kN     |
| Sovraaccarico laterale | q                               | 0.00 kPa      |
| Eccentricita'          | e = B/2 - (Mstab-Mrib)/Ned      | -0.01 m       |
| Base efficace          | Beff = B - 2 e                  | 4.48 m        |
| Fattore cap. port.     | Nq=exp(Pi*tgφ)*tg2(Pi/4+φ/2)    | 48.93         |
| Fattore cap. port.     | Nc=(Nq-1)*cotφ                  | 61.35         |
| Fattore cap. port.     | Ng=2*(Nq+1)*tgφ                 | 78.02         |
| coeff. inclin. carico  | iq=[1-Hed/(Ned+Beff*c'*cotφ)]^3 | 0.44          |
| coeff. inclin. carico  | iq=[1-Hed/(Ned+Beff*c'*cotφ)]^2 | 0.58          |
| coeff. inclin. carico  | ic=iq - [(1-iq)/(Nc*tgφ)]       | 0.57          |
| Inclin. P.C. (<0)      | Omega                           | 20.00         |
| coeff. inclin. p.c.    | gg=[1-tg(Omega)]^2              | 0.40          |
| coeff. inclin. p.c.    | gg=gg                           | 0.40          |
| coeff. inclin. p.c.    | gc=gg - [(1-gg)/(Nc*tgφ)]       | 0.39          |
| coeff. sismico         | kh=5*S*ag/g                     | 0.00          |
| coeff. sismico         | zc=1-0.32*kh                    | 1.00          |
| coeff. sismico         | zq=(1-kh/tgφ)^0.35              | 1.00          |
| coeff. sismico         | zg=zq                           | 1.00          |
| pressione limite (1)   | qlim1=0.5*G'*Beff*Nq*ig*gg*zg   | 624.27 kN/m2  |
| pressione limite (2)   | qlim2=c*Nc*ic*gc*zc             | 0.00 kN/m2    |
| pressione limite (3)   | qlim3=q*Nq*ig*gg*zg             | 0.00 kN/m2    |
| pressione lim. Tot.    | qlim = qlim1 + qlim2 + qlim3    | 624.27 kN/m2  |
| Resistenza totale      | Qlim = qlim * Beff              | 2796.95 kN    |
| Coeffic. parziale      | G_R                             | 1.40          |
| Resistenza Calcolo     | Nrd = Qlim / G_R                | 1997.82 kN    |
| Verifica               | Nrd/Ned                         | 3.73 ---> ok! |



\*\*\* TENSIONI ATTIVE EFFICACI LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
( MONONOBE - OKABE )

-----  
Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
sig\_V = Tensione verticale efficace  
ka = coefficiente di spinta attiva  
sig\_a = Tensione attiva efficace  
sig\_a = sig\_V \* ka - 2 c Radq(ka)  
\*\* = Tratto parete sotto falda

=====

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - SOLO TERRENO - (Coeff. parziali M1)

| Tratto n. | z [m] | Statiche    |        |             | Sisma Up    |        |             | Sisma Dw    |        |             |
|-----------|-------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|
|           |       | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] |
| 1         | 0.00  | 119.40      | 0.220  | 26.25       | 117.06      | 0.242  | 28.34       | 121.74      | 0.241  | 29.37       |
|           | 1.00  | 99.40       | 0.220  | 21.86       | 97.45       | 0.242  | 23.59       | 101.35      | 0.241  | 24.45       |
| 2         | 1.00  | 99.40       | 0.220  | 21.86       | 97.45       | 0.242  | 23.59       | 101.35      | 0.241  | 24.45       |
|           | 5.97  | 0.00        | 0.220  | 0.00        | 0.00        | 0.242  | 0.00        | 0.00        | 0.241  | 0.00        |

=====

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - PER SOVRACCARICO - (Coeff. parziali M1)

| Tratto n. | z [m] | Statiche    |        |             | Sisma Up    |        |             | Sisma Dw    |        |             |
|-----------|-------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|
|           |       | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] |
| 1         | 0.00  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |
|           | 1.00  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |
| 2         | 1.00  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |
|           | 5.97  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |

=====

\*\*\* PRESSIONI ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*

-----  
Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
sig\_T = Componente di tensione efficace del Terreno  
Gamma\_G1 = Coeff. di combinazione  
sig\_Td = sig\_T \* Gamma\_G1 = Tensione di Calcolo del Terreno  
  
sig\_Q = Componente di tensione efficace per Sovraccarico  
Gamma\_Q = Coeff. di combinazione  
sig\_Qd = sig\_Q \* Gamma\_Q = Tensione di Calcolo per Sovracc.  
  
Sig\_eff = sig\_Td + sig\_Qd = Tensione Risultante efficace

=====

COMBINAZIONE DI CARICO N. 1: Statica (A1 +M1+R3)

=====

Coefficienti parziali di combinazione delle azioni:  
Spinta del terreno: Gamma\_G1 = 1.30 (Perm. Strutt. Sfav. )  
Spinta del sovracc.: Gamma\_Q = 1.50 (Variabile Sfav.)

| Tratto n. | z [m] | Sig_T [kPa] | Gamma_G1 [-] | Sig_Td [kPa] | Sig_Q [kPa] | Gamma_Q [-] | Sig_Qd [kPa] | Sig_eff [kPa] |
|-----------|-------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|---------------|
|           |       |             |              |              |             |             |              |               |
| 1         | 0.00  | 26.25       | 1.30         | 34.13        | 4.40        | 1.50        | 6.60         | 40.73         |
|           | 1.00  | 21.86       | 1.30         | 28.41        | 4.40        | 1.50        | 6.60         | 35.01         |
| 2         | 1.00  | 21.86       | 1.30         | 28.41        | 4.40        | 1.50        | 6.60         | 35.01         |
|           | 5.97  | 0.00        | 1.30         | 0.00         | 4.40        | 1.50        | 6.60         | 6.60          |

=====  
\*\*\* SPINTE ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
=====

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
Csi = Angolo inclinazione paramento (orario rispetto all'orizzontale)  
Delta = Angolo di attrito al contatto  
Alpha = Angolo inclinazione Spinta (antiorario rispetto all'orizzontale)  
F\_T = Valore complessivo di Spinta  
F\_x = Componente orizzontale di spinta (>0 verso sinistra - ribaltante)  
F\_y = Componente verticale di spinta (>0 verso il basso - stabilizz.)  
x\_P,y\_P = Coordinate x,y punto di applicazione

COMBINAZIONE DI CARICO N. 1: Statica (A1 +M1+R3)

| Tratto n. | da z [m] | a z [m] | Csi [°] | Delta [°] | Alpha [°] | F_T [kN] | F_x [kN] | F_y [kN] | x_P [m] | y_P [m] |
|-----------|----------|---------|---------|-----------|-----------|----------|----------|----------|---------|---------|
| 1         | 0.00     | 1.00    | 90.00   | 25.35     | 25.35     | 37.87    | 34.22    | 16.21    | 4.50    | 0.49    |
| 2         | 1.00     | 5.97    | 90.00   | 25.35     | 25.35     | 103.39   | 93.44    | 44.26    | 4.50    | 2.92    |

=====  
\*\*\* DETTAGLIO CALCOLO RISULTANTE SUL PIANO DI FONDAZIONE \*\*\*  
=====

Legenda:

F = valore dell'azione  
Coef = coefficiente di combinazione dell'azione  
F\_Vd = Componente Verticale di calcolo dell'azione  
F\_Hd = Componente Orizzont. di calcolo dell'azione  
x,y = coordinate punto di applicazione dell'azione  
Mrib = Momento ribaltante (rispetto estremo di valle fondazione)  
Mstab = Momento Stabilizzante

N.B. Le spinte del terreno sono già quelle di combinazione con quelle dell'eventuale sovraccarico (es. 1.3\*st + 1.5\*sq)

N.B. Le spinte idrostatiche sono già quelle di combinazione  
Le componenti verticali di spinta del terreno e dell'acqua sono legate a quelle orizzontali e, se rivolte verso il basso, riducono il momento ribaltante anzichè aumentare lo stabilizzante  
Eventuali forze e coppie esterne aggiuntive sono considerate Sfavorevoli se ribaltanti

COMBINAZIONE DI CARICO N. 1: Statica (A1 +M1+R3)

| Azione                           | Tipo Azione   | F [kN] | Coef [-] | F_Vd [kN] | F_Hd [kN] | x [m] | y [m] | Mrib [kNm] | Mstab [kNm] |
|----------------------------------|---------------|--------|----------|-----------|-----------|-------|-------|------------|-------------|
| Materiali Muro: Mat. n.01        | Perm. Strutt. | Fav    | 1.00     | 198.25    | 0.00      | 1.86  | 1.78  | 0.00       | 368.89      |
| Terr. su muro: Area n.01         | Perm. Strutt. | Fav    | 1.00     | 276.36    | 0.00      | 3.10  | 3.47  | 0.00       | 857.62      |
| Sovracc. su muro:                | Variabile     | Fav    | 0.00     | 0.00      | 0.00      | 3.10  | 5.93  | 0.00       | 0.00        |
| Sp.Terr.Monte:Tratto n.01        | Perm. Strutt. | Sfav   | 1.00     | 16.21     | 34.22     | 4.50  | 0.49  | -56.27     | 0.00        |
| Sp.Terr.Monte:Tratto n.02        | Perm. Strutt. | Sfav   | 1.00     | 44.26     | 93.44     | 4.50  | 2.92  | 73.60      | 0.00        |
| RISULTANTE SUL PIANO FONDAZIONE: |               |        |          | 535.08    | 127.66    |       |       | 17.34      | 1226.51     |

## \*\*\* V E R I F I C H E \*\*\*

## COMBINAZIONE DI CARICO N. 1: Statica (A1 +M1+R3)

## Terreno di fondazione - Parametri geotecnici di calcolo:

|        |       |         |                                    |
|--------|-------|---------|------------------------------------|
| Gamma  | 20.00 | [kN/m3] | p.s. naturale                      |
| Gamma' | 20.00 | [kN/m3] | p.s. efficace (condizioni Drenate) |
| $\phi$ | 38.00 | [°]     | attrito di calcolo                 |
| c      | 0.00  | [kN/m2] | coesione di calcolo                |

## Terreno di fondazione - coeff. e Parametri di aderenza:

|          |       |         |                      |
|----------|-------|---------|----------------------|
| cf       | 0.67  | [-]     | aliquota attrito     |
| cc       | 0.67  | [-]     | aliquota coesione    |
| $\phi_a$ | 25.35 | [°]     | attrito al contatto  |
| ca       | 0.00  | [kN/m2] | coesione di aderenza |

## VERIFICA A SCORRIMENTO:

|                        |                          |                           |
|------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Azione Orizzontale:    | Hed                      | 127.66 kN                 |
| Carico verticale:      | Ned                      | 535.08 kN                 |
| Resistenza attrito:    | $R_a = Ned * tg(\phi_a)$ | 253.46 kN                 |
| Base Fondazione:       | B                        | 4.50 m                    |
| Resistenza coesione:   | $R_c = ca * B$           | 0.00 kN                   |
| Resistenza Totale:     | $R_{tot} = R_a + R_c$    | 253.46 kN                 |
| Coeffic. parziale:     | G_R                      | 1.10 (NTC18 - Tab. 6.5.I) |
| Resistenza di Calcolo: | $H_{rd} = R_{tot} / G_R$ | 230.41 kN                 |
| Verifica:              | $H_{rd} / Hed$           | 1.80 ---> ok!             |

## VERIFICA A RIBALTAMENTO:

|                            |                           |                           |
|----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Momento Stabilizzante:     | Mstab                     | 1226.51 kNm               |
| Coeffic. parziale:         | G_R                       | 1.15 (NTC18 - Tab. 6.5.I) |
| Resistenza a Ribaltamento: | $M_{rd} = M_{stab} / G_R$ | 1066.53 kNm               |
| Momento Ribaltante:        | Med                       | 17.34 kNm                 |
| Verifica:                  | $M_{rd} / Med$            | 61.52 ---> ok!            |

## VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:

|                       |   |                           |
|-----------------------|---|---------------------------|
| Azione verticale      | Ned   | 535.08 kN                 |
| Azione orizzontale    | Hed   | 127.66 kN                 |
| Sovraccarico laterale | q   | 0.00 kPa                  |
| Eccentricita'         | $e = B/2 - (M_{stab} - M_{rib}) / Ned$                  | -0.01 m                   |
| Base efficace         | $B_{eff} = B - 2 e $                                    | 4.48 m                    |
| Fattore cap. port.    | $N_q = \exp(Pi * tg\phi) * tg^2(Pi/4 + \phi/2)$         | 48.93                     |
| Fattore cap. port.    | $N_c = (N_q - 1) * cot\phi$                             | 61.35                     |
| Fattore cap. port.    | $N_g = 2 * (N_q + 1) * tg\phi$                          | 78.02                     |
| coeff. inclin. carico | $i_g = [1 - Hed / (Ned + B_{eff} * c * cot\phi)]^3$     | 0.44                      |
| coeff. inclin. carico | $i_q = [1 - Hed / (Ned + B_{eff} * c * cot\phi)]^2$     | 0.58                      |
| coeff. inclin. carico | $i_c = i_q - [(1 - i_q) / (N_c * tg\phi)]$              | 0.57                      |
| Inclin. P.C. (<0)     | Omega   | 20.00                     |
| coeff. inclin. p.c.   | $g_q = [1 - tg(Omega)]^2$                               | 0.40                      |
| coeff. inclin. p.c.   | gq=gg   | 0.40                      |
| coeff. inclin. p.c.   | $g_c = g_q - [(1 - g_q) / (N_c * tg\phi)]$              | 0.39                      |
| coeff. sismico        | $k_h = S_s * S_t * a_g / g$                             | 0.0000                    |
| coeff. sismico        | $z_c = 1 - 0.32 * k_h$                                  | 1.00                      |
| coeff. sismico        | $z_q = (1 - k_h / tg\phi)^{0.35}$                       | 1.00                      |
| coeff. sismico        | zq=zq   | 1.00                      |
| pressione limite (1)  | $q_{lim1} = 0.5 * G' * B_{eff} * N_g * i_g * g_q * z_q$ | 624.27 kN/m2              |
| pressione limite (2)  | $q_{lim2} = c * N_c * i_c * g_c * z_c$                  | 0.00 kN/m2                |
| pressione limite (3)  | $q_{lim3} = q * N_q * i_q * g_q * z_q$                  | 0.00 kN/m2                |
| pressione lim. Tot.   | $q_{lim} = q_{lim1} + q_{lim2} + q_{lim3}$              | 624.27 kN/m2              |
| Resistenza totale     | $Q_{lim} = q_{lim} * B_{eff}$                           | 2796.95 kN                |
| Coeffic. parziale     | G_R   | 1.40 (NTC18 - Tab. 6.5.I) |
| Resistenza Calcolo    | $N_{rd} = Q_{lim} / G_R$                                | 1997.82 kN                |
| Verifica              | $N_{rd} / Ned$  | 3.73 ---> ok!             |

## CALCOLO TENSIONI SUL PIANO DI FONDAZIONE:

|   |  |            |
|---|--|------------|
| Azione verticale                        | Ned                                    | 535.08 kN  |
| Eccentricita'                           | $e = B/2 - (M_{stab} - M_{rib}) / Ned$ | -0.01 m    |
| Momento                                 | $M = Ned *  e $                        | 5.25 kNm   |
| Base Fondazione                         | B                                      | 4.50 m     |
| e  <= B/6 (base interamente compressa): |  |            |
| Tensione Max                            | $s_{max} = Ned/B + 6 M  / (B^2)$       | 120.46 kPa |
| Tensione min                            | $s_{min} = Ned/B - 6 M  / (B^2)$       | 117.35 kPa |



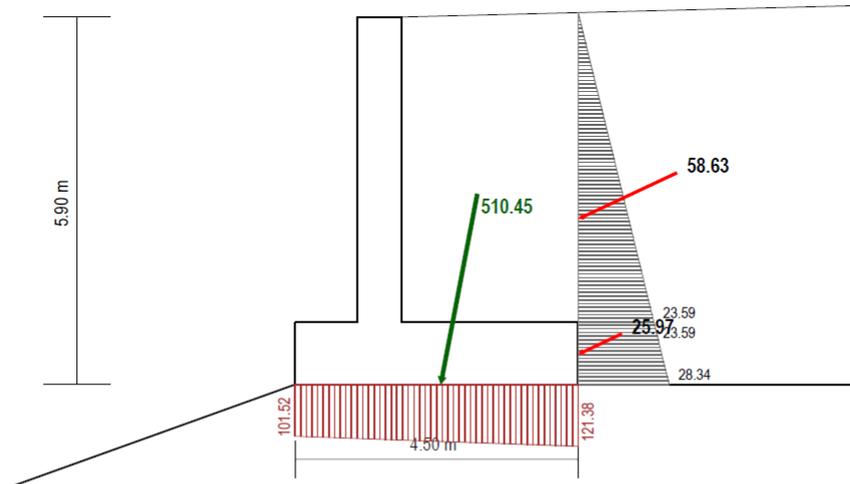
MB Muro Rev 3.03

**PONTE SUL FIUME OGLIO**  
**MURO ANDATORE IN SPONDA SX**  
**SEZIONE TIPO 4-4**

**COMBINAZIONE DI CARICO N. 4:**  
**Sisma Su (M1+R3)**

**STRATI DI MONTE**

STRATON.1  
G = 20.00 kN/m3  
φ' = 38.00 °  
c' = 0.00 kN/m2



**STRATO FONDAZIONE**

G = 20.00 kN/m3  
φ' = 38.00 °  
c' = 0.00 kN/m2

**RISULTATI DEL CALCOLO e VERIFICHE**

**VERIFICA A SCORRIMENTO:**

|                        |                 |               |
|------------------------|-----------------|---------------|
| Azione Orizzontale:    | Hed             | 95.06 kN      |
| Carico verticale:      | Ned             | 501.52 kN     |
| Resistenza attrito:    | Ra = Ned*tg(φa) | 237.56 kN     |
| Base Fondazione:       | B               | 4.50 m        |
| Resistenza coesione:   | Rc = ca * B     | 0.00 kN       |
| Resistenza Totale:     | Rtot = Ra + Rc  | 237.56 kN     |
| Coeff. parziale:       | G_R             | 1.00          |
| Resistenza di Calcolo: | Hrd = Rtot/G_R  | 237.56 kN     |
| Verifica:              | Hrd/Hed         | 2.50 ---> ok! |

**VERIFICA A RIBALTAMENTO:**

Per la presente combinazione di carico (sismica) la verifica a ribaltamento non è significativa  
Riferirsi alle combinazioni n. 8 e 9 'Sisma RIB' per le quali le azioni sismiche sono maggiorate (Cap.7.11.6.2.1)

**VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:**

|                       |                                 |               |
|-----------------------|---------------------------------|---------------|
| Azione verticale      | Ned                             | 501.52 kN     |
| Azione orizzontale    | Hed                             | 95.06 kN      |
| Sovraccarico laterale | q                               | 0.00 kPa      |
| Eccentricita'         | e = B/2 - (Mstab-Mrib)/Ned      | -0.07 m       |
| Base efficace         | Beff = B - 2 e                  | 4.37 m        |
| Fattore cap. port.    | Nq=exp(Pi*tgφ)*tg2(Pi/4+φ/2)    | 48.93         |
| Fattore cap. port.    | Nc=(Nq-1)*cotφ                  | 61.35         |
| Fattore cap. port.    | Nq=2*(Nq+1)*tgφ                 | 78.02         |
| coeff. inclin. carico | iq=[1-Hed/(Ned+Beff*c'*cotφ)]^3 | 0.53          |
| coeff. inclin. carico | iq=[1-Hed/(Ned+Beff*c'*cotφ)]^2 | 0.66          |
| coeff. inclin. carico | ic=iq - [(1-iq)/(Nc*tgφ)]       | 0.65          |
| Inclin. P.C. (<0)     | Omega                           | 20.00         |
| coeff. inclin. p.c.   | gg=[1-tg(Omega)]^2              | 0.40          |
| coeff. inclin. p.c.   | gg=gg                           | 0.40          |
| coeff. inclin. p.c.   | gc=gg - [(1-gg)/(Nc*tgφ)]       | 0.39          |
| coeff. sismico        | kh=Ss*St*ag/g                   | 0.10          |
| coeff. sismico        | zc=1-0.32*kh                    | 0.97          |
| coeff. sismico        | zq=(1-kh/tgφ)^0.35              | 0.95          |
| coeff. sismico        | zg=zq                           | 0.95          |
| pressione limite (1)  | qlim1=0.5*G'*Beff*Nq*ig*gg*zg   | 698.15 kN/m2  |
| pressione limite (2)  | qlim2=c*Nc*ic*gc*zc             | 0.00 kN/m2    |
| pressione limite (3)  | qlim3=q*Nq*ig*gg*zg             | 0.00 kN/m2    |
| pressione lim. Tot.   | qlim = qlim1 + qlim2 + qlim3    | 698.15 kN/m2  |
| Resistenza totale     | Qlim = qlim * Beff              | 3048.40 kN    |
| Coeff. parziale       | G_R                             | 1.20          |
| Resistenza Calcolo    | Nrd = Qlim / G_R                | 2540.33 kN    |
| Verifica              | Nrd/Ned                         | 5.07 ---> ok! |



\*\*\* TENSIONI ATTIVE EFFICACI LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
( MONONOBE - OKABE )

-----  
Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
sig\_V = Tensione verticale efficace  
ka = coefficiente di spinta attiva  
sig\_a = Tensione attiva efficace  
sig\_a = sig\_V \* ka - 2 c Radq(ka)  
\*\* = Tratto parete sotto falda

=====

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - SOLO TERRENO - (Coeff. parziali M1)

=====

| Tratto n. | z [m] | Statiche    |        |             | Sisma Up    |        |             | Sisma Dw    |        |             |
|-----------|-------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|
|           |       | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] |
| 1         | 0.00  | 119.40      | 0.220  | 26.25       | 117.06      | 0.242  | 28.34       | 121.74      | 0.241  | 29.37       |
|           | 1.00  | 99.40       | 0.220  | 21.86       | 97.45       | 0.242  | 23.59       | 101.35      | 0.241  | 24.45       |
| 2         | 1.00  | 99.40       | 0.220  | 21.86       | 97.45       | 0.242  | 23.59       | 101.35      | 0.241  | 24.45       |
|           | 5.97  | 0.00        | 0.220  | 0.00        | 0.00        | 0.242  | 0.00        | 0.00        | 0.241  | 0.00        |

=====

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - PER SOVRACCARICO - (Coeff. parziali M1)

=====

| Tratto n. | z [m] | Statiche    |        |             | Sisma Up    |        |             | Sisma Dw    |        |             |
|-----------|-------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|
|           |       | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] |
| 1         | 0.00  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |
|           | 1.00  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |
| 2         | 1.00  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |
|           | 5.97  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |

=====

\*\*\* PRESSIONI ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*

=====

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
sig\_T = Componente di tensione efficace del Terreno  
Gamma\_G1 = Coeff. di combinazione  
sig\_Td = sig\_T \* Gamma\_G1 = Tensione di Calcolo del Terreno  
  
sig\_Q = Componente di tensione efficace per Sovraccarico  
Gamma\_Q = Coeff. di combinazione  
sig\_Qd = sig\_Q \* Gamma\_Q = Tensione di Calcolo per Sovracc.  
  
Sig\_eff = sig\_Td + sig\_Qd = Tensione Risultante efficace

=====

COMBINAZIONE DI CARICO N. 4: Sisma Su (M1+R3)

=====

Coefficienti parziali di combinazione delle azioni:  
Spinta del terreno: Gamma\_G1 = 1.00 (Perm. Strutt. Sfav. )  
Spinta del sovracc.: Gamma\_Q = 0.00 (Variabile Sfav.)

| Tratto n. | z [m] | Sig_T [kPa] | Gamma_G1 [-] | Sig_Td [kPa] | Sig_Q [kPa] | Gamma_Q [-] | Sig_Qd [kPa] | Sig_eff [kPa] |
|-----------|-------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|---------------|
| 1         | 0.00  | 28.34       | 1.00         | 28.34        | 4.75        | 0.00        | 0.00         | 28.34         |
|           | 1.00  | 23.59       | 1.00         | 23.59        | 4.75        | 0.00        | 0.00         | 23.59         |
| 2         | 1.00  | 23.59       | 1.00         | 23.59        | 4.75        | 0.00        | 0.00         | 23.59         |
|           | 5.97  | 0.00        | 1.00         | 0.00         | 4.75        | 0.00        | 0.00         | 0.00          |

=====  
\*\*\* SPINTE ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
=====

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
Csi = Angolo inclinazione paramento (orario rispetto all'orizzontale)  
Delta = Angolo di attrito al contatto  
Alpha = Angolo inclinazione Spinta (antiorario rispetto all'orizzontale)  
F\_T = Valore complessivo di Spinta  
F\_x = Componente orizzontale di spinta (>0 verso sinistra - ribaltante)  
F\_y = Componente verticale di spinta (>0 verso il basso - stabilizz.)  
x\_P,y\_P = Coordinate x,y punto di applicazione

COMBINAZIONE DI CARICO N. 4: Sisma Su (M1+R3)

| Tratto n. | da z [m] | a z [m] | Csi [°] | Delta [°] | Alpha [°] | F_T [kN] | F_x [kN] | F_y [kN] | x_P [m] | y_P [m] |
|-----------|----------|---------|---------|-----------|-----------|----------|----------|----------|---------|---------|
| 1         | 0.00     | 1.00    | 90.00   | 25.35     | 25.35     | 25.97    | 23.47    | 11.12    | 4.50    | 0.48    |
| 2         | 1.00     | 5.97    | 90.00   | 25.35     | 25.35     | 58.63    | 52.99    | 25.10    | 4.50    | 2.66    |

=====  
\*\*\* DETTAGLIO CALCOLO RISULTANTE SUL PIANO DI FONDAZIONE \*\*\*  
=====

Legenda:

F = valore dell'azione  
Coef = coefficiente di combinazione dell'azione  
F\_Vd = Componente Verticale di calcolo dell'azione  
F\_Hd = Componente Orizzont. di calcolo dell'azione  
x,y = coordinate punto di applicazione dell'azione  
Mrib = Momento ribaltante (rispetto estremo di valle fondazione)  
Mstab = Momento Stabilizzante

N.B. Le spinte del terreno sono già quelle di combinazione con quelle dell'eventuale sovraccarico (es. 1.3\*st + 1.5\*sq)

N.B. Le spinte idrostatiche sono già quelle di combinazione  
Le componenti verticali di spinta del terreno e dell'acqua sono legate a quelle orizzontali e, se rivolte verso il basso, riducono il momento ribaltante anzichè aumentare lo stabilizzante  
Eventuali forze e coppie esterne aggiuntive sono considerate Sfavorevoli se ribaltanti

COMBINAZIONE DI CARICO N. 4: Sisma Su (M1+R3)

| Azione                           | Tipo Azione   | F [kN] | Coef [-] | F_Vd [kN] | F_Hd [kN] | x [m] | y [m] | Mrib [kNm] | Mstab [kNm] |         |
|----------------------------------|---------------|--------|----------|-----------|-----------|-------|-------|------------|-------------|---------|
| Materiali Muro: Mat. n.01        | Perm. Strutt. | Fav    | 198.25   | 1.00      | 198.25    | 0.00  | 1.86  | 1.78       | 0.00        | 368.89  |
| -sisma vertic.                   |               |        | -3.89    | 1.00      | -3.89     | 0.00  | 1.86  | 1.78       | 0.00        | -7.23   |
| -sisma orizz.                    |               |        | 7.77     | 1.00      | 0.00      | 7.77  | 1.86  | 1.78       | 13.80       | 0.00    |
| Terr. su muro: Area n.01         | Perm. Strutt. | Fav    | 276.36   | 1.00      | 276.36    | 0.00  | 3.10  | 3.47       | 0.00        | 857.62  |
| -sisma vertic.                   |               |        | -5.42    | 1.00      | -5.42     | 0.00  | 3.10  | 3.47       | 0.00        | -16.81  |
| -sisma orizz.                    |               |        | 10.83    | 1.00      | 0.00      | 10.83 | 3.10  | 3.47       | 37.56       | 0.00    |
| Sovracc. su muro:                | Variabile     | Fav    | 56.00    | 0.00      | 0.00      | 0.00  | 3.10  | 5.93       | 0.00        | 0.00    |
| -sisma vertic. su Sovracc        |               |        | -1.10    | 0.00      | 0.00      | 0.00  | 3.10  | 5.93       | 0.00        | 0.00    |
| -sisma orizz. su Sovracc         |               |        | 2.20     | 0.00      | 0.00      | 0.00  | 3.10  | 5.93       | 0.00        | 0.00    |
| Sp.Terr.Monte:Tratto n.01        | Perm. Strutt. | Sfav   | 25.97    | 1.00      | 11.12     | 23.47 | 4.50  | 0.48       | -38.65      | 0.00    |
| Sp.Terr.Monte:Tratto n.02        | Perm. Strutt. | Sfav   | 58.63    | 1.00      | 25.10     | 52.99 | 4.50  | 2.66       | 27.82       | 0.00    |
| RISULTANTE SUL PIANO FONDAZIONE: |               |        |          |           | 501.52    | 95.06 |       |            | 40.54       | 1202.47 |

## \*\*\* V E R I F I C H E \*\*\*

## COMBINAZIONE DI CARICO N. 4: Sisma Su (M1+R3)

## Terreno di fondazione - Parametri geotecnici di calcolo:

|        |       |         |                                    |
|--------|-------|---------|------------------------------------|
| Gamma  | 20.00 | [kN/m3] | p.s. naturale                      |
| Gamma' | 20.00 | [kN/m3] | p.s. efficace (condizioni Drenate) |
| $\phi$ | 38.00 | [°]     | attrito di calcolo                 |
| c      | 0.00  | [kN/m2] | coesione di calcolo                |

## Terreno di fondazione - coeff. e Parametri di aderenza:

|          |       |         |                      |
|----------|-------|---------|----------------------|
| cf       | 0.67  | [-]     | aliquota attrito     |
| cc       | 0.67  | [-]     | aliquota coesione    |
| $\phi_a$ | 25.35 | [°]     | attrito al contatto  |
| ca       | 0.00  | [kN/m2] | coesione di aderenza |

## VERIFICA A SCORRIMENTO:

|                        |                          |                             |
|------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Azione Orizzontale:    | Hed                      | 95.06 kN                    |
| Carico verticale:      | Ned                      | 501.52 kN                   |
| Resistenza attrito:    | $R_a = Ned * tg(\phi_a)$ | 237.56 kN                   |
| Base Fondazione:       | B                        | 4.50 m                      |
| Resistenza coesione:   | $R_c = ca * B$           | 0.00 kN                     |
| Resistenza Totale:     | $R_{tot} = R_a + R_c$    | 237.56 kN                   |
| Coeffic. parziale:     | G_R                      | 1.00 (NTC18 - Tab.7.11.III) |
| Resistenza di Calcolo: | $H_{rd} = R_{tot} / G_R$ | 237.56 kN                   |
| Verifica:              | Hrd/Hed                  | 2.50 ---> ok!               |

## VERIFICA A RIBALTAMENTO:

Per la presente combinazione di carico (sismica) la verifica a ribaltamento non é significativa  
 Riferirsi alle combinazioni n. 8 e 9 'Sisma RIB'  
 per le quali le azioni sismiche sono maggiorate (Cap.7.11.6.2.1)

## VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:

|                       |   |                             |
|-----------------------|---|-----------------------------|
| Azione verticale      | Ned   | 501.52 kN                   |
| Azione orizzontale    | Hed   | 95.06 kN                    |
| Sovraccarico laterale | q   | 0.00 kPa                    |
| Eccentricita'         | $e = B/2 - (M_{stab} - M_{rib}) / Ned$                  | -0.07 m                     |
| Base efficace         | $B_{eff} = B - 2 e $                                    | 4.37 m                      |
| Fattore cap. port.    | $N_q = \exp(\pi * tg\phi) * tg^2(\pi/4 + \phi/2)$       | 48.93                       |
| Fattore cap. port.    | $N_c = (N_q - 1) * \cot\phi$                            | 61.35                       |
| Fattore cap. port.    | $N_g = 2 * (N_q + 1) * tg\phi$                          | 78.02                       |
| coeff. inclin. carico | $i_g = [1 - Hed / (Ned + B_{eff} * c * \cot\phi)]^3$    | 0.53                        |
| coeff. inclin. carico | $i_q = [1 - Hed / (Ned + B_{eff} * c * \cot\phi)]^2$    | 0.66                        |
| coeff. inclin. carico | $i_c = i_q - [(1 - i_q) / (N_c * tg\phi)]$              | 0.65                        |
| Inclin. P.C. (<0)     | Omega   | 20.00                       |
| coeff. inclin. p.c.   | $g_q = [1 - tg(\Omega)]^2$                              | 0.40                        |
| coeff. inclin. p.c.   | g_g = g_q   | 0.40                        |
| coeff. inclin. p.c.   | $g_c = g_q - [(1 - g_q) / (N_c * tg\phi)]$              | 0.39                        |
| coeff. sismico        | $k_h = S_s * S_t * a_g / g$                             | 0.1032                      |
| coeff. sismico        | $z_c = 1 - 0.32 * k_h$                                  | 0.97                        |
| coeff. sismico        | $z_q = (1 - k_h / tg\phi)^{0.35}$                       | 0.95                        |
| coeff. sismico        | $z_g = z_q$   | 0.95                        |
| pressione limite (1)  | $q_{lim1} = 0.5 * G' * B_{eff} * N_g * i_g * g_g * z_g$ | 698.15 kN/m2                |
| pressione limite (2)  | $q_{lim2} = c * N_c * i_c * g_c * z_c$                  | 0.00 kN/m2                  |
| pressione limite (3)  | $q_{lim3} = q * N_g * i_q * g_q * z_q$                  | 0.00 kN/m2                  |
| pressione lim. Tot.   | $q_{lim} = q_{lim1} + q_{lim2} + q_{lim3}$              | 698.15 kN/m2                |
| Resistenza totale     | $Q_{lim} = q_{lim} * B_{eff}$                           | 3048.40 kN                  |
| Coeffic. parziale     | G_R   | 1.20 (NTC18 - Tab.7.11.III) |
| Resistenza Calcolo    | $N_{rd} = Q_{lim} / G_R$                                | 2540.33 kN                  |
| Verifica              | Nrd/Ned   | 5.07 ---> ok!               |

## CALCOLO TENSIONI SUL PIANO DI FONDAZIONE:

|   |  |            |
|---|--|------------|
| Azione verticale                        | Ned                                    | 501.52 kN  |
| Eccentricita'                           | $e = B/2 - (M_{stab} - M_{rib}) / Ned$ | -0.07 m    |
| Momento                                 | $M = Ned *  e $                        | 33.51 kNm  |
| Base Fondazione                         | B                                      | 4.50 m     |
| e  <= B/6 (base interamente compressa): |  |            |
| Tensione Max                            | $s_{max} = Ned/B + 6 M  / (B^2)$       | 121.38 kPa |
| Tensione min                            | $s_{min} = Ned/B - 6 M  / (B^2)$       | 101.52 kPa |



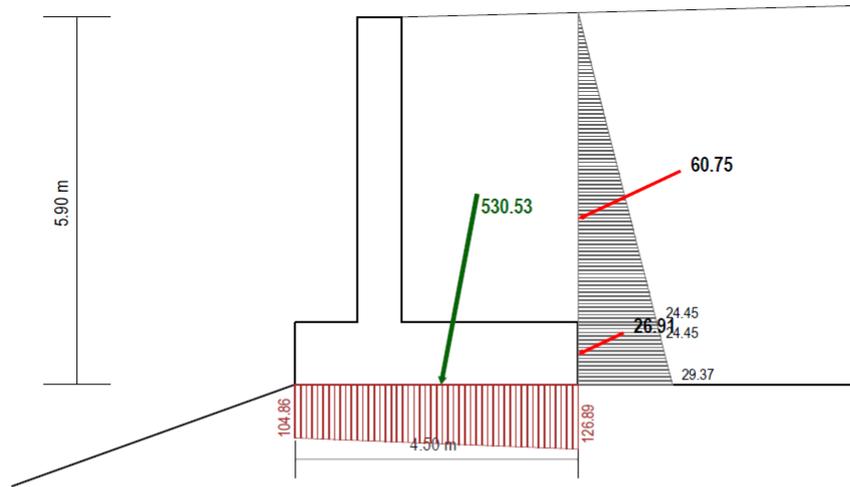
MB Muro Rev 3.03

**PONTE SUL FIUME OGLIO**  
MURO ANDATORE IN SPONDA SX  
SEZIONE TIPO 4-4

**COMBINAZIONE DI CARICO N. 5:**  
Sisma Giu (M1+R3)

**STRATI DI MONTE**

STRATO N.1  
G = 20.00 kN/m3  
φ' = 38.00 °  
c' = 0.00 kN/m2



**STRATO FONDAZIONE**

G = 20.00 kN/m3  
φ' = 38.00 °  
c' = 0.00 kN/m2

**RISULTATI DEL CALCOLO e VERIFICHE**

**VERIFICA A SCORRIMENTO:**

|                        |                 |                |
|------------------------|-----------------|----------------|
| Azione Orizzontale:    | Hed             | 97.82 kN       |
| Carico verticale:      | Ned             | 521.43 kN      |
| Resistenza attrito:    | Ra = Ned*tg(φa) | 246.99 kN      |
| Base Fondazione:       | B               | 4.50 m         |
| Resistenza coesione:   | Rc = ca * B     | 0.00 kN        |
| Resistenza Totale:     | Rtot = Ra + Rc  | 246.99 kN      |
| Coeffic. parziale:     | G_R             | 1.00           |
| Resistenza di Calcolo: | Hrd = Rtot/G_R  | 246.99 kN      |
| Verifica:              | Hrd/Hed         | 2.52 ----> ok! |

**VERIFICA A RIBALTAMENTO:**

Per la presente combinazione di carico (sismica) la verifica a ribaltamento non è significativa. Riferirsi alle combinazioni n. 8 e 9 'Sisma RIB' per le quali le azioni sismiche sono maggiorate (Cap.7.11.6.2.1)

**VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:**

|                        |                                 |                |
|------------------------|---------------------------------|----------------|
| Azione verticale       | Ned                             | 521.43 kN      |
| Azione orizzontale     | Hed                             | 97.82 kN       |
| Sovraaccarico laterale | q                               | 0.00 kPa       |
| Eccentricita'          | e = B/2 - (Mstab-Mrib)/Ned      | -0.07 m        |
| Base efficace          | Beff = B - 2 e                  | 4.36 m         |
| Fattore cap. port.     | Nq=exp(Pi*tgφ)*tg2(Pi/4+φ/2)    | 48.93          |
| Fattore cap. port.     | Nc=(Nq-1)*cotφ                  | 61.35          |
| Fattore cap. port.     | Ng=2*(Nq+1)*tgφ                 | 78.02          |
| coeff. inclin. carico  | iq=[1-Hed/(Ned+Beff*c'*cotφ)]^3 | 0.54           |
| coeff. inclin. carico  | iq=[1-Hed/(Ned+Beff*c'*cotφ)]^2 | 0.66           |
| coeff. inclin. carico  | ic=iq - [(1-iq)/(Nc*tgφ)]       | 0.65           |
| Inclin. P.C. (<0)      | Omega                           | 20.00          |
| coeff. inclin. p.c.    | gg=[1-tg(Omega)]^2              | 0.40           |
| coeff. inclin. p.c.    | gg=gg                           | 0.40           |
| coeff. inclin. p.c.    | gc=gg - [(1-gg)/(Nc*tgφ)]       | 0.39           |
| coeff. sismico         | kh=Ss*St*ag/g                   | 0.10           |
| coeff. sismico         | zc=1-0.32*kh                    | 0.97           |
| coeff. sismico         | zq=(1-kh/tgφ)^0.35              | 0.95           |
| coeff. sismico         | zg=zq                           | 0.95           |
| pressione limite (1)   | qlim1=0.5*G'*Beff*Nq*ig*gg*zg   | 701.73 kN/m2   |
| pressione limite (2)   | qlim2=c*Nc*ic*gc*zc             | 0.00 kN/m2     |
| pressione limite (3)   | qlim3=q*Nq*ig*gg*zg             | 0.00 kN/m2     |
| pressione lim. Tot.    | qlim = qlim1 + qlim2 + qlim3    | 701.73 kN/m2   |
| Resistenza totale      | Qlim = qlim * Beff              | 3057.75 kN     |
| Coeffic. parziale      | G_R                             | 1.20           |
| Resistenza Calcolo     | Nrd = Qlim / G_R                | 2548.12 kN     |
| Verifica               | Nrd/Ned                         | 4.89 ----> ok! |



\*\*\* TENSIONI ATTIVE EFFICACI LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
( MONONOBE - OKABE )

-----  
Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
sig\_V = Tensione verticale efficace  
ka = coefficiente di spinta attiva  
sig\_a = Tensione attiva efficace  
sig\_a = sig\_V \* ka - 2 c Radq(ka)  
\*\* = Tratto parete sotto falda

=====

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - SOLO TERRENO - (Coeff. parziali M1)

=====

| Tratto n. | z [m] | Statiche    |        |             | Sisma Up    |        |             | Sisma Dw    |        |             |
|-----------|-------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|
|           |       | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] |
| 1         | 0.00  | 119.40      | 0.220  | 26.25       | 117.06      | 0.242  | 28.34       | 121.74      | 0.241  | 29.37       |
|           | 1.00  | 99.40       | 0.220  | 21.86       | 97.45       | 0.242  | 23.59       | 101.35      | 0.241  | 24.45       |
| 2         | 1.00  | 99.40       | 0.220  | 21.86       | 97.45       | 0.242  | 23.59       | 101.35      | 0.241  | 24.45       |
|           | 5.97  | 0.00        | 0.220  | 0.00        | 0.00        | 0.242  | 0.00        | 0.00        | 0.241  | 0.00        |

=====

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - PER SOVRACCARICO - (Coeff. parziali M1)

=====

| Tratto n. | z [m] | Statiche    |        |             | Sisma Up    |        |             | Sisma Dw    |        |             |
|-----------|-------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|
|           |       | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] |
| 1         | 0.00  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |
|           | 1.00  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |
| 2         | 1.00  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |
|           | 5.97  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |

=====

\*\*\* PRESSIONI ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*

=====

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
sig\_T = Componente di tensione efficace del Terreno  
Gamma\_G1 = Coeff. di combinazione  
sig\_Td = sig\_T \* Gamma\_G1 = Tensione di Calcolo del Terreno  
  
sig\_Q = Componente di tensione efficace per Sovraccarico  
Gamma\_Q = Coeff. di combinazione  
sig\_Qd = sig\_Q \* Gamma\_Q = Tensione di Calcolo per Sovracc.  
  
Sig\_eff = sig\_Td + sig\_Qd = Tensione Risultante efficace

=====

COMBINAZIONE DI CARICO N. 5: Sisma Giu (M1+R3)

=====

Coefficienti parziali di combinazione delle azioni:  
Spinta del terreno: Gamma\_G1 = 1.00 (Perm. Strutt. Sfav. )  
Spinta del sovracc.: Gamma\_Q = 0.00 (Variabile Sfav.)

| Tratto n. | z [m] | Sig_T [kPa] | Gamma_G1 [-] | Sig_Td [kPa] | Sig_Q [kPa] | Gamma_Q [-] | Sig_Qd [kPa] | Sig_eff [kPa] |
|-----------|-------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|---------------|
| 1         | 0.00  | 29.37       | 1.00         | 29.37        | 4.92        | 0.00        | 0.00         | 29.37         |
|           | 1.00  | 24.45       | 1.00         | 24.45        | 4.92        | 0.00        | 0.00         | 24.45         |
| 2         | 1.00  | 24.45       | 1.00         | 24.45        | 4.92        | 0.00        | 0.00         | 24.45         |
|           | 5.97  | 0.00        | 1.00         | 0.00         | 4.92        | 0.00        | 0.00         | 0.00          |

=====

=====  
\*\*\* SPINTE ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
=====

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
Csi = Angolo inclinazione paramento (orario rispetto all'orizzontale)  
Delta = Angolo di attrito al contatto  
Alpha = Angolo inclinazione Spinta (antiorario rispetto all'orizzontale)  
F\_T = Valore complessivo di Spinta  
F\_x = Componente orizzontale di spinta (>0 verso sinistra - ribaltante)  
F\_y = Componente verticale di spinta (>0 verso il basso - stabilizz.)  
x\_P,y\_P = Coordinate x,y punto di applicazione

COMBINAZIONE DI CARICO N. 5: Sisma Giu (M1+R3)

| Tratto n. | da z [m] | a z [m] | Csi [°] | Delta [°] | Alpha [°] | F_T [kN] | F_x [kN] | F_y [kN] | x_P [m] | y_P [m] |
|-----------|----------|---------|---------|-----------|-----------|----------|----------|----------|---------|---------|
| 1         | 0.00     | 1.00    | 90.00   | 25.35     | 25.35     | 26.91    | 24.32    | 11.52    | 4.50    | 0.48    |
| 2         | 1.00     | 5.97    | 90.00   | 25.35     | 25.35     | 60.75    | 54.90    | 26.01    | 4.50    | 2.66    |

=====  
\*\*\* DETTAGLIO CALCOLO RISULTANTE SUL PIANO DI FONDAZIONE \*\*\*  
=====

Legenda:

F = valore dell'azione  
Coef = coefficiente di combinazione dell'azione  
F\_Vd = Componente Verticale di calcolo dell'azione  
F\_Hd = Componente Orizzont. di calcolo dell'azione  
x,y = coordinate punto di applicazione dell'azione  
Mrib = Momento ribaltante (rispetto estremo di valle fondazione)  
Mstab = Momento Stabilizzante

N.B. Le spinte del terreno sono già quelle di combinazione con quelle dell'eventuale sovraccarico (es. 1.3\*st + 1.5\*sq)

N.B. Le spinte idrostatiche sono già quelle di combinazione  
Le componenti verticali di spinta del terreno e dell'acqua sono legate a quelle orizzontali e, se rivolte verso il basso, riducono il momento ribaltante anzichè aumentare lo stabilizzante  
Eventuali forze e coppie esterne aggiuntive sono considerate Sfavorevoli se ribaltanti

COMBINAZIONE DI CARICO N. 5: Sisma Giu (M1+R3)

| Azione                           | Tipo Azione   | F [kN] | Coef [-] | F_Vd [kN] | F_Hd [kN] | x [m] | y [m] | Mrib [kNm] | Mstab [kNm] |         |
|----------------------------------|---------------|--------|----------|-----------|-----------|-------|-------|------------|-------------|---------|
| Materiali Muro: Mat. n.01        | Perm. Strutt. | Fav    | 198.25   | 1.00      | 198.25    | 0.00  | 1.86  | 1.78       | 0.00        | 368.89  |
| -sisma vertic.                   |               |        | 3.89     | 1.00      | 3.89      | 0.00  | 1.86  | 1.78       | 0.00        | 7.23    |
| -sisma orizz.                    |               |        | 7.77     | 1.00      | 0.00      | 7.77  | 1.86  | 1.78       | 13.80       | 0.00    |
| Terr. su muro: Area n.01         | Perm. Strutt. | Fav    | 276.36   | 1.00      | 276.36    | 0.00  | 3.10  | 3.47       | 0.00        | 857.62  |
| -sisma vertic.                   |               |        | 5.42     | 1.00      | 5.42      | 0.00  | 3.10  | 3.47       | 0.00        | 16.81   |
| -sisma orizz.                    |               |        | 10.83    | 1.00      | 0.00      | 10.83 | 3.10  | 3.47       | 37.56       | 0.00    |
| Sovracc. su muro:                | Variabile     | Fav    | 56.00    | 0.00      | 0.00      | 0.00  | 3.10  | 5.93       | 0.00        | 0.00    |
| -sisma vertic. su Sovracc        |               |        | 1.10     | 0.00      | 0.00      | 0.00  | 3.10  | 5.93       | 0.00        | 0.00    |
| -sisma orizz. su Sovracc         |               |        | 2.20     | 0.00      | 0.00      | 0.00  | 3.10  | 5.93       | 0.00        | 0.00    |
| Sp.Terr.Monte:Tratto n.01        | Perm. Strutt. | Sfav   | 26.91    | 1.00      | 11.52     | 24.32 | 4.50  | 0.48       | -40.04      | 0.00    |
| Sp.Terr.Monte:Tratto n.02        | Perm. Strutt. | Sfav   | 60.75    | 1.00      | 26.01     | 54.90 | 4.50  | 2.66       | 28.83       | 0.00    |
| RISULTANTE SUL PIANO FONDAZIONE: |               |        |          |           | 521.43    | 97.82 |       |            | 40.15       | 1250.55 |

## \*\*\* V E R I F I C H E \*\*\*

## COMBINAZIONE DI CARICO N. 5: Sisma Giu (M1+R3)

## Terreno di fondazione - Parametri geotecnici di calcolo:

|        |       |         |                                    |
|--------|-------|---------|------------------------------------|
| Gamma  | 20.00 | [kN/m3] | p.s. naturale                      |
| Gamma' | 20.00 | [kN/m3] | p.s. efficace (condizioni Drenate) |
| $\phi$ | 38.00 | [°]     | attrito di calcolo                 |
| c      | 0.00  | [kN/m2] | coesione di calcolo                |

## Terreno di fondazione - coeff. e Parametri di aderenza:

|          |       |         |                      |
|----------|-------|---------|----------------------|
| cf       | 0.67  | [-]     | aliquota attrito     |
| cc       | 0.67  | [-]     | aliquota coesione    |
| $\phi_a$ | 25.35 | [°]     | attrito al contatto  |
| ca       | 0.00  | [kN/m2] | coesione di aderenza |

## VERIFICA A SCORRIMENTO:

|                        |                         |                             |
|------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| Azione Orizzontale:    | Hed                     | 97.82 kN                    |
| Carico verticale:      | Ned                     | 521.43 kN                   |
| Resistenza attrito:    | Ra = Ned*tg( $\phi_a$ ) | 246.99 kN                   |
| Base Fondazione:       | B                       | 4.50 m                      |
| Resistenza coesione:   | Rc = ca * B             | 0.00 kN                     |
| Resistenza Totale:     | Rtot = Ra + Rc          | 246.99 kN                   |
| Coeffic. parziale:     | G_R                     | 1.00 (NTC18 - Tab.7.11.III) |
| Resistenza di Calcolo: | Hrd = Rtot/G_R          | 246.99 kN                   |
| Verifica:              | Hrd/Hed                 | 2.52 ---> ok!               |

## VERIFICA A RIBALTAMENTO:

Per la presente combinazione di carico (sismica) la verifica a ribaltamento non é significativa  
 Riferirsi alle combinazioni n. 8 e 9 'Sisma RIB'  
 per le quali le azioni sismiche sono maggiorate (Cap.7.11.6.2.1)

## VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:

|                       |  |                             |
|-----------------------|--|-----------------------------|
| Azione verticale      | Ned  | 521.43 kN                   |
| Azione orizzontale    | Hed  | 97.82 kN                    |
| Sovraccarico laterale | q  | 0.00 kPa                    |
| Eccentricita'         | e = B/2 - (Mstab-Mrib)/Ned                 | -0.07 m                     |
| Base efficace         | Beff = B - 2 e                             | 4.36 m                      |
| Fattore cap. port.    | Nq=exp(Pi*tg $\phi$ )*tg2(Pi/4+ $\phi$ /2) | 48.93                       |
| Fattore cap. port.    | Nc=(Nq-1)*cot $\phi$                       | 61.35                       |
| Fattore cap. port.    | Nq=2*(Nq+1)*tg $\phi$                      | 78.02                       |
| coeff.inclin.carico   | iq=[1-Hed/(Ned+Beff*c*cot $\phi$ )]^3      | 0.54                        |
| coeff.inclin.carico   | iq=[1-Hed/(Ned+Beff*c*cot $\phi$ )]^2      | 0.66                        |
| coeff.inclin.carico   | ic=iq-[1-iq]/(Nc*tg $\phi$ )               | 0.65                        |
| Inclin. P.C.<0)       | Omega                                      | 20.00                       |
| coeff.inclin.p.c.     | gq=[1-tg(Omega)]^2                         | 0.40                        |
| coeff.inclin.p.c.     | gg=gq                                      | 0.40                        |
| coeff.inclin.p.c.     | gc=gq-[1-gq]/(Nc*tg $\phi$ )               | 0.39                        |
| coeff. sismico        | kh=Ss*St*ag/g                              | 0.1032                      |
| coeff. sismico        | zc=1-0.32*kh                               | 0.97                        |
| coeff. sismico        | zq=(1-kh/tg $\phi$ )^0.35                  | 0.95                        |
| coeff. sismico        | zq=zq                                      | 0.95                        |
| pressione limite (1)  | qlim1=0.5*G'*Beff*Nq*ig*gg*zg              | 701.73 kN/m2                |
| pressione limite (2)  | qlim2=c*Nc*ic*gc*zc                        | 0.00 kN/m2                  |
| pressione limite (3)  | qlim3=q*Nq*iq*gg*zq                        | 0.00 kN/m2                  |
| pressione lim. Tot.   | qlim = qlim1 + qlim2 + qlim3               | 701.73 kN/m2                |
| Resistenza totale     | Qlim = qlim * Beff                         | 3057.75 kN                  |
| Coeffic. parziale     | G_R  | 1.20 (NTC18 - Tab.7.11.III) |
| Resistenza Calcolo    | Nrd = Qlim / G_R                           | 2548.12 kN                  |
| Verifica              | Nrd/Ned                                    | 4.89 ---> ok!               |

## CALCOLO TENSIONI SUL PIANO DI FONDAZIONE:

|   |                            |            |
|---|----------------------------|------------|
| Azione verticale                        | Ned                        | 521.43 kN  |
| Eccentricita'                           | e = B/2 - (Mstab-Mrib)/Ned | -0.07 m    |
| Momento                                 | M = Ned *  e               | 37.17 kNm  |
| Base Fondazione                         | B                          | 4.50 m     |
| e  <= B/6 (base interamente compressa): |                            |            |
| Tensione Max                            | s_max = Ned/B + 6 M /(B^2) | 126.89 kPa |
| Tensione min                            | s_min = Ned/B - 6 M /(B^2) | 104.86 kPa |



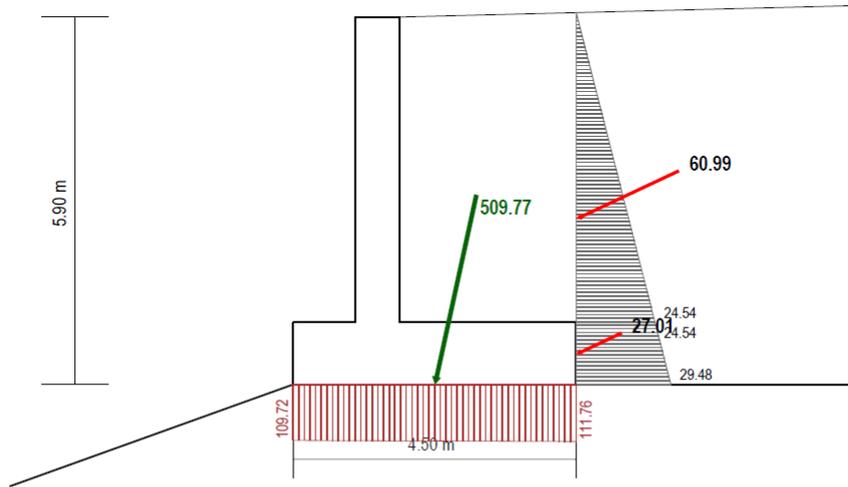
MB Muro Rev 3.03

**PONTE SUL FIUME OGLIO**  
MURO ANDATORE IN SPONDA SX  
SEZIONE TIPO 4-4

**COMBINAZIONE DI CARICO N. 8:**  
Sisma Su RIB (M1+R3)

**STRATI DI MONTE**

STRATO N.1  
G = 20.00 kN/m3  
 $\phi' = 38.00^\circ$   
 $c' = 0.00$  kN/m2



STRATO FONDAZIONE

G = 20.00 kN/m3  
 $\phi' = 38.00^\circ$   
 $c' = 0.00$  kN/m2

**RISULTATI DEL CALCOLO e VERIFICHE**

**VERIFICA A SCORRIMENTO:**

Per la presente combinazione di carico  
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)

**VERIFICA A RIBALTAMENTO:**

|                            |                   |                |
|----------------------------|-------------------|----------------|
| Momento Stabilizzante:     | Mstab             | 1190.45 kNm    |
| Coeffic. parziale:         | G R               | 1.00           |
| Resistenza a Ribaltamento: | $Mrd = Mstab/G_R$ | 1190.45 kNm    |
| Momento Ribaltante:        | Med               | 65.79 kNm      |
| Verifica:                  | $Mrd/Med$         | 18.10 ---> ok! |

**VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:**

Per la presente combinazione di carico  
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)



\*\*\* TENSIONI ATTIVE EFFICACI LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
PER LE SOLE VERIFICHE A RIBALTAMENTO IN CONDIZIONI SISMICHE (NTC18 - 7.11.6.2.1)

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
sig\_V = Tensione verticale efficace  
ka = coefficiente di spinta attiva  
sig\_a = Tensione attiva efficace  
sig\_a = sig\_V \* ka - 2 c Radq(ka)  
\*\* = Tratto parete sotto falda

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - SOLO TERRENO - (Coeff. parziali M1)

| Tratto n. | z [m] | Statiche    |        |             | Sisma Up    |        |             | Sisma Dw    |        |             |
|-----------|-------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|
|           |       | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] |
| 1         | 0.00  | 119.40      | 0.220  | 26.25       | 115.89      | 0.254  | 29.48       | 122.91      | 0.252  | 31.01       |
|           | 1.00  | 99.40       | 0.220  | 21.86       | 96.48       | 0.254  | 24.54       | 102.32      | 0.252  | 25.81       |
| 2         | 1.00  | 99.40       | 0.220  | 21.86       | 96.48       | 0.254  | 24.54       | 102.32      | 0.252  | 25.81       |
|           | 5.97  | 0.00        | 0.220  | 0.00        | 0.00        | 0.254  | 0.00        | 0.00        | 0.252  | 0.00        |

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - PER SOVRACCARICO - (Coeff. parziali M1)

| Tratto n. | z [m] | Statiche    |        |             | Sisma Up    |        |             | Sisma Dw    |        |             |
|-----------|-------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|
|           |       | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] |
| 1         | 0.00  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.41       | 0.254  | 4.94        | 20.59       | 0.252  | 5.19        |
|           | 1.00  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.41       | 0.254  | 4.94        | 20.59       | 0.252  | 5.19        |
| 2         | 1.00  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.41       | 0.254  | 4.94        | 20.59       | 0.252  | 5.19        |
|           | 5.97  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.41       | 0.254  | 4.94        | 20.59       | 0.252  | 5.19        |

\*\*\* PRESSIONI ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
PER LE SOLE VERIFICHE A RIBALTAMENTO IN CONDIZIONI SISMICHE (NTC18 - 7.11.6.2.1)

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
sig\_T = Componente di tensione efficace del Terreno  
Gamma\_G1 = Coeff. di combinazione  
sig\_Td = sig\_T \* Gamma\_G1 = Tensione di Calcolo del Terreno  
  
sig\_Q = Componente di tensione efficace per Sovraccarico  
Gamma\_Q = Coeff. di combinazione  
sig\_Qd = sig\_Q \* Gamma\_Q = Tensione di Calcolo per Sovracc.  
  
Sig\_eff = sig\_Td + sig\_Qd = Tensione Risultante efficace

COMBINAZIONE DI CARICO N. 8: Sisma Su RIB (M1+R3)

Coefficienti parziali di combinazione delle azioni:  
Spinta del terreno: Gamma\_G1 = 1.00 (Perm. Strutt. Sfav. )  
Spinta del sovracc.: Gamma\_Q = 0.00 (Variabile Sfav.)

| Tratto n. | z [m] | Sig_T [kPa] | Gamma_G1 [-] | Sig_Td [kPa] | Sig_Q [kPa] | Gamma_Q [-] | Sig_Qd [kPa] | Sig_eff [kPa] |
|-----------|-------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|---------------|
| 1         | 0.00  | 29.48       | 1.00         | 29.48        | 4.94        | 0.00        | 0.00         | 29.48         |
|           | 1.00  | 24.54       | 1.00         | 24.54        | 4.94        | 0.00        | 0.00         | 24.54         |
| 2         | 1.00  | 24.54       | 1.00         | 24.54        | 4.94        | 0.00        | 0.00         | 24.54         |
|           | 5.97  | 0.00        | 1.00         | 0.00         | 4.94        | 0.00        | 0.00         | 0.00          |

=====  
\*\*\* SPINTE ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
=====

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
Csi = Angolo inclinazione paramento (orario rispetto all'orizzontale)  
Delta = Angolo di attrito al contatto  
Alpha = Angolo inclinazione Spinta (antiorario rispetto all'orizzontale)  
F\_T = Valore complessivo di Spinta  
F\_x = Componente orizzontale di spinta (>0 verso sinistra - ribaltante)  
F\_y = Componente verticale di spinta (>0 verso il basso - stabilizz.)  
x\_P,y\_P = Coordinate x,y punto di applicazione

COMBINAZIONE DI CARICO N. 8: Sisma Su RIB (M1+R3)

| Tratto n. | da z [m] | a z [m] | Csi [°] | Delta [°] | Alpha [°] | F_T [kN] | F_x [kN] | F_y [kN] | x_P [m] | y_P [m] |
|-----------|----------|---------|---------|-----------|-----------|----------|----------|----------|---------|---------|
| 1         | 0.00     | 1.00    | 90.00   | 25.35     | 25.35     | 27.01    | 24.41    | 11.56    | 4.50    | 0.48    |
| 2         | 1.00     | 5.97    | 90.00   | 25.35     | 25.35     | 60.99    | 55.12    | 26.11    | 4.50    | 2.66    |

=====  
\*\*\* DETTAGLIO CALCOLO RISULTANTE SUL PIANO DI FONDAZIONE \*\*\*  
=====

Legenda:

F = valore dell'azione  
Coef = coefficiente di combinazione dell'azione  
F\_Vd = Componente Verticale di calcolo dell'azione  
F\_Hd = Componente Orizzont. di calcolo dell'azione  
x,y = coordinate punto di applicazione dell'azione  
Mrib = Momento ribaltante (rispetto estremo di valle fondazione)  
Mstab = Momento Stabilizzante

N.B. Le spinte del terreno sono già quelle di combinazione con quelle dell'eventuale sovraccarico (es. 1.3\*st + 1.5\*sq)

N.B. Le spinte idrostatiche sono già quelle di combinazione  
Le componenti verticali di spinta del terreno e dell'acqua sono legate a quelle orizzontali e, se rivolte verso il basso, riducono il momento ribaltante anzichè aumentare lo stabilizzante  
Eventuali forze e coppie esterne aggiuntive sono considerate Sfavorevoli se ribaltanti

COMBINAZIONE DI CARICO N. 8: Sisma Su RIB (M1+R3)

| Azione                           | Tipo Azione   | F [kN] | Coef [-] | F_Vd [kN] | F_Hd [kN] | x [m]  | y [m] | Mrib [kNm] | Mstab [kNm] |         |
|----------------------------------|---------------|--------|----------|-----------|-----------|--------|-------|------------|-------------|---------|
| Materiali Muro: Mat. n.01        | Perm. Strutt. | Fav    | 198.25   | 1.00      | 198.25    | 0.00   | 1.86  | 1.78       | 0.00        | 368.89  |
| -sisma vertic.                   |               |        | -5.83    | 1.00      | -5.83     | 0.00   | 1.86  | 1.78       | 0.00        | -10.85  |
| -sisma orizz.                    |               |        | 11.66    | 1.00      | 0.00      | 11.66  | 1.86  | 1.78       | 20.70       | 0.00    |
| Terr. su muro: Area n.01         | Perm. Strutt. | Fav    | 276.36   | 1.00      | 276.36    | 0.00   | 3.10  | 3.47       | 0.00        | 857.62  |
| -sisma vertic.                   |               |        | -8.12    | 1.00      | -8.12     | 0.00   | 3.10  | 3.47       | 0.00        | -25.21  |
| -sisma orizz.                    |               |        | 16.25    | 1.00      | 0.00      | 16.25  | 3.10  | 3.47       | 56.35       | 0.00    |
| Sovracc. su muro:                | Variabile     | Fav    | 56.00    | 0.00      | 0.00      | 0.00   | 3.10  | 5.93       | 0.00        | 0.00    |
| -sisma vertic. su Sovracc        |               |        | -1.65    | 0.00      | 0.00      | 0.00   | 3.10  | 5.93       | 0.00        | 0.00    |
| -sisma orizz. su Sovracc         |               |        | 3.29     | 0.00      | 0.00      | 0.00   | 3.10  | 5.93       | 0.00        | 0.00    |
| Sp.Terr.Monte:Tratto n.01        | Perm. Strutt. | Sfav   | 27.01    | 1.00      | 11.56     | 24.41  | 4.50  | 0.48       | -40.20      | 0.00    |
| Sp.Terr.Monte:Tratto n.02        | Perm. Strutt. | Sfav   | 60.99    | 1.00      | 26.11     | 55.12  | 4.50  | 2.66       | 28.94       | 0.00    |
| RISULTANTE SUL PIANO FONDAZIONE: |               |        |          |           | 498.32    | 107.43 |       |            | 65.79       | 1190.45 |

=====  
=====  
\*\*\* V E R I F I C H E \*\*\*  
=====  
=====

COMBINAZIONE DI CARICO N. 8: Sisma Su RIB (M1+R3)

-----  
Terreno di fondazione - Parametri geotecnici di calcolo:

|           |       |         |                                    |
|-----------|-------|---------|------------------------------------|
| Gamma     | 20.00 | [kN/m3] | p.s. naturale                      |
| Gamma'    | 20.00 | [kN/m3] | p.s. efficace (condizioni Drenate) |
| $\varphi$ | 38.00 | [°]     | attrito di calcolo                 |
| c         | 0.00  | [kN/m2] | coesione di calcolo                |

-----  
Terreno di fondazione - coeff. e Parametri di aderenza:

|             |       |         |                      |
|-------------|-------|---------|----------------------|
| cf          | 0.67  | [-]     | aliquota attrito     |
| cc          | 0.67  | [-]     | aliquota coesione    |
| $\varphi_a$ | 25.35 | [°]     | attrito al contatto  |
| ca          | 0.00  | [kN/m2] | coesione di aderenza |

-----  
VERIFICA A SCORRIMENTO:

-----  
Per la presente combinazione di carico  
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)

-----  
VERIFICA A RIBALTAMENTO:

|                            |                 |                             |
|----------------------------|-----------------|-----------------------------|
| Momento Stabilizzante:     | Mstab           | 1190.45 kNm                 |
| Coeffic. parziale:         | G_R             | 1.00 (NTC18 - Tab.7.11.III) |
| Resistenza a Ribaltamento: | Mrd = Mstab/G_R | 1190.45 kNm                 |
| Momento Ribaltante:        | Med             | 65.79 kNm                   |
| Verifica:                  | Mrd/Med         | 18.10 ----> ok!             |

-----  
VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:

-----  
Per la presente combinazione di carico  
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)



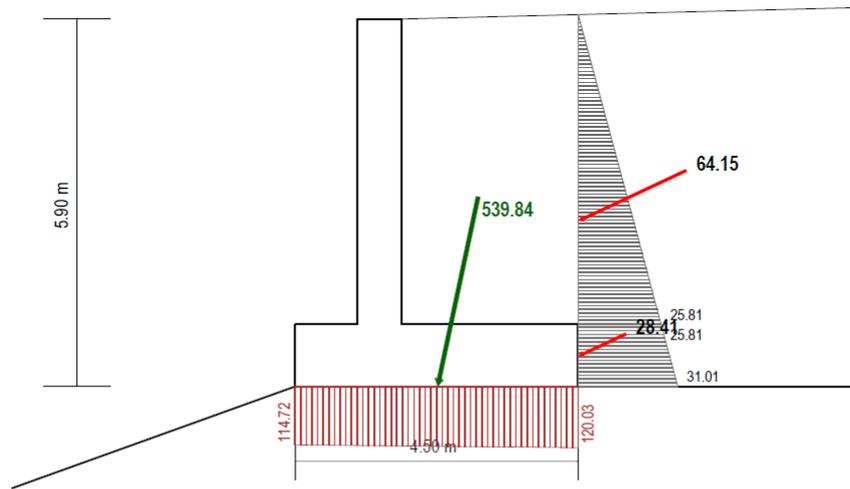
MB Muro Rev 3.03

**PONTE SUL FIUME OGLIO**  
MURO ANDATORE IN SPONDA SX  
SEZIONE TIPO 4-4

**COMBINAZIONE DI CARICO N. 9:**  
Sisma Giu RIB (M1+R3)

**STRATI DI MONTE**

STRATO N.1  
G = 20.00 kN/m3  
 $\phi' = 38.00^\circ$   
 $c' = 0.00$  kN/m2



STRATO FONDAZIONE

G = 20.00 kN/m3  
 $\phi' = 38.00^\circ$   
 $c' = 0.00$  kN/m2

**RISULTATI DEL CALCOLO e VERIFICHE**

**VERIFICA A SCORRIMENTO:**

Per la presente combinazione di carico  
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)

**VERIFICA A RIBALTAMENTO:**

|                            |                 |                |
|----------------------------|-----------------|----------------|
| Momento Stabilizzante:     | Mstab           | 1262.57 kNm    |
| Coeffic. parziale:         | G R             | 1.00           |
| Resistenza a Ribaltamento: | Mrd = Mstab/G_R | 1262.57 kNm    |
| Momento Ribaltante:        | Med             | 65.20 kNm      |
| Verifica:                  | Mrd/Med         | 19.36 ---> ok! |

**VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:**

Per la presente combinazione di carico  
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)



\*\*\* TENSIONI ATTIVE EFFICACI LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
PER LE SOLE VERIFICHE A RIBALTAMENTO IN CONDIZIONI SISMICHE (NTC18 - 7.11.6.2.1)

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
sig\_V = Tensione verticale efficace  
ka = coefficiente di spinta attiva  
sig\_a = Tensione attiva efficace  
sig\_a = sig\_V \* ka - 2 c Radq(ka)  
\*\* = Tratto parete sotto falda

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - SOLO TERRENO - (Coeff. parziali M1)

| Tratto n. | z [m] | Statiche    |        |             | Sisma Up    |        |             | Sisma Dw    |        |             |
|-----------|-------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|
|           |       | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] |
| 1         | 0.00  | 119.40      | 0.220  | 26.25       | 115.89      | 0.254  | 29.48       | 122.91      | 0.252  | 31.01       |
|           | 1.00  | 99.40       | 0.220  | 21.86       | 96.48       | 0.254  | 24.54       | 102.32      | 0.252  | 25.81       |
| 2         | 1.00  | 99.40       | 0.220  | 21.86       | 96.48       | 0.254  | 24.54       | 102.32      | 0.252  | 25.81       |
|           | 5.97  | 0.00        | 0.220  | 0.00        | 0.00        | 0.254  | 0.00        | 0.00        | 0.252  | 0.00        |

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - PER SOVRACCARICO - (Coeff. parziali M1)

| Tratto n. | z [m] | Statiche    |        |             | Sisma Up    |        |             | Sisma Dw    |        |             |
|-----------|-------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|
|           |       | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] |
| 1         | 0.00  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.41       | 0.254  | 4.94        | 20.59       | 0.252  | 5.19        |
|           | 1.00  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.41       | 0.254  | 4.94        | 20.59       | 0.252  | 5.19        |
| 2         | 1.00  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.41       | 0.254  | 4.94        | 20.59       | 0.252  | 5.19        |
|           | 5.97  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.41       | 0.254  | 4.94        | 20.59       | 0.252  | 5.19        |

\*\*\* PRESSIONI ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
PER LE SOLE VERIFICHE A RIBALTAMENTO IN CONDIZIONI SISMICHE (NTC18 - 7.11.6.2.1)

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
sig\_T = Componente di tensione efficace del Terreno  
Gamma\_G1 = Coeff. di combinazione  
sig\_Td = sig\_T \* Gamma\_G1 = Tensione di Calcolo del Terreno  
  
sig\_Q = Componente di tensione efficace per Sovraccarico  
Gamma\_Q = Coeff. di combinazione  
sig\_Qd = sig\_Q \* Gamma\_Q = Tensione di Calcolo per Sovracc.  
  
Sig\_eff = sig\_Td + sig\_Qd = Tensione Risultante efficace

COMBINAZIONE DI CARICO N. 9: Sisma Giu RIB (M1+R3)

Coefficienti parziali di combinazione delle azioni:  
Spinta del terreno: Gamma\_G1 = 1.00 (Perm. Strutt. Sfav. )  
Spinta del sovracc.: Gamma\_Q = 0.00 (Variabile Sfav.)

| Tratto n. | z [m] | Sig_T [kPa] | Gamma_G1 [-] | Sig_Td [kPa] | Sig_Q [kPa] | Gamma_Q [-] | Sig_Qd [kPa] | Sig_eff [kPa] |
|-----------|-------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|---------------|
| 1         | 0.00  | 31.01       | 1.00         | 31.01        | 5.19        | 0.00        | 0.00         | 31.01         |
|           | 1.00  | 25.81       | 1.00         | 25.81        | 5.19        | 0.00        | 0.00         | 25.81         |
| 2         | 1.00  | 25.81       | 1.00         | 25.81        | 5.19        | 0.00        | 0.00         | 25.81         |
|           | 5.97  | 0.00        | 1.00         | 0.00         | 5.19        | 0.00        | 0.00         | 0.00          |

=====  
\*\*\* SPINTE ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
=====

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
Csi = Angolo inclinazione paramento (orario rispetto all'orizzontale)  
Delta = Angolo di attrito al contatto  
Alpha = Angolo inclinazione Spinta (antiorario rispetto all'orizzontale)  
F\_T = Valore complessivo di Spinta  
F\_x = Componente orizzontale di spinta (>0 verso sinistra - ribaltante)  
F\_y = Componente verticale di spinta (>0 verso il basso - stabilizz.)  
x\_P,y\_P = Coordinate x,y punto di applicazione

COMBINAZIONE DI CARICO N. 9: Sisma Giu RIB (M1+R3)

| Tratto n. | da z [m] | a z [m] | Csi [°] | Delta [°] | Alpha [°] | F_T [kN] | F_x [kN] | F_y [kN] | x_P [m] | y_P [m] |
|-----------|----------|---------|---------|-----------|-----------|----------|----------|----------|---------|---------|
| 1         | 0.00     | 1.00    | 90.00   | 25.35     | 25.35     | 28.41    | 25.68    | 12.16    | 4.50    | 0.48    |
| 2         | 1.00     | 5.97    | 90.00   | 25.35     | 25.35     | 64.15    | 57.97    | 27.46    | 4.50    | 2.66    |

=====  
\*\*\* DETTAGLIO CALCOLO RISULTANTE SUL PIANO DI FONDAZIONE \*\*\*  
=====

Legenda:

F = valore dell'azione  
Coef = coefficiente di combinazione dell'azione  
F\_Vd = Componente Verticale di calcolo dell'azione  
F\_Hd = Componente Orizzont. di calcolo dell'azione  
x,y = coordinate punto di applicazione dell'azione  
Mrib = Momento ribaltante (rispetto estremo di valle fondazione)  
Mstab = Momento Stabilizzante

N.B. Le spinte del terreno sono già quelle di combinazione con quelle dell'eventuale sovraccarico (es. 1.3\*st + 1.5\*sq)

N.B. Le spinte idrostatiche sono già quelle di combinazione  
Le componenti verticali di spinta del terreno e dell'acqua sono legate a quelle orizzontali e, se rivolte verso il basso, riducono il momento ribaltante anzichè aumentare lo stabilizzante  
Eventuali forze e coppie esterne aggiuntive sono considerate Sfavorevoli se ribaltanti

COMBINAZIONE DI CARICO N. 9: Sisma Giu RIB (M1+R3)

| Azione                           | Tipo Azione   | F [kN] | Coef [-] | F_Vd [kN] | F_Hd [kN] | x [m] | y [m] | Mrib [kNm] | Mstab [kNm] |      |
|----------------------------------|---------------|--------|----------|-----------|-----------|-------|-------|------------|-------------|------|
| Materiali Muro: Mat. n.01        | Perm. Strutt. | Fav    | 1.00     | 198.25    | 0.00      | 1.86  | 1.78  | 0.00       | 368.89      |      |
| -sisma vertic.                   |               |        | 1.00     | 5.83      | 0.00      | 1.86  | 1.78  | 0.00       | 10.85       |      |
| -sisma orizz.                    |               |        | 1.00     | 0.00      | 11.66     | 1.86  | 1.78  | 20.70      | 0.00        |      |
| Terr. su muro: Area n.01         | Perm. Strutt. | Fav    | 1.00     | 276.36    | 0.00      | 3.10  | 3.47  | 0.00       | 857.62      |      |
| -sisma vertic.                   |               |        | 1.00     | 8.12      | 0.00      | 3.10  | 3.47  | 0.00       | 25.21       |      |
| -sisma orizz.                    |               |        | 1.00     | 0.00      | 16.25     | 3.10  | 3.47  | 56.35      | 0.00        |      |
| Sovracc. su muro:                | Variabile     | Fav    | 0.00     | 0.00      | 0.00      | 3.10  | 5.93  | 0.00       | 0.00        |      |
| -sisma vertic. su Sovracc        |               |        | 0.00     | 0.00      | 0.00      | 3.10  | 5.93  | 0.00       | 0.00        |      |
| -sisma orizz. su Sovracc         |               |        | 0.00     | 0.00      | 0.00      | 3.10  | 5.93  | 0.00       | 0.00        |      |
| Sp.Terr.Monte:Tratto n.01        | Perm. Strutt. | Sfav   | 1.00     | 28.41     | 12.16     | 25.68 | 4.50  | 0.48       | -42.28      | 0.00 |
| Sp.Terr.Monte:Tratto n.02        | Perm. Strutt. | Sfav   | 1.00     | 64.15     | 27.46     | 57.97 | 4.50  | 2.66       | 30.44       | 0.00 |
| RISULTANTE SUL PIANO FONDAZIONE: |               |        |          | 528.18    | 111.56    |       |       | 65.20      | 1262.57     |      |

=====  
=====  
\*\*\* V E R I F I C H E \*\*\*  
=====  
=====

COMBINAZIONE DI CARICO N. 9: Sisma Giu RIB (M1+R3)

-----  
Terreno di fondazione - Parametri geotecnici di calcolo:

|           |       |         |                                    |
|-----------|-------|---------|------------------------------------|
| Gamma     | 20.00 | [kN/m3] | p.s. naturale                      |
| Gamma'    | 20.00 | [kN/m3] | p.s. efficace (condizioni Drenate) |
| $\varphi$ | 38.00 | [°]     | attrito di calcolo                 |
| c         | 0.00  | [kN/m2] | coesione di calcolo                |

-----  
Terreno di fondazione - coeff. e Parametri di aderenza:

|             |       |         |                      |
|-------------|-------|---------|----------------------|
| cf          | 0.67  | [-]     | aliquota attrito     |
| cc          | 0.67  | [-]     | aliquota coesione    |
| $\varphi_a$ | 25.35 | [°]     | attrito al contatto  |
| ca          | 0.00  | [kN/m2] | coesione di aderenza |

-----  
VERIFICA A SCORRIMENTO:

-----  
Per la presente combinazione di carico  
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)

-----  
VERIFICA A RIBALTAMENTO:

|                            |                 |                             |
|----------------------------|-----------------|-----------------------------|
| Momento Stabilizzante:     | Mstab           | 1262.57 kNm                 |
| Coeffic. parziale:         | G_R             | 1.00 (NTC18 - Tab.7.11.III) |
| Resistenza a Ribaltamento: | Mrd = Mstab/G_R | 1262.57 kNm                 |
| Momento Ribaltante:        | Med             | 65.20 kNm                   |
| Verifica:                  | Mrd/Med         | 19.36 ----> ok!             |

-----  
VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:

-----  
Per la presente combinazione di carico  
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)



**ALLEGATO N. 1.5**  
**SEZIONE TIPO 5**  
**VERIFICHE DI STABILITA' LOCALE**



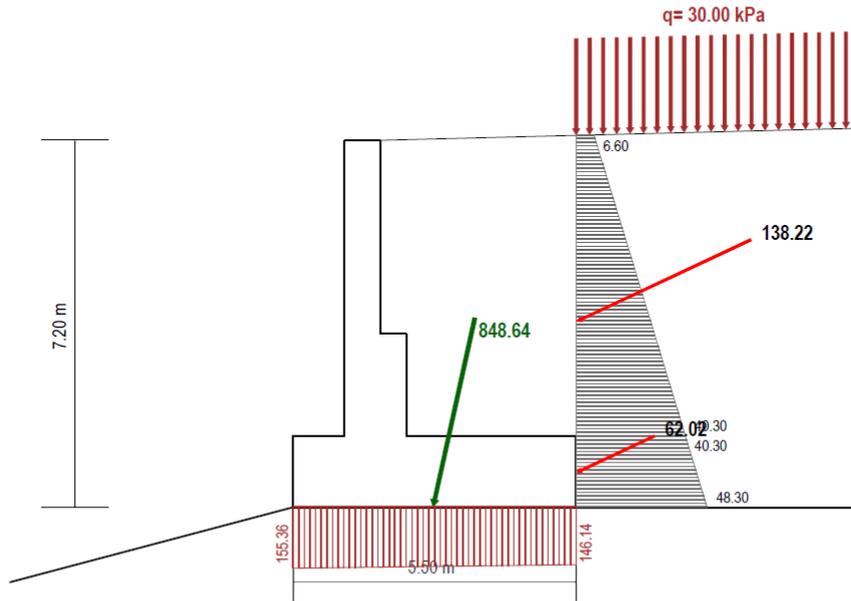
MB Muro Rev 3.03

**PONTE SUL FIUME OGLIO**  
**MURO ANDATORE IN SPONDA SX**  
**SEZIONE TIPO 5-5**

**COMBINAZIONE DI CARICO N. 1:**  
**Statica (A1+M1+R3)**

**STRATI DI MONTE**

STRATO N.1  
G = 20.00 kN/m3  
e' = 38.00 °  
c' = 0.00 kN/m2



**STRATO FONDAZIONE**

G = 20.00 kN/m3  
e' = 38.00 °  
c' = 0.00 kN/m2

**RISULTATI DEL CALCOLO e VERIFICHE**

**VERIFICA A SCORRIMENTO:**

|                        |                 |               |
|------------------------|-----------------|---------------|
| Azione Orizzontale:    | Hed             | 180.96 kN     |
| Carico verticale:      | Ned             | 829.12 kN     |
| Resistenza attrito:    | Ra = Ned*tg(φa) | 392.74 kN     |
| Base Fondazione:       | B               | 5.50 m        |
| Resistenza coesione:   | Rc = ca * B     | 0.00 kN       |
| Resistenza Totale:     | Rtot = Ra + Rc  | 392.74 kN     |
| Coeffic. parziale:     | G_R             | 1.10          |
| Resistenza di Calcolo: | Hrd = Rtot/G_R  | 357.04 kN     |
| Verifica:              | Hrd/Hed         | 1.97 ---> ok! |

**VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:**

|                       |                                 |               |
|-----------------------|---------------------------------|---------------|
| Azione verticale      | Ned                             | 829.12 kN     |
| Azione orizzontale    | Hed                             | 180.96 kN     |
| Sovraccarico laterale | q                               | 0.00 kPa      |
| Eccentricita'         | e = B/2 - (Mstab-Mrib)/Ned      | 0.03 m        |
| Base efficace         | Beff = B - 2 e                  | 5.44 m        |
| Fattore cap. port.    | Nq=exp(Pi*tgφ)*tg2(Pi/4+φ/2)    | 48.93         |
| Fattore cap. port.    | Nc=(Nq-1)*cotφ                  | 61.35         |
| Fattore cap. port.    | Nq=2*(Nq+1)*tgφ                 | 78.02         |
| coeff. inclin. carico | iq=[1-Hed/(Ned+Beff*c'*cotφ)]^3 | 0.48          |
| coeff. inclin. carico | iq=[1-Hed/(Ned+Beff*c'*cotφ)]^2 | 0.61          |
| coeff. inclin. carico | ic=iq - [(1-iq)/(Nc*tgφ)]       | 0.60          |
| Inclin. P.C. (<0)     | Omega                           | 15.00         |
| coeff. inclin. p.c.   | gg=[1-tg(Omega)]^2              | 0.54          |
| coeff. inclin. p.c.   | gg=gg                           | 0.54          |
| coeff. inclin. p.c.   | gc=gg - [(1-gg)/(Nc*tgφ)]       | 0.53          |
| coeff. sismico        | kh=Ss*St*ag/g                   | 0.00          |
| coeff. sismico        | zc=1-0.32*kh                    | 1.00          |
| coeff. sismico        | zq=(1-kh/tgφ)^0.35              | 1.00          |
| coeff. sismico        | zg=zq                           | 1.00          |
| pressione limite (1)  | qlim1=0.5*G'*Beff*Nq*ig*gg*zg   | 1087.47 kN/m2 |
| pressione limite (2)  | qlim2=c*Nc*ic*gc*zc             | 0.00 kN/m2    |
| pressione limite (3)  | qlim3=q*Nq*ig*gg*zg             | 0.00 kN/m2    |
| pressione lim. Tot.   | qlim = qlim1 + qlim2 + qlim3    | 1087.47 kN/m2 |
| Resistenza totale     | Qlim = qlim * Beff              | 5920.08 kN    |
| Coeffic. parziale     | G_R                             | 1.40          |
| Resistenza Calcolo    | Nrd = Qlim / G_R                | 4228.63 kN    |
| Verifica              | Nrd/Ned                         | 5.10 ---> ok! |

**VERIFICA A RIBALTAMENTO:**

|                            |                 |                |
|----------------------------|-----------------|----------------|
| Momento Stabilizzante:     | Mstab           | 2278.29 kNm    |
| Coeffic. parziale:         | G_R             | 1.15           |
| Resistenza a Ribaltamento: | Mrd = Mstab/G_R | 1981.12 kNm    |
| Momento Ribaltante:        | Med             | 21.46 kNm      |
| Verifica:                  | Mrd/Med         | 92.34 ---> ok! |



\*\*\* TENSIONI ATTIVE EFFICACI LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
( MONONOBE - OKABE )

-----  
Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
sig\_V = Tensione verticale efficace  
ka = coefficiente di spinta attiva  
sig\_a = Tensione attiva efficace  
sig\_a = sig\_V \* ka - 2 c Radq(ka)  
\*\* = Tratto parete sotto falda

=====

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - SOLO TERRENO - (Coeff. parziali M1)

-----

| Tratto n. | z [m] | Statiche    |        |             | Sisma Up    |        |             | Sisma Dw    |        |             |
|-----------|-------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|
|           |       | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] |
| 1         | 0.00  | 145.90      | 0.220  | 32.08       | 143.04      | 0.242  | 34.63       | 148.76      | 0.241  | 35.88       |
|           | 1.40  | 117.90      | 0.220  | 25.92       | 115.59      | 0.242  | 27.99       | 120.21      | 0.241  | 29.00       |
| 2         | 1.40  | 117.90      | 0.220  | 25.92       | 115.59      | 0.242  | 27.99       | 120.21      | 0.241  | 29.00       |
|           | 7.29  | 0.00        | 0.220  | 0.00        | 0.00        | 0.242  | 0.00        | 0.00        | 0.241  | 0.00        |

=====

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - PER SOVRACCARICO - (Coeff. parziali M1)

-----

| Tratto n. | z [m] | Statiche    |        |             | Sisma Up    |        |             | Sisma Dw    |        |             |
|-----------|-------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|
|           |       | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] |
| 1         | 0.00  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |
|           | 1.40  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |
| 2         | 1.40  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |
|           | 7.29  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |

=====

\*\*\* PRESSIONI ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*

=====

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
sig\_T = Componente di tensione efficace del Terreno  
Gamma\_G1 = Coeff. di combinazione  
sig\_Td = sig\_T \* Gamma\_G1 = Tensione di Calcolo del Terreno  
  
sig\_Q = Componente di tensione efficace per Sovraccarico  
Gamma\_Q = Coeff. di combinazione  
sig\_Qd = sig\_Q \* Gamma\_Q = Tensione di Calcolo per Sovracc.  
  
Sig\_eff = sig\_Td + sig\_Qd = Tensione Risultante efficace

=====

COMBINAZIONE DI CARICO N. 1: Statica (A1 +M1+R3)

=====

Coefficienti parziali di combinazione delle azioni:  
Spinta del terreno: Gamma\_G1 = 1.30 (Perm. Strutt. Sfav. )  
Spinta del sovracc.: Gamma\_Q = 1.50 (Variabile Sfav.)

| Tratto n. | z [m] | Sig_T [kPa] | Gamma_G1 [-] | Sig_Td [kPa] | Sig_Q [kPa] | Gamma_Q [-] | Sig_Qd [kPa] | Sig_eff [kPa] |
|-----------|-------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|---------------|
| 1         | 0.00  | 32.08       | 1.30         | 41.70        | 4.40        | 1.50        | 6.60         | 48.30         |
|           | 1.40  | 25.92       | 1.30         | 33.70        | 4.40        | 1.50        | 6.60         | 40.30         |
| 2         | 1.40  | 25.92       | 1.30         | 33.70        | 4.40        | 1.50        | 6.60         | 40.30         |
|           | 7.29  | 0.00        | 1.30         | 0.00         | 4.40        | 1.50        | 6.60         | 6.60          |

-----

=====  
\*\*\* SPINTE ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
=====

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
Csi = Angolo inclinazione paramento (orario rispetto all'orizzontale)  
Delta = Angolo di attrito al contatto  
Alpha = Angolo inclinazione Spinta (antiorario rispetto all'orizzontale)  
F\_T = Valore complessivo di Spinta  
F\_x = Componente orizzontale di spinta (>0 verso sinistra - ribaltante)  
F\_y = Componente verticale di spinta (>0 verso il basso - stabilizz.)  
x\_P,y\_P = Coordinate x,y punto di applicazione

COMBINAZIONE DI CARICO N. 1: Statica (A1 +M1+R3)

| Tratto n. | da z [m] | a z [m] | Csi [°] | Delta [°] | Alpha [°] | F_T [kN] | F_x [kN] | F_y [kN] | x_P [m] | y_P [m] |
|-----------|----------|---------|---------|-----------|-----------|----------|----------|----------|---------|---------|
| 1         | 0.00     | 1.40    | 90.00   | 25.35     | 25.35     | 62.02    | 56.05    | 26.55    | 5.50    | 0.68    |
| 2         | 1.40     | 7.29    | 90.00   | 25.35     | 25.35     | 138.22   | 124.91   | 59.17    | 5.50    | 3.64    |

=====  
\*\*\* DETTAGLIO CALCOLO RISULTANTE SUL PIANO DI FONDAZIONE \*\*\*  
=====

Legenda:

F = valore dell'azione  
Coef = coefficiente di combinazione dell'azione  
F\_Vd = Componente Verticale di calcolo dell'azione  
F\_Hd = Componente Orizzont. di calcolo dell'azione  
x,y = coordinate punto di applicazione dell'azione  
Mrib = Momento ribaltante (rispetto estremo di valle fondazione)  
Mstab = Momento Stabilizzante

N.B. Le spinte del terreno sono già quelle di combinazione con quelle dell'eventuale sovraccarico (es. 1.3\*st + 1.5\*sq)

N.B. Le spinte idrostatiche sono già quelle di combinazione  
Le componenti verticali di spinta del terreno e dell'acqua sono legate a quelle orizzontali e, se rivolte verso il basso, riducono il momento ribaltante anzichè aumentare lo stabilizzante  
Eventuali forze e coppie esterne aggiuntive sono considerate Sfavorevoli se ribaltanti

COMBINAZIONE DI CARICO N. 1: Statica (A1 +M1+R3)

| Azione                           | Tipo Azione   | F [kN] | Coef [-] | F_Vd [kN] | F_Hd [kN] | x [m] | y [m] | Mrib [kNm] | Mstab [kNm] |
|----------------------------------|---------------|--------|----------|-----------|-----------|-------|-------|------------|-------------|
| Materiali Muro: Mat. n.01        | Perm. Strutt. | Fav    | 1.00     | 319.00    | 0.00      | 2.24  | 1.98  | 0.00       | 715.15      |
| Terr. su muro: Area n.01         | Perm. Strutt. | Fav    | 1.00     | 132.00    | 0.00      | 3.85  | 2.40  | 0.00       | 508.20      |
| Terr. su muro: Area n.02         | Perm. Strutt. | Fav    | 1.00     | 292.40    | 0.00      | 3.61  | 5.32  | 0.00       | 1054.94     |
| Sovracc. su muro:                | Variabile     | Fav    | 0.00     | 0.00      | 0.00      | 3.60  | 7.25  | 0.00       | 0.00        |
| Sp.Terr.Monte:Tratto n.01        | Perm. Strutt. | Sfav   | 1.00     | 26.55     | 56.05     | 5.50  | 0.68  | -107.97    | 0.00        |
| Sp.Terr.Monte:Tratto n.02        | Perm. Strutt. | Sfav   | 1.00     | 59.17     | 124.91    | 5.50  | 3.64  | 129.42     | 0.00        |
| RISULTANTE SUL PIANO FONDAZIONE: |               |        |          | 829.12    | 180.96    |       |       | 21.46      | 2278.29     |

## \*\*\* V E R I F I C H E \*\*\*

## COMBINAZIONE DI CARICO N. 1: Statica (A1 +M1+R3)

## Terreno di fondazione - Parametri geotecnici di calcolo:

|        |       |         |                                    |
|--------|-------|---------|------------------------------------|
| Gamma  | 20.00 | [kN/m3] | p.s. naturale                      |
| Gamma' | 20.00 | [kN/m3] | p.s. efficace (condizioni Drenate) |
| $\phi$ | 38.00 | [°]     | attrito di calcolo                 |
| c      | 0.00  | [kN/m2] | coesione di calcolo                |

## Terreno di fondazione - coeff. e Parametri di aderenza:

|          |       |         |                      |
|----------|-------|---------|----------------------|
| cf       | 0.67  | [-]     | aliquota attrito     |
| cc       | 0.67  | [-]     | aliquota coesione    |
| $\phi_a$ | 25.35 | [°]     | attrito al contatto  |
| ca       | 0.00  | [kN/m2] | coesione di aderenza |

## VERIFICA A SCORRIMENTO:

|                        |                          |                           |
|------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Azione Orizzontale:    | Hed                      | 180.96 kN                 |
| Carico verticale:      | Ned                      | 829.12 kN                 |
| Resistenza attrito:    | $R_a = Ned * tg(\phi_a)$ | 392.74 kN                 |
| Base Fondazione:       | B                        | 5.50 m                    |
| Resistenza coesione:   | $R_c = ca * B$           | 0.00 kN                   |
| Resistenza Totale:     | $R_{tot} = R_a + R_c$    | 392.74 kN                 |
| Coeffic. parziale:     | $G_R$                    | 1.10 (NTC18 - Tab. 6.5.I) |
| Resistenza di Calcolo: | $H_{rd} = R_{tot} / G_R$ | 357.04 kN                 |
| Verifica:              | $H_{rd} / Hed$           | 1.97 ---> ok!             |

## VERIFICA A RIBALTAMENTO:

|                            |                           |                           |
|----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Momento Stabilizzante:     | Mstab                     | 2278.29 kNm               |
| Coeffic. parziale:         | $G_R$                     | 1.15 (NTC18 - Tab. 6.5.I) |
| Resistenza a Ribaltamento: | $M_{rd} = M_{stab} / G_R$ | 1981.12 kNm               |
| Momento Ribaltante:        | Med                       | 21.46 kNm                 |
| Verifica:                  | $M_{rd} / Med$            | 92.34 ---> ok!            |

## VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:

|                       |   |                           |
|-----------------------|---|---------------------------|
| Azione verticale      | Ned   | 829.12 kN                 |
| Azione orizzontale    | Hed   | 180.96 kN                 |
| Sovraccarico laterale | q   | 0.00 kPa                  |
| Eccentricita'         | $e = B/2 - (M_{stab} - M_{rib}) / Ned$                  | 0.03 m                    |
| Base efficace         | $B_{eff} = B - 2 e $                                    | 5.44 m                    |
| Fattore cap. port.    | $N_q = \exp(Pi * tg\phi) * tg^2(Pi/4 + \phi/2)$         | 48.93                     |
| Fattore cap. port.    | $N_c = (N_q - 1) * cot\phi$                             | 61.35                     |
| Fattore cap. port.    | $N_g = 2 * (N_q + 1) * tg\phi$                          | 78.02                     |
| coeff. inclin. carico | $i_g = [1 - Hed / (Ned + B_{eff} * c * cot\phi)]^3$     | 0.48                      |
| coeff. inclin. carico | $i_q = [1 - Hed / (Ned + B_{eff} * c * cot\phi)]^2$     | 0.61                      |
| coeff. inclin. carico | $i_c = i_q - [(1 - i_q) / (N_c * tg\phi)]$              | 0.60                      |
| Inclin. P.C. (<0)     | Omega   | 15.00                     |
| coeff. inclin. p.c.   | $g_q = [1 - tg(Omega)]^2$                               | 0.54                      |
| coeff. inclin. p.c.   | $g_g = g_q$   | 0.54                      |
| coeff. inclin. p.c.   | $g_c = g_q - [(1 - g_q) / (N_c * tg\phi)]$              | 0.53                      |
| coeff. sismico        | $k_h = S_s * S_t * a_g / g$                             | 0.0000                    |
| coeff. sismico        | $z_c = 1 - 0.32 * k_h$                                  | 1.00                      |
| coeff. sismico        | $z_q = (1 - k_h / tg\phi)^{0.35}$                       | 1.00                      |
| coeff. sismico        | $z_g = z_q$   | 1.00                      |
| pressione limite (1)  | $q_{lim1} = 0.5 * G' * B_{eff} * N_g * i_g * g_g * z_g$ | 1087.47 kN/m2             |
| pressione limite (2)  | $q_{lim2} = c * N_c * i_c * g_c * z_c$                  | 0.00 kN/m2                |
| pressione limite (3)  | $q_{lim3} = q * N_q * i_q * g_q * z_q$                  | 0.00 kN/m2                |
| pressione lim. Tot.   | $q_{lim} = q_{lim1} + q_{lim2} + q_{lim3}$              | 1087.47 kN/m2             |
| Resistenza totale     | $Q_{lim} = q_{lim} * B_{eff}$                           | 5920.08 kN                |
| Coeffic. parziale     | $G_R$   | 1.40 (NTC18 - Tab. 6.5.I) |
| Resistenza Calcolo    | $N_{rd} = Q_{lim} / G_R$                                | 4228.63 kN                |
| Verifica              | $N_{rd} / Ned$  | 5.10 ---> ok!             |

## CALCOLO TENSIONI SUL PIANO DI FONDAZIONE:

|   |  |            |
|---|--|------------|
| Azione verticale                        | Ned                                    | 829.12 kN  |
| Eccentricita'                           | $e = B/2 - (M_{stab} - M_{rib}) / Ned$ | 0.03 m     |
| Momento                                 | $M = Ned *  e $                        | 23.25 kNm  |
| Base Fondazione                         | B                                      | 5.50 m     |
| e  <= B/6 (base interamente compressa): |  |            |
| Tensione Max                            | $s_{max} = Ned/B + 6 M  / (B^2)$       | 155.36 kPa |
| Tensione min                            | $s_{min} = Ned/B - 6 M  / (B^2)$       | 146.14 kPa |



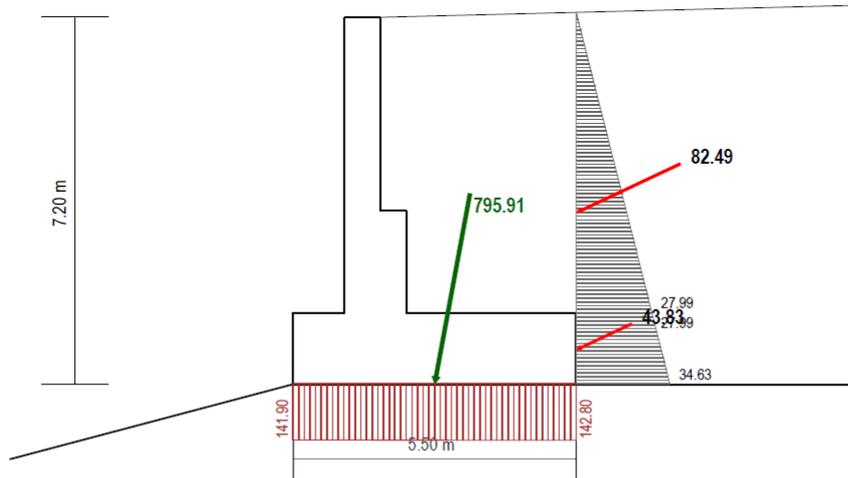
MB Muro Rev 3.03

**PONTE SUL FIUME OGLIO**  
**MURO ANDATORE IN SPONDA SX**  
**SEZIONE TIPO 5-5**

**COMBINAZIONE DI CARICO N. 4:**  
**Sisma Su (M1+R3)**

**STRATI DI MONTE**

STRATON.1  
G = 20.00 kN/m3  
φ' = 38.00 °  
c' = 0.00 kN/m2



**STRATO FONDAZIONE**

G = 20.00 kN/m3  
φ' = 38.00 °  
c' = 0.00 kN/m2

**RISULTATI DEL CALCOLO e VERIFICHE**

**VERIFICA A SCORRIMENTO:**

|                        |                 |               |
|------------------------|-----------------|---------------|
| Azione Orizzontale:    | Hed             | 143.30 kN     |
| Carico verticale:      | Ned             | 782.91 kN     |
| Resistenza attrito:    | Ra = Ned*tg(φa) | 370.85 kN     |
| Base Fondazione:       | B               | 5.50 m        |
| Resistenza coesione:   | Rc = ca * B     | 0.00 kN       |
| Resistenza Totale:     | Rtot = Ra + Rc  | 370.85 kN     |
| Coeffic. parziale:     | G_R             | 1.00          |
| Resistenza di Calcolo: | Hrd = Rtot/G_R  | 370.85 kN     |
| Verifica:              | Hrd/Hed         | 2.59 ---> ok! |

**VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:**

|                       |                                |               |
|-----------------------|--------------------------------|---------------|
| Azione verticale      | Ned                            | 782.91 kN     |
| Azione orizzontale    | Hed                            | 143.30 kN     |
| Sovraccarico laterale | q                              | 0.00 kPa      |
| Eccentricita'         | e = B/2 - (Mstab-Mrib)/Ned     | 0.00 m        |
| Base efficace         | Beff = B - 2 e                 | 5.49 m        |
| Fattore cap. port.    | Nq=exp(Pi*tgφ)*tg2(Pi/4+φ/2)   | 48.93         |
| Fattore cap. port.    | Nc=(Nq-1)*cotφ                 | 61.35         |
| Fattore cap. port.    | Nq=2*(Nq+1)*tgφ                | 78.02         |
| coeff. inclin. carico | iq=[1-Hed/(Ned+Beff*c*cotφ)]^3 | 0.55          |
| coeff. inclin. carico | iq=[1-Hed/(Ned+Beff*c*cotφ)]^2 | 0.67          |
| coeff. inclin. carico | ic=iq - [(1-iq)/(Nc*tgφ)]      | 0.66          |
| Inclin. P.C. (<0)     | Omega                          | 15.00         |
| coeff. inclin. p.c.   | gg=[1-tg(Omega)]^2             | 0.54          |
| coeff. inclin. p.c.   | gg=gg                          | 0.54          |
| coeff. inclin. p.c.   | gc=gg - [(1-gg)/(Nc*tgφ)]      | 0.53          |
| coeff. sismico        | kh=Ss*St*ag/g                  | 0.10          |
| coeff. sismico        | zc=1-0.32*kh                   | 0.97          |
| coeff. sismico        | zq=(1-kh/tgφ)^0.35             | 0.95          |
| coeff. sismico        | zg=zq                          | 0.95          |
| pressione limite (1)  | qlim1=0.5*G'*Beff*Nq*ig*gg*zg  | 1192.02 kN/m2 |
| pressione limite (2)  | qlim2=c*Nc*ic*gc*zc            | 0.00 kN/m2    |
| pressione limite (3)  | qlim3=q*Nq*iq*gg*zg            | 0.00 kN/m2    |
| pressione lim. Tot.   | qlim = qlim1 + qlim2 + qlim3   | 1192.02 kN/m2 |
| Resistenza totale     | Qlim = qlim * Beff             | 6549.17 kN    |
| Coeffic. parziale     | G_R                            | 1.20          |
| Resistenza Calcolo    | Nrd = Qlim / G_R               | 5457.64 kN    |
| Verifica              | Nrd/Ned                        | 6.97 ---> ok! |

**VERIFICA A RIBALTAMENTO:**

Per la presente combinazione di carico (sismica) la verifica a ribaltamento non è significativa. Riferirsi alle combinazioni n. 8 e 9 'Sisma RIB' per le quali le azioni sismiche sono maggiorate (Cap.7.11.6.2.1)



\*\*\* TENSIONI ATTIVE EFFICACI LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
( MONONOBE - OKABE )

-----  
Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
sig\_V = Tensione verticale efficace  
ka = coefficiente di spinta attiva  
sig\_a = Tensione attiva efficace  
sig\_a = sig\_V \* ka - 2 c Radq(ka)  
\*\* = Tratto parete sotto falda

=====

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - SOLO TERRENO - (Coeff. parziali M1)

=====

| Tratto n. | z [m] | Statiche    |        |             | Sisma Up    |        |             | Sisma Dw    |        |             |
|-----------|-------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|
|           |       | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] |
| 1         | 0.00  | 145.90      | 0.220  | 32.08       | 143.04      | 0.242  | 34.63       | 148.76      | 0.241  | 35.88       |
|           | 1.40  | 117.90      | 0.220  | 25.92       | 115.59      | 0.242  | 27.99       | 120.21      | 0.241  | 29.00       |
| 2         | 1.40  | 117.90      | 0.220  | 25.92       | 115.59      | 0.242  | 27.99       | 120.21      | 0.241  | 29.00       |
|           | 7.29  | 0.00        | 0.220  | 0.00        | 0.00        | 0.242  | 0.00        | 0.00        | 0.241  | 0.00        |

=====

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - PER SOVRACCARICO - (Coeff. parziali M1)

=====

| Tratto n. | z [m] | Statiche    |        |             | Sisma Up    |        |             | Sisma Dw    |        |             |
|-----------|-------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|
|           |       | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] |
| 1         | 0.00  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |
|           | 1.40  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |
| 2         | 1.40  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |
|           | 7.29  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |

=====

\*\*\* PRESSIONI ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*

=====

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
sig\_T = Componente di tensione efficace del Terreno  
Gamma\_G1 = Coeff. di combinazione  
sig\_Td = sig\_T \* Gamma\_G1 = Tensione di Calcolo del Terreno  
  
sig\_Q = Componente di tensione efficace per Sovraccarico  
Gamma\_Q = Coeff. di combinazione  
sig\_Qd = sig\_Q \* Gamma\_Q = Tensione di Calcolo per Sovracc.  
  
Sig\_eff = sig\_Td + sig\_Qd = Tensione Risultante efficace

=====

COMBINAZIONE DI CARICO N. 4: Sisma Su (M1+R3)

=====

Coefficienti parziali di combinazione delle azioni:  
Spinta del terreno: Gamma\_G1 = 1.00 (Perm. Strutt. Sfav. )  
Spinta del sovracc.: Gamma\_Q = 0.00 (Variabile Sfav.)

| Tratto n. | z [m] | Sig_T [kPa] | Gamma_G1 [-] | Sig_Td [kPa] | Sig_Q [kPa] | Gamma_Q [-] | Sig_Qd [kPa] | Sig_eff [kPa] |
|-----------|-------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|---------------|
| 1         | 0.00  | 34.63       | 1.00         | 34.63        | 4.75        | 0.00        | 0.00         | 34.63         |
|           | 1.40  | 27.99       | 1.00         | 27.99        | 4.75        | 0.00        | 0.00         | 27.99         |
| 2         | 1.40  | 27.99       | 1.00         | 27.99        | 4.75        | 0.00        | 0.00         | 27.99         |
|           | 7.29  | 0.00        | 1.00         | 0.00         | 4.75        | 0.00        | 0.00         | 0.00          |

## \*\*\* SPINTE ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*

## Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
 Csi = Angolo inclinazione paramento (orario rispetto all'orizzontale)  
 Delta = Angolo di attrito al contatto  
 Alpha = Angolo inclinazione Spinta (antiorario rispetto all'orizzontale)  
 F\_T = Valore complessivo di Spinta  
 F\_x = Componente orizzontale di spinta (>0 verso sinistra - ribaltante)  
 F\_y = Componente verticale di spinta (>0 verso il basso - stabilizz.)  
 x\_P,y\_P = Coordinate x,y punto di applicazione

## COMBINAZIONE DI CARICO N. 4: Sisma Su (M1+R3)

| Tratto n. | da z [m] | a z [m] | Csi [°] | Delta [°] | Alpha [°] | F_T [kN] | F_x [kN] | F_y [kN] | x_P [m] | y_P [m] |
|-----------|----------|---------|---------|-----------|-----------|----------|----------|----------|---------|---------|
| 1         | 0.00     | 1.40    | 90.00   | 25.35     | 25.35     | 43.83    | 39.61    | 18.76    | 5.50    | 0.68    |
| 2         | 1.40     | 7.29    | 90.00   | 25.35     | 25.35     | 82.49    | 74.55    | 35.31    | 5.50    | 3.36    |

## \*\*\* DETTAGLIO CALCOLO RISULTANTE SUL PIANO DI FONDAZIONE \*\*\*

## Legenda:

F = valore dell'azione  
 Coef = coefficiente di combinazione dell'azione  
 F\_Vd = Componente Verticale di calcolo dell'azione  
 F\_Hd = Componente Orizzont. di calcolo dell'azione  
 x,y = coordinate punto di applicazione dell'azione  
 Mrib = Momento ribaltante (rispetto estremo di valle fondazione)  
 Mstab = Momento Stabilizzante

N.B. Le spinte del terreno sono già quelle di combinazione con quelle dell'eventuale sovraccarico (es. 1.3\*st + 1.5\*sq)

N.B. Le spinte idrostatiche sono già quelle di combinazione  
 Le componenti verticali di spinta del terreno e dell'acqua sono legate a quelle orizzontali e, se rivolte verso il basso, riducono il momento ribaltante anzichè aumentare lo stabilizzante  
 Eventuali forze e coppie esterne aggiuntive sono considerate Sfavorevoli se ribaltanti

## COMBINAZIONE DI CARICO N. 4: Sisma Su (M1+R3)

| Azione                           | Tipo Azione   | F [kN] | Coef [-] | F_Vd [kN] | F_Hd [kN] | x [m]  | y [m] | Mrib [kNm] | Mstab [kNm] |         |
|----------------------------------|---------------|--------|----------|-----------|-----------|--------|-------|------------|-------------|---------|
| Materiali Muro: Mat. n.01        | Perm. Strutt. | Fav    | 319.00   | 1.00      | 319.00    | 0.00   | 2.24  | 1.98       | 0.00        | 715.15  |
| -sisma vertic.                   |               |        | -6.25    | 1.00      | -6.25     | 0.00   | 2.24  | 1.98       | 0.00        | -14.02  |
| -sisma orizz.                    |               |        | 12.50    | 1.00      | 0.00      | 12.50  | 2.24  | 1.98       | 24.74       | 0.00    |
| Terr. su muro: Area n.01         | Perm. Strutt. | Fav    | 132.00   | 1.00      | 132.00    | 0.00   | 3.85  | 2.40       | 0.00        | 508.20  |
| -sisma vertic.                   |               |        | -2.59    | 1.00      | -2.59     | 0.00   | 3.85  | 2.40       | 0.00        | -9.96   |
| -sisma orizz.                    |               |        | 5.17     | 1.00      | 0.00      | 5.17   | 3.85  | 2.40       | 12.42       | 0.00    |
| Terr. su muro: Area n.02         | Perm. Strutt. | Fav    | 292.40   | 1.00      | 292.40    | 0.00   | 3.61  | 5.32       | 0.00        | 1054.94 |
| -sisma vertic.                   |               |        | -5.73    | 1.00      | -5.73     | 0.00   | 3.61  | 5.32       | 0.00        | -20.68  |
| -sisma orizz.                    |               |        | 11.46    | 1.00      | 0.00      | 11.46  | 3.61  | 5.32       | 61.02       | 0.00    |
| Sovracc. su muro:                | Variabile     | Fav    | 76.00    | 0.00      | 0.00      | 0.00   | 3.60  | 7.25       | 0.00        | 0.00    |
| -sisma vertic. su Sovracc        |               |        | -1.49    | 0.00      | 0.00      | 0.00   | 3.60  | 7.25       | 0.00        | 0.00    |
| -sisma orizz. su Sovracc         |               |        | 2.98     | 0.00      | 0.00      | 0.00   | 3.60  | 7.25       | 0.00        | 0.00    |
| Sp.Terr.Monte:Tratto n.01        | Perm. Strutt. | Sfav   | 43.83    | 1.00      | 18.76     | 39.61  | 5.50  | 0.68       | -76.45      | 0.00    |
| Sp.Terr.Monte:Tratto n.02        | Perm. Strutt. | Sfav   | 82.49    | 1.00      | 35.31     | 74.55  | 5.50  | 3.36       | 56.63       | 0.00    |
| RISULTANTE SUL PIANO FONDAZIONE: |               |        |          |           | 782.91    | 143.30 |       |            | 78.36       | 2233.64 |

## \*\*\* V E R I F I C H E \*\*\*

## COMBINAZIONE DI CARICO N. 4: Sisma Su (M1+R3)

## Terreno di fondazione - Parametri geotecnici di calcolo:

|        |       |         |                                    |
|--------|-------|---------|------------------------------------|
| Gamma  | 20.00 | [kN/m3] | p.s. naturale                      |
| Gamma' | 20.00 | [kN/m3] | p.s. efficace (condizioni Drenate) |
| $\phi$ | 38.00 | [°]     | attrito di calcolo                 |
| c      | 0.00  | [kN/m2] | coesione di calcolo                |

## Terreno di fondazione - coeff. e Parametri di aderenza:

|          |       |         |                      |
|----------|-------|---------|----------------------|
| cf       | 0.67  | [-]     | aliquota attrito     |
| cc       | 0.67  | [-]     | aliquota coesione    |
| $\phi_a$ | 25.35 | [°]     | attrito al contatto  |
| ca       | 0.00  | [kN/m2] | coesione di aderenza |

## VERIFICA A SCORRIMENTO:

|                        |                          |                             |
|------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Azione Orizzontale:    | Hed                      | 143.30 kN                   |
| Carico verticale:      | Ned                      | 782.91 kN                   |
| Resistenza attrito:    | $R_a = Ned * tg(\phi_a)$ | 370.85 kN                   |
| Base Fondazione:       | B                        | 5.50 m                      |
| Resistenza coesione:   | $R_c = ca * B$           | 0.00 kN                     |
| Resistenza Totale:     | $R_{tot} = R_a + R_c$    | 370.85 kN                   |
| Coeffic. parziale:     | $G_R$                    | 1.00 (NTC18 - Tab.7.11.III) |
| Resistenza di Calcolo: | $R_{rd} = R_{tot} / G_R$ | 370.85 kN                   |
| Verifica:              | $R_{rd} / Hed$           | 2.59 ---> ok!               |

## VERIFICA A RIBALTAMENTO:

Per la presente combinazione di carico (sismica) la verifica a ribaltamento non é significativa  
 Riferirsi alle combinazioni n. 8 e 9 'Sisma RIB' per le quali le azioni sismiche sono maggiorate (Cap.7.11.6.2.1)

## VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:

|                       |   |                             |
|-----------------------|---|-----------------------------|
| Azione verticale      | Ned   | 782.91 kN                   |
| Azione orizzontale    | Hed   | 143.30 kN                   |
| Sovraccarico laterale | q   | 0.00 kPa                    |
| Eccentricita'         | $e = B/2 - (M_{stab} - M_{rib}) / Ned$                  | 0.00 m                      |
| Base efficace         | $B_{eff} = B - 2 e $                                    | 5.49 m                      |
| Fattore cap. port.    | $N_q = exp(Pi * tg\phi) * tg^2(Pi/4 + \phi/2)$          | 48.93                       |
| Fattore cap. port.    | $N_c = (N_q - 1) * cot\phi$                             | 61.35                       |
| Fattore cap. port.    | $N_g = 2 * (N_q + 1) * tg\phi$                          | 78.02                       |
| coeff. inclin. carico | $i_g = [1 - Hed / (Ned + B_{eff} * c * cot\phi)]^3$     | 0.55                        |
| coeff. inclin. carico | $i_q = [1 - Hed / (Ned + B_{eff} * c * cot\phi)]^2$     | 0.67                        |
| coeff. inclin. carico | $i_c = i_q - [(1 - i_q) / (N_c * tg\phi)]$              | 0.66                        |
| Inclin. P.C. (<0)     | Omega   | 15.00                       |
| coeff. inclin. p.c.   | $g_q = [1 - tg(Omega)]^2$                               | 0.54                        |
| coeff. inclin. p.c.   | $g_g = g_q$   | 0.54                        |
| coeff. inclin. p.c.   | $g_c = g_q - [(1 - g_q) / (N_c * tg\phi)]$              | 0.53                        |
| coeff. sismico        | $k_h = S_s * S_t * a_g / g$                             | 0.1032                      |
| coeff. sismico        | $z_c = 1 - 0.32 * k_h$                                  | 0.97                        |
| coeff. sismico        | $z_q = (1 - k_h / tg\phi)^{0.35}$                       | 0.95                        |
| coeff. sismico        | $z_g = z_q$   | 0.95                        |
| pressione limite (1)  | $q_{lim1} = 0.5 * G' * B_{eff} * N_g * i_g * g_g * z_g$ | 1192.02 kN/m2               |
| pressione limite (2)  | $q_{lim2} = c * N_c * i_c * g_c * z_c$                  | 0.00 kN/m2                  |
| pressione limite (3)  | $q_{lim3} = q * N_g * i_q * g_q * z_q$                  | 0.00 kN/m2                  |
| pressione lim. Tot.   | $q_{lim} = q_{lim1} + q_{lim2} + q_{lim3}$              | 1192.02 kN/m2               |
| Resistenza totale     | $Q_{lim} = q_{lim} * B_{eff}$                           | 6549.17 kN                  |
| Coeffic. parziale     | $G_R$   | 1.20 (NTC18 - Tab.7.11.III) |
| Resistenza Calcolo    | $R_{rd} = Q_{lim} / G_R$                                | 5457.64 kN                  |
| Verifica              | $R_{rd} / Ned$  | 6.97 ---> ok!               |

## CALCOLO TENSIONI SUL PIANO DI FONDAZIONE:

|   |  |            |
|---|--|------------|
| Azione verticale                        | Ned                                    | 782.91 kN  |
| Eccentricita'                           | $e = B/2 - (M_{stab} - M_{rib}) / Ned$ | 0.00 m     |
| Momento                                 | $M = Ned *  e $                        | 2.27 kNm   |
| Base Fondazione                         | B                                      | 5.50 m     |
| e  <= B/6 (base interamente compressa): |  |            |
| Tensione Max                            | $s_{max} = Ned/B + 6 M  / (B^2)$       | 142.80 kPa |
| Tensione min                            | $s_{min} = Ned/B - 6 M  / (B^2)$       | 141.90 kPa |



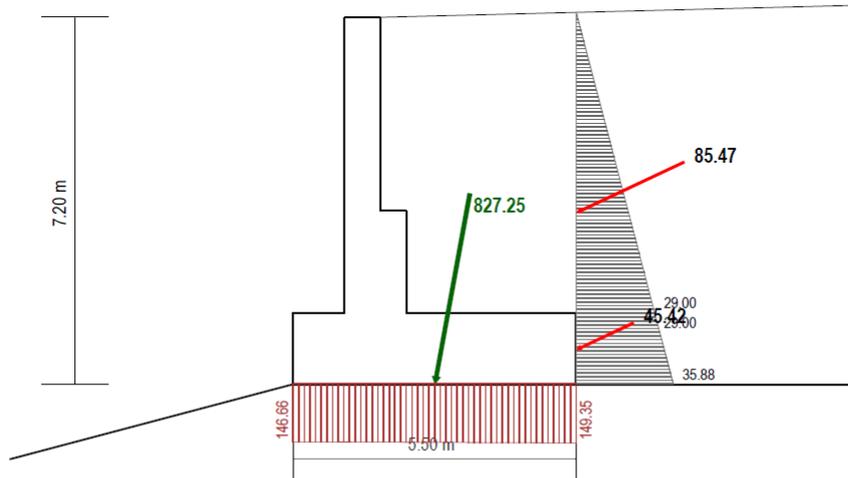
MB Muro Rev 3.03

**PONTE SUL FIUME OGLIO**  
**MURO ANDATORE IN SPONDA SX**  
**SEZIONE TIPO 5-5**

**COMBINAZIONE DI CARICO N. 5:**  
**Sisma Giu (M1+R3)**

**STRATI DI MONTE**

STRATO N.1  
G = 20.00 kN/m3  
e' = 38.00 °  
c' = 0.00 kN/m2



**STRATO FONDAZIONE**

G = 20.00 kN/m3  
e' = 38.00 °  
c' = 0.00 kN/m2

**RISULTATI DEL CALCOLO e VERIFICHE**

**VERIFICA A SCORRIMENTO:**

|                        |                 |               |
|------------------------|-----------------|---------------|
| Azione Orizzontale:    | Hed             | 147.43 kN     |
| Carico verticale:      | Ned             | 814.00 kN     |
| Resistenza attrito:    | Ra = Ned*tg(φa) | 385.58 kN     |
| Base Fondazione:       | B               | 5.50 m        |
| Resistenza coesione:   | Rc = ca * B     | 0.00 kN       |
| Resistenza Totale:     | Rtot = Ra + Rc  | 385.58 kN     |
| Coeffic. parziale:     | G_R             | 1.00          |
| Resistenza di Calcolo: | Hrd = Rtot/G_R  | 385.58 kN     |
| Verifica:              | Hrd/Hed         | 2.62 ---> ok! |

**VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:**

|                       |   |               |
|-----------------------|---|---------------|
| Azione verticale      | Ned   | 814.00 kN     |
| Azione orizzontale    | Hed   | 147.43 kN     |
| Sovraccarico laterale | q   | 0.00 kPa      |
| Eccentricita'         | e = B/2 - (Mstab-Mrib)/Ned                  | -0.01 m       |
| Base efficace         | Beff = B - 2 e                              | 5.48 m        |
| Fattore cap. port.    | Nq = exp(Pi*tgφ) * tg2(Pi/4 + φ/2)          | 48.93         |
| Fattore cap. port.    | Nc = (Nq - 1) * cotφ                        | 61.35         |
| Fattore cap. port.    | Ng = 2 * (Nq + 1) * tgφ                     | 78.02         |
| coeff. inclin. carico | iq = [1 - Hed / (Ned + Beff * c' * cotφ)]^3 | 0.55          |
| coeff. inclin. carico | iq = [1 - Hed / (Ned + Beff * c' * cotφ)]^2 | 0.67          |
| coeff. inclin. carico | ic = iq - [(1 - iq) / (Nc * tgφ)]           | 0.66          |
| Inclin. P.C. (<0)     | Omega                                       | 15.00         |
| coeff. inclin. p.c.   | gg = [1 - tg(Omega)]^2                      | 0.54          |
| coeff. inclin. p.c.   | gg = gg                                     | 0.54          |
| coeff. inclin. p.c.   | gc = gg - [(1 - gg) / (Nc * tgφ)]           | 0.53          |
| coeff. sismico        | kh = Ss * St * ag / g                       | 0.10          |
| coeff. sismico        | zc = 1 - 0.32 * kh                          | 0.97          |
| coeff. sismico        | zq = (1 - kh / tgφ) * 0.35                  | 0.95          |
| coeff. sismico        | zg = zq                                     | 0.95          |
| pressione limite (1)  | qlim1 = 0.5 * G' * Beff * Ng * ig * gg * zg | 1198.08 kN/m2 |
| pressione limite (2)  | qlim2 = c' * Nc * ic * gc * zc              | 0.00 kN/m2    |
| pressione limite (3)  | qlim3 = q * Nq * iq * gg * zq               | 0.00 kN/m2    |
| pressione lim. Tot.   | qlim = qlim1 + qlim2 + qlim3                | 1198.08 kN/m2 |
| Resistenza totale     | Qlim = qlim * Beff                          | 6569.46 kN    |
| Coeffic. parziale     | G_R   | 1.20          |
| Resistenza Calcolo    | Nrd = Qlim / G_R                            | 5474.55 kN    |
| Verifica              | Nrd/Ned                                     | 6.73 ---> ok! |

**VERIFICA A RIBALTAMENTO:**

Per la presente combinazione di carico (sismica) la verifica a ribaltamento non è significativa. Riferirsi alle combinazioni n. 8 e 9 'Sisma RIB' per le quali le azioni sismiche sono maggiorate (Cap.7.11.6.2.1)



\*\*\* TENSIONI ATTIVE EFFICACI LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
( MONONOBE - OKABE )

-----  
Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
sig\_V = Tensione verticale efficace  
ka = coefficiente di spinta attiva  
sig\_a = Tensione attiva efficace  
sig\_a = sig\_V \* ka - 2 c Radq(ka)  
\*\* = Tratto parete sotto falda

=====

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - SOLO TERRENO - (Coeff. parziali M1)

=====

| Tratto n. | z [m] | Statiche    |        |             | Sisma Up    |        |             | Sisma Dw    |        |             |
|-----------|-------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|
|           |       | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] |
| 1         | 0.00  | 145.90      | 0.220  | 32.08       | 143.04      | 0.242  | 34.63       | 148.76      | 0.241  | 35.88       |
|           | 1.40  | 117.90      | 0.220  | 25.92       | 115.59      | 0.242  | 27.99       | 120.21      | 0.241  | 29.00       |
| 2         | 1.40  | 117.90      | 0.220  | 25.92       | 115.59      | 0.242  | 27.99       | 120.21      | 0.241  | 29.00       |
|           | 7.29  | 0.00        | 0.220  | 0.00        | 0.00        | 0.242  | 0.00        | 0.00        | 0.241  | 0.00        |

=====

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - PER SOVRACCARICO - (Coeff. parziali M1)

=====

| Tratto n. | z [m] | Statiche    |        |             | Sisma Up    |        |             | Sisma Dw    |        |             |
|-----------|-------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|
|           |       | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] |
| 1         | 0.00  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |
|           | 1.40  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |
| 2         | 1.40  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |
|           | 7.29  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |

=====

\*\*\* PRESSIONI ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*

=====

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
sig\_T = Componente di tensione efficace del Terreno  
Gamma\_G1 = Coeff. di combinazione  
sig\_Td = sig\_T \* Gamma\_G1 = Tensione di Calcolo del Terreno  
  
sig\_Q = Componente di tensione efficace per Sovraccarico  
Gamma\_Q = Coeff. di combinazione  
sig\_Qd = sig\_Q \* Gamma\_Q = Tensione di Calcolo per Sovracc.  
  
Sig\_eff = sig\_Td + sig\_Qd = Tensione Risultante efficace

=====

COMBINAZIONE DI CARICO N. 5: Sisma Giu (M1+R3)

=====

Coefficienti parziali di combinazione delle azioni:  
Spinta del terreno: Gamma\_G1 = 1.00 (Perm. Strutt. Sfav. )  
Spinta del sovracc.: Gamma\_Q = 0.00 (Variabile Sfav.)

| Tratto n. | z [m] | Sig_T [kPa] | Gamma_G1 [-] | Sig_Td [kPa] | Sig_Q [kPa] | Gamma_Q [-] | Sig_Qd [kPa] | Sig_eff [kPa] |
|-----------|-------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|---------------|
| 1         | 0.00  | 35.88       | 1.00         | 35.88        | 4.92        | 0.00        | 0.00         | 35.88         |
|           | 1.40  | 29.00       | 1.00         | 29.00        | 4.92        | 0.00        | 0.00         | 29.00         |
| 2         | 1.40  | 29.00       | 1.00         | 29.00        | 4.92        | 0.00        | 0.00         | 29.00         |
|           | 7.29  | 0.00        | 1.00         | 0.00         | 4.92        | 0.00        | 0.00         | 0.00          |

-----

=====  
\*\*\* SPINTE ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
=====

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
Csi = Angolo inclinazione paramento (orario rispetto all'orizzontale)  
Delta = Angolo di attrito al contatto  
Alpha = Angolo inclinazione Spinta (antiorario rispetto all'orizzontale)  
F\_T = Valore complessivo di Spinta  
F\_x = Componente orizzontale di spinta (>0 verso sinistra - ribaltante)  
F\_y = Componente verticale di spinta (>0 verso il basso - stabilizz.)  
x\_P,y\_P = Coordinate x,y punto di applicazione

COMBINAZIONE DI CARICO N. 5: Sisma Giu (M1+R3)

| Tratto n. | da z [m] | a z [m] | Csi [°] | Delta [°] | Alpha [°] | F_T [kN] | F_x [kN] | F_y [kN] | x_P [m] | y_P [m] |
|-----------|----------|---------|---------|-----------|-----------|----------|----------|----------|---------|---------|
| 1         | 0.00     | 1.40    | 90.00   | 25.35     | 25.35     | 45.42    | 41.04    | 19.44    | 5.50    | 0.68    |
| 2         | 1.40     | 7.29    | 90.00   | 25.35     | 25.35     | 85.47    | 77.24    | 36.59    | 5.50    | 3.36    |

=====  
\*\*\* DETTAGLIO CALCOLO RISULTANTE SUL PIANO DI FONDAZIONE \*\*\*  
=====

Legenda:

F = valore dell'azione  
Coef = coefficiente di combinazione dell'azione  
F\_Vd = Componente Verticale di calcolo dell'azione  
F\_Hd = Componente Orizzont. di calcolo dell'azione  
x,y = coordinate punto di applicazione dell'azione  
Mrib = Momento ribaltante (rispetto estremo di valle fondazione)  
Mstab = Momento Stabilizzante

N.B. Le spinte del terreno sono già quelle di combinazione con quelle dell'eventuale sovraccarico (es. 1.3\*st + 1.5\*sq)

N.B. Le spinte idrostatiche sono già quelle di combinazione  
Le componenti verticali di spinta del terreno e dell'acqua sono legate a quelle orizzontali e, se rivolte verso il basso, riducono il momento ribaltante anzichè aumentare lo stabilizzante  
Eventuali forze e coppie esterne aggiuntive sono considerate Sfavorevoli se ribaltanti

COMBINAZIONE DI CARICO N. 5: Sisma Giu (M1+R3)

| Azione                           | Tipo Azione   | F [kN] | Coef [-] | F_Vd [kN] | F_Hd [kN] | x [m]  | y [m] | Mrib [kNm] | Mstab [kNm] |         |
|----------------------------------|---------------|--------|----------|-----------|-----------|--------|-------|------------|-------------|---------|
| Materiali Muro: Mat. n.01        | Perm. Strutt. | Fav    | 319.00   | 1.00      | 319.00    | 0.00   | 2.24  | 1.98       | 0.00        | 715.15  |
| -sisma vertic.                   |               |        | 6.25     | 1.00      | 6.25      | 0.00   | 2.24  | 1.98       | 0.00        | 14.02   |
| -sisma orizz.                    |               |        | 12.50    | 1.00      | 0.00      | 12.50  | 2.24  | 1.98       | 24.74       | 0.00    |
| Terr. su muro: Area n.01         | Perm. Strutt. | Fav    | 132.00   | 1.00      | 132.00    | 0.00   | 3.85  | 2.40       | 0.00        | 508.20  |
| -sisma vertic.                   |               |        | 2.59     | 1.00      | 2.59      | 0.00   | 3.85  | 2.40       | 0.00        | 9.96    |
| -sisma orizz.                    |               |        | 5.17     | 1.00      | 0.00      | 5.17   | 3.85  | 2.40       | 12.42       | 0.00    |
| Terr. su muro: Area n.02         | Perm. Strutt. | Fav    | 292.40   | 1.00      | 292.40    | 0.00   | 3.61  | 5.32       | 0.00        | 1054.94 |
| -sisma vertic.                   |               |        | 5.73     | 1.00      | 5.73      | 0.00   | 3.61  | 5.32       | 0.00        | 20.68   |
| -sisma orizz.                    |               |        | 11.46    | 1.00      | 0.00      | 11.46  | 3.61  | 5.32       | 61.02       | 0.00    |
| Sovracc. su muro:                | Variabile     | Fav    | 76.00    | 0.00      | 0.00      | 0.00   | 3.60  | 7.25       | 0.00        | 0.00    |
| -sisma vertic. su Sovracc        |               |        | 1.49     | 0.00      | 0.00      | 0.00   | 3.60  | 7.25       | 0.00        | 0.00    |
| -sisma orizz. su Sovracc         |               |        | 2.98     | 0.00      | 0.00      | 0.00   | 3.60  | 7.25       | 0.00        | 0.00    |
| Sp.Terr.Monte:Tratto n.01        | Perm. Strutt. | Sfav   | 45.42    | 1.00      | 19.44     | 41.04  | 5.50  | 0.68       | -79.22      | 0.00    |
| Sp.Terr.Monte:Tratto n.02        | Perm. Strutt. | Sfav   | 85.47    | 1.00      | 36.59     | 77.24  | 5.50  | 3.36       | 58.68       | 0.00    |
| RISULTANTE SUL PIANO FONDAZIONE: |               |        |          |           | 814.00    | 147.43 |       |            | 77.65       | 2322.94 |

=====  
\*\*\* V E R I F I C H E \*\*\*  
=====

=====  
 =====  
 COMBINAZIONE DI CARICO N. 5: Sisma Giu (M1+R3)  
 =====

## Terreno di fondazione - Parametri geotecnici di calcolo:

|        |       |         |                                    |
|--------|-------|---------|------------------------------------|
| Gamma  | 20.00 | [kN/m3] | p.s. naturale                      |
| Gamma' | 20.00 | [kN/m3] | p.s. efficace (condizioni Drenate) |
| $\phi$ | 38.00 | [°]     | attrito di calcolo                 |
| c      | 0.00  | [kN/m2] | coesione di calcolo                |

## Terreno di fondazione - coeff. e Parametri di aderenza:

|          |       |         |                      |
|----------|-------|---------|----------------------|
| cf       | 0.67  | [-]     | aliquota attrito     |
| cc       | 0.67  | [-]     | aliquota coesione    |
| $\phi_a$ | 25.35 | [°]     | attrito al contatto  |
| ca       | 0.00  | [kN/m2] | coesione di aderenza |

## VERIFICA A SCORRIMENTO:

|                        |                          |                             |
|------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Azione Orizzontale:    | Hed                      | 147.43 kN                   |
| Carico verticale:      | Ned                      | 814.00 kN                   |
| Resistenza attrito:    | $R_a = Ned * tg(\phi_a)$ | 385.58 kN                   |
| Base Fondazione:       | B                        | 5.50 m                      |
| Resistenza coesione:   | $R_c = ca * B$           | 0.00 kN                     |
| Resistenza Totale:     | $R_{tot} = R_a + R_c$    | 385.58 kN                   |
| Coeffic. parziale:     | G_R                      | 1.00 (NTC18 - Tab.7.11.III) |
| Resistenza di Calcolo: | $Hrd = R_{tot} / G_R$    | 385.58 kN                   |
| Verifica:              | Hrd/Hed                  | 2.62 ---> ok!               |

## VERIFICA A RIBALTAMENTO:

Per la presente combinazione di carico (sismica)  
 la verifica a ribaltamento non é significativa  
 Riferirsi alle combinazioni n. 8 e 9 'Sisma RIB'  
 per le quali le azioni sismiche sono maggiorate (Cap.7.11.6.2.1)

## VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:

|                       |   |                             |
|-----------------------|---|-----------------------------|
| Azione verticale      | Ned   | 814.00 kN                   |
| Azione orizzontale    | Hed   | 147.43 kN                   |
| Sovraccarico laterale | q   | 0.00 kPa                    |
| Eccentricita'         | $e = B/2 - (M_{stab} - M_{rib}) / Ned$                  | -0.01 m                     |
| Base efficace         | $B_{eff} = B - 2 e $                                    | 5.48 m                      |
| Fattore cap. port.    | $N_q = \exp(Pi * tg\phi) * tg^2(Pi/4 + \phi/2)$         | 48.93                       |
| Fattore cap. port.    | $N_c = (N_q - 1) * \cot\phi$                            | 61.35                       |
| Fattore cap. port.    | $N_g = 2 * (N_q + 1) * tg\phi$                          | 78.02                       |
| coeff. inclin. carico | $i_g = [1 - Hed / (Ned + B_{eff} * c * \cot\phi)]^2$    | 0.55                        |
| coeff. inclin. carico | $i_q = [1 - Hed / (Ned + B_{eff} * c * \cot\phi)]^2$    | 0.67                        |
| coeff. inclin. carico | $i_c = i_q - [(1 - i_q) / (N_c * tg\phi)]$              | 0.66                        |
| Inclin. P.C. (<0)     | Omega   | 15.00                       |
| coeff. inclin. p.c.   | $g_q = [1 - tg(Omega)]^2$                               | 0.54                        |
| coeff. inclin. p.c.   | g_g = g_q   | 0.54                        |
| coeff. inclin. p.c.   | $g_c = g_q - [(1 - g_q) / (N_c * tg\phi)]$              | 0.53                        |
| coeff. sismico        | kh = S_s * St * ag / g                                  | 0.1032                      |
| coeff. sismico        | zc = 1 - 0.32 * kh                                      | 0.97                        |
| coeff. sismico        | zq = (1 - kh / tg\phi)^0.35                             | 0.95                        |
| coeff. sismico        | z_g = z_q   | 0.95                        |
| pressione limite (1)  | $q_{lim1} = 0.5 * G' * B_{eff} * N_g * i_g * g_g * z_g$ | 1198.08 kN/m2               |
| pressione limite (2)  | $q_{lim2} = c * N_c * i_c * g_c * z_c$                  | 0.00 kN/m2                  |
| pressione limite (3)  | $q_{lim3} = q * N_q * i_q * g_q * z_q$                  | 0.00 kN/m2                  |
| pressione lim. Tot.   | $q_{lim} = q_{lim1} + q_{lim2} + q_{lim3}$              | 1198.08 kN/m2               |
| Resistenza totale     | $Q_{lim} = q_{lim} * B_{eff}$                           | 6569.46 kN                  |
| Coeffic. parziale     | G_R   | 1.20 (NTC18 - Tab.7.11.III) |
| Resistenza Calcolo    | $Nrd = Q_{lim} / G_R$                                   | 5474.55 kN                  |
| Verifica              | Nrd/Ned   | 6.73 ---> ok!               |

## CALCOLO TENSIONI SUL PIANO DI FONDAZIONE:

|   |  |            |
|---|--|------------|
| Azione verticale                        | Ned                                    | 814.00 kN  |
| Eccentricita'                           | $e = B/2 - (M_{stab} - M_{rib}) / Ned$ | -0.01 m    |
| Momento                                 | $M = Ned *  e $                        | 6.78 kNm   |
| Base Fondazione                         | B                                      | 5.50 m     |
| e  <= B/6 (base interamente compressa): |  |            |
| Tensione Max                            | $s_{max} = Ned/B + 6 M  / (B^2)$       | 149.35 kPa |
| Tensione min                            | $s_{min} = Ned/B - 6 M  / (B^2)$       | 146.66 kPa |



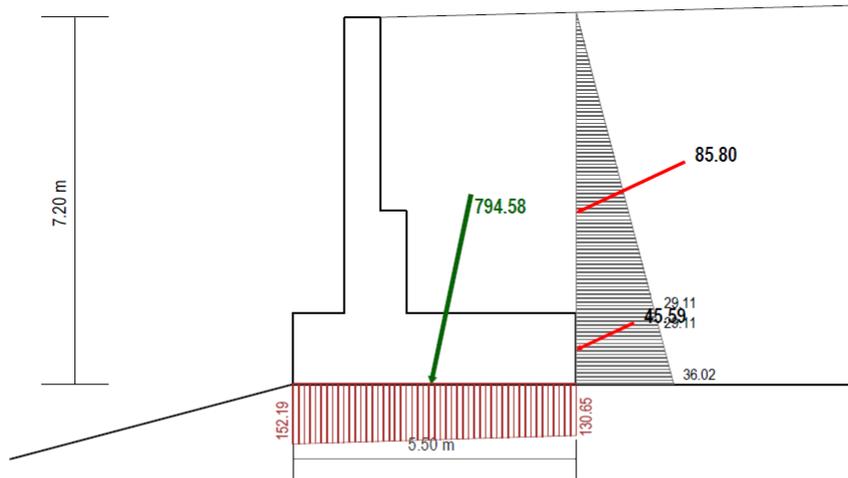
MB Muro Rev 3.03

**PONTE SUL FIUME OGLIO**  
MURO ANDATORE IN SPONDA SX  
SEZIONE TIPO 5-5

**COMBINAZIONE DI CARICO N. 8:**  
Sisma Su RIB (M1+R3)

**STRATI DI MONTE**

STRATO N.1  
G = 20.00 kN/m<sup>3</sup>  
φ' = 38.00 °  
c' = 0.00 kN/m<sup>2</sup>



STRATO FONDAZIONE

G = 20.00 kN/m<sup>3</sup>  
φ' = 38.00 °  
c' = 0.00 kN/m<sup>2</sup>

**RISULTATI DEL CALCOLO e VERIFICHE**

**VERIFICA A SCORRIMENTO:**

Per la presente combinazione di carico  
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)

**VERIFICA A RIBALTAMENTO:**

|                            |                 |                |
|----------------------------|-----------------|----------------|
| Momento Stabilizzante:     | Mstab           | 2211.31 kNm    |
| Coeffic. parziale:         | G R             | 1.00           |
| Resistenza a Ribaltamento: | Mrd = Mstab/G_R | 2211.31 kNm    |
| Momento Ribaltante:        | Med             | 126.66 kNm     |
| Verifica:                  | Mrd/Med         | 17.46 ---> ok! |

**VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:**

Per la presente combinazione di carico  
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)



\*\*\* TENSIONI ATTIVE EFFICACI LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
 PER LE SOLE VERIFICHE A RIBALTAMENTO IN CONDIZIONI SISMICHE (NTC18 - 7.11.6.2.1)

## Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
 sig\_V = Tensione verticale efficace  
 ka = coefficiente di spinta attiva  
 sig\_a = Tensione attiva efficace  
 $sig_a = sig_V * ka - 2 c Radq(ka)$   
 \*\* = Tratto parete sotto falda

## TENSIONI EFFICACI ATTIVE - SOLO TERRENO - (Coeff. parziali M1)

| Tratto n. | z [m] | Statiche    |        |             | Sisma Up    |        |             | Sisma Dw    |        |             |
|-----------|-------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|
|           |       | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] |
| 1         | 0.00  | 145.90      | 0.220  | 32.08       | 141.61      | 0.254  | 36.02       | 150.19      | 0.252  | 37.89       |
|           | 1.40  | 117.90      | 0.220  | 25.92       | 114.43      | 0.254  | 29.11       | 121.36      | 0.252  | 30.62       |
| 2         | 1.40  | 117.90      | 0.220  | 25.92       | 114.43      | 0.254  | 29.11       | 121.36      | 0.252  | 30.62       |
|           | 7.29  | 0.00        | 0.220  | 0.00        | 0.00        | 0.254  | 0.00        | 0.00        | 0.252  | 0.00        |

## TENSIONI EFFICACI ATTIVE - PER SOVRACCARICO - (Coeff. parziali M1)

| Tratto n. | z [m] | Statiche    |        |             | Sisma Up    |        |             | Sisma Dw    |        |             |
|-----------|-------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|
|           |       | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] |
| 1         | 0.00  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.41       | 0.254  | 4.94        | 20.59       | 0.252  | 5.19        |
|           | 1.40  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.41       | 0.254  | 4.94        | 20.59       | 0.252  | 5.19        |
| 2         | 1.40  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.41       | 0.254  | 4.94        | 20.59       | 0.252  | 5.19        |
|           | 7.29  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.41       | 0.254  | 4.94        | 20.59       | 0.252  | 5.19        |

 \*\*\* PRESSIONI ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
 PER LE SOLE VERIFICHE A RIBALTAMENTO IN CONDIZIONI SISMICHE (NTC18 - 7.11.6.2.1)

## Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
 sig\_T = Componente di tensione efficace del Terreno  
 Gamma\_G1 = Coeff. di combinazione  
 $sig\_Td = sig\_T * Gamma\_G1 =$  Tensione di Calcolo del Terreno  
  
 sig\_Q = Componente di tensione efficace per Sovraccarico  
 Gamma\_Q = Coeff. di combinazione  
 $sig\_Qd = sig\_Q * Gamma\_Q =$  Tensione di Calcolo per Sovracc.  
  
 $Sig\_eff = sig\_Td + sig\_Qd =$  Tensione Risultante efficace

## COMBINAZIONE DI CARICO N. 8: Sisma Su RIB (M1+R3)

Coefficienti parziali di combinazione delle azioni:  
 Spinta del terreno: Gamma\_G1 = 1.00 (Perm. Strutt. Sfav.)  
 Spinta del sovracc.: Gamma\_Q = 0.00 (Variabile Sfav.)

| Tratto n. | z [m] | Sig_T [kPa] | Gamma_G1 [-] | Sig_Td [kPa] | Sig_Q [kPa] | Gamma_Q [-] | Sig_Qd [kPa] | Sig_eff [kPa] |
|-----------|-------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|---------------|
| 1         | 0.00  | 36.02       | 1.00         | 36.02        | 4.94        | 0.00        | 0.00         | 36.02         |
|           | 1.40  | 29.11       | 1.00         | 29.11        | 4.94        | 0.00        | 0.00         | 29.11         |
| 2         | 1.40  | 29.11       | 1.00         | 29.11        | 4.94        | 0.00        | 0.00         | 29.11         |
|           | 7.29  | 0.00        | 1.00         | 0.00         | 4.94        | 0.00        | 0.00         | 0.00          |

=====  
\*\*\* SPINTE ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
=====

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
Csi = Angolo inclinazione paramento (orario rispetto all'orizzontale)  
Delta = Angolo di attrito al contatto  
Alpha = Angolo inclinazione Spinta (antiorario rispetto all'orizzontale)  
F\_T = Valore complessivo di Spinta  
F\_x = Componente orizzontale di spinta (>0 verso sinistra - ribaltante)  
F\_y = Componente verticale di spinta (>0 verso il basso - stabilizz.)  
x\_P,y\_P = Coordinate x,y punto di applicazione

COMBINAZIONE DI CARICO N. 8: Sisma Su RIB (M1+R3)

| Tratto n. | da z [m] | a z [m] | Csi [°] | Delta [°] | Alpha [°] | F_T [kN] | F_x [kN] | F_y [kN] | x_P [m] | y_P [m] |
|-----------|----------|---------|---------|-----------|-----------|----------|----------|----------|---------|---------|
| 1         | 0.00     | 1.40    | 90.00   | 25.35     | 25.35     | 45.59    | 41.20    | 19.52    | 5.50    | 0.68    |
| 2         | 1.40     | 7.29    | 90.00   | 25.35     | 25.35     | 85.80    | 77.54    | 36.73    | 5.50    | 3.36    |

=====  
\*\*\* DETTAGLIO CALCOLO RISULTANTE SUL PIANO DI FONDAZIONE \*\*\*  
=====

Legenda:

F = valore dell'azione  
Coef = coefficiente di combinazione dell'azione  
F\_Vd = Componente Verticale di calcolo dell'azione  
F\_Hd = Componente Orizzont. di calcolo dell'azione  
x,y = coordinate punto di applicazione dell'azione  
Mrib = Momento ribaltante (rispetto estremo di valle fondazione)  
Mstab = Momento Stabilizzante

N.B. Le spinte del terreno sono già quelle di combinazione con quelle dell'eventuale sovraccarico (es. 1.3\*st + 1.5\*sq)

N.B. Le spinte idrostatiche sono già quelle di combinazione  
Le componenti verticali di spinta del terreno e dell'acqua sono legate a quelle orizzontali e, se rivolte verso il basso, riducono il momento ribaltante anzichè aumentare lo stabilizzante  
Eventuali forze e coppie esterne aggiuntive sono considerate Sfavorevoli se ribaltanti

COMBINAZIONE DI CARICO N. 8: Sisma Su RIB (M1+R3)

| Azione                           | Tipo Azione   | F [kN] | Coef [-] | F_Vd [kN] | F_Hd [kN] | x [m]  | y [m] | Mrib [kNm] | Mstab [kNm] |         |
|----------------------------------|---------------|--------|----------|-----------|-----------|--------|-------|------------|-------------|---------|
| Materiali Muro: Mat. n.01        | Perm. Strutt. | Fav    | 319.00   | 1.00      | 319.00    | 0.00   | 2.24  | 1.98       | 0.00        | 715.15  |
| -sisma vertic.                   |               |        | -9.38    | 1.00      | -9.38     | 0.00   | 2.24  | 1.98       | 0.00        | -21.03  |
| -sisma orizz.                    |               |        | 18.76    | 1.00      | 0.00      | 18.76  | 2.24  | 1.98       | 37.11       | 0.00    |
| Terr. su muro: Area n.01         | Perm. Strutt. | Fav    | 132.00   | 1.00      | 132.00    | 0.00   | 3.85  | 2.40       | 0.00        | 508.20  |
| -sisma vertic.                   |               |        | -3.88    | 1.00      | -3.88     | 0.00   | 3.85  | 2.40       | 0.00        | -14.94  |
| -sisma orizz.                    |               |        | 7.76     | 1.00      | 0.00      | 7.76   | 3.85  | 2.40       | 18.63       | 0.00    |
| Terr. su muro: Area n.02         | Perm. Strutt. | Fav    | 292.40   | 1.00      | 292.40    | 0.00   | 3.61  | 5.32       | 0.00        | 1054.94 |
| -sisma vertic.                   |               |        | -8.60    | 1.00      | -8.60     | 0.00   | 3.61  | 5.32       | 0.00        | -31.02  |
| -sisma orizz.                    |               |        | 17.19    | 1.00      | 0.00      | 17.19  | 3.61  | 5.32       | 91.53       | 0.00    |
| Sovracc. su muro:                | Variabile     | Fav    | 76.00    | 0.00      | 0.00      | 0.00   | 3.60  | 7.25       | 0.00        | 0.00    |
| -sisma vertic. su Sovracc        |               |        | -2.23    | 0.00      | 0.00      | 0.00   | 3.60  | 7.25       | 0.00        | 0.00    |
| -sisma orizz. su Sovracc         |               |        | 4.47     | 0.00      | 0.00      | 0.00   | 3.60  | 7.25       | 0.00        | 0.00    |
| Sp.Terr.Monte:Tratto n.01        | Perm. Strutt. | Sfav   | 45.59    | 1.00      | 19.52     | 41.20  | 5.50  | 0.68       | -79.53      | 0.00    |
| Sp.Terr.Monte:Tratto n.02        | Perm. Strutt. | Sfav   | 85.80    | 1.00      | 36.73     | 77.54  | 5.50  | 3.36       | 58.91       | 0.00    |
| RISULTANTE SUL PIANO FONDAZIONE: |               |        |          |           | 777.80    | 162.46 |       |            | 126.66      | 2211.31 |

=====  
=====  
\*\*\* V E R I F I C H E \*\*\*  
=====  
=====

COMBINAZIONE DI CARICO N. 8: Sisma Su RIB (M1+R3)  
=====

Terreno di fondazione - Parametri geotecnici di calcolo:

|           |       |         |                                    |
|-----------|-------|---------|------------------------------------|
| Gamma     | 20.00 | [kN/m3] | p.s. naturale                      |
| Gamma'    | 20.00 | [kN/m3] | p.s. efficace (condizioni Drenate) |
| $\varphi$ | 38.00 | [°]     | attrito di calcolo                 |
| c         | 0.00  | [kN/m2] | coesione di calcolo                |

Terreno di fondazione - coeff. e Parametri di aderenza:

|             |       |         |                      |
|-------------|-------|---------|----------------------|
| cf          | 0.67  | [-]     | aliquota attrito     |
| cc          | 0.67  | [-]     | aliquota coesione    |
| $\varphi_a$ | 25.35 | [°]     | attrito al contatto  |
| ca          | 0.00  | [kN/m2] | coesione di aderenza |

VERIFICA A SCORRIMENTO:

-----  
Per la presente combinazione di carico  
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)  
-----

VERIFICA A RIBALTAMENTO:

|                            |                 |         |                        |
|----------------------------|-----------------|---------|------------------------|
| Momento Stabilizzante:     | Mstab           | 2211.31 | kNm                    |
| Coeffic. parziale:         | G_R             | 1.00    | (NTC18 - Tab.7.11.III) |
| Resistenza a Ribaltamento: | Mrd = Mstab/G_R | 2211.31 | kNm                    |
| Momento Ribaltante:        | Med             | 126.66  | kNm                    |
| Verifica:                  | Mrd/Med         | 17.46   | ----> ok!              |

VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:

-----  
Per la presente combinazione di carico  
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)  
-----



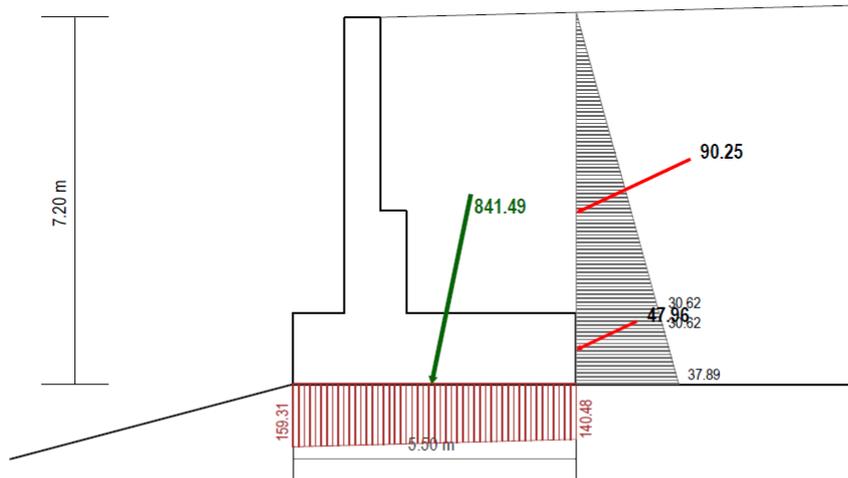
MB Muro Rev 3.03

**PONTE SUL FIUME OGLIO**  
MURO ANDATORE IN SPONDA SX  
SEZIONE TIPO 5-5

**COMBINAZIONE DI CARICO N. 9:**  
Sisma Giu RIB (M1+R3)

**STRATI DI MONTE**

STRATO N.1  
G = 20.00 kN/m3  
 $\phi' = 38.00^\circ$   
 $c' = 0.00$  kN/m2



STRATO FONDAZIONE

G = 20.00 kN/m3  
 $\phi' = 38.00^\circ$   
 $c' = 0.00$  kN/m2

**RISULTATI DEL CALCOLO e VERIFICHE**

**VERIFICA A SCORRIMENTO:**

Per la presente combinazione di carico  
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)

**VERIFICA A RIBALTAMENTO:**

|                            |                   |                |
|----------------------------|-------------------|----------------|
| Momento Stabilizzante:     | Mstab             | 2345.27 kNm    |
| Coeffic. parziale:         | G R               | 1.00           |
| Resistenza a Ribaltamento: | $Mrd = Mstab/G_R$ | 2345.27 kNm    |
| Momento Ribaltante:        | Med               | 125.59 kNm     |
| Verifica:                  | $Mrd/Med$         | 18.67 ---> ok! |

**VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:**

Per la presente combinazione di carico  
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)



\*\*\* TENSIONI ATTIVE EFFICACI LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
PER LE SOLE VERIFICHE A RIBALTAMENTO IN CONDIZIONI SISMICHE (NTC18 - 7.11.6.2.1)

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
sig\_V = Tensione verticale efficace  
ka = coefficiente di spinta attiva  
sig\_a = Tensione attiva efficace  
sig\_a = sig\_V \* ka - 2 c Radq(ka)  
\*\* = Tratto parete sotto falda

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - SOLO TERRENO - (Coeff. parziali M1)

| Tratto n. | z [m] | Statiche    |        |             | Sisma Up    |        |             | Sisma Dw    |        |             |
|-----------|-------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|
|           |       | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] |
| 1         | 0.00  | 145.90      | 0.220  | 32.08       | 141.61      | 0.254  | 36.02       | 150.19      | 0.252  | 37.89       |
|           | 1.40  | 117.90      | 0.220  | 25.92       | 114.43      | 0.254  | 29.11       | 121.36      | 0.252  | 30.62       |
| 2         | 1.40  | 117.90      | 0.220  | 25.92       | 114.43      | 0.254  | 29.11       | 121.36      | 0.252  | 30.62       |
|           | 7.29  | 0.00        | 0.220  | 0.00        | 0.00        | 0.254  | 0.00        | 0.00        | 0.252  | 0.00        |

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - PER SOVRACCARICO - (Coeff. parziali M1)

| Tratto n. | z [m] | Statiche    |        |             | Sisma Up    |        |             | Sisma Dw    |        |             |
|-----------|-------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|
|           |       | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] |
| 1         | 0.00  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.41       | 0.254  | 4.94        | 20.59       | 0.252  | 5.19        |
|           | 1.40  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.41       | 0.254  | 4.94        | 20.59       | 0.252  | 5.19        |
| 2         | 1.40  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.41       | 0.254  | 4.94        | 20.59       | 0.252  | 5.19        |
|           | 7.29  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.41       | 0.254  | 4.94        | 20.59       | 0.252  | 5.19        |

\*\*\* PRESSIONI ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
PER LE SOLE VERIFICHE A RIBALTAMENTO IN CONDIZIONI SISMICHE (NTC18 - 7.11.6.2.1)

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
sig\_T = Componente di tensione efficace del Terreno  
Gamma\_G1 = Coeff. di combinazione  
sig\_Td = sig\_T \* Gamma\_G1 = Tensione di Calcolo del Terreno

sig\_Q = Componente di tensione efficace per Sovraccarico  
Gamma\_Q = Coeff. di combinazione  
sig\_Qd = sig\_Q \* Gamma\_Q = Tensione di Calcolo per Sovracc.

Sig\_eff = sig\_Td + sig\_Qd = Tensione Risultante efficace

COMBINAZIONE DI CARICO N. 9: Sisma Giu RIB (M1+R3)

Coefficienti parziali di combinazione delle azioni:  
Spinta del terreno: Gamma\_G1 = 1.00 (Perm. Strutt. Sfav. )  
Spinta del sovracc.: Gamma\_Q = 0.00 (Variabile Sfav.)

| Tratto n. | z [m] | Sig_T [kPa] | Gamma_G1 [-] | Sig_Td [kPa] | Sig_Q [kPa] | Gamma_Q [-] | Sig_Qd [kPa] | Sig_eff [kPa] |
|-----------|-------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|---------------|
| 1         | 0.00  | 37.89       | 1.00         | 37.89        | 5.19        | 0.00        | 0.00         | 37.89         |
|           | 1.40  | 30.62       | 1.00         | 30.62        | 5.19        | 0.00        | 0.00         | 30.62         |
| 2         | 1.40  | 30.62       | 1.00         | 30.62        | 5.19        | 0.00        | 0.00         | 30.62         |
|           | 7.29  | 0.00        | 1.00         | 0.00         | 5.19        | 0.00        | 0.00         | 0.00          |

## \*\*\* SPINTE ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*

## Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
 Csi = Angolo inclinazione paramento (orario rispetto all'orizzontale)  
 Delta = Angolo di attrito al contatto  
 Alpha = Angolo inclinazione Spinta (antiorario rispetto all'orizzontale)  
 F\_T = Valore complessivo di Spinta  
 F\_x = Componente orizzontale di spinta (>0 verso sinistra - ribaltante)  
 F\_y = Componente verticale di spinta (>0 verso il basso - stabilizz.)  
 x\_P,y\_P = Coordinate x,y punto di applicazione

## COMBINAZIONE DI CARICO N. 9: Sisma Giu RIB (M1+R3)

| Tratto n. | da z [m] | a z [m] | Csi [°] | Delta [°] | Alpha [°] | F_T [kN] | F_x [kN] | F_y [kN] | x_P [m] | y_P [m] |
|-----------|----------|---------|---------|-----------|-----------|----------|----------|----------|---------|---------|
| 1         | 0.00     | 1.40    | 90.00   | 25.35     | 25.35     | 47.96    | 43.34    | 20.53    | 5.50    | 0.68    |
| 2         | 1.40     | 7.29    | 90.00   | 25.35     | 25.35     | 90.25    | 81.56    | 38.63    | 5.50    | 3.36    |

## \*\*\* DETTAGLIO CALCOLO RISULTANTE SUL PIANO DI FONDAZIONE \*\*\*

## Legenda:

F = valore dell'azione  
 Coef = coefficiente di combinazione dell'azione  
 F\_Vd = Componente Verticale di calcolo dell'azione  
 F\_Hd = Componente Orizzont. di calcolo dell'azione  
 x,y = coordinate punto di applicazione dell'azione  
 Mrib = Momento ribaltante (rispetto estremo di valle fondazione)  
 Mstab = Momento Stabilizzante

N.B. Le spinte del terreno sono già quelle di combinazione con quelle dell'eventuale sovraccarico (es. 1.3\*st + 1.5\*sq)

N.B. Le spinte idrostatiche sono già quelle di combinazione  
 Le componenti verticali di spinta del terreno e dell'acqua sono legate a quelle orizzontali e, se rivolte verso il basso, riducono il momento ribaltante anzichè aumentare lo stabilizzante  
 Eventuali forze e coppie esterne aggiuntive sono considerate Sfavorevoli se ribaltanti

## COMBINAZIONE DI CARICO N. 9: Sisma Giu RIB (M1+R3)

| Azione                           | Tipo Azione   | F [kN] | Coef [-] | F_Vd [kN] | F_Hd [kN] | x [m]  | y [m] | Mrib [kNm] | Mstab [kNm] |         |
|----------------------------------|---------------|--------|----------|-----------|-----------|--------|-------|------------|-------------|---------|
| Materiali Muro: Mat. n.01        | Perm. Strutt. | Fav    | 319.00   | 1.00      | 319.00    | 0.00   | 2.24  | 1.98       | 0.00        | 715.15  |
| -sisma vertic.                   |               |        | 9.38     | 1.00      | 9.38      | 0.00   | 2.24  | 1.98       | 0.00        | 21.03   |
| -sisma orizz.                    |               |        | 18.76    | 1.00      | 0.00      | 18.76  | 2.24  | 1.98       | 37.11       | 0.00    |
| Terr. su muro: Area n.01         | Perm. Strutt. | Fav    | 132.00   | 1.00      | 132.00    | 0.00   | 3.85  | 2.40       | 0.00        | 508.20  |
| -sisma vertic.                   |               |        | 3.88     | 1.00      | 3.88      | 0.00   | 3.85  | 2.40       | 0.00        | 14.94   |
| -sisma orizz.                    |               |        | 7.76     | 1.00      | 0.00      | 7.76   | 3.85  | 2.40       | 18.63       | 0.00    |
| Terr. su muro: Area n.02         | Perm. Strutt. | Fav    | 292.40   | 1.00      | 292.40    | 0.00   | 3.61  | 5.32       | 0.00        | 1054.94 |
| -sisma vertic.                   |               |        | 8.60     | 1.00      | 8.60      | 0.00   | 3.61  | 5.32       | 0.00        | 31.02   |
| -sisma orizz.                    |               |        | 17.19    | 1.00      | 0.00      | 17.19  | 3.61  | 5.32       | 91.53       | 0.00    |
| Sovracc. su muro:                | Variabile     | Fav    | 76.00    | 0.00      | 0.00      | 0.00   | 3.60  | 7.25       | 0.00        | 0.00    |
| -sisma vertic. su Sovracc        |               |        | 2.23     | 0.00      | 0.00      | 0.00   | 3.60  | 7.25       | 0.00        | 0.00    |
| -sisma orizz. su Sovracc         |               |        | 4.47     | 0.00      | 0.00      | 0.00   | 3.60  | 7.25       | 0.00        | 0.00    |
| Sp.Terr.Monte:Tratto n.01        | Perm. Strutt. | Sfav   | 47.96    | 1.00      | 20.53     | 43.34  | 5.50  | 0.68       | -83.65      | 0.00    |
| Sp.Terr.Monte:Tratto n.02        | Perm. Strutt. | Sfav   | 90.25    | 1.00      | 38.63     | 81.56  | 5.50  | 3.36       | 61.96       | 0.00    |
| RISULTANTE SUL PIANO FONDAZIONE: |               |        |          |           | 824.42    | 168.61 |       |            | 125.59      | 2345.27 |

=====  
=====  
\*\*\* V E R I F I C H E \*\*\*  
=====  
=====

COMBINAZIONE DI CARICO N. 9: Sisma Giu RIB (M1+R3)  
=====

-----  
Terreno di fondazione - Parametri geotecnici di calcolo:  
-----

|           |       |         |                                    |
|-----------|-------|---------|------------------------------------|
| Gamma     | 20.00 | [kN/m3] | p.s. naturale                      |
| Gamma'    | 20.00 | [kN/m3] | p.s. efficace (condizioni Drenate) |
| $\varphi$ | 38.00 | [°]     | attrito di calcolo                 |
| c         | 0.00  | [kN/m2] | coesione di calcolo                |

-----  
Terreno di fondazione - coeff. e Parametri di aderenza:  
-----

|             |       |         |                      |
|-------------|-------|---------|----------------------|
| cf          | 0.67  | [-]     | aliquota attrito     |
| cc          | 0.67  | [-]     | aliquota coesione    |
| $\varphi_a$ | 25.35 | [°]     | attrito al contatto  |
| ca          | 0.00  | [kN/m2] | coesione di aderenza |

-----  
VERIFICA A SCORRIMENTO:  
-----

Per la presente combinazione di carico  
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)  
-----

-----  
VERIFICA A RIBALTAMENTO:  
-----

|                            |                 |                             |
|----------------------------|-----------------|-----------------------------|
| Momento Stabilizzante:     | Mstab           | 2345.27 kNm                 |
| Coeffic. parziale:         | G_R             | 1.00 (NTC18 - Tab.7.11.III) |
| Resistenza a Ribaltamento: | Mrd = Mstab/G_R | 2345.27 kNm                 |
| Momento Ribaltante:        | Med             | 125.59 kNm                  |
| Verifica:                  | Mrd/Med         | 18.67 ----> ok!             |

-----  
VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:  
-----

Per la presente combinazione di carico  
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)  
-----



**ALLEGATO N. 1.6**  
**SEZIONE TIPO 6**  
**VERIFICHE DI STABILITA' LOCALE**



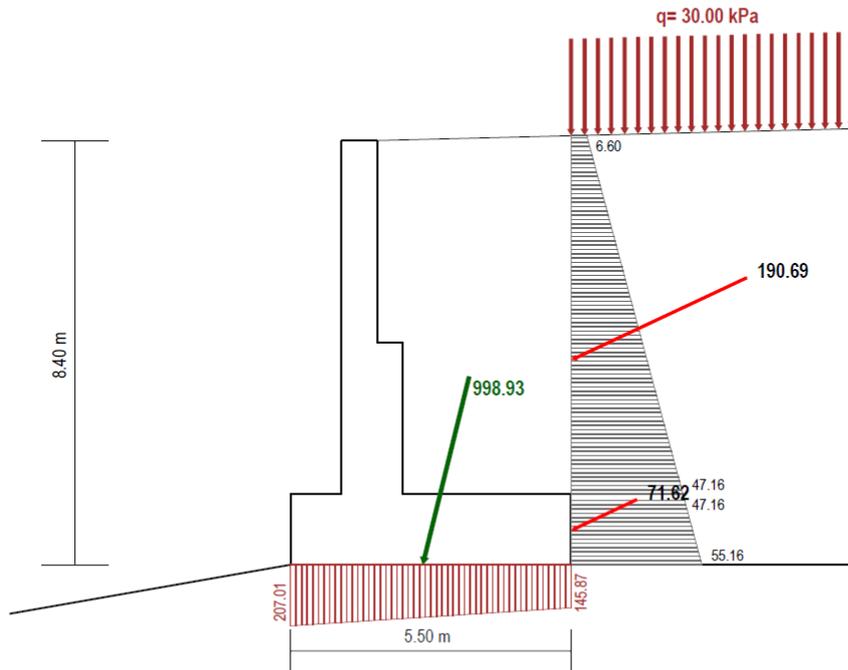
MB Muro Rev 3.03

**PONTE SUL FIUME OGLIO**  
MURO ANDATORE IN SPONDA SX  
SEZIONE TIPO 6-6

**COMBINAZIONE DI CARICO N. 1:**  
Statica (A1+M1+R3)

**STRATI DI MONTE**

STRATO N.1  
G = 20.00 kN/m3  
e' = 38.00 °  
c' = 0.00 kN/m2



**STRATO FONDAZIONE**

G = 20.00 kN/m3  
e' = 38.00 °  
c' = 0.00 kN/m2

**RISULTATI DEL CALCOLO e VERIFICHE**

**VERIFICA A SCORRIMENTO:**

|                        |                 |               |
|------------------------|-----------------|---------------|
| Azione Orizzontale:    | Hed             | 237.06 kN     |
| Carico verticale:      | Ned             | 970.40 kN     |
| Resistenza attrito:    | Ra = Ned*tg(φa) | 459.66 kN     |
| Base Fondazione:       | B               | 5.50 m        |
| Resistenza coesione:   | Rc = ca * B     | 0.00 kN       |
| Resistenza Totale:     | Rtot = Ra + Rc  | 459.66 kN     |
| Coeffic. parziale:     | G_R             | 1.10          |
| Resistenza di Calcolo: | Hrd = Rtot/G_R  | 417.87 kN     |
| Verifica:              | Hrd/Hed         | 1.76 ---> ok! |

**VERIFICA A RIBALTAMENTO:**

|                            |                 |                |
|----------------------------|-----------------|----------------|
| Momento Stabilizzante:     | Mstab           | 2639.83 kNm    |
| Coeffic. parziale:         | G_R             | 1.15           |
| Resistenza a Ribaltamento: | Mrd = Mstab/G_R | 2295.51 kNm    |
| Momento Ribaltante:        | Med             | 125.37 kNm     |
| Verifica:                  | Mrd/Med         | 18.31 ---> ok! |

**VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:**

|                       |                                |               |
|-----------------------|--------------------------------|---------------|
| Azione verticale      | Ned                            | 970.40 kN     |
| Azione orizzontale    | Hed                            | 237.06 kN     |
| Sovraccarico laterale | q                              | 0.00 kPa      |
| Eccentricita'         | e = B/2 - (Mstab-Mrib)/Ned     | 0.16 m        |
| Base efficace         | Beff = B - 2 e                 | 5.18 m        |
| Fattore cap. port.    | Nq=exp(Pi*tgφ)*tg2(Pi/4+φ/2)   | 48.93         |
| Fattore cap. port.    | Nc=(Nq-1)*cotφ                 | 61.35         |
| Fattore cap. port.    | Nq=2*(Nq+1)*tgφ                | 78.02         |
| coeff. inclin. carico | iq=[1-Hed/(Ned+Beff*c*cotφ)]^3 | 0.43          |
| coeff. inclin. carico | iq=[1-Hed/(Ned+Beff*c*cotφ)]^2 | 0.57          |
| coeff. inclin. carico | ic=iq - [(1-iq)/(Nc*tgφ)]      | 0.56          |
| Inclin. P.C. (<0)     | Omega                          | 10.00         |
| coeff. inclin. p.c.   | gg=[1-tg(Omega)]^2             | 0.68          |
| coeff. inclin. p.c.   | gg=gg                          | 0.68          |
| coeff. inclin. p.c.   | gc=gg - [(1-gg)/(Nc*tgφ)]      | 0.67          |
| coeff. sismico        | kh=Ss*St*ag/g                  | 0.00          |
| coeff. sismico        | zc=1-0.32*kh                   | 1.00          |
| coeff. sismico        | zq=(1-kh/tgφ)^0.35             | 1.00          |
| coeff. sismico        | zg=zq                          | 1.00          |
| pressione limite (1)  | qlim1=0.5*G'*Beff*Nq*ig*gg*zg  | 1183.92 kN/m2 |
| pressione limite (2)  | qlim2=c*Nc*ic*gc*zc            | 0.00 kN/m2    |
| pressione limite (3)  | qlim3=q*Nq*iq*gg*zg            | 0.00 kN/m2    |
| pressione lim. Tot.   | qlim = qlim1 + qlim2 + qlim3   | 1183.92 kN/m2 |
| Resistenza totale     | Qlim = qlim * Beff             | 6135.49 kN    |
| Coeffic. parziale     | G_R                            | 1.40          |
| Resistenza Calcolo    | Nrd = Qlim / G_R               | 4382.50 kN    |
| Verifica              | Nrd/Ned                        | 4.52 ---> ok! |



\*\*\* TENSIONI ATTIVE EFFICACI LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
( MONONOBE - OKABE )

-----  
Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
sig\_V = Tensione verticale efficace  
ka = coefficiente di spinta attiva  
sig\_a = Tensione attiva efficace  
sig\_a = sig\_V \* ka - 2 c Radq(ka)  
\*\* = Tratto parete sotto falda

=====

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - SOLO TERRENO - (Coeff. parziali M1)

| Tratto n. | z [m] | Statiche    |        |             | Sisma Up    |        |             | Sisma Dw    |        |             |
|-----------|-------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|
|           |       | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] |
| 1         | 0.00  | 169.90      | 0.220  | 37.36       | 166.57      | 0.242  | 40.33       | 173.23      | 0.241  | 41.79       |
|           | 1.40  | 141.90      | 0.220  | 31.20       | 139.12      | 0.242  | 33.68       | 144.68      | 0.241  | 34.90       |
| 2         | 1.40  | 141.90      | 0.220  | 31.20       | 139.12      | 0.242  | 33.68       | 144.68      | 0.241  | 34.90       |
|           | 8.49  | 0.00        | 0.220  | 0.00        | 0.00        | 0.242  | 0.00        | 0.00        | 0.241  | 0.00        |

=====

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - PER SOVRACCARICO - (Coeff. parziali M1)

| Tratto n. | z [m] | Statiche    |        |             | Sisma Up    |        |             | Sisma Dw    |        |             |
|-----------|-------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|
|           |       | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] |
| 1         | 0.00  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |
|           | 1.40  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |
| 2         | 1.40  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |
|           | 8.49  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |

=====

\*\*\* PRESSIONI ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*

-----  
Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
sig\_T = Componente di tensione efficace del Terreno  
Gamma\_G1 = Coeff. di combinazione  
sig\_Td = sig\_T \* Gamma\_G1 = Tensione di Calcolo del Terreno  
  
sig\_Q = Componente di tensione efficace per Sovraccarico  
Gamma\_Q = Coeff. di combinazione  
sig\_Qd = sig\_Q \* Gamma\_Q = Tensione di Calcolo per Sovracc.  
  
Sig\_eff = sig\_Td + sig\_Qd = Tensione Risultante efficace

=====

COMBINAZIONE DI CARICO N. 1: Statica (A1 +M1+R3)

Coefficienti parziali di combinazione delle azioni:  
Spinta del terreno: Gamma\_G1 = 1.30 (Perm. Strutt. Sfav. )  
Spinta del sovracc.: Gamma\_Q = 1.50 (Variabile Sfav.)

| Tratto n. | z [m] | Sig_T [kPa] | Gamma_G1 [-] | Sig_Td [kPa] | Sig_Q [kPa] | Gamma_Q [-] | Sig_Qd [kPa] | Sig_eff [kPa] |
|-----------|-------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|---------------|
|           |       |             |              |              |             |             |              |               |
|           | 1.40  | 31.20       | 1.30         | 40.56        | 4.40        | 1.50        | 6.60         | 47.16         |
| 2         | 1.40  | 31.20       | 1.30         | 40.56        | 4.40        | 1.50        | 6.60         | 47.16         |
|           | 8.49  | 0.00        | 1.30         | 0.00         | 4.40        | 1.50        | 6.60         | 6.60          |

=====  
\*\*\* SPINTE ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
=====

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
Csi = Angolo inclinazione paramento (orario rispetto all'orizzontale)  
Delta = Angolo di attrito al contatto  
Alpha = Angolo inclinazione Spinta (antiorario rispetto all'orizzontale)  
F\_T = Valore complessivo di Spinta  
F\_x = Componente orizzontale di spinta (>0 verso sinistra - ribaltante)  
F\_y = Componente verticale di spinta (>0 verso il basso - stabilizz.)  
x\_P,y\_P = Coordinate x,y punto di applicazione

COMBINAZIONE DI CARICO N. 1: Statica (A1 +M1+R3)

| Tratto n. | da z [m] | a z [m] | Csi [°] | Delta [°] | Alpha [°] | F_T [kN] | F_x [kN] | F_y [kN] | x_P [m] | y_P [m] |
|-----------|----------|---------|---------|-----------|-----------|----------|----------|----------|---------|---------|
| 1         | 0.00     | 1.40    | 90.00   | 25.35     | 25.35     | 71.62    | 64.73    | 30.66    | 5.50    | 0.68    |
| 2         | 1.40     | 8.49    | 90.00   | 25.35     | 25.35     | 190.69   | 172.33   | 81.63    | 5.50    | 4.06    |

=====  
\*\*\* DETTAGLIO CALCOLO RISULTANTE SUL PIANO DI FONDAZIONE \*\*\*  
=====

Legenda:

F = valore dell'azione  
Coef = coefficiente di combinazione dell'azione  
F\_Vd = Componente Verticale di calcolo dell'azione  
F\_Hd = Componente Orizzont. di calcolo dell'azione  
x,y = coordinate punto di applicazione dell'azione  
Mrib = Momento ribaltante (rispetto estremo di valle fondazione)  
Mstab = Momento Stabilizzante

N.B. Le spinte del terreno sono già quelle di combinazione con quelle dell'eventuale sovraccarico (es. 1.3\*st + 1.5\*sq)

N.B. Le spinte idrostatiche sono già quelle di combinazione  
Le componenti verticali di spinta del terreno e dell'acqua sono legate a quelle orizzontali e, se rivolte verso il basso, riducono il momento ribaltante anzichè aumentare lo stabilizzante  
Eventuali forze e coppie esterne aggiuntive sono considerate Sfavorevoli se ribaltanti

COMBINAZIONE DI CARICO N. 1: Statica (A1 +M1+R3)

| Azione                           | Tipo Azione   | F [kN] | Coef [-] | F_Vd [kN] | F_Hd [kN] | x [m]  | y [m] | Mrib [kNm] | Mstab [kNm] |         |
|----------------------------------|---------------|--------|----------|-----------|-----------|--------|-------|------------|-------------|---------|
| Materiali Muro: Mat. n.01        | Perm. Strutt. | Fav    | 352.50   | 1.00      | 352.50    | 0.00   | 2.18  | 2.39       | 0.00        | 767.88  |
| Terr. su muro: Area n.01         | Perm. Strutt. | Fav    | 198.00   | 1.00      | 198.00    | 0.00   | 3.85  | 2.90       | 0.00        | 762.30  |
| Terr. su muro: Area n.02         | Perm. Strutt. | Fav    | 307.60   | 1.00      | 307.60    | 0.00   | 3.61  | 6.42       | 0.00        | 1109.66 |
| Sovracc. su muro:                | Variabile     | Fav    | 76.00    | 0.00      | 0.00      | 0.00   | 3.60  | 8.45       | 0.00        | 0.00    |
| Sp.Terr.Monte:Tratto n.01        | Perm. Strutt. | Sfav   | 71.62    | 1.00      | 30.66     | 64.73  | 5.50  | 0.68       | -124.51     | 0.00    |
| Sp.Terr.Monte:Tratto n.02        | Perm. Strutt. | Sfav   | 190.69   | 1.00      | 81.63     | 172.33 | 5.50  | 4.06       | 249.87      | 0.00    |
| RISULTANTE SUL PIANO FONDAZIONE: |               |        |          |           | 970.40    | 237.06 |       |            | 125.37      | 2639.83 |

## \*\*\* V E R I F I C H E \*\*\*

## COMBINAZIONE DI CARICO N. 1: Statica (A1 +M1+R3)

## Terreno di fondazione - Parametri geotecnici di calcolo:

|        |       |         |                                    |
|--------|-------|---------|------------------------------------|
| Gamma  | 20.00 | [kN/m3] | p.s. naturale                      |
| Gamma' | 20.00 | [kN/m3] | p.s. efficace (condizioni Drenate) |
| $\phi$ | 38.00 | [°]     | attrito di calcolo                 |
| c      | 0.00  | [kN/m2] | coesione di calcolo                |

## Terreno di fondazione - coeff. e Parametri di aderenza:

|          |       |         |                      |
|----------|-------|---------|----------------------|
| cf       | 0.67  | [-]     | aliquota attrito     |
| cc       | 0.67  | [-]     | aliquota coesione    |
| $\phi_a$ | 25.35 | [°]     | attrito al contatto  |
| ca       | 0.00  | [kN/m2] | coesione di aderenza |

## VERIFICA A SCORRIMENTO:

|                        |                          |                           |
|------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Azione Orizzontale:    | Hed                      | 237.06 kN                 |
| Carico verticale:      | Ned                      | 970.40 kN                 |
| Resistenza attrito:    | $R_a = Ned * tg(\phi_a)$ | 459.66 kN                 |
| Base Fondazione:       | B                        | 5.50 m                    |
| Resistenza coesione:   | $R_c = ca * B$           | 0.00 kN                   |
| Resistenza Totale:     | $R_{tot} = R_a + R_c$    | 459.66 kN                 |
| Coeffic. parziale:     | $G_R$                    | 1.10 (NTC18 - Tab. 6.5.I) |
| Resistenza di Calcolo: | $H_{rd} = R_{tot} / G_R$ | 417.87 kN                 |
| Verifica:              | $H_{rd} / Hed$           | 1.76 ---> ok!             |

## VERIFICA A RIBALTAMENTO:

|                            |                           |                           |
|----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Momento Stabilizzante:     | Mstab                     | 2639.83 kNm               |
| Coeffic. parziale:         | $G_R$                     | 1.15 (NTC18 - Tab. 6.5.I) |
| Resistenza a Ribaltamento: | $M_{rd} = M_{stab} / G_R$ | 2295.51 kNm               |
| Momento Ribaltante:        | Med                       | 125.37 kNm                |
| Verifica:                  | $M_{rd} / Med$            | 18.31 ---> ok!            |

## VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:

|                       |   |                           |
|-----------------------|---|---------------------------|
| Azione verticale      | Ned   | 970.40 kN                 |
| Azione orizzontale    | Hed   | 237.06 kN                 |
| Sovraccarico laterale | q   | 0.00 kPa                  |
| Eccentricita'         | $e = B/2 - (M_{stab} - M_{rib}) / Ned$                  | 0.16 m                    |
| Base efficace         | $B_{eff} = B - 2 e $                                    | 5.18 m                    |
| Fattore cap. port.    | $N_q = \exp(Pi * tg\phi) * tg^2(Pi/4 + \phi/2)$         | 48.93                     |
| Fattore cap. port.    | $N_c = (N_q - 1) * cot\phi$                             | 61.35                     |
| Fattore cap. port.    | $N_g = 2 * (N_q + 1) * tg\phi$                          | 78.02                     |
| coeff. inclin. carico | $i_g = [1 - Hed / (Ned + B_{eff} * c * cot\phi)]^3$     | 0.43                      |
| coeff. inclin. carico | $i_q = [1 - Hed / (Ned + B_{eff} * c * cot\phi)]^2$     | 0.57                      |
| coeff. inclin. carico | $i_c = i_q - [(1 - i_q) / (N_c * tg\phi)]$              | 0.56                      |
| Inclin. P.C. (<0)     | Omega   | 10.00                     |
| coeff. inclin. p.c.   | $g_q = [1 - tg(Omega)]^2$                               | 0.68                      |
| coeff. inclin. p.c.   | $g_g = g_q$   | 0.68                      |
| coeff. inclin. p.c.   | $g_c = g_q - [(1 - g_q) / (N_c * tg\phi)]$              | 0.67                      |
| coeff. sismico        | $k_h = S_s * S_t * a_g / g$                             | 0.0000                    |
| coeff. sismico        | $z_c = 1 - 0.32 * k_h$                                  | 1.00                      |
| coeff. sismico        | $z_q = (1 - k_h / tg\phi)^{0.35}$                       | 1.00                      |
| coeff. sismico        | $z_g = z_q$   | 1.00                      |
| pressione limite (1)  | $q_{lim1} = 0.5 * G' * B_{eff} * N_g * i_g * g_g * z_g$ | 1183.92 kN/m2             |
| pressione limite (2)  | $q_{lim2} = c * N_c * i_c * g_c * z_c$                  | 0.00 kN/m2                |
| pressione limite (3)  | $q_{lim3} = q * N_q * i_q * g_q * z_q$                  | 0.00 kN/m2                |
| pressione lim. Tot.   | $q_{lim} = q_{lim1} + q_{lim2} + q_{lim3}$              | 1183.92 kN/m2             |
| Resistenza totale     | $Q_{lim} = q_{lim} * B_{eff}$                           | 6135.49 kN                |
| Coeffic. parziale     | $G_R$   | 1.40 (NTC18 - Tab. 6.5.I) |
| Resistenza Calcolo    | $N_{rd} = Q_{lim} / G_R$                                | 4382.50 kN                |
| Verifica              | $N_{rd} / Ned$  | 4.52 ---> ok!             |

## CALCOLO TENSIONI SUL PIANO DI FONDAZIONE:

|   |  |            |
|---|--|------------|
| Azione verticale                        | Ned                                    | 970.40 kN  |
| Eccentricita'                           | $e = B/2 - (M_{stab} - M_{rib}) / Ned$ | 0.16 m     |
| Momento                                 | $M = Ned *  e $                        | 154.12 kNm |
| Base Fondazione                         | B                                      | 5.50 m     |
| e  <= B/6 (base interamente compressa): |  |            |
| Tensione Max                            | $s_{max} = Ned/B + 6 M  / (B^2)$       | 207.01 kPa |
| Tensione min                            | $s_{min} = Ned/B - 6 M  / (B^2)$       | 145.87 kPa |



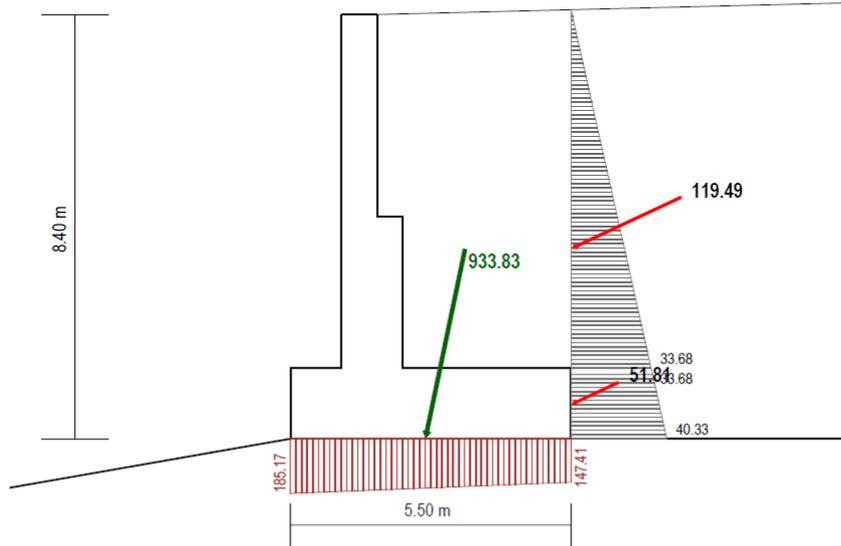
MB Muro Rev 3.03

**PONTE SUL FIUME OGLIO**  
**MURO ANDATORE IN SPONDA SX**  
**SEZIONE TIPO 6-6**

**COMBINAZIONE DI CARICO N. 4:**  
**Sisma Su (M1+R3)**

**STRATI DI MONTE**

STRATO N.1  
G = 20.00 kN/m3  
e' = 38.00 °  
c' = 0.00 kN/m2



**STRATO FONDAZIONE**

G = 20.00 kN/m3  
e' = 38.00 °  
c' = 0.00 kN/m2

**RISULTATI DEL CALCOLO e VERIFICHE**

**VERIFICA A SCORRIMENTO:**

|                        |                 |               |
|------------------------|-----------------|---------------|
| Azione Orizzontale:    | Hed             | 188.44 kN     |
| Carico verticale:      | Ned             | 914.61 kN     |
| Resistenza attrito:    | Ra = Ned*tg(φa) | 433.23 kN     |
| Base Fondazione:       | B               | 5.50 m        |
| Resistenza coesione:   | Rc = ca * B     | 0.00 kN       |
| Resistenza Totale:     | Rtot = Ra + Rc  | 433.23 kN     |
| Coeffic. parziale:     | G_R             | 1.00          |
| Resistenza di Calcolo: | Hrd = Rtot/G_R  | 433.23 kN     |
| Verifica:              | Hrd/Hed         | 2.30 ---> ok! |

**VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:**

|                       |                                |               |
|-----------------------|--------------------------------|---------------|
| Azione verticale      | Ned                            | 914.61 kN     |
| Azione orizzontale    | Hed                            | 188.44 kN     |
| Sovraccarico laterale | q                              | 0.00 kPa      |
| Eccentricita'         | e = B/2 - (Mstab-Mrib)/Ned     | 0.10 m        |
| Base efficace         | Beff = B - 2 e                 | 5.29 m        |
| Fattore cap. port.    | Nq=exp(Pi*tgφ)*tg2(Pi/4+φ/2)   | 48.93         |
| Fattore cap. port.    | Nc=(Nq-1)*cotφ                 | 61.35         |
| Fattore cap. port.    | Nq=2*(Nq+1)*tgφ                | 78.02         |
| coeff. inclin. carico | iq=[1-Hed/(Ned+Beff*c*cotφ)]^3 | 0.50          |
| coeff. inclin. carico | iq=[1-Hed/(Ned+Beff*c*cotφ)]^2 | 0.63          |
| coeff. inclin. carico | ic=iq-[1-iq]/(Nc*tgφ)          | 0.62          |
| Inclin. P.C. (<0)     | Omega                          | 10.00         |
| coeff. inclin. p.c.   | gg=[1-tg(Omega)]^2             | 0.68          |
| coeff. inclin. p.c.   | gg=gg                          | 0.68          |
| coeff. inclin. p.c.   | gc=gg-[1-gg]/(Nc*tgφ)          | 0.67          |
| coeff. sismico        | kh=Ss*St*ag/g                  | 0.10          |
| coeff. sismico        | zc=1-0.32*kh                   | 0.97          |
| coeff. sismico        | zq=(1-kh/tgφ)^0.35             | 0.95          |
| coeff. sismico        | zg=zq                          | 0.95          |
| pressione limite (1)  | qlim1=0.5*G'*Beff*Nq*ig*gg*zg  | 1334.16 kN/m2 |
| pressione limite (2)  | qlim2=c*Nc*ic*gc*zc            | 0.00 kN/m2    |
| pressione limite (3)  | qlim3=q*Nq*iq*gg*zg            | 0.00 kN/m2    |
| pressione lim. Tot.   | qlim = qlim1 + qlim2 + qlim3   | 1334.16 kN/m2 |
| Resistenza totale     | Qlim = qlim * Beff             | 7060.18 kN    |
| Coeffic. parziale     | G_R                            | 1.20          |
| Resistenza Calcolo    | Nrd = Qlim / G_R               | 5883.49 kN    |
| Verifica              | Nrd/Ned                        | 6.43 ---> ok! |

**VERIFICA A RIBALTAMENTO:**

Per la presente combinazione di carico (sismica) la verifica a ribaltamento non è significativa. Riferirsi alle combinazioni n. 8 e 9 'Sisma RIB' per le quali le azioni sismiche sono maggiorate (Cap.7.11.6.2.1)



\*\*\* TENSIONI ATTIVE EFFICACI LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
( MONONOBE - OKABE )

-----  
Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
sig\_V = Tensione verticale efficace  
ka = coefficiente di spinta attiva  
sig\_a = Tensione attiva efficace  
sig\_a = sig\_V \* ka - 2 c Radq(ka)  
\*\* = Tratto parete sotto falda

=====

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - SOLO TERRENO - (Coeff. parziali M1)

=====

| Tratto n. | z [m] | Statiche    |        |             | Sisma Up    |        |             | Sisma Dw    |        |             |
|-----------|-------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|
|           |       | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] |
| 1         | 0.00  | 169.90      | 0.220  | 37.36       | 166.57      | 0.242  | 40.33       | 173.23      | 0.241  | 41.79       |
|           | 1.40  | 141.90      | 0.220  | 31.20       | 139.12      | 0.242  | 33.68       | 144.68      | 0.241  | 34.90       |
| 2         | 1.40  | 141.90      | 0.220  | 31.20       | 139.12      | 0.242  | 33.68       | 144.68      | 0.241  | 34.90       |
|           | 8.49  | 0.00        | 0.220  | 0.00        | 0.00        | 0.242  | 0.00        | 0.00        | 0.241  | 0.00        |

=====

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - PER SOVRACCARICO - (Coeff. parziali M1)

=====

| Tratto n. | z [m] | Statiche    |        |             | Sisma Up    |        |             | Sisma Dw    |        |             |
|-----------|-------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|
|           |       | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] |
| 1         | 0.00  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |
|           | 1.40  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |
| 2         | 1.40  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |
|           | 8.49  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |

=====

\*\*\* PRESSIONI ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*

=====

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
sig\_T = Componente di tensione efficace del Terreno  
Gamma\_G1 = Coeff. di combinazione  
sig\_Td = sig\_T \* Gamma\_G1 = Tensione di Calcolo del Terreno  
  
sig\_Q = Componente di tensione efficace per Sovraccarico  
Gamma\_Q = Coeff. di combinazione  
sig\_Qd = sig\_Q \* Gamma\_Q = Tensione di Calcolo per Sovracc.  
  
Sig\_eff = sig\_Td + sig\_Qd = Tensione Risultante efficace

=====

COMBINAZIONE DI CARICO N. 4: Sisma Su (M1+R3)

=====

Coefficienti parziali di combinazione delle azioni:  
Spinta del terreno: Gamma\_G1 = 1.00 (Perm. Strutt. Sfav. )  
Spinta del sovracc.: Gamma\_Q = 0.00 (Variabile Sfav.)

| Tratto n. | z [m] | Sig_T [kPa] | Gamma_G1 [-] | Sig_Td [kPa] | Sig_Q [kPa] | Gamma_Q [-] | Sig_Qd [kPa] | Sig_eff [kPa] |
|-----------|-------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|---------------|
| 1         | 0.00  | 40.33       | 1.00         | 40.33        | 4.75        | 0.00        | 0.00         | 40.33         |
|           | 1.40  | 33.68       | 1.00         | 33.68        | 4.75        | 0.00        | 0.00         | 33.68         |
| 2         | 1.40  | 33.68       | 1.00         | 33.68        | 4.75        | 0.00        | 0.00         | 33.68         |
|           | 8.49  | 0.00        | 1.00         | 0.00         | 4.75        | 0.00        | 0.00         | 0.00          |

=====  
\*\*\* SPINTE ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
=====

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
Csi = Angolo inclinazione paramento (orario rispetto all'orizzontale)  
Delta = Angolo di attrito al contatto  
Alpha = Angolo inclinazione Spinta (antiorario rispetto all'orizzontale)  
F\_T = Valore complessivo di Spinta  
F\_x = Componente orizzontale di spinta (>0 verso sinistra - ribaltante)  
F\_y = Componente verticale di spinta (>0 verso il basso - stabilizz.)  
x\_P,y\_P = Coordinate x,y punto di applicazione

COMBINAZIONE DI CARICO N. 4: Sisma Su (M1+R3)

| Tratto n. | da z [m] | a z [m] | Csi [°] | Delta [°] | Alpha [°] | F_T [kN] | F_x [kN] | F_y [kN] | x_P [m] | y_P [m] |
|-----------|----------|---------|---------|-----------|-----------|----------|----------|----------|---------|---------|
| 1         | 0.00     | 1.40    | 90.00   | 25.35     | 25.35     | 51.81    | 46.82    | 22.18    | 5.50    | 0.68    |
| 2         | 1.40     | 8.49    | 90.00   | 25.35     | 25.35     | 119.49   | 107.98   | 51.15    | 5.50    | 3.76    |

=====  
\*\*\* DETTAGLIO CALCOLO RISULTANTE SUL PIANO DI FONDAZIONE \*\*\*  
=====

Legenda:

F = valore dell'azione  
Coef = coefficiente di combinazione dell'azione  
F\_Vd = Componente Verticale di calcolo dell'azione  
F\_Hd = Componente Orizzont. di calcolo dell'azione  
x,y = coordinate punto di applicazione dell'azione  
Mrib = Momento ribaltante (rispetto estremo di valle fondazione)  
Mstab = Momento Stabilizzante

N.B. Le spinte del terreno sono già quelle di combinazione con quelle dell'eventuale sovraccarico (es. 1.3\*st + 1.5\*sq)

N.B. Le spinte idrostatiche sono già quelle di combinazione  
Le componenti verticali di spinta del terreno e dell'acqua sono legate a quelle orizzontali e, se rivolte verso il basso, riducono il momento ribaltante anzichè aumentare lo stabilizzante  
Eventuali forze e coppie esterne aggiuntive sono considerate Sfavorevoli se ribaltanti

COMBINAZIONE DI CARICO N. 4: Sisma Su (M1+R3)

| Azione                           | Tipo Azione   | F [kN] | Coef [-] | F_Vd [kN] | F_Hd [kN] | x [m]  | y [m] | Mrib [kNm] | Mstab [kNm] |         |
|----------------------------------|---------------|--------|----------|-----------|-----------|--------|-------|------------|-------------|---------|
| Materiali Muro: Mat. n.01        | Perm. Strutt. | Fav    | 352.50   | 1.00      | 352.50    | 0.00   | 2.18  | 2.39       | 0.00        | 767.88  |
| -sisma vertic.                   |               |        | -6.91    | 1.00      | -6.91     | 0.00   | 2.18  | 2.39       | 0.00        | -15.05  |
| -sisma orizz.                    |               |        | 13.82    | 1.00      | 0.00      | 13.82  | 2.18  | 2.39       | 33.08       | 0.00    |
| Terr. su muro: Area n.01         | Perm. Strutt. | Fav    | 198.00   | 1.00      | 198.00    | 0.00   | 3.85  | 2.90       | 0.00        | 762.30  |
| -sisma vertic.                   |               |        | -3.88    | 1.00      | -3.88     | 0.00   | 3.85  | 2.90       | 0.00        | -14.94  |
| -sisma orizz.                    |               |        | 7.76     | 1.00      | 0.00      | 7.76   | 3.85  | 2.90       | 22.51       | 0.00    |
| Terr. su muro: Area n.02         | Perm. Strutt. | Fav    | 307.60   | 1.00      | 307.60    | 0.00   | 3.61  | 6.42       | 0.00        | 1109.66 |
| -sisma vertic.                   |               |        | -6.03    | 1.00      | -6.03     | 0.00   | 3.61  | 6.42       | 0.00        | -21.75  |
| -sisma orizz.                    |               |        | 12.06    | 1.00      | 0.00      | 12.06  | 3.61  | 6.42       | 77.46       | 0.00    |
| Sovracc. su muro:                | Variabile     | Fav    | 76.00    | 0.00      | 0.00      | 0.00   | 3.60  | 8.45       | 0.00        | 0.00    |
| -sisma vertic. su Sovracc        |               |        | -1.49    | 0.00      | 0.00      | 0.00   | 3.60  | 8.45       | 0.00        | 0.00    |
| -sisma orizz. su Sovracc         |               |        | 2.98     | 0.00      | 0.00      | 0.00   | 3.60  | 8.45       | 0.00        | 0.00    |
| Sp.Terr.Monte:Tratto n.01        | Perm. Strutt. | Sfav   | 51.81    | 1.00      | 22.18     | 46.82  | 5.50  | 0.68       | -90.19      | 0.00    |
| Sp.Terr.Monte:Tratto n.02        | Perm. Strutt. | Sfav   | 119.49   | 1.00      | 51.15     | 107.98 | 5.50  | 3.76       | 125.23      | 0.00    |
| RISULTANTE SUL PIANO FONDAZIONE: |               |        |          |           | 914.61    | 188.44 |       |            | 168.09      | 2588.09 |

## \*\*\* V E R I F I C H E \*\*\*

## COMBINAZIONE DI CARICO N. 4: Sisma Su (M1+R3)

## Terreno di fondazione - Parametri geotecnici di calcolo:

|        |       |         |                                    |
|--------|-------|---------|------------------------------------|
| Gamma  | 20.00 | [kN/m3] | p.s. naturale                      |
| Gamma' | 20.00 | [kN/m3] | p.s. efficace (condizioni Drenate) |
| $\phi$ | 38.00 | [°]     | attrito di calcolo                 |
| c      | 0.00  | [kN/m2] | coesione di calcolo                |

## Terreno di fondazione - coeff. e Parametri di aderenza:

|          |       |         |                      |
|----------|-------|---------|----------------------|
| cf       | 0.67  | [-]     | aliquota attrito     |
| cc       | 0.67  | [-]     | aliquota coesione    |
| $\phi_a$ | 25.35 | [°]     | attrito al contatto  |
| ca       | 0.00  | [kN/m2] | coesione di aderenza |

## VERIFICA A SCORRIMENTO:

|                        |                          |                             |
|------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Azione Orizzontale:    | Hed                      | 188.44 kN                   |
| Carico verticale:      | Ned                      | 914.61 kN                   |
| Resistenza attrito:    | $R_a = Ned * tg(\phi_a)$ | 433.23 kN                   |
| Base Fondazione:       | B                        | 5.50 m                      |
| Resistenza coesione:   | $R_c = ca * B$           | 0.00 kN                     |
| Resistenza Totale:     | $R_{tot} = R_a + R_c$    | 433.23 kN                   |
| Coeffic. parziale:     | G_R                      | 1.00 (NTC18 - Tab.7.11.III) |
| Resistenza di Calcolo: | $H_{rd} = R_{tot} / G_R$ | 433.23 kN                   |
| Verifica:              | Hrd/Hed                  | 2.30 ---> ok!               |

## VERIFICA A RIBALTAMENTO:

Per la presente combinazione di carico (sismica) la verifica a ribaltamento non é significativa  
 Riferirsi alle combinazioni n. 8 e 9 'Sisma RIB'  
 per le quali le azioni sismiche sono maggiorate (Cap.7.11.6.2.1)

## VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:

|                       |   |                             |
|-----------------------|---|-----------------------------|
| Azione verticale      | Ned   | 914.61 kN                   |
| Azione orizzontale    | Hed   | 188.44 kN                   |
| Sovraccarico laterale | q   | 0.00 kPa                    |
| Eccentricita'         | $e = B/2 - (M_{stab} - M_{rib}) / Ned$                  | 0.10 m                      |
| Base efficace         | $B_{eff} = B - 2 e $                                    | 5.29 m                      |
| Fattore cap. port.    | $N_q = \exp(Pi * tg\phi) * tg^2(Pi/4 + \phi/2)$         | 48.93                       |
| Fattore cap. port.    | $N_c = (N_q - 1) * \cot\phi$                            | 61.35                       |
| Fattore cap. port.    | $N_g = 2 * (N_q + 1) * tg\phi$                          | 78.02                       |
| coeff. inclin. carico | $i_g = [1 - Hed / (Ned + B_{eff} * c * \cot\phi)]^2$    | 0.50                        |
| coeff. inclin. carico | $i_q = [1 - Hed / (Ned + B_{eff} * c * \cot\phi)]^2$    | 0.63                        |
| coeff. inclin. carico | $i_c = i_q - [(1 - i_q) / (N_c * tg\phi)]$              | 0.62                        |
| Inclin. P.C. (<0)     | Omega   | 10.00                       |
| coeff. inclin. p.c.   | $g_q = [1 - tg(Omega)]^2$                               | 0.68                        |
| coeff. inclin. p.c.   | gq=gg   | 0.68                        |
| coeff. inclin. p.c.   | $g_c = g_q - [(1 - g_q) / (N_c * tg\phi)]$              | 0.67                        |
| coeff. sismico        | $k_h = S_s * S_t * a_g / g$                             | 0.1032                      |
| coeff. sismico        | $z_c = 1 - 0.32 * k_h$                                  | 0.97                        |
| coeff. sismico        | $z_q = (1 - k_h / tg\phi)^{0.35}$                       | 0.95                        |
| coeff. sismico        | zq=zq   | 0.95                        |
| pressione limite (1)  | $q_{lim1} = 0.5 * G' * B_{eff} * N_g * i_g * g_q * z_q$ | 1334.16 kN/m2               |
| pressione limite (2)  | $q_{lim2} = c * N_c * i_c * g_c * z_c$                  | 0.00 kN/m2                  |
| pressione limite (3)  | $q_{lim3} = q * N_q * i_q * g_q * z_q$                  | 0.00 kN/m2                  |
| pressione lim. Tot.   | $q_{lim} = q_{lim1} + q_{lim2} + q_{lim3}$              | 1334.16 kN/m2               |
| Resistenza totale     | $Q_{lim} = q_{lim} * B_{eff}$                           | 7060.18 kN                  |
| Coeffic. parziale     | G_R   | 1.20 (NTC18 - Tab.7.11.III) |
| Resistenza Calcolo    | $N_{rd} = Q_{lim} / G_R$                                | 5883.49 kN                  |
| Verifica              | Nrd/Ned   | 6.43 ---> ok!               |

## CALCOLO TENSIONI SUL PIANO DI FONDAZIONE:

|   |  |            |
|---|--|------------|
| Azione verticale                        | Ned                                    | 914.61 kN  |
| Eccentricita'                           | $e = B/2 - (M_{stab} - M_{rib}) / Ned$ | 0.10 m     |
| Momento                                 | $M = Ned *  e $                        | 95.18 kNm  |
| Base Fondazione                         | B                                      | 5.50 m     |
| e  <= B/6 (base interamente compressa): |  |            |
| Tensione Max                            | $s_{max} = Ned/B + 6 M  / (B^2)$       | 185.17 kPa |
| Tensione min                            | $s_{min} = Ned/B - 6 M  / (B^2)$       | 147.41 kPa |







\*\*\* TENSIONI ATTIVE EFFICACI LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
 ( MONONOBE - OKABE )

## Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
 sig\_V = Tensione verticale efficace  
 ka = coefficiente di spinta attiva  
 sig\_a = Tensione attiva efficace  
 $sig_a = sig_V * ka - 2 c Radq(ka)$   
 \*\* = Tratto parete sotto falda

## TENSIONI EFFICACI ATTIVE - SOLO TERRENO - (Coeff. parziali M1)

| Tratto n. | z [m] | Statiche    |        |             | Sisma Up    |        |             | Sisma Dw    |        |             |
|-----------|-------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|
|           |       | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] |
| 1         | 0.00  | 169.90      | 0.220  | 37.36       | 166.57      | 0.242  | 40.33       | 173.23      | 0.241  | 41.79       |
|           | 1.40  | 141.90      | 0.220  | 31.20       | 139.12      | 0.242  | 33.68       | 144.68      | 0.241  | 34.90       |
| 2         | 1.40  | 141.90      | 0.220  | 31.20       | 139.12      | 0.242  | 33.68       | 144.68      | 0.241  | 34.90       |
|           | 8.49  | 0.00        | 0.220  | 0.00        | 0.00        | 0.242  | 0.00        | 0.00        | 0.241  | 0.00        |

## TENSIONI EFFICACI ATTIVE - PER SOVRACCARICO - (Coeff. parziali M1)

| Tratto n. | z [m] | Statiche    |        |             | Sisma Up    |        |             | Sisma Dw    |        |             |
|-----------|-------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|
|           |       | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] |
| 1         | 0.00  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |
|           | 1.40  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |
| 2         | 1.40  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |
|           | 8.49  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.61       | 0.242  | 4.75        | 20.39       | 0.241  | 4.92        |

## \*\*\* PRESSIONI ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*

## Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
 sig\_T = Componente di tensione efficace del Terreno  
 Gamma\_G1 = Coeff. di combinazione  
 $sig\_Td = sig\_T * Gamma\_G1$  = Tensione di Calcolo del Terreno  
 sig\_Q = Componente di tensione efficace per Sovraccarico  
 Gamma\_Q = Coeff. di combinazione  
 $sig\_Qd = sig\_Q * Gamma\_Q$  = Tensione di Calcolo per Sovracc.  
 Sig\_eff =  $sig\_Td + sig\_Qd$  = Tensione Risultante efficace

## COMBINAZIONE DI CARICO N. 5: Sisma Giu (M1+R3)

Coefficienti parziali di combinazione delle azioni:  
 Spinta del terreno:  $Gamma\_G1 = 1.00$  (Perm. Strutt. Sfav. )  
 Spinta del sovracc.:  $Gamma\_Q = 0.00$  (Variabile Sfav.)

| Tratto n. | z [m] | Sig_T [kPa] | Gamma_G1 [-] | Sig_Td [kPa] | Sig_Q [kPa] | Gamma_Q [-] | Sig_Qd [kPa] | Sig_eff [kPa] |
|-----------|-------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|---------------|
| 1         | 0.00  | 41.79       | 1.00         | 41.79        | 4.92        | 0.00        | 0.00         | 41.79         |
|           | 1.40  | 34.90       | 1.00         | 34.90        | 4.92        | 0.00        | 0.00         | 34.90         |
| 2         | 1.40  | 34.90       | 1.00         | 34.90        | 4.92        | 0.00        | 0.00         | 34.90         |
|           | 8.49  | 0.00        | 1.00         | 0.00         | 4.92        | 0.00        | 0.00         | 0.00          |

=====  
\*\*\* SPINTE ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
=====

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
Csi = Angolo inclinazione paramento (orario rispetto all'orizzontale)  
Delta = Angolo di attrito al contatto  
Alpha = Angolo inclinazione Spinta (antiorario rispetto all'orizzontale)  
F\_T = Valore complessivo di Spinta  
F\_x = Componente orizzontale di spinta (>0 verso sinistra - ribaltante)  
F\_y = Componente verticale di spinta (>0 verso il basso - stabilizz.)  
x\_P,y\_P = Coordinate x,y punto di applicazione

COMBINAZIONE DI CARICO N. 5: Sisma Giu (M1+R3)

| Tratto n. | da z [m] | a z [m] | Csi [°] | Delta [°] | Alpha [°] | F_T [kN] | F_x [kN] | F_y [kN] | x_P [m] | y_P [m] |
|-----------|----------|---------|---------|-----------|-----------|----------|----------|----------|---------|---------|
| 1         | 0.00     | 1.40    | 90.00   | 25.35     | 25.35     | 53.68    | 48.51    | 22.98    | 5.50    | 0.68    |
| 2         | 1.40     | 8.49    | 90.00   | 25.35     | 25.35     | 123.81   | 111.89   | 53.00    | 5.50    | 3.76    |

=====  
\*\*\* DETTAGLIO CALCOLO RISULTANTE SUL PIANO DI FONDAZIONE \*\*\*  
=====

Legenda:

F = valore dell'azione  
Coef = coefficiente di combinazione dell'azione  
F\_Vd = Componente Verticale di calcolo dell'azione  
F\_Hd = Componente Orizzont. di calcolo dell'azione  
x,y = coordinate punto di applicazione dell'azione  
Mrib = Momento ribaltante (rispetto estremo di valle fondazione)  
Mstab = Momento Stabilizzante

N.B. Le spinte del terreno sono già quelle di combinazione con quelle dell'eventuale sovraccarico (es. 1.3\*st + 1.5\*sq)

N.B. Le spinte idrostatiche sono già quelle di combinazione  
Le componenti verticali di spinta del terreno e dell'acqua sono legate a quelle orizzontali e, se rivolte verso il basso, riducono il momento ribaltante anzichè aumentare lo stabilizzante  
Eventuali forze e coppie esterne aggiuntive sono considerate Sfavorevoli se ribaltanti

COMBINAZIONE DI CARICO N. 5: Sisma Giu (M1+R3)

| Azione                           | Tipo Azione   | F [kN] | Coef [-] | F_Vd [kN] | F_Hd [kN] | x [m]  | y [m] | Mrib [kNm] | Mstab [kNm] |         |
|----------------------------------|---------------|--------|----------|-----------|-----------|--------|-------|------------|-------------|---------|
| Materiali Muro: Mat. n.01        | Perm. Strutt. | Fav    | 352.50   | 1.00      | 352.50    | 0.00   | 2.18  | 2.39       | 0.00        | 767.88  |
| -sisma vertic.                   |               |        | 6.91     | 1.00      | 6.91      | 0.00   | 2.18  | 2.39       | 0.00        | 15.05   |
| -sisma orizz.                    |               |        | 13.82    | 1.00      | 0.00      | 13.82  | 2.18  | 2.39       | 33.08       | 0.00    |
| Terr. su muro: Area n.01         | Perm. Strutt. | Fav    | 198.00   | 1.00      | 198.00    | 0.00   | 3.85  | 2.90       | 0.00        | 762.30  |
| -sisma vertic.                   |               |        | 3.88     | 1.00      | 3.88      | 0.00   | 3.85  | 2.90       | 0.00        | 14.94   |
| -sisma orizz.                    |               |        | 7.76     | 1.00      | 0.00      | 7.76   | 3.85  | 2.90       | 22.51       | 0.00    |
| Terr. su muro: Area n.02         | Perm. Strutt. | Fav    | 307.60   | 1.00      | 307.60    | 0.00   | 3.61  | 6.42       | 0.00        | 1109.66 |
| -sisma vertic.                   |               |        | 6.03     | 1.00      | 6.03      | 0.00   | 3.61  | 6.42       | 0.00        | 21.75   |
| -sisma orizz.                    |               |        | 12.06    | 1.00      | 0.00      | 12.06  | 3.61  | 6.42       | 77.46       | 0.00    |
| Sovracc. su muro:                | Variabile     | Fav    | 76.00    | 0.00      | 0.00      | 0.00   | 3.60  | 8.45       | 0.00        | 0.00    |
| -sisma vertic. su Sovracc        |               |        | 1.49     | 0.00      | 0.00      | 0.00   | 3.60  | 8.45       | 0.00        | 0.00    |
| -sisma orizz. su Sovracc         |               |        | 2.98     | 0.00      | 0.00      | 0.00   | 3.60  | 8.45       | 0.00        | 0.00    |
| Sp.Terr.Monte:Tratto n.01        | Perm. Strutt. | Sfav   | 53.68    | 1.00      | 22.98     | 48.51  | 5.50  | 0.68       | -93.45      | 0.00    |
| Sp.Terr.Monte:Tratto n.02        | Perm. Strutt. | Sfav   | 123.81   | 1.00      | 53.00     | 111.89 | 5.50  | 3.76       | 129.76      | 0.00    |
| RISULTANTE SUL PIANO FONDAZIONE: |               |        |          |           | 950.90    | 194.04 |       |            | 169.35      | 2691.58 |

## \*\*\* V E R I F I C H E \*\*\*

## COMBINAZIONE DI CARICO N. 5: Sisma Giu (M1+R3)

## Terreno di fondazione - Parametri geotecnici di calcolo:

|        |       |         |                                    |
|--------|-------|---------|------------------------------------|
| Gamma  | 20.00 | [kN/m3] | p.s. naturale                      |
| Gamma' | 20.00 | [kN/m3] | p.s. efficace (condizioni Drenate) |
| $\phi$ | 38.00 | [°]     | attrito di calcolo                 |
| c      | 0.00  | [kN/m2] | coesione di calcolo                |

## Terreno di fondazione - coeff. e Parametri di aderenza:

|          |       |         |                      |
|----------|-------|---------|----------------------|
| cf       | 0.67  | [-]     | aliquota attrito     |
| cc       | 0.67  | [-]     | aliquota coesione    |
| $\phi_a$ | 25.35 | [°]     | attrito al contatto  |
| ca       | 0.00  | [kN/m2] | coesione di aderenza |

## VERIFICA A SCORRIMENTO:

|                        |                          |                             |
|------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Azione Orizzontale:    | Hed                      | 194.04 kN                   |
| Carico verticale:      | Ned                      | 950.90 kN                   |
| Resistenza attrito:    | $R_a = Ned * tg(\phi_a)$ | 450.42 kN                   |
| Base Fondazione:       | B                        | 5.50 m                      |
| Resistenza coesione:   | $R_c = ca * B$           | 0.00 kN                     |
| Resistenza Totale:     | $R_{tot} = R_a + R_c$    | 450.42 kN                   |
| Coeffic. parziale:     | G_R                      | 1.00 (NTC18 - Tab.7.11.III) |
| Resistenza di Calcolo: | $Hrd = R_{tot} / G_R$    | 450.42 kN                   |
| Verifica:              | Hrd/Hed                  | 2.32 ---> ok!               |

## VERIFICA A RIBALTAMENTO:

Per la presente combinazione di carico (sismica) la verifica a ribaltamento non é significativa  
 Riferirsi alle combinazioni n. 8 e 9 'Sisma RIB'  
 per le quali le azioni sismiche sono maggiorate (Cap.7.11.6.2.1)

## VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:

|                       |   |                             |
|-----------------------|---|-----------------------------|
| Azione verticale      | Ned   | 950.90 kN                   |
| Azione orizzontale    | Hed   | 194.04 kN                   |
| Sovraccarico laterale | q   | 0.00 kPa                    |
| Eccentricita'         | $e = B/2 - (M_{stab} - M_{rib}) / Ned$                  | 0.10 m                      |
| Base efficace         | $B_{eff} = B - 2 e $                                    | 5.30 m                      |
| Fattore cap. port.    | $N_q = \exp(Pi * tg\phi) * tg^2(Pi/4 + \phi/2)$         | 48.93                       |
| Fattore cap. port.    | $N_c = (N_q - 1) * \cot\phi$                            | 61.35                       |
| Fattore cap. port.    | $N_g = 2 * (N_q + 1) * tg\phi$                          | 78.02                       |
| coeff.inclin.carico   | $i_g = [1 - Hed / (Ned + B_{eff} * c * \cot\phi)]^2$    | 0.50                        |
| coeff.inclin.carico   | $i_q = [1 - Hed / (Ned + B_{eff} * c * \cot\phi)]^2$    | 0.63                        |
| coeff.inclin.carico   | $i_c = i_q - [(1 - i_q) / (N_c * tg\phi)]$              | 0.63                        |
| Inclin. P.C. (<0)     | Omega   | 10.00                       |
| coeff.inclin.p.c.     | $g_q = [1 - tg(Omega)]^2$                               | 0.68                        |
| coeff.inclin.p.c.     | gq=gg   | 0.68                        |
| coeff.inclin.p.c.     | $g_c = g_q - [(1 - g_q) / (N_c * tg\phi)]$              | 0.67                        |
| coeff. sismico        | $k_h = S_s * S_t * a_g / g$                             | 0.1032                      |
| coeff. sismico        | $z_c = 1 - 0.32 * k_h$                                  | 0.97                        |
| coeff. sismico        | $z_q = (1 - k_h / tg\phi)^{0.35}$                       | 0.95                        |
| coeff. sismico        | zq=zq   | 0.95                        |
| pressione limite (1)  | $q_{lim1} = 0.5 * G' * B_{eff} * N_g * i_g * g_q * z_g$ | 1347.46 kN/m2               |
| pressione limite (2)  | $q_{lim2} = c * N_c * i_c * g_c * z_c$                  | 0.00 kN/m2                  |
| pressione limite (3)  | $q_{lim3} = q * N_q * i_q * g_q * z_q$                  | 0.00 kN/m2                  |
| pressione lim. Tot.   | $q_{lim} = q_{lim1} + q_{lim2} + q_{lim3}$              | 1347.46 kN/m2               |
| Resistenza totale     | $Q_{lim} = q_{lim} * B_{eff}$                           | 7148.16 kN                  |
| Coeffic. parziale     | G_R   | 1.20 (NTC18 - Tab.7.11.III) |
| Resistenza Calcolo    | $Nrd = Q_{lim} / G_R$                                   | 5956.80 kN                  |
| Verifica              | Nrd/Ned   | 6.26 ---> ok!               |

## CALCOLO TENSIONI SUL PIANO DI FONDAZIONE:

|   |  |            |
|---|--|------------|
| Azione verticale                        | Ned                                    | 950.90 kN  |
| Eccentricita'                           | $e = B/2 - (M_{stab} - M_{rib}) / Ned$ | 0.10 m     |
| Momento                                 | $M = Ned *  e $                        | 92.76 kNm  |
| Base Fondazione                         | B                                      | 5.50 m     |
| e  <= B/6 (base interamente compressa): |  |            |
| Tensione Max                            | $s_{max} = Ned/B + 6 M  / (B^2)$       | 191.29 kPa |
| Tensione min                            | $s_{min} = Ned/B - 6 M  / (B^2)$       | 154.49 kPa |



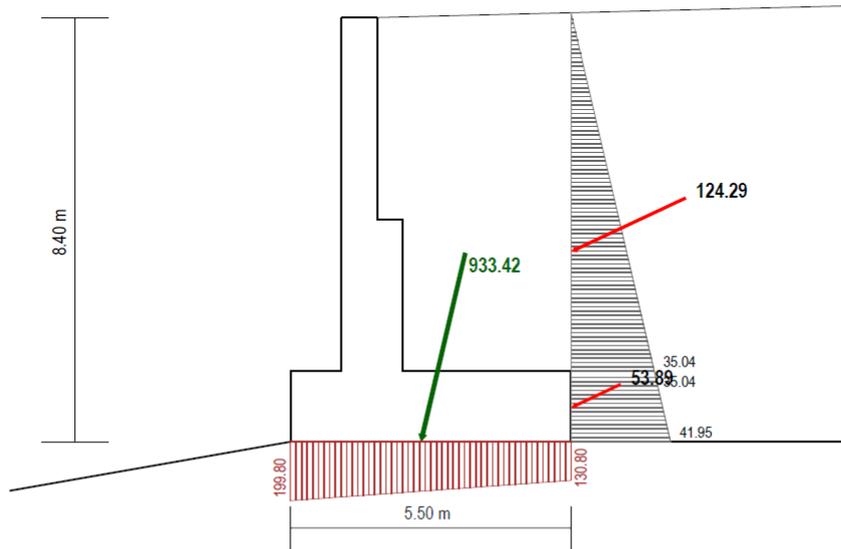
MB Muro Rev 3.03

**PONTE SUL FIUME OGLIO**  
MURO ANDATORE IN SPONDA SX  
SEZIONE TIPO 6-6

**COMBINAZIONE DI CARICO N. 8:**  
Sisma Su RIB (M1+R3)

**STRATI DI MONTE**

STRATO N.1  
G = 20.00 kN/m3  
 $\phi' = 38.00^\circ$   
 $c' = 0.00$  kN/m2



STRATO FONDAZIONE  
G = 20.00 kN/m3  
 $\phi' = 38.00^\circ$   
 $c' = 0.00$  kN/m2

**RISULTATI DEL CALCOLO e VERIFICHE**

**VERIFICA A SCORRIMENTO:**

Per la presente combinazione di carico è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)

**VERIFICA A RIBALTAMENTO:**

|                            |                 |                |
|----------------------------|-----------------|----------------|
| Momento Stabilizzante:     | Mstab           | 2562.22 kNm    |
| Coeffic. parziale:         | G R             | 1.00           |
| Resistenza a Ribaltamento: | Mrd = Mstab/G R | 2562.22 kNm    |
| Momento Ribaltante:        | Med             | 236.02 kNm     |
| Verifica:                  | Mrd/Med         | 10.86 ---> ok! |

**VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:**

Per la presente combinazione di carico è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)



\*\*\* TENSIONI ATTIVE EFFICACI LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
PER LE SOLE VERIFICHE A RIBALTAMENTO IN CONDIZIONI SISMICHE (NTC18 - 7.11.6.2.1)

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
sig\_V = Tensione verticale efficace  
ka = coefficiente di spinta attiva  
sig\_a = Tensione attiva efficace  
sig\_a = sig\_V \* ka - 2 c Radq(ka)  
\*\* = Tratto parete sotto falda

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - SOLO TERRENO - (Coeff. parziali M1)

| Tratto n. | z [m] | Statiche    |        |             | Sisma Up    |        |             | Sisma Dw    |        |             |
|-----------|-------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|
|           |       | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] |
| 1         | 0.00  | 169.90      | 0.220  | 37.36       | 164.90      | 0.254  | 41.95       | 174.89      | 0.252  | 44.12       |
|           | 1.40  | 141.90      | 0.220  | 31.20       | 137.73      | 0.254  | 35.04       | 146.07      | 0.252  | 36.85       |
| 2         | 1.40  | 141.90      | 0.220  | 31.20       | 137.73      | 0.254  | 35.04       | 146.07      | 0.252  | 36.85       |
|           | 8.49  | 0.00        | 0.220  | 0.00        | 0.00        | 0.254  | 0.00        | 0.00        | 0.252  | 0.00        |

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - PER SOVRACCARICO - (Coeff. parziali M1)

| Tratto n. | z [m] | Statiche    |        |             | Sisma Up    |        |             | Sisma Dw    |        |             |
|-----------|-------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|
|           |       | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] |
| 1         | 0.00  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.41       | 0.254  | 4.94        | 20.59       | 0.252  | 5.19        |
|           | 1.40  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.41       | 0.254  | 4.94        | 20.59       | 0.252  | 5.19        |
| 2         | 1.40  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.41       | 0.254  | 4.94        | 20.59       | 0.252  | 5.19        |
|           | 8.49  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.41       | 0.254  | 4.94        | 20.59       | 0.252  | 5.19        |

\*\*\* PRESSIONI ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
PER LE SOLE VERIFICHE A RIBALTAMENTO IN CONDIZIONI SISMICHE (NTC18 - 7.11.6.2.1)

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
sig\_T = Componente di tensione efficace del Terreno  
Gamma\_G1 = Coeff. di combinazione  
sig\_Td = sig\_T \* Gamma\_G1 = Tensione di Calcolo del Terreno  
  
sig\_Q = Componente di tensione efficace per Sovraccarico  
Gamma\_Q = Coeff. di combinazione  
sig\_Qd = sig\_Q \* Gamma\_Q = Tensione di Calcolo per Sovracc.  
  
Sig\_eff = sig\_Td + sig\_Qd = Tensione Risultante efficace

COMBINAZIONE DI CARICO N. 8: Sisma Su RIB (M1+R3)

Coefficienti parziali di combinazione delle azioni:  
Spinta del terreno: Gamma\_G1 = 1.00 (Perm. Strutt. Sfav. )  
Spinta del sovracc.: Gamma\_Q = 0.00 (Variabile Sfav.)

| Tratto n. | z [m] | Sig_T [kPa] | Gamma_G1 [-] | Sig_Td [kPa] | Sig_Q [kPa] | Gamma_Q [-] | Sig_Qd [kPa] | Sig_eff [kPa] |
|-----------|-------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|---------------|
| 1         | 0.00  | 41.95       | 1.00         | 41.95        | 4.94        | 0.00        | 0.00         | 41.95         |
|           | 1.40  | 35.04       | 1.00         | 35.04        | 4.94        | 0.00        | 0.00         | 35.04         |
| 2         | 1.40  | 35.04       | 1.00         | 35.04        | 4.94        | 0.00        | 0.00         | 35.04         |
|           | 8.49  | 0.00        | 1.00         | 0.00         | 4.94        | 0.00        | 0.00         | 0.00          |

## \*\*\* SPINTE ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*

## Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
 Csi = Angolo inclinazione paramento (orario rispetto all'orizzontale)  
 Delta = Angolo di attrito al contatto  
 Alpha = Angolo inclinazione Spinta (antiorario rispetto all'orizzontale)  
 F\_T = Valore complessivo di Spinta  
 F\_x = Componente orizzontale di spinta (>0 verso sinistra - ribaltante)  
 F\_y = Componente verticale di spinta (>0 verso il basso - stabilizz.)  
 x\_P,y\_P = Coordinate x,y punto di applicazione

## COMBINAZIONE DI CARICO N. 8: Sisma Su RIB (M1+R3)

| Tratto n. | da z [m] | a z [m] | Csi [°] | Delta [°] | Alpha [°] | F_T [kN] | F_x [kN] | F_y [kN] | x_P [m] | y_P [m] |
|-----------|----------|---------|---------|-----------|-----------|----------|----------|----------|---------|---------|
| 1         | 0.00     | 1.40    | 90.00   | 25.35     | 25.35     | 53.89    | 48.70    | 23.07    | 5.50    | 0.68    |
| 2         | 1.40     | 8.49    | 90.00   | 25.35     | 25.35     | 124.29   | 112.32   | 53.21    | 5.50    | 3.76    |

## \*\*\* DETTAGLIO CALCOLO RISULTANTE SUL PIANO DI FONDAZIONE \*\*\*

## Legenda:

F = valore dell'azione  
 Coef = coefficiente di combinazione dell'azione  
 F\_Vd = Componente Verticale di calcolo dell'azione  
 F\_Hd = Componente Orizzont. di calcolo dell'azione  
 x,y = coordinate punto di applicazione dell'azione  
 Mrib = Momento ribaltante (rispetto estremo di valle fondazione)  
 Mstab = Momento Stabilizzante

N.B. Le spinte del terreno sono già quelle di combinazione con quelle dell'eventuale sovraccarico (es. 1.3\*st + 1.5\*sq)

N.B. Le spinte idrostatiche sono già quelle di combinazione  
 Le componenti verticali di spinta del terreno e dell'acqua sono legate a quelle orizzontali e, se rivolte verso il basso, riducono il momento ribaltante anzichè aumentare lo stabilizzante  
 Eventuali forze e coppie esterne aggiuntive sono considerate Sfavorevoli se ribaltanti

## COMBINAZIONE DI CARICO N. 8: Sisma Su RIB (M1+R3)

| Azione                           | Tipo Azione   | F [kN] | Coef [-] | F_Vd [kN] | F_Hd [kN] | x [m]  | y [m] | Mrib [kNm] | Mstab [kNm] |         |
|----------------------------------|---------------|--------|----------|-----------|-----------|--------|-------|------------|-------------|---------|
| Materiali Muro: Mat. n.01        | Perm. Strutt. | Fav    | 352.50   | 1.00      | 352.50    | 0.00   | 2.18  | 2.39       | 0.00        | 767.88  |
| -sisma vertic.                   |               |        | -10.36   | 1.00      | -10.36    | 0.00   | 2.18  | 2.39       | 0.00        | -22.58  |
| -sisma orizz.                    |               |        | 20.73    | 1.00      | 0.00      | 20.73  | 2.18  | 2.39       | 49.61       | 0.00    |
| Terr. su muro: Area n.01         | Perm. Strutt. | Fav    | 198.00   | 1.00      | 198.00    | 0.00   | 3.85  | 2.90       | 0.00        | 762.30  |
| -sisma vertic.                   |               |        | -5.82    | 1.00      | -5.82     | 0.00   | 3.85  | 2.90       | 0.00        | -22.41  |
| -sisma orizz.                    |               |        | 11.64    | 1.00      | 0.00      | 11.64  | 3.85  | 2.90       | 33.76       | 0.00    |
| Terr. su muro: Area n.02         | Perm. Strutt. | Fav    | 307.60   | 1.00      | 307.60    | 0.00   | 3.61  | 6.42       | 0.00        | 1109.66 |
| -sisma vertic.                   |               |        | -9.04    | 1.00      | -9.04     | 0.00   | 3.61  | 6.42       | 0.00        | -32.62  |
| -sisma orizz.                    |               |        | 18.09    | 1.00      | 0.00      | 18.09  | 3.61  | 6.42       | 116.19      | 0.00    |
| Sovracc. su muro:                | Variabile     | Fav    | 76.00    | 0.00      | 0.00      | 0.00   | 3.60  | 8.45       | 0.00        | 0.00    |
| -sisma vertic. su Sovracc        |               |        | -2.23    | 0.00      | 0.00      | 0.00   | 3.60  | 8.45       | 0.00        | 0.00    |
| -sisma orizz. su Sovracc         |               |        | 4.47     | 0.00      | 0.00      | 0.00   | 3.60  | 8.45       | 0.00        | 0.00    |
| Sp.Terr.Monte:Tratto n.01        | Perm. Strutt. | Sfav   | 53.89    | 1.00      | 23.07     | 48.70  | 5.50  | 0.68       | -93.81      | 0.00    |
| Sp.Terr.Monte:Tratto n.02        | Perm. Strutt. | Sfav   | 124.29   | 1.00      | 53.21     | 112.32 | 5.50  | 3.76       | 130.26      | 0.00    |
| RISULTANTE SUL PIANO FONDAZIONE: |               |        |          |           | 909.15    | 211.48 |       |            | 236.02      | 2562.22 |

=====  
=====  
\*\*\* V E R I F I C H E \*\*\*  
=====  
=====

COMBINAZIONE DI CARICO N. 8: Sisma Su RIB (M1+R3)  
=====

Terreno di fondazione - Parametri geotecnici di calcolo:

|           |       |         |                                    |
|-----------|-------|---------|------------------------------------|
| Gamma     | 20.00 | [kN/m3] | p.s. naturale                      |
| Gamma'    | 20.00 | [kN/m3] | p.s. efficace (condizioni Drenate) |
| $\varphi$ | 38.00 | [°]     | attrito di calcolo                 |
| c         | 0.00  | [kN/m2] | coesione di calcolo                |

Terreno di fondazione - coeff. e Parametri di aderenza:

|             |       |         |                      |
|-------------|-------|---------|----------------------|
| cf          | 0.67  | [-]     | aliquota attrito     |
| cc          | 0.67  | [-]     | aliquota coesione    |
| $\varphi_a$ | 25.35 | [°]     | attrito al contatto  |
| ca          | 0.00  | [kN/m2] | coesione di aderenza |

VERIFICA A SCORRIMENTO:

-----  
Per la presente combinazione di carico  
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)  
-----

VERIFICA A RIBALTAMENTO:

|                            |                 |         |                        |
|----------------------------|-----------------|---------|------------------------|
| Momento Stabilizzante:     | Mstab           | 2562.22 | kNm                    |
| Coeffic. parziale:         | G_R             | 1.00    | (NTC18 - Tab.7.11.III) |
| Resistenza a Ribaltamento: | Mrd = Mstab/G_R | 2562.22 | kNm                    |
| Momento Ribaltante:        | Med             | 236.02  | kNm                    |
| Verifica:                  | Mrd/Med         | 10.86   | ----> ok!              |

VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:

-----  
Per la presente combinazione di carico  
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)  
-----



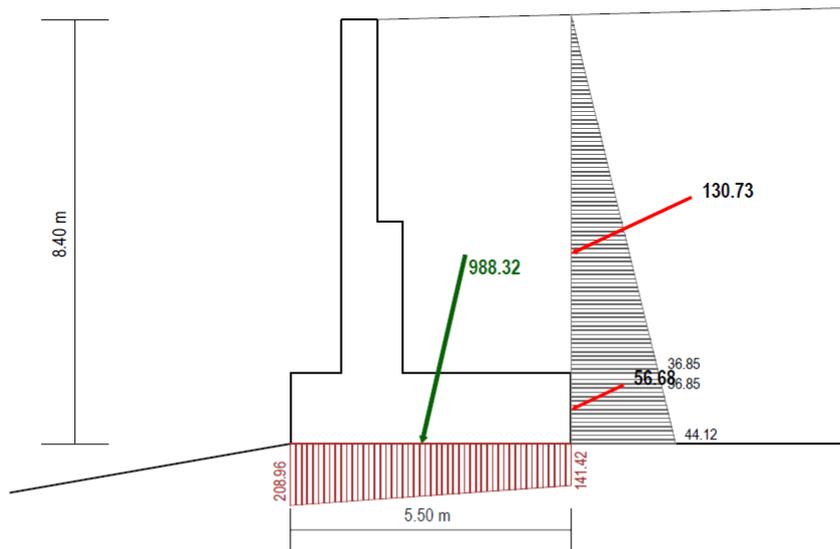
MB Muro Rev 3.03

**PONTE SUL FIUME OGLIO**  
MURO ANDATORE IN SPONDA SX  
SEZIONE TIPO 6-6

**COMBINAZIONE DI CARICO N. 9:**  
Sisma Giu RIB (M1+R3)

**STRATI DI MONTE**

STRATO N.1  
G = 20.00 kN/m3  
 $\phi' = 38.00^\circ$   
 $c' = 0.00$  kN/m2



STRATO FONDAZIONE

G = 20.00 kN/m3  
 $\phi' = 38.00^\circ$   
 $c' = 0.00$  kN/m2

**RISULTATI DEL CALCOLO e VERIFICHE**

**VERIFICA A SCORRIMENTO:**

Per la presente combinazione di carico  
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)

**VERIFICA A RIBALTAMENTO:**

|                            |                 |                |
|----------------------------|-----------------|----------------|
| Momento Stabilizzante:     | Mstab           | 2717.45 kNm    |
| Coeffic. parziale:         | G R             | 1.00           |
| Resistenza a Ribaltamento: | Mrd = Mstab/G_R | 2717.45 kNm    |
| Momento Ribaltante:        | Med             | 237.91 kNm     |
| Verifica:                  | Mrd/Med         | 11.42 ---> ok! |

**VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:**

Per la presente combinazione di carico  
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)



\*\*\* TENSIONI ATTIVE EFFICACI LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
PER LE SOLE VERIFICHE A RIBALTAMENTO IN CONDIZIONI SISMICHE (NTC18 - 7.11.6.2.1)

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
sig\_V = Tensione verticale efficace  
ka = coefficiente di spinta attiva  
sig\_a = Tensione attiva efficace  
sig\_a = sig\_V \* ka - 2 c Radq(ka)  
\*\* = Tratto parete sotto falda

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - SOLO TERRENO - (Coeff. parziali M1)

| Tratto n. | z [m] | Statiche    |        |             | Sisma Up    |        |             | Sisma Dw    |        |             |
|-----------|-------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|
|           |       | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] |
| 1         | 0.00  | 169.90      | 0.220  | 37.36       | 164.90      | 0.254  | 41.95       | 174.89      | 0.252  | 44.12       |
|           | 1.40  | 141.90      | 0.220  | 31.20       | 137.73      | 0.254  | 35.04       | 146.07      | 0.252  | 36.85       |
| 2         | 1.40  | 141.90      | 0.220  | 31.20       | 137.73      | 0.254  | 35.04       | 146.07      | 0.252  | 36.85       |
|           | 8.49  | 0.00        | 0.220  | 0.00        | 0.00        | 0.254  | 0.00        | 0.00        | 0.252  | 0.00        |

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - PER SOVRACCARICO - (Coeff. parziali M1)

| Tratto n. | z [m] | Statiche    |        |             | Sisma Up    |        |             | Sisma Dw    |        |             |
|-----------|-------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|
|           |       | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] | sig_V [kPa] | ka [-] | sig_a [kPa] |
| 1         | 0.00  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.41       | 0.254  | 4.94        | 20.59       | 0.252  | 5.19        |
|           | 1.40  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.41       | 0.254  | 4.94        | 20.59       | 0.252  | 5.19        |
| 2         | 1.40  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.41       | 0.254  | 4.94        | 20.59       | 0.252  | 5.19        |
|           | 8.49  | 20.00       | 0.220  | 4.40        | 19.41       | 0.254  | 4.94        | 20.59       | 0.252  | 5.19        |

\*\*\* PRESSIONI ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
PER LE SOLE VERIFICHE A RIBALTAMENTO IN CONDIZIONI SISMICHE (NTC18 - 7.11.6.2.1)

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
sig\_T = Componente di tensione efficace del Terreno  
Gamma\_G1 = Coeff. di combinazione  
sig\_Td = sig\_T \* Gamma\_G1 = Tensione di Calcolo del Terreno

sig\_Q = Componente di tensione efficace per Sovraccarico  
Gamma\_Q = Coeff. di combinazione  
sig\_Qd = sig\_Q \* Gamma\_Q = Tensione di Calcolo per Sovracc.

Sig\_eff = sig\_Td + sig\_Qd = Tensione Risultante efficace

COMBINAZIONE DI CARICO N. 9: Sisma Giu RIB (M1+R3)

Coefficienti parziali di combinazione delle azioni:  
Spinta del terreno: Gamma\_G1 = 1.00 (Perm. Strutt. Sfav. )  
Spinta del sovracc.: Gamma\_Q = 0.00 (Variabile Sfav.)

| Tratto n. | z [m] | Sig_T [kPa] | Gamma_G1 [-] | Sig_Td [kPa] | Sig_Q [kPa] | Gamma_Q [-] | Sig_Qd [kPa] | Sig_eff [kPa] |
|-----------|-------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|---------------|
| 1         | 0.00  | 44.12       | 1.00         | 44.12        | 5.19        | 0.00        | 0.00         | 44.12         |
|           | 1.40  | 36.85       | 1.00         | 36.85        | 5.19        | 0.00        | 0.00         | 36.85         |
| 2         | 1.40  | 36.85       | 1.00         | 36.85        | 5.19        | 0.00        | 0.00         | 36.85         |
|           | 8.49  | 0.00        | 1.00         | 0.00         | 5.19        | 0.00        | 0.00         | 0.00          |

=====  
\*\*\* SPINTE ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE \*\*\*  
=====

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione  
Csi = Angolo inclinazione paramento (orario rispetto all'orizzontale)  
Delta = Angolo di attrito al contatto  
Alpha = Angolo inclinazione Spinta (antiorario rispetto all'orizzontale)  
F\_T = Valore complessivo di Spinta  
F\_x = Componente orizzontale di spinta (>0 verso sinistra - ribaltante)  
F\_y = Componente verticale di spinta (>0 verso il basso - stabilizz.)  
x\_P,y\_P = Coordinate x,y punto di applicazione

COMBINAZIONE DI CARICO N. 9: Sisma Giu RIB (M1+R3)

| Tratto n. | da z [m] | a z [m] | Csi [°] | Delta [°] | Alpha [°] | F_T [kN] | F_x [kN] | F_y [kN] | x_P [m] | y_P [m] |
|-----------|----------|---------|---------|-----------|-----------|----------|----------|----------|---------|---------|
| 1         | 0.00     | 1.40    | 90.00   | 25.35     | 25.35     | 56.68    | 51.23    | 24.26    | 5.50    | 0.68    |
| 2         | 1.40     | 8.49    | 90.00   | 25.35     | 25.35     | 130.73   | 118.14   | 55.96    | 5.50    | 3.76    |

=====  
\*\*\* DETTAGLIO CALCOLO RISULTANTE SUL PIANO DI FONDAZIONE \*\*\*  
=====

Legenda:

F = valore dell'azione  
Coef = coefficiente di combinazione dell'azione  
F\_Vd = Componente Verticale di calcolo dell'azione  
F\_Hd = Componente Orizzont. di calcolo dell'azione  
x,y = coordinate punto di applicazione dell'azione  
Mrrib = Momento ribaltante (rispetto estremo di valle fondazione)  
Mstab = Momento Stabilizzante

N.B. Le spinte del terreno sono già quelle di combinazione con quelle dell'eventuale sovraccarico (es. 1.3\*st + 1.5\*sq)

N.B. Le spinte idrostatiche sono già quelle di combinazione  
Le componenti verticali di spinta del terreno e dell'acqua sono legate a quelle orizzontali e, se rivolte verso il basso, riducono il momento ribaltante anzichè aumentare lo stabilizzante  
Eventuali forze e coppie esterne aggiuntive sono considerate Sfavorevoli se ribaltanti

COMBINAZIONE DI CARICO N. 9: Sisma Giu RIB (M1+R3)

| Azione                           | Tipo Azione   | F [kN] | Coef [-] | F_Vd [kN] | F_Hd [kN] | x [m]  | y [m] | Mrrib [kNm] | Mstab [kNm] |         |
|----------------------------------|---------------|--------|----------|-----------|-----------|--------|-------|-------------|-------------|---------|
| Materiali Muro: Mat. n.01        | Perm. Strutt. | Fav    | 352.50   | 1.00      | 352.50    | 0.00   | 2.18  | 2.39        | 0.00        | 767.88  |
| -sisma vertic.                   |               |        | 10.36    | 1.00      | 10.36     | 0.00   | 2.18  | 2.39        | 0.00        | 22.58   |
| -sisma orizz.                    |               |        | 20.73    | 1.00      | 0.00      | 20.73  | 2.18  | 2.39        | 49.61       | 0.00    |
| Terr. su muro: Area n.01         | Perm. Strutt. | Fav    | 198.00   | 1.00      | 198.00    | 0.00   | 3.85  | 2.90        | 0.00        | 762.30  |
| -sisma vertic.                   |               |        | 5.82     | 1.00      | 5.82      | 0.00   | 3.85  | 2.90        | 0.00        | 22.41   |
| -sisma orizz.                    |               |        | 11.64    | 1.00      | 0.00      | 11.64  | 3.85  | 2.90        | 33.76       | 0.00    |
| Terr. su muro: Area n.02         | Perm. Strutt. | Fav    | 307.60   | 1.00      | 307.60    | 0.00   | 3.61  | 6.42        | 0.00        | 1109.66 |
| -sisma vertic.                   |               |        | 9.04     | 1.00      | 9.04      | 0.00   | 3.61  | 6.42        | 0.00        | 32.62   |
| -sisma orizz.                    |               |        | 18.09    | 1.00      | 0.00      | 18.09  | 3.61  | 6.42        | 116.19      | 0.00    |
| Sovracc. su muro:                | Variabile     | Fav    | 76.00    | 0.00      | 0.00      | 0.00   | 3.60  | 8.45        | 0.00        | 0.00    |
| -sisma vertic. su Sovracc        |               |        | 2.23     | 0.00      | 0.00      | 0.00   | 3.60  | 8.45        | 0.00        | 0.00    |
| -sisma orizz. su Sovracc         |               |        | 4.47     | 0.00      | 0.00      | 0.00   | 3.60  | 8.45        | 0.00        | 0.00    |
| Sp.Terr.Monte:Tratto n.01        | Perm. Strutt. | Sfav   | 56.68    | 1.00      | 24.26     | 51.23  | 5.50  | 0.68        | -98.67      | 0.00    |
| Sp.Terr.Monte:Tratto n.02        | Perm. Strutt. | Sfav   | 130.73   | 1.00      | 55.96     | 118.14 | 5.50  | 3.76        | 137.01      | 0.00    |
| RISULTANTE SUL PIANO FONDAZIONE: |               |        |          |           | 963.56    | 219.83 |       |             | 237.91      | 2717.45 |

=====  
=====  
\*\*\* V E R I F I C H E \*\*\*  
=====  
=====

COMBINAZIONE DI CARICO N. 9: Sisma Giu RIB (M1+R3)  
=====

Terreno di fondazione - Parametri geotecnici di calcolo:

|           |       |         |                                    |
|-----------|-------|---------|------------------------------------|
| Gamma     | 20.00 | [kN/m3] | p.s. naturale                      |
| Gamma'    | 20.00 | [kN/m3] | p.s. efficace (condizioni Drenate) |
| $\varphi$ | 38.00 | [°]     | attrito di calcolo                 |
| c         | 0.00  | [kN/m2] | coesione di calcolo                |

Terreno di fondazione - coeff. e Parametri di aderenza:

|             |       |         |                      |
|-------------|-------|---------|----------------------|
| cf          | 0.67  | [-]     | aliquota attrito     |
| cc          | 0.67  | [-]     | aliquota coesione    |
| $\varphi_a$ | 25.35 | [°]     | attrito al contatto  |
| ca          | 0.00  | [kN/m2] | coesione di aderenza |

VERIFICA A SCORRIMENTO:

-----  
Per la presente combinazione di carico  
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)  
-----

VERIFICA A RIBALTAMENTO:

|                            |                 |                             |
|----------------------------|-----------------|-----------------------------|
| Momento Stabilizzante:     | Mstab           | 2717.45 kNm                 |
| Coeffic. parziale:         | G_R             | 1.00 (NTC18 - Tab.7.11.III) |
| Resistenza a Ribaltamento: | Mrd = Mstab/G_R | 2717.45 kNm                 |
| Momento Ribaltante:        | Med             | 237.91 kNm                  |
| Verifica:                  | Mrd/Med         | 11.42 ----> ok!             |

VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:

-----  
Per la presente combinazione di carico  
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)  
-----



**ALLEGATO N. 2.1**  
**SEZIONE TIPO 1**  
**VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE**

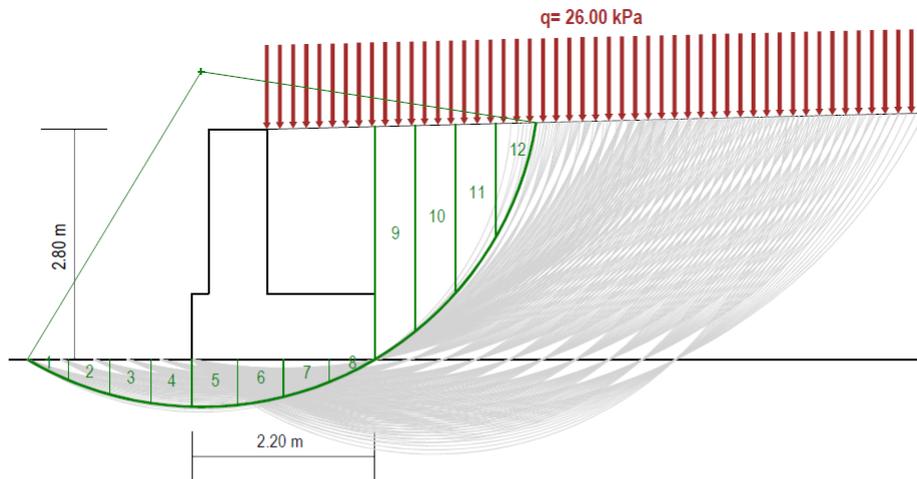


MB Muro Rev 3.03

**PONTE SUL FIUME OGLIO**  
MURO ANDATORE IN SPONDA SX  
SEZIONE TIPO 1-1

**COMBINAZIONE DI CARICO N. 2:**  
Statica (A2+M2+R2)  
Bishop: Fs min = 1.504

**STRATI DI MONTE**  
STRATO N.1  
G = 20.00 kN/m<sup>3</sup>  
φ' = 32.01 °  
c' = 0.00 kN/m<sup>2</sup>



**STRATO FONDAZIONE**  
G = 20.00 kN/m<sup>3</sup>  
φ' = 32.01 °  
c' = 0.00 kN/m<sup>2</sup>

**DETTAGLI CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA (Metodo di BISHOP)**

MOMENTO RIBALTANTE TOTALE (Rispetto al centro curva):

|                                       |                           |
|---------------------------------------|---------------------------|
| PESI PROPRI DEI CONCI                 | 202.90                    |
| SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE         | 154.27                    |
| P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO | 183.21                    |
| FORZE E COPPIE ESTERNE                | 0.00                      |
| <b>MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:</b>     | <b>M_Rib = 540.38 kNm</b> |

MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE (Rispetto al centro curva):

|  |                            |
|--|----------------------------|
| ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL. | 812.89                     |
| FORZE E COPPIE ESTERNE                 | 0.00                       |
| RESISTENZA PALI DI FONDAZIONE          | 0.00                       |
| RESISTENZA TIRANTI DI ANCORAGGIO       | 0.00                       |
| <b>MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:</b>   | <b>M_Stab = 812.89 kNm</b> |

VERIFICA:

|                    |                     |                          |
|--------------------|---------------------|--------------------------|
| Azione:            | M_rib               | 540.38                   |
| Resistenza:        | M_stab              | 812.89                   |
| Coeffic. parziale: | R                   | 1.10 (NTC18 - Tab.6.8.I) |
| Verifica:          | Fs = M_Stab / M_Rib | 1.504 ---> ok!           |



\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*  
\*\*\*\* VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE \*\*\*\*  
\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

METODO DI BISHOP:

COMBINAZIONE DI CARICO N. 2: Statica (A2 +M2+R2)

SINTESI ITERAZIONI DI CALCOLO PER LA SUPERFICIE CON Fs minimo

Iterazione n. 01: Fs = 1.386  
Iterazione n. 02: Fs = 1.481  
Iterazione n. 03: Fs = 1.500  
Iterazione n. 04: Fs = 1.503  
Iterazione n. 05: Fs = 1.504  
Iterazione n. 06: Fs = 1.504

Fs a convergenza: Fs = 1.504

Superficie di scivolamento con Fsmin

DETTAGLIO CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA

CALCOLO MOMENTO RIBALTANTE

PESI PROPRI DEI CONCI DI SUDDIVISIONE DELLA MASSA SCIVOLANTE

Legenda:

TR = Tratto di suddivisione verticale del concio  
xg = Ascissa baricentro tratto  
yg = Ordin. baricentro tratto  
kv = Coeff. sism. verticale  
kh = Coeff. sism. orizzontale  
Fv = Componente verticale  
Fh = Componente orizzontale  
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva  
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva  
Mrrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva  
Mrrib = Fv\*dx + Fh\*dy

| Concio n. | TR n. | Xg [m] | Yg [m] | Peso [kN] | kv [-] | kh [-] | Fv [kN] | dx [m] | Fh [kN] | dy [m] | Mrrib [kNm] |
|-----------|-------|--------|--------|-----------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|-------------|
| 001       | 01    | -1.73  | -0.06  | 1.25      | 0.0000 | 0.0000 | 1.25    | -1.84  | 0.00    | 3.56   | -2.29       |
| 002       | 01    | -1.24  | -0.17  | 3.35      | 0.0000 | 0.0000 | 3.35    | -1.35  | 0.00    | 3.67   | -4.51       |
| 003       | 01    | -0.74  | -0.24  | 4.74      | 0.0000 | 0.0000 | 4.74    | -0.85  | 0.00    | 3.74   | -4.04       |
| 004       | 01    | -0.25  | -0.28  | 5.48      | 0.0000 | 0.0000 | 5.48    | -0.36  | 0.00    | 3.78   | -1.96       |
| 005       | 01    | 0.28   | -0.28  | 6.20      | 0.0000 | 0.0000 | 6.20    | 0.17   | 0.00    | 3.78   | 1.02        |
| 006       | 01    | 0.83   | -0.25  | 5.54      | 0.0000 | 0.0000 | 5.54    | 0.72   | 0.00    | 3.75   | 3.96        |
| 007       | 01    | 1.38   | -0.18  | 4.01      | 0.0000 | 0.0000 | 4.01    | 1.27   | 0.00    | 3.68   | 5.07        |
| 008       | 01    | 1.93   | -0.07  | 1.51      | 0.0000 | 0.0000 | 1.51    | 1.82   | 0.00    | 3.57   | 2.74        |
| 009       | 01    | 2.44   | 1.50   | 25.88     | 0.0000 | 0.0000 | 25.88   | 2.33   | 0.00    | 2.00   | 60.35       |
| 010       | 01    | 2.93   | 1.71   | 22.09     | 0.0000 | 0.0000 | 22.09   | 2.82   | 0.00    | 1.79   | 62.22       |
| 011       | 01    | 3.41   | 2.00   | 16.64     | 0.0000 | 0.0000 | 16.64   | 3.30   | 0.00    | 1.50   | 54.96       |
| 012       | 01    | 3.90   | 2.53   | 6.70      | 0.0000 | 0.0000 | 6.70    | 3.79   | 0.00    | 0.97   | 25.38       |

SOMMA:

202.90

SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE

Legenda:

DX = larghezza del concio  
Q = q\*DX sovraccarico complessivo  
kv = Coeff. sism. verticale  
kh = Coeff. sism. orizzontale  
Fv = Componente verticale  
Fh = Componente orizzontale  
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva  
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva  
Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva  
Mrib = Fv\*dx + Fh\*dy

| Concio n. | DX [m] | Q [kN] | kv [-] | kh [-] | Fv [kN] | dx [m] | Fh [kN] | dy [m] | Mrib [kNm] |
|-----------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|------------|
| 009       | 0.48   | 12.61  | 0.0000 | 0.0000 | 12.61   | 2.33   | 0.00    | 0.66   | 29.40      |
| 010       | 0.48   | 12.61  | 0.0000 | 0.0000 | 12.61   | 2.82   | 0.00    | 0.65   | 35.51      |
| 011       | 0.48   | 12.61  | 0.0000 | 0.0000 | 12.61   | 3.30   | 0.00    | 0.64   | 41.62      |
| 012       | 0.48   | 12.61  | 0.0000 | 0.0000 | 12.61   | 3.79   | 0.00    | 0.63   | 47.73      |

SOMMA:

154.27

PESI PROPRI MURO, TERRENO SU MURO ED EVENTUALE SOVRACCARICO SU MURO

Legenda:

F = Valore dell'azione  
kv = Coeff. sism. verticale  
kh = Coeff. sism. orizzontale  
Fv = Componente verticale  
Fh = Componente orizzontale  
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva  
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva  
Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva  
Mrib = Fv\*dx + Fh\*dy

| Componente        |           | F [kN] | kv [-] | kh [-] | Fv [kN] | dx [m] | Fh [kN] | dy [m] | Mrib [kNm] |
|-------------------|-----------|--------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|------------|
| Muro:             | Mat. n.01 | 79.00  | 0.0000 | 0.0000 | 79.00   | 0.75   | 0.00    | 2.48   | 58.96      |
| Terr. su muro:    | Area n.01 | 52.42  | 0.0000 | 0.0000 | 52.42   | 1.44   | 0.00    | 1.69   | 75.58      |
| Sovracc. su muro: |           | 33.80  | 0.0000 | 0.0000 | 33.80   | 1.44   | 0.00    | 0.68   | 48.67      |

SOMMA:

183.21

CALCOLO MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:

|   |                     |
|---|---------------------|
| PESI PROPRI DEI CONCI .....                 | 202.90              |
| SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE .....         | 154.27              |
| P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO ..... | 183.21              |
| FORZE E COPPIE ESTERNE .....                | 0.00                |
| <b>MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:</b>           | <b>540.38 [kNm]</b> |

CALCOLO MOMENTO RESISTENTE

CARICO AGENTE SUI CONCI SOTTO FONDAZIONE MURO

| Componente di carico     | Valore | + - kv | Azione      |
|--------------------------|--------|--------|-------------|
| Muro: Mat. n.01          | 79.00  | 0.0000 | 79.00       |
| Terr. su muro: Area n.01 | 52.42  | 0.0000 | 52.42       |
| Sovracc. su muro:        | 33.80  | 0.0000 | 33.80       |
| Azione totale:           |        |        | 165.22 kN   |
| Larghezza Fondazione:    |        |        | 2.20 m      |
| Carico distribuito:      |        |        | 75.10 kN/m2 |

RESISTENZE PER ATTRITO E COESIONE LUNGO LA SUPERFICIE DI SCIVOLAMENTO

(N.B. Dettaglio risultati di calcolo relativi a  $F_s \text{ min} = 1.504$ )

Legenda:

- R = Raggio curva circolare di scivolamento
- Dx = Larghezza del concio
- DL = Lunghezza Base inclinata del concio
- Alpha = Inclinazione Base concio
- Phi = Angolo di attrito alla Base
- Coe = Coesione alla Base
- W = Peso del concio (di combinazione)
- Q = Carico aggiuntivo soprastante (di combinazione)
- N = Risultante Normale alla Base del concio
- U = (u\*DL) Sottospinta idrostatica
- Fs = Fattore di sicurezza minimo a convergenza ( $F_s \text{ min} = 1.504$ )

$$M_{\alpha} = \cos(\alpha) * (1 + \frac{\tan(\Phi) * \text{tg}(\text{Alpha})}{F_s})$$

$$N = [ (W + Q) - \frac{DL * \sin(\text{Alpha})}{F_s} * (coe - u * \tan(\Phi)) ] / M_{\alpha}$$

Mstab = Momento (Resistenza) Stabilizzante rispetto al centro della curva

$$M_{\text{Stab}} = [ (N - u * DL) * \tan(\Phi) + Coe * DL ] * R$$

| Concio n. | Dx [m] | DL [m] | Alpha [°] | Phi [°] | Coe [kN/m2] | W [kN] | Q [kN] | N [kN] | U [kN] | Mstab [kNm] |
|-----------|--------|--------|-----------|---------|-------------|--------|--------|--------|--------|-------------|
| 001       | 0.50   | 0.56   | -26.94    | 32.01   | 0.00        | 1.25   | 0.00   | 1.77   | 0.00   | 4.51        |
| 002       | 0.50   | 0.52   | -19.34    | 32.01   | 0.00        | 3.35   | 0.00   | 4.16   | 0.00   | 10.59       |
| 003       | 0.50   | 0.51   | -12.09    | 32.01   | 0.00        | 4.74   | 0.00   | 5.32   | 0.00   | 13.55       |
| 004       | 0.50   | 0.50   | -5.04     | 32.01   | 0.00        | 5.48   | 0.00   | 5.71   | 0.00   | 14.54       |
| 005       | 0.55   | 0.55   | 2.33      | 32.01   | 0.00        | 6.20   | 41.31  | 46.76  | 0.00   | 119.14      |
| 006       | 0.55   | 0.56   | 10.13     | 32.01   | 0.00        | 5.54   | 41.31  | 44.30  | 0.00   | 112.87      |
| 007       | 0.55   | 0.58   | 18.13     | 32.01   | 0.00        | 4.01   | 41.31  | 41.97  | 0.00   | 106.95      |
| 008       | 0.55   | 0.61   | 26.52     | 32.01   | 0.00        | 1.51   | 41.31  | 39.63  | 0.00   | 100.99      |
| 009       | 0.48   | 0.59   | 35.01     | 32.01   | 0.00        | 25.88  | 12.61  | 36.39  | 0.00   | 92.73       |
| 010       | 0.48   | 0.67   | 43.90     | 32.01   | 0.00        | 22.09  | 12.61  | 34.40  | 0.00   | 87.64       |
| 011       | 0.48   | 0.84   | 54.52     | 32.01   | 0.00        | 16.64  | 12.61  | 31.84  | 0.00   | 81.12       |
| 012       | 0.48   | 1.48   | 70.83     | 32.01   | 0.00        | 6.70   | 12.61  | 26.79  | 0.00   | 68.26       |

SOMMA: 812.89

CALCOLO MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:

|   |                     |
|---|---------------------|
| ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL. .... | 812.89              |
| FORZE E COPPIE ESTERNE .....                | 0.00                |
| <b>MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:</b>        | <b>812.89 [kNm]</b> |

FATTORE DI SICUREZZA:  $F_s = \text{MSTAB}/\text{MRIB} = 1.504$   
Verifica: Coeff. parz. (NTC18-Tab.6.8.I) [ $\text{Gamma}_R = 1.10$ ] ok

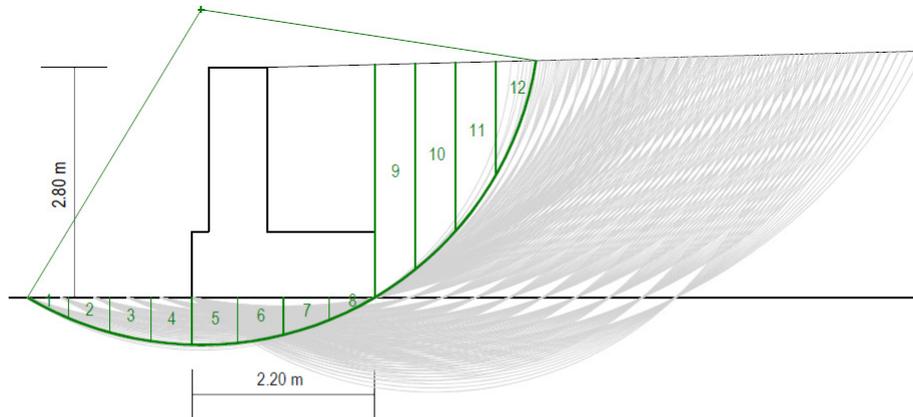


MB Muro Rev 3.03

**PONTE SUL FIUME OGLIO**  
MURO ANDATORE IN SPONDA SX  
SEZIONE TIPO 1-1

**COMBINAZIONE DI CARICO N. 4:**  
**Sisma Su (M1+R3)**  
Bishop: Fs min = 2.158

**STRATI DI MONTE**  
STRATO N.1  
G = 20.00 kN/m3  
 $\phi' = 38.00^\circ$   
 $c' = 0.00$  kN/m2



**STRATO FONDAZIONE**  
G = 20.00 kN/m3  
 $\phi' = 38.00^\circ$   
 $c' = 0.00$  kN/m2

**DETTAGLI CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA (Metodo di BISHOP )**

**MOMENTO RIBALTANTE TOTALE (Rispetto al centro curva) :**

|   |                           |
|---|---------------------------|
| PESI PROPRI DEI CONCI .....                 | 205.80                    |
| SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE .....         | 0.00                      |
| P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO ..... | 139.02                    |
| FORZE E COPPIE ESTERNE .....                | 0.00                      |
| <b>MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:</b>           | <b>M_Rib = 344.82 kNm</b> |

**MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE (Rispetto al centro curva) :**

|   |                            |
|---|----------------------------|
| ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL. .... | 743.98                     |
| FORZE E COPPIE ESTERNE .....                | 0.00                       |
| RESISTENZA PALI DI FONDAZIONE .....         | 0.00                       |
| RESISTENZA TIRANTI DI ANCORAGGIO .....      | 0.00                       |
| <b>MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:</b>        | <b>M_Stab = 743.98 kNm</b> |

**VERIFICA:**

|                    |                     |                          |
|--------------------|---------------------|--------------------------|
| Azione:            | M_rib               | 344.82                   |
| Resistenza:        | M_stab              | 743.98                   |
| Coeffic. parziale: | R                   | 1.10 (NTC18 - Tab.6.8.I) |
| Verifica:          | Fs = M_Stab / M_Rib | 2.158 ---> ok!           |



\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*  
\*\*\*\* VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE \*\*\*\*  
\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

METODO DI BISHOP:

COMBINAZIONE DI CARICO N. 4: Sisma Su (M1+R3)

SINTESI ITERAZIONI DI CALCOLO PER LA SUPERFICIE CON Fs minimo

Iterazione n. 01: Fs = 1.896  
Iterazione n. 02: Fs = 2.118  
Iterazione n. 03: Fs = 2.152  
Iterazione n. 04: Fs = 2.157  
Iterazione n. 05: Fs = 2.157  
Iterazione n. 06: Fs = 2.158

Fs a convergenza: Fs = 2.158

Superficie di scivolamento con Fsmin

DETTAGLIO CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA

CALCOLO MOMENTO RIBALTANTE

PESI PROPRI DEI CONCI DI SUDDIVISIONE DELLA MASSA SCIVOLANTE

Legenda:

TR = Tratto di suddivisione verticale del concio  
xg = Ascissa baricentro tratto  
yg = Ordin. baricentro tratto  
kv = Coeff. sism. verticale  
kh = Coeff. sism. orizzontale  
Fv = Componente verticale  
Fh = Componente orizzontale  
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva  
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva  
Mrrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva  
Mrrib = Fv\*dx + Fh\*dy

| Concio n. | TR n. | Xg [m] | Yg [m] | Peso [kN] | kv [-]  | kh [-] | Fv [kN] | dx [m] | Fh [kN] | dy [m] | Mrrib [kNm] |
|-----------|-------|--------|--------|-----------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|-------------|
| 001       | 01    | -1.73  | -0.06  | 1.25      | -0.0103 | 0.0206 | 1.23    | -1.84  | 0.03    | 3.56   | -2.18       |
| 002       | 01    | -1.24  | -0.17  | 3.35      | -0.0103 | 0.0206 | 3.32    | -1.35  | 0.07    | 3.67   | -4.21       |
| 003       | 01    | -0.74  | -0.24  | 4.74      | -0.0103 | 0.0206 | 4.69    | -0.85  | 0.10    | 3.74   | -3.63       |
| 004       | 01    | -0.25  | -0.28  | 5.48      | -0.0103 | 0.0206 | 5.42    | -0.36  | 0.11    | 3.78   | -1.51       |
| 005       | 01    | 0.28   | -0.28  | 6.20      | -0.0103 | 0.0206 | 6.14    | 0.17   | 0.13    | 3.78   | 1.50        |
| 006       | 01    | 0.83   | -0.25  | 5.54      | -0.0103 | 0.0206 | 5.48    | 0.72   | 0.11    | 3.75   | 4.35        |
| 007       | 01    | 1.38   | -0.18  | 4.01      | -0.0103 | 0.0206 | 3.97    | 1.27   | 0.08    | 3.68   | 5.32        |
| 008       | 01    | 1.93   | -0.07  | 1.51      | -0.0103 | 0.0206 | 1.49    | 1.82   | 0.03    | 3.57   | 2.82        |
| 009       | 01    | 2.44   | 1.50   | 25.88     | -0.0103 | 0.0206 | 25.61   | 2.33   | 0.53    | 2.00   | 60.80       |
| 010       | 01    | 2.93   | 1.71   | 22.09     | -0.0103 | 0.0206 | 21.86   | 2.82   | 0.45    | 1.79   | 62.39       |
| 011       | 01    | 3.41   | 2.00   | 16.64     | -0.0103 | 0.0206 | 16.47   | 3.30   | 0.34    | 1.50   | 54.90       |
| 012       | 01    | 3.90   | 2.53   | 6.70      | -0.0103 | 0.0206 | 6.63    | 3.79   | 0.14    | 0.97   | 25.25       |

SOMMA:

205.80

SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE

-----  
Legenda:

DX = larghezza del concio  
Q = q\*DX sovraccarico complessivo  
kv = Coeff. sism. verticale  
kh = Coeff. sism. orizzontale  
Fv = Componente verticale  
Fh = Componente orizzontale  
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva  
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva  
Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva  
Mrib = Fv\*dx + Fh\*dy

| Concilio n. | DX [m] | Q [kN] | kv [-]  | kh [-] | Fv [kN] | dx [m] | Fh [kN] | dy [m] | Mrib [kNm] |
|-------------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|------------|
| 009         | 0.48   | 0.00   | -0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 2.33   | 0.00    | 0.66   | 0.00       |
| 010         | 0.48   | 0.00   | -0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 2.82   | 0.00    | 0.65   | 0.00       |
| 011         | 0.48   | 0.00   | -0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 3.30   | 0.00    | 0.64   | 0.00       |
| 012         | 0.48   | 0.00   | -0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 3.79   | 0.00    | 0.63   | 0.00       |

-----  
SOMMA: 0.00

PESI PROPRI MURO, TERRENO SU MURO ED EVENTUALE SOVRACCARICO SU MURO

-----  
Legenda:

F = Valore dell'azione  
kv = Coeff. sism. verticale  
kh = Coeff. sism. orizzontale  
Fv = Componente verticale  
Fh = Componente orizzontale  
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva  
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva  
Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva  
Mrib = Fv\*dx + Fh\*dy

| Componente        |           | F [kN] | kv [-]  | kh [-] | Fv [kN] | dx [m] | Fh [kN] | dy [m] | Mrib [kNm] |
|-------------------|-----------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|------------|
| Muro:             | Mat. n.01 | 79.00  | -0.0103 | 0.0206 | 78.19   | 0.75   | 1.63    | 2.48   | 62.39      |
| Terr. su muro:    | Area n.01 | 52.42  | -0.0103 | 0.0206 | 51.88   | 1.44   | 1.08    | 1.69   | 76.63      |
| Sovracc. su muro: |           | 0.00   | -0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 1.44   | 0.00    | 0.68   | 0.00       |

-----  
SOMMA: 139.02

CALCOLO MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:

|   |                     |
|---|---------------------|
| PESI PROPRI DEI CONCI .....                 | 205.80              |
| SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE .....         | 0.00                |
| P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO ..... | 139.02              |
| FORZE E COPPIE ESTERNE .....                | 0.00                |
| <b>MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:</b>           | <b>344.82 [kNm]</b> |

**CALCOLO MOMENTO RESISTENTE**
**CARICO AGENTE SUI CONCI SOTTO FONDAZIONE MURO**

| Componente di carico     | Valore | + - kv  | Azione      |
|--------------------------|--------|---------|-------------|
| Muro: Mat. n.01          | 79.00  | -0.0103 | 78.19       |
| Terr. su muro: Area n.01 | 52.42  | -0.0103 | 51.88       |
| Sovracc. su muro:        | 0.00   | -0.0103 | 0.00        |
| Azione totale:           |        |         | 130.07 kN   |
| Larghezza Fondazione:    |        |         | 2.20 m      |
| Carico distribuito:      |        |         | 59.12 kN/m2 |

**RESISTENZE PER ATTRITO E COESIONE LUNGO LA SUPERFICIE DI SCIVOLAMENTO**

 (N.B. Dettaglio risultati di calcolo relativi a  $F_s$  min = 2.158)

**Legenda:**

- R = Raggio curva circolare di scivolamento
- Dx = Larghezza del concio
- DL = Lunghezza Base inclinata del concio
- Alpha = Inclinazione Base concio
- Phi = Angolo di attrito alla Base
- Coe = Coesione alla Base
- W = Peso del concio (di combinazione)
- Q = Carico aggiuntivo soprastante (di combinazione)
- N = Risultante Normale alla Base del concio
- U = (u\*DL) Sottospinta idrostatica
- $F_s$  = Fattore di sicurezza minimo a convergenza ( $F_s$  min = 2.158)

$$M_{\alpha} = \cos(\alpha) * (1 + \frac{\tan(\Phi) * \operatorname{tg}(\alpha)}{F_s})$$

$$N = [ (W + Q) - \frac{DL * \sin(\alpha)}{F_s} * (coe - u * \tan(\Phi)) ] / M_{\alpha}$$

Mstab = Momento (Resistenza) Stabilizzante rispetto al centro della curva

$$M_{Stab} = [ (N - u * DL) * \tan(\Phi) + Coe * DL ] * R$$

| Concio n. | Dx [m] | DL [m] | Alpha [°] | Phi [°] | Coe [kN/m2] | W [kN] | Q [kN] | N [kN] | U [kN] | Mstab [kNm] |
|-----------|--------|--------|-----------|---------|-------------|--------|--------|--------|--------|-------------|
| 001       | 0.50   | 0.56   | -26.94    | 38.00   | 0.00        | 1.23   | 0.00   | 1.69   | 0.00   | 5.40        |
| 002       | 0.50   | 0.52   | -19.34    | 38.00   | 0.00        | 3.32   | 0.00   | 4.03   | 0.00   | 12.82       |
| 003       | 0.50   | 0.51   | -12.09    | 38.00   | 0.00        | 4.69   | 0.00   | 5.20   | 0.00   | 16.55       |
| 004       | 0.50   | 0.50   | -5.04     | 38.00   | 0.00        | 5.42   | 0.00   | 5.62   | 0.00   | 17.90       |
| 005       | 0.55   | 0.55   | 2.33      | 38.00   | 0.00        | 6.14   | 32.52  | 38.13  | 0.00   | 121.43      |
| 006       | 0.55   | 0.56   | 10.13     | 38.00   | 0.00        | 5.48   | 32.52  | 36.26  | 0.00   | 115.48      |
| 007       | 0.55   | 0.58   | 18.13     | 38.00   | 0.00        | 3.97   | 32.52  | 34.32  | 0.00   | 109.32      |
| 008       | 0.55   | 0.61   | 26.52     | 38.00   | 0.00        | 1.49   | 32.52  | 32.19  | 0.00   | 102.54      |
| 009       | 0.48   | 0.59   | 35.01     | 38.00   | 0.00        | 25.61  | 0.00   | 24.94  | 0.00   | 79.44       |
| 010       | 0.48   | 0.67   | 43.90     | 38.00   | 0.00        | 21.86  | 0.00   | 22.50  | 0.00   | 71.66       |
| 011       | 0.48   | 0.84   | 54.52     | 38.00   | 0.00        | 16.47  | 0.00   | 18.82  | 0.00   | 59.94       |
| 012       | 0.48   | 1.48   | 70.83     | 38.00   | 0.00        | 6.63   | 0.00   | 9.90   | 0.00   | 31.52       |

SOMMA: 743.98

**CALCOLO MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:**

|   |                     |
|---|---------------------|
| ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL. .... | 743.98              |
| FORZE E COPPIE ESTERNE .....                | 0.00                |
| <b>MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:</b>        | <b>743.98 [kNm]</b> |

 FATTORE DI SICUREZZA:  $F_s = M_{STAB} / M_{RIB} = 2.158$   
 Verifica: Coeff. parz. (NTC18-Tab.6.8.I) [ $\Gamma_{R,1.10}$ ] ok



MB Muro Rev 3.03

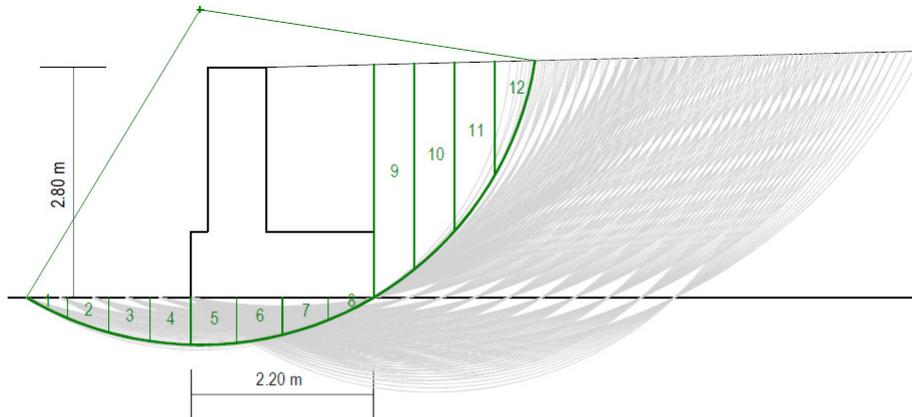
**PONTE SUL FIUME OGLIO**  
MURO ANDATORE IN SPONDA SX  
SEZIONE TIPO 1-1

**COMBINAZIONE DI CARICO N. 5:**  
**Sisma Giu (M1+R3)**

Bishop: Fs min = 2.159

**STRATI DI MONTE**

STRATO N.1  
G = 20.00 kN/m3  
 $\phi' = 38.00^\circ$   
 $c' = 0.00$  kN/m2



**STRATO FONDAZIONE**

G = 20.00 kN/m3  
 $\phi' = 38.00^\circ$   
 $c' = 0.00$  kN/m2

**DETTAGLI CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA (Metodo di BISHOP )**

**MOMENTO RIBALTANTE TOTALE (Rispetto al centro curva) :**

|   |                           |
|---|---------------------------|
| PESI PROPRI DEI CONCI .....                 | 209.98                    |
| SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE .....         | 0.00                      |
| P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO ..... | 141.79                    |
| FORZE E COPPIE ESTERNE .....                | 0.00                      |
| <b>MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:</b>           | <b>M_Rib = 351.77 kNm</b> |

**MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE (Rispetto al centro curva) :**

|   |                            |
|---|----------------------------|
| ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL. .... | 759.55                     |
| FORZE E COPPIE ESTERNE .....                | 0.00                       |
| RESISTENZA PALI DI FONDAZIONE .....         | 0.00                       |
| RESISTENZA TIRANTI DI ANCORAGGIO .....      | 0.00                       |
| <b>MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:</b>        | <b>M_Stab = 759.55 kNm</b> |

**VERIFICA:**

|                    |                     |                          |
|--------------------|---------------------|--------------------------|
| Azione:            | M_rib               | 351.77                   |
| Resistenza:        | M_stab              | 759.55                   |
| Coeffic. parziale: | R                   | 1.10 (NTC18 - Tab.6.8.I) |
| Verifica:          | Fs = M_Stab / M_Rib | 2.159 ---> ok!           |



\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*  
\*\*\*\* VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE \*\*\*\*  
\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

METODO DI BISHOP:

COMBINAZIONE DI CARICO N. 5: Sisma Giu (M1+R3)

SINTESI ITERAZIONI DI CALCOLO PER LA SUPERFICIE CON Fs minimo

Iterazione n. 01: Fs = 1.898  
Iterazione n. 02: Fs = 2.120  
Iterazione n. 03: Fs = 2.154  
Iterazione n. 04: Fs = 2.158  
Iterazione n. 05: Fs = 2.159  
Iterazione n. 06: Fs = 2.159

Fs a convergenza: Fs = 2.159

Superficie di scivolamento con Fsmin

DETTAGLIO CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA

CALCOLO MOMENTO RIBALTANTE

PESI PROPRI DEI CONCI DI SUDDIVISIONE DELLA MASSA SCIVOLANTE

Legenda:

TR = Tratto di suddivisione verticale del concio  
xg = Ascissa baricentro tratto  
yg = Ordin. baricentro tratto  
kv = Coeff. sism. verticale  
kh = Coeff. sism. orizzontale  
Fv = Componente verticale  
Fh = Componente orizzontale  
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva  
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva  
Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva  
Mrib = Fv\*dx + Fh\*dy

| Concio n. | TR n. | Xg [m] | Yg [m] | Peso [kN] | kv [-] | kh [-] | Fv [kN] | dx [m] | Fh [kN] | dy [m] | Mrib [kNm] |
|-----------|-------|--------|--------|-----------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|------------|
| 001       | 01    | -1.73  | -0.06  | 1.25      | 0.0103 | 0.0206 | 1.26    | -1.84  | 0.03    | 3.56   | -2.23      |
| 002       | 01    | -1.24  | -0.17  | 3.35      | 0.0103 | 0.0206 | 3.38    | -1.35  | 0.07    | 3.67   | -4.31      |
| 003       | 01    | -0.74  | -0.24  | 4.74      | 0.0103 | 0.0206 | 4.78    | -0.85  | 0.10    | 3.74   | -3.71      |
| 004       | 01    | -0.25  | -0.28  | 5.48      | 0.0103 | 0.0206 | 5.53    | -0.36  | 0.11    | 3.78   | -1.55      |
| 005       | 01    | 0.28   | -0.28  | 6.20      | 0.0103 | 0.0206 | 6.27    | 0.17   | 0.13    | 3.78   | 1.52       |
| 006       | 01    | 0.83   | -0.25  | 5.54      | 0.0103 | 0.0206 | 5.60    | 0.72   | 0.11    | 3.75   | 4.43       |
| 007       | 01    | 1.38   | -0.18  | 4.01      | 0.0103 | 0.0206 | 4.05    | 1.27   | 0.08    | 3.68   | 5.43       |
| 008       | 01    | 1.93   | -0.07  | 1.51      | 0.0103 | 0.0206 | 1.53    | 1.82   | 0.03    | 3.57   | 2.88       |
| 009       | 01    | 2.44   | 1.50   | 25.88     | 0.0103 | 0.0206 | 26.14   | 2.33   | 0.53    | 2.00   | 62.04      |
| 010       | 01    | 2.93   | 1.71   | 22.09     | 0.0103 | 0.0206 | 22.31   | 2.82   | 0.45    | 1.79   | 63.67      |
| 011       | 01    | 3.41   | 2.00   | 16.64     | 0.0103 | 0.0206 | 16.81   | 3.30   | 0.34    | 1.50   | 56.04      |
| 012       | 01    | 3.90   | 2.53   | 6.70      | 0.0103 | 0.0206 | 6.77    | 3.79   | 0.14    | 0.97   | 25.78      |

SOMMA:

209.98

SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE

Legenda:

DX = larghezza del concio  
Q = q\*DX sovraccarico complessivo  
kv = Coeff. sism. verticale  
kh = Coeff. sism. orizzontale  
Fv = Componente verticale  
Fh = Componente orizzontale  
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva  
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva  
Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva  
Mrib = Fv\*dx + Fh\*dy

| Concio n. | DX [m] | Q [kN] | kv [-] | kh [-] | Fv [kN] | dx [m] | Fh [kN] | dy [m] | Mrib [kNm] |
|-----------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|------------|
| 009       | 0.48   | 0.00   | 0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 2.33   | 0.00    | 0.66   | 0.00       |
| 010       | 0.48   | 0.00   | 0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 2.82   | 0.00    | 0.65   | 0.00       |
| 011       | 0.48   | 0.00   | 0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 3.30   | 0.00    | 0.64   | 0.00       |
| 012       | 0.48   | 0.00   | 0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 3.79   | 0.00    | 0.63   | 0.00       |

SOMMA:

0.00

PESI PROPRI MURO, TERRENO SU MURO ED EVENTUALE SOVRACCARICO SU MURO

Legenda:

F = Valore dell'azione  
kv = Coeff. sism. verticale  
kh = Coeff. sism. orizzontale  
Fv = Componente verticale  
Fh = Componente orizzontale  
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva  
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva  
Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva  
Mrib = Fv\*dx + Fh\*dy

| Componente        |           | F [kN] | kv [-] | kh [-] | Fv [kN] | dx [m] | Fh [kN] | dy [m] | Mrib [kNm] |
|-------------------|-----------|--------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|------------|
| Muro:             | Mat. n.01 | 79.00  | 0.0103 | 0.0206 | 79.81   | 0.75   | 1.63    | 2.48   | 63.60      |
| Terr. su muro:    | Area n.01 | 52.42  | 0.0103 | 0.0206 | 52.96   | 1.44   | 1.08    | 1.69   | 78.18      |
| Sovracc. su muro: |           | 0.00   | 0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 1.44   | 0.00    | 0.68   | 0.00       |

SOMMA:

141.79

CALCOLO MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:

|   |                     |
|---|---------------------|
| PESI PROPRI DEI CONCI .....                 | 209.98              |
| SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE .....         | 0.00                |
| P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO ..... | 141.79              |
| FORZE E COPPIE ESTERNE .....                | 0.00                |
| <b>MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:</b>           | <b>351.77 [kNm]</b> |

**CALCOLO MOMENTO RESISTENTE**
**CARICO AGENTE SUI CONCI SOTTO FONDAZIONE MURO**

| Componente di carico     | Valore | + - kv  | Azione      |
|--------------------------|--------|---------|-------------|
| Muro: Mat. n.01          | 79.00  | +0.0103 | 79.81       |
| Terr. su muro: Area n.01 | 52.42  | +0.0103 | 52.96       |
| Sovracc. su muro:        | 0.00   | +0.0103 | 0.00        |
| Azione totale:           |        |         | 132.78 kN   |
| Larghezza Fondazione:    |        |         | 2.20 m      |
| Carico distribuito:      |        |         | 60.35 kN/m2 |

**RESISTENZE PER ATTRITO E COESIONE LUNGO LA SUPERFICIE DI SCIVOLAMENTO**

 (N.B. Dettaglio risultati di calcolo relativi a  $F_s \text{ min} = 2.159$ )

**Legenda:**

- R = Raggio curva circolare di scivolamento
- Dx = Larghezza del concio
- DL = Lunghezza Base inclinata del concio
- Alpha = Inclinazione Base concio
- Phi = Angolo di attrito alla Base
- Coe = Coesione alla Base
- W = Peso del concio (di combinazione)
- Q = Carico aggiuntivo soprastante (di combinazione)
- N = Risultante Normale alla Base del concio
- U = (u\*DL) Sottospinta idrostatica
- Fs = Fattore di sicurezza minimo a convergenza ( $F_s \text{ min} = 2.159$ )

$$M_{\alpha} = \cos(\alpha) * \left( 1 + \frac{\tan(\Phi) * \operatorname{tg}(\alpha)}{F_s} \right)$$

$$N = \left[ (W + Q) - \frac{DL * \sin(\alpha)}{F_s} * (coe - u * \tan(\Phi)) \right] / M_{\alpha}$$

Mstab = Momento (Resistenza) Stabilizzante rispetto al centro della curva

$$M_{\text{Stab}} = [(N - u * DL) * \tan(\Phi) + Coe * DL] * R$$

| Concio n. | Dx [m] | DL [m] | Alpha [°] | Phi [°] | Coe [kN/m2] | W [kN] | Q [kN] | N [kN] | U [kN] | Mstab [kNm] |
|-----------|--------|--------|-----------|---------|-------------|--------|--------|--------|--------|-------------|
| 001       | 0.50   | 0.56   | -26.94    | 38.00   | 0.00        | 1.26   | 0.00   | 1.73   | 0.00   | 5.51        |
| 002       | 0.50   | 0.52   | -19.34    | 38.00   | 0.00        | 3.38   | 0.00   | 4.11   | 0.00   | 13.09       |
| 003       | 0.50   | 0.51   | -12.09    | 38.00   | 0.00        | 4.78   | 0.00   | 5.30   | 0.00   | 16.89       |
| 004       | 0.50   | 0.50   | -5.04     | 38.00   | 0.00        | 5.53   | 0.00   | 5.74   | 0.00   | 18.27       |
| 005       | 0.55   | 0.55   | 2.33      | 38.00   | 0.00        | 6.27   | 33.19  | 38.92  | 0.00   | 123.96      |
| 006       | 0.55   | 0.56   | 10.13     | 38.00   | 0.00        | 5.60   | 33.19  | 37.01  | 0.00   | 117.88      |
| 007       | 0.55   | 0.58   | 18.13     | 38.00   | 0.00        | 4.05   | 33.19  | 35.04  | 0.00   | 111.60      |
| 008       | 0.55   | 0.61   | 26.52     | 38.00   | 0.00        | 1.53   | 33.19  | 32.87  | 0.00   | 104.68      |
| 009       | 0.48   | 0.59   | 35.01     | 38.00   | 0.00        | 26.14  | 0.00   | 25.47  | 0.00   | 81.11       |
| 010       | 0.48   | 0.67   | 43.90     | 38.00   | 0.00        | 22.31  | 0.00   | 22.97  | 0.00   | 73.16       |
| 011       | 0.48   | 0.84   | 54.52     | 38.00   | 0.00        | 16.81  | 0.00   | 19.22  | 0.00   | 61.20       |
| 012       | 0.48   | 1.48   | 70.83     | 38.00   | 0.00        | 6.77   | 0.00   | 10.11  | 0.00   | 32.19       |

SOMMA:

759.55

**CALCOLO MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:**

|   |                     |
|---|---------------------|
| ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL. .... | 759.55              |
| FORZE E COPPIE ESTERNE .....                | 0.00                |
| <b>MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:</b>        | <b>759.55 [kNm]</b> |

 FATTORE DI SICUREZZA:  $F_s = \text{MSTAB}/\text{MRIB} = 2.159$   
 Verifica: Coeff. parz. (NTC18-Tab.6.8.I) [ $\Gamma_R = 1.10$ ] ok



**ALLEGATO N. 2.2**  
**SEZIONE TIPO 2**  
**VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE**

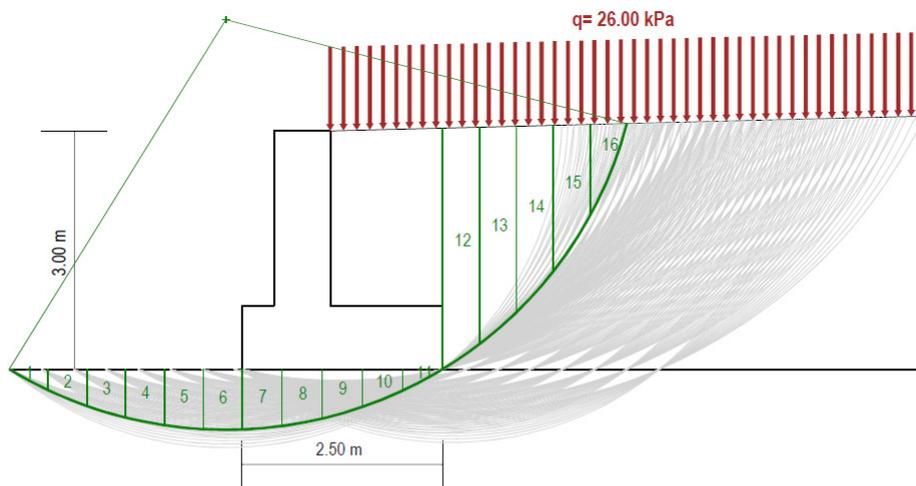


MB Muro Rev 3.03

**PONTE SUL FIUME OGLIO**  
MURO ANDATORE IN SPONDA SX  
SEZIONE TIPO 2-2

**COMBINAZIONE DI CARICO N. 2:**  
Statica (A2+M2+R2)  
Bishop: Fs min = 1.462

**STRATI DI MONTE**  
STRATO N.1  
G = 20.00 kN/m3  
 $\phi' = 32.01^\circ$   
 $c' = 0.00$  kN/m2



**STRATO FONDAZIONE**  
G = 20.00 kN/m3  
 $\phi' = 32.01^\circ$   
 $c' = 0.00$  kN/m2

**DETTAGLI CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA (Metodo di BISHOP)**

**MOMENTO RIBALTANTE TOTALE (Rispetto al centro curva):**

|                                       |                           |
|---------------------------------------|---------------------------|
| PESI PROPRI DEI CONCI                 | 314.03                    |
| SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE         | 229.45                    |
| P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO | 306.17                    |
| FORZE E COPPIE ESTERNE                | 0.00                      |
| <b>MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:</b>     | <b>M_Rib = 849.65 kNm</b> |

**MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE (Rispetto al centro curva):**

|  |                             |
|--|-----------------------------|
| ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL. | 1242.41                     |
| FORZE E COPPIE ESTERNE                 | 0.00                        |
| RESISTENZA PALI DI FONDAZIONE          | 0.00                        |
| RESISTENZA TIRANTI DI ANCORAGGIO       | 0.00                        |
| <b>MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:</b>   | <b>M_Stab = 1242.41 kNm</b> |

**VERIFICA:**

|                    |                     |                          |
|--------------------|---------------------|--------------------------|
| Azione:            | M_rib               | 849.65                   |
| Resistenza:        | M_stab              | 1242.41                  |
| Coeffic. parziale: | R                   | 1.10 (NTC18 - Tab.6.8.I) |
| Verifica:          | Fs = M_Stab / M_Rib | 1.462 ---> ok!           |



\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*  
\*\*\*\* VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE \*\*\*\*  
\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

METODO DI BISHOP:

COMBINAZIONE DI CARICO N. 2: Statica (A2 +M2+R2)

SINTESI ITERAZIONI DI CALCOLO PER LA SUPERFICIE CON Fs minimo

Iterazione n. 01: Fs = 1.357  
Iterazione n. 02: Fs = 1.443  
Iterazione n. 03: Fs = 1.459  
Iterazione n. 04: Fs = 1.462  
Iterazione n. 05: Fs = 1.462  
Iterazione n. 06: Fs = 1.462

Fs a convergenza: Fs = 1.462

Superficie di scivolamento con Fsmin

DETTAGLIO CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA

CALCOLO MOMENTO RIBALTANTE

PESI PROPRI DEI CONCI DI SUDDIVISIONE DELLA MASSA SCIVOLANTE

Legenda:

TR = Tratto di suddivisione verticale del concio  
xg = Ascissa baricentro tratto  
yg = Ordin. baricentro tratto  
kv = Coeff. sism. verticale  
kh = Coeff. sism. orizzontale  
Fv = Componente verticale  
Fh = Componente orizzontale  
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva  
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva  
Mrrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva  
Mrrib = Fv\*dx + Fh\*dy

| Concio n. | TR n. | Xg [m] | Yg [m] | Peso [kN] | kv [-] | kh [-] | Fv [kN] | dx [m] | Fh [kN] | dy [m] | Mrrib [kNm] |
|-----------|-------|--------|--------|-----------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|-------------|
| 001       | 01    | -2.66  | -0.07  | 1.27      | 0.0000 | 0.0000 | 1.27    | -2.46  | 0.00    | 4.47   | -3.12       |
| 002       | 01    | -2.18  | -0.18  | 3.50      | 0.0000 | 0.0000 | 3.50    | -1.98  | 0.00    | 4.58   | -6.92       |
| 003       | 01    | -1.69  | -0.27  | 5.18      | 0.0000 | 0.0000 | 5.18    | -1.49  | 0.00    | 4.67   | -7.72       |
| 004       | 01    | -1.21  | -0.33  | 6.35      | 0.0000 | 0.0000 | 6.35    | -1.01  | 0.00    | 4.73   | -6.40       |
| 005       | 01    | -0.73  | -0.36  | 7.06      | 0.0000 | 0.0000 | 7.06    | -0.53  | 0.00    | 4.76   | -3.70       |
| 006       | 01    | -0.24  | -0.38  | 7.31      | 0.0000 | 0.0000 | 7.31    | -0.04  | 0.00    | 4.78   | -0.30       |
| 007       | 01    | 0.25   | -0.37  | 7.37      | 0.0000 | 0.0000 | 7.37    | 0.45   | 0.00    | 4.77   | 3.31        |
| 008       | 01    | 0.75   | -0.33  | 6.68      | 0.0000 | 0.0000 | 6.68    | 0.95   | 0.00    | 4.73   | 6.34        |
| 009       | 01    | 1.25   | -0.27  | 5.48      | 0.0000 | 0.0000 | 5.48    | 1.45   | 0.00    | 4.67   | 7.94        |
| 010       | 01    | 1.75   | -0.19  | 3.72      | 0.0000 | 0.0000 | 3.72    | 1.95   | 0.00    | 4.59   | 7.26        |
| 011       | 01    | 2.25   | -0.07  | 1.35      | 0.0000 | 0.0000 | 1.35    | 2.45   | 0.00    | 4.47   | 3.31        |
| 012       | 01    | 2.73   | 1.60   | 26.45     | 0.0000 | 0.0000 | 26.45   | 2.93   | 0.00    | 2.80   | 77.47       |
| 013       | 01    | 3.19   | 1.78   | 23.26     | 0.0000 | 0.0000 | 23.26   | 3.39   | 0.00    | 2.62   | 78.82       |
| 014       | 01    | 3.65   | 2.02   | 19.17     | 0.0000 | 0.0000 | 19.17   | 3.85   | 0.00    | 2.38   | 73.73       |
| 015       | 01    | 4.11   | 2.33   | 13.69     | 0.0000 | 0.0000 | 13.69   | 4.31   | 0.00    | 2.07   | 58.94       |
| 016       | 01    | 4.56   | 2.80   | 5.26      | 0.0000 | 0.0000 | 5.26    | 4.76   | 0.00    | 1.60   | 25.07       |

SOMMA:

314.03

SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE

Legenda:

DX = larghezza del concio  
Q = q\*DX sovraccarico complessivo  
kv = Coeff. sism. verticale  
kh = Coeff. sism. orizzontale  
Fv = Componente verticale  
Fh = Componente orizzontale  
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva  
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva  
Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva  
Mrib = Fv\*dx + Fh\*dy

| Concilio n. | DX [m] | Q [kN] | kv [-] | kh [-] | Fv [kN] | dx [m] | Fh [kN] | dy [m] | Mrib [kNm] |
|-------------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|------------|
| 012         | 0.46   | 11.93  | 0.0000 | 0.0000 | 11.93   | 2.93   | 0.00    | 1.36   | 34.94      |
| 013         | 0.46   | 11.93  | 0.0000 | 0.0000 | 11.93   | 3.39   | 0.00    | 1.35   | 40.42      |
| 014         | 0.46   | 11.93  | 0.0000 | 0.0000 | 11.93   | 3.85   | 0.00    | 1.34   | 45.89      |
| 015         | 0.46   | 11.93  | 0.0000 | 0.0000 | 11.93   | 4.31   | 0.00    | 1.32   | 51.36      |
| 016         | 0.46   | 11.93  | 0.0000 | 0.0000 | 11.93   | 4.76   | 0.00    | 1.31   | 56.83      |

SOMMA: 229.45

PESI PROPRI MURO, TERRENO SU MURO ED EVENTUALE SOVRACCARICO SU MURO

Legenda:

F = Valore dell'azione  
kv = Coeff. sism. verticale  
kh = Coeff. sism. orizzontale  
Fv = Componente verticale  
Fh = Componente orizzontale  
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva  
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva  
Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva  
Mrib = Fv\*dx + Fh\*dy

| Componente        |           | F [kN] | kv [-] | kh [-] | Fv [kN] | dx [m] | Fh [kN] | dy [m] | Mrib [kNm] |
|-------------------|-----------|--------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|------------|
| Muro:             | Mat. n.01 | 88.50  | 0.0000 | 0.0000 | 88.50   | 1.23   | 0.00    | 3.35   | 109.08     |
| Terr. su muro:    | Area n.01 | 62.09  | 0.0000 | 0.0000 | 62.09   | 2.00   | 0.00    | 2.49   | 124.29     |
| Sovracc. su muro: |           | 36.40  | 0.0000 | 0.0000 | 36.40   | 2.00   | 0.00    | 1.38   | 72.80      |

SOMMA: 306.17

CALCOLO MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:

|                                       |                     |
|---------------------------------------|---------------------|
| PESI PROPRI DEI CONCI                 | 314.03              |
| SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE         | 229.45              |
| P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO | 306.17              |
| FORZE E COPPIE ESTERNE                | 0.00                |
| <b>MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:</b>     | <b>849.65 [kNm]</b> |

**CALCOLO MOMENTO RESISTENTE**
**CARICO AGENTE SUI CONCI SOTTO FONDAZIONE MURO**

| Componente di carico     | Valore | + - kv | Azione      |
|--------------------------|--------|--------|-------------|
| Muro: Mat. n.01          | 88.50  | 0.0000 | 88.50       |
| Terr. su muro: Area n.01 | 62.09  | 0.0000 | 62.09       |
| Sovracc. su muro:        | 36.40  | 0.0000 | 36.40       |
| Azione totale:           |        |        | 186.99 kN   |
| Larghezza Fondazione:    |        |        | 2.50 m      |
| Carico distribuito:      |        |        | 74.80 kN/m2 |

**RESISTENZE PER ATTRITO E COESIONE LUNGO LA SUPERFICIE DI SCIVOLAMENTO**

(N.B. Dettaglio risultati di calcolo relativi a Fs min = 1.462)

**Legenda:**

- R = Raggio curva circolare di scivolamento
- Dx = Larghezza del concio
- DL = Lunghezza Base inclinata del concio
- Alpha = Inclinazione Base concio
- Phi = Angolo di attrito alla Base
- Coe = Coesione alla Base
- W = Peso del concio (di combinazione)
- Q = Carico aggiuntivo soprastante (di combinazione)
- N = Risultante Normale alla Base del concio
- U = (u\*DL) Sottospinta idrostatica
- Fs = Fattore di sicurezza minimo a convergenza (Fs min = 1.462)

$$M\_alpha = \cos(\alpha) * (1 + \frac{\tan(\Phi) * \operatorname{tg}(\alpha)}{F_s})$$

$$N = [ (W + Q) - \frac{DL * \sin(\alpha)}{F_s} * (coe - u * \tan(\Phi)) ] / M\_alpha$$

Mstab = Momento (Resistenza) Stabilizzante rispetto al centro della curva

$$M\_Stab = [ (N - u*DL) * \tan(\Phi) + Coe*DL ] * R$$

| Concio n. | Dx [m] | DL [m] | Alpha [°] | Phi [°] | Coe [kN/m2] | W [kN] | Q [kN] | N [kN] | U [kN] | Mstab [kNm] |
|-----------|--------|--------|-----------|---------|-------------|--------|--------|--------|--------|-------------|
| 001       | 0.48   | 0.55   | -28.48    | 32.01   | 0.00        | 1.27   | 0.00   | 1.88   | 0.00   | 6.06        |
| 002       | 0.48   | 0.52   | -22.52    | 32.01   | 0.00        | 3.50   | 0.00   | 4.61   | 0.00   | 14.87       |
| 003       | 0.48   | 0.50   | -16.82    | 32.01   | 0.00        | 5.18   | 0.00   | 6.21   | 0.00   | 20.04       |
| 004       | 0.48   | 0.49   | -11.28    | 32.01   | 0.00        | 6.35   | 0.00   | 7.08   | 0.00   | 22.84       |
| 005       | 0.48   | 0.49   | -5.84     | 32.01   | 0.00        | 7.06   | 0.00   | 7.42   | 0.00   | 23.93       |
| 006       | 0.48   | 0.48   | -0.46     | 32.01   | 0.00        | 7.31   | 0.00   | 7.34   | 0.00   | 23.68       |
| 007       | 0.50   | 0.50   | 5.01      | 32.01   | 0.00        | 7.37   | 37.40  | 43.31  | 0.00   | 139.76      |
| 008       | 0.50   | 0.51   | 10.62     | 32.01   | 0.00        | 6.68   | 37.40  | 41.52  | 0.00   | 133.96      |
| 009       | 0.50   | 0.52   | 16.33     | 32.01   | 0.00        | 5.48   | 37.40  | 39.71  | 0.00   | 128.11      |
| 010       | 0.50   | 0.54   | 22.23     | 32.01   | 0.00        | 3.72   | 37.40  | 37.82  | 0.00   | 122.02      |
| 011       | 0.50   | 0.57   | 28.38     | 32.01   | 0.00        | 1.35   | 37.40  | 35.78  | 0.00   | 115.45      |
| 012       | 0.46   | 0.56   | 34.63     | 32.01   | 0.00        | 26.45  | 11.93  | 36.01  | 0.00   | 116.19      |
| 013       | 0.46   | 0.61   | 41.11     | 32.01   | 0.00        | 23.26  | 11.93  | 34.02  | 0.00   | 109.76      |
| 014       | 0.46   | 0.69   | 48.32     | 32.01   | 0.00        | 19.17  | 11.93  | 31.60  | 0.00   | 101.95      |
| 015       | 0.46   | 0.84   | 56.81     | 32.01   | 0.00        | 13.69  | 11.93  | 28.30  | 0.00   | 91.33       |
| 016       | 0.46   | 1.25   | 68.39     | 32.01   | 0.00        | 5.26   | 11.93  | 22.46  | 0.00   | 72.45       |

SOMMA:

1242.41

**CALCOLO MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:**

|   |                      |
|---|----------------------|
| ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL. .... | 1242.41              |
| FORZE E COPPIE ESTERNE .....                | 0.00                 |
| <b>MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:</b>        | <b>1242.41 [kNm]</b> |

 FATTORE DI SICUREZZA: Fs = MSTAB/MRIB = 1.462  
 Verifica: Coeff. parz. (NTC18-Tab.6.8.I) [Gamma\_R=1.10] ok

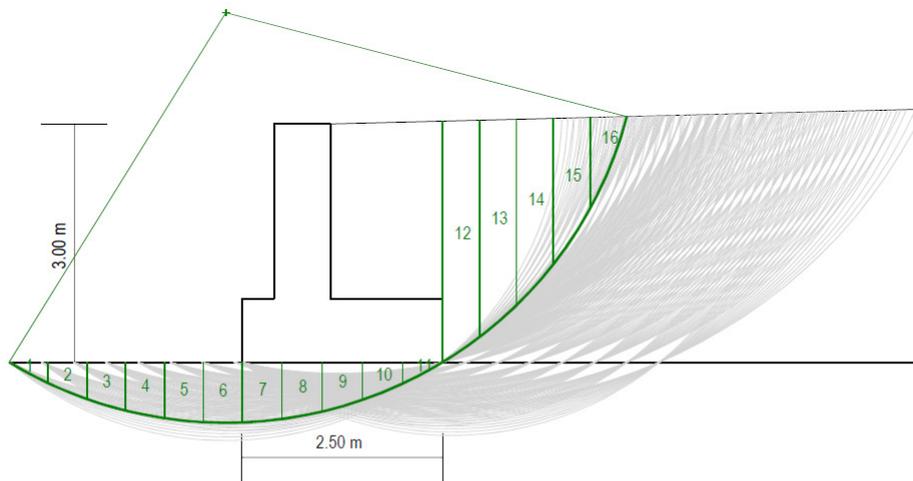


MB Muro Rev 3.03

**PONTE SUL FIUME OGLIO**  
MURO ANDATORE IN SPONDA SX  
SEZIONE TIPO 2-2

**COMBINAZIONE DI CARICO N. 4:**  
**Sisma Su (M1+R3)**  
Bishop: Fs min = 2.083

**STRATI DI MONTE**  
STRATO N.1  
G = 20.00 kN/m3  
φ' = 38.00 °  
c' = 0.00 kN/m2



**STRATO FONDAZIONE**  
G = 20.00 kN/m3  
φ' = 38.00 °  
c' = 0.00 kN/m2

**DETTAGLI CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA (Metodo di BISHOP )**

**MOMENTO RIBALTANTE TOTALE (Rispetto al centro curva) :**

|                                       |                           |
|---------------------------------------|---------------------------|
| PESI PROPRI DEI CONCI                 | 320.63                    |
| SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE         | 0.00                      |
| P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO | 240.25                    |
| FORZE E COPPIE ESTERNE                | 0.00                      |
| <b>MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:</b>     | <b>M_Rib = 560.88 kNm</b> |

**MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE (Rispetto al centro curva) :**

|  |                             |
|--|-----------------------------|
| ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL. | 1168.30                     |
| FORZE E COPPIE ESTERNE                 | 0.00                        |
| RESISTENZA PALI DI FONDAZIONE          | 0.00                        |
| RESISTENZA TIRANTI DI ANCORAGGIO       | 0.00                        |
| <b>MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:</b>   | <b>M_Stab = 1168.30 kNm</b> |

**VERIFICA:**

|                    |                     |         |                     |
|--------------------|---------------------|---------|---------------------|
| Azione:            | M_rib               | 560.88  |                     |
| Resistenza:        | M_stab              | 1168.30 |                     |
| Coeffic. parziale: | R                   | 1.10    | (NTC18 - Tab.6.8.I) |
| Verifica:          | Fs = M_Stab / M_Rib | 2.083   | ----> ok!           |



\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*  
\*\*\*\* VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE \*\*\*\*  
\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

METODO DI BISHOP:

COMBINAZIONE DI CARICO N. 4: Sisma Su (M1+R3)

SINTESI ITERAZIONI DI CALCOLO PER LA SUPERFICIE CON Fs minimo

Iterazione n. 01: Fs = 1.848  
Iterazione n. 02: Fs = 2.048  
Iterazione n. 03: Fs = 2.078  
Iterazione n. 04: Fs = 2.082  
Iterazione n. 05: Fs = 2.083  
Iterazione n. 06: Fs = 2.083

Fs a convergenza: Fs = 2.083

Superficie di scivolamento con Fsmin

DETTAGLIO CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA

CALCOLO MOMENTO RIBALTANTE

PESI PROPRI DEI CONCI DI SUDDIVISIONE DELLA MASSA SCIVOLANTE

Legenda:

TR = Tratto di suddivisione verticale del concio  
xg = Ascissa baricentro tratto  
yg = Ordin. baricentro tratto  
kv = Coeff. sism. verticale  
kh = Coeff. sism. orizzontale  
Fv = Componente verticale  
Fh = Componente orizzontale  
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva  
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva  
Mrrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva  
Mrrib = Fv\*dx + Fh\*dy

| Concio n. | TR n. | Xg [m] | Yg [m] | Peso [kN] | kv [-]  | kh [-] | Fv [kN] | dx [m] | Fh [kN] | dy [m] | Mrrib [kNm] |
|-----------|-------|--------|--------|-----------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|-------------|
| 001       | 01    | -2.66  | -0.07  | 1.27      | -0.0103 | 0.0206 | 1.25    | -2.46  | 0.03    | 4.47   | -2.97       |
| 002       | 01    | -2.18  | -0.18  | 3.50      | -0.0103 | 0.0206 | 3.47    | -1.98  | 0.07    | 4.58   | -6.52       |
| 003       | 01    | -1.69  | -0.27  | 5.18      | -0.0103 | 0.0206 | 5.13    | -1.49  | 0.11    | 4.67   | -7.15       |
| 004       | 01    | -1.21  | -0.33  | 6.35      | -0.0103 | 0.0206 | 6.28    | -1.01  | 0.13    | 4.73   | -5.72       |
| 005       | 01    | -0.73  | -0.36  | 7.06      | -0.0103 | 0.0206 | 6.98    | -0.53  | 0.15    | 4.76   | -2.97       |
| 006       | 01    | -0.24  | -0.38  | 7.31      | -0.0103 | 0.0206 | 7.24    | -0.04  | 0.15    | 4.78   | 0.42        |
| 007       | 01    | 0.25   | -0.37  | 7.37      | -0.0103 | 0.0206 | 7.29    | 0.45   | 0.15    | 4.77   | 4.00        |
| 008       | 01    | 0.75   | -0.33  | 6.68      | -0.0103 | 0.0206 | 6.61    | 0.95   | 0.14    | 4.73   | 6.93        |
| 009       | 01    | 1.25   | -0.27  | 5.48      | -0.0103 | 0.0206 | 5.42    | 1.45   | 0.11    | 4.67   | 8.39        |
| 010       | 01    | 1.75   | -0.19  | 3.72      | -0.0103 | 0.0206 | 3.68    | 1.95   | 0.08    | 4.59   | 7.54        |
| 011       | 01    | 2.25   | -0.07  | 1.35      | -0.0103 | 0.0206 | 1.34    | 2.45   | 0.03    | 4.47   | 3.40        |
| 012       | 01    | 2.73   | 1.60   | 26.45     | -0.0103 | 0.0206 | 26.17   | 2.93   | 0.54    | 2.80   | 78.20       |
| 013       | 01    | 3.19   | 1.78   | 23.26     | -0.0103 | 0.0206 | 23.02   | 3.39   | 0.48    | 2.62   | 79.26       |
| 014       | 01    | 3.65   | 2.02   | 19.17     | -0.0103 | 0.0206 | 18.97   | 3.85   | 0.39    | 2.38   | 73.91       |
| 015       | 01    | 4.11   | 2.33   | 13.69     | -0.0103 | 0.0206 | 13.55   | 4.31   | 0.28    | 2.07   | 58.92       |
| 016       | 01    | 4.56   | 2.80   | 5.26      | -0.0103 | 0.0206 | 5.21    | 4.76   | 0.11    | 1.60   | 24.99       |

SOMMA:

320.63

**SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE**
**Legenda:**

DX = larghezza del concio  
 Q = q\*DX sovraccarico complessivo  
 kv = Coeff. sism. verticale  
 kh = Coeff. sism. orizzontale  
 Fv = Componente verticale  
 Fh = Componente orizzontale  
 dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva  
 dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva  
 Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva  
 Mrib = Fv\*dx + Fh\*dy

| Concilio n. | DX [m] | Q [kN] | kv [-]  | kh [-] | Fv [kN] | dx [m] | Fh [kN] | dy [m] | Mrib [kNm] |
|-------------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|------------|
| 012         | 0.46   | 0.00   | -0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 2.93   | 0.00    | 1.36   | 0.00       |
| 013         | 0.46   | 0.00   | -0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 3.39   | 0.00    | 1.35   | 0.00       |
| 014         | 0.46   | 0.00   | -0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 3.85   | 0.00    | 1.34   | 0.00       |
| 015         | 0.46   | 0.00   | -0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 4.31   | 0.00    | 1.32   | 0.00       |
| 016         | 0.46   | 0.00   | -0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 4.76   | 0.00    | 1.31   | 0.00       |

SOMMA: 0.00

**PESI PROPRI MURO, TERRENO SU MURO ED EVENTUALE SOVRACCARICO SU MURO**
**Legenda:**

F = Valore dell'azione  
 kv = Coeff. sism. verticale  
 kh = Coeff. sism. orizzontale  
 Fv = Componente verticale  
 Fh = Componente orizzontale  
 dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva  
 dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva  
 Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva  
 Mrib = Fv\*dx + Fh\*dy

| Componente        |           | F [kN] | kv [-]  | kh [-] | Fv [kN] | dx [m] | Fh [kN] | dy [m] | Mrib [kNm] |
|-------------------|-----------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|------------|
| Muro:             | Mat. n.01 | 88.50  | -0.0103 | 0.0206 | 87.59   | 1.23   | 1.82    | 3.35   | 114.05     |
| Terr. su muro:    | Area n.01 | 62.09  | -0.0103 | 0.0206 | 61.45   | 2.00   | 1.28    | 2.49   | 126.20     |
| Sovracc. su muro: |           | 0.00   | -0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 2.00   | 0.00    | 1.38   | 0.00       |

SOMMA: 240.25

**CALCOLO MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:**

|                                       |                     |
|---------------------------------------|---------------------|
| PESI PROPRI DEI CONCI                 | 320.63              |
| SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE         | 0.00                |
| P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO | 240.25              |
| FORZE E COPPIE ESTERNE                | 0.00                |
| <b>MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:</b>     | <b>560.88 [kNm]</b> |

**CALCOLO MOMENTO RESISTENTE**
**CARICO AGENTE SUI CONCI SOTTO FONDAZIONE MURO**

| Componente di carico     | Valore | + - kv  | Azione      |
|--------------------------|--------|---------|-------------|
| Muro: Mat. n.01          | 88.50  | -0.0103 | 87.59       |
| Terr. su muro: Area n.01 | 62.09  | -0.0103 | 61.45       |
| Sovracc. su muro:        | 0.00   | -0.0103 | 0.00        |
| Azione totale:           |        |         | 149.04 kN   |
| Larghezza Fondazione:    |        |         | 2.50 m      |
| Carico distribuito:      |        |         | 59.62 kN/m2 |

**RESISTENZE PER ATTRITO E COESIONE LUNGO LA SUPERFICIE DI SCIVOLAMENTO**

(N.B. Dettaglio risultati di calcolo relativi a Fs min = 2.083)

**Legenda:**

- R = Raggio curva circolare di scivolamento
- Dx = Larghezza del concio
- DL = Lunghezza Base inclinata del concio
- Alpha = Inclinazione Base concio
- Phi = Angolo di attrito alla Base
- Coe = Coesione alla Base
- W = Peso del concio (di combinazione)
- Q = Carico aggiuntivo soprastante (di combinazione)
- N = Risultante Normale alla Base del concio
- U = (u\*DL) Sottospinta idrostatica
- Fs = Fattore di sicurezza minimo a convergenza (Fs min = 2.083)

$$M\_alpha = \cos(\alpha) * (1 + \frac{\tan(\Phi) * \operatorname{tg}(\alpha)}{F_s})$$

$$N = [ (W + Q) - \frac{DL * \sin(\alpha)}{F_s} * (coe - u * \tan(\Phi)) ] / M\_alpha$$

Mstab = Momento (Resistenza) Stabilizzante rispetto al centro della curva

$$M\_Stab = [ (N - u*DL) * \tan(\Phi) + Coe*DL ] * R$$

| Concio n. | Dx [m] | DL [m] | Alpha [°] | Phi [°] | Coe [kN/m2] | W [kN] | Q [kN] | N [kN] | U [kN] | Mstab [kNm] |
|-----------|--------|--------|-----------|---------|-------------|--------|--------|--------|--------|-------------|
| 001       | 0.48   | 0.55   | -28.48    | 38.00   | 0.00        | 1.25   | 0.00   | 1.79   | 0.00   | 7.23        |
| 002       | 0.48   | 0.52   | -22.52    | 38.00   | 0.00        | 3.47   | 0.00   | 4.45   | 0.00   | 17.93       |
| 003       | 0.48   | 0.50   | -16.82    | 38.00   | 0.00        | 5.13   | 0.00   | 6.04   | 0.00   | 24.36       |
| 004       | 0.48   | 0.49   | -11.28    | 38.00   | 0.00        | 6.28   | 0.00   | 6.93   | 0.00   | 27.94       |
| 005       | 0.48   | 0.49   | -5.84     | 38.00   | 0.00        | 6.98   | 0.00   | 7.30   | 0.00   | 29.44       |
| 006       | 0.48   | 0.48   | -0.46     | 38.00   | 0.00        | 7.24   | 0.00   | 7.26   | 0.00   | 29.28       |
| 007       | 0.50   | 0.50   | 5.01      | 38.00   | 0.00        | 7.29   | 29.81  | 36.06  | 0.00   | 145.42      |
| 008       | 0.50   | 0.51   | 10.62     | 38.00   | 0.00        | 6.61   | 29.81  | 34.62  | 0.00   | 139.62      |
| 009       | 0.50   | 0.52   | 16.33     | 38.00   | 0.00        | 5.42   | 29.81  | 33.07  | 0.00   | 133.40      |
| 010       | 0.50   | 0.54   | 22.23     | 38.00   | 0.00        | 3.68   | 29.81  | 31.37  | 0.00   | 126.53      |
| 011       | 0.50   | 0.57   | 28.38     | 38.00   | 0.00        | 1.34   | 29.81  | 29.43  | 0.00   | 118.72      |
| 012       | 0.46   | 0.56   | 34.63     | 38.00   | 0.00        | 26.17  | 0.00   | 25.27  | 0.00   | 101.90      |
| 013       | 0.46   | 0.61   | 41.11     | 38.00   | 0.00        | 23.02  | 0.00   | 23.02  | 0.00   | 92.85       |
| 014       | 0.46   | 0.69   | 48.32     | 38.00   | 0.00        | 18.97  | 0.00   | 20.07  | 0.00   | 80.95       |
| 015       | 0.46   | 0.84   | 56.81     | 38.00   | 0.00        | 13.55  | 0.00   | 15.73  | 0.00   | 63.44       |
| 016       | 0.46   | 1.25   | 68.39     | 38.00   | 0.00        | 5.21   | 0.00   | 7.26   | 0.00   | 29.30       |

SOMMA:

1168.30

**CALCOLO MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:**

|   |                      |
|---|----------------------|
| ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL. .... | 1168.30              |
| FORZE E COPPIE ESTERNE .....                | 0.00                 |
| <b>MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:</b>        | <b>1168.30 [kNm]</b> |

 FATTORE DI SICUREZZA: Fs = MSTAB/MRIB = 2.083  
 Verifica: Coeff. parz. (NTC18-Tab.6.8.I) [Gamma\_R=1.10] ok

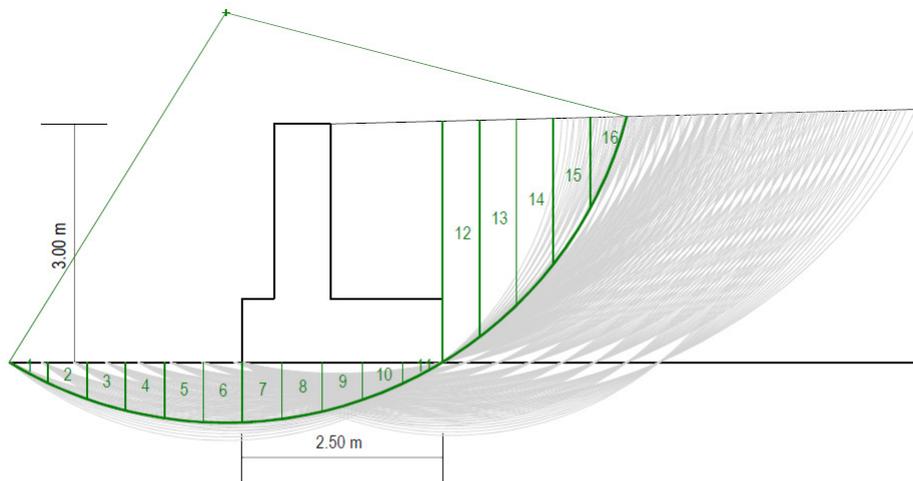


MB Muro Rev 3.03

**PONTE SUL FIUME OGLIO**  
MURO ANDATORE IN SPONDA SX  
SEZIONE TIPO 2-2

**COMBINAZIONE DI CARICO N. 5:**  
**Sisma Giu (M1+R3)**  
Bishop: Fs min = 2.085

**STRATI DI MONTE**  
STRATO N.1  
G = 20.00 kN/m3  
φ' = 38.00 °  
c' = 0.00 kN/m2



**STRATO FONDAZIONE**  
G = 20.00 kN/m3  
φ' = 38.00 °  
c' = 0.00 kN/m2

**DETTAGLI CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA (Metodo di BISHOP )**

**MOMENTO RIBALTANTE TOTALE (Rispetto al centro curva) :**

|   |                           |
|---|---------------------------|
| PESI PROPRI DEI CONCI .....                 | 327.10                    |
| SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE .....         | 0.00                      |
| P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO ..... | 245.06                    |
| FORZE E COPPIE ESTERNE .....                | 0.00                      |
| <b>MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:</b>           | <b>M_Rib = 572.16 kNm</b> |

**MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE (Rispetto al centro curva) :**

|   |                             |
|---|-----------------------------|
| ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL. .... | 1192.75                     |
| FORZE E COPPIE ESTERNE .....                | 0.00                        |
| RESISTENZA PALI DI FONDAZIONE .....         | 0.00                        |
| RESISTENZA TIRANTI DI ANCORAGGIO .....      | 0.00                        |
| <b>MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:</b>        | <b>M_Stab = 1192.75 kNm</b> |

**VERIFICA:**

|                    |                     |                          |
|--------------------|---------------------|--------------------------|
| Azione:            | M_rib               | 572.16                   |
| Resistenza:        | M_stab              | 1192.75                  |
| Coeffic. parziale: | R                   | 1.10 (NTC18 - Tab.6.8.I) |
| Verifica:          | Fs = M_Stab / M_Rib | 2.085 ----> ok!          |



\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*  
\*\*\*\* VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE \*\*\*\*  
\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

METODO DI BISHOP:

COMBINAZIONE DI CARICO N. 5: Sisma Giu (M1+R3)

SINTESI ITERAZIONI DI CALCOLO PER LA SUPERFICIE CON Fs minimo

Iterazione n. 01: Fs = 1.849  
Iterazione n. 02: Fs = 2.050  
Iterazione n. 03: Fs = 2.080  
Iterazione n. 04: Fs = 2.084  
Iterazione n. 05: Fs = 2.085  
Iterazione n. 06: Fs = 2.085

Fs a convergenza: Fs = 2.085

Superficie di scivolamento con Fsmin

DETTAGLIO CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA

CALCOLO MOMENTO RIBALTANTE

PESI PROPRI DEI CONCI DI SUDDIVISIONE DELLA MASSA SCIVOLANTE

Legenda:

TR = Tratto di suddivisione verticale del concio  
xg = Ascissa baricentro tratto  
yg = Ordin. baricentro tratto  
kv = Coeff. sism. verticale  
kh = Coeff. sism. orizzontale  
Fv = Componente verticale  
Fh = Componente orizzontale  
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva  
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva  
Mrrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva  
Mrrib = Fv\*dx + Fh\*dy

| Concio n. | TR n. | Xg [m] | Yg [m] | Peso [kN] | kv [-] | kh [-] | Fv [kN] | dx [m] | Fh [kN] | dy [m] | Mrrib [kNm] |
|-----------|-------|--------|--------|-----------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|-------------|
| 001       | 01    | -2.66  | -0.07  | 1.27      | 0.0103 | 0.0206 | 1.28    | -2.46  | 0.03    | 4.47   | -3.03       |
| 002       | 01    | -2.18  | -0.18  | 3.50      | 0.0103 | 0.0206 | 3.54    | -1.98  | 0.07    | 4.58   | -6.66       |
| 003       | 01    | -1.69  | -0.27  | 5.18      | 0.0103 | 0.0206 | 5.23    | -1.49  | 0.11    | 4.67   | -7.31       |
| 004       | 01    | -1.21  | -0.33  | 6.35      | 0.0103 | 0.0206 | 6.42    | -1.01  | 0.13    | 4.73   | -5.85       |
| 005       | 01    | -0.73  | -0.36  | 7.06      | 0.0103 | 0.0206 | 7.13    | -0.53  | 0.15    | 4.76   | -3.05       |
| 006       | 01    | -0.24  | -0.38  | 7.31      | 0.0103 | 0.0206 | 7.39    | -0.04  | 0.15    | 4.78   | 0.41        |
| 007       | 01    | 0.25   | -0.37  | 7.37      | 0.0103 | 0.0206 | 7.44    | 0.45   | 0.15    | 4.77   | 4.07        |
| 008       | 01    | 0.75   | -0.33  | 6.68      | 0.0103 | 0.0206 | 6.75    | 0.95   | 0.14    | 4.73   | 7.06        |
| 009       | 01    | 1.25   | -0.27  | 5.48      | 0.0103 | 0.0206 | 5.53    | 1.45   | 0.11    | 4.67   | 8.55        |
| 010       | 01    | 1.75   | -0.19  | 3.72      | 0.0103 | 0.0206 | 3.76    | 1.95   | 0.08    | 4.59   | 7.69        |
| 011       | 01    | 2.25   | -0.07  | 1.35      | 0.0103 | 0.0206 | 1.36    | 2.45   | 0.03    | 4.47   | 3.47        |
| 012       | 01    | 2.73   | 1.60   | 26.45     | 0.0103 | 0.0206 | 26.72   | 2.93   | 0.54    | 2.80   | 79.80       |
| 013       | 01    | 3.19   | 1.78   | 23.26     | 0.0103 | 0.0206 | 23.50   | 3.39   | 0.48    | 2.62   | 80.88       |
| 014       | 01    | 3.65   | 2.02   | 19.17     | 0.0103 | 0.0206 | 19.36   | 3.85   | 0.39    | 2.38   | 75.43       |
| 015       | 01    | 4.11   | 2.33   | 13.69     | 0.0103 | 0.0206 | 13.83   | 4.31   | 0.28    | 2.07   | 60.13       |
| 016       | 01    | 4.56   | 2.80   | 5.26      | 0.0103 | 0.0206 | 5.32    | 4.76   | 0.11    | 1.60   | 25.50       |

SOMMA:

327.10

SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE

-----  
Legenda:

DX = larghezza del concio  
Q = q\*DX sovraccarico complessivo  
kv = Coeff. sism. verticale  
kh = Coeff. sism. orizzontale  
Fv = Componente verticale  
Fh = Componente orizzontale  
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva  
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva  
Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva  
Mrib = Fv\*dx + Fh\*dy

| Concilio n. | DX [m] | Q [kN] | kv [-] | kh [-] | Fv [kN] | dx [m] | Fh [kN] | dy [m] | Mrib [kNm] |
|-------------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|------------|
| 012         | 0.46   | 0.00   | 0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 2.93   | 0.00    | 1.36   | 0.00       |
| 013         | 0.46   | 0.00   | 0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 3.39   | 0.00    | 1.35   | 0.00       |
| 014         | 0.46   | 0.00   | 0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 3.85   | 0.00    | 1.34   | 0.00       |
| 015         | 0.46   | 0.00   | 0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 4.31   | 0.00    | 1.32   | 0.00       |
| 016         | 0.46   | 0.00   | 0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 4.76   | 0.00    | 1.31   | 0.00       |

SOMMA: 0.00

PESI PROPRI MURO, TERRENO SU MURO ED EVENTUALE SOVRACCARICO SU MURO

-----  
Legenda:

F = Valore dell'azione  
kv = Coeff. sism. verticale  
kh = Coeff. sism. orizzontale  
Fv = Componente verticale  
Fh = Componente orizzontale  
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva  
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva  
Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva  
Mrib = Fv\*dx + Fh\*dy

| Componente        |           | F [kN] | kv [-] | kh [-] | Fv [kN] | dx [m] | Fh [kN] | dy [m] | Mrib [kNm] |
|-------------------|-----------|--------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|------------|
| Muro:             | Mat. n.01 | 88.50  | 0.0103 | 0.0206 | 89.41   | 1.23   | 1.82    | 3.35   | 116.30     |
| Terr. su muro:    | Area n.01 | 62.09  | 0.0103 | 0.0206 | 62.73   | 2.00   | 1.28    | 2.49   | 128.76     |
| Sovracc. su muro: |           | 0.00   | 0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 2.00   | 0.00    | 1.38   | 0.00       |

SOMMA: 245.06

CALCOLO MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:

|                                       |                     |
|---------------------------------------|---------------------|
| PESI PROPRI DEI CONCI                 | 327.10              |
| SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE         | 0.00                |
| P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO | 245.06              |
| FORZE E COPPIE ESTERNE                | 0.00                |
| <b>MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:</b>     | <b>572.16 [kNm]</b> |

**CALCOLO MOMENTO RESISTENTE**
**CARICO AGENTE SUI CONCI SOTTO FONDAZIONE MURO**

| Componente di carico     | Valore | + - kv  | Azione      |
|--------------------------|--------|---------|-------------|
| Muro: Mat. n.01          | 88.50  | +0.0103 | 89.41       |
| Terr. su muro: Area n.01 | 62.09  | +0.0103 | 62.73       |
| Sovracc. su muro:        | 0.00   | +0.0103 | 0.00        |
| Azione totale:           |        |         | 152.14 kN   |
| Larghezza Fondazione:    |        |         | 2.50 m      |
| Carico distribuito:      |        |         | 60.86 kN/m2 |

**RESISTENZE PER ATTRITO E COESIONE LUNGO LA SUPERFICIE DI SCIVOLAMENTO**

 (N.B. Dettaglio risultati di calcolo relativi a  $F_s$  min = 2.085)

**Legenda:**

- R = Raggio curva circolare di scivolamento
- Dx = Larghezza del concio
- DL = Lunghezza Base inclinata del concio
- Alpha = Inclinazione Base concio
- Phi = Angolo di attrito alla Base
- Coe = Coesione alla Base
- W = Peso del concio (di combinazione)
- Q = Carico aggiuntivo soprastante (di combinazione)
- N = Risultante Normale alla Base del concio
- U = (u\*DL) Sottospinta idrostatica
- Fs = Fattore di sicurezza minimo a convergenza ( $F_s$  min = 2.085)

$$M_{\alpha} = \cos(\alpha) * \left( 1 + \frac{\tan(\Phi) * \operatorname{tg}(\alpha)}{F_s} \right)$$

$$N = \left[ (W + Q) - \frac{DL * \sin(\alpha)}{F_s} * (coe - u * \tan(\Phi)) \right] / M_{\alpha}$$

Mstab = Momento (Resistenza) Stabilizzante rispetto al centro della curva

$$M_{Stab} = [(N - u*DL) * \tan(\Phi) + Coe*DL] * R$$

| Concio n. | Dx [m] | DL [m] | Alpha [°] | Phi [°] | Coe [kN/m2] | W [kN] | Q [kN] | N [kN] | U [kN] | Mstab [kNm] |
|-----------|--------|--------|-----------|---------|-------------|--------|--------|--------|--------|-------------|
| 001       | 0.48   | 0.55   | -28.48    | 38.00   | 0.00        | 1.28   | 0.00   | 1.83   | 0.00   | 7.38        |
| 002       | 0.48   | 0.52   | -22.52    | 38.00   | 0.00        | 3.54   | 0.00   | 4.54   | 0.00   | 18.30       |
| 003       | 0.48   | 0.50   | -16.82    | 38.00   | 0.00        | 5.23   | 0.00   | 6.16   | 0.00   | 24.86       |
| 004       | 0.48   | 0.49   | -11.28    | 38.00   | 0.00        | 6.42   | 0.00   | 7.07   | 0.00   | 28.52       |
| 005       | 0.48   | 0.49   | -5.84     | 38.00   | 0.00        | 7.13   | 0.00   | 7.45   | 0.00   | 30.05       |
| 006       | 0.48   | 0.48   | -0.46     | 38.00   | 0.00        | 7.39   | 0.00   | 7.41   | 0.00   | 29.89       |
| 007       | 0.50   | 0.50   | 5.01      | 38.00   | 0.00        | 7.44   | 30.43  | 36.81  | 0.00   | 148.45      |
| 008       | 0.50   | 0.51   | 10.62     | 38.00   | 0.00        | 6.75   | 30.43  | 35.34  | 0.00   | 142.54      |
| 009       | 0.50   | 0.52   | 16.33     | 38.00   | 0.00        | 5.53   | 30.43  | 33.77  | 0.00   | 136.19      |
| 010       | 0.50   | 0.54   | 22.23     | 38.00   | 0.00        | 3.76   | 30.43  | 32.03  | 0.00   | 129.18      |
| 011       | 0.50   | 0.57   | 28.38     | 38.00   | 0.00        | 1.36   | 30.43  | 30.05  | 0.00   | 121.20      |
| 012       | 0.46   | 0.56   | 34.63     | 38.00   | 0.00        | 26.72  | 0.00   | 25.80  | 0.00   | 104.04      |
| 013       | 0.46   | 0.61   | 41.11     | 38.00   | 0.00        | 23.50  | 0.00   | 23.50  | 0.00   | 94.80       |
| 014       | 0.46   | 0.69   | 48.32     | 38.00   | 0.00        | 19.36  | 0.00   | 20.49  | 0.00   | 82.65       |
| 015       | 0.46   | 0.84   | 56.81     | 38.00   | 0.00        | 13.83  | 0.00   | 16.06  | 0.00   | 64.78       |
| 016       | 0.46   | 1.25   | 68.39     | 38.00   | 0.00        | 5.32   | 0.00   | 7.42   | 0.00   | 29.92       |

SOMMA:

1192.75

**CALCOLO MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:**

|   |                      |
|---|----------------------|
| ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL. .... | 1192.75              |
| FORZE E COPPIE ESTERNE .....                | 0.00                 |
| <b>MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:</b>        | <b>1192.75 [kNm]</b> |

 FATTORE DI SICUREZZA:  $F_s = M_{STAB} / MRIB = 2.085$   
 Verifica: Coeff. parz. (NTC18-Tab.6.8.I) [ $\Gamma_{R=1.10}$ ] ok



**ALLEGATO N. 2.3**  
**SEZIONE TIPO 3**  
**VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE**



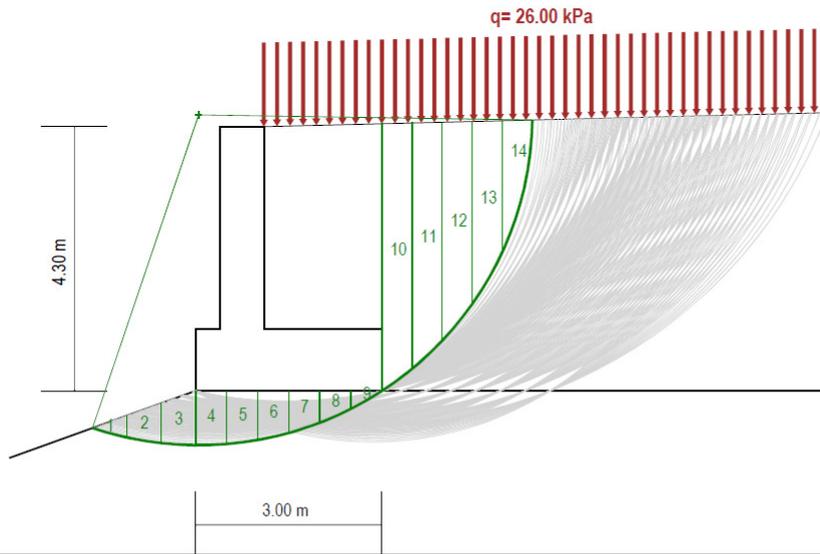
MB Muro Rev 3.03

**PONTE SUL FIUME OGLIO**  
MURO ANDATORE IN SPONDA SX  
SEZIONE TIPO 3-3

**COMBINAZIONE DI CARICO N. 2:**  
Statica (A2+M2+R2)  
Bishop: Fs min = 1.383

**STRATI DI MONTE**

STRATO N.1  
G = 20.00 kN/m<sup>3</sup>  
φ' = 32.01 °  
c' = 0.00 kN/m<sup>2</sup>



**STRATO FONDAZIONE**

G = 20.00 kN/m<sup>3</sup>  
φ' = 32.01 °  
c' = 0.00 kN/m<sup>2</sup>

**DETTAGLI CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA (Metodo di BISHOP)**

MOMENTO RIBALTANTE TOTALE (Rispetto al centro curva):

|                                       |                            |
|---------------------------------------|----------------------------|
| PESI PROPRI DEI CONCI                 | 592.26                     |
| SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE         | 261.99                     |
| P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO | 500.86                     |
| FORZE E COPPIE ESTERNE                | 0.00                       |
| <b>MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:</b>     | <b>M_Rib = 1355.12 kNm</b> |

MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE (Rispetto al centro curva):

|  |                             |
|--|-----------------------------|
| ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL. | 1873.50                     |
| FORZE E COPPIE ESTERNE                 | 0.00                        |
| RESISTENZA PALI DI FONDAZIONE          | 0.00                        |
| RESISTENZA TIRANTI DI ANCORAGGIO       | 0.00                        |
| <b>MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:</b>   | <b>M_Stab = 1873.50 kNm</b> |

VERIFICA:

|                    |                     |                          |
|--------------------|---------------------|--------------------------|
| Azione:            | M_rib               | 1355.12                  |
| Resistenza:        | M_stab              | 1873.50                  |
| Coeffic. parziale: | R                   | 1.10 (NTC18 - Tab.6.8.I) |
| Verifica:          | Fs = M_Stab / M_Rib | 1.383 ---> ok!           |



\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*  
\*\*\*\* VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE \*\*\*\*  
\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

METODO DI BISHOP:

COMBINAZIONE DI CARICO N. 2: Statica (A2 +M2+R2)

SINTESI ITERAZIONI DI CALCOLO PER LA SUPERFICIE CON Fs minimo

Iterazione n. 01: Fs = 1.284  
Iterazione n. 02: Fs = 1.361  
Iterazione n. 03: Fs = 1.378  
Iterazione n. 04: Fs = 1.382  
Iterazione n. 05: Fs = 1.382  
Iterazione n. 06: Fs = 1.383

Fs a convergenza: Fs = 1.383

Superficie di scivolamento con Fsmin

DETTAGLIO CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA

CALCOLO MOMENTO RIBALTANTE

PESI PROPRI DEI CONCI DI SUDDIVISIONE DELLA MASSA SCIVOLANTE

Legenda:

TR = Tratto di suddivisione verticale del concio  
xg = Ascissa baricentro tratto  
yg = Ordin. baricentro tratto  
kv = Coeff. sism. verticale  
kh = Coeff. sism. orizzontale  
Fv = Componente verticale  
Fh = Componente orizzontale  
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva  
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva  
Mrrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva  
Mrrib = Fv\*dx + Fh\*dy

| Concio n. | TR n. | Xg [m] | Yg [m] | Peso [kN] | kv [-] | kh [-] | Fv [kN] | dx [m] | Fh [kN] | dy [m] | Mrrib [kNm] |
|-----------|-------|--------|--------|-----------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|-------------|
| 001       | 01    | -1.38  | -0.59  | 1.96      | 0.0000 | 0.0000 | 1.96    | -1.43  | 0.00    | 5.08   | -2.80       |
| 002       | 01    | -0.83  | -0.55  | 5.54      | 0.0000 | 0.0000 | 5.54    | -0.88  | 0.00    | 5.04   | -4.87       |
| 003       | 01    | -0.28  | -0.48  | 8.45      | 0.0000 | 0.0000 | 8.45    | -0.33  | 0.00    | 4.97   | -2.76       |
| 004       | 01    | 0.25   | -0.44  | 8.73      | 0.0000 | 0.0000 | 8.73    | 0.20   | 0.00    | 4.93   | 1.75        |
| 005       | 01    | 0.75   | -0.42  | 8.31      | 0.0000 | 0.0000 | 8.31    | 0.70   | 0.00    | 4.91   | 5.81        |
| 006       | 01    | 1.25   | -0.37  | 7.40      | 0.0000 | 0.0000 | 7.40    | 1.20   | 0.00    | 4.86   | 8.88        |
| 007       | 01    | 1.75   | -0.30  | 6.00      | 0.0000 | 0.0000 | 6.00    | 1.70   | 0.00    | 4.79   | 10.19       |
| 008       | 01    | 2.25   | -0.20  | 4.04      | 0.0000 | 0.0000 | 4.04    | 2.20   | 0.00    | 4.69   | 8.88        |
| 009       | 01    | 2.75   | -0.07  | 1.46      | 0.0000 | 0.0000 | 1.46    | 2.70   | 0.00    | 4.56   | 3.93        |
| 010       | 01    | 3.24   | 2.27   | 40.44     | 0.0000 | 0.0000 | 40.44   | 3.19   | 0.00    | 2.22   | 129.08      |
| 011       | 01    | 3.73   | 2.48   | 36.61     | 0.0000 | 0.0000 | 36.61   | 3.68   | 0.00    | 2.01   | 134.58      |
| 012       | 01    | 4.21   | 2.75   | 31.62     | 0.0000 | 0.0000 | 31.62   | 4.16   | 0.00    | 1.74   | 131.57      |
| 013       | 01    | 4.70   | 3.11   | 24.74     | 0.0000 | 0.0000 | 24.74   | 4.65   | 0.00    | 1.38   | 114.94      |
| 014       | 01    | 5.18   | 3.87   | 10.35     | 0.0000 | 0.0000 | 10.35   | 5.13   | 0.00    | 0.62   | 53.08       |

SOMMA:

592.26

**SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE**
**Legenda:**

DX = larghezza del concio  
 Q = q\*DX sovraccarico complessivo  
 kv = Coeff. sism. verticale  
 kh = Coeff. sism. orizzontale  
 Fv = Componente verticale  
 Fh = Componente orizzontale  
 dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva  
 dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva  
 Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva  
 Mrib = Fv\*dx + Fh\*dy

| Concilio n. | DX [m] | Q [kN] | kv [-] | kh [-] | Fv [kN] | dx [m] | Fh [kN] | dy [m] | Mrib [kNm] |
|-------------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|------------|
| 010         | 0.48   | 12.59  | 0.0000 | 0.0000 | 12.59   | 3.19   | 0.00    | 0.14   | 40.20      |
| 011         | 0.48   | 12.59  | 0.0000 | 0.0000 | 12.59   | 3.68   | 0.00    | 0.12   | 46.30      |
| 012         | 0.48   | 12.59  | 0.0000 | 0.0000 | 12.59   | 4.16   | 0.00    | 0.11   | 52.40      |
| 013         | 0.48   | 12.59  | 0.0000 | 0.0000 | 12.59   | 4.65   | 0.00    | 0.10   | 58.50      |
| 014         | 0.48   | 12.59  | 0.0000 | 0.0000 | 12.59   | 5.13   | 0.00    | 0.09   | 64.60      |

SOMMA: 261.99

**PESI PROPRI MURO, TERRENO SU MURO ED EVENTUALE SOVRACCARICO SU MURO**
**Legenda:**

F = Valore dell'azione  
 kv = Coeff. sism. verticale  
 kh = Coeff. sism. orizzontale  
 Fv = Componente verticale  
 Fh = Componente orizzontale  
 dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva  
 dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva  
 Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva  
 Mrib = Fv\*dx + Fh\*dy

| Componente        |           | F [kN] | kv [-] | kh [-] | Fv [kN] | dx [m] | Fh [kN] | dy [m] | Mrib [kNm] |
|-------------------|-----------|--------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|------------|
| Muro:             | Mat. n.01 | 132.75 | 0.0000 | 0.0000 | 132.75  | 1.12   | 0.00    | 3.05   | 149.18     |
| Terr. su muro:    | Area n.01 | 126.30 | 0.0000 | 0.0000 | 126.30  | 2.00   | 0.00    | 1.83   | 252.89     |
| Sovracc. su muro: |           | 49.40  | 0.0000 | 0.0000 | 49.40   | 2.00   | 0.00    | 0.17   | 98.80      |

SOMMA: 500.86

**CALCOLO MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:**

|                                       |                      |
|---------------------------------------|----------------------|
| PESI PROPRI DEI CONCI                 | 592.26               |
| SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE         | 261.99               |
| P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO | 500.86               |
| FORZE E COPPIE ESTERNE                | 0.00                 |
| <b>MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:</b>     | <b>1355.12 [kNm]</b> |

**CALCOLO MOMENTO RESISTENTE**
**CARICO AGENTE SUI CONCI SOTTO FONDAZIONE MURO**

| Componente di carico     | Valore | + - kv | Azione       |
|--------------------------|--------|--------|--------------|
| Muro: Mat. n.01          | 132.75 | 0.0000 | 132.75       |
| Terr. su muro: Area n.01 | 126.30 | 0.0000 | 126.30       |
| Sovracc. su muro:        | 49.40  | 0.0000 | 49.40        |
| Azione totale:           |        |        | 308.45 kN    |
| Larghezza Fondazione:    |        |        | 3.00 m       |
| Carico distribuito:      |        |        | 102.82 kN/m2 |

**RESISTENZE PER ATTRITO E COESIONE LUNGO LA SUPERFICIE DI SCIVOLAMENTO**

(N.B. Dettaglio risultati di calcolo relativi a Fs min = 1.383)

**Legenda:**

- R = Raggio curva circolare di scivolamento
- Dx = Larghezza del concio
- DL = Lunghezza Base inclinata del concio
- Alpha = Inclinazione Base concio
- Phi = Angolo di attrito alla Base
- Coe = Coesione alla Base
- W = Peso del concio (di combinazione)
- Q = Carico aggiuntivo soprastante (di combinazione)
- N = Risultante Normale alla Base del concio
- U = (u\*DL) Sottospinta idrostatica
- Fs = Fattore di sicurezza minimo a convergenza (Fs min = 1.383)

$$M\_alpha = \cos(\alpha) * (1 + \frac{\tan(\Phi) * \operatorname{tg}(\alpha)}{F_s})$$

$$N = [ (W + Q) - \frac{DL * \sin(\alpha)}{F_s} * (coe - u * \tan(\Phi)) ] / M\_alpha$$

Mstab = Momento (Resistenza) Stabilizzante rispetto al centro della curva

$$M\_Stab = [ (N - u*DL) * \tan(\Phi) + Coe*DL ] * R$$

| Concio n. | Dx [m] | DL [m] | Alpha [°] | Phi [°] | Coe [kN/m2] | W [kN] | Q [kN] | N [kN] | U [kN] | Mstab [kNm] |
|-----------|--------|--------|-----------|---------|-------------|--------|--------|--------|--------|-------------|
| 001       | 0.55   | 0.57   | -15.48    | 32.01   | 0.00        | 1.96   | 0.00   | 2.32   | 0.00   | 7.80        |
| 002       | 0.55   | 0.56   | -9.43     | 32.01   | 0.00        | 5.54   | 0.00   | 6.07   | 0.00   | 20.38       |
| 003       | 0.55   | 0.55   | -3.49     | 32.01   | 0.00        | 8.45   | 0.00   | 8.71   | 0.00   | 29.25       |
| 004       | 0.50   | 0.50   | 2.14      | 32.01   | 0.00        | 8.73   | 51.41  | 59.18  | 0.00   | 198.72      |
| 005       | 0.50   | 0.50   | 7.49      | 32.01   | 0.00        | 8.31   | 51.41  | 56.85  | 0.00   | 190.89      |
| 006       | 0.50   | 0.51   | 12.92     | 32.01   | 0.00        | 7.40   | 51.41  | 54.67  | 0.00   | 183.57      |
| 007       | 0.50   | 0.53   | 18.47     | 32.01   | 0.00        | 6.00   | 51.41  | 52.58  | 0.00   | 176.56      |
| 008       | 0.50   | 0.55   | 24.21     | 32.01   | 0.00        | 4.04   | 51.41  | 50.52  | 0.00   | 169.64      |
| 009       | 0.50   | 0.58   | 30.22     | 32.01   | 0.00        | 1.46   | 51.41  | 48.43  | 0.00   | 162.61      |
| 010       | 0.48   | 0.60   | 36.52     | 32.01   | 0.00        | 40.44  | 12.59  | 49.43  | 0.00   | 165.99      |
| 011       | 0.48   | 0.67   | 43.29     | 32.01   | 0.00        | 36.61  | 12.59  | 47.40  | 0.00   | 159.16      |
| 012       | 0.48   | 0.77   | 50.94     | 32.01   | 0.00        | 31.62  | 12.59  | 45.06  | 0.00   | 151.31      |
| 013       | 0.48   | 0.98   | 60.25     | 32.01   | 0.00        | 24.74  | 12.59  | 42.01  | 0.00   | 141.07      |
| 014       | 0.48   | 2.20   | 77.30     | 32.01   | 0.00        | 10.35  | 12.59  | 34.71  | 0.00   | 116.54      |

SOMMA: 1873.50

**CALCOLO MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:**

|   |                      |
|---|----------------------|
| ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL. .... | 1873.50              |
| FORZE E COPPIE ESTERNE .....                | 0.00                 |
| <b>MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:</b>        | <b>1873.50 [kNm]</b> |

 FATTORE DI SICUREZZA: Fs = MSTAB/MRIB = 1.383  
 Verifica: Coeff. parz. (NTC18-Tab.6.8.I) [Gamma\_R=1.10] ok

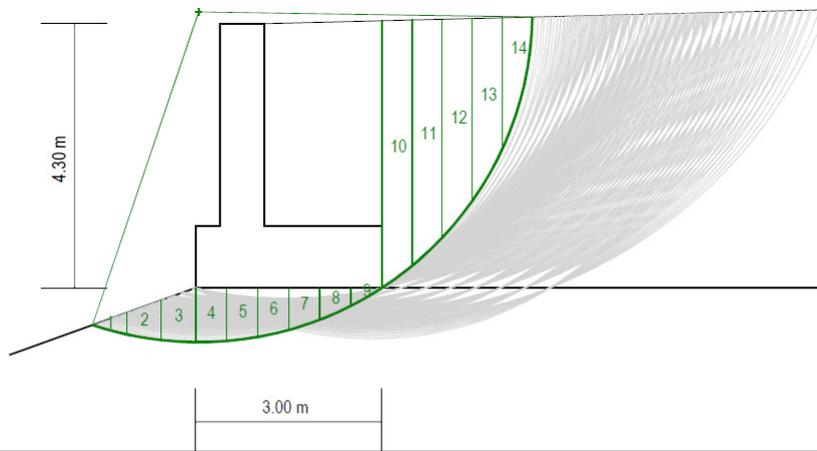


MB Muro Rev 3.03

**PONTE SUL FIUME OGLIO**  
 MURO ANDATORE IN SPONDA SX  
 SEZIONE TIPO 3-3

**COMBINAZIONE DI CARICO N. 4:**  
**Sisma Su (M1+R3)**

Bishop: Fs min = 1.843

**STRATI DI MONTE**
**STRATO N.1**  
 G = 20.00 kN/m3  
 $\phi' = 38.00^\circ$   
 $c' = 0.00$  kN/m2

**STRATO FONDAZIONE**

 G = 20.00 kN/m3  
 $\phi' = 38.00^\circ$   
 $c' = 0.00$  kN/m2

**DETTAGLI CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA (Metodo di BISHOP)**
**MOMENTO RIBALTANTE TOTALE (Rispetto al centro curva):**

|   |                            |
|---|----------------------------|
| PESI PROPRI DEI CONCI .....                 | 596.74                     |
| SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE .....         | 0.00                       |
| P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO ..... | 411.03                     |
| FORZE E COPPIE ESTERNE .....                | 0.00                       |
| <b>MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:</b>           | <b>M_Rib = 1007.77 kNm</b> |

**MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE (Rispetto al centro curva):**

|   |                             |
|---|-----------------------------|
| ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL. .... | 1857.39                     |
| FORZE E COPPIE ESTERNE .....                | 0.00                        |
| RESISTENZA PALI DI FONDAZIONE .....         | 0.00                        |
| RESISTENZA TIRANTI DI ANCORAGGIO .....      | 0.00                        |
| <b>MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:</b>        | <b>M_Stab = 1857.39 kNm</b> |

**VERIFICA:**

|                    |                     |                          |
|--------------------|---------------------|--------------------------|
| Azione:            | M_rib               | 1007.77                  |
| Resistenza:        | M_stab              | 1857.39                  |
| Coeffic. parziale: | R                   | 1.10 (NTC18 - Tab.6.8.I) |
| Verifica:          | Fs = M_Stab / M_Rib | 1.843 ---> ok!           |



\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*  
\*\*\*\* VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE \*\*\*\*  
\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

METODO DI BISHOP:

COMBINAZIONE DI CARICO N. 4: Sisma Su (M1+R3)

SINTESI ITERAZIONI DI CALCOLO PER LA SUPERFICIE CON Fs minimo

Iterazione n. 01: Fs = 1.618  
Iterazione n. 02: Fs = 1.798  
Iterazione n. 03: Fs = 1.835  
Iterazione n. 04: Fs = 1.842  
Iterazione n. 05: Fs = 1.843  
Iterazione n. 06: Fs = 1.843

Fs a convergenza: Fs = 1.843

Superficie di scivolamento con Fsmin

DETTAGLIO CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA

CALCOLO MOMENTO RIBALTANTE

PESI PROPRI DEI CONCI DI SUDDIVISIONE DELLA MASSA SCIVOLANTE

Legenda:

TR = Tratto di suddivisione verticale del concio  
xg = Ascissa baricentro tratto  
yg = Ordin. baricentro tratto  
kv = Coeff. sism. verticale  
kh = Coeff. sism. orizzontale  
Fv = Componente verticale  
Fh = Componente orizzontale  
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva  
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva  
Mrrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva  
Mrrib = Fv\*dx + Fh\*dy

| Concio n. | TR n. | Xg [m] | Yg [m] | Peso [kN] | kv [-]  | kh [-] | Fv [kN] | dx [m] | Fh [kN] | dy [m] | Mrrib [kNm] |
|-----------|-------|--------|--------|-----------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|-------------|
| 001       | 01    | -1.38  | -0.59  | 1.96      | -0.0103 | 0.0206 | 1.94    | -1.43  | 0.04    | 5.08   | -2.57       |
| 002       | 01    | -0.83  | -0.55  | 5.54      | -0.0103 | 0.0206 | 5.48    | -0.88  | 0.11    | 5.04   | -4.24       |
| 003       | 01    | -0.28  | -0.48  | 8.45      | -0.0103 | 0.0206 | 8.37    | -0.33  | 0.17    | 4.97   | -1.86       |
| 004       | 01    | 0.25   | -0.44  | 8.73      | -0.0103 | 0.0206 | 8.64    | 0.20   | 0.18    | 4.93   | 2.61        |
| 005       | 01    | 0.75   | -0.42  | 8.31      | -0.0103 | 0.0206 | 8.22    | 0.70   | 0.17    | 4.91   | 6.59        |
| 006       | 01    | 1.25   | -0.37  | 7.40      | -0.0103 | 0.0206 | 7.33    | 1.20   | 0.15    | 4.86   | 9.53        |
| 007       | 01    | 1.75   | -0.30  | 6.00      | -0.0103 | 0.0206 | 5.93    | 1.70   | 0.12    | 4.79   | 10.68       |
| 008       | 01    | 2.25   | -0.20  | 4.04      | -0.0103 | 0.0206 | 3.99    | 2.20   | 0.08    | 4.69   | 9.18        |
| 009       | 01    | 2.75   | -0.07  | 1.46      | -0.0103 | 0.0206 | 1.44    | 2.70   | 0.03    | 4.56   | 4.03        |
| 010       | 01    | 3.24   | 2.27   | 40.44     | -0.0103 | 0.0206 | 40.02   | 3.19   | 0.83    | 2.22   | 129.60      |
| 011       | 01    | 3.73   | 2.48   | 36.61     | -0.0103 | 0.0206 | 36.23   | 3.68   | 0.75    | 2.01   | 134.71      |
| 012       | 01    | 4.21   | 2.75   | 31.62     | -0.0103 | 0.0206 | 31.30   | 4.16   | 0.65    | 1.74   | 131.36      |
| 013       | 01    | 4.70   | 3.11   | 24.74     | -0.0103 | 0.0206 | 24.49   | 4.65   | 0.51    | 1.38   | 114.45      |
| 014       | 01    | 5.18   | 3.87   | 10.35     | -0.0103 | 0.0206 | 10.24   | 5.13   | 0.21    | 0.62   | 52.67       |

SOMMA:

596.74

SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE

Legenda:

DX = larghezza del concio  
Q = q\*DX sovraccarico complessivo  
kv = Coeff. sism. verticale  
kh = Coeff. sism. orizzontale  
Fv = Componente verticale  
Fh = Componente orizzontale  
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva  
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva  
Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva  
Mrib = Fv\*dx + Fh\*dy

| Concilio n. | DX [m] | Q [kN] | kv [-]  | kh [-] | Fv [kN] | dx [m] | Fh [kN] | dy [m] | Mrib [kNm] |
|-------------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|------------|
| 010         | 0.48   | 0.00   | -0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 3.19   | 0.00    | 0.14   | 0.00       |
| 011         | 0.48   | 0.00   | -0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 3.68   | 0.00    | 0.12   | 0.00       |
| 012         | 0.48   | 0.00   | -0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 4.16   | 0.00    | 0.11   | 0.00       |
| 013         | 0.48   | 0.00   | -0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 4.65   | 0.00    | 0.10   | 0.00       |
| 014         | 0.48   | 0.00   | -0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 5.13   | 0.00    | 0.09   | 0.00       |

SOMMA: 0.00

PESI PROPRI MURO, TERRENO SU MURO ED EVENTUALE SOVRACCARICO SU MURO

Legenda:

F = Valore dell'azione  
kv = Coeff. sism. verticale  
kh = Coeff. sism. orizzontale  
Fv = Componente verticale  
Fh = Componente orizzontale  
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva  
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva  
Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva  
Mrib = Fv\*dx + Fh\*dy

| Componente        |           | F [kN] | kv [-]  | kh [-] | Fv [kN] | dx [m] | Fh [kN] | dy [m] | Mrib [kNm] |
|-------------------|-----------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|------------|
| Muro:             | Mat. n.01 | 132.75 | -0.0103 | 0.0206 | 131.38  | 1.12   | 2.73    | 3.05   | 155.99     |
| Terr. su muro:    | Area n.01 | 126.30 | -0.0103 | 0.0206 | 125.00  | 2.00   | 2.60    | 1.83   | 255.04     |
| Sovracc. su muro: |           | 0.00   | -0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 2.00   | 0.00    | 0.17   | 0.00       |

SOMMA: 411.03

CALCOLO MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:

|                                       |                      |
|---------------------------------------|----------------------|
| PESI PROPRI DEI CONCI                 | 596.74               |
| SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE         | 0.00                 |
| P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO | 411.03               |
| FORZE E COPPIE ESTERNE                | 0.00                 |
| <b>MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:</b>     | <b>1007.77 [kNm]</b> |

**CALCOLO MOMENTO RESISTENTE**

**CARICO AGENTE SUI CONCI SOTTO FONDAZIONE MURO**

| Componente di carico     | Valore | + - kv  | Azione      |
|--------------------------|--------|---------|-------------|
| Muro: Mat. n.01          | 132.75 | -0.0103 | 131.38      |
| Terr. su muro: Area n.01 | 126.30 | -0.0103 | 125.00      |
| Sovracc. su muro:        | 0.00   | -0.0103 | 0.00        |
| Azione totale:           |        |         | 256.38 kN   |
| Larghezza Fondazione:    |        |         | 3.00 m      |
| Carico distribuito:      |        |         | 85.46 kN/m2 |

**RESISTENZE PER ATTRITO E COESIONE LUNGO LA SUPERFICIE DI SCIVOLAMENTO**

(N.B. Dettaglio risultati di calcolo relativi a Fs min = 1.843)

**Legenda:**

- R = Raggio curva circolare di scivolamento
- Dx = Larghezza del concio
- DL = Lunghezza Base inclinata del concio
- Alpha = Inclinazione Base concio
- Phi = Angolo di attrito alla Base
- Coe = Coesione alla Base
- W = Peso del concio (di combinazione)
- Q = Carico aggiuntivo soprastante (di combinazione)
- N = Risultante Normale alla Base del concio
- U = (u\*DL) Sottospinta idrostatica
- Fs = Fattore di sicurezza minimo a convergenza (Fs min = 1.843)

$$M\_alpha = \cos(\alpha) * (1 + \frac{\tan(\Phi) * \text{tg}(\text{Alpha})}{F_s})$$

$$N = [ (W + Q) - \frac{DL * \sin(\text{Alpha})}{F_s} * (coe - u * \tan(\Phi)) ] / M\_alpha$$

Mstab = Momento (Resistenza) Stabilizzante rispetto al centro della curva

$$M\_Stab = [ (N - u*DL) * \tan(\Phi) + Coe*DL ] * R$$

| Concio n. | Dx [m] | DL [m] | Alpha [°] | Phi [°] | Coe [kN/m2] | W [kN] | Q [kN] | N [kN] | U [kN] | Mstab [kNm] |
|-----------|--------|--------|-----------|---------|-------------|--------|--------|--------|--------|-------------|
| 001       | 0.55   | 0.57   | -15.48    | 38.00   | 0.00        | 1.94   | 0.00   | 2.28   | 0.00   | 9.56        |
| 002       | 0.55   | 0.56   | -9.43     | 38.00   | 0.00        | 5.48   | 0.00   | 5.97   | 0.00   | 25.08       |
| 003       | 0.55   | 0.55   | -3.49     | 38.00   | 0.00        | 8.37   | 0.00   | 8.60   | 0.00   | 36.12       |
| 004       | 0.50   | 0.50   | 2.14      | 38.00   | 0.00        | 8.64   | 42.73  | 50.60  | 0.00   | 212.41      |
| 005       | 0.50   | 0.50   | 7.49      | 38.00   | 0.00        | 8.22   | 42.73  | 48.68  | 0.00   | 204.31      |
| 006       | 0.50   | 0.51   | 12.92     | 38.00   | 0.00        | 7.33   | 42.73  | 46.81  | 0.00   | 196.46      |
| 007       | 0.50   | 0.53   | 18.47     | 38.00   | 0.00        | 5.93   | 42.73  | 44.94  | 0.00   | 188.64      |
| 008       | 0.50   | 0.55   | 24.21     | 38.00   | 0.00        | 3.99   | 42.73  | 43.03  | 0.00   | 180.61      |
| 009       | 0.50   | 0.58   | 30.22     | 38.00   | 0.00        | 1.44   | 42.73  | 41.00  | 0.00   | 172.08      |
| 010       | 0.48   | 0.60   | 36.52     | 38.00   | 0.00        | 40.02  | 0.00   | 37.90  | 0.00   | 159.08      |
| 011       | 0.48   | 0.67   | 43.29     | 38.00   | 0.00        | 36.23  | 0.00   | 35.57  | 0.00   | 149.29      |
| 012       | 0.48   | 0.77   | 50.94     | 38.00   | 0.00        | 31.30  | 0.00   | 32.62  | 0.00   | 136.94      |
| 013       | 0.48   | 0.98   | 60.25     | 38.00   | 0.00        | 24.49  | 0.00   | 28.34  | 0.00   | 118.94      |
| 014       | 0.48   | 2.20   | 77.30     | 38.00   | 0.00        | 10.24  | 0.00   | 16.17  | 0.00   | 67.86       |

SOMMA: 1857.39

**CALCOLO MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:**

ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL. .... 1857.39  
FORZE E COPPIE ESTERNE ..... 0.00

MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE: 1857.39 [kNm]

FATTORE DI SICUREZZA: Fs = MSTAB/MRIB = 1.843

Verifica: Coeff. parz. (NTC18-Tab.6.8.I) [Gamma\_R=1.10] ok



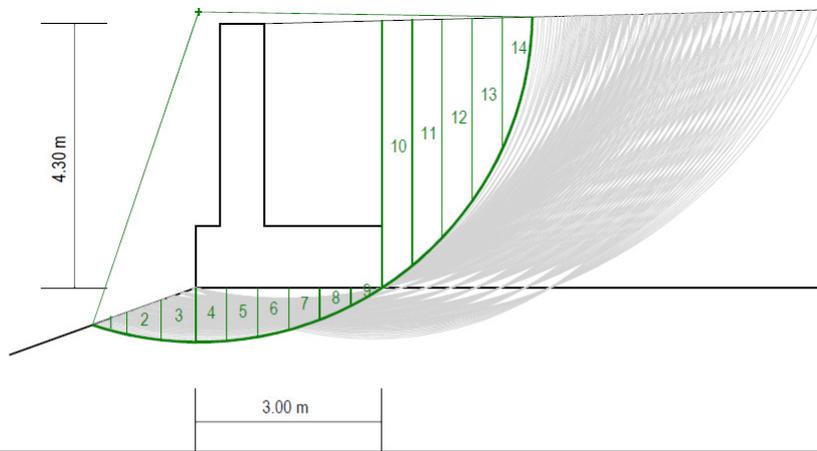
MB Muro Rev 3.03

**PONTE SUL FIUME OGLIO**  
MURO ANDATORE IN SPONDA SX  
SEZIONE TIPO 3-3

**COMBINAZIONE DI CARICO N. 5:**  
**Sisma Giu (M1+R3)**  
Bishop: Fs min = 1.844

**STRATI DI MONTE**

STRATO N.1  
G = 20.00 kN/m3  
 $\phi' = 38.00^\circ$   
 $c' = 0.00$  kN/m2



**STRATO FONDAZIONE**

G = 20.00 kN/m3  
 $\phi' = 38.00^\circ$   
 $c' = 0.00$  kN/m2

**DETTAGLI CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA (Metodo di BISHOP)**

**MOMENTO RIBALTANTE TOTALE (Rispetto al centro curva):**

|   |                            |
|---|----------------------------|
| PESI PROPRI DEI CONCI .....                 | 608.94                     |
| SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE .....         | 0.00                       |
| P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO ..... | 419.31                     |
| FORZE E COPPIE ESTERNE .....                | 0.00                       |
| <b>MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:</b>           | <b>M_Rib = 1028.25 kNm</b> |

**MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE (Rispetto al centro curva):**

|   |                             |
|---|-----------------------------|
| ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL. .... | 1896.27                     |
| FORZE E COPPIE ESTERNE .....                | 0.00                        |
| RESISTENZA PALI DI FONDAZIONE .....         | 0.00                        |
| RESISTENZA TIRANTI DI ANCORAGGIO .....      | 0.00                        |
| <b>MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:</b>        | <b>M_Stab = 1896.27 kNm</b> |

**VERIFICA:**

|                    |                     |                          |
|--------------------|---------------------|--------------------------|
| Azione:            | M_rib               | 1028.25                  |
| Resistenza:        | M_stab              | 1896.27                  |
| Coeffic. parziale: | R                   | 1.10 (NTC18 - Tab.6.8.I) |
| Verifica:          | Fs = M_Stab / M_Rib | 1.844 ---> ok!           |



\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*  
\*\*\*\* VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE \*\*\*\*  
\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

METODO DI BISHOP:

COMBINAZIONE DI CARICO N. 5: Sisma Giu (M1+R3)

SINTESI ITERAZIONI DI CALCOLO PER LA SUPERFICIE CON Fs minimo

Iterazione n. 01: Fs = 1.618  
Iterazione n. 02: Fs = 1.799  
Iterazione n. 03: Fs = 1.836  
Iterazione n. 04: Fs = 1.843  
Iterazione n. 05: Fs = 1.844  
Iterazione n. 06: Fs = 1.844

Fs a convergenza: Fs = 1.844

Superficie di scivolamento con Fsmin

DETTAGLIO CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA

CALCOLO MOMENTO RIBALTANTE

PESI PROPRI DEI CONCI DI SUDDIVISIONE DELLA MASSA SCIVOLANTE

Legenda:

TR = Tratto di suddivisione verticale del concio  
xg = Ascissa baricentro tratto  
yg = Ordin. baricentro tratto  
kv = Coeff. sism. verticale  
kh = Coeff. sism. orizzontale  
Fv = Componente verticale  
Fh = Componente orizzontale  
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva  
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva  
Mrrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva  
Mrrib = Fv\*dx + Fh\*dy

| Concio n. | TR n. | Xg [m] | Yg [m] | Peso [kN] | kv [-] | kh [-] | Fv [kN] | dx [m] | Fh [kN] | dy [m] | Mrrib [kNm] |
|-----------|-------|--------|--------|-----------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|-------------|
| 001       | 01    | -1.38  | -0.59  | 1.96      | 0.0103 | 0.0206 | 1.98    | -1.43  | 0.04    | 5.08   | -2.63       |
| 002       | 01    | -0.83  | -0.55  | 5.54      | 0.0103 | 0.0206 | 5.59    | -0.88  | 0.11    | 5.04   | -4.34       |
| 003       | 01    | -0.28  | -0.48  | 8.45      | 0.0103 | 0.0206 | 8.54    | -0.33  | 0.17    | 4.97   | -1.92       |
| 004       | 01    | 0.25   | -0.44  | 8.73      | 0.0103 | 0.0206 | 8.82    | 0.20   | 0.18    | 4.93   | 2.65        |
| 005       | 01    | 0.75   | -0.42  | 8.31      | 0.0103 | 0.0206 | 8.39    | 0.70   | 0.17    | 4.91   | 6.71        |
| 006       | 01    | 1.25   | -0.37  | 7.40      | 0.0103 | 0.0206 | 7.48    | 1.20   | 0.15    | 4.86   | 9.72        |
| 007       | 01    | 1.75   | -0.30  | 6.00      | 0.0103 | 0.0206 | 6.06    | 1.70   | 0.12    | 4.79   | 10.89       |
| 008       | 01    | 2.25   | -0.20  | 4.04      | 0.0103 | 0.0206 | 4.08    | 2.20   | 0.08    | 4.69   | 9.36        |
| 009       | 01    | 2.75   | -0.07  | 1.46      | 0.0103 | 0.0206 | 1.47    | 2.70   | 0.03    | 4.56   | 4.11        |
| 010       | 01    | 3.24   | 2.27   | 40.44     | 0.0103 | 0.0206 | 40.85   | 3.19   | 0.83    | 2.22   | 132.26      |
| 011       | 01    | 3.73   | 2.48   | 36.61     | 0.0103 | 0.0206 | 36.98   | 3.68   | 0.75    | 2.01   | 137.49      |
| 012       | 01    | 4.21   | 2.75   | 31.62     | 0.0103 | 0.0206 | 31.95   | 4.16   | 0.65    | 1.74   | 134.07      |
| 013       | 01    | 4.70   | 3.11   | 24.74     | 0.0103 | 0.0206 | 25.00   | 4.65   | 0.51    | 1.38   | 116.82      |
| 014       | 01    | 5.18   | 3.87   | 10.35     | 0.0103 | 0.0206 | 10.45   | 5.13   | 0.21    | 0.62   | 53.76       |

SOMMA:

608.94

SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE

-----  
Legenda:

DX = larghezza del concio  
Q = q\*DX sovraccarico complessivo  
kv = Coeff. sism. verticale  
kh = Coeff. sism. orizzontale  
Fv = Componente verticale  
Fh = Componente orizzontale  
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva  
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva  
Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva  
Mrib = Fv\*dx + Fh\*dy

| Concilio n. | DX [m] | Q [kN] | kv [-] | kh [-] | Fv [kN] | dx [m] | Fh [kN] | dy [m] | Mrib [kNm] |
|-------------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|------------|
| 010         | 0.48   | 0.00   | 0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 3.19   | 0.00    | 0.14   | 0.00       |
| 011         | 0.48   | 0.00   | 0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 3.68   | 0.00    | 0.12   | 0.00       |
| 012         | 0.48   | 0.00   | 0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 4.16   | 0.00    | 0.11   | 0.00       |
| 013         | 0.48   | 0.00   | 0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 4.65   | 0.00    | 0.10   | 0.00       |
| 014         | 0.48   | 0.00   | 0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 5.13   | 0.00    | 0.09   | 0.00       |

SOMMA: 0.00

PESI PROPRI MURO, TERRENO SU MURO ED EVENTUALE SOVRACCARICO SU MURO

-----  
Legenda:

F = Valore dell'azione  
kv = Coeff. sism. verticale  
kh = Coeff. sism. orizzontale  
Fv = Componente verticale  
Fh = Componente orizzontale  
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva  
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva  
Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva  
Mrib = Fv\*dx + Fh\*dy

| Componente        |           | F [kN] | kv [-] | kh [-] | Fv [kN] | dx [m] | Fh [kN] | dy [m] | Mrib [kNm] |
|-------------------|-----------|--------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|------------|
| Muro:             | Mat. n.01 | 132.75 | 0.0103 | 0.0206 | 134.12  | 1.12   | 2.73    | 3.05   | 159.07     |
| Terr. su muro:    | Area n.01 | 126.30 | 0.0103 | 0.0206 | 127.60  | 2.00   | 2.60    | 1.83   | 260.25     |
| Sovracc. su muro: |           | 0.00   | 0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 2.00   | 0.00    | 0.17   | 0.00       |

SOMMA: 419.31

CALCOLO MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:

|                                       |                      |
|---------------------------------------|----------------------|
| PESI PROPRI DEI CONCI                 | 608.94               |
| SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE         | 0.00                 |
| P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO | 419.31               |
| FORZE E COPPIE ESTERNE                | 0.00                 |
| <b>MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:</b>     | <b>1028.25 [kNm]</b> |

**CALCOLO MOMENTO RESISTENTE**
**CARICO AGENTE SUI CONCI SOTTO FONDAZIONE MURO**

| Componente di carico     | Valore | + - kv  | Azione      |
|--------------------------|--------|---------|-------------|
| Muro: Mat. n.01          | 132.75 | +0.0103 | 134.12      |
| Terr. su muro: Area n.01 | 126.30 | +0.0103 | 127.60      |
| Sovracc. su muro:        | 0.00   | +0.0103 | 0.00        |
| Azione totale:           |        |         | 261.72 kN   |
| Larghezza Fondazione:    |        |         | 3.00 m      |
| Carico distribuito:      |        |         | 87.24 kN/m2 |

**RESISTENZE PER ATTRITO E COESIONE LUNGO LA SUPERFICIE DI SCIVOLAMENTO**

(N.B. Dettaglio risultati di calcolo relativi a Fs min = 1.844)

**Legenda:**

- R = Raggio curva circolare di scivolamento
- Dx = Larghezza del concio
- DL = Lunghezza Base inclinata del concio
- Alpha = Inclinazione Base concio
- Phi = Angolo di attrito alla Base
- Coe = Coesione alla Base
- W = Peso del concio (di combinazione)
- Q = Carico aggiuntivo soprastante (di combinazione)
- N = Risultante Normale alla Base del concio
- U = (u\*DL) Sottospinta idrostatica
- Fs = Fattore di sicurezza minimo a convergenza (Fs min = 1.844)

$$M\_alpha = \cos(\alpha) * (1 + \frac{\tan(\Phi) * \operatorname{tg}(\alpha)}{F_s})$$

$$N = [ (W + Q) - \frac{DL * \sin(\alpha)}{F_s} * (coe - u * \tan(\Phi)) ] / M\_alpha$$

Mstab = Momento (Resistenza) Stabilizzante rispetto al centro della curva

$$M\_Stab = [ (N - u*DL) * \tan(\Phi) + Coe*DL ] * R$$

| Concio n. | Dx [m] | DL [m] | Alpha [°] | Phi [°] | Coe [kN/m2] | W [kN] | Q [kN] | N [kN] | U [kN] | Mstab [kNm] |
|-----------|--------|--------|-----------|---------|-------------|--------|--------|--------|--------|-------------|
| 001       | 0.55   | 0.57   | -15.48    | 38.00   | 0.00        | 1.98   | 0.00   | 2.33   | 0.00   | 9.76        |
| 002       | 0.55   | 0.56   | -9.43     | 38.00   | 0.00        | 5.59   | 0.00   | 6.10   | 0.00   | 25.60       |
| 003       | 0.55   | 0.55   | -3.49     | 38.00   | 0.00        | 8.54   | 0.00   | 8.78   | 0.00   | 36.87       |
| 004       | 0.50   | 0.50   | 2.14      | 38.00   | 0.00        | 8.82   | 43.62  | 51.66  | 0.00   | 216.83      |
| 005       | 0.50   | 0.50   | 7.49      | 38.00   | 0.00        | 8.39   | 43.62  | 49.69  | 0.00   | 208.57      |
| 006       | 0.50   | 0.51   | 12.92     | 38.00   | 0.00        | 7.48   | 43.62  | 47.78  | 0.00   | 200.57      |
| 007       | 0.50   | 0.53   | 18.47     | 38.00   | 0.00        | 6.06   | 43.62  | 45.88  | 0.00   | 192.59      |
| 008       | 0.50   | 0.55   | 24.21     | 38.00   | 0.00        | 4.08   | 43.62  | 43.93  | 0.00   | 184.39      |
| 009       | 0.50   | 0.58   | 30.22     | 38.00   | 0.00        | 1.47   | 43.62  | 41.85  | 0.00   | 175.68      |
| 010       | 0.48   | 0.60   | 36.52     | 38.00   | 0.00        | 40.85  | 0.00   | 38.69  | 0.00   | 162.42      |
| 011       | 0.48   | 0.67   | 43.29     | 38.00   | 0.00        | 36.98  | 0.00   | 36.31  | 0.00   | 152.43      |
| 012       | 0.48   | 0.77   | 50.94     | 38.00   | 0.00        | 31.95  | 0.00   | 33.31  | 0.00   | 139.82      |
| 013       | 0.48   | 0.98   | 60.25     | 38.00   | 0.00        | 25.00  | 0.00   | 28.93  | 0.00   | 121.45      |
| 014       | 0.48   | 2.20   | 77.30     | 38.00   | 0.00        | 10.45  | 0.00   | 16.51  | 0.00   | 69.31       |

SOMMA: 1896.27

**CALCOLO MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:**

|   |                      |
|---|----------------------|
| ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL. .... | 1896.27              |
| FORZE E COPPIE ESTERNE .....                | 0.00                 |
| <b>MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:</b>        | <b>1896.27 [kNm]</b> |

 FATTORE DI SICUREZZA: Fs = MSTAB/MRIB = 1.844  
 Verifica: Coeff. parz. (NTC18-Tab.6.8.I) [Gamma\_R=1.10] ok



## **ALLEGATO N. 2.4**

### **SEZIONE TIPO 4**

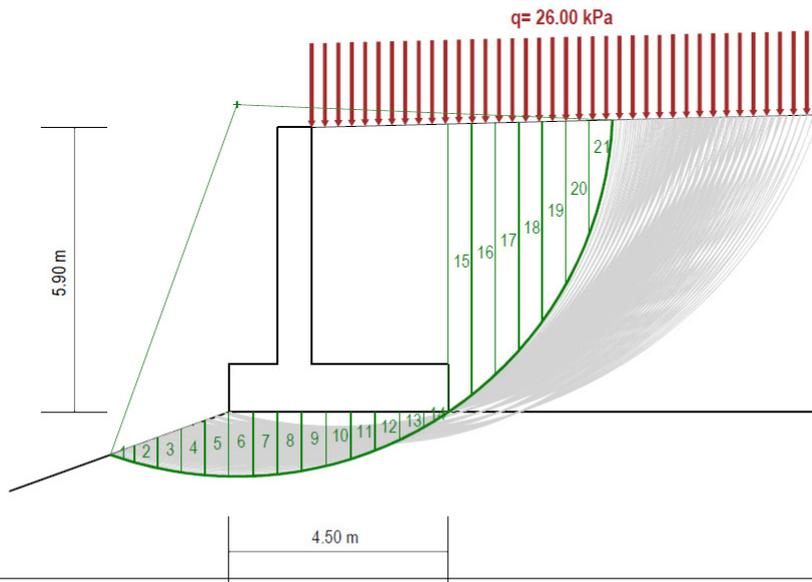
#### **VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE**



MB Muro Rev 3.03

**PONTE SUL FIUME OGLIO**  
 MURO ANDATORE IN SPONDA SX  
 SEZIONE TIPO 4-4

**COMBINAZIONE DI CARICO N. 2:**  
 Statica (A2+M2+R2)  
 Bishop:  $F_s \text{ min} = 1.373$ 
**STRATI DI MONTE**

 STRATO N.1  
 $G = 20.00 \text{ kN/m}^3$   
 $\phi' = 32.01^\circ$   
 $c' = 0.00 \text{ kN/m}^2$ 

**STRATO FONDAZIONE**
 $G = 20.00 \text{ kN/m}^3$   
 $\phi' = 32.01^\circ$   
 $c' = 0.00 \text{ kN/m}^2$ 
**DETTAGLI CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA (Metodo di BISHOP)**
**MOMENTO RIBALTANTE TOTALE (Rispetto al centro curva):**

|                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| PESI PROPRI DEI CONCI                 | 1645.63  |
| SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE         | 526.20   |
| P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO | 1359.13  |
| FORZE E COPPIE ESTERNE                | 0.00   |
| <b>MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:</b>     | <b><math>M_{\text{Rib}} = 3530.96 \text{ kNm}</math></b> |

**MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE (Rispetto al centro curva):**

|  |   |
|--|---|
| ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL. | 4848.66   |
| FORZE E COPPIE ESTERNE                 | 0.00  |
| RESISTENZA PALI DI FONDAZIONE          | 0.00  |
| RESISTENZA TIRANTI DI ANCORAGGIO       | 0.00  |
| <b>MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:</b>   | <b><math>M_{\text{Stab}} = 4848.66 \text{ kNm}</math></b> |

**VERIFICA:**

|                    |  |                          |
|--------------------|--|--------------------------|
| Azione:            | $M_{\text{rib}}$                         | 3530.96                  |
| Resistenza:        | $M_{\text{stab}}$                        | 4848.66                  |
| Coeffic. parziale: | R  | 1.10 (NTC18 - Tab.6.8.I) |
| Verifica:          | $F_s = M_{\text{Stab}} / M_{\text{Rib}}$ | 1.373 ---> ok!           |



\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*  
\*\*\*\* VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE \*\*\*\*  
\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

METODO DI BISHOP:

COMBINAZIONE DI CARICO N. 2: Statica (A2 +M2+R2)

SINTESI ITERAZIONI DI CALCOLO PER LA SUPERFICIE CON Fs minimo

Iterazione n. 01: Fs = 1.280  
Iterazione n. 02: Fs = 1.353  
Iterazione n. 03: Fs = 1.369  
Iterazione n. 04: Fs = 1.372  
Iterazione n. 05: Fs = 1.373  
Iterazione n. 06: Fs = 1.373

Fs a convergenza: Fs = 1.373

Superficie di scivolamento con Fsmin

DETTAGLIO CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA

CALCOLO MOMENTO RIBALTANTE

PESI PROPRI DEI CONCI DI SUDDIVISIONE DELLA MASSA SCIVOLANTE

Legenda:

TR = Tratto di suddivisione verticale del concio  
xg = Ascissa baricentro tratto  
yg = Ordin. baricentro tratto  
kv = Coeff. sism. verticale  
kh = Coeff. sism. orizzontale  
Fv = Componente verticale  
Fh = Componente orizzontale  
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva  
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva  
Mrrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva  
Mrrib = Fv\*dx + Fh\*dy

| Concio n. | TR n. | Xg [m] | Yg [m] | Peso [kN] | kv [-] | kh [-] | Fv [kN] | dx [m] | Fh [kN] | dy [m] | Mrrib [kNm] |
|-----------|-------|--------|--------|-----------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|-------------|
| 001       | 01    | -2.18  | -0.88  | 1.61      | 0.0000 | 0.0000 | 1.61    | -2.35  | 0.00    | 7.25   | -3.79       |
| 002       | 01    | -1.70  | -0.86  | 4.66      | 0.0000 | 0.0000 | 4.66    | -1.87  | 0.00    | 7.23   | -8.70       |
| 003       | 01    | -1.21  | -0.82  | 7.39      | 0.0000 | 0.0000 | 7.39    | -1.38  | 0.00    | 7.19   | -10.21      |
| 004       | 01    | -0.73  | -0.77  | 9.81      | 0.0000 | 0.0000 | 9.81    | -0.90  | 0.00    | 7.14   | -8.80       |
| 005       | 01    | -0.24  | -0.70  | 11.92     | 0.0000 | 0.0000 | 11.92   | -0.41  | 0.00    | 7.07   | -4.92       |
| 006       | 01    | 0.25   | -0.66  | 13.28     | 0.0000 | 0.0000 | 13.28   | 0.08   | 0.00    | 7.03   | 1.06        |
| 007       | 01    | 0.75   | -0.65  | 13.06     | 0.0000 | 0.0000 | 13.06   | 0.58   | 0.00    | 7.02   | 7.58        |
| 008       | 01    | 1.25   | -0.63  | 12.52     | 0.0000 | 0.0000 | 12.52   | 1.08   | 0.00    | 7.00   | 13.52       |
| 009       | 01    | 1.75   | -0.58  | 11.64     | 0.0000 | 0.0000 | 11.64   | 1.58   | 0.00    | 6.95   | 18.39       |
| 010       | 01    | 2.25   | -0.52  | 10.42     | 0.0000 | 0.0000 | 10.42   | 2.08   | 0.00    | 6.89   | 21.67       |
| 011       | 01    | 2.75   | -0.44  | 8.83      | 0.0000 | 0.0000 | 8.83    | 2.58   | 0.00    | 6.81   | 22.77       |
| 012       | 01    | 3.25   | -0.34  | 6.84      | 0.0000 | 0.0000 | 6.84    | 3.08   | 0.00    | 6.71   | 21.08       |
| 013       | 01    | 3.75   | -0.22  | 4.44      | 0.0000 | 0.0000 | 4.44    | 3.58   | 0.00    | 6.59   | 15.89       |
| 014       | 01    | 4.25   | -0.08  | 1.56      | 0.0000 | 0.0000 | 1.56    | 4.08   | 0.00    | 6.45   | 6.38        |
| 015       | 01    | 4.74   | 3.08   | 55.76     | 0.0000 | 0.0000 | 55.76   | 4.57   | 0.00    | 3.29   | 254.86      |
| 016       | 01    | 5.22   | 3.28   | 52.16     | 0.0000 | 0.0000 | 52.16   | 5.05   | 0.00    | 3.09   | 263.47      |
| 017       | 01    | 5.70   | 3.51   | 47.87     | 0.0000 | 0.0000 | 47.87   | 5.53   | 0.00    | 2.86   | 264.83      |
| 018       | 01    | 6.18   | 3.79   | 42.70     | 0.0000 | 0.0000 | 42.70   | 6.01   | 0.00    | 2.58   | 256.74      |
| 019       | 01    | 6.66   | 4.14   | 36.27     | 0.0000 | 0.0000 | 36.27   | 6.49   | 0.00    | 2.23   | 235.53      |
| 020       | 01    | 7.14   | 4.59   | 27.73     | 0.0000 | 0.0000 | 27.73   | 6.97   | 0.00    | 1.78   | 193.39      |
| 021       | 01    | 7.63   | 5.46   | 11.39     | 0.0000 | 0.0000 | 11.39   | 7.46   | 0.00    | 0.91   | 84.89       |

SOMMA:

1645.63

SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE

-----  
Legenda:

DX = larghezza del concio  
Q = q\*DX sovraccarico complessivo  
kv = Coeff. sism. verticale  
kh = Coeff. sism. orizzontale  
Fv = Componente verticale  
Fh = Componente orizzontale  
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva  
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva  
Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva  
Mrib = Fv\*dx + Fh\*dy

| Concio n. | DX [m] | Q [kN] | kv [-] | kh [-] | Fv [kN] | dx [m] | Fh [kN] | dy [m] | Mrib [kNm] |
|-----------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|------------|
| 015       | 0.48   | 12.50  | 0.0000 | 0.0000 | 12.50   | 4.57   | 0.00    | 0.39   | 57.14      |
| 016       | 0.48   | 12.50  | 0.0000 | 0.0000 | 12.50   | 5.05   | 0.00    | 0.38   | 63.15      |
| 017       | 0.48   | 12.50  | 0.0000 | 0.0000 | 12.50   | 5.53   | 0.00    | 0.37   | 69.16      |
| 018       | 0.48   | 12.50  | 0.0000 | 0.0000 | 12.50   | 6.01   | 0.00    | 0.36   | 75.17      |
| 019       | 0.48   | 12.50  | 0.0000 | 0.0000 | 12.50   | 6.49   | 0.00    | 0.35   | 81.18      |
| 020       | 0.48   | 12.50  | 0.0000 | 0.0000 | 12.50   | 6.97   | 0.00    | 0.33   | 87.19      |
| 021       | 0.48   | 12.50  | 0.0000 | 0.0000 | 12.50   | 7.46   | 0.00    | 0.32   | 93.21      |

SOMMA: 526.20

PESI PROPRI MURO, TERRENO SU MURO ED EVENTUALE SOVRACCARICO SU MURO

-----  
Legenda:

F = Valore dell'azione  
kv = Coeff. sism. verticale  
kh = Coeff. sism. orizzontale  
Fv = Componente verticale  
Fh = Componente orizzontale  
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva  
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva  
Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva  
Mrib = Fv\*dx + Fh\*dy

| Componente        |           | F [kN] | kv [-] | kh [-] | Fv [kN] | dx [m] | Fh [kN] | dy [m] | Mrib [kNm] |
|-------------------|-----------|--------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|------------|
| Muro:             | Mat. n.01 | 198.25 | 0.0000 | 0.0000 | 198.25  | 1.69   | 0.00    | 4.59   | 335.19     |
| Terr. su muro:    | Area n.01 | 276.36 | 0.0000 | 0.0000 | 276.36  | 2.93   | 0.00    | 2.90   | 810.64     |
| Sovracc. su muro: |           | 72.80  | 0.0000 | 0.0000 | 72.80   | 2.93   | 0.00    | 0.44   | 213.30     |

SOMMA: 1359.13

CALCOLO MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:

|                                       |                      |
|---------------------------------------|----------------------|
| PESI PROPRI DEI CONCI                 | 1645.63              |
| SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE         | 526.20               |
| P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO | 1359.13              |
| FORZE E COPPIE ESTERNE                | 0.00                 |
| <b>MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:</b>     | <b>3530.96 [kNm]</b> |

**CALCOLO MOMENTO RESISTENTE**
**CARICO AGENTE SUI CONCI SOTTO FONDAZIONE MURO**

| Componente di carico     | Valore | + - kv | Azione       |
|--------------------------|--------|--------|--------------|
| Muro: Mat. n.01          | 198.25 | 0.0000 | 198.25       |
| Terr. su muro: Area n.01 | 276.36 | 0.0000 | 276.36       |
| Sovracc. su muro:        | 72.80  | 0.0000 | 72.80        |
| Azione totale:           |        |        | 547.41 kN    |
| Larghezza Fondazione:    |        |        | 4.50 m       |
| Carico distribuito:      |        |        | 121.65 kN/m2 |

**RESISTENZE PER ATTRITO E COESIONE LUNGO LA SUPERFICIE DI SCIVOLAMENTO**

(N.B. Dettaglio risultati di calcolo relativi a Fs min = 1.373)

**Legenda:**

- R = Raggio curva circolare di scivolamento
- Dx = Larghezza del concio
- DL = Lunghezza Base inclinata del concio
- Alpha = Inclinazione Base concio
- Phi = Angolo di attrito alla Base
- Coe = Coesione alla Base
- W = Peso del concio (di combinazione)
- Q = Carico aggiuntivo soprastante (di combinazione)
- N = Risultante Normale alla Base del concio
- U = (u\*DL) Sottospinta idrostatica
- Fs = Fattore di sicurezza minimo a convergenza (Fs min = 1.373)

$$M\_alpha = \cos(\alpha) * (1 + \frac{\tan(\Phi) * \operatorname{tg}(\alpha)}{F_s})$$

$$N = [ (W + Q) - \frac{DL * \sin(\alpha)}{F_s} * (coe - u * \tan(\Phi)) ] / M\_alpha$$

Mstab = Momento (Resistenza) Stabilizzante rispetto al centro della curva

$$M\_Stab = [ (N - u*DL) * \tan(\Phi) + Coe*DL ] * R$$

| Concio n. | Dx [m] | DL [m] | Alpha [°] | Phi [°] | Coe [kN/m2] | W [kN] | Q [kN] | N [kN] | U [kN] | Mstab [kNm] |
|-----------|--------|--------|-----------|---------|-------------|--------|--------|--------|--------|-------------|
| 001       | 0.48   | 0.51   | -17.79    | 32.01   | 0.00        | 1.61   | 0.00   | 1.98   | 0.00   | 9.53        |
| 002       | 0.48   | 0.50   | -14.03    | 32.01   | 0.00        | 4.66   | 0.00   | 5.42   | 0.00   | 26.11       |
| 003       | 0.48   | 0.49   | -10.34    | 32.01   | 0.00        | 7.39   | 0.00   | 8.19   | 0.00   | 39.44       |
| 004       | 0.48   | 0.49   | -6.69     | 32.01   | 0.00        | 9.81   | 0.00   | 10.43  | 0.00   | 50.21       |
| 005       | 0.48   | 0.49   | -3.07     | 32.01   | 0.00        | 11.92  | 0.00   | 12.24  | 0.00   | 58.90       |
| 006       | 0.50   | 0.50   | 0.60      | 32.01   | 0.00        | 13.28  | 60.82  | 73.76  | 0.00   | 355.08      |
| 007       | 0.50   | 0.50   | 4.32      | 32.01   | 0.00        | 13.06  | 60.82  | 71.63  | 0.00   | 344.86      |
| 008       | 0.50   | 0.50   | 8.06      | 32.01   | 0.00        | 12.52  | 60.82  | 69.59  | 0.00   | 335.01      |
| 009       | 0.50   | 0.51   | 11.84     | 32.01   | 0.00        | 11.64  | 60.82  | 67.59  | 0.00   | 325.39      |
| 010       | 0.50   | 0.52   | 15.68     | 32.01   | 0.00        | 10.42  | 60.82  | 65.61  | 0.00   | 315.86      |
| 011       | 0.50   | 0.53   | 19.58     | 32.01   | 0.00        | 8.83   | 60.82  | 63.62  | 0.00   | 306.28      |
| 012       | 0.50   | 0.55   | 23.59     | 32.01   | 0.00        | 6.84   | 60.82  | 61.59  | 0.00   | 296.52      |
| 013       | 0.50   | 0.56   | 27.72     | 32.01   | 0.00        | 4.44   | 60.82  | 59.49  | 0.00   | 286.41      |
| 014       | 0.50   | 0.59   | 32.01     | 32.01   | 0.00        | 1.56   | 60.82  | 57.27  | 0.00   | 275.73      |
| 015       | 0.48   | 0.60   | 36.43     | 32.01   | 0.00        | 55.76  | 12.50  | 63.51  | 0.00   | 305.73      |
| 016       | 0.48   | 0.64   | 41.02     | 32.01   | 0.00        | 52.16  | 12.50  | 61.39  | 0.00   | 295.56      |
| 017       | 0.48   | 0.69   | 45.97     | 32.01   | 0.00        | 47.87  | 12.50  | 59.05  | 0.00   | 284.30      |
| 018       | 0.48   | 0.77   | 51.41     | 32.01   | 0.00        | 42.70  | 12.50  | 56.35  | 0.00   | 271.29      |
| 019       | 0.48   | 0.90   | 57.62     | 32.01   | 0.00        | 36.27  | 12.50  | 53.02  | 0.00   | 255.23      |
| 020       | 0.48   | 1.15   | 65.24     | 32.01   | 0.00        | 27.73  | 12.50  | 48.34  | 0.00   | 232.71      |
| 021       | 0.48   | 2.43   | 78.58     | 32.01   | 0.00        | 11.39  | 12.50  | 37.08  | 0.00   | 178.52      |

SOMMA:

4848.66

**CALCOLO MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:**

 ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL. .... 4848.66  
 FORZE E COPPIE ESTERNE ..... 0.00

**MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE: 4848.66 [kNm]**

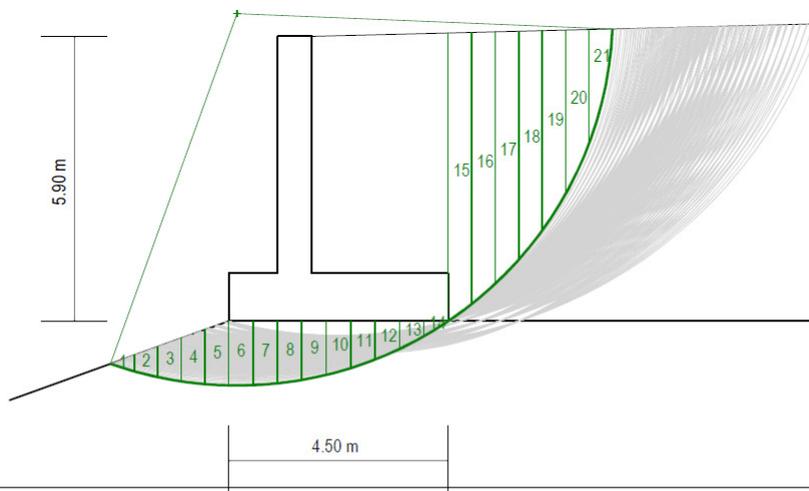
 FATTORE DI SICUREZZA: Fs = MSTAB/MRIB = 1.373  
 Verifica: Coeff. parz. (NTC18-Tab.6.8.I) [Gamma\_R=1.10] ok



MB Muro Rev 3.03

**PONTE SUL FIUME OGLIO**  
 MURO ANDATORE IN SPONDA SX  
 SEZIONE TIPO 4-4

**COMBINAZIONE DI CARICO N. 4:**  
**Sisma Su (M1+R3)**  
 Bishop: Fs min = 1.786

**STRATI DI MONTE**
**STRATO N.1**  
 G = 20.00 kN/m3  
 $\phi' = 38.00^\circ$   
 $c' = 0.00$  kN/m2

**STRATO FONDAZIONE**

 G = 20.00 kN/m3  
 $\phi' = 38.00^\circ$   
 $c' = 0.00$  kN/m2

**DETTAGLI CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA (Metodo di BISHOP)**
**MOMENTO RIBALTANTE TOTALE (Rispetto al centro curva):**

|                                       |                            |
|---------------------------------------|----------------------------|
| PESI PROPRI DEI CONCI                 | 1660.74                    |
| SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE         | 0.00                       |
| P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO | 1169.31                    |
| FORZE E COPPIE ESTERNE                | 0.00                       |
| <b>MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:</b>     | <b>M_Rib = 2830.05 kNm</b> |

**MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE (Rispetto al centro curva):**

|  |                             |
|--|-----------------------------|
| ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL. | 5055.05                     |
| FORZE E COPPIE ESTERNE                 | 0.00                        |
| RESISTENZA PALI DI FONDAZIONE          | 0.00                        |
| RESISTENZA TIRANTI DI ANCORAGGIO       | 0.00                        |
| <b>MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:</b>   | <b>M_Stab = 5055.05 kNm</b> |

**VERIFICA:**

|                    |                     |                          |
|--------------------|---------------------|--------------------------|
| Azione:            | M_rib               | 2830.05                  |
| Resistenza:        | M_stab              | 5055.05                  |
| Coeffic. parziale: | R                   | 1.10 (NTC18 - Tab.6.8.I) |
| Verifica:          | Fs = M_Stab / M_Rib | 1.786 ---> ok!           |



\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*  
\*\*\*\* VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE \*\*\*\*  
\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

METODO DI BISHOP:

COMBINAZIONE DI CARICO N. 4: Sisma Su (M1+R3)

SINTESI ITERAZIONI DI CALCOLO PER LA SUPERFICIE CON Fs minimo

Iterazione n. 01: Fs = 1.580  
Iterazione n. 02: Fs = 1.745  
Iterazione n. 03: Fs = 1.779  
Iterazione n. 04: Fs = 1.785  
Iterazione n. 05: Fs = 1.786  
Iterazione n. 06: Fs = 1.786

Fs a convergenza: Fs = 1.786

Superficie di scivolamento con Fsmin

DETTAGLIO CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA

CALCOLO MOMENTO RIBALTANTE

PESI PROPRI DEI CONCI DI SUDDIVISIONE DELLA MASSA SCIVOLANTE

Legenda:

TR = Tratto di suddivisione verticale del concio  
xg = Ascissa baricentro tratto  
yg = Ordin. baricentro tratto  
kv = Coeff. sism. verticale  
kh = Coeff. sism. orizzontale  
Fv = Componente verticale  
Fh = Componente orizzontale  
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva  
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva  
Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva  
Mrib = Fv\*dx + Fh\*dy

| Concio n. | TR n. | Xg [m] | Yg [m] | Peso [kN] | kv [-]  | kh [-] | Fv [kN] | dx [m] | Fh [kN] | dy [m] | Mrib [kNm] |
|-----------|-------|--------|--------|-----------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|------------|
| 001       | 01    | -2.18  | -0.88  | 1.61      | -0.0103 | 0.0206 | 1.59    | -2.35  | 0.03    | 7.25   | -3.51      |
| 002       | 01    | -1.70  | -0.86  | 4.66      | -0.0103 | 0.0206 | 4.61    | -1.87  | 0.10    | 7.23   | -7.92      |
| 003       | 01    | -1.21  | -0.82  | 7.39      | -0.0103 | 0.0206 | 7.31    | -1.38  | 0.15    | 7.19   | -9.01      |
| 004       | 01    | -0.73  | -0.77  | 9.81      | -0.0103 | 0.0206 | 9.71    | -0.90  | 0.20    | 7.14   | -7.27      |
| 005       | 01    | -0.24  | -0.70  | 11.92     | -0.0103 | 0.0206 | 11.80   | -0.41  | 0.25    | 7.07   | -3.13      |
| 006       | 01    | 0.25   | -0.66  | 13.28     | -0.0103 | 0.0206 | 13.14   | 0.08   | 0.27    | 7.03   | 2.98       |
| 007       | 01    | 0.75   | -0.65  | 13.06     | -0.0103 | 0.0206 | 12.93   | 0.58   | 0.27    | 7.02   | 9.39       |
| 008       | 01    | 1.25   | -0.63  | 12.52     | -0.0103 | 0.0206 | 12.39   | 1.08   | 0.26    | 7.00   | 15.19      |
| 009       | 01    | 1.75   | -0.58  | 11.64     | -0.0103 | 0.0206 | 11.52   | 1.58   | 0.24    | 6.95   | 19.87      |
| 010       | 01    | 2.25   | -0.52  | 10.42     | -0.0103 | 0.0206 | 10.31   | 2.08   | 0.21    | 6.89   | 22.92      |
| 011       | 01    | 2.75   | -0.44  | 8.83      | -0.0103 | 0.0206 | 8.73    | 2.58   | 0.18    | 6.81   | 23.77      |
| 012       | 01    | 3.25   | -0.34  | 6.84      | -0.0103 | 0.0206 | 6.77    | 3.08   | 0.14    | 6.71   | 21.81      |
| 013       | 01    | 3.75   | -0.22  | 4.44      | -0.0103 | 0.0206 | 4.39    | 3.58   | 0.09    | 6.59   | 16.33      |
| 014       | 01    | 4.25   | -0.08  | 1.56      | -0.0103 | 0.0206 | 1.55    | 4.08   | 0.03    | 6.45   | 6.52       |
| 015       | 01    | 4.74   | 3.08   | 55.76     | -0.0103 | 0.0206 | 55.19   | 4.57   | 1.15    | 3.29   | 256.01     |
| 016       | 01    | 5.22   | 3.28   | 52.16     | -0.0103 | 0.0206 | 51.62   | 5.05   | 1.07    | 3.09   | 264.08     |
| 017       | 01    | 5.70   | 3.51   | 47.87     | -0.0103 | 0.0206 | 47.38   | 5.53   | 0.99    | 2.86   | 264.92     |
| 018       | 01    | 6.18   | 3.79   | 42.70     | -0.0103 | 0.0206 | 42.26   | 6.01   | 0.88    | 2.58   | 256.37     |
| 019       | 01    | 6.66   | 4.14   | 36.27     | -0.0103 | 0.0206 | 35.90   | 6.49   | 0.75    | 2.23   | 234.77     |
| 020       | 01    | 7.14   | 4.59   | 27.73     | -0.0103 | 0.0206 | 27.44   | 6.97   | 0.57    | 1.78   | 192.41     |
| 021       | 01    | 7.63   | 5.46   | 11.39     | -0.0103 | 0.0206 | 11.27   | 7.46   | 0.23    | 0.91   | 84.23      |

SOMMA:

1660.74

**SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE**
**Legenda:**

DX = larghezza del concio  
 Q = q\*DX sovraccarico complessivo  
 kv = Coeff. sism. verticale  
 kh = Coeff. sism. orizzontale  
 Fv = Componente verticale  
 Fh = Componente orizzontale  
 dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva  
 dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva  
 Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva  
 Mrib = Fv\*dx + Fh\*dy

| Concio n. | DX [m] | Q [kN] | kv [-]  | kh [-] | Fv [kN] | dx [m] | Fh [kN] | dy [m] | Mrib [kNm] |
|-----------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|------------|
| 015       | 0.48   | 0.00   | -0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 4.57   | 0.00    | 0.39   | 0.00       |
| 016       | 0.48   | 0.00   | -0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 5.05   | 0.00    | 0.38   | 0.00       |
| 017       | 0.48   | 0.00   | -0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 5.53   | 0.00    | 0.37   | 0.00       |
| 018       | 0.48   | 0.00   | -0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 6.01   | 0.00    | 0.36   | 0.00       |
| 019       | 0.48   | 0.00   | -0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 6.49   | 0.00    | 0.35   | 0.00       |
| 020       | 0.48   | 0.00   | -0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 6.97   | 0.00    | 0.33   | 0.00       |
| 021       | 0.48   | 0.00   | -0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 7.46   | 0.00    | 0.32   | 0.00       |

**SOMMA:**

0.00

**PESI PROPRI MURO, TERRENO SU MURO ED EVENTUALE SOVRACCARICO SU MURO**
**Legenda:**

F = Valore dell'azione  
 kv = Coeff. sism. verticale  
 kh = Coeff. sism. orizzontale  
 Fv = Componente verticale  
 Fh = Componente orizzontale  
 dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva  
 dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva  
 Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva  
 Mrib = Fv\*dx + Fh\*dy

| Componente        |           | F [kN] | kv [-]  | kh [-] | Fv [kN] | dx [m] | Fh [kN] | dy [m] | Mrib [kNm] |
|-------------------|-----------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|------------|
| Muro:             | Mat. n.01 | 198.25 | -0.0103 | 0.0206 | 196.21  | 1.69   | 4.08    | 4.59   | 350.49     |
| Terr. su muro:    | Area n.01 | 276.36 | -0.0103 | 0.0206 | 273.51  | 2.93   | 5.69    | 2.90   | 818.81     |
| Sovracc. su muro: |           | 0.00   | -0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 2.93   | 0.00    | 0.44   | 0.00       |

**SOMMA:**

1169.31

**CALCOLO MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:**

|                                       |                      |
|---------------------------------------|----------------------|
| PESI PROPRI DEI CONCI                 | 1660.74              |
| SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE         | 0.00                 |
| P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO | 1169.31              |
| FORZE E COPPIE ESTERNE                | 0.00                 |
| <b>MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:</b>     | <b>2830.05 [kNm]</b> |

**CALCOLO MOMENTO RESISTENTE**
**CARICO AGENTE SUI CONCI SOTTO FONDAZIONE MURO**

| Componente di carico     | Valore | + - kv  | Azione       |
|--------------------------|--------|---------|--------------|
| Muro: Mat. n.01          | 198.25 | -0.0103 | 196.21       |
| Terr. su muro: Area n.01 | 276.36 | -0.0103 | 273.51       |
| Sovracc. su muro:        | 0.00   | -0.0103 | 0.00         |
| Azione totale:           |        |         | 469.72 kN    |
| Larghezza Fondazione:    |        |         | 4.50 m       |
| Carico distribuito:      |        |         | 104.38 kN/m2 |

**RESISTENZE PER ATTRITO E COESIONE LUNGO LA SUPERFICIE DI SCIVOLAMENTO**

(N.B. Dettaglio risultati di calcolo relativi a Fs min = 1.786)

**Legenda:**

- R = Raggio curva circolare di scivolamento
- Dx = Larghezza del concio
- DL = Lunghezza Base inclinata del concio
- Alpha = Inclinazione Base concio
- Phi = Angolo di attrito alla Base
- Coe = Coesione alla Base
- W = Peso del concio (di combinazione)
- Q = Carico aggiuntivo soprastante (di combinazione)
- N = Risultante Normale alla Base del concio
- U = (u\*DL) Sottospinta idrostatica
- Fs = Fattore di sicurezza minimo a convergenza (Fs min = 1.786)

$$M\_alpha = \cos(\alpha) * (1 + \frac{\tan(\Phi) * \operatorname{tg}(\alpha)}{F_s})$$

$$N = [ (W + Q) - \frac{DL * \sin(\alpha)}{F_s} * (coe - u * \tan(\Phi)) ] / M\_alpha$$

Mstab = Momento (Resistenza) Stabilizzante rispetto al centro della curva

$$M\_Stab = [ (N - u*DL) * \tan(\Phi) + Coe*DL ] * R$$

| Concio n. | Dx [m] | DL [m] | Alpha [°] | Phi [°] | Coe [kN/m2] | W [kN] | Q [kN] | N [kN] | U [kN] | Mstab [kNm] |
|-----------|--------|--------|-----------|---------|-------------|--------|--------|--------|--------|-------------|
| 001       | 0.48   | 0.51   | -17.79    | 38.00   | 0.00        | 1.59   | 0.00   | 1.95   | 0.00   | 11.71       |
| 002       | 0.48   | 0.50   | -14.03    | 38.00   | 0.00        | 4.61   | 0.00   | 5.34   | 0.00   | 32.14       |
| 003       | 0.48   | 0.49   | -10.34    | 38.00   | 0.00        | 7.31   | 0.00   | 8.08   | 0.00   | 48.62       |
| 004       | 0.48   | 0.49   | -6.69     | 38.00   | 0.00        | 9.71   | 0.00   | 10.30  | 0.00   | 61.98       |
| 005       | 0.48   | 0.49   | -3.07     | 38.00   | 0.00        | 11.80  | 0.00   | 12.10  | 0.00   | 72.80       |
| 006       | 0.50   | 0.50   | 0.60      | 38.00   | 0.00        | 13.14  | 52.19  | 65.04  | 0.00   | 391.40      |
| 007       | 0.50   | 0.50   | 4.32      | 38.00   | 0.00        | 12.93  | 52.19  | 63.22  | 0.00   | 380.42      |
| 008       | 0.50   | 0.50   | 8.06      | 38.00   | 0.00        | 12.39  | 52.19  | 61.42  | 0.00   | 369.62      |
| 009       | 0.50   | 0.51   | 11.84     | 38.00   | 0.00        | 11.52  | 52.19  | 59.63  | 0.00   | 358.84      |
| 010       | 0.50   | 0.52   | 15.68     | 38.00   | 0.00        | 10.31  | 52.19  | 57.82  | 0.00   | 347.93      |
| 011       | 0.50   | 0.53   | 19.58     | 38.00   | 0.00        | 8.73   | 52.19  | 55.96  | 0.00   | 336.75      |
| 012       | 0.50   | 0.55   | 23.59     | 38.00   | 0.00        | 6.77   | 52.19  | 54.02  | 0.00   | 325.11      |
| 013       | 0.50   | 0.56   | 27.72     | 38.00   | 0.00        | 4.39   | 52.19  | 51.98  | 0.00   | 312.78      |
| 014       | 0.50   | 0.59   | 32.01     | 38.00   | 0.00        | 1.55   | 52.19  | 49.77  | 0.00   | 299.49      |
| 015       | 0.48   | 0.60   | 36.43     | 38.00   | 0.00        | 55.19  | 0.00   | 51.85  | 0.00   | 312.04      |
| 016       | 0.48   | 0.64   | 41.02     | 38.00   | 0.00        | 51.62  | 0.00   | 49.57  | 0.00   | 298.28      |
| 017       | 0.48   | 0.69   | 45.97     | 38.00   | 0.00        | 47.38  | 0.00   | 46.93  | 0.00   | 282.44      |
| 018       | 0.48   | 0.77   | 51.41     | 38.00   | 0.00        | 42.26  | 0.00   | 43.77  | 0.00   | 263.37      |
| 019       | 0.48   | 0.90   | 57.62     | 38.00   | 0.00        | 35.90  | 0.00   | 39.67  | 0.00   | 238.73      |
| 020       | 0.48   | 1.15   | 65.24     | 38.00   | 0.00        | 27.44  | 0.00   | 33.63  | 0.00   | 202.38      |
| 021       | 0.48   | 2.43   | 78.58     | 38.00   | 0.00        | 11.27  | 0.00   | 17.98  | 0.00   | 108.22      |

SOMMA:

5055.05

**CALCOLO MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:**

 ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL. .... 5055.05  
 FORZE E COPPIE ESTERNE ..... 0.00

**MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE: 5055.05 [kNm]**

 FATTORE DI SICUREZZA: Fs = MSTAB/MRIB = 1.786  
 Verifica: Coeff. parz. (NTC18-Tab.6.8.I) [Gamma\_R=1.10] ok

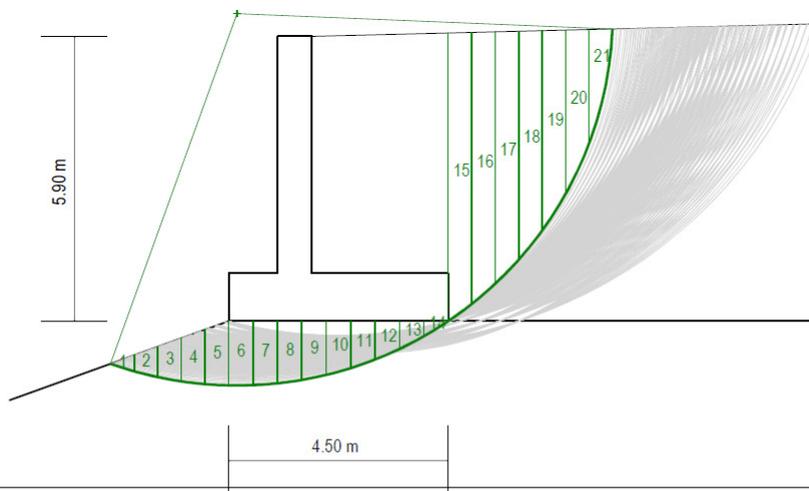


MB Muro Rev 3.03

**PONTE SUL FIUME OGLIO**  
 MURO ANDATORE IN SPONDA SX  
 SEZIONE TIPO 4-4

**COMBINAZIONE DI CARICO N. 5:**  
**Sisma Giu (M1+R3)**

Bishop: Fs min = 1.787

**STRATI DI MONTE**
**STRATO N.1**  
 G = 20.00 kN/m<sup>3</sup>  
 φ' = 38.00 °  
 c' = 0.00 kN/m<sup>2</sup>

**STRATO FONDAZIONE**

 G = 20.00 kN/m<sup>3</sup>  
 φ' = 38.00 °  
 c' = 0.00 kN/m<sup>2</sup>
**DETTAGLI CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA (Metodo di BISHOP)**
**MOMENTO RIBALTANTE TOTALE (Rispetto al centro curva):**

|                                       |                            |
|---------------------------------------|----------------------------|
| PESI PROPRI DEI CONCI                 | 1694.64                    |
| SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE         | 0.00                       |
| P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO | 1192.91                    |
| FORZE E COPPIE ESTERNE                | 0.00                       |
| <b>MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:</b>     | <b>M_Rib = 2887.56 kNm</b> |

**MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE (Rispetto al centro curva):**

|  |                             |
|--|-----------------------------|
| ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL. | 5160.69                     |
| FORZE E COPPIE ESTERNE                 | 0.00                        |
| RESISTENZA PALI DI FONDAZIONE          | 0.00                        |
| RESISTENZA TIRANTI DI ANCORAGGIO       | 0.00                        |
| <b>MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:</b>   | <b>M_Stab = 5160.69 kNm</b> |

**VERIFICA:**

|                    |                     |                          |
|--------------------|---------------------|--------------------------|
| Azione:            | M_rib               | 2887.56                  |
| Resistenza:        | M_stab              | 5160.69                  |
| Coeffic. parziale: | R                   | 1.10 (NTC18 - Tab.6.8.I) |
| Verifica:          | Fs = M_Stab / M_Rib | 1.787 ---> ok!           |



\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*  
\*\*\*\* VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE \*\*\*\*  
\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

METODO DI BISHOP:

COMBINAZIONE DI CARICO N. 5: Sisma Giu (M1+R3)

SINTESI ITERAZIONI DI CALCOLO PER LA SUPERFICIE CON Fs minimo

Iterazione n. 01: Fs = 1.581  
Iterazione n. 02: Fs = 1.746  
Iterazione n. 03: Fs = 1.780  
Iterazione n. 04: Fs = 1.786  
Iterazione n. 05: Fs = 1.787  
Iterazione n. 06: Fs = 1.787

Fs a convergenza: Fs = 1.787

Superficie di scivolamento con Fsmin

DETTAGLIO CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA

CALCOLO MOMENTO RIBALTANTE

PESI PROPRI DEI CONCI DI SUDDIVISIONE DELLA MASSA SCIVOLANTE

Legenda:

TR = Tratto di suddivisione verticale del concio  
xg = Ascissa baricentro tratto  
yg = Ordin. baricentro tratto  
kv = Coeff. sism. verticale  
kh = Coeff. sism. orizzontale  
Fv = Componente verticale  
Fh = Componente orizzontale  
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva  
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva  
Mrrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva  
Mrrib = Fv\*dx + Fh\*dy

| Concio n. | TR n. | Xg [m] | Yg [m] | Peso [kN] | kv [-] | kh [-] | Fv [kN] | dx [m] | Fh [kN] | dy [m] | Mrrib [kNm] |
|-----------|-------|--------|--------|-----------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|-------------|
| 001       | 01    | -2.18  | -0.88  | 1.61      | 0.0103 | 0.0206 | 1.63    | -2.35  | 0.03    | 7.25   | -3.58       |
| 002       | 01    | -1.70  | -0.86  | 4.66      | 0.0103 | 0.0206 | 4.71    | -1.87  | 0.10    | 7.23   | -8.10       |
| 003       | 01    | -1.21  | -0.82  | 7.39      | 0.0103 | 0.0206 | 7.47    | -1.38  | 0.15    | 7.19   | -9.22       |
| 004       | 01    | -0.73  | -0.77  | 9.81      | 0.0103 | 0.0206 | 9.91    | -0.90  | 0.20    | 7.14   | -7.45       |
| 005       | 01    | -0.24  | -0.70  | 11.92     | 0.0103 | 0.0206 | 12.04   | -0.41  | 0.25    | 7.07   | -3.23       |
| 006       | 01    | 0.25   | -0.66  | 13.28     | 0.0103 | 0.0206 | 13.42   | 0.08   | 0.27    | 7.03   | 3.00        |
| 007       | 01    | 0.75   | -0.65  | 13.06     | 0.0103 | 0.0206 | 13.20   | 0.58   | 0.27    | 7.02   | 9.54        |
| 008       | 01    | 1.25   | -0.63  | 12.52     | 0.0103 | 0.0206 | 12.65   | 1.08   | 0.26    | 7.00   | 15.47       |
| 009       | 01    | 1.75   | -0.58  | 11.64     | 0.0103 | 0.0206 | 11.76   | 1.58   | 0.24    | 6.95   | 20.25       |
| 010       | 01    | 2.25   | -0.52  | 10.42     | 0.0103 | 0.0206 | 10.52   | 2.08   | 0.21    | 6.89   | 23.37       |
| 011       | 01    | 2.75   | -0.44  | 8.83      | 0.0103 | 0.0206 | 8.92    | 2.58   | 0.18    | 6.81   | 24.24       |
| 012       | 01    | 3.25   | -0.34  | 6.84      | 0.0103 | 0.0206 | 6.91    | 3.08   | 0.14    | 6.71   | 22.24       |
| 013       | 01    | 3.75   | -0.22  | 4.44      | 0.0103 | 0.0206 | 4.49    | 3.58   | 0.09    | 6.59   | 16.66       |
| 014       | 01    | 4.25   | -0.08  | 1.56      | 0.0103 | 0.0206 | 1.58    | 4.08   | 0.03    | 6.45   | 6.65        |
| 015       | 01    | 4.74   | 3.08   | 55.76     | 0.0103 | 0.0206 | 56.34   | 4.57   | 1.15    | 3.29   | 261.26      |
| 016       | 01    | 5.22   | 3.28   | 52.16     | 0.0103 | 0.0206 | 52.70   | 5.05   | 1.07    | 3.09   | 269.51      |
| 017       | 01    | 5.70   | 3.51   | 47.87     | 0.0103 | 0.0206 | 48.37   | 5.53   | 0.99    | 2.86   | 270.38      |
| 018       | 01    | 6.18   | 3.79   | 42.70     | 0.0103 | 0.0206 | 43.14   | 6.01   | 0.88    | 2.58   | 261.65      |
| 019       | 01    | 6.66   | 4.14   | 36.27     | 0.0103 | 0.0206 | 36.64   | 6.49   | 0.75    | 2.23   | 239.62      |
| 020       | 01    | 7.14   | 4.59   | 27.73     | 0.0103 | 0.0206 | 28.01   | 6.97   | 0.57    | 1.78   | 196.40      |
| 021       | 01    | 7.63   | 5.46   | 11.39     | 0.0103 | 0.0206 | 11.50   | 7.46   | 0.23    | 0.91   | 85.98       |

SOMMA:

1694.64

SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE

-----  
Legenda:

DX = larghezza del concio  
Q = q\*DX sovraccarico complessivo  
kv = Coeff. sism. verticale  
kh = Coeff. sism. orizzontale  
Fv = Componente verticale  
Fh = Componente orizzontale  
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva  
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva  
Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva  
Mrib = Fv\*dx + Fh\*dy

| Concio n. | DX [m] | Q [kN] | kv [-] | kh [-] | Fv [kN] | dx [m] | Fh [kN] | dy [m] | Mrib [kNm] |
|-----------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|------------|
| 015       | 0.48   | 0.00   | 0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 4.57   | 0.00    | 0.39   | 0.00       |
| 016       | 0.48   | 0.00   | 0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 5.05   | 0.00    | 0.38   | 0.00       |
| 017       | 0.48   | 0.00   | 0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 5.53   | 0.00    | 0.37   | 0.00       |
| 018       | 0.48   | 0.00   | 0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 6.01   | 0.00    | 0.36   | 0.00       |
| 019       | 0.48   | 0.00   | 0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 6.49   | 0.00    | 0.35   | 0.00       |
| 020       | 0.48   | 0.00   | 0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 6.97   | 0.00    | 0.33   | 0.00       |
| 021       | 0.48   | 0.00   | 0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 7.46   | 0.00    | 0.32   | 0.00       |

SOMMA:

0.00

PESI PROPRI MURO, TERRENO SU MURO ED EVENTUALE SOVRACCARICO SU MURO

-----  
Legenda:

F = Valore dell'azione  
kv = Coeff. sism. verticale  
kh = Coeff. sism. orizzontale  
Fv = Componente verticale  
Fh = Componente orizzontale  
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva  
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva  
Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva  
Mrib = Fv\*dx + Fh\*dy

| Componente        |           | F [kN] | kv [-] | kh [-] | Fv [kN] | dx [m] | Fh [kN] | dy [m] | Mrib [kNm] |
|-------------------|-----------|--------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|------------|
| Muro:             | Mat. n.01 | 198.25 | 0.0103 | 0.0206 | 200.29  | 1.69   | 4.08    | 4.59   | 357.40     |
| Terr. su muro:    | Area n.01 | 276.36 | 0.0103 | 0.0206 | 279.20  | 2.93   | 5.69    | 2.90   | 835.51     |
| Sovracc. su muro: |           | 0.00   | 0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 2.93   | 0.00    | 0.44   | 0.00       |

SOMMA:

1192.91

CALCOLO MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:

|                                       |                      |
|---------------------------------------|----------------------|
| PESI PROPRI DEI CONCI                 | 1694.64              |
| SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE         | 0.00                 |
| P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO | 1192.91              |
| FORZE E COPPIE ESTERNE                | 0.00                 |
| <b>MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:</b>     | <b>2887.56 [kNm]</b> |

**CALCOLO MOMENTO RESISTENTE**
**CARICO AGENTE SUI CONCI SOTTO FONDAZIONE MURO**

| Componente di carico     | Valore | + - kv  | Azione       |
|--------------------------|--------|---------|--------------|
| Muro: Mat. n.01          | 198.25 | +0.0103 | 200.29       |
| Terr. su muro: Area n.01 | 276.36 | +0.0103 | 279.20       |
| Sovracc. su muro:        | 0.00   | +0.0103 | 0.00         |
| Azione totale:           |        |         | 479.50 kN    |
| Larghezza Fondazione:    |        |         | 4.50 m       |
| Carico distribuito:      |        |         | 106.55 kN/m2 |

**RESISTENZE PER ATTRITO E COESIONE LUNGO LA SUPERFICIE DI SCIVOLAMENTO**

(N.B. Dettaglio risultati di calcolo relativi a Fs min = 1.787)

**Legenda:**

- R = Raggio curva circolare di scivolamento
- Dx = Larghezza del concio
- DL = Lunghezza Base inclinata del concio
- Alpha = Inclinazione Base concio
- Phi = Angolo di attrito alla Base
- Coe = Coesione alla Base
- W = Peso del concio (di combinazione)
- Q = Carico aggiuntivo soprastante (di combinazione)
- N = Risultante Normale alla Base del concio
- U = (u\*DL) Sottospinta idrostatica
- Fs = Fattore di sicurezza minimo a convergenza (Fs min = 1.787)

$$M\_alpha = \cos(\alpha) * (1 + \frac{\tan(\Phi) * \operatorname{tg}(\alpha)}{F_s})$$

$$N = [ (W + Q) - \frac{DL * \sin(\alpha)}{F_s} * (coe - u * \tan(\Phi)) ] / M\_alpha$$

Mstab = Momento (Resistenza) Stabilizzante rispetto al centro della curva

$$M\_Stab = [ (N - u*DL) * \tan(\Phi) + Coe*DL ] * R$$

| Concio n. | Dx [m] | DL [m] | Alpha [°] | Phi [°] | Coe [kN/m2] | W [kN] | Q [kN] | N [kN] | U [kN] | Mstab [kNm] |
|-----------|--------|--------|-----------|---------|-------------|--------|--------|--------|--------|-------------|
| 001       | 0.48   | 0.51   | -17.79    | 38.00   | 0.00        | 1.63   | 0.00   | 1.99   | 0.00   | 11.95       |
| 002       | 0.48   | 0.50   | -14.03    | 38.00   | 0.00        | 4.71   | 0.00   | 5.45   | 0.00   | 32.80       |
| 003       | 0.48   | 0.49   | -10.34    | 38.00   | 0.00        | 7.47   | 0.00   | 8.25   | 0.00   | 49.63       |
| 004       | 0.48   | 0.49   | -6.69     | 38.00   | 0.00        | 9.91   | 0.00   | 10.51  | 0.00   | 63.27       |
| 005       | 0.48   | 0.49   | -3.07     | 38.00   | 0.00        | 12.04  | 0.00   | 12.35  | 0.00   | 74.31       |
| 006       | 0.50   | 0.50   | 0.60      | 38.00   | 0.00        | 13.42  | 53.28  | 66.39  | 0.00   | 399.54      |
| 007       | 0.50   | 0.50   | 4.32      | 38.00   | 0.00        | 13.20  | 53.28  | 64.53  | 0.00   | 388.34      |
| 008       | 0.50   | 0.50   | 8.06      | 38.00   | 0.00        | 12.65  | 53.28  | 62.70  | 0.00   | 377.32      |
| 009       | 0.50   | 0.51   | 11.84     | 38.00   | 0.00        | 11.76  | 53.28  | 60.87  | 0.00   | 366.32      |
| 010       | 0.50   | 0.52   | 15.68     | 38.00   | 0.00        | 10.52  | 53.28  | 59.02  | 0.00   | 355.19      |
| 011       | 0.50   | 0.53   | 19.58     | 38.00   | 0.00        | 8.92   | 53.28  | 57.13  | 0.00   | 343.78      |
| 012       | 0.50   | 0.55   | 23.59     | 38.00   | 0.00        | 6.91   | 53.28  | 55.15  | 0.00   | 331.90      |
| 013       | 0.50   | 0.56   | 27.72     | 38.00   | 0.00        | 4.49   | 53.28  | 53.06  | 0.00   | 319.32      |
| 014       | 0.50   | 0.59   | 32.01     | 38.00   | 0.00        | 1.58   | 53.28  | 50.81  | 0.00   | 305.76      |
| 015       | 0.48   | 0.60   | 36.43     | 38.00   | 0.00        | 56.34  | 0.00   | 52.94  | 0.00   | 318.57      |
| 016       | 0.48   | 0.64   | 41.02     | 38.00   | 0.00        | 52.70  | 0.00   | 50.60  | 0.00   | 304.52      |
| 017       | 0.48   | 0.69   | 45.97     | 38.00   | 0.00        | 48.37  | 0.00   | 47.92  | 0.00   | 288.36      |
| 018       | 0.48   | 0.77   | 51.41     | 38.00   | 0.00        | 43.14  | 0.00   | 44.68  | 0.00   | 268.90      |
| 019       | 0.48   | 0.90   | 57.62     | 38.00   | 0.00        | 36.64  | 0.00   | 40.51  | 0.00   | 243.75      |
| 020       | 0.48   | 1.15   | 65.24     | 38.00   | 0.00        | 28.01  | 0.00   | 34.34  | 0.00   | 206.64      |
| 021       | 0.48   | 2.43   | 78.58     | 38.00   | 0.00        | 11.50  | 0.00   | 18.36  | 0.00   | 110.50      |

SOMMA:

5160.69

**CALCOLO MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:**

 ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL. .... 5160.69  
 FORZE E COPPIE ESTERNE ..... 0.00

**MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE: 5160.69 [kNm]**

 FATTORE DI SICUREZZA: Fs = MSTAB/MRIB = 1.787  
 Verifica: Coeff. parz. (NTC18-Tab.6.8.I) [Gamma\_R=1.10] ok



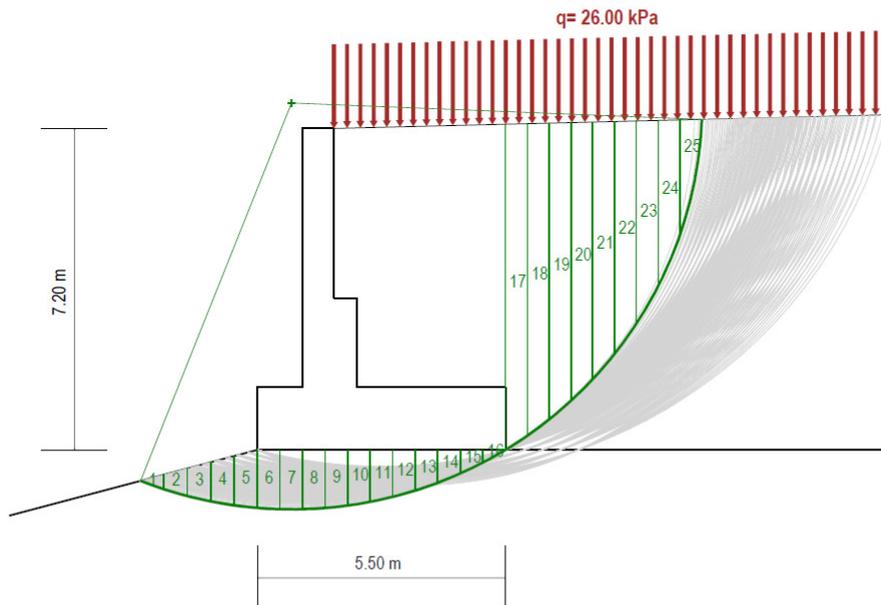
**ALLEGATO N. 2.5**  
**SEZIONE TIPO 5**  
**VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE**



MB Muro Rev 3.03

**PONTE SUL FIUME OGLIO**  
 MURO ANDATORE IN SPONDA SX  
 SEZIONE TIPO 5-5

**COMBINAZIONE DI CARICO N. 2:**  
 Statica (A2+M2+R2)  
 Bishop:  $F_s \text{ min} = 1.533$ 
**STRATI DI MONTE**

 STRATO N.1  
 $G = 20.00 \text{ kN/m}^3$   
 $\phi' = 32.01^\circ$   
 $c' = 0.00 \text{ kN/m}^2$ 

**STRATO FONDAZIONE**
 $G = 20.00 \text{ kN/m}^3$   
 $\phi' = 32.01^\circ$   
 $c' = 0.00 \text{ kN/m}^2$ 
**DETTAGLI CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA (Metodo di BISHOP)**
**MOMENTO RIBALTANTE TOTALE (Rispetto al centro curva):**

|   |                            |
|---|----------------------------|
| PESI PROPRI DEI CONCI .....                 | 2927.20                    |
| SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE .....         | 783.10                     |
| P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO ..... | 1993.89                    |
| FORZE E COPPIE ESTERNE .....                | 0.00                       |
| <b>MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:</b>           | <b>M_Rib = 5704.19 kNm</b> |

**MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE (Rispetto al centro curva):**

|   |                             |
|---|-----------------------------|
| ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL. .... | 8746.98                     |
| FORZE E COPPIE ESTERNE .....                | 0.00                        |
| RESISTENZA PALI DI FONDAZIONE .....         | 0.00                        |
| RESISTENZA TIRANTI DI ANCORAGGIO .....      | 0.00                        |
| <b>MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:</b>        | <b>M_Stab = 8746.98 kNm</b> |

**VERIFICA:**

|                    |                            |                          |
|--------------------|----------------------------|--------------------------|
| Azione:            | M_rib                      | 5704.19                  |
| Resistenza:        | M_stab                     | 8746.98                  |
| Coeffic. parziale: | R                          | 1.10 (NTC18 - Tab.6.8.I) |
| Verifica:          | $F_s = M_{Stab} / M_{Rib}$ | 1.533 ---> ok!           |



\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*  
\*\*\*\* VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE \*\*\*\*  
\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

METODO DI BISHOP:

COMBINAZIONE DI CARICO N. 2: Statica (A2 +M2+R2)

SINTESI ITERAZIONI DI CALCOLO PER LA SUPERFICIE CON Fs minimo

Iterazione n. 01: Fs = 1.411  
Iterazione n. 02: Fs = 1.511  
Iterazione n. 03: Fs = 1.529  
Iterazione n. 04: Fs = 1.533  
Iterazione n. 05: Fs = 1.533  
Iterazione n. 06: Fs = 1.533

Fs a convergenza: Fs = 1.533

Superficie di scivolamento con Fsmin

DETTAGLIO CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA

CALCOLO MOMENTO RIBALTANTE

PESI PROPRI DEI CONCI DI SUDDIVISIONE DELLA MASSA SCIVOLANTE

Legenda:

TR = Tratto di suddivisione verticale del concio  
xg = Ascissa baricentro tratto  
yg = Ordin. baricentro tratto  
kv = Coeff. sism. verticale  
kh = Coeff. sism. orizzontale  
Fv = Componente verticale  
Fh = Componente orizzontale  
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva  
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva  
Mrrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva  
Mrrib = Fv\*dx + Fh\*dy

| Concio n. | TR n. | Xg [m] | Yg [m] | Peso [kN] | kv [-] | kh [-] | Fv [kN] | dx [m] | Fh [kN] | dy [m] | Mrrib [kNm] |
|-----------|-------|--------|--------|-----------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|-------------|
| 001       | 01    | -2.33  | -0.71  | 1.69      | 0.0000 | 0.0000 | 1.69    | -3.09  | 0.00    | 8.48   | -5.21       |
| 002       | 01    | -1.81  | -0.72  | 4.88      | 0.0000 | 0.0000 | 4.88    | -2.57  | 0.00    | 8.49   | -12.54      |
| 003       | 01    | -1.29  | -0.72  | 7.72      | 0.0000 | 0.0000 | 7.72    | -2.05  | 0.00    | 8.49   | -15.87      |
| 004       | 01    | -0.78  | -0.70  | 10.24     | 0.0000 | 0.0000 | 10.24   | -1.54  | 0.00    | 8.47   | -15.73      |
| 005       | 01    | -0.26  | -0.67  | 12.44     | 0.0000 | 0.0000 | 12.44   | -1.02  | 0.00    | 8.44   | -12.67      |
| 006       | 01    | 0.25   | -0.66  | 13.14     | 0.0000 | 0.0000 | 13.14   | -0.51  | 0.00    | 8.43   | -6.70       |
| 007       | 01    | 0.75   | -0.66  | 13.28     | 0.0000 | 0.0000 | 13.28   | -0.01  | 0.00    | 8.43   | -0.13       |
| 008       | 01    | 1.25   | -0.66  | 13.15     | 0.0000 | 0.0000 | 13.15   | 0.49   | 0.00    | 8.43   | 6.44        |
| 009       | 01    | 1.75   | -0.64  | 12.74     | 0.0000 | 0.0000 | 12.74   | 0.99   | 0.00    | 8.41   | 12.61       |
| 010       | 01    | 2.25   | -0.60  | 12.05     | 0.0000 | 0.0000 | 12.05   | 1.49   | 0.00    | 8.37   | 17.96       |
| 011       | 01    | 2.75   | -0.55  | 11.08     | 0.0000 | 0.0000 | 11.08   | 1.99   | 0.00    | 8.32   | 22.04       |
| 012       | 01    | 3.25   | -0.49  | 9.81      | 0.0000 | 0.0000 | 9.81    | 2.49   | 0.00    | 8.26   | 24.42       |
| 013       | 01    | 3.75   | -0.41  | 8.22      | 0.0000 | 0.0000 | 8.22    | 2.99   | 0.00    | 8.18   | 24.59       |
| 014       | 01    | 4.25   | -0.32  | 6.32      | 0.0000 | 0.0000 | 6.32    | 3.49   | 0.00    | 8.09   | 22.04       |
| 015       | 01    | 4.75   | -0.20  | 4.06      | 0.0000 | 0.0000 | 4.06    | 3.99   | 0.00    | 7.97   | 16.19       |
| 016       | 01    | 5.25   | -0.07  | 1.42      | 0.0000 | 0.0000 | 1.42    | 4.49   | 0.00    | 7.84   | 6.37        |
| 017       | 01    | 5.74   | 3.73   | 69.11     | 0.0000 | 0.0000 | 69.11   | 4.98   | 0.00    | 4.04   | 344.31      |
| 018       | 01    | 6.23   | 3.91   | 65.94     | 0.0000 | 0.0000 | 65.94   | 5.47   | 0.00    | 3.86   | 360.40      |
| 019       | 01    | 6.71   | 4.11   | 62.27     | 0.0000 | 0.0000 | 62.27   | 5.95   | 0.00    | 3.66   | 370.49      |
| 020       | 01    | 7.19   | 4.34   | 58.02     | 0.0000 | 0.0000 | 58.02   | 6.43   | 0.00    | 3.43   | 373.28      |
| 021       | 01    | 7.68   | 4.61   | 53.05     | 0.0000 | 0.0000 | 53.05   | 6.92   | 0.00    | 3.16   | 366.99      |
| 022       | 01    | 8.16   | 4.92   | 47.15     | 0.0000 | 0.0000 | 47.15   | 7.40   | 0.00    | 2.85   | 348.95      |
| 023       | 01    | 8.64   | 5.31   | 39.90     | 0.0000 | 0.0000 | 39.90   | 7.88   | 0.00    | 2.46   | 314.62      |
| 024       | 01    | 9.13   | 5.82   | 30.38     | 0.0000 | 0.0000 | 30.38   | 8.37   | 0.00    | 1.95   | 254.22      |
| 025       | 01    | 9.61   | 6.75   | 12.44     | 0.0000 | 0.0000 | 12.44   | 8.85   | 0.00    | 1.02   | 110.12      |

SOMMA:

2927.20

SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE

Legenda:

DX = larghezza del concio  
Q = q\*DX sovraccarico complessivo  
kv = Coeff. sism. verticale  
kh = Coeff. sism. orizzontale  
Fv = Componente verticale  
Fh = Componente orizzontale  
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva  
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva  
Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva  
Mrib = Fv\*dx + Fh\*dy

| Concilio n. | DX [m] | Q [kN] | kv [-] | kh [-] | Fv [kN] | dx [m] | Fh [kN] | dy [m] | Mrib [kNm] |
|-------------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|------------|
| 017         | 0.48   | 12.58  | 0.0000 | 0.0000 | 12.58   | 4.98   | 0.00    | 0.47   | 62.67      |
| 018         | 0.48   | 12.58  | 0.0000 | 0.0000 | 12.58   | 5.47   | 0.00    | 0.46   | 68.75      |
| 019         | 0.48   | 12.58  | 0.0000 | 0.0000 | 12.58   | 5.95   | 0.00    | 0.44   | 74.84      |
| 020         | 0.48   | 12.58  | 0.0000 | 0.0000 | 12.58   | 6.43   | 0.00    | 0.43   | 80.93      |
| 021         | 0.48   | 12.58  | 0.0000 | 0.0000 | 12.58   | 6.92   | 0.00    | 0.42   | 87.01      |
| 022         | 0.48   | 12.58  | 0.0000 | 0.0000 | 12.58   | 7.40   | 0.00    | 0.41   | 93.10      |
| 023         | 0.48   | 12.58  | 0.0000 | 0.0000 | 12.58   | 7.88   | 0.00    | 0.40   | 99.18      |
| 024         | 0.48   | 12.58  | 0.0000 | 0.0000 | 12.58   | 8.37   | 0.00    | 0.38   | 105.27     |
| 025         | 0.48   | 12.58  | 0.0000 | 0.0000 | 12.58   | 8.85   | 0.00    | 0.37   | 111.35     |

SOMMA:

783.10

PESI PROPRI MURO, TERRENO SU MURO ED EVENTUALE SOVRACCARICO SU MURO

Legenda:

F = Valore dell'azione  
kv = Coeff. sism. verticale  
kh = Coeff. sism. orizzontale  
Fv = Componente verticale  
Fh = Componente orizzontale  
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva  
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva  
Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva  
Mrib = Fv\*dx + Fh\*dy

| Componente               | F [kN] | kv [-] | kh [-] | Fv [kN] | dx [m] | Fh [kN] | dy [m] | Mrib [kNm] |
|--------------------------|--------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|------------|
| Muro: Mat. n.01          | 319.00 | 0.0000 | 0.0000 | 319.00  | 1.48   | 0.00    | 5.79   | 472.71     |
| Terr. su muro: Area n.01 | 132.00 | 0.0000 | 0.0000 | 132.00  | 3.09   | 0.00    | 5.37   | 407.88     |
| Terr. su muro: Area n.02 | 292.40 | 0.0000 | 0.0000 | 292.40  | 2.85   | 0.00    | 2.45   | 832.71     |
| Sovracc. su muro:        | 98.80  | 0.0000 | 0.0000 | 98.80   | 2.84   | 0.00    | 0.52   | 280.59     |

SOMMA:

1993.89

CALCOLO MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:

|   |                      |
|---|----------------------|
| PESI PROPRI DEI CONCI .....                 | 2927.20              |
| SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE .....         | 783.10               |
| P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO ..... | 1993.89              |
| FORZE E COPPIE ESTERNE .....                | 0.00                 |
| <b>MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:</b>           | <b>5704.19 [kNm]</b> |

**CALCOLO MOMENTO RESISTENTE**
**CARICO AGENTE SUI CONCI SOTTO FONDAZIONE MURO**

| Componente di carico     | Valore | + - kv | Azione       |
|--------------------------|--------|--------|--------------|
| Muro: Mat. n.01          | 319.00 | 0.0000 | 319.00       |
| Terr. su muro: Area n.01 | 132.00 | 0.0000 | 132.00       |
| Terr. su muro: Area n.02 | 292.40 | 0.0000 | 292.40       |
| Sovracc. su muro:        | 98.80  | 0.0000 | 98.80        |
| Azione totale:           |        |        | 842.20 kN    |
| Larghezza Fondazione:    |        |        | 5.50 m       |
| Carico distribuito:      |        |        | 153.13 kN/m2 |

**RESISTENZE PER ATTRITO E COESIONE LUNGO LA SUPERFICIE DI SCIVOLAMENTO**

(N.B. Dettaglio risultati di calcolo relativi a Fs min = 1.533)

**Legenda:**

- R = Raggio curva circolare di scivolamento
- Dx = Larghezza del concio
- DL = Lunghezza Base inclinata del concio
- Alpha = Inclinazione Base concio
- Phi = Angolo di attrito alla Base
- Coe = Coesione alla Base
- W = Peso del concio (di combinazione)
- Q = Carico aggiuntivo soprastante (di combinazione)
- N = Risultante Normale alla Base del concio
- U = (u\*DL) Sottospinta idrostatica
- Fs = Fattore di sicurezza minimo a convergenza (Fs min = 1.533)

$$M\_alpha = \cos(\alpha) * (1 + \frac{\tan(\Phi) * tg(\alpha)}{F_s})$$

$$N = [ (W + Q) - \frac{DL * \sin(\alpha)}{F_s} * (coe - u * \tan(\Phi)) ] / M\_alpha$$

Mstab = Momento (Resistenza) Stabilizzante rispetto al centro della curva

$$M\_Stab = [ (N - u*DL) * \tan(\Phi) + Coe*DL ] * R$$

| Concio n. | Dx [m] | DL [m] | Alpha [°] | Phi [°] | Coe [kN/m2] | W [kN] | Q [kN] | N [kN] | U [kN] | Mstab [kNm] |
|-----------|--------|--------|-----------|---------|-------------|--------|--------|--------|--------|-------------|
| 001       | 0.52   | 0.55   | -19.85    | 32.01   | 0.00        | 1.69   | 0.00   | 2.10   | 0.00   | 11.95       |
| 002       | 0.52   | 0.54   | -16.42    | 32.01   | 0.00        | 4.88   | 0.00   | 5.78   | 0.00   | 32.88       |
| 003       | 0.52   | 0.53   | -13.05    | 32.01   | 0.00        | 7.72   | 0.00   | 8.76   | 0.00   | 49.81       |
| 004       | 0.52   | 0.53   | -9.72     | 32.01   | 0.00        | 10.24  | 0.00   | 11.17  | 0.00   | 63.54       |
| 005       | 0.52   | 0.52   | -6.43     | 32.01   | 0.00        | 12.44  | 0.00   | 13.12  | 0.00   | 74.63       |
| 006       | 0.50   | 0.50   | -3.21     | 32.01   | 0.00        | 13.14  | 76.56  | 91.95  | 0.00   | 523.08      |
| 007       | 0.50   | 0.50   | -0.06     | 32.01   | 0.00        | 13.28  | 76.56  | 89.89  | 0.00   | 511.35      |
| 008       | 0.50   | 0.50   | 3.09      | 32.01   | 0.00        | 13.15  | 76.56  | 87.91  | 0.00   | 500.12      |
| 009       | 0.50   | 0.50   | 6.25      | 32.01   | 0.00        | 12.74  | 76.56  | 86.00  | 0.00   | 489.25      |
| 010       | 0.50   | 0.51   | 9.43      | 32.01   | 0.00        | 12.05  | 76.56  | 84.14  | 0.00   | 478.64      |
| 011       | 0.50   | 0.51   | 12.63     | 32.01   | 0.00        | 11.08  | 76.56  | 82.30  | 0.00   | 468.18      |
| 012       | 0.50   | 0.52   | 15.88     | 32.01   | 0.00        | 9.81   | 76.56  | 80.47  | 0.00   | 457.76      |
| 013       | 0.50   | 0.53   | 19.19     | 32.01   | 0.00        | 8.22   | 76.56  | 78.63  | 0.00   | 447.28      |
| 014       | 0.50   | 0.54   | 22.56     | 32.01   | 0.00        | 6.32   | 76.56  | 76.75  | 0.00   | 436.63      |
| 015       | 0.50   | 0.56   | 26.01     | 32.01   | 0.00        | 4.06   | 76.56  | 74.83  | 0.00   | 425.68      |
| 016       | 0.50   | 0.57   | 29.57     | 32.01   | 0.00        | 1.42   | 76.56  | 72.82  | 0.00   | 414.27      |
| 017       | 0.48   | 0.58   | 33.21     | 32.01   | 0.00        | 69.11  | 12.58  | 77.08  | 0.00   | 438.47      |
| 018       | 0.48   | 0.61   | 36.93     | 32.01   | 0.00        | 65.94  | 12.58  | 75.19  | 0.00   | 427.75      |
| 019       | 0.48   | 0.64   | 40.85     | 32.01   | 0.00        | 62.27  | 12.58  | 73.17  | 0.00   | 416.24      |
| 020       | 0.48   | 0.68   | 45.02     | 32.01   | 0.00        | 58.02  | 12.58  | 70.95  | 0.00   | 403.60      |
| 021       | 0.48   | 0.75   | 49.52     | 32.01   | 0.00        | 53.05  | 12.58  | 68.43  | 0.00   | 389.27      |
| 022       | 0.48   | 0.83   | 54.49     | 32.01   | 0.00        | 47.15  | 12.58  | 65.45  | 0.00   | 372.32      |
| 023       | 0.48   | 0.97   | 60.17     | 32.01   | 0.00        | 39.90  | 12.58  | 61.68  | 0.00   | 350.86      |
| 024       | 0.48   | 1.25   | 67.16     | 32.01   | 0.00        | 30.38  | 12.58  | 56.25  | 0.00   | 319.99      |
| 025       | 0.48   | 2.63   | 79.39     | 32.01   | 0.00        | 12.44  | 12.58  | 42.79  | 0.00   | 243.42      |

SOMMA: 8746.98

**CALCOLO MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:**

 ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL. .... 8746.98  
 FORZE E COPPIE ESTERNE ..... 0.00

**MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE: 8746.98 [kNm]**

 FATTORE DI SICUREZZA: Fs = MSTAB/MRIB = 1.533  
 Verifica: Coeff. parz. (NTC18-Tab.6.8.I) [Gamma\_R=1.10] ok



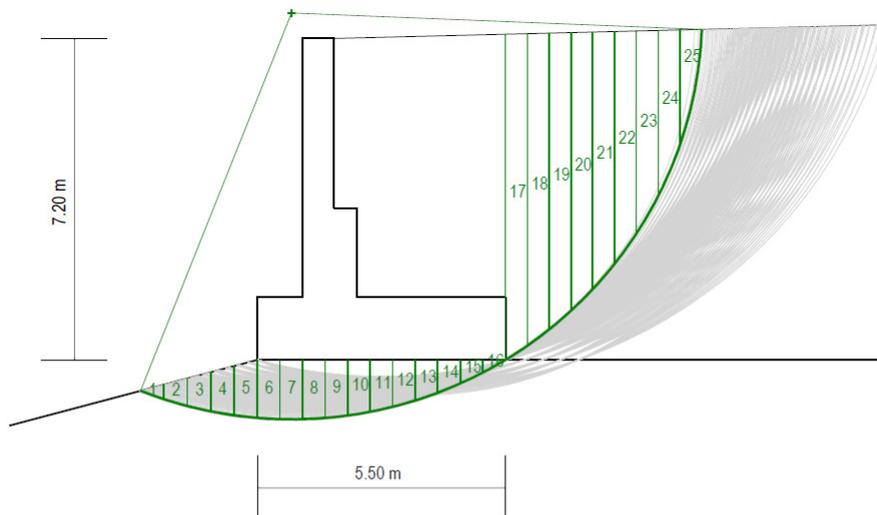
MB Muro Rev 3.03

**PONTE SUL FIUME OGLIO**  
MURO ANDATORE IN SPONDA SX  
SEZIONE TIPO 5-5

**COMBINAZIONE DI CARICO N. 4:**  
**Sisma Su (M1+R3)**  
Bishop: Fs min = 1.972

**STRATI DI MONTE**

STRATO N.1  
G = 20.00 kN/m3  
φ' = 38.00 °  
c' = 0.00 kN/m2



**STRATO FONDAZIONE**

G = 20.00 kN/m3  
φ' = 38.00 °  
c' = 0.00 kN/m2

**DETTAGLI CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA (Metodo di BISHOP )**

MOMENTO RIBALTANTE TOTALE (Rispetto al centro curva) :

|   |                            |
|---|----------------------------|
| PESI PROPRI DEI CONCI .....                 | 2951.08                    |
| SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE .....         | 0.00                       |
| P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO ..... | 1763.05                    |
| FORZE E COPPIE ESTERNE .....                | 0.00                       |
| <b>MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:</b>           | <b>M_Rib = 4714.13 kNm</b> |

MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE (Rispetto al centro curva) :

|   |                             |
|---|-----------------------------|
| ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL. .... | 9294.40                     |
| FORZE E COPPIE ESTERNE .....                | 0.00                        |
| RESISTENZA PALI DI FONDAZIONE .....         | 0.00                        |
| RESISTENZA TIRANTI DI ANCORAGGIO .....      | 0.00                        |
| <b>MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:</b>        | <b>M_Stab = 9294.40 kNm</b> |

VERIFICA:

|                    |                     |                          |
|--------------------|---------------------|--------------------------|
| Azione:            | M_rib               | 4714.13                  |
| Resistenza:        | M_stab              | 9294.40                  |
| Coeffic. parziale: | R                   | 1.10 (NTC18 - Tab.6.8.I) |
| Verifica:          | Fs = M_Stab / M_Rib | 1.972 ---> ok!           |



\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*  
\*\*\*\* VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE \*\*\*\*  
\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

METODO DI BISHOP:

COMBINAZIONE DI CARICO N. 4: Sisma Su (M1+R3)

SINTESI ITERAZIONI DI CALCOLO PER LA SUPERFICIE CON Fs minimo

Iterazione n. 01: Fs = 1.734  
Iterazione n. 02: Fs = 1.931  
Iterazione n. 03: Fs = 1.965  
Iterazione n. 04: Fs = 1.970  
Iterazione n. 05: Fs = 1.971  
Iterazione n. 06: Fs = 1.972

Fs a convergenza: Fs = 1.972

Superficie di scivolamento con Fsmin

DETTAGLIO CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA

CALCOLO MOMENTO RIBALTANTE

PESI PROPRI DEI CONCI DI SUDDIVISIONE DELLA MASSA SCIVOLANTE

Legenda:

TR = Tratto di suddivisione verticale del concio  
xg = Ascissa baricentro tratto  
yg = Ordin. baricentro tratto  
kv = Coeff. sism. verticale  
kh = Coeff. sism. orizzontale  
Fv = Componente verticale  
Fh = Componente orizzontale  
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva  
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva  
Mrrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva  
Mrrib = Fv\*dx + Fh\*dy

| Concio n. | TR n. | Xg [m] | Yg [m] | Peso [kN] | kv [-]  | kh [-] | Fv [kN] | dx [m] | Fh [kN] | dy [m] | Mrrib [kNm] |
|-----------|-------|--------|--------|-----------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|-------------|
| 001       | 01    | -2.33  | -0.71  | 1.69      | -0.0103 | 0.0206 | 1.67    | -3.09  | 0.03    | 8.48   | -4.86       |
| 002       | 01    | -1.81  | -0.72  | 4.88      | -0.0103 | 0.0206 | 4.83    | -2.57  | 0.10    | 8.49   | -11.56      |
| 003       | 01    | -1.29  | -0.72  | 7.72      | -0.0103 | 0.0206 | 7.64    | -2.05  | 0.16    | 8.49   | -14.35      |
| 004       | 01    | -0.78  | -0.70  | 10.24     | -0.0103 | 0.0206 | 10.13   | -1.54  | 0.21    | 8.47   | -13.78      |
| 005       | 01    | -0.26  | -0.67  | 12.44     | -0.0103 | 0.0206 | 12.31   | -1.02  | 0.26    | 8.44   | -10.38      |
| 006       | 01    | 0.25   | -0.66  | 13.14     | -0.0103 | 0.0206 | 13.00   | -0.51  | 0.27    | 8.43   | -4.35       |
| 007       | 01    | 0.75   | -0.66  | 13.28     | -0.0103 | 0.0206 | 13.15   | -0.01  | 0.27    | 8.43   | 2.18        |
| 008       | 01    | 1.25   | -0.66  | 13.15     | -0.0103 | 0.0206 | 13.01   | 0.49   | 0.27    | 8.43   | 8.66        |
| 009       | 01    | 1.75   | -0.64  | 12.74     | -0.0103 | 0.0206 | 12.61   | 0.99   | 0.26    | 8.41   | 14.69       |
| 010       | 01    | 2.25   | -0.60  | 12.05     | -0.0103 | 0.0206 | 11.93   | 1.49   | 0.25    | 8.37   | 19.85       |
| 011       | 01    | 2.75   | -0.55  | 11.08     | -0.0103 | 0.0206 | 10.96   | 1.99   | 0.23    | 8.32   | 23.72       |
| 012       | 01    | 3.25   | -0.49  | 9.81      | -0.0103 | 0.0206 | 9.70    | 2.49   | 0.20    | 8.26   | 25.83       |
| 013       | 01    | 3.75   | -0.41  | 8.22      | -0.0103 | 0.0206 | 8.14    | 2.99   | 0.17    | 8.18   | 25.72       |
| 014       | 01    | 4.25   | -0.32  | 6.32      | -0.0103 | 0.0206 | 6.25    | 3.49   | 0.13    | 8.09   | 22.87       |
| 015       | 01    | 4.75   | -0.20  | 4.06      | -0.0103 | 0.0206 | 4.02    | 3.99   | 0.08    | 7.97   | 16.69       |
| 016       | 01    | 5.25   | -0.07  | 1.42      | -0.0103 | 0.0206 | 1.40    | 4.49   | 0.03    | 7.84   | 6.53        |
| 017       | 01    | 5.74   | 3.73   | 69.11     | -0.0103 | 0.0206 | 68.40   | 4.98   | 1.42    | 4.04   | 346.52      |
| 018       | 01    | 6.23   | 3.91   | 65.94     | -0.0103 | 0.0206 | 65.26   | 5.47   | 1.36    | 3.86   | 361.94      |
| 019       | 01    | 6.71   | 4.11   | 62.27     | -0.0103 | 0.0206 | 61.63   | 5.95   | 1.28    | 3.66   | 371.37      |
| 020       | 01    | 7.19   | 4.34   | 58.02     | -0.0103 | 0.0206 | 57.42   | 6.43   | 1.20    | 3.43   | 373.53      |
| 021       | 01    | 7.68   | 4.61   | 53.05     | -0.0103 | 0.0206 | 52.51   | 6.92   | 1.09    | 3.16   | 366.66      |
| 022       | 01    | 8.16   | 4.92   | 47.15     | -0.0103 | 0.0206 | 46.66   | 7.40   | 0.97    | 2.85   | 348.12      |
| 023       | 01    | 8.64   | 5.31   | 39.90     | -0.0103 | 0.0206 | 39.49   | 7.88   | 0.82    | 2.46   | 313.40      |
| 024       | 01    | 9.13   | 5.82   | 30.38     | -0.0103 | 0.0206 | 30.07   | 8.37   | 0.63    | 1.95   | 252.83      |
| 025       | 01    | 9.61   | 6.75   | 12.44     | -0.0103 | 0.0206 | 12.31   | 8.85   | 0.26    | 1.02   | 109.24      |

SOMMA:

2951.08

**SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE**
**Legenda:**

DX = larghezza del concio  
 Q =  $q \cdot DX$  sovraccarico complessivo  
 kv = Coeff. sism. verticale  
 kh = Coeff. sism. orizzontale  
 Fv = Componente verticale  
 Fh = Componente orizzontale  
 dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva  
 dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva  
 Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva  
 Mrib =  $Fv \cdot dx + Fh \cdot dy$

| Concio n. | DX [m] | Q [kN] | kv [-]  | kh [-] | Fv [kN] | dx [m] | Fh [kN] | dy [m] | Mrib [kNm] |
|-----------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|------------|
| 017       | 0.48   | 0.00   | -0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 4.98   | 0.00    | 0.47   | 0.00       |
| 018       | 0.48   | 0.00   | -0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 5.47   | 0.00    | 0.46   | 0.00       |
| 019       | 0.48   | 0.00   | -0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 5.95   | 0.00    | 0.44   | 0.00       |
| 020       | 0.48   | 0.00   | -0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 6.43   | 0.00    | 0.43   | 0.00       |
| 021       | 0.48   | 0.00   | -0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 6.92   | 0.00    | 0.42   | 0.00       |
| 022       | 0.48   | 0.00   | -0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 7.40   | 0.00    | 0.41   | 0.00       |
| 023       | 0.48   | 0.00   | -0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 7.88   | 0.00    | 0.40   | 0.00       |
| 024       | 0.48   | 0.00   | -0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 8.37   | 0.00    | 0.38   | 0.00       |
| 025       | 0.48   | 0.00   | -0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 8.85   | 0.00    | 0.37   | 0.00       |

**SOMMA:**

0.00

**PESI PROPRI MURO, TERRENO SU MURO ED EVENTUALE SOVRACCARICO SU MURO**
**Legenda:**

F = Valore dell'azione  
 kv = Coeff. sism. verticale  
 kh = Coeff. sism. orizzontale  
 Fv = Componente verticale  
 Fh = Componente orizzontale  
 dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva  
 dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva  
 Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva  
 Mrib =  $Fv \cdot dx + Fh \cdot dy$

| Componente        |           | F [kN] | kv [-]  | kh [-] | Fv [kN] | dx [m] | Fh [kN] | dy [m] | Mrib [kNm] |
|-------------------|-----------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|------------|
| Muro:             | Mat. n.01 | 319.00 | -0.0103 | 0.0206 | 315.71  | 1.48   | 6.57    | 5.79   | 505.90     |
| Terr. su muro:    | Area n.01 | 132.00 | -0.0103 | 0.0206 | 130.64  | 3.09   | 2.72    | 5.37   | 418.28     |
| Terr. su muro:    | Area n.02 | 292.40 | -0.0103 | 0.0206 | 289.39  | 2.85   | 6.02    | 2.45   | 838.87     |
| Sovracc. su muro: |           | 0.00   | -0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 2.84   | 0.00    | 0.52   | 0.00       |

**SOMMA:**

1763.05

**CALCOLO MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:**

|   |                      |
|---|----------------------|
| PESI PROPRI DEI CONCI .....                 | 2951.08              |
| SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE .....         | 0.00                 |
| P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO ..... | 1763.05              |
| FORZE E COPPIE ESTERNE .....                | 0.00                 |
| <b>MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:</b>           | <b>4714.13 [kNm]</b> |

**CALCOLO MOMENTO RESISTENTE**
**CARICO AGENTE SUI CONCI SOTTO FONDAZIONE MURO**

| Componente di carico     | Valore | + - kv  | Azione       |
|--------------------------|--------|---------|--------------|
| Muro: Mat. n.01          | 319.00 | -0.0103 | 315.71       |
| Terr. su muro: Area n.01 | 132.00 | -0.0103 | 130.64       |
| Terr. su muro: Area n.02 | 292.40 | -0.0103 | 289.39       |
| Sovracc. su muro:        | 0.00   | -0.0103 | 0.00         |
| Azione totale:           |        |         | 735.75 kN    |
| Larghezza Fondazione:    |        |         | 5.50 m       |
| Carico distribuito:      |        |         | 133.77 kN/m2 |

**RESISTENZE PER ATTRITO E COESIONE LUNGO LA SUPERFICIE DI SCIVOLAMENTO**

(N.B. Dettaglio risultati di calcolo relativi a Fs min = 1.972)

**Legenda:**

- R = Raggio curva circolare di scivolamento
- Dx = Larghezza del concio
- DL = Lunghezza Base inclinata del concio
- Alpha = Inclinazione Base concio
- Phi = Angolo di attrito alla Base
- Coe = Coesione alla Base
- W = Peso del concio (di combinazione)
- Q = Carico aggiuntivo soprastante (di combinazione)
- N = Risultante Normale alla Base del concio
- U = (u\*DL) Sottospinta idrostatica
- Fs = Fattore di sicurezza minimo a convergenza (Fs min = 1.972)

$$M\_alpha = \cos(\alpha) * (1 + \frac{\tan(\Phi) * \tan(\alpha)}{F_s})$$

$$N = [ (W + Q) - \frac{DL * \sin(\alpha)}{F_s} * (coe - u * \tan(\Phi)) ] / M\_alpha$$

Mstab = Momento (Resistenza) Stabilizzante rispetto al centro della curva

$$M\_Stab = [ (N - u*DL) * \tan(\Phi) + Coe*DL ] * R$$

| Concio n. | Dx [m] | DL [m] | Alpha [°] | Phi [°] | Coe [kN/m2] | W [kN] | Q [kN] | N [kN] | U [kN] | Mstab [kNm] |
|-----------|--------|--------|-----------|---------|-------------|--------|--------|--------|--------|-------------|
| 001       | 0.52   | 0.55   | -19.85    | 38.00   | 0.00        | 1.67   | 0.00   | 2.07   | 0.00   | 14.71       |
| 002       | 0.52   | 0.54   | -16.42    | 38.00   | 0.00        | 4.83   | 0.00   | 5.70   | 0.00   | 40.52       |
| 003       | 0.52   | 0.53   | -13.05    | 38.00   | 0.00        | 7.64   | 0.00   | 8.64   | 0.00   | 61.45       |
| 004       | 0.52   | 0.53   | -9.72     | 38.00   | 0.00        | 10.13  | 0.00   | 11.03  | 0.00   | 78.44       |
| 005       | 0.52   | 0.52   | -6.43     | 38.00   | 0.00        | 12.31  | 0.00   | 12.97  | 0.00   | 92.20       |
| 006       | 0.50   | 0.50   | -3.21     | 38.00   | 0.00        | 13.00  | 66.89  | 81.84  | 0.00   | 581.94      |
| 007       | 0.50   | 0.50   | -0.06     | 38.00   | 0.00        | 13.15  | 66.89  | 80.07  | 0.00   | 569.35      |
| 008       | 0.50   | 0.50   | 3.09      | 38.00   | 0.00        | 13.01  | 66.89  | 78.34  | 0.00   | 557.10      |
| 009       | 0.50   | 0.50   | 6.25      | 38.00   | 0.00        | 12.61  | 66.89  | 76.65  | 0.00   | 545.04      |
| 010       | 0.50   | 0.51   | 9.43      | 38.00   | 0.00        | 11.93  | 66.89  | 74.96  | 0.00   | 533.06      |
| 011       | 0.50   | 0.51   | 12.63     | 38.00   | 0.00        | 10.96  | 66.89  | 73.27  | 0.00   | 521.05      |
| 012       | 0.50   | 0.52   | 15.88     | 38.00   | 0.00        | 9.70   | 66.89  | 71.56  | 0.00   | 508.89      |
| 013       | 0.50   | 0.53   | 19.19     | 38.00   | 0.00        | 8.14   | 66.89  | 69.81  | 0.00   | 496.44      |
| 014       | 0.50   | 0.54   | 22.56     | 38.00   | 0.00        | 6.25   | 66.89  | 68.00  | 0.00   | 483.58      |
| 015       | 0.50   | 0.56   | 26.01     | 38.00   | 0.00        | 4.02   | 66.89  | 66.11  | 0.00   | 470.12      |
| 016       | 0.50   | 0.57   | 29.57     | 38.00   | 0.00        | 1.40   | 66.89  | 64.11  | 0.00   | 455.86      |
| 017       | 0.48   | 0.58   | 33.21     | 38.00   | 0.00        | 68.40  | 0.00   | 64.92  | 0.00   | 461.62      |
| 018       | 0.48   | 0.61   | 36.93     | 38.00   | 0.00        | 65.26  | 0.00   | 62.91  | 0.00   | 447.32      |
| 019       | 0.48   | 0.64   | 40.85     | 38.00   | 0.00        | 61.63  | 0.00   | 60.69  | 0.00   | 431.53      |
| 020       | 0.48   | 0.68   | 45.02     | 38.00   | 0.00        | 57.42  | 0.00   | 58.17  | 0.00   | 413.67      |
| 021       | 0.48   | 0.75   | 49.52     | 38.00   | 0.00        | 52.51  | 0.00   | 55.24  | 0.00   | 392.81      |
| 022       | 0.48   | 0.83   | 54.49     | 38.00   | 0.00        | 46.66  | 0.00   | 51.65  | 0.00   | 367.31      |
| 023       | 0.48   | 0.97   | 60.17     | 38.00   | 0.00        | 39.49  | 0.00   | 46.95  | 0.00   | 333.88      |
| 024       | 0.48   | 1.25   | 67.16     | 38.00   | 0.00        | 30.07  | 0.00   | 39.91  | 0.00   | 283.83      |
| 025       | 0.48   | 2.63   | 79.39     | 38.00   | 0.00        | 12.31  | 0.00   | 21.47  | 0.00   | 152.64      |

SOMMA: 9294.40

**CALCOLO MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:**

 ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL. .... 9294.40  
 FORZE E COPPIE ESTERNE ..... 0.00

MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE: 9294.40 [kNm]

FATTORE DI SICUREZZA: Fs = MSTAB/MRIB = 1.972

Verifica: Coeff. parz. (NTC18-Tab.6.8.I) [Gamma\_R=1.10] ok

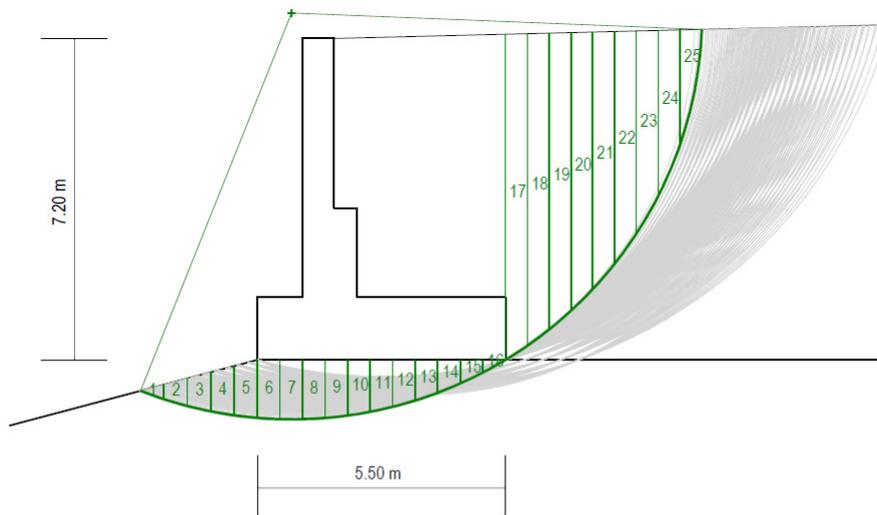


MB Muro Rev 3.03

**PONTE SUL FIUME OGLIO**  
 MURO ANDATORE IN SPONDA SX  
 SEZIONE TIPO 5-5

**COMBINAZIONE DI CARICO N. 5:**  
**Sisma Giu (M1+R3)**

Bishop: Fs min = 1.973

**STRATI DI MONTE**
**STRATO N.1**  
 G = 20.00 kN/m3  
 $\phi' = 38.00^\circ$   
 $c' = 0.00$  kN/m2

**STRATO FONDAZIONE**

 G = 20.00 kN/m3  
 $\phi' = 38.00^\circ$   
 $c' = 0.00$  kN/m2

**DETTAGLI CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA (Metodo di BISHOP)**
**MOMENTO RIBALTANTE TOTALE (Rispetto al centro curva):**

|   |                            |
|---|----------------------------|
| PESI PROPRI DEI CONCI .....                 | 3011.38                    |
| SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE .....         | 0.00                       |
| P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO ..... | 1798.34                    |
| FORZE E COPPIE ESTERNE .....                | 0.00                       |
| <b>MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:</b>           | <b>M_Rib = 4809.72 kNm</b> |

**MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE (Rispetto al centro curva):**

|   |                             |
|---|-----------------------------|
| ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL. .... | 9488.83                     |
| FORZE E COPPIE ESTERNE .....                | 0.00                        |
| RESISTENZA PALI DI FONDAZIONE .....         | 0.00                        |
| RESISTENZA TIRANTI DI ANCORAGGIO .....      | 0.00                        |
| <b>MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:</b>        | <b>M_Stab = 9488.83 kNm</b> |

**VERIFICA:**

|                    |                     |                          |
|--------------------|---------------------|--------------------------|
| Azione:            | M_rib               | 4809.72                  |
| Resistenza:        | M_stab              | 9488.83                  |
| Coeffic. parziale: | R                   | 1.10 (NTC18 - Tab.6.8.I) |
| Verifica:          | Fs = M_Stab / M_Rib | 1.973 ---> ok!           |



\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*  
\*\*\*\* VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE \*\*\*\*  
\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

METODO DI BISHOP:

COMBINAZIONE DI CARICO N. 5: Sisma Giu (M1+R3)

SINTESI ITERAZIONI DI CALCOLO PER LA SUPERFICIE CON Fs minimo

Iterazione n. 01: Fs = 1.735  
Iterazione n. 02: Fs = 1.932  
Iterazione n. 03: Fs = 1.966  
Iterazione n. 04: Fs = 1.972  
Iterazione n. 05: Fs = 1.973  
Iterazione n. 06: Fs = 1.973

Fs a convergenza: Fs = 1.973

Superficie di scivolamento con Fsmin

DETTAGLIO CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA

CALCOLO MOMENTO RIBALTANTE

PESI PROPRI DEI CONCI DI SUDDIVISIONE DELLA MASSA SCIVOLANTE

Legenda:

TR = Tratto di suddivisione verticale del concio  
xg = Ascissa baricentro tratto  
yg = Ordin. baricentro tratto  
kv = Coeff. sism. verticale  
kh = Coeff. sism. orizzontale  
Fv = Componente verticale  
Fh = Componente orizzontale  
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva  
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva  
Mrrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva  
Mrrib = Fv\*dx + Fh\*dy

| Concio n. | TR n. | Xg [m] | Yg [m] | Peso [kN] | kv [-] | kh [-] | Fv [kN] | dx [m] | Fh [kN] | dy [m] | Mrrib [kNm] |
|-----------|-------|--------|--------|-----------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|-------------|
| 001       | 01    | -2.33  | -0.71  | 1.69      | 0.0103 | 0.0206 | 1.70    | -3.09  | 0.03    | 8.48   | -4.97       |
| 002       | 01    | -1.81  | -0.72  | 4.88      | 0.0103 | 0.0206 | 4.93    | -2.57  | 0.10    | 8.49   | -11.82      |
| 003       | 01    | -1.29  | -0.72  | 7.72      | 0.0103 | 0.0206 | 7.80    | -2.05  | 0.16    | 8.49   | -14.68      |
| 004       | 01    | -0.78  | -0.70  | 10.24     | 0.0103 | 0.0206 | 10.35   | -1.54  | 0.21    | 8.47   | -14.11      |
| 005       | 01    | -0.26  | -0.67  | 12.44     | 0.0103 | 0.0206 | 12.57   | -1.02  | 0.26    | 8.44   | -10.64      |
| 006       | 01    | 0.25   | -0.66  | 13.14     | 0.0103 | 0.0206 | 13.27   | -0.51  | 0.27    | 8.43   | -4.49       |
| 007       | 01    | 0.75   | -0.66  | 13.28     | 0.0103 | 0.0206 | 13.42   | -0.01  | 0.27    | 8.43   | 2.17        |
| 008       | 01    | 1.25   | -0.66  | 13.15     | 0.0103 | 0.0206 | 13.29   | 0.49   | 0.27    | 8.43   | 8.79        |
| 009       | 01    | 1.75   | -0.64  | 12.74     | 0.0103 | 0.0206 | 12.87   | 0.99   | 0.26    | 8.41   | 14.95       |
| 010       | 01    | 2.25   | -0.60  | 12.05     | 0.0103 | 0.0206 | 12.18   | 1.49   | 0.25    | 8.37   | 20.22       |
| 011       | 01    | 2.75   | -0.55  | 11.08     | 0.0103 | 0.0206 | 11.19   | 1.99   | 0.23    | 8.32   | 24.17       |
| 012       | 01    | 3.25   | -0.49  | 9.81      | 0.0103 | 0.0206 | 9.91    | 2.49   | 0.20    | 8.26   | 26.34       |
| 013       | 01    | 3.75   | -0.41  | 8.22      | 0.0103 | 0.0206 | 8.31    | 2.99   | 0.17    | 8.18   | 26.23       |
| 014       | 01    | 4.25   | -0.32  | 6.32      | 0.0103 | 0.0206 | 6.38    | 3.49   | 0.13    | 8.09   | 23.32       |
| 015       | 01    | 4.75   | -0.20  | 4.06      | 0.0103 | 0.0206 | 4.10    | 3.99   | 0.08    | 7.97   | 17.02       |
| 016       | 01    | 5.25   | -0.07  | 1.42      | 0.0103 | 0.0206 | 1.43    | 4.49   | 0.03    | 7.84   | 6.67        |
| 017       | 01    | 5.74   | 3.73   | 69.11     | 0.0103 | 0.0206 | 69.82   | 4.98   | 1.42    | 4.04   | 353.61      |
| 018       | 01    | 6.23   | 3.91   | 65.94     | 0.0103 | 0.0206 | 66.62   | 5.47   | 1.36    | 3.86   | 369.36      |
| 019       | 01    | 6.71   | 4.11   | 62.27     | 0.0103 | 0.0206 | 62.91   | 5.95   | 1.28    | 3.66   | 379.00      |
| 020       | 01    | 7.19   | 4.34   | 58.02     | 0.0103 | 0.0206 | 58.62   | 6.43   | 1.20    | 3.43   | 381.22      |
| 021       | 01    | 7.68   | 4.61   | 53.05     | 0.0103 | 0.0206 | 53.60   | 6.92   | 1.09    | 3.16   | 374.22      |
| 022       | 01    | 8.16   | 4.92   | 47.15     | 0.0103 | 0.0206 | 47.63   | 7.40   | 0.97    | 2.85   | 355.30      |
| 023       | 01    | 8.64   | 5.31   | 39.90     | 0.0103 | 0.0206 | 40.31   | 7.88   | 0.82    | 2.46   | 319.89      |
| 024       | 01    | 9.13   | 5.82   | 30.38     | 0.0103 | 0.0206 | 30.69   | 8.37   | 0.63    | 1.95   | 258.07      |
| 025       | 01    | 9.61   | 6.75   | 12.44     | 0.0103 | 0.0206 | 12.57   | 8.85   | 0.26    | 1.02   | 111.51      |

SOMMA:

3011.38

**SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE**
**Legenda:**

DX = larghezza del concio  
 Q = q\*DX sovraccarico complessivo  
 kv = Coeff. sism. verticale  
 kh = Coeff. sism. orizzontale  
 Fv = Componente verticale  
 Fh = Componente orizzontale  
 dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva  
 dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva  
 Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva  
 Mrib = Fv\*dx + Fh\*dy

| Concio n. | DX [m] | Q [kN] | kv [-] | kh [-] | Fv [kN] | dx [m] | Fh [kN] | dy [m] | Mrib [kNm] |
|-----------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|------------|
| 017       | 0.48   | 0.00   | 0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 4.98   | 0.00    | 0.47   | 0.00       |
| 018       | 0.48   | 0.00   | 0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 5.47   | 0.00    | 0.46   | 0.00       |
| 019       | 0.48   | 0.00   | 0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 5.95   | 0.00    | 0.44   | 0.00       |
| 020       | 0.48   | 0.00   | 0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 6.43   | 0.00    | 0.43   | 0.00       |
| 021       | 0.48   | 0.00   | 0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 6.92   | 0.00    | 0.42   | 0.00       |
| 022       | 0.48   | 0.00   | 0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 7.40   | 0.00    | 0.41   | 0.00       |
| 023       | 0.48   | 0.00   | 0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 7.88   | 0.00    | 0.40   | 0.00       |
| 024       | 0.48   | 0.00   | 0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 8.37   | 0.00    | 0.38   | 0.00       |
| 025       | 0.48   | 0.00   | 0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 8.85   | 0.00    | 0.37   | 0.00       |

SOMMA:

0.00

**PESI PROPRI MURO, TERRENO SU MURO ED EVENTUALE SOVRACCARICO SU MURO**
**Legenda:**

F = Valore dell'azione  
 kv = Coeff. sism. verticale  
 kh = Coeff. sism. orizzontale  
 Fv = Componente verticale  
 Fh = Componente orizzontale  
 dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva  
 dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva  
 Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva  
 Mrib = Fv\*dx + Fh\*dy

| Componente        |           | F [kN] | kv [-] | kh [-] | Fv [kN] | dx [m] | Fh [kN] | dy [m] | Mrib [kNm] |
|-------------------|-----------|--------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|------------|
| Muro:             | Mat. n.01 | 319.00 | 0.0103 | 0.0206 | 322.29  | 1.48   | 6.57    | 5.79   | 515.64     |
| Terr. su muro:    | Area n.01 | 132.00 | 0.0103 | 0.0206 | 133.36  | 3.09   | 2.72    | 5.37   | 426.68     |
| Terr. su muro:    | Area n.02 | 292.40 | 0.0103 | 0.0206 | 295.42  | 2.85   | 6.02    | 2.45   | 856.02     |
| Sovracc. su muro: |           | 0.00   | 0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 2.84   | 0.00    | 0.52   | 0.00       |

SOMMA:

1798.34

**CALCOLO MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:**

|   |                      |
|---|----------------------|
| PESI PROPRI DEI CONCI .....                 | 3011.38              |
| SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE .....         | 0.00                 |
| P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO ..... | 1798.34              |
| FORZE E COPPIE ESTERNE .....                | 0.00                 |
| <b>MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:</b>           | <b>4809.72 [kNm]</b> |

**CALCOLO MOMENTO RESISTENTE**
**CARICO AGENTE SUI CONCI SOTTO FONDAZIONE MURO**

| Componente di carico     | Valore | + - kv  | Azione       |
|--------------------------|--------|---------|--------------|
| Muro: Mat. n.01          | 319.00 | +0.0103 | 322.29       |
| Terr. su muro: Area n.01 | 132.00 | +0.0103 | 133.36       |
| Terr. su muro: Area n.02 | 292.40 | +0.0103 | 295.42       |
| Sovracc. su muro:        | 0.00   | +0.0103 | 0.00         |
| Azione totale:           |        |         | 751.06 kN    |
| Larghezza Fondazione:    |        |         | 5.50 m       |
| Carico distribuito:      |        |         | 136.56 kN/m2 |

**RESISTENZE PER ATTRITO E COESIONE LUNGO LA SUPERFICIE DI SCIVOLAMENTO**

(N.B. Dettaglio risultati di calcolo relativi a Fs min = 1.973)

**Legenda:**

- R = Raggio curva circolare di scivolamento
- Dx = Larghezza del concio
- DL = Lunghezza Base inclinata del concio
- Alpha = Inclinazione Base concio
- Phi = Angolo di attrito alla Base
- Coe = Coesione alla Base
- W = Peso del concio (di combinazione)
- Q = Carico aggiuntivo soprastante (di combinazione)
- N = Risultante Normale alla Base del concio
- U = (u\*DL) Sottospinta idrostatica
- Fs = Fattore di sicurezza minimo a convergenza (Fs min = 1.973)

$$M\_alpha = \cos(\alpha) * (1 + \frac{\tan(\Phi) * \tan(\alpha)}{F_s})$$

$$N = [ (W + Q) - \frac{DL * \sin(\alpha)}{F_s} * (coe - u * \tan(\Phi)) ] / M\_alpha$$

Mstab = Momento (Resistenza) Stabilizzante rispetto al centro della curva

$$M\_Stab = [ (N - u*DL) * \tan(\Phi) + Coe*DL ] * R$$

| Concio n.     | Dx [m] | DL [m] | Alpha [°] | Phi [°] | Coe [kN/m2] | W [kN] | Q [kN] | N [kN] | U [kN] | Mstab [kNm]    |
|---------------|--------|--------|-----------|---------|-------------|--------|--------|--------|--------|----------------|
| 001           | 0.52   | 0.55   | -19.85    | 38.00   | 0.00        | 1.70   | 0.00   | 2.11   | 0.00   | 15.02          |
| 002           | 0.52   | 0.54   | -16.42    | 38.00   | 0.00        | 4.93   | 0.00   | 5.82   | 0.00   | 41.36          |
| 003           | 0.52   | 0.53   | -13.05    | 38.00   | 0.00        | 7.80   | 0.00   | 8.82   | 0.00   | 62.72          |
| 004           | 0.52   | 0.53   | -9.72     | 38.00   | 0.00        | 10.35  | 0.00   | 11.26  | 0.00   | 80.07          |
| 005           | 0.52   | 0.52   | -6.43     | 38.00   | 0.00        | 12.57  | 0.00   | 13.24  | 0.00   | 94.12          |
| 006           | 0.50   | 0.50   | -3.21     | 38.00   | 0.00        | 13.27  | 68.28  | 83.54  | 0.00   | 594.04         |
| 007           | 0.50   | 0.50   | -0.06     | 38.00   | 0.00        | 13.42  | 68.28  | 81.73  | 0.00   | 581.21         |
| 008           | 0.50   | 0.50   | 3.09      | 38.00   | 0.00        | 13.29  | 68.28  | 79.97  | 0.00   | 568.70         |
| 009           | 0.50   | 0.50   | 6.25      | 38.00   | 0.00        | 12.87  | 68.28  | 78.24  | 0.00   | 556.40         |
| 010           | 0.50   | 0.51   | 9.43      | 38.00   | 0.00        | 12.18  | 68.28  | 76.53  | 0.00   | 544.18         |
| 011           | 0.50   | 0.51   | 12.63     | 38.00   | 0.00        | 11.19  | 68.28  | 74.80  | 0.00   | 531.93         |
| 012           | 0.50   | 0.52   | 15.88     | 38.00   | 0.00        | 9.91   | 68.28  | 73.06  | 0.00   | 519.51         |
| 013           | 0.50   | 0.53   | 19.19     | 38.00   | 0.00        | 8.31   | 68.28  | 71.27  | 0.00   | 506.82         |
| 014           | 0.50   | 0.54   | 22.56     | 38.00   | 0.00        | 6.38   | 68.28  | 69.43  | 0.00   | 493.69         |
| 015           | 0.50   | 0.56   | 26.01     | 38.00   | 0.00        | 4.10   | 68.28  | 67.49  | 0.00   | 479.96         |
| 016           | 0.50   | 0.57   | 29.57     | 38.00   | 0.00        | 1.43   | 68.28  | 65.45  | 0.00   | 465.41         |
| 017           | 0.48   | 0.58   | 33.21     | 38.00   | 0.00        | 69.82  | 0.00   | 66.28  | 0.00   | 471.29         |
| 018           | 0.48   | 0.61   | 36.93     | 38.00   | 0.00        | 66.62  | 0.00   | 64.22  | 0.00   | 456.70         |
| 019           | 0.48   | 0.64   | 40.85     | 38.00   | 0.00        | 62.91  | 0.00   | 61.96  | 0.00   | 440.59         |
| 020           | 0.48   | 0.68   | 45.02     | 38.00   | 0.00        | 58.62  | 0.00   | 59.40  | 0.00   | 422.36         |
| 021           | 0.48   | 0.75   | 49.52     | 38.00   | 0.00        | 53.60  | 0.00   | 56.40  | 0.00   | 401.07         |
| 022           | 0.48   | 0.83   | 54.49     | 38.00   | 0.00        | 47.63  | 0.00   | 52.74  | 0.00   | 375.05         |
| 023           | 0.48   | 0.97   | 60.17     | 38.00   | 0.00        | 40.31  | 0.00   | 47.94  | 0.00   | 340.92         |
| 024           | 0.48   | 1.25   | 67.16     | 38.00   | 0.00        | 30.69  | 0.00   | 40.76  | 0.00   | 289.83         |
| 025           | 0.48   | 2.63   | 79.39     | 38.00   | 0.00        | 12.57  | 0.00   | 21.92  | 0.00   | 155.89         |
| <b>SOMMA:</b> |        |        |           |         |             |        |        |        |        | <b>9488.83</b> |

**CALCOLO MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:**

|   |                      |
|---|----------------------|
| ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL. ....             | 9488.83              |
| FORZE E COPPIE ESTERNE .....                            | 0.00                 |
| <b>MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:</b>                    | <b>9488.83 [kNm]</b> |
| <b>FATTORE DI SICUREZZA: Fs = MSTAB/MRIB =</b>          | <b>1.973</b>         |
| Verifica: Coeff. parz. (NTC18-Tab.6.8.I) [Gamma_R=1.10] | ok                   |



**ALLEGATO N. 2.6**  
**SEZIONE TIPO 6**  
**VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE**

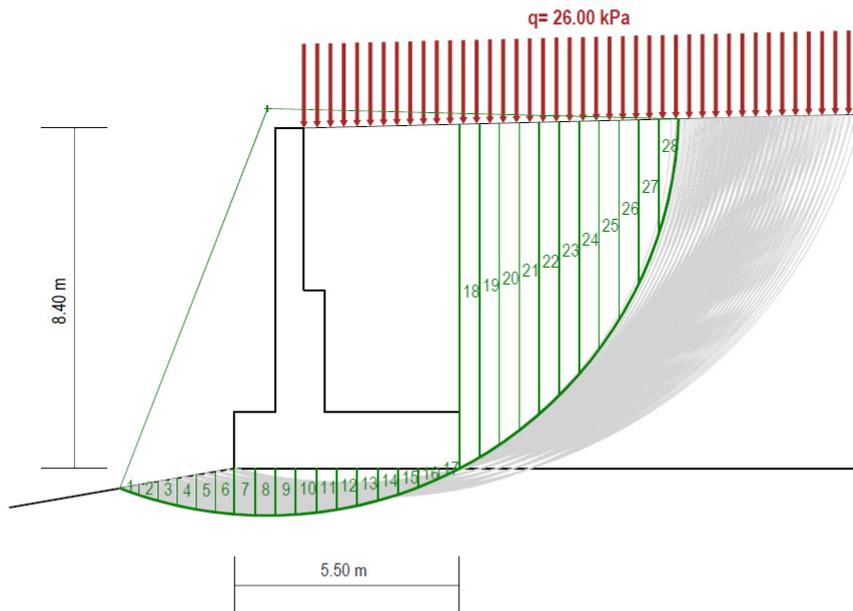


MB Muro Rev 3.03

**PONTE SUL FIUME OGLIO**  
MURO ANDATORE IN SPONDA SX  
SEZIONE TIPO 6-6

**COMBINAZIONE DI CARICO N. 2:**  
Statica (A2+M2+R2)  
Bishop: Fs min = 1.519

**STRATI DI MONTE**  
STRATO N.1  
G = 20.00 kN/m<sup>3</sup>  
φ' = 32.01 °  
c' = 0.00 kN/m<sup>2</sup>



**STRATO FONDAZIONE**  
G = 20.00 kN/m<sup>3</sup>  
φ' = 32.01 °  
c' = 0.00 kN/m<sup>2</sup>

**DETTAGLI CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA (Metodo di BISHOP)**

**MOMENTO RIBALTANTE TOTALE (Rispetto al centro curva):**

|                                       |                            |
|---------------------------------------|----------------------------|
| PESI PROPRI DEI CONCI                 | 4438.20                    |
| SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE         | 1024.28                    |
| P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO | 2220.42                    |
| FORZE E COPPIE ESTERNE                | 0.00                       |
| <b>MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:</b>     | <b>M_Rib = 7682.91 kNm</b> |

**MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE (Rispetto al centro curva):**

|  |                              |
|--|------------------------------|
| ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL. | 11669.98                     |
| FORZE E COPPIE ESTERNE                 | 0.00                         |
| RESISTENZA PALI DI FONDAZIONE          | 0.00                         |
| RESISTENZA TIRANTI DI ANCORAGGIO       | 0.00                         |
| <b>MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:</b>   | <b>M_Stab = 11669.98 kNm</b> |

**VERIFICA:**

|                    |                     |                          |
|--------------------|---------------------|--------------------------|
| Azione:            | M_rib               | 7682.91                  |
| Resistenza:        | M_stab              | 11669.98                 |
| Coeffic. parziale: | R                   | 1.10 (NTC18 - Tab.6.8.I) |
| Verifica:          | Fs = M_Stab / M_Rib | 1.519 ---> ok!           |



\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*  
\*\*\*\* VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE \*\*\*\*  
\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

METODO DI BISHOP:

COMBINAZIONE DI CARICO N. 2: Statica (A2 +M2+R2)

SINTESI ITERAZIONI DI CALCOLO PER LA SUPERFICIE CON Fs minimo

Iterazione n. 01: Fs = 1.398  
Iterazione n. 02: Fs = 1.496  
Iterazione n. 03: Fs = 1.515  
Iterazione n. 04: Fs = 1.518  
Iterazione n. 05: Fs = 1.519  
Iterazione n. 06: Fs = 1.519

Fs a convergenza: Fs = 1.519

Superficie di scivolamento con Fsmin

DETTAGLIO CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA

CALCOLO MOMENTO RIBALTANTE

PESI PROPRI DEI CONCI DI SUDDIVISIONE DELLA MASSA SCIVOLANTE

Legenda:

TR = Tratto di suddivisione verticale del concio  
xg = Ascissa baricentro tratto  
yg = Ordin. baricentro tratto  
kv = Coeff. sism. verticale  
kh = Coeff. sism. orizzontale  
Fv = Componente verticale  
Fh = Componente orizzontale  
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva  
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva  
Mrrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva  
Mrrib = Fv\*dx + Fh\*dy

| Concio n. | TR n. | Xg [m] | Yg [m] | Peso [kN] | kv [-] | kh [-] | Fv [kN] | dx [m] | Fh [kN] | dy [m] | Mrrib [kNm] |
|-----------|-------|--------|--------|-----------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|-------------|
| 001       | 01    | -2.56  | -0.51  | 1.16      | 0.0000 | 0.0000 | 1.16    | -3.37  | 0.00    | 9.39   | -3.90       |
| 002       | 01    | -2.10  | -0.55  | 3.35      | 0.0000 | 0.0000 | 3.35    | -2.91  | 0.00    | 9.43   | -9.75       |
| 003       | 01    | -1.63  | -0.57  | 5.32      | 0.0000 | 0.0000 | 5.32    | -2.44  | 0.00    | 9.45   | -12.98      |
| 004       | 01    | -1.16  | -0.58  | 7.06      | 0.0000 | 0.0000 | 7.06    | -1.97  | 0.00    | 9.46   | -13.95      |
| 005       | 01    | -0.70  | -0.58  | 8.60      | 0.0000 | 0.0000 | 8.60    | -1.51  | 0.00    | 9.46   | -12.97      |
| 006       | 01    | -0.23  | -0.57  | 9.92      | 0.0000 | 0.0000 | 9.92    | -1.04  | 0.00    | 9.45   | -10.34      |
| 007       | 01    | 0.25   | -0.57  | 11.44     | 0.0000 | 0.0000 | 11.44   | -0.56  | 0.00    | 9.45   | -6.40       |
| 008       | 01    | 0.75   | -0.58  | 11.59     | 0.0000 | 0.0000 | 11.59   | -0.06  | 0.00    | 9.46   | -0.70       |
| 009       | 01    | 1.25   | -0.57  | 11.50     | 0.0000 | 0.0000 | 11.50   | 0.44   | 0.00    | 9.45   | 5.06        |
| 010       | 01    | 1.75   | -0.56  | 11.15     | 0.0000 | 0.0000 | 11.15   | 0.94   | 0.00    | 9.44   | 10.48       |
| 011       | 01    | 2.25   | -0.53  | 10.55     | 0.0000 | 0.0000 | 10.55   | 1.44   | 0.00    | 9.41   | 15.20       |
| 012       | 01    | 2.75   | -0.48  | 9.70      | 0.0000 | 0.0000 | 9.70    | 1.94   | 0.00    | 9.36   | 18.82       |
| 013       | 01    | 3.25   | -0.43  | 8.58      | 0.0000 | 0.0000 | 8.58    | 2.44   | 0.00    | 9.31   | 20.94       |
| 014       | 01    | 3.75   | -0.36  | 7.19      | 0.0000 | 0.0000 | 7.19    | 2.94   | 0.00    | 9.24   | 21.14       |
| 015       | 01    | 4.25   | -0.28  | 5.51      | 0.0000 | 0.0000 | 5.51    | 3.44   | 0.00    | 9.16   | 18.96       |
| 016       | 01    | 4.75   | -0.18  | 3.53      | 0.0000 | 0.0000 | 3.53    | 3.94   | 0.00    | 9.06   | 13.92       |
| 017       | 01    | 5.25   | -0.06  | 1.23      | 0.0000 | 0.0000 | 1.23    | 4.44   | 0.00    | 8.94   | 5.47        |
| 018       | 01    | 5.74   | 4.32   | 81.35     | 0.0000 | 0.0000 | 81.35   | 4.93   | 0.00    | 4.56   | 401.29      |
| 019       | 01    | 6.23   | 4.47   | 78.61     | 0.0000 | 0.0000 | 78.61   | 5.42   | 0.00    | 4.41   | 426.04      |
| 020       | 01    | 6.72   | 4.64   | 75.49     | 0.0000 | 0.0000 | 75.49   | 5.91   | 0.00    | 4.24   | 445.84      |
| 021       | 01    | 7.20   | 4.84   | 71.94     | 0.0000 | 0.0000 | 71.94   | 6.39   | 0.00    | 4.04   | 459.83      |
| 022       | 01    | 7.69   | 5.06   | 67.88     | 0.0000 | 0.0000 | 67.88   | 6.88   | 0.00    | 3.82   | 466.88      |
| 023       | 01    | 8.17   | 5.31   | 63.21     | 0.0000 | 0.0000 | 63.21   | 7.36   | 0.00    | 3.57   | 465.55      |
| 024       | 01    | 8.66   | 5.60   | 57.81     | 0.0000 | 0.0000 | 57.81   | 7.85   | 0.00    | 3.28   | 453.84      |
| 025       | 01    | 9.15   | 5.94   | 51.42     | 0.0000 | 0.0000 | 51.42   | 8.34   | 0.00    | 2.94   | 428.72      |
| 026       | 01    | 9.63   | 6.36   | 43.63     | 0.0000 | 0.0000 | 43.63   | 8.82   | 0.00    | 2.52   | 384.98      |
| 027       | 01    | 10.12  | 6.89   | 33.43     | 0.0000 | 0.0000 | 33.43   | 9.31   | 0.00    | 1.99   | 311.27      |
| 028       | 01    | 10.61  | 7.91   | 13.78     | 0.0000 | 0.0000 | 13.78   | 9.80   | 0.00    | 0.97   | 134.97      |

SOMMA:

4438.20

**SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE**
**Legenda:**

DX = larghezza del concio  
 Q = q\*DX sovraccarico complessivo  
 kv = Coeff. sism. verticale  
 kh = Coeff. sism. orizzontale  
 Fv = Componente verticale  
 Fh = Componente orizzontale  
 dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva  
 dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva  
 Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva  
 Mrib = Fv\*dx + Fh\*dy

| Concio n. | DX [m] | Q [kN] | kv [-] | kh [-] | Fv [kN] | dx [m] | Fh [kN] | dy [m] | Mrib [kNm] |
|-----------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|------------|
| 018       | 0.49   | 12.64  | 0.0000 | 0.0000 | 12.64   | 4.93   | 0.00    | 0.38   | 62.37      |
| 019       | 0.49   | 12.64  | 0.0000 | 0.0000 | 12.64   | 5.42   | 0.00    | 0.37   | 68.52      |
| 020       | 0.49   | 12.64  | 0.0000 | 0.0000 | 12.64   | 5.91   | 0.00    | 0.35   | 74.67      |
| 021       | 0.49   | 12.64  | 0.0000 | 0.0000 | 12.64   | 6.39   | 0.00    | 0.34   | 80.82      |
| 022       | 0.49   | 12.64  | 0.0000 | 0.0000 | 12.64   | 6.88   | 0.00    | 0.33   | 86.97      |
| 023       | 0.49   | 12.64  | 0.0000 | 0.0000 | 12.64   | 7.36   | 0.00    | 0.32   | 93.12      |
| 024       | 0.49   | 12.64  | 0.0000 | 0.0000 | 12.64   | 7.85   | 0.00    | 0.31   | 99.27      |
| 025       | 0.49   | 12.64  | 0.0000 | 0.0000 | 12.64   | 8.34   | 0.00    | 0.29   | 105.41     |
| 026       | 0.49   | 12.64  | 0.0000 | 0.0000 | 12.64   | 8.82   | 0.00    | 0.28   | 111.56     |
| 027       | 0.49   | 12.64  | 0.0000 | 0.0000 | 12.64   | 9.31   | 0.00    | 0.27   | 117.71     |
| 028       | 0.49   | 12.64  | 0.0000 | 0.0000 | 12.64   | 9.80   | 0.00    | 0.26   | 123.86     |

SOMMA: 1024.28

**PESI PROPRI MURO, TERRENO SU MURO ED EVENTUALE SOVRACCARICO SU MURO**
**Legenda:**

F = Valore dell'azione  
 kv = Coeff. sism. verticale  
 kh = Coeff. sism. orizzontale  
 Fv = Componente verticale  
 Fh = Componente orizzontale  
 dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva  
 dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva  
 Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva  
 Mrib = Fv\*dx + Fh\*dy

| Componente        |           | F [kN] | kv [-] | kh [-] | Fv [kN] | dx [m] | Fh [kN] | dy [m] | Mrib [kNm] |
|-------------------|-----------|--------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|------------|
| Muro:             | Mat. n.01 | 352.50 | 0.0000 | 0.0000 | 352.50  | 1.37   | 0.00    | 6.49   | 482.35     |
| Terr. su muro:    | Area n.01 | 198.00 | 0.0000 | 0.0000 | 198.00  | 3.04   | 0.00    | 5.98   | 601.92     |
| Terr. su muro:    | Area n.02 | 307.60 | 0.0000 | 0.0000 | 307.60  | 2.80   | 0.00    | 2.46   | 860.50     |
| Sovracc. su muro: |           | 98.80  | 0.0000 | 0.0000 | 98.80   | 2.79   | 0.00    | 0.43   | 275.65     |

SOMMA: 2220.42

**CALCOLO MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:**

|                                       |                      |
|---------------------------------------|----------------------|
| PESI PROPRI DEI CONCI                 | 4438.20              |
| SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE         | 1024.28              |
| P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO | 2220.42              |
| FORZE E COPPIE ESTERNE                | 0.00                 |
| <b>MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:</b>     | <b>7682.91 [kNm]</b> |

**CALCOLO MOMENTO RESISTENTE**
**CARICO AGENTE SUI CONCI SOTTO FONDAZIONE MURO**

| Componente di carico  | Mat. n.   | Valore | + - kv | Azione       |
|-----------------------|-----------|--------|--------|--------------|
| Muro:                 | n.01      | 352.50 | 0.0000 | 352.50       |
| Terr. su muro:        | Area n.01 | 198.00 | 0.0000 | 198.00       |
| Terr. su muro:        | Area n.02 | 307.60 | 0.0000 | 307.60       |
| Sovracc. su muro:     |           | 98.80  | 0.0000 | 98.80        |
| Azione totale:        |           |        |        | 956.90 kN    |
| Larghezza Fondazione: |           |        |        | 5.50 m       |
| Carico distribuito:   |           |        |        | 173.98 kN/m2 |

**RESISTENZE PER ATTRITO E COESIONE LUNGO LA SUPERFICIE DI SCIVOLAMENTO**

(N.B. Dettaglio risultati di calcolo relativi a Fs min = 1.519)

**Legenda:**

- R = Raggio curva circolare di scivolamento
- Dx = Larghezza del concio
- DL = Lunghezza Base inclinata del concio
- Alpha = Inclinazione Base concio
- Phi = Angolo di attrito alla Base
- Coe = Coesione alla Base
- W = Peso del concio (di combinazione)
- Q = Carico aggiuntivo soprastante (di combinazione)
- N = Risultante Normale alla Base del concio
- U = (u\*DL) Sottospinta idrostatica
- Fs = Fattore di sicurezza minimo a convergenza (Fs min = 1.519)

$$M\_alpha = \cos(\alpha) * (1 + \frac{\tan(\Phi) * \operatorname{tg}(\alpha)}{F_s})$$

$$N = [ (W + Q) - \frac{DL * \sin(\alpha)}{F_s} * (coe - u * \tan(\Phi)) ] / M\_alpha$$

Mstab = Momento (Resistenza) Stabilizzante rispetto al centro della curva

$$M\_Stab = [ (N - u*DL) * \tan(\Phi) + Coe*DL ] * R$$

| Concio n. | Dx [m] | DL [m] | Alpha [°] | Phi [°] | Coe [kN/m2] | W [kN] | Q [kN] | N [kN] | U [kN] | Mstab [kNm] |
|-----------|--------|--------|-----------|---------|-------------|--------|--------|--------|--------|-------------|
| 001       | 0.47   | 0.49   | -19.63    | 32.01   | 0.00        | 1.16   | 0.00   | 1.44   | 0.00   | 9.04        |
| 002       | 0.47   | 0.49   | -16.83    | 32.01   | 0.00        | 3.35   | 0.00   | 4.00   | 0.00   | 25.11       |
| 003       | 0.47   | 0.48   | -14.07    | 32.01   | 0.00        | 5.32   | 0.00   | 6.11   | 0.00   | 38.38       |
| 004       | 0.47   | 0.48   | -11.34    | 32.01   | 0.00        | 7.06   | 0.00   | 7.85   | 0.00   | 49.29       |
| 005       | 0.47   | 0.47   | -8.64     | 32.01   | 0.00        | 8.60   | 0.00   | 9.27   | 0.00   | 58.21       |
| 006       | 0.47   | 0.47   | -5.96     | 32.01   | 0.00        | 9.92   | 0.00   | 10.42  | 0.00   | 65.40       |
| 007       | 0.50   | 0.50   | -3.20     | 32.01   | 0.00        | 11.44  | 86.99  | 100.90 | 0.00   | 633.33      |
| 008       | 0.50   | 0.50   | -0.34     | 32.01   | 0.00        | 11.59  | 86.99  | 98.83  | 0.00   | 620.32      |
| 009       | 0.50   | 0.50   | 2.51      | 32.01   | 0.00        | 11.50  | 86.99  | 96.84  | 0.00   | 607.82      |
| 010       | 0.50   | 0.50   | 5.37      | 32.01   | 0.00        | 11.15  | 86.99  | 94.90  | 0.00   | 595.70      |
| 011       | 0.50   | 0.51   | 8.25      | 32.01   | 0.00        | 10.55  | 86.99  | 93.02  | 0.00   | 583.86      |
| 012       | 0.50   | 0.51   | 11.14     | 32.01   | 0.00        | 9.70   | 86.99  | 91.16  | 0.00   | 572.21      |
| 013       | 0.50   | 0.52   | 14.07     | 32.01   | 0.00        | 8.58   | 86.99  | 89.32  | 0.00   | 560.64      |
| 014       | 0.50   | 0.52   | 17.03     | 32.01   | 0.00        | 7.19   | 86.99  | 87.48  | 0.00   | 549.07      |
| 015       | 0.50   | 0.53   | 20.04     | 32.01   | 0.00        | 5.51   | 86.99  | 85.62  | 0.00   | 537.40      |
| 016       | 0.50   | 0.54   | 23.11     | 32.01   | 0.00        | 3.53   | 86.99  | 83.72  | 0.00   | 525.52      |
| 017       | 0.50   | 0.56   | 26.25     | 32.01   | 0.00        | 1.23   | 86.99  | 81.78  | 0.00   | 513.30      |
| 018       | 0.49   | 0.56   | 29.43     | 32.01   | 0.00        | 81.35  | 12.64  | 87.59  | 0.00   | 549.77      |
| 019       | 0.49   | 0.58   | 32.68     | 32.01   | 0.00        | 78.61  | 12.64  | 85.78  | 0.00   | 538.42      |
| 020       | 0.49   | 0.60   | 36.04     | 32.01   | 0.00        | 75.49  | 12.64  | 83.89  | 0.00   | 526.55      |
| 021       | 0.49   | 0.63   | 39.55     | 32.01   | 0.00        | 71.94  | 12.64  | 81.88  | 0.00   | 513.94      |
| 022       | 0.49   | 0.67   | 43.26     | 32.01   | 0.00        | 67.88  | 12.64  | 79.71  | 0.00   | 500.31      |
| 023       | 0.49   | 0.72   | 47.21     | 32.01   | 0.00        | 63.21  | 12.64  | 77.31  | 0.00   | 485.26      |
| 024       | 0.49   | 0.78   | 51.48     | 32.01   | 0.00        | 57.81  | 12.64  | 74.58  | 0.00   | 468.11      |
| 025       | 0.49   | 0.87   | 56.20     | 32.01   | 0.00        | 51.42  | 12.64  | 71.33  | 0.00   | 447.73      |
| 026       | 0.49   | 1.02   | 61.61     | 32.01   | 0.00        | 43.63  | 12.64  | 67.21  | 0.00   | 421.85      |
| 027       | 0.49   | 1.31   | 68.29     | 32.01   | 0.00        | 33.43  | 12.64  | 61.26  | 0.00   | 384.52      |
| 028       | 0.49   | 2.89   | 80.30     | 32.01   | 0.00        | 13.78  | 12.64  | 46.03  | 0.00   | 288.93      |

SOMMA:

11669.98

**CALCOLO MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:**

|   |                       |
|---|-----------------------|
| ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL. .... | 11669.98              |
| FORZE E COPPIE ESTERNE .....                | 0.00                  |
| <b>MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:</b>        | <b>11669.98 [kNm]</b> |

 FATTORE DI SICUREZZA: Fs = MSTAB/MRIB = 1.519  
 Verifica: Coeff. parz. (NTC18-Tab.6.8.I) [Gamma\_R=1.10] ok



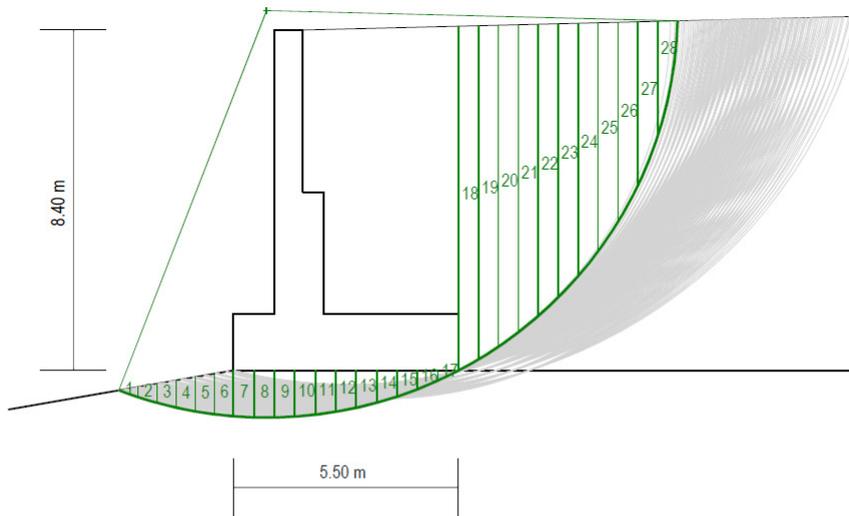
MB Muro Rev 3.03

**PONTE SUL FIUME OGLIO**  
MURO ANDATORE IN SPONDA SX  
SEZIONE TIPO 6-6

**COMBINAZIONE DI CARICO N. 4:**  
**Sisma Su (M1+R3)**  
Bishop: Fs min = 1.936

**STRATI DI MONTE**

STRATO N.1  
G = 20.00 kN/m3  
 $\phi' = 38.00^\circ$   
 $c' = 0.00$  kN/m2



**STRATO FONDAZIONE**

G = 20.00 kN/m3  
 $\phi' = 38.00^\circ$   
 $c' = 0.00$  kN/m2

**DETTAGLI CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA (Metodo di BISHOP)**

**MOMENTO RIBALTANTE TOTALE (Rispetto al centro curva):**

|   |                            |
|---|----------------------------|
| PESI PROPRI DEI CONCI .....                 | 4465.41                    |
| SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE .....         | 0.00                       |
| P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO ..... | 2011.80                    |
| FORZE E COPPIE ESTERNE .....                | 0.00                       |
| <b>MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:</b>           | <b>M_Rib = 6477.20 kNm</b> |

**MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE (Rispetto al centro curva):**

|   |                              |
|---|------------------------------|
| ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL. .... | 12542.65                     |
| FORZE E COPPIE ESTERNE .....                | 0.00                         |
| RESISTENZA PALI DI FONDAZIONE .....         | 0.00                         |
| RESISTENZA TIRANTI DI ANCORAGGIO .....      | 0.00                         |
| <b>MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:</b>        | <b>M_Stab = 12542.65 kNm</b> |

**VERIFICA:**

|                    |                     |                          |
|--------------------|---------------------|--------------------------|
| Azione:            | M_rib               | 6477.20                  |
| Resistenza:        | M_stab              | 12542.65                 |
| Coeffic. parziale: | R                   | 1.10 (NTC18 - Tab.6.8.I) |
| Verifica:          | Fs = M_Stab / M_Rib | 1.936 ---> ok!           |



\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*  
\*\*\*\* VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE \*\*\*\*  
\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

METODO DI BISHOP:

COMBINAZIONE DI CARICO N. 4: Sisma Su (M1+R3)

SINTESI ITERAZIONI DI CALCOLO PER LA SUPERFICIE CON Fs minimo

Iterazione n. 01: Fs = 1.702  
Iterazione n. 02: Fs = 1.894  
Iterazione n. 03: Fs = 1.929  
Iterazione n. 04: Fs = 1.935  
Iterazione n. 05: Fs = 1.936  
Iterazione n. 06: Fs = 1.936

Fs a convergenza: Fs = 1.936

Superficie di scivolamento con Fsmin

DETTAGLIO CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA

CALCOLO MOMENTO RIBALTANTE

PESI PROPRI DEI CONCI DI SUDDIVISIONE DELLA MASSA SCIVOLANTE

Legenda:

TR = Tratto di suddivisione verticale del concio  
xg = Ascissa baricentro tratto  
yg = Ordin. baricentro tratto  
kv = Coeff. sism. verticale  
kh = Coeff. sism. orizzontale  
Fv = Componente verticale  
Fh = Componente orizzontale  
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva  
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva  
Mrrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva  
Mrrib = Fv\*dx + Fh\*dy

| Concio n. | TR n. | Xg [m] | Yg [m] | Peso [kN] | kv [-]  | kh [-] | Fv [kN] | dx [m] | Fh [kN] | dy [m] | Mrrib [kNm] |
|-----------|-------|--------|--------|-----------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|-------------|
| 001       | 01    | -2.56  | -0.51  | 1.16      | -0.0103 | 0.0206 | 1.14    | -3.37  | 0.02    | 9.39   | -3.64       |
| 002       | 01    | -2.10  | -0.55  | 3.35      | -0.0103 | 0.0206 | 3.32    | -2.91  | 0.07    | 9.43   | -8.99       |
| 003       | 01    | -1.63  | -0.57  | 5.32      | -0.0103 | 0.0206 | 5.26    | -2.44  | 0.11    | 9.45   | -11.81      |
| 004       | 01    | -1.16  | -0.58  | 7.06      | -0.0103 | 0.0206 | 6.99    | -1.97  | 0.15    | 9.46   | -12.43      |
| 005       | 01    | -0.70  | -0.58  | 8.60      | -0.0103 | 0.0206 | 8.51    | -1.51  | 0.18    | 9.46   | -11.16      |
| 006       | 01    | -0.23  | -0.57  | 9.92      | -0.0103 | 0.0206 | 9.82    | -1.04  | 0.20    | 9.45   | -8.31       |
| 007       | 01    | 0.25   | -0.57  | 11.44     | -0.0103 | 0.0206 | 11.32   | -0.56  | 0.24    | 9.45   | -4.11       |
| 008       | 01    | 0.75   | -0.58  | 11.59     | -0.0103 | 0.0206 | 11.47   | -0.06  | 0.24    | 9.46   | 1.57        |
| 009       | 01    | 1.25   | -0.57  | 11.50     | -0.0103 | 0.0206 | 11.38   | 0.44   | 0.24    | 9.45   | 7.25        |
| 010       | 01    | 1.75   | -0.56  | 11.15     | -0.0103 | 0.0206 | 11.04   | 0.94   | 0.23    | 9.44   | 12.54       |
| 011       | 01    | 2.25   | -0.53  | 10.55     | -0.0103 | 0.0206 | 10.45   | 1.44   | 0.22    | 9.41   | 17.09       |
| 012       | 01    | 2.75   | -0.48  | 9.70      | -0.0103 | 0.0206 | 9.60    | 1.94   | 0.20    | 9.36   | 20.49       |
| 013       | 01    | 3.25   | -0.43  | 8.58      | -0.0103 | 0.0206 | 8.49    | 2.44   | 0.18    | 9.31   | 22.37       |
| 014       | 01    | 3.75   | -0.36  | 7.19      | -0.0103 | 0.0206 | 7.11    | 2.94   | 0.15    | 9.24   | 22.29       |
| 015       | 01    | 4.25   | -0.28  | 5.51      | -0.0103 | 0.0206 | 5.45    | 3.44   | 0.11    | 9.16   | 19.80       |
| 016       | 01    | 4.75   | -0.18  | 3.53      | -0.0103 | 0.0206 | 3.50    | 3.94   | 0.07    | 9.06   | 14.43       |
| 017       | 01    | 5.25   | -0.06  | 1.23      | -0.0103 | 0.0206 | 1.22    | 4.44   | 0.03    | 8.94   | 5.64        |
| 018       | 01    | 5.74   | 4.32   | 81.35     | -0.0103 | 0.0206 | 80.51   | 4.93   | 1.68    | 4.56   | 404.80      |
| 019       | 01    | 6.23   | 4.47   | 78.61     | -0.0103 | 0.0206 | 77.80   | 5.42   | 1.62    | 4.41   | 428.79      |
| 020       | 01    | 6.72   | 4.64   | 75.49     | -0.0103 | 0.0206 | 74.72   | 5.91   | 1.56    | 4.24   | 447.84      |
| 021       | 01    | 7.20   | 4.84   | 71.94     | -0.0103 | 0.0206 | 71.20   | 6.39   | 1.48    | 4.04   | 461.08      |
| 022       | 01    | 7.69   | 5.06   | 67.88     | -0.0103 | 0.0206 | 67.18   | 6.88   | 1.40    | 3.82   | 467.41      |
| 023       | 01    | 8.17   | 5.31   | 63.21     | -0.0103 | 0.0206 | 62.56   | 7.36   | 1.30    | 3.57   | 465.41      |
| 024       | 01    | 8.66   | 5.60   | 57.81     | -0.0103 | 0.0206 | 57.21   | 7.85   | 1.19    | 3.28   | 453.07      |
| 025       | 01    | 9.15   | 5.94   | 51.42     | -0.0103 | 0.0206 | 50.89   | 8.34   | 1.06    | 2.94   | 427.42      |
| 026       | 01    | 9.63   | 6.36   | 43.63     | -0.0103 | 0.0206 | 43.18   | 8.82   | 0.90    | 2.52   | 383.29      |
| 027       | 01    | 10.12  | 6.89   | 33.43     | -0.0103 | 0.0206 | 33.09   | 9.31   | 0.69    | 1.99   | 309.44      |
| 028       | 01    | 10.61  | 7.91   | 13.78     | -0.0103 | 0.0206 | 13.64   | 9.80   | 0.28    | 0.97   | 133.85      |

SOMMA:

4465.41

**SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE**
**Legenda:**

DX = larghezza del concio  
 Q = q\*DX sovraccarico complessivo  
 kv = Coeff. sism. verticale  
 kh = Coeff. sism. orizzontale  
 Fv = Componente verticale  
 Fh = Componente orizzontale  
 dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva  
 dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva  
 Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva  
 Mrib = Fv\*dx + Fh\*dy

| Concio n. | DX [m] | Q [kN] | kv [-]  | kh [-] | Fv [kN] | dx [m] | Fh [kN] | dy [m] | Mrib [kNm] |
|-----------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|------------|
| 018       | 0.49   | 0.00   | -0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 4.93   | 0.00    | 0.38   | 0.00       |
| 019       | 0.49   | 0.00   | -0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 5.42   | 0.00    | 0.37   | 0.00       |
| 020       | 0.49   | 0.00   | -0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 5.91   | 0.00    | 0.35   | 0.00       |
| 021       | 0.49   | 0.00   | -0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 6.39   | 0.00    | 0.34   | 0.00       |
| 022       | 0.49   | 0.00   | -0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 6.88   | 0.00    | 0.33   | 0.00       |
| 023       | 0.49   | 0.00   | -0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 7.36   | 0.00    | 0.32   | 0.00       |
| 024       | 0.49   | 0.00   | -0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 7.85   | 0.00    | 0.31   | 0.00       |
| 025       | 0.49   | 0.00   | -0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 8.34   | 0.00    | 0.29   | 0.00       |
| 026       | 0.49   | 0.00   | -0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 8.82   | 0.00    | 0.28   | 0.00       |
| 027       | 0.49   | 0.00   | -0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 9.31   | 0.00    | 0.27   | 0.00       |
| 028       | 0.49   | 0.00   | -0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 9.80   | 0.00    | 0.26   | 0.00       |

SOMMA: 0.00

**PESI PROPRI MURO, TERRENO SU MURO ED EVENTUALE SOVRACCARICO SU MURO**
**Legenda:**

F = Valore dell'azione  
 kv = Coeff. sism. verticale  
 kh = Coeff. sism. orizzontale  
 Fv = Componente verticale  
 Fh = Componente orizzontale  
 dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva  
 dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva  
 Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva  
 Mrib = Fv\*dx + Fh\*dy

| Componente        |           | F [kN] | kv [-]  | kh [-] | Fv [kN] | dx [m] | Fh [kN] | dy [m] | Mrib [kNm] |
|-------------------|-----------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|------------|
| Muro:             | Mat. n.01 | 352.50 | -0.0103 | 0.0206 | 348.87  | 1.37   | 7.26    | 6.49   | 524.48     |
| Terr. su muro:    | Area n.01 | 198.00 | -0.0103 | 0.0206 | 195.96  | 3.04   | 4.08    | 5.98   | 620.11     |
| Terr. su muro:    | Area n.02 | 307.60 | -0.0103 | 0.0206 | 304.44  | 2.80   | 6.34    | 2.46   | 867.20     |
| Sovracc. su muro: |           | 0.00   | -0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 2.79   | 0.00    | 0.43   | 0.00       |

SOMMA: 2011.80

**CALCOLO MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:**

|                                       |                      |
|---------------------------------------|----------------------|
| PESI PROPRI DEI CONCI                 | 4465.41              |
| SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE         | 0.00                 |
| P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO | 2011.80              |
| FORZE E COPPIE ESTERNE                | 0.00                 |
| <b>MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:</b>     | <b>6477.20 [kNm]</b> |

**CALCOLO MOMENTO RESISTENTE**
**CARICO AGENTE SUI CONCI SOTTO FONDAZIONE MURO**

| Componente di carico  | Mat. n.   | Valore | + - kv  | Azione       |
|-----------------------|-----------|--------|---------|--------------|
| Muro:                 | n.01      | 352.50 | -0.0103 | 348.87       |
| Terr. su muro:        | Area n.01 | 198.00 | -0.0103 | 195.96       |
| Terr. su muro:        | Area n.02 | 307.60 | -0.0103 | 304.44       |
| Sovracc. su muro:     |           | 0.00   | -0.0103 | 0.00         |
| Azione totale:        |           |        |         | 849.27 kN    |
| Larghezza Fondazione: |           |        |         | 5.50 m       |
| Carico distribuito:   |           |        |         | 154.41 kN/m2 |

**RESISTENZE PER ATTRITO E COESIONE LUNGO LA SUPERFICIE DI SCIVOLAMENTO**

(N.B. Dettaglio risultati di calcolo relativi a Fs min = 1.936)

**Legenda:**

- R = Raggio curva circolare di scivolamento
- Dx = Larghezza del concio
- DL = Lunghezza Base inclinata del concio
- Alpha = Inclinazione Base concio
- Phi = Angolo di attrito alla Base
- Coe = Coesione alla Base
- W = Peso del concio (di combinazione)
- Q = Carico aggiuntivo soprastante (di combinazione)
- N = Risultante Normale alla Base del concio
- U = (u\*DL) Sottospinta idrostatica
- Fs = Fattore di sicurezza minimo a convergenza (Fs min = 1.936)

$$M\_alpha = \cos(\alpha) * (1 + \frac{\tan(\Phi) * \operatorname{tg}(\alpha)}{F_s})$$

$$N = [ (W + Q) - \frac{DL * \sin(\alpha)}{F_s} * (coe - u * \tan(\Phi)) ] / M\_alpha$$

Mstab = Momento (Resistenza) Stabilizzante rispetto al centro della curva

$$M\_Stab = [ (N - u*DL) * \tan(\Phi) + Coe*DL ] * R$$

| Concio n. | Dx [m] | DL [m] | Alpha [°] | Phi [°] | Coe [kN/m2] | W [kN] | Q [kN] | N [kN] | U [kN] | Mstab [kNm] |
|-----------|--------|--------|-----------|---------|-------------|--------|--------|--------|--------|-------------|
| 001       | 0.47   | 0.49   | -19.63    | 38.00   | 0.00        | 1.14   | 0.00   | 1.42   | 0.00   | 11.14       |
| 002       | 0.47   | 0.49   | -16.83    | 38.00   | 0.00        | 3.32   | 0.00   | 3.95   | 0.00   | 30.98       |
| 003       | 0.47   | 0.48   | -14.07    | 38.00   | 0.00        | 5.26   | 0.00   | 6.04   | 0.00   | 47.37       |
| 004       | 0.47   | 0.48   | -11.34    | 38.00   | 0.00        | 6.99   | 0.00   | 7.76   | 0.00   | 60.87       |
| 005       | 0.47   | 0.47   | -8.64     | 38.00   | 0.00        | 8.51   | 0.00   | 9.17   | 0.00   | 71.92       |
| 006       | 0.47   | 0.47   | -5.96     | 38.00   | 0.00        | 9.82   | 0.00   | 10.30  | 0.00   | 80.83       |
| 007       | 0.50   | 0.50   | -3.20     | 38.00   | 0.00        | 11.32  | 77.21  | 90.71  | 0.00   | 711.69      |
| 008       | 0.50   | 0.50   | -0.34     | 38.00   | 0.00        | 11.47  | 77.21  | 88.89  | 0.00   | 697.46      |
| 009       | 0.50   | 0.50   | 2.51      | 38.00   | 0.00        | 11.38  | 77.21  | 87.13  | 0.00   | 683.60      |
| 010       | 0.50   | 0.50   | 5.37      | 38.00   | 0.00        | 11.04  | 77.21  | 85.39  | 0.00   | 669.99      |
| 011       | 0.50   | 0.51   | 8.25      | 38.00   | 0.00        | 10.45  | 77.21  | 83.67  | 0.00   | 656.51      |
| 012       | 0.50   | 0.51   | 11.14     | 38.00   | 0.00        | 9.60   | 77.21  | 81.96  | 0.00   | 643.07      |
| 013       | 0.50   | 0.52   | 14.07     | 38.00   | 0.00        | 8.49   | 77.21  | 80.24  | 0.00   | 629.54      |
| 014       | 0.50   | 0.52   | 17.03     | 38.00   | 0.00        | 7.11   | 77.21  | 78.49  | 0.00   | 615.82      |
| 015       | 0.50   | 0.53   | 20.04     | 38.00   | 0.00        | 5.45   | 77.21  | 76.70  | 0.00   | 601.79      |
| 016       | 0.50   | 0.54   | 23.11     | 38.00   | 0.00        | 3.50   | 77.21  | 74.86  | 0.00   | 587.32      |
| 017       | 0.50   | 0.56   | 26.25     | 38.00   | 0.00        | 1.22   | 77.21  | 72.93  | 0.00   | 572.24      |
| 018       | 0.49   | 0.56   | 29.43     | 38.00   | 0.00        | 80.51  | 0.00   | 75.30  | 0.00   | 590.79      |
| 019       | 0.49   | 0.58   | 32.68     | 38.00   | 0.00        | 77.80  | 0.00   | 73.43  | 0.00   | 576.13      |
| 020       | 0.49   | 0.60   | 36.04     | 38.00   | 0.00        | 74.72  | 0.00   | 71.43  | 0.00   | 560.45      |
| 021       | 0.49   | 0.63   | 39.55     | 38.00   | 0.00        | 71.20  | 0.00   | 69.26  | 0.00   | 543.43      |
| 022       | 0.49   | 0.67   | 43.26     | 38.00   | 0.00        | 67.18  | 0.00   | 66.86  | 0.00   | 524.59      |
| 023       | 0.49   | 0.72   | 47.21     | 38.00   | 0.00        | 62.56  | 0.00   | 64.14  | 0.00   | 503.26      |
| 024       | 0.49   | 0.78   | 51.48     | 38.00   | 0.00        | 57.21  | 0.00   | 60.96  | 0.00   | 478.33      |
| 025       | 0.49   | 0.87   | 56.20     | 38.00   | 0.00        | 50.89  | 0.00   | 57.08  | 0.00   | 447.88      |
| 026       | 0.49   | 1.02   | 61.61     | 38.00   | 0.00        | 43.18  | 0.00   | 52.01  | 0.00   | 408.04      |
| 027       | 0.49   | 1.31   | 68.29     | 38.00   | 0.00        | 33.09  | 0.00   | 44.43  | 0.00   | 348.59      |
| 028       | 0.49   | 2.89   | 80.30     | 38.00   | 0.00        | 13.64  | 0.00   | 24.09  | 0.00   | 188.98      |

SOMMA:

12542.65

**CALCOLO MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:**

|   |                       |
|---|-----------------------|
| ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL. .... | 12542.65              |
| FORZE E COPPIE ESTERNE .....                | 0.00                  |
| <b>MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:</b>        | <b>12542.65 [kNm]</b> |

 FATTORE DI SICUREZZA: Fs = MSTAB/MRIB = 1.936  
 Verifica: Coeff. parz. (NTC18-Tab.6.8.I) [Gamma\_R=1.10] ok



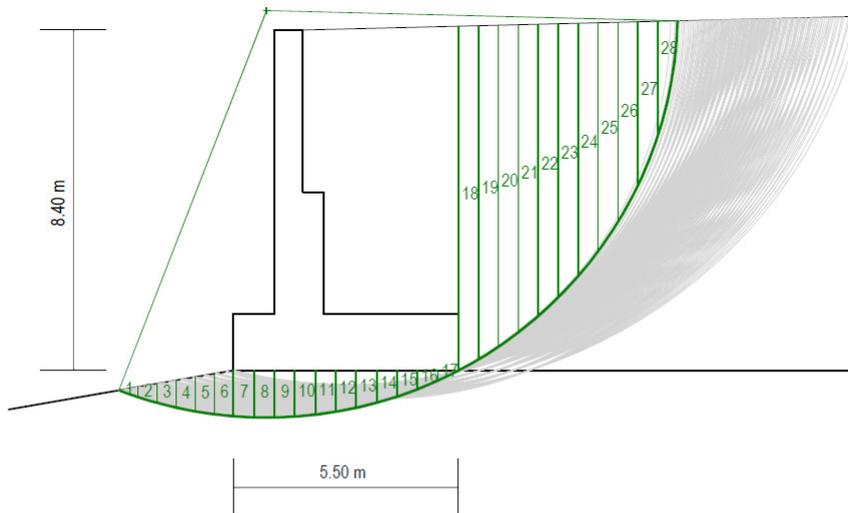
MB Muro Rev 3.03

**PONTE SUL FIUME OGLIO**  
 MURO ANDATORE IN SPONDA SX  
 SEZIONE TIPO 6-6

**COMBINAZIONE DI CARICO N. 5:**  
**Sisma Giu (M1+R3)**

Bishop: Fs min = 1.938

**STRATI DI MONTE**

 STRATO N.1  
 G = 20.00 kN/m3  
 $\phi' = 38.00^\circ$   
 $c' = 0.00$  kN/m2

**STRATO FONDAZIONE**

 G = 20.00 kN/m3  
 $\phi' = 38.00^\circ$   
 $c' = 0.00$  kN/m2

**DETTAGLI CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA (Metodo di BISHOP)**
**MOMENTO RIBALTANTE TOTALE (Rispetto al centro curva):**

|   |                            |
|---|----------------------------|
| PESI PROPRI DEI CONCI .....                 | 4556.83                    |
| SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE .....         | 0.00                       |
| P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO ..... | 2051.86                    |
| FORZE E COPPIE ESTERNE .....                | 0.00                       |
| <b>MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:</b>           | <b>M_Rib = 6608.69 kNm</b> |

**MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE (Rispetto al centro curva):**

|   |                              |
|---|------------------------------|
| ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL. .... | 12805.04                     |
| FORZE E COPPIE ESTERNE .....                | 0.00                         |
| RESISTENZA PALI DI FONDAZIONE .....         | 0.00                         |
| RESISTENZA TIRANTI DI ANCORAGGIO .....      | 0.00                         |
| <b>MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:</b>        | <b>M_Stab = 12805.04 kNm</b> |

**VERIFICA:**

|                    |                     |                          |
|--------------------|---------------------|--------------------------|
| Azione:            | M_rib               | 6608.69                  |
| Resistenza:        | M_stab              | 12805.04                 |
| Coeffic. parziale: | R                   | 1.10 (NTC18 - Tab.6.8.I) |
| Verifica:          | Fs = M_Stab / M_Rib | 1.938 ---> ok!           |



\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*  
\*\*\*\* VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE \*\*\*\*  
\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

METODO DI BISHOP:

COMBINAZIONE DI CARICO N. 5: Sisma Giu (M1+R3)

SINTESI ITERAZIONI DI CALCOLO PER LA SUPERFICIE CON Fs minimo

Iterazione n. 01: Fs = 1.703  
Iterazione n. 02: Fs = 1.895  
Iterazione n. 03: Fs = 1.931  
Iterazione n. 04: Fs = 1.936  
Iterazione n. 05: Fs = 1.937  
Iterazione n. 06: Fs = 1.938

Fs a convergenza: Fs = 1.938

Superficie di scivolamento con Fsmin

DETTAGLIO CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA

CALCOLO MOMENTO RIBALTANTE

PESI PROPRI DEI CONCI DI SUDDIVISIONE DELLA MASSA SCIVOLANTE

Legenda:

TR = Tratto di suddivisione verticale del concio  
xg = Ascissa baricentro tratto  
yg = Ordin. baricentro tratto  
kv = Coeff. sism. verticale  
kh = Coeff. sism. orizzontale  
Fv = Componente verticale  
Fh = Componente orizzontale  
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva  
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva  
Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva  
Mrib = Fv\*dx + Fh\*dy

| Concio n. | TR n. | Xg [m] | Yg [m] | Peso [kN] | kv [-] | kh [-] | Fv [kN] | dx [m] | Fh [kN] | dy [m] | Mrib [kNm] |
|-----------|-------|--------|--------|-----------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|------------|
| 001       | 01    | -2.56  | -0.51  | 1.16      | 0.0103 | 0.0206 | 1.17    | -3.37  | 0.02    | 9.39   | -3.72      |
| 002       | 01    | -2.10  | -0.55  | 3.35      | 0.0103 | 0.0206 | 3.39    | -2.91  | 0.07    | 9.43   | -9.20      |
| 003       | 01    | -1.63  | -0.57  | 5.32      | 0.0103 | 0.0206 | 5.37    | -2.44  | 0.11    | 9.45   | -12.08     |
| 004       | 01    | -1.16  | -0.58  | 7.06      | 0.0103 | 0.0206 | 7.14    | -1.97  | 0.15    | 9.46   | -12.72     |
| 005       | 01    | -0.70  | -0.58  | 8.60      | 0.0103 | 0.0206 | 8.68    | -1.51  | 0.18    | 9.46   | -11.43     |
| 006       | 01    | -0.23  | -0.57  | 9.92      | 0.0103 | 0.0206 | 10.02   | -1.04  | 0.20    | 9.45   | -8.52      |
| 007       | 01    | 0.25   | -0.57  | 11.44     | 0.0103 | 0.0206 | 11.55   | -0.56  | 0.24    | 9.45   | -4.24      |
| 008       | 01    | 0.75   | -0.58  | 11.59     | 0.0103 | 0.0206 | 11.71   | -0.06  | 0.24    | 9.46   | 1.56       |
| 009       | 01    | 1.25   | -0.57  | 11.50     | 0.0103 | 0.0206 | 11.62   | 0.44   | 0.24    | 9.45   | 7.35       |
| 010       | 01    | 1.75   | -0.56  | 11.15     | 0.0103 | 0.0206 | 11.27   | 0.94   | 0.23    | 9.44   | 12.76      |
| 011       | 01    | 2.25   | -0.53  | 10.55     | 0.0103 | 0.0206 | 10.66   | 1.44   | 0.22    | 9.41   | 17.40      |
| 012       | 01    | 2.75   | -0.48  | 9.70      | 0.0103 | 0.0206 | 9.80    | 1.94   | 0.20    | 9.36   | 20.88      |
| 013       | 01    | 3.25   | -0.43  | 8.58      | 0.0103 | 0.0206 | 8.67    | 2.44   | 0.18    | 9.31   | 22.80      |
| 014       | 01    | 3.75   | -0.36  | 7.19      | 0.0103 | 0.0206 | 7.26    | 2.94   | 0.15    | 9.24   | 22.72      |
| 015       | 01    | 4.25   | -0.28  | 5.51      | 0.0103 | 0.0206 | 5.57    | 3.44   | 0.11    | 9.16   | 20.19      |
| 016       | 01    | 4.75   | -0.18  | 3.53      | 0.0103 | 0.0206 | 3.57    | 3.94   | 0.07    | 9.06   | 14.72      |
| 017       | 01    | 5.25   | -0.06  | 1.23      | 0.0103 | 0.0206 | 1.25    | 4.44   | 0.03    | 8.94   | 5.76       |
| 018       | 01    | 5.74   | 4.32   | 81.35     | 0.0103 | 0.0206 | 82.18   | 4.93   | 1.68    | 4.56   | 413.07     |
| 019       | 01    | 6.23   | 4.47   | 78.61     | 0.0103 | 0.0206 | 79.42   | 5.42   | 1.62    | 4.41   | 437.56     |
| 020       | 01    | 6.72   | 4.64   | 75.49     | 0.0103 | 0.0206 | 76.27   | 5.91   | 1.56    | 4.24   | 457.02     |
| 021       | 01    | 7.20   | 4.84   | 71.94     | 0.0103 | 0.0206 | 72.68   | 6.39   | 1.48    | 4.04   | 470.55     |
| 022       | 01    | 7.69   | 5.06   | 67.88     | 0.0103 | 0.0206 | 68.58   | 6.88   | 1.40    | 3.82   | 477.03     |
| 023       | 01    | 8.17   | 5.31   | 63.21     | 0.0103 | 0.0206 | 63.87   | 7.36   | 1.30    | 3.57   | 475.00     |
| 024       | 01    | 8.66   | 5.60   | 57.81     | 0.0103 | 0.0206 | 58.40   | 7.85   | 1.19    | 3.28   | 462.42     |
| 025       | 01    | 9.15   | 5.94   | 51.42     | 0.0103 | 0.0206 | 51.95   | 8.34   | 1.06    | 2.94   | 436.25     |
| 026       | 01    | 9.63   | 6.36   | 43.63     | 0.0103 | 0.0206 | 44.08   | 8.82   | 0.90    | 2.52   | 391.22     |
| 027       | 01    | 10.12  | 6.89   | 33.43     | 0.0103 | 0.0206 | 33.78   | 9.31   | 0.69    | 1.99   | 315.85     |
| 028       | 01    | 10.61  | 7.91   | 13.78     | 0.0103 | 0.0206 | 13.92   | 9.80   | 0.28    | 0.97   | 136.63     |

SOMMA:

4556.83

SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE

Legenda:

DX = larghezza del concio  
Q = q\*DX sovraccarico complessivo  
kv = Coeff. sism. verticale  
kh = Coeff. sism. orizzontale  
Fv = Componente verticale  
Fh = Componente orizzontale  
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva  
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva  
Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva  
Mrib = Fv\*dx + Fh\*dy

| Concio n. | DX [m] | Q [kN] | kv [-] | kh [-] | Fv [kN] | dx [m] | Fh [kN] | dy [m] | Mrib [kNm] |
|-----------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|------------|
| 018       | 0.49   | 0.00   | 0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 4.93   | 0.00    | 0.38   | 0.00       |
| 019       | 0.49   | 0.00   | 0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 5.42   | 0.00    | 0.37   | 0.00       |
| 020       | 0.49   | 0.00   | 0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 5.91   | 0.00    | 0.35   | 0.00       |
| 021       | 0.49   | 0.00   | 0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 6.39   | 0.00    | 0.34   | 0.00       |
| 022       | 0.49   | 0.00   | 0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 6.88   | 0.00    | 0.33   | 0.00       |
| 023       | 0.49   | 0.00   | 0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 7.36   | 0.00    | 0.32   | 0.00       |
| 024       | 0.49   | 0.00   | 0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 7.85   | 0.00    | 0.31   | 0.00       |
| 025       | 0.49   | 0.00   | 0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 8.34   | 0.00    | 0.29   | 0.00       |
| 026       | 0.49   | 0.00   | 0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 8.82   | 0.00    | 0.28   | 0.00       |
| 027       | 0.49   | 0.00   | 0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 9.31   | 0.00    | 0.27   | 0.00       |
| 028       | 0.49   | 0.00   | 0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 9.80   | 0.00    | 0.26   | 0.00       |

SOMMA: 0.00

PESI PROPRI MURO, TERRENO SU MURO ED EVENTUALE SOVRACCARICO SU MURO

Legenda:

F = Valore dell'azione  
kv = Coeff. sism. verticale  
kh = Coeff. sism. orizzontale  
Fv = Componente verticale  
Fh = Componente orizzontale  
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva  
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva  
Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva  
Mrib = Fv\*dx + Fh\*dy

| Componente        |           | F [kN] | kv [-] | kh [-] | Fv [kN] | dx [m] | Fh [kN] | dy [m] | Mrib [kNm] |
|-------------------|-----------|--------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|------------|
| Muro:             | Mat. n.01 | 352.50 | 0.0103 | 0.0206 | 356.13  | 1.37   | 7.26    | 6.49   | 534.42     |
| Terr. su muro:    | Area n.01 | 198.00 | 0.0103 | 0.0206 | 200.04  | 3.04   | 4.08    | 5.98   | 632.51     |
| Terr. su muro:    | Area n.02 | 307.60 | 0.0103 | 0.0206 | 310.77  | 2.80   | 6.34    | 2.46   | 884.93     |
| Sovracc. su muro: |           | 0.00   | 0.0103 | 0.0206 | 0.00    | 2.79   | 0.00    | 0.43   | 0.00       |

SOMMA: 2051.86

CALCOLO MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:

|                                       |                      |
|---------------------------------------|----------------------|
| PESI PROPRI DEI CONCI                 | 4556.83              |
| SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE         | 0.00                 |
| P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO | 2051.86              |
| FORZE E COPPIE ESTERNE                | 0.00                 |
| <b>MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:</b>     | <b>6608.69 [kNm]</b> |

**CALCOLO MOMENTO RESISTENTE**
**CARICO AGENTE SUI CONCI SOTTO FONDAZIONE MURO**

| Componente di carico  | Valore    | + - kv         | Azione       |
|-----------------------|-----------|----------------|--------------|
| Muro:                 | Mat. n.01 | 352.50 +0.0103 | 356.13       |
| Terr. su muro:        | Area n.01 | 198.00 +0.0103 | 200.04       |
| Terr. su muro:        | Area n.02 | 307.60 +0.0103 | 310.77       |
| Sovracc. su muro:     |           | 0.00 +0.0103   | 0.00         |
| Azione totale:        |           |                | 866.94 kN    |
| Larghezza Fondazione: |           |                | 5.50 m       |
| Carico distribuito:   |           |                | 157.63 kN/m2 |

**RESISTENZE PER ATTRITO E COESIONE LUNGO LA SUPERFICIE DI SCIVOLAMENTO**

(N.B. Dettaglio risultati di calcolo relativi a Fs min = 1.938)

**Legenda:**

- R = Raggio curva circolare di scivolamento
- Dx = Larghezza del concio
- DL = Lunghezza Base inclinata del concio
- Alpha = Inclinazione Base concio
- Phi = Angolo di attrito alla Base
- Coe = Coesione alla Base
- W = Peso del concio (di combinazione)
- Q = Carico aggiuntivo soprastante (di combinazione)
- N = Risultante Normale alla Base del concio
- U = (u\*DL) Sottospinta idrostatica
- Fs = Fattore di sicurezza minimo a convergenza (Fs min = 1.938)

$$M\_alpha = \cos(\alpha) * (1 + \frac{\tan(\Phi) * \operatorname{tg}(\alpha)}{F_s})$$

$$N = [ (W + Q) - \frac{DL * \sin(\alpha)}{F_s} * (coe - u * \tan(\Phi)) ] / M\_alpha$$

Mstab = Momento (Resistenza) Stabilizzante rispetto al centro della curva

$$M\_Stab = [ (N - u*DL) * \tan(\Phi) + Coe*DL ] * R$$

| Concio n. | Dx [m] | DL [m] | Alpha [°] | Phi [°] | Coe [kN/m2] | W [kN] | Q [kN] | N [kN] | U [kN] | Mstab [kNm] |
|-----------|--------|--------|-----------|---------|-------------|--------|--------|--------|--------|-------------|
| 001       | 0.47   | 0.49   | -19.63    | 38.00   | 0.00        | 1.17   | 0.00   | 1.45   | 0.00   | 11.37       |
| 002       | 0.47   | 0.49   | -16.83    | 38.00   | 0.00        | 3.39   | 0.00   | 4.03   | 0.00   | 31.63       |
| 003       | 0.47   | 0.48   | -14.07    | 38.00   | 0.00        | 5.37   | 0.00   | 6.16   | 0.00   | 48.35       |
| 004       | 0.47   | 0.48   | -11.34    | 38.00   | 0.00        | 7.14   | 0.00   | 7.92   | 0.00   | 62.14       |
| 005       | 0.47   | 0.47   | -8.64     | 38.00   | 0.00        | 8.68   | 0.00   | 9.36   | 0.00   | 73.41       |
| 006       | 0.47   | 0.47   | -5.96     | 38.00   | 0.00        | 10.02  | 0.00   | 10.52  | 0.00   | 82.52       |
| 007       | 0.50   | 0.50   | -3.20     | 38.00   | 0.00        | 11.55  | 78.81  | 92.59  | 0.00   | 726.50      |
| 008       | 0.50   | 0.50   | -0.34     | 38.00   | 0.00        | 11.71  | 78.81  | 90.74  | 0.00   | 711.98      |
| 009       | 0.50   | 0.50   | 2.51      | 38.00   | 0.00        | 11.62  | 78.81  | 88.94  | 0.00   | 697.84      |
| 010       | 0.50   | 0.50   | 5.37      | 38.00   | 0.00        | 11.27  | 78.81  | 87.17  | 0.00   | 683.95      |
| 011       | 0.50   | 0.51   | 8.25      | 38.00   | 0.00        | 10.66  | 78.81  | 85.42  | 0.00   | 670.20      |
| 012       | 0.50   | 0.51   | 11.14     | 38.00   | 0.00        | 9.80   | 78.81  | 83.67  | 0.00   | 656.48      |
| 013       | 0.50   | 0.52   | 14.07     | 38.00   | 0.00        | 8.67   | 78.81  | 81.91  | 0.00   | 642.68      |
| 014       | 0.50   | 0.52   | 17.03     | 38.00   | 0.00        | 7.26   | 78.81  | 80.13  | 0.00   | 628.68      |
| 015       | 0.50   | 0.53   | 20.04     | 38.00   | 0.00        | 5.57   | 78.81  | 78.30  | 0.00   | 614.37      |
| 016       | 0.50   | 0.54   | 23.11     | 38.00   | 0.00        | 3.57   | 78.81  | 76.42  | 0.00   | 599.60      |
| 017       | 0.50   | 0.56   | 26.25     | 38.00   | 0.00        | 1.25   | 78.81  | 74.46  | 0.00   | 584.21      |
| 018       | 0.49   | 0.56   | 29.43     | 38.00   | 0.00        | 82.18  | 0.00   | 76.87  | 0.00   | 603.16      |
| 019       | 0.49   | 0.58   | 32.68     | 38.00   | 0.00        | 79.42  | 0.00   | 74.97  | 0.00   | 588.20      |
| 020       | 0.49   | 0.60   | 36.04     | 38.00   | 0.00        | 76.27  | 0.00   | 72.93  | 0.00   | 572.20      |
| 021       | 0.49   | 0.63   | 39.55     | 38.00   | 0.00        | 72.68  | 0.00   | 70.71  | 0.00   | 554.83      |
| 022       | 0.49   | 0.67   | 43.26     | 38.00   | 0.00        | 68.58  | 0.00   | 68.26  | 0.00   | 535.60      |
| 023       | 0.49   | 0.72   | 47.21     | 38.00   | 0.00        | 63.87  | 0.00   | 65.49  | 0.00   | 513.83      |
| 024       | 0.49   | 0.78   | 51.48     | 38.00   | 0.00        | 58.40  | 0.00   | 62.25  | 0.00   | 488.39      |
| 025       | 0.49   | 0.87   | 56.20     | 38.00   | 0.00        | 51.95  | 0.00   | 58.29  | 0.00   | 457.31      |
| 026       | 0.49   | 1.02   | 61.61     | 38.00   | 0.00        | 44.08  | 0.00   | 53.10  | 0.00   | 416.64      |
| 027       | 0.49   | 1.31   | 68.29     | 38.00   | 0.00        | 33.78  | 0.00   | 45.37  | 0.00   | 355.96      |
| 028       | 0.49   | 2.89   | 80.30     | 38.00   | 0.00        | 13.92  | 0.00   | 24.60  | 0.00   | 193.00      |

SOMMA:

12805.04

**CALCOLO MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:**

 ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL. .... 12805.04  
 FORZE E COPPIE ESTERNE ..... 0.00

**MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE: 12805.04 [kNm]**

 FATTORE DI SICUREZZA: Fs = MSTAB/MRIB = 1.938  
 Verifica: Coeff. parz. (NTC18-Tab.6.8.I) [Gamma\_R=1.10] ok