

REGIONE LOMBARDIA

## COMUNE DI LOZIO

**OPERE DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA E MESSA IN SICUREZZA DELLA  
STRADA V.A.S.P. ID S017095 00059 IN LOCALITA' RODELLO - VAL BURNEGA  
IN COMUNE DI LOZIO.**

**D.d.s. 22 ottobre 2024 - n. 15841 - PAC 2023-2027 della Regione  
Lombardia - Intervento SRD08**

Progetto di fattibilità Tecnico – Economica

RELAZIONE DI CALCOLO

Lozio (BS), marzo 2025.

Il tecnico

**Geom. Ilario Baffelli**

**Comune di Lozio**

Via Giacomo Cappellini, n°9 - 25040 Lozio (BS)  
P.IVA 00603590985 C.F. 01127210175  
Tel - Fax: 0364494010 Fax 0364495000  
e-mail: [info@comune.lozio.bs.it](mailto:info@comune.lozio.bs.it)  
pec: [protocollo@pec.comune.lozio.bs.it](mailto:protocollo@pec.comune.lozio.bs.it)

**COMUNE DI LOZIO**

## Caratteristiche materiali:

### MATERIALI CALCESTRUZZO ARMATO

| N <sub>id</sub>                    | T <sub>k</sub><br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $\alpha_{T,i}$<br>[1/°C] | E      | G      | C <sub>red</sub> | S <sub>tz</sub> | R <sub>ck</sub><br>[N/mm <sup>2</sup> ] | R <sub>cm</sub><br>[N/mm <sup>2</sup> ] | %R <sub>ck</sub> | T <sub>c</sub> | f <sub>ud</sub><br>[N/mm <sup>2</sup> ] | f <sub>ud</sub><br>[N/mm <sup>2</sup> ] | f <sub>tm</sub><br>[N/mm <sup>2</sup> ] | N  | n Ac |
|------------------------------------|--|--------------------------|--------|--------|------------------|-----------------|---|---|------------------|----------------|---|---|---|----|------|
| <b>Cls C32/40_B450C - (C32/40)</b> |  |                          |        |        |                  |                 |   |   |                  |                |   |   |   |    |      |
| 001                                | 25.000                                 | 0,000010                 | 33.643 | 14.018 | 60               | P               | 40,00                                   | -                                       | 0,85             | 1,50           | 18,81                                   | 1,45                                    | 3,72                                    | 15 | 002  |

**LEGENDA:**

**N<sub>id</sub>** Numero identificativo del materiale, nella relativa tabella dei materiali.  
**T<sub>k</sub>** Peso specifico.  
 **$\alpha_{T,i}$**  Coefficiente di dilatazione termica.  
**E** Modulo elastico normale.  
**G** Modulo elastico tangenziale.  
**C<sub>red</sub>** Coefficiente di riduzione del Modulo elastico normale per Analisi Sismica [ $E_{dura} = E \cdot C_{red}$ ].  
**S<sub>tz</sub>** Tipo di situazione: [F] = di Fatto (Esistente); [P] = di Progetto (Nuovo).  
**R<sub>ck</sub>** Resistenza caratteristica cubica.  
**R<sub>cm</sub>** Resistenza media cubica.  
**%R<sub>ck</sub>** Percentuale di riduzione della R<sub>ck</sub>.  
**T<sub>c</sub>** Coefficiente parziale di sicurezza del materiale.  
**f<sub>ud</sub>** Resistenza di calcolo a compressione.  
**f<sub>ut</sub>** Resistenza di calcolo a trazione.  
**f<sub>tm</sub>** Resistenza media a trazione per flessione.  
**n Ac** Identificativo, nella relativa tabella materiali, dell'acciaio utilizzato: [-] = parametro NON significativo per il materiale.

### MATERIALI ACCIAIO

| N <sub>id</sub>                | T <sub>k</sub><br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $\alpha_{T,i}$<br>[1/°C] | E       | G      | S <sub>tz</sub> | f <sub>u,k,1</sub> /<br>f <sub>u,k,2</sub> | f <sub>u,t,1</sub> /<br>f <sub>u,t,2</sub> | f <sub>u,s,1</sub> /<br>f <sub>u,s,2</sub> | f <sub>ud</sub><br>[N/mm <sup>2</sup> ] | T <sub>s</sub> | T <sub>ts</sub> | T <sub>tu</sub> | T <sub>ts,SLV</sub> | T <sub>ts,SLE</sub> | T <sub>tu</sub> | N <sub>Cnt</sub> | Cnt |
|--------------------------------|--|--------------------------|---------|--------|-----------------|--|--|--|---|----------------|-----------------|-----------------|---------------------|---------------------|-----------------|------------------|-----|
| <b>Acciaio B450C - (B450C)</b> |  |                          |         |        |                 |  |  |  |   |                |                 |                 |                     |                     |                 |                  |     |
| 002                            | 78.500                                 | 0,000010                 | 210.000 | 80.769 | P               | 450,00                                     | -  | -  | 391,30                                  | -              | 1,15            | -               | -                   | -                   | -               | -                | -   |

**LEGENDA:**

**N<sub>id</sub>** Numero identificativo del materiale, nella relativa tabella dei materiali.  
**T<sub>k</sub>** Peso specifico.  
 **$\alpha_{T,i}$**  Coefficiente di dilatazione termica.  
**E** Modulo elastico normale.  
**G** Modulo elastico tangenziale.  
**S<sub>tz</sub>** Tipo di situazione: [F] = di Fatto (Esistente); [P] = di Progetto (Nuovo).  
**f<sub>u,k,1</sub>** Resistenza caratteristica a Rottura (per profili con t ≤ 40 mm).  
**f<sub>u,k,2</sub>** Resistenza caratteristica a Rottura (per profili con 40 mm < t ≤ 80 mm).  
**f<sub>ud</sub>** Resistenza di calcolo a Rottura (Bulloni).  
**T<sub>s</sub>** Coefficiente parziale di sicurezza allo SLV del materiale.  
**T<sub>ts</sub>** Coefficiente parziale di sicurezza per instabilità.  
**T<sub>tu</sub>** Coefficiente parziale di sicurezza per scorrimento allo SLV (Bulloni).  
**T<sub>ts,SLV</sub>** Coefficiente parziale di sicurezza per scorrimento allo SLE (Bulloni).  
**T<sub>ts,SLE</sub>** Coefficiente parziale di sicurezza precarico di bulloni ad alta resistenza (Bulloni - NCnt = con serraggio NON controllato; Cnt = con serraggio controllato). [-] = parametro NON significativo per il materiale.  
**f<sub>u,t,1</sub>** Resistenza caratteristica allo snervamento (per profili con t ≤ 40 mm).  
**f<sub>u,t,2</sub>** Resistenza caratteristica allo snervamento (per profili con 40 mm < t ≤ 80 mm).  
**f<sub>u,s,1</sub>** Resistenza di calcolo (per profili con t ≤ 40 mm).  
**f<sub>u,s,2</sub>** Resistenza di calcolo (per profili con 40 mm < t ≤ 80 mm).  
**NOTE** [-] = Parametro non significativo per il materiale.

### TENSIONI AMMISSIBILI ALLO SLE DEI VARI MATERIALI

| Materiale        |  | SL                                       | Tensione di verifica                                   |  | $\sigma_{d,amm}$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] |
|------------------|--|--|--|--|--|
| Cls C32/40_B450C |  | Caratteristica(RARA)<br>Quasi permanente | Compressione Calcestruzzo<br>Compressione Calcestruzzo |  | 19,92<br>14,94                           |
| Acciaio B450C    |  | Caratteristica(RARA)                     | Trazione Acciaio                                       |  | 360,00                                   |

**LEGENDA:**

**SL** Stato limite di esercizio per cui si esegue la verifica.  
 **$\sigma_{d,amm}$**  Tensione ammissibile per la verifica.

### TERRENI

| N <sub>TRN</sub>      | T <sub>r</sub><br>[N/mm <sup>2</sup> ] | K <sub>x</sub><br>[N/cm <sup>2</sup> ] | K <sub>y</sub><br>[N/cm <sup>2</sup> ] | K <sub>z</sub><br>[N/cm <sup>2</sup> ] | φ  | c <sub>u</sub><br>[N/mm <sup>2</sup> ] | c'<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | E <sub>d</sub><br>[N/mm <sup>2</sup> ] | E <sub>cu</sub><br>[N/mm <sup>2</sup> ] | A <sub>s-B</sub> |
|-----------------------|--|--|--|--|----|--|----------------------------|--|---|------------------|
| Terreno Loc. Valsorda | 17.500                                 | 60                                     | 60                                     | 150                                    | 30 | 0,000                                  | 0,000                      | 5                                      | 0                                       | 0,000            |

**LEGENDA:**

**N<sub>TRN</sub>** Numero identificativo del terreno.  
**T<sub>r</sub>** Peso specifico del terreno.  
**K** Valori della costante di sotterraneo del terreno nelle direzioni degli assi del riferimento globale X (K<sub>x</sub>), Y (K<sub>y</sub>), e Z (K<sub>z</sub>).  
**φ** Angolo di attrito del terreno.  
**c<sub>u</sub>** Coesione non drenata.  
**c'** Coesione efficace.

**Comune di Lozio**

Via Giacomo Cappellini, n°9 - 25040 Lozio (BS)

P.IVA 00603590985 C.F. 01127210175

Tel - Fax: 0364494010 Fax 0364495000

e-mail: info@comune.lozio.bs.it

pec: protocollo@pec.comune.lozio.bs.it



## Progetto e verifica muro sotto-strada sezione:

### Dati di progetto

#### Sezione:

Hm: 1,50 ml

Sez m: 0,55 ml

Hf: 0,50 ml

Lf: 1,20 ml

3

#### Armatura fondazione:

Staffe fondazione: Ø12/20 cm

Barre longitudinali: Ø12/20 cm

#### Armatura controterra muro:

Rete Ø8/20x20 cm

Chiamate ad "L" da fondazione: Ø12/20 cm lunghezza 130 cm

#### Comune di Lozio

Via Giacomo Cappellini, n°9 - 25040 Lozio (BS)

P.IVA 00603590985 C.F. 01127210175

Tel - Fax: 0364494010 Fax 0364495000

e-mail: [info@comune.lozio.bs.it](mailto:info@comune.lozio.bs.it)

pec: [protocollo@pec.comune.lozio.bs.it](mailto:protocollo@pec.comune.lozio.bs.it)

CALCOLO DEI MURI DI SOSTEGNO - NTC 2008 - Dott. Ing. Simone Caffè - 19/01/2010 - Rev.H

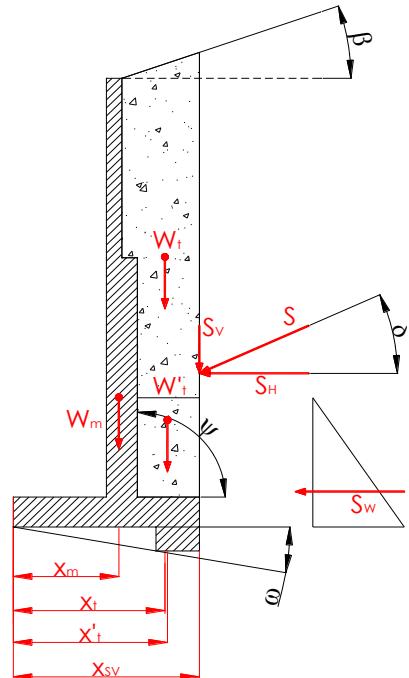
Dati del terreno

Peso del terreno  
Angolo di attrito interno  
Angolo di attrito terreno muro  
Angolo di inclinazione del pendio  
Angolo di inclinazione del paramento interno  
Angolo di inclinazione della fondazione  
Area della sezione trasversale terreno  
Posizione del baricentro del terreno dal polo di ribaltamento  
Accelerazione sismica al suolo (adimensionale)  
Fattore che tiene conto del tipo di terreno  
Fattore di riduzione dell'accelerazione massima

|                         |       |                      |
|-------------------------|-------|----------------------|
| $\gamma_{\text{terr.}}$ | 18,00 | [kN/m <sup>3</sup> ] |
| $\phi$                  | 32,00 | [°]                  |
| $\delta$                | 20,00 | [°]                  |
| $\beta$                 | 0,00  | [°]                  |
| $\psi$                  | 90,00 | [°]                  |
| $\omega$                | 0,00  | [°]                  |
| $A_{\text{terr.}}$      | 2,500 | [m <sup>2</sup> ]    |
| $x_{\text{terr.}}$      | 1,400 | [m]                  |
| $a_g$                   | 0,087 | [‐]                  |
| $S = S_S S_T$           | 1,000 | [‐]                  |
| $\beta_m$               | 1,000 | [‐]                  |

determinare con AutoCAD  
determinare con AutoCAD

utilizzare "1" per muri che non siano  
in grado di spostarsi rispetto al terreno



Dati del muro e del terreno a tergo

Area della sezione trasversale muro  
Peso specifico del calcestruzzo  
Posizione del baricentro del muro dal polo di ribaltamento  
Larghezza totale della fondazione  
Altezza totale del muro

|                   |       |                      |
|-------------------|-------|----------------------|
| $A_m$             | 1,000 | [m <sup>2</sup> ]    |
| $\gamma_{c.i.s}$  | 25,0  | [kN/m <sup>3</sup> ] |
| $x_{\text{muro}}$ | 0,700 | [m]                  |
| $B_{\text{muro}}$ | 1,900 | [m]                  |
| $H_{\text{muro}}$ | 3,000 | [m]                  |

determinare con AutoCAD

determinare con AutoCAD

Dati del sovraccarico e delle spinte

Sovraccarico variabile a tergo del muro  
Posizione del baricentro di  $S_v$  dal polo di ribaltamento

|          |       |                      |
|----------|-------|----------------------|
| $q$      | 5,00  | [kN/m <sup>2</sup> ] |
| $x_{Sv}$ | 1,800 | [kN/m <sup>2</sup> ] |

|                | AZIONI - A        |                   |                  |                   |                   | MATERIALI - M     |                              |              | AZIONI - A     |                           |                    |                         |                    |                    |                   |
|----------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------------------|--------------|----------------|---------------------------|--------------------|-------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
|                | $\gamma_{G,muro}$ | $A_{\text{muro}}$ | $\gamma_{c.i.s}$ | $W_{\text{muro}}$ | $x_{\text{muro}}$ | $M_{\text{muro}}$ | $\gamma_{\phi,\text{terr.}}$ | $\phi$ [rad] | $\delta$ [rad] | $\gamma_{G,\text{terr.}}$ | $A_{\text{terr.}}$ | $\gamma_{\text{terr.}}$ | $W_{\text{terr.}}$ | $x_{\text{terr.}}$ | $M_{\text{muro}}$ |
| A1-M1-R1 STR_1 | 1,30              | 1                 | 25               | 32,50             | 0,700             | 22,75             | 1,00                         | 0,5585       | 0,3491         | 1,30                      | 2,5                | 18,00                   | 58,50              | 1,40               | 81,90             |
| A1-M1-R1 STR_2 | 1,00              | 1                 | 25               | 25,00             | 0,700             | 17,50             | 1,00                         | 0,5585       | 0,3491         | 1,00                      | 2,5                | 18,00                   | 45,00              | 1,40               | 63,00             |
| A2-M2-R2 GEO_1 | 1,00              | 1                 | 25               | 25,00             | 0,700             | 17,50             | 1,25                         | 0,4636       | 0,2833         | 1,00                      | 2,5                | 18,00                   | 45,00              | 1,40               | 63,00             |
| A2-M2-R2 GEO_2 | 1,00              | 1                 | 25               | 25,00             | 0,700             | 17,50             | 1,25                         | 0,4636       | 0,2833         | 1,00                      | 2,5                | 18,00                   | 45,00              | 1,40               | 63,00             |
| M2-R2 EQU_1    | 0,90              | 1                 | 25               | 22,50             | 0,700             | 15,75             | 1,25                         | 0,4636       | 0,2833         | 1,10                      | 2,5                | 18,00                   | 49,50              | 1,40               | 69,30             |
| M2-R2 EQU_2    | 0,90              | 1                 | 25               | 22,50             | 0,700             | 15,75             | 1,25                         | 0,4636       | 0,2833         | 1,10                      | 2,5                | 18,00                   | 49,50              | 1,40               | 69,30             |

Nota: in condizione sismica si deve utilizzare la combinazione A2 - M2 con i coeff. parziali A2=1 per le verifiche di resistenza del terreno; e la combinazione A1 - M1 con i coeff. parziali A1=1 per le verifiche di resistenza

|                   | $\gamma_{G,muro}$ | $A_{\text{muro}}$ | $\gamma_{c.i.s}$ | $W_{\text{muro}}$ | $x_{\text{muro}}$ | $M_{\text{muro}}$ | $\gamma_{\phi,\text{terr.}}$ | $\phi$ [rad] | $\delta$ [rad] | $\gamma_{G,\text{terr.}}$ | $A_{\text{terr.}}$ | $\gamma_{\text{terr.}}$ | $W_{\text{terr.}}$ | $x_{\text{terr.}}$ | $M_{\text{muro}}$ | $k_h$  | $k_v$   | $\theta$ |
|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------------------|--------------|----------------|---------------------------|--------------------|-------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------|---------|----------|
| SISMA.1 (C1 o C2) | 1,00              | 1                 | 25               | 25,00             | 0,700             | 17,50             | 1,25                         | 0,4636       | 0,2833         | 1,00                      | 2,5                | 18,00                   | 45,00              | 1,40               | 63,00             | 0,0870 | 0,0435  | 0,0832   |
| SISMA.2 (C1 o C2) | 1,00              | 1                 | 25               | 25,00             | 0,700             | 17,50             | 1,25                         | 0,4636       | 0,2833         | 1,00                      | 2,5                | 18,00                   | 45,00              | 1,40               | 63,00             | 0,0870 | -0,0435 | 0,0907   |

Ordinata di applicazione della spinta sismica

H/2 ▼

CALCOLO DELLE ARMATURE CONTROTERRA DEL PARAMENTO

Spessore della suola di fondazione a monte

|                     |        |       |
|---------------------|--------|-------|
| $h_{\text{fond.m}}$ | 0,50   | [m]   |
| $t_{\text{par.}}$   | 0,40   | [m]   |
| $c$                 | 0,04   | [m]   |
| $f_{yd}$            | 391,30 | [MPa] |
| $h_{\text{par.}}$   | 2,500  | [m]   |

Spessore del paramento

Copriferro

Resistenza di calcolo dell'acciaio

Altezza del paramento

|                | $Z_1$ | $Z_2$ | $S_{H,q}$ | $S_{H,terr}$ | $M_{Ed}$     | $A_{s,nec}$              |                              |
|----------------|-------|-------|-----------|--------------|--------------|--------------------------|------------------------------|
| <b>STR_1</b>   | 1,000 | 0,500 | 5,83      | 27,26        | <b>19,46</b> | 1,53                     | [cm <sup>2</sup> ]           |
| <b>STR_2</b>   | 1,000 | 0,500 | 0,00      | 20,97        | <b>10,49</b> | 0,83                     | [cm <sup>2</sup> ]           |
| <b>GEO_1</b>   | 1,000 | 0,500 | 6,39      | 26,54        | <b>19,66</b> | 1,55                     | [cm <sup>2</sup> ]           |
| <b>GEO_2</b>   | 1,000 | 0,500 | 0,00      | 26,54        | <b>13,27</b> | 1,05                     | [cm <sup>2</sup> ]           |
| <b>EQU</b>     | 1,000 | 0,500 | 7,37      | 29,20        | <b>21,97</b> | 1,73                     | [cm <sup>2</sup> ]           |
| <b>SISMA.1</b> | 1,000 | 1,000 | 3,62      | 32,56        | <b>36,18</b> | 2,85                     | [cm <sup>2</sup> ]           |
| <b>SISMA.2</b> | 1,000 | 1,000 | 3,37      | 30,30        | <b>33,66</b> | 2,66                     | [cm <sup>4</sup> ]           |
|                |       |       |           |              |              | <b>A<sub>s,nec</sub></b> | <b>2,85 [cm<sup>2</sup>]</b> |

#### CALCOLO DELLE ARMATURE INFERIORI DELLA FONDAZIONE A VALLE

Spessore della suola di fondazione a valle

$h_{fond,v}$   
0,50 [m]

Lunghezza della fondazione a valle

$L_{fond,v}$   
0,50 [m]

Copriferro

c  
0,04 [m]

|                | $x^*$ | $B^*$ | $p_{valle}$ | $p^*$ | $M_{Ed,p,1}$ | $M_{Ed,p,2}$             | $M_{Ed,fond}$                | $M_{Ed,tot}$ | $A_{s,nec}$ |                    |
|----------------|-------|-------|-------------|-------|--------------|--------------------------|------------------------------|--------------|-------------|--------------------|
| <b>STR_1</b>   | 0,500 | 0,000 | 66,81       | 60,19 | 7,52         | 0,55                     | -2,03                        | <b>6,04</b>  | 0,37        | [cm <sup>2</sup> ] |
| <b>STR_2</b>   | 0,500 | 0,000 | 41,66       | 41,24 | 5,16         | 0,04                     | -1,56                        | <b>3,63</b>  | 0,22        | [cm <sup>2</sup> ] |
| <b>GEO_1</b>   | 0,500 | 0,000 | 65,12       | 52,89 | 6,61         | 1,02                     | -1,56                        | <b>6,07</b>  | 0,37        | [cm <sup>2</sup> ] |
| <b>GEO_2</b>   | 0,500 | 0,000 | 50,84       | 45,61 | 5,70         | 0,44                     | -1,56                        | <b>4,57</b>  | 0,28        | [cm <sup>2</sup> ] |
| <b>EQU</b>     | 0,500 | 0,000 | 67,70       | 54,96 | 6,87         | 1,06                     | -1,41                        | <b>6,53</b>  | 0,40        | [cm <sup>2</sup> ] |
| <b>SISMA.1</b> | 0,500 | 1,684 | 95,67       | 67,26 | 8,41         | 2,37                     | -1,56                        | <b>9,21</b>  | 0,57        | [cm <sup>2</sup> ] |
| <b>SISMA.2</b> | 0,500 | 1,791 | 89,10       | 64,23 | 8,03         | 2,07                     | -1,56                        | <b>8,54</b>  | 0,53        | [cm <sup>2</sup> ] |
|                |       |       |             |       |              | <b>A<sub>s,nec</sub></b> | <b>0,57 [cm<sup>2</sup>]</b> |              |             |                    |

$p^*$  è la pressione all'incastro della mensola a valle, all'ascissa  $x^*$ , per ogni condizione di carico

#### CALCOLO DELLE ARMATURE SUPERIORI DELLA FONDAZIONE A MONTE

Lunghezza della fondazione a monte

$L_{fond,m}$   
1,00 [m]

Copriferro

c  
0,04 [m]

Spessore della suola di fondazione a monte

$h_{fond,m}$   
0,50 [m]

|                | $x^{**}$ | $p_{monte}$ | $p^{**}$ | $M_{Ed,p}$ | $M_{Ed,terr}$ | $M_{Ed,sv}$              | $M_{Ed,fond}$                | $M_{Ed,tot}$ | $A_{s,nec}$ |                    |
|----------------|----------|-------------|----------|------------|---------------|--------------------------|------------------------------|--------------|-------------|--------------------|
| <b>STR_1</b>   | 0,900    | 41,66       | 54,90    | -23,04     | 29,25         | 10,84                    | 8,13                         | <b>25,18</b> | 1,55        | [cm <sup>2</sup> ] |
| <b>STR_2</b>   | 0,900    | 40,05       | 40,90    | -20,17     | 22,50         | 6,87                     | 6,25                         | <b>15,45</b> | 0,95        | [cm <sup>2</sup> ] |
| <b>GEO_1</b>   | 0,900    | 18,66       | 43,11    | -13,40     | 22,50         | 8,63                     | 6,25                         | <b>23,98</b> | 1,48        | [cm <sup>2</sup> ] |
| <b>GEO_2</b>   | 0,900    | 30,98       | 41,43    | -17,23     | 22,50         | 6,96                     | 6,25                         | <b>18,47</b> | 1,14        | [cm <sup>2</sup> ] |
| <b>EQU</b>     | 0,900    | 19,30       | 44,77    | -13,90     | 24,75         | 9,58                     | 5,63                         | <b>26,06</b> | 1,61        | [cm <sup>2</sup> ] |
| <b>SISMA.1</b> | 0,900    | 0,00        | 44,53    | -4,56      | 22,50         | 9,48                     | 6,25                         | <b>33,67</b> | 2,08        | [cm <sup>2</sup> ] |
| <b>SISMA.2</b> | 0,900    | 0,00        | 44,33    | -5,87      | 22,50         | 8,82                     | 6,25                         | <b>31,70</b> | 1,96        | [cm <sup>2</sup> ] |
|                |          |             |          |            |               | <b>A<sub>s,nec</sub></b> | <b>2,08 [cm<sup>2</sup>]</b> |              |             |                    |

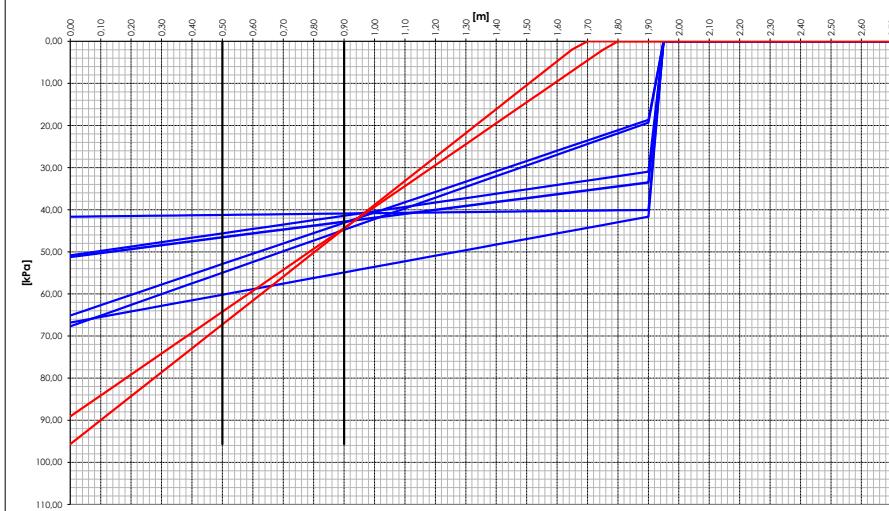
$p^{**}$  è la pressione all'incastro della mensola a monte, all'ascissa  $x^{**}$ , per ogni condizione di carico

| Ribalmentamento |             |      |           |             |           |             |          |          |       | Scorrimento  |               |             |            |           |             |             |  |  |  |
|-----------------|-------------|------|-----------|-------------|-----------|-------------|----------|----------|-------|--------------|---------------|-------------|------------|-----------|-------------|-------------|--|--|--|
| $k_x$           | $\gamma_0$  | $q$  | $S_{H,q}$ | $S_{H,ter}$ | $S_{V,q}$ | $S_{V,ter}$ | $x_{xq}$ | $M_{xq}$ | $h_s$ | $M_{tot}$    | $M_{ter,tot}$ | $y_t$       | $f_{tott}$ | $N_{tot}$ | $S_{H,tot}$ | $y_t$       |  |  |  |
| 0,2755          | <b>1,50</b> | 7,50 | 5,83      | 27,26       | 2,12      | 9,92        | 1,80     | 21,68    | 1,00  | <b>36,00</b> | <b>126,33</b> | <b>3,51</b> | 0,625      | 103,04    | 33,09       | <b>1,95</b> |  |  |  |
| 0,2755          | <b>0,00</b> | 0,00 | 0,00      | 20,97       | 0,00      | 7,63        | 1,80     | 13,74    | 1,00  | <b>20,97</b> | <b>94,24</b>  | <b>4,49</b> | 0,625      | 77,63     | 20,97       | <b>2,31</b> |  |  |  |
| 0,3413          | <b>1,30</b> | 6,50 | 6,39      | 26,54       | 1,66      | 7,73        | 1,80     | 17,26    | 1,00  | <b>36,13</b> | <b>97,76</b>  | <b>2,71</b> | 0,500      | 79,59     | 32,94       | <b>1,21</b> |  |  |  |
| 0,3413          | <b>0,00</b> | 0,00 | 0,00      | 26,54       | 0,00      | 7,73        | 1,80     | 13,91    | 1,00  | <b>26,54</b> | <b>94,41</b>  | <b>3,56</b> | 0,500      | 77,73     | 26,54       | <b>1,46</b> |  |  |  |
| 0,3413          | <b>1,50</b> | 7,50 | 7,37      | 29,20       | 2,15      | 8,50        | 1,80     | 19,17    | 1,00  | <b>40,26</b> | <b>104,22</b> | <b>2,59</b> | 0,500      | 82,65     | 36,57       | <b>1,13</b> |  |  |  |
| 0,3413          | <b>0,00</b> | 0,00 | 0,00      | 29,20       | 0,00      | 8,50        | 1,80     | 15,30    | 1,00  | <b>29,20</b> | <b>100,35</b> | <b>3,44</b> | 0,500      | 80,50     | 29,20       | <b>1,38</b> |  |  |  |

| Ribalmentamento |             |      |           |             |           |             |          |          |       | Scorrimento  |               |             |            |           |             |             |  |  |  |
|-----------------|-------------|------|-----------|-------------|-----------|-------------|----------|----------|-------|--------------|---------------|-------------|------------|-----------|-------------|-------------|--|--|--|
| $k_{MO}$        | $\gamma_0$  | $q$  | $S_{H,q}$ | $S_{H,ter}$ | $S_{V,q}$ | $S_{V,ter}$ | $x_{xq}$ | $M_{xq}$ | $h_s$ | $M_{tot}$    | $M_{ter,tot}$ | $y_t$       | $f_{tott}$ | $N_{tot}$ | $S_{H,tot}$ | $y_t$       |  |  |  |
| 0,4012          | <b>0,60</b> | 3,00 | 3,62      | 32,56       | 1,05      | 9,48        | 1,80     | 18,96    | 1,50  | <b>54,27</b> | <b>99,46</b>  | <b>1,83</b> | 0,500      | 80,53     | 36,18       | <b>1,11</b> |  |  |  |
| 0,4073          | <b>0,60</b> | 3,00 | 3,37      | 30,30       | 0,98      | 8,82        | 1,80     | 17,64    | 1,50  | <b>50,49</b> | <b>98,14</b>  | <b>1,94</b> | 0,500      | 79,80     | 33,66       | <b>1,19</b> |  |  |  |

| Pressioni sul terreno |           |       |       |            |           |         |       |       |        |              |               |       |      |       |              |              |       |
|-----------------------|-----------|-------|-------|------------|-----------|---------|-------|-------|--------|--------------|---------------|-------|------|-------|--------------|--------------|-------|
| $M_{tot}$             | $N_{tot}$ | $e$   | $B^*$ | $P_{prez}$ | $P_{max}$ |         |       |       |        |              |               |       |      |       |              |              |       |
| 0,95                  | 32,50     | 0,250 | 8,13  | 58,50      | -0,45     | -26,325 | 12,04 | -0,85 | -10,24 | <b>7,57</b>  | <b>103,04</b> | 0,073 | <B/6 | 0,000 | <b>66,81</b> | <b>41,66</b> | [kPa] |
| 0,95                  | 25,00     | 0,250 | 6,25  | 45,00      | -0,45     | -20,25  | 7,63  | -0,85 | -6,49  | <b>0,48</b>  | <b>77,63</b>  | 0,006 | <B/6 | 0,000 | <b>41,66</b> | <b>40,05</b> | [kPa] |
| 0,95                  | 25,00     | 0,250 | 6,25  | 45,00      | -0,45     | -20,25  | 9,59  | -0,85 | -8,15  | <b>13,98</b> | <b>79,59</b>  | 0,176 | <B/6 | 0,000 | <b>65,12</b> | <b>18,66</b> | [kPa] |
| 0,95                  | 25,00     | 0,250 | 6,25  | 45,00      | -0,45     | -20,25  | 7,73  | -0,85 | -6,57  | <b>5,97</b>  | <b>77,73</b>  | 0,077 | <B/6 | 0,000 | <b>50,84</b> | <b>30,98</b> | [kPa] |
| 0,95                  | 22,50     | 0,250 | 5,63  | 49,50      | -0,45     | -22,275 | 10,65 | -0,85 | -9,05  | <b>14,56</b> | <b>82,65</b>  | 0,176 | <B/6 | 0,000 | <b>67,70</b> | <b>19,30</b> | [kPa] |
| 0,95                  | 22,50     | 0,250 | 5,63  | 49,50      | -0,45     | -22,275 | 8,50  | -0,85 | -7,23  | <b>5,32</b>  | <b>80,50</b>  | 0,066 | <B/6 | 0,000 | <b>51,22</b> | <b>33,52</b> | [kPa] |

| Pressioni sul terreno |           |       |       |            |           |        |       |       |       |              |              |       |      |       |              |             |       |
|-----------------------|-----------|-------|-------|------------|-----------|--------|-------|-------|-------|--------------|--------------|-------|------|-------|--------------|-------------|-------|
| $M_{tot}$             | $N_{tot}$ | $e$   | $B^*$ | $P_{prez}$ | $P_{max}$ |        |       |       |       |              |              |       |      |       |              |             |       |
| 0,95                  | 25,00     | 0,250 | 6,25  | 45,00      | -0,45     | -20,25 | 10,53 | -0,85 | -8,95 | <b>31,31</b> | <b>80,53</b> | 0,389 | >B/6 | 1,684 | <b>95,47</b> | <b>0,00</b> | [kPa] |
| 0,95                  | 25,00     | 0,250 | 6,25  | 45,00      | -0,45     | -20,25 | 9,80  | -0,85 | -8,33 | <b>28,16</b> | <b>79,80</b> | 0,333 | >B/6 | 1,791 | <b>89,10</b> | <b>0,00</b> | [kPa] |





## Progetto e verifica palificate a doppia parete 1,801/2,00 x 2,00 ml:

### Dati di progetto

#### Sezione:

B: 200 cm  
H: 180/200 cm  
Sviluppo: 20 ml

#### Progetto e verifica:

- Vedi schede successive

#### Comune di Lozio

Via Giacomo Cappellini, n°9 - 25040 Lozio (BS)  
P.IVA 00603590985 C.F. 01127210175  
Tel - Fax: 0364494010 Fax 0364495000  
e-mail: [info@comune.lozio.bs.it](mailto:info@comune.lozio.bs.it)  
pec: [protocollo@pec.comune.lozio.bs.it](mailto:protocollo@pec.comune.lozio.bs.it)

## **ANALISI CARICHI**

**ATTENZIONE:** le caselle da impiegare per inserire i dati di input sono quelle con sfondo in colore GIALLO.

**[ ]**: valori da inserire

note :

|                     |  |                             |                         |                 |
|---------------------|--|-----------------------------|-------------------------|-----------------|
| $\varphi$           |  | $\varphi$ (radiani)         | $\cos\varphi$           | $\cos^2\varphi$ |
| 33                  |  | 0,576                       | 0,839                   | 0,703           |
| $\varphi$           |  | $\varphi$ (radiani)         | $\sin\varphi$           |                 |
| 33                  |  | 0,576                       | 0,545                   |                 |
| $(\varphi - \beta)$ |  | $\varphi - \beta$ (radiani) | $\sin(\varphi - \beta)$ |                 |
| 3                   |  | 0,052                       | 0,052                   |                 |
| $\beta$             |  | $\beta$ (radiani)           | $\cos\beta$             |                 |
| 30                  |  | 0,524                       | 0,866                   |                 |

SPINTA DELLE TERRE

**ATTENZIONE:** le caselle da impiegare per inserire i dati di input sono quelle con sfondo in colore GIALLO

**[ ]**: valori da inserire

|   |            |      |                   |
|---|------------|------|-------------------|
| INCLINAZIONE DELLA PALICCATA RISPIETTO ALL'ORIZZONTALE  | $\alpha$   | 12   | *                 |
| INCLINAZIONE DEL TERRENO A MONTE DELL'OPERA DI SOSTEGNO | $\beta$    | 30   | *                 |
| ANGOLI DI ATTRITO INTERNO                               | $\varphi$  | 33   | *                 |
| ANGOLI DI ATTRITO OPERA-TERRENO                         | $\delta$   | 15   | *                 |
| PESO SPECIFICO TERRENO                                  | $\gamma_t$ | 1900 | Kg/m <sup>3</sup> |
| ALTEZZA DEL TERRAPIENO                                  | H          | 2    | m                 |
| SOPRARICCARICO  | Q          |      | kg                |



spinta con inclinazione  $\beta$  pari a 0

|                                      |             |   |             |         |
|--------------------------------------|-------------|---|-------------|---------|
|                                      | 45          | * | 0,785398163 | radiani |
| $45^\circ \cdot \varphi / 2$         | 28,5        | * | 0,497418837 | radiani |
| $\tan(45^\circ \cdot \varphi / 2)$   | 0,5429557   |   |             |         |
| $\tan^2(45^\circ \cdot \varphi / 2)$ | 0,294800892 |   |             |         |

$$S_a = \frac{1}{2} \gamma_t * H^2 * \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right)$$

SPINTA ATTIVA 1120,24 kg/m

spinta con inclinazione  $\beta$  diversa da 0

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

| CALCOLO DI KA (COEFFICIENTE COMPLETO) |             |             |             |
|---------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| $\alpha$                              | radiani     | coseno      | $\cos^2$    |
| 10                                    | 0.174532925 | 0.984807753 | 0.9684631   |
| $\varphi - \alpha$                    | radiani     | coseno      | $\cos^2$    |
| 21                                    | 0.35919143  | 0.933808246 | 0.871572418 |
| $\alpha + \delta$                     | radiani     | coseno      |             |
| 27                                    | 0.471238898 | 0.891006524 |             |
| $\delta + \varphi$                    | radiani     | seno        |             |
| 48                                    | 0.837758041 | 0.743144825 |             |
| $\varphi - \beta$                     | radiani     | seno        |             |
| 3                                     | 0.052359878 | 0.052335956 |             |
| $\alpha - \beta$                      | radiani     | coseno      |             |
| -18                                   | 0.141195265 | 0.951056516 |             |

$$K_a = \frac{\cos^2(\varphi - \alpha)}{\cos^2\alpha * \cos(\alpha + \delta) * \left[ 1 + \frac{2}{\sqrt{\frac{\sin(\delta + \varphi) * \sin(\varphi - \beta)}{\cos(\alpha + \delta) * \cos(\alpha - \beta)}}} \right]}$$

|  |                |
|--|----------------|
| CALCOLO DI $K_a$ (COEFFICIENTE COMPLETO) | 0,696059596    |
| SDIMITA ATTIVA                           | 2545,02 kg/100 |

**CALCOLO DI  $K_a$  (COEFFICIENTE SEMPLIFICATO)**

| $\varphi$         | radiani     | cos          | $\cos^2$    | seno        |
|-------------------|-------------|--------------|-------------|-------------|
| 33                | 0,575958653 | 0,838670568  | 0,703368322 | 0,544639035 |
| $\varphi - \beta$ | radiani     | seno         |             |             |
| 3                 | 0,052359878 | 0,9952335956 |             |             |
| $\beta$           | radiani     | coseno       |             |             |
| 30                | 0,523598776 | 0,866025404  |             |             |

$$K_a = \frac{\cos^2(\varphi)}{\left[1 + \sqrt{\frac{\sin \varphi * \sin (\varphi - \beta)}{\cos (\beta)}}\right]^2}$$

|  |             |
|--|-------------|
| CALCOLO DI $K_a$ (COEFFICIENTE SEMPLIFICATO) | 0,503933167 |
| SPINTA ATTIVA                                | 1014,05     |

spinta attiva del terreno sottoposto ad un sovraccarico

$$S_a = \frac{1}{2} \gamma_t * H^2 * K_a + Q * H * K_a$$

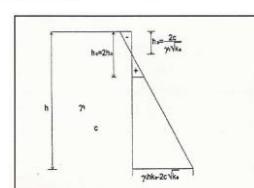
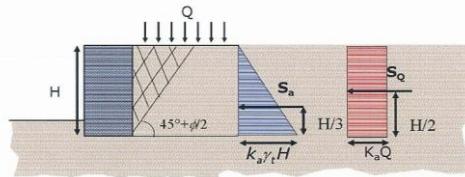
SPINTA ATTIVA

#### **calcolo del fronte di scavo**

$$h_o = \frac{2c}{\gamma_t \cdot \sqrt[2]{K_a}}$$

5 150 Kg/m<sup>3</sup>

altezza di scavo sintesi : il fronte di scavo risulta essere il doppio del valore  $h_0$

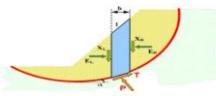


## STABILITÀ PENDIO INDEFINITO - rottura planare

ATTENZIONE: le caselle da impiegare per inserire i dati di input sono quelle con sfondo in colore GIALLO

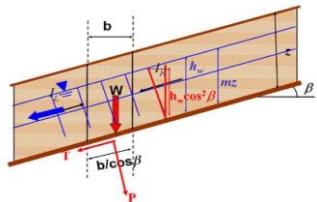
: valori da inserire

Si procede ora all'analisi di stabilità di un pendio ipotizzando come caso studio di avere un pendio costante di estensione illimitata con una superficie di rottura planare e con profondità modesta se paragonata alla lunghezza della superficie di rottura. Pertanto tra i diversi metodi proposti quello più adatto risulta essere il metodo del pendio indefinito.



|   |            |          |                   |
|---|------------|----------|-------------------|
| Coesione efficace del terreno               | $c$        | 1        | kg/m <sup>2</sup> |
| Angolo di resistenza al taglio del terreno  | $\varphi'$ | 33       | °                 |
| Angolo di inclinazione del terreno          | $\beta$    | 28       | °                 |
| Altezza strato di terreno                   | $z$        | 1.5      | m                 |
| Peso specifico del terreno                  | $\gamma_t$ | 1900     | Kg/m <sup>3</sup> |
| Peso specifico acqua                        | $\gamma_w$ | 1000     | Kg/m <sup>3</sup> |
| Altezza strato con pressione idrica         | $h_w$      | 0.25     | m                 |
| pressione idrica                            | $u$        | 250      | kg/m <sup>2</sup> |
| Lunghezza del segmento di strato di terreno | $b$        | 1        | m                 |
| $\cos^2\beta$                               |            | 0.779596 |                   |
| $\tan\varphi'$                              |            | 0.649408 |                   |
| $\sin\beta$                                 |            | 0.469472 |                   |
| $\cos\beta$                                 |            | 0.882948 |                   |
| Fattore di sicurezza                        | FS         | 1.084779 |                   |

$$U = \gamma_w * h_w$$



$$FS = \frac{c + \gamma_t \cdot z \cdot \cos^2\beta - w \cdot \tan\varphi'}{\gamma_t \cdot z \cdot \sin\beta \cdot \cos\beta}$$

## RESISTENZA A SCIOLAMENTO

ATTENZIONE: le caselle da impiegare per inserire i dati di input sono quelle con sfondo in colore GIALLO

 : valori da inserire

verifica secondo D.M. 10/03/88

| INPUT   |                          |         |
|---|--------------------------|---------|
| ANGOLO DI ATTRITO SUOLO                                     | $\varphi$                | 33 °    |
| PESO COMPLESSIVO DI UN METRO DI SVILUPPO DI PALIFICATA VIVA | $P_{\text{complessivo}}$ | 5869 Kg |
| SPINTA ATTIVA   | $S_a$                    | 1551 Kg |

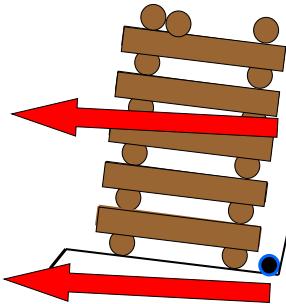
dato da foglio analisi carichi

| OUTPUT   |                |                      |
|--|----------------|----------------------|
| ANGOLO DI ATTRITO SUOLO  | $\varphi$      | 0,575958653 RADIANTI |
| COEFFICIENTE DI ATTRITO TRA BASE DELLA PALIFICATA E FONDAMENTA | $f$            | 0,649407593 NUM      |
| VERIFICA A SCIOLAMENTO   | FS sciv        | 2,457415671 NUM      |
|  | FS ammissibile | 1,3 NUM              |

Verificata

$$f = t g \varphi = 0,65$$

$$\frac{f * P}{S_a}$$



Resistenza a scivolamento: formula estesa

| INPUT  |                 |             |
|--|-----------------|-------------|
| ANGOLO DI ATTRITO SUOLO                                | $\varphi$       | 33 °        |
| COEFFICIENTE DI SPINTA ATTIVA                          | $K_a$           | 0,50393 NUM |
| INCLINAZIONE DELLA PALIFICATA RISPETTO ALL'ORIZZONTALE | $\alpha$        | 12 °        |
| PESO SPECIFICO OPERA                                   | $\gamma_{op} L$ | 1400 Kg/m³  |
| PESO SPECIFICO TERRENO                                 | $\gamma_t$      | 1900 Kg/m³  |
| PESO SPECIFICO ACQUA                                   | $\gamma_w$      | 1000 Kg/m³  |
| ALTEZZA PALIFICATA                                     | H               | 1,8 m       |
| CARICO UNIFORME  | Q               | 0 kg/m²     |

dato da foglio analisi carichi

| $\alpha$ | 12 °                 |
|----------|----------------------|
|          | 0,20943951 RADIANTI  |
|          | 0,212556562 TANGENTE |
|          | 0,978147601 COSENO   |

| OUTPUT   |           |                      |
|--|-----------|----------------------|
| ANGOLO DI ATTRITO SUOLO  | $\varphi$ | 0,575958653 RADIANTI |
| COEFFICIENTE DI ATTRITO TRA BASE DELLA PALIFICATA E FONDAMENTA | $f$       | 0,649407593 RADIANTI |
| PESO SPECIFICO EFFICACE  | $\gamma'$ | 900 Kg/m³            |
| VERIFICA A SCIOLAMENTO   | B ≥       | 1,28 m               |

base palificata HP

2

$$B \geq \frac{1,3}{f + 1,3 \tan \alpha} \cdot \left( \frac{\gamma_w}{2\gamma_{op}} H * \cos \alpha + \frac{\gamma'}{2\gamma_{op}} H * K_a * \cos \alpha + \frac{Q}{\gamma_{op}} K_a \right)$$

## RESISTENZA AL RIBALTIMENTO

ATTENZIONE: le caselle da impiegare per inserire i dati di input sono quelle con sfondo in colore GIALLO

 : valori da inserire

verifica secondo D.M. 10/03/88

| INPUT   |                   |         |
|---|-------------------|---------|
| BASE DELLA PALIFICATA                                       | B                 | 2,1 m   |
| ALTEZZA DELLA PALIFICATA                                    | H                 | 2 m     |
| PESO COMPLESSIVO DI UN METRO DI SVILUPPO DI PALIFICATA VIVA | $P_{complessivo}$ | 5869 Kg |
| SPINTA ATTIVA   | $S_a$             | 1551 Kg |

*dato da foglio analisi carichi*

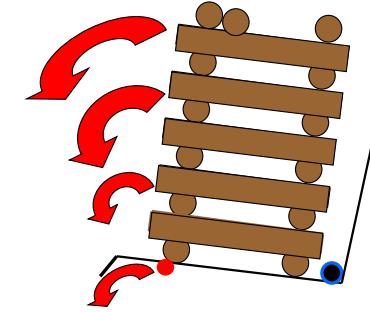
$$M_{stabilizzante} = P_{complessivo} * \frac{B}{2}$$

$$M_{ribaltante} = S_a * \frac{1}{3} H$$

$$\frac{M_s}{M_r}$$

| OUTPUT                  |                 |             |
|-------------------------|-----------------|-------------|
| MOMENTO STABILIZZANTE   | M stabilizzante | 6162 kgm    |
| MOMENTO RIBALTALENTE    | M ribaltante    | 1033,90 kgm |
| VERIFICA A RIBALTIMENTO | FS ribaltamento | 5,96 NUM    |
|                         | FS ammissibile  | 1,50 NUM    |

[Verificata](#)



Resistenza a ribaltamento: formula estesa

| INPUT  |                 |             |
|--|-----------------|-------------|
| COEFFICIENTE DI SPINTA ATTIVA                          | $K_a$           | 0,50393 NUM |
| INCLINAZIONE DELLA PALIFICATA RISPETTO ALL'ORIZZONTALE | $\alpha$        | 10 °        |
| PESO SPECIFICO OPERA                                   | $\gamma_{op} L$ | 1400 Kg/m³  |
| PESO SPECIFICO TERRENO                                 | $\gamma_t$      | 1900 Kg/m³  |
| PESO SPECIFICO ACQUA                                   | $\gamma_w$      | 1000 Kg/m³  |
| ALTEZZA PALIFICATA                                     | H               | 2 m         |
| CARICO UNIFORME  | Q               | 1100 kg/m²  |

*dato da foglio analisi carichi*

|          |             |
|----------|-------------|
| $\alpha$ | 10 °        |
| RADIANTI | 0,174532925 |
| TANGENTE | 0,176326981 |
| COSENZO  | 0,984807753 |

| OUTPUT                  |           |           |
|-------------------------|-----------|-----------|
| PESO SPECIFICO EFFICACE | $\gamma'$ | 900 kg/m³ |
| VERIFICA A RIBALTIMENTO | B         | 1,97 NUM  |
| BASE REALE DELL'OPERA   | B         | 2 m       |

[Verificata](#)

$$B > \sqrt{\frac{(H \tan \alpha)^2 + 1,5}{4} * H * \cos \alpha * \left( \frac{\gamma_w}{2} * H * \cos \alpha + \frac{\gamma'}{2} * H * K_a * \cos \alpha + Q * K_a \right) - \frac{\tan \alpha}{2}}$$

## RESISTENZA A SCHIACCIAMENTO

ATTENZIONE: le caselle da impiegare per inserire i dati di input sono quelle con sfondo in colore GIALLO

: valori da inserire

verifica secondo D.M. 10/03/88

|   |                          | INPUT                   |
|---|--------------------------|-------------------------|
| PESO COMPLESSIVO DI UN METRO DI SVILUPPO DI PALIFICATA VIVA | $P_{\text{complessivo}}$ | 5302 Kg                 |
| MOMENTO RIBALTANTE  | $M_{\text{ribaltante}}$  | 1034 kgm                |
| BASE DELLA PALIFICATA                                       | B                        | 199 cm                  |
| CARICO TOLLERABILE  |                          | 1,50 kg/cm <sup>2</sup> |

dato da foglio analisi carichi

dato da foglio resistenza a ribaltamento

$$e = S * \frac{a}{P}$$

| ECCINTRICITÀ | e | 0,20 m | OUTPUT |
|--------------|---|--------|--------|
|              |   |        |        |

Il centro di sollecitazione è interno al terzo medio di valle, in quanto

$$\begin{aligned} B/6 * e = \\ (B/6 * e)^*3 = \end{aligned}$$

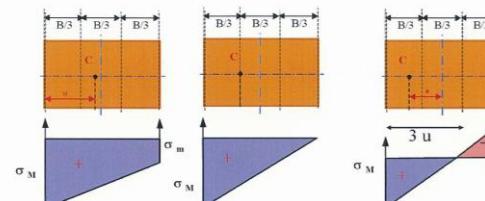
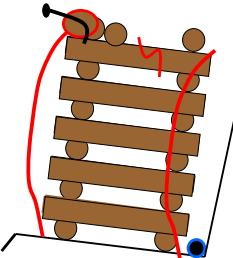
$$\begin{aligned} 0,06 \text{ m} \\ 0,19 \text{ m} \end{aligned}$$

[Verificata](#)

Quindi:

$$\sigma_{\text{max}} = \frac{P}{100B} * 1 + \frac{6e}{B}$$

| TENSIONE DI COMPRESSIONE MASSIMA | $\sigma_{\text{max}}$ | 0,27 kg/cm <sup>2</sup> | OUTPUT                     |
|----------------------------------|-----------------------|-------------------------|----------------------------|
| VERIFICA A RIBALTIMENTO          | $F_s$ schiacciamento  | 5,597158141 NUM         |                            |
|                                  | $F_s$ ammissibile     | 2 NUM                   | <a href="#">Verificata</a> |



Resistenza a schiacciamento: formula estesa

|  |            | INPUT                  |
|--|------------|------------------------|
| COESIONE TERRENO                                       | c          | 150 Kg/m <sup>2</sup>  |
| PESO SPECIFICO TERRENO                                 | $\gamma_t$ | 1900 Kg/m <sup>3</sup> |
| BASE PALIFICATA  | B          | 2 m                    |
| CARICO UNIFORME  | Q          | 0 kg/m <sup>2</sup>    |
| INCLINAZIONE DELLA PALIFICATA RISPETTO ALL'ORIZZONTALE | $\alpha$   | 12 °                   |
| FATTORE DI FORMA DELLA FONDAMENTA (NASTRIFORME)        | $s_y$      | 1 NUM                  |
| FATTORE DI FORMA DELLA FONDAMENTA (NASTRIFORME)        | $s_c$      | 1 NUM                  |

$$q_{lim} = \frac{1}{2} \gamma_t * B * N_y * s_y + c * N_c * s_c + Q * N_q$$

| VERIFICA A SCHIACCIAMENTO | $q_{lim}$ | 2144,00 kg/m <sup>2</sup> | OUTPUT                     |
|---------------------------|-----------|---------------------------|----------------------------|
|                           |           |                           | <a href="#">Verificata</a> |

Il carico limite risulta essere il valore della cella E60 kg/m<sup>2</sup>, quindi essendo il carico Q di 48 kg/m<sup>2</sup> scelto da noi la verifica è soddisfatta.

| $\theta$<br>gradi | $N_c$<br>Prandtl | $N_q$<br>Reissner | $N_t$<br>Hansen |
|-------------------|------------------|-------------------|-----------------|
| 0                 | 5,14             | 0                 | 0               |
| 2                 | 5,63             | 1,2               | 0,01            |
| 4                 | 6,18             | 1,43              | 0,05            |
| 6                 | 6,81             | 1,72              | 0,13            |
| 8                 | 7,52             | 2,06              | 0,27            |
| 10                | 8,34             | 2,47              | 0,47            |
| 12                | 9,28             | 2,97              | 0,75            |
| 14                | 10,37            | 3,59              | 1,16            |
| 16                | 11,63            | 4,33              | 1,72            |
| 18                | 13,1             | 5,26              | 2,49            |
| 20                | 14,83            | 6,4               | 3,54            |
| 22                | 16,88            | 7,82              | 4,96            |
| 24                | 19,32            | 9,6               | 6,89            |
| 26                | 22,25            | 11,85             | 9,35            |
| 28                | 25,8             | 14,72             | 13,13           |
| 30                | 30,14            | 18,4              | 18,08           |
| 32                | 35,49            | 23,18             | 24,94           |
| 34                | 42,16            | 29,44             | 34,53           |
| 36                | 50,58            | 37,75             | 48,06           |
| 38                | 61,35            | 48,93             | 67,41           |
| 40                | 75,31            | 64,19             | 95,45           |