



# PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO

DIPARTIMENTO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI  
SERVIZIO GESTIONE STRADE  
UFFICIO DI BORGO VALSUGANA

LAVORI DI SOMMA URGENZA PER LA MESSA IN SICUREZZA DELLA SEDE STRADALE IN PROSSIMITA' DELLA PROGRESSIVA CHILOMETRICA 0+300 DELLA S.P. 39 DI SAMONE NEL COMUNE DI CASTEL IVANO (TN) DEL SETTORE 2A

REDATTA DA:

geom. Denis PEDRON

CALCOLI STATICI

9

SCALA:

DATA:

FEBBRAIO 2025

AGGIORNAMENTO:

I PROGETTISTI:

geom. Denis PEDRON

ing. Andrea ALFARE'



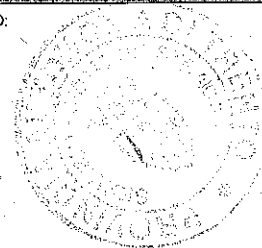
IL SOSTITUTO DIRETTORE UFFICIO ZONA EST:

geom. Lucangelo D'AUGUSTA

IL DIRIGENTE SOSTITUTO:

ing. Filiberto BOLEGO

TIMBRO:



# 1 SOMMARIO

1	SOMMARIO.....	1
2	PREMESSA.....	2
2.1	INTRODUZIONE .....	2
2.2	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO .....	2
3	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....	2
3.1	MAGRONE .....	2
3.2	CALCESTRUZZO PER CORDOLO IN C.A.....	2
3.3	CALCESTRUZZO PER MURO DI SOSTEGNO IN C.A. ....	3
3.4	ACCIAIO PER ARMATURE.....	3
4	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	4
4.1	NORME GENERALI .....	4
4.2	RIFERIMENTI TECNICI .....	4
5	SOFTWARE UTILIZZATI.....	5
6	PARAMETRI SISMICI .....	6
7	MURO DI SOSTEGNO.....	8
7.1.1	Metodo di calcolo, normativa e affidabilità del codice di calcolo utilizzato.....	8
7.1.2	Impostazioni di analisi geotecnica e strutturale.....	9
7.1.3	Analisi dei carichi .....	13
7.2	VERIFICA MURO DI SOSTEGNO .....	17
7.2.1	Considerazioni geotecniche .....	17
7.2.2	Analisi dei carichi .....	18
7.2.3	Risultati numerici.....	18

## **2 PREMESSA**

### **2.1 INTRODUZIONE**

Nell'ambito dei lavori di consolidamento della sede stradale al km 0+300 della S.P. 39, si rende necessaria la realizzazione di opere strutturali la cui verifica è oggetto della presente relazione di calcolo.

### **2.2 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO**

Le opere d'arte necessarie lungo l'ambito di intervento sono riportate di seguito:

1. muro di sostegno in cls.a. al km 0,300 circa;

## **3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

Salvo indicazioni diverse espressamente indicate negli elaborati grafici, sono previsti i seguenti materiali da costruzione.

### **3.1 MAGRONE**

- Calcestruzzo non armato C12/C15
- Resistenza caratteristica cubica di calcolo:  $R_{ck} \geq 15$  MPa;
- Resistenza caratteristica cilindrica:  $R_{ck} \geq 12$  MPa;
- Modulo di elasticità:  $E_c = 26.000$  MPa;
- Coefficiente di Poisson:  $\nu = 0,20$ ;
- Classe di esposizione: X0

### **3.2 CALCESTRUZZO PER CORDOLO IN C.A.**

- Calcestruzzo armato C35/C45
- Resistenza caratteristica cubica di calcolo:  $R_{ck} \geq 45$  MPa;
- Resistenza caratteristica cilindrica:  $f_{ck} \geq 35$  MPa;
- Modulo di elasticità:  $E_{cm} = 34.077$  MPa;
- Coefficiente di Poisson:  $\nu = 0,20$ ;
- $\gamma_c = 1,5$ ;
- $\alpha_{cc} = 0,85$ ;

- $f_{cd} = \alpha_{cc} f_{cd} / \gamma_c = 19,83 \text{ MPa}$ ;
- Classe di esposizione: XF4;
- Massimo rapporto a/c = 0,45;
- Minimo contenuto in cemento 300 kg/m<sup>3</sup>;
- Richiesto l'impiego di cementi resistenti ai solfati;
- Classe slump: S4

### 3.3 CALCESTRUZZO PER MURO DI SOSTEGNO IN C.A.

- Calcestruzzo armato C25/C30
- Resistenza caratteristica cubica di calcolo:  $R_{ck} \geq 30 \text{ MPa}$ ;
- Resistenza caratteristica cilindrica:  $f_{ck} \geq 25 \text{ MPa}$ ;
- Modulo di elasticità:  $E_{cm} = 31.476 \text{ MPa}$ ;
- Coefficiente di Poisson:  $\nu = 0,20$ ;
- $\gamma_c = 1,5$ ;
- $\alpha_{cc} = 0,85$ ;
- $f_{cd} = \alpha_{cc} f_{cd} / \gamma_c = 14,17 \text{ MPa}$ ;
- Classe di esposizione: XF2;
- Massimo rapporto a/c = 0,55;
- Minimo contenuto in cemento 300 kg/m<sup>3</sup>;
- Richiesto l'impiego di cementi resistenti ai solfati;
- Classe slump: S3

### 3.4 ACCIAIO PER ARMATURE

- Barre in acciaio tipo B450C (FeB44k) ad aderenza migliorata;
- Tensione caratteristica di rottura:  $f_{tk} \geq 540 \text{ MPa}$ ;
- Tensione caratteristica di snervamento:  $f_{yk} \geq 450 \text{ MPa}$ ;
- Rapporto tensione di rottura / tensione di snervamento:  $1,15 \leq f_{tk} / f_{yk} \leq 1,35$ ;
- Modulo di elasticità:  $E_s = 210.000 \text{ MPa}$ ;
- Coefficiente di Poisson:  $\nu = 0,30$ ;

## **4 NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

I calcoli delle strutture sono stati eseguiti in base alle seguenti disposizioni.

### **4.1 NORME GENERALI**

- Ministero delle Infrastrutture - Decreto ministeriale 17 gennaio 2018 Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni;
- Ministero delle Infrastrutture - Circolare n. 7, 21 gennaio 2009 Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018".

### **4.2 RIFERIMENTI TECNICI**

- EC2 UNI-ENV-1992 "Progettazione strutture in c.a.";
- EC7 UNI -ENV-1997 "Progettazione geotecnica";
- Norma UNI EN 206-1 Calcestruzzo –Specificazione, prestazione, produzione e conformità;
- Norma UNI 11104 Calcestruzzo –Specificazione, prestazione, produzione e conformità –Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1;

## **5 SOFTWARE UTILIZZATI**

Nella presente relazione di calcolo si è fatto uso dei seguenti codici di calcolo:

- MAX 16 di Aztec Informatica, programma per l'analisi dei muri di sostegno

## 6 PARAMETRI SISMICI

Le azioni sismiche di progetto sono state definite sulla base della pericolosità sismica del sito di costruzione, in termini di accelerazione orizzontale massima  $a_g$ . Si riportano di seguito i dati per le analisi sismiche. Per la determinazione dei parametri sismici si considerano le seguenti coordinate di sito:

LATITUDINE	LONGITUDINE
46.070693°	11.525661°

I dati per la definizione dell'azione sismica sul muro di sostegno della strada sono riassunti di seguito:

Categoria di terreno: B

Classe d'uso: III  $C_u=1,5$

Categoria topografica: T2

Si considera una vita nominale della costruzione  $V_N$  pari a 100 anni. Da ciò deriva un periodo di riferimento  $V_R$  per l'azione sismica pari a 150 anni.

Si riporta il prospetto dei risultati ottenuti (Vita nom. 100 anni – Classe d'uso III con  $C_u = 1,5$ ):

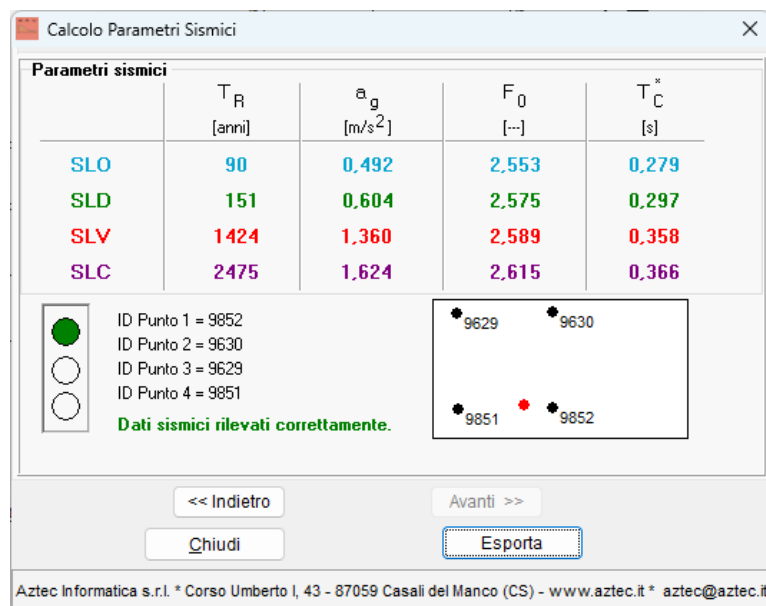


Figura 6-1 Valutazione della pericolosità sismica

Da questi è possibile poi ricavare tutti i dati necessari in funzione delle caratteristiche geotecniche del terreno e della localizzazione topografica dell'opera.

**Opzioni sisma**

**D.M. 1996**

Coefficiente di intensità sismica [%] 0,00

**N.T.C. 2008 - NTC 2018**

	SLV	SLD
Accelerazione al suolo $a_g$ [ $m/s^2$ ]	1,360	0,604
Accelerazione al suolo $a_g$ [% di $g$ ]	0,000	0,000
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale $F_0$	2,589	2,575
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante $T_c^*$	0,358	0,297
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico $S_s$	Tipo B 1,200	1,200
Coefficiente amplificazione topografica $S_T$	T2 1,20	
Coefficiente di riduzione ( $\beta_s$ )	C 0,380	0,470
<input type="checkbox"/> Calcolo $\beta_m$ nel rispetto gerarchia delle resistenze secondo Circolare 21/01/2019 n° 7 C.S.LL.PP. (par C7.11.6.2)		
Coefficiente di riduzione ( $\beta_m$ )	C 0,380	0,470
Coefficiente di riduzione ( $\beta_m$ ) verifica ribaltamento		0,57
<b>Coeff. di intensità sismica orizzontale</b> <b><math>K_h</math> [%] = <math>a_g/g * S_s * S_T * \beta_m</math></b>	<b>7,585</b>	<b>4,165</b>
Intensità sismica Verticale/Orizzontale		0,50

Forma diagramma incremento sismico  
 Rettangolare  Stessa forma diagramma statico

Importa file dati sismici Dettagli >>

Accetta Annulla Help

Figura 6-2 Parametri sismici

## 7 MURO DI SOSTEGNO

### 7.1.1 Metodo di calcolo, normativa e affidabilità del codice di calcolo utilizzato

Il calcolo, statico e dinamico, è stato effettuato secondo il metodo agli stati limite con l'ausilio del programma di calcolo automatico MAX versione 16 prodotto dalla Aztec Informatica S.r.l. (Casole Bruzio – CS).

I calcoli sono svolti secondo il metodo agli stati limite, facendo riferimento alle seguenti norme:

- Ministero delle Infrastrutture - Decreto ministeriale 17 gennaio 2018 Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni;
- Ministero delle Infrastrutture - Circolare n. 7, 21 gennaio 2009 Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018".

La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

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

- calcolo della spinta del terreno;
- verifica a ribaltamento;
- verifica a scorrimento del muro su piano di posa;
- verifica della stabilità del complesso fondazione-terreno (carico limite) secondo il metodo di Vesic;
- verifica della stabilità globale con il metodo di Bishop;
- calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del Capitolo 7 del D.M. 17/01/2018.

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

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software utilizzato per il calcolo ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del

software contiene un esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice Aztec Informatica S.r.l. ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi di prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

la relazione di calcolo strutturale presenta i risultati di calcolo in modo tale da garantire la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. Illustra inoltre in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare, dopo una corposa introduzione che descrive l'analisi dei carichi e il metodo generale di modellazione.

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

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli, effettuando un confronto con le verifiche svolte con altri software e con semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni, permettendo di considerare il software idoneo all'utilizzo.

### **7.1.2 Impostazioni di analisi geotecnica e strutturale**

Per i muri di sostegno devono essere effettuate le verifiche con riferimento almeno ai seguenti stati limite:

- *SLU di tipo geotecnico*
  - scorrimento sul piano di posa
  - collasso per carico limite del complesso fondazione – terreno
  - ribaltamento
  - stabilità globale
- *SLU di tipo strutturale*
  - raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali

La verifica di stabilità globale del complesso opera di sostegno – terreno deve essere effettuata secondo l'Approccio 1 con la combinazione 2 (A2+M2+R2) tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 6.2.II per le azioni e parametri geotecnici. Le rimanenti verifiche devono essere effettuate secondo l'Approccio 2 con la combinazione (A1+M1+R3)

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

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

<sup>(1)</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  $\gamma_{G1}$

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

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

Come prescritto dalla normativa di riferimento le azioni A1 saranno sempre associate alle caratteristiche del terreno di tipo M1 e le azioni A2 saranno sempre associate alle caratteristiche del terreno di tipo M2; in particolare:

- per le verifiche strutturali è stata considerata la combinazione STR (A1+M1+R3)
- per la verifica a ribaltamento è stata considerata la combinazione EQU (A1+M1+R3)
- per la verifica a scorrimento è stata considerata la combinazione STR (A1+M1+R3)
- per la verifica di portanza è stata considerata la combinazione STR (A1+M1+R3)
- per la verifica di stabilità globale è stata considerata la combinazione GEO (A2+M2+R2)

Nelle verifiche riportate nei capitoli relativi ai singoli muri sono state verificate le combinazioni:

- per soli carichi permanenti in presenza di sisma;
- permanenti con carichi mobili;
- permanenti con urto, se presente;
- soli carichi permanenti (se significativa).

Nei paragrafi successivi sono riportate le combinazioni di carico.

Si precisa che per il calcolo della spinta è stato applicato il metodo di Mononobe – Okabe che adotta le stesse ipotesi della teoria di Coulomb: un cuneo di spinta a monte del muro che si muove rigidamente lungo una superficie di rottura rettilinea. Mette in conto inoltre l'inerzia sismica del cuneo in direzione orizzontale e verticale. Si rimanda ai paragrafi successivi per i dettagli sull'applicazione del metodo.

Per la verifica di stabilità globale è stato adottato il metodo di Bishop, che prevede un coefficiente di sicurezza espresso dalla formula seguente:

$$\eta = \frac{\sum_i \left( \frac{c_i b_i + (W_i - u_i b_i) \tan \phi_i}{m} \right)}{\sum_i W_i \sin \alpha_i}$$

dove il termine  $m$  è espresso da:

$$m = \left( 1 + \frac{\tan \phi_i \tan \alpha_i}{\eta} \right) \cos \alpha_i$$

In questa espressione  $n$  è il numero delle strisce considerate,  $b_i$  e  $a_i$  sono rispettivamente la larghezza e l'inclinazione della base della striscia  $i$ -esima rispetto all'orizzontale,  $W_i$  è il peso della striscia  $i$ -esima,  $c_i$  e  $\phi_i$  sono le caratteristiche del terreno (coesione e angolo di attrito) lungo la base della striscia e  $u_i$  è la pressione neutra lungo la base della striscia.

L'espressione del coefficiente di sicurezza di Bishop contiene al secondo membro il termine  $m$  che è funzione di  $\eta$ . Quindi l'espressione viene risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per  $\eta$  da inserire nell'espressione di  $m$  ed iterare fino a quando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

La verifica a carico limite è stata condotta secondo la teoria di Hansen.

Per quanto riguarda l'analisi strutturale delle sezioni, sono state applicate le seguenti impostazioni:

- impostazioni verifiche SLU:
  - coefficiente di sicurezza cls. a compressione 1.50
  - fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica 0.83
  - fattore di riduzione per carichi di lungo periodo 0.85
  - coefficiente di sicurezza acciaio 1.15
  
- impostazioni verifiche SLE:
  - condizioni ambientali ordinarie
  - armatura aderenza migliorata
  
- verifica a fessurazione:
  - sensibilità armature poco sensibile
  - valori limite di apertura delle fessure
    - w1 = 0.20
    - w2 = 0.30
    - w3 = 0.40
  - metodo di calcolo apertura fessure Circ. Min. 252 (15.10.1996)
  
- verifica delle tensioni:
  - combinazione rara  $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$ ,  $\sigma_s < 0.80 f_{yk}$
  - combinazione quasi permanente  $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

In relazione sono riportate le verifiche strutturali per la combinazione più gravosa. In particolare sono evidenziati i dettagli solo delle sezioni critiche (mezzeria e base del paramento e sezione di incastro degli sbalzi di fondazione di valle e di monte). Il programma in realtà effettua le verifiche in dieci sezioni per elemento strutturale.

Si precisa che il momento ultimo e lo sforzo assiale ultimo sono calcolati considerando un meccanismo di rottura ad eccentricità costante. Individuato nel dominio di resistenza lo stato di sollecitazione (M,N) della sezione nella combinazione di carico analizzata, le sollecitazioni ultime riportate in relazione ( $M_u$ ,  $N_u$ ) corrispondono all'intersezione con il dominio di resistenza della retta passante per l'origine e il punto che rappresenta lo stato di sollecitazione. Il fattore di sicurezza è uguale al rapporto tra la distanza dall'origine del

punto, che nel dominio di resistenza rappresenta lo stato ultimo, e la distanza del punto che individua lo stato di sollecitazione.

### 7.1.3 Analisi dei carichi

#### 7.1.3.1 Carichi permanenti

I carichi permanenti considerati sono il peso proprio del muro ( $\gamma_{cls} = 25 \text{ kN/m}^3$ ), del terreno ( $\gamma_{terreno}$ ) e la spinta dello stesso, secondo le modalità precedentemente descritte.

#### 7.1.3.2 Carichi variabili

Si considera un **carico variabile distribuito pari a 20 kN/m<sup>2</sup>**, rappresentante il carico stradale transitante in prossimità del muro.

#### 7.1.3.3 Azioni eccezionali (urto)

In seguito ad un eventuale urto, come precedentemente affermato, un certo numero di montanti della barriera di sicurezza vengono a subire una rilevante deformazione plastica. In tale situazione il momento flettente massimo che si avrà alla base dei montanti, dove si formerà la cerniera plastica, può essere calcolato come:

$$M_P = W_P \cdot f_y$$

dove,

$W_P$ , è il modulo di resistenza plastico

$f_y$ , è la tensione di snervamento

Per quanto riguarda la tensione di snervamento  $f_y$ , deve essere presa in considerazione la tensione caratteristica di snervamento con frattile al 95% e non quella cui siamo abituati ad operare che rappresenta il frattile al 5%.

Considerando poi che la forza d'urto agisce a circa 50 cm di altezza dal piano stradale, la forza orizzontale massima esercitata sui montanti vale  $F_H = M_P/h$ .

Nel caso specifico la barriera in questione è del tipo H2 con montanti realizzati con profili ad U da 120 x 80 x 6 mm in acciaio S275. L'interasse tra i montanti risulta essere pari a 2000 mm. Di seguito i dati riepilogativi riferiti alla barriera stradale:

- montante	U 120 x 80 x 6 mm
- interasse montanti i	2000 mm
- momento statico $S_x$	36108 mm <sup>3</sup>
- modulo di resistenza plastico $W_{PL}=2 \cdot S_x$	72216 mm <sup>3</sup>
- tensione di snervamento montante frattile 5% $f_y$	275 N/mm <sup>2</sup>
- tensione di snervamento montante frattile 95% $f_y$	357.5 N/mm <sup>2</sup>
- altezza impatto in caso di urto h	0.50 m
- braccio interno tra i pali $b_{VA}$	0.40 m
- inclinazione ( $\alpha$ ) palo A	15°

Le sollecitazioni alla base del montante risultano:

- momento plastico alla base del montante	$M_{PL} = 25.8 \text{ kNm}$
- forza di taglio alla base del montante	$F_H = 2 \cdot M_{PL} = 51.6 \text{ kN}$

Le sollecitazioni per unità di lunghezza del cordolo risultano:

- momento per metro $M_{PL}/i$	$M_{PL,U} = 12.9 \text{ kNm/m}$
- forza orizzontale per metro $F_H/i$	$F_{H,U} = 25.8 \text{ kN/m}$

#### 7.1.3.4 Azione sismica

L'analisi sismica dei muri è stata effettuata dal programma considerando la spinta sismica calcolata secondo il metodo di Mononobe – Okaba applicata nello stesso punto della forza statica e una forza statica equivalente pari al prodotto della forza di gravità per un opportuno coefficiente sismico:

$$F = (Mg)k = W k$$

dove M rappresenta la massa del muro, del terreno gravante sulla fondazione a monte del muro e degli eventuali sovraccarichi; k è il coefficiente sismico dipendente dalle caratteristiche sismologiche del sito.

Nelle verifiche allo stato limite ultimo, i valori dei coefficienti sismici orizzontale  $k_h$  e verticale  $k_v$  sono stati valutati mediante le espressioni:

$$k_h = \beta_m \frac{a_{max}}{g} = \beta_m (S_S \cdot S_T) \frac{a_g}{g} \quad k_v = \pm 0,5k_h$$

I dati per la definizione dell'azione sismica sul muro di sostegno sono riassunti in tabella Tabella 7-1:

Vita Nominale ( $V_N$ )	100 anni
Classe d'uso	III
Coefficiente d'uso ( $C_U$ )	1,5
Vita di riferimento ( $V_R$ )	150 anni

Tabella 7-1 Dati per la definizione dell'azione sismica

Si assume l'azione sismica relativa alla località Samone in Provincia Autonoma di Trento (coordinate LAT. 45,921326° – LON. 11,254517°). Allo SLV si ottengono i seguenti risultati:

LATITUDINE	LONGITUDINE
46.070693°	11.525661°

The screenshot shows the 'Opzioni sisma' window with the following parameters:

- D.M. 1996:** Coefficiente di intensità sismica [%] = 0,00
- N.T.C. 2008 - NTC 2018:**
  - SLV (Selected) / SLD
  - Accelerazione al suolo  $a_g$  [ $m/s^2$ ] = 1,360 / 0,604
  - Accelerazione al suolo  $a_g$  [% di  $g$ ] = 0,000 / 0,000
  - Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale  $F_0$  = 2,589 / 2,575
  - Periodo inizio tratto spettro a velocità costante  $T_c^*$  = 0,358 / 0,297
  - Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico  $S_s$ : Tipo B (dropdown) = 1,200 / 1,200
  - Coefficiente amplificazione topografica  $S_T$ : T2 (dropdown) = 1,20
  - Coefficiente di riduzione ( $\beta_s$ ) = C = 0,380 / 0,470
  - Calcolo  $B_m$  nel rispetto gerarchia delle resistenze secondo Circolare 21/01/2019 n° 7 C.S.LL.PP. (par C7.11.6.2)
  - Coefficiente di riduzione ( $\beta_m$ ) = C = 0,380 / 0,470
  - Coefficiente di riduzione ( $\beta_m$ ) verifica ribaltamento = 0,57
  - Coeff. di intensità sismica orizzontale  $K_h$  [%] =  $a_g/g * S_s * S_T * \beta_m$**  = 7,585 / 4,165
  - Intensità sismica Verticale/Orizzontale = 0,50
  - Forma diagramma incremento sismico:  Rettangolare,  Stessa forma diagramma statico

All'azione sismica va aggiunta la spinta del terreno retrostante che, in condizioni sismiche, può essere valutata secondo la teoria di Mononobe – Okabe mediante la relazione:

$$S = \frac{1}{2} \gamma H^2 (1 + k_v) K_a$$

in cui  $H$  è l'altezza del muro,  $\gamma$  è il peso specifico del terreno e  $K_a$  è il coefficiente di spinta attivo del terreno che vale:

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

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

con:  $\tan \theta = \frac{k_h}{1 \pm k_v}$

## 7.2 VERIFICA MURO DI SOSTEGNO

Il muro di sostegno si caratterizza per una lunghezza di  $L = 40$  m. altezza max del paramento  $H = 2,50$  m e base  $B = 2,50$  m.

Si riporta di seguito la sezione tipologica del muro di sostegno:

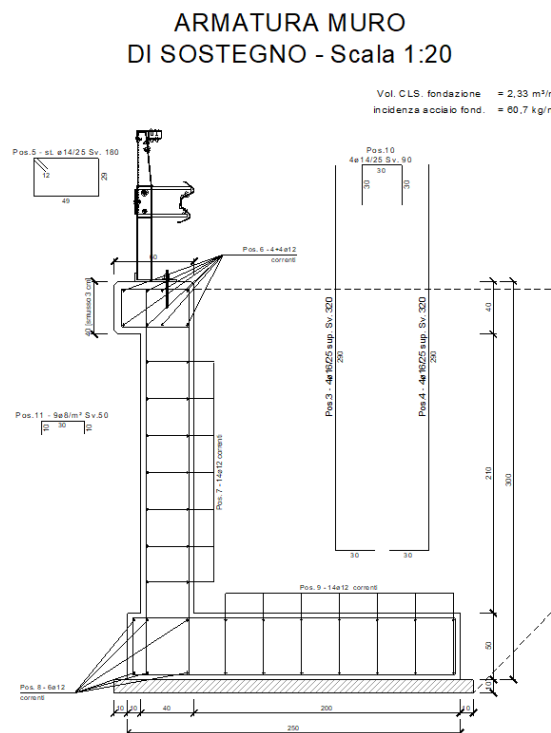


Figura 7-1 Sezione tipologica muro di sostegno al km 0,300

Il muro è di tipo a mensola in c.a. La struttura è in calcestruzzo armato, realizzato in opera. La fondazione è passante gettata in opera su strato di magrone (sp. 10 cm).

### 7.2.1 Considerazioni geotecniche

Per quanto riguarda le caratteristiche dei terreni assunti in fase di verifica, si è fatto riferimento ai dati riportati nella relazione geologico – geotecnica.

Si è considerato sia per il terreno:

Strato n° 1 (da 0,0 a -0,70 m):

- peso di volume  $\gamma = 18,00$  kN/m<sup>3</sup>
- angolo di attrito interno  $\phi = 35^\circ$

- angolo di attrito terreno fondazione  $\delta = 23^\circ$
- coesione  $c = 5 \text{ kN/m}^2$  (0,05 daN/cm<sup>2</sup>)

Strato n° 2 (da -0,70 a -3,00 m):

- peso di volume  $\gamma = 18,00 \text{ kN/m}^3$
- angolo di attrito interno  $\phi = 37^\circ$
- angolo di attrito terreno fondazione  $\delta = 25^\circ$
- coesione  $c = 5 \text{ kN/m}^2$  (0,05 daN/cm<sup>2</sup>)

Strato n° 3 (da -3,00 m a -7,00 m):

- peso di volume  $\gamma = 18,00 \text{ kN/m}^3$
- angolo di attrito interno  $\phi = 38^\circ$
- angolo di attrito terreno fondazione  $\delta = 25^\circ$
- coesione  $c = 10 \text{ kN/m}^2$  (0,10 daN/cm<sup>2</sup>)

## 7.2.2 Analisi dei carichi

Carichi permanenti:

- peso proprio
- spinta attiva a tergo del muro

Carichi variabili:

- traffico veicolare:  $q_{1k} = 20 \text{ kN/m}^2$
- carico concentrato applicato in sommità al muro derivante dall'urto di un mezzo sul guardrail:  $F_t = 25,8 \text{ kN/m}$  (carico orizzontale distribuito in sommità) –  $Q_t = 12,9 \text{ kNm/m}$  (coppia distribuita in sommità)

## 7.2.3 Risultati numerici

## Normative di riferimento

- Legge nr. 1086 del 05/11/1971.  
Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- Legge nr. 64 del 02/02/1974.  
Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. LL.PP. del 11/03/1988.  
Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- D.M. LL.PP. del 14/02/1992.  
Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 9 Gennaio 1996  
Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche
- D.M. 16 Gennaio 1996  
Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'
- D.M. 16 Gennaio 1996  
Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche
- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.  
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996
- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.  
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996
- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018)
- Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018

## Dati

### Materiali

#### Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
<b>Calcestruzzo armato</b>	
C	Classe di resistenza del cls
N / E	Calcestruzzo Nuovo o Esistente
A	Classe di resistenza dell'acciaio
$\gamma$	Peso specifico, espresso in [kg/mc]
R <sub>ck</sub>	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
f <sub>cm</sub>	Resistenza caratteristica media a compressione, espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
E	Modulo elastico, espresso in [kg/cm <sup>2</sup> ]
$\nu$	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls tesoro/compresso

### Calcestruzzo armato

n°	Descr	N / E	C	A	$\gamma$	R <sub>ck</sub> / f <sub>cm</sub>	E	$\nu$	n	ntc
					[kg/mc]	[kg/cm <sup>2</sup> ]	[kg/cm <sup>2</sup> ]			
1	Cls Armato	N E	C25/30	B450C	2500,00	250,00 0,00	306659 0	0.30	15.00	0.50

### Acciai

Descr	f <sub>yk</sub>	f <sub>uk</sub>	f <sub>ym</sub>
	[kg/cm <sup>2</sup> ]	[kg/cm <sup>2</sup> ]	[kg/cm <sup>2</sup> ]
B450C	4588,65	5506,38	0,00

### Geometria profilo terreno a monte del muro

#### Simbologia adottata

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

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

n°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
1	0,00	0,00	0.000
2	9,70	0,37	2.184
3	11,26	3,08	60.073
4	16,30	6,08	30.763

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 41.000 [°]

## Geometria muro

### Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro	10,00	[m]
<u>Paramento</u>		
Materiale	Cls Armato	
Altezza paramento	2,50	[m]
Altezza paramento libero	2,00	[m]
Spessore in sommità	0,40	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,40	[m]
Inclinazione paramento esterno	0,00	[°]
Inclinazione paramento interno	0,00	[°]
<u>Fondazione</u>		
Materiale	Cls Armato	
Lunghezza mensola di valle	0,10	[m]
Lunghezza mensola di monte	2,00	[m]
Lunghezza totale	2,50	[m]
Inclinazione piano di posa	0,00	[°]
Spessore	0,50	[m]
Spessore magrone	0,00	[m]

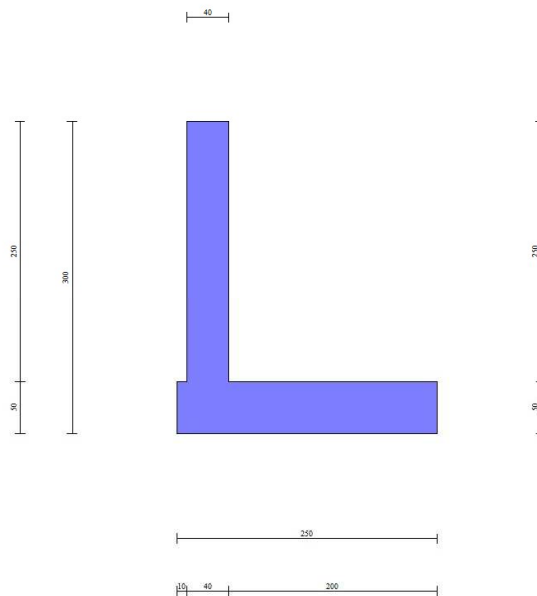


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

## Descrizione terreni

### Parametri di resistenza

#### Simbologia adottata

$n^\circ$	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
$c_a$	Adesione terra-muro espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]

Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix

Cesp Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)  
 $\alpha$  Tensione tangenziale limite, espressa in [kg/cmq]

n°	Descr	$\gamma$ [kg/mc]	$\gamma_{sat}$ [kg/mc]	$\phi$ [°]	$\delta$ [°]	c [kg/cmq]	ca [kg/cmq]	Cesp	$\alpha$ [kg/cmq]
1	Riporto	1800,00	2000,00	35.000	23.330	0,05	0,03	---	---
2	Limo sabbioso-ghiaioso 1	1800,00	2000,00	37.000	24.670	0,05	0,03	---	---
3	Limo sabbioso-ghiaioso 2	1800,00	2000,00	38.000	25.330	0,10	0,05	---	---

## Stratigrafia

### Simbologia adottata

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

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

Kststa, Kstsis Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	$\alpha$ [°]	Terreno	Kwn [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Kwt [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Kw [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Ks	Cesp	Kststa	Kstsis
1	0,70	0.000	Riporto	1.000	0.500	---	---	---	---	---
2	2,30	0.000	Limo sabbioso-ghiaioso 1	1.000	0.500	---	---	---	---	---
3	4,00	0.000	Limo sabbioso-ghiaioso 2	1.000	0.500	---	---	---	---	---

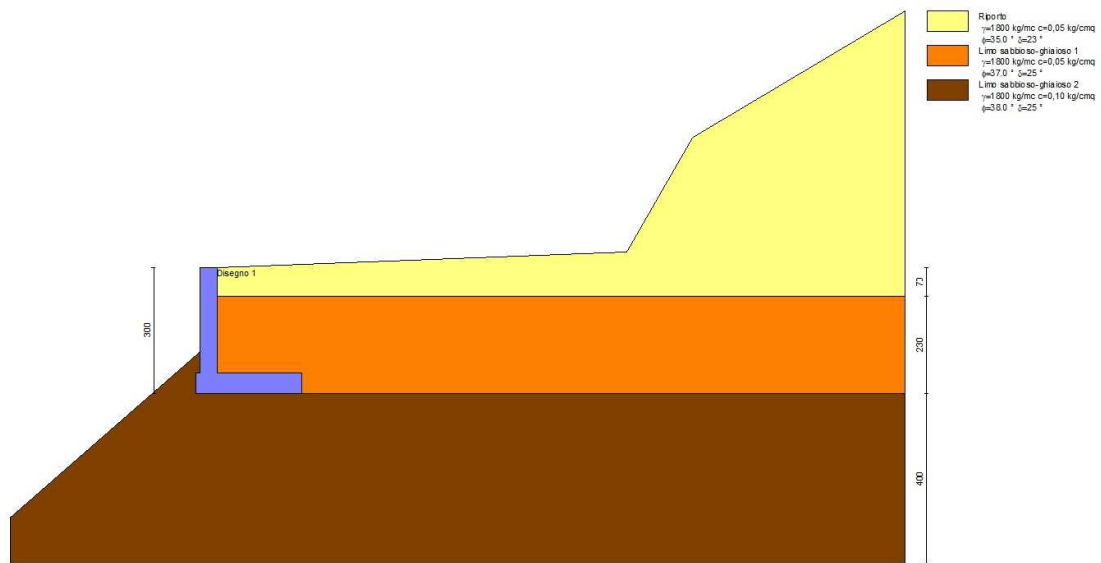


Fig. 2 - Stratigrafia

## Condizioni di carico

### Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.  
 Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

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

### Condizione n° 1 (Carico da traffico) - VARIABILE

Coeff. di combinazione  $\Psi_0=0.40$  -  $\Psi_1=0.40$  -  $\Psi_2=0.00$

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	Fx [kg]	Fy [kg]	M [kgm]	Xi [m]	Xf [m]	Qi [kg]	Qf [kg]
1	Distribuito					0,00	9,70	2000,00	2000,00

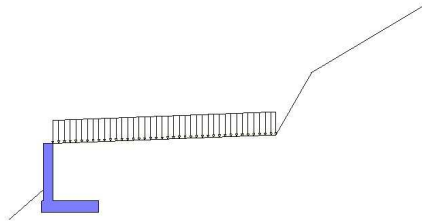


Fig. 3 - Carichi sul terreno

Condizione n° 2 (Urto veicolo) - ECCEZIONALECarichi sul muro

n°	Tipo	Dest	X; Y [m]	Fx [kg]	Fy [kg]	M [kgm]	Xi [m]	Xf [m]	Qi [kg]	Qf [kg]
1	Concentrato	Paramento	0,00; 0,00	2580,00	0,00	1290,00				

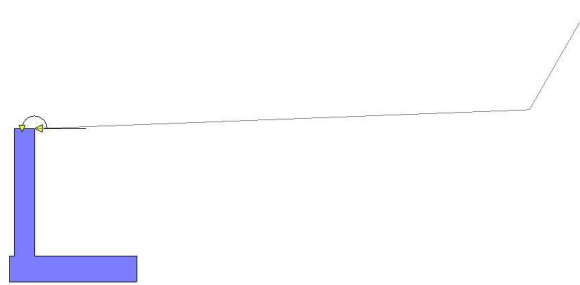


Fig. 4 - Carichi sul muro

Normativa

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

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

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

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

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

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

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3

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

### Descrizione combinazioni di carico

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

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

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} \Psi_{0,2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} \Psi_{0,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi connessi all'azione sismica E:

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

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali Ad:

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

I valori dei coeff.  $\Psi_{0,j}$ ,  $\Psi_{1,j}$ ,  $\Psi_{2,j}$  sono definiti nelle singole condizioni variabili.

I valori dei coeff.  $\gamma_G$  e  $\gamma_Q$ , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

#### Simbologia adottata

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

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

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Carico da traffico	1.50	1.00	Sfavorevole
Urto veicolo	1.00	1.00	Sfavorevole

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

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

#### Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Carico da traffico	1.50	1.00	Sfavorevole
Urto veicolo	1.00	1.00	Sfavorevole

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

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Carico da traffico	1.50	1.00	Sfavorevole
Urto veicolo	1.00	1.00	Sfavorevole

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

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Carico da traffico	1.50	1.00	Sfavorevole
Urto veicolo	1.00	1.00	Sfavorevole

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

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

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Carico da traffico	1.30	1.00	Sfavorevole
Urto veicolo	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - GEO (A2-M2-R2) H

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

Combinazione n° 8 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Carico da traffico	1.50	1.00	Sfavorevole
Urto veicolo	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - EQU (A1-M1-R3) H

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

Combinazione n° 10 - ECC

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

Dati sismici

Comune	SAMONE
Provincia	PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO
Regione	REGIONE TRENTO - SÜDTIROL ALTO ADIGE
Latitudine	46.070693
Longitudine	11.525661
Indice punti di interpolazione	9852 - 9630 - 9629 - 9851
Vita nominale	100 anni
Classe d'uso	III
Tipo costruzione	Opere strategiche
Vita di riferimento	150 anni

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	$a_g$	[m/s <sup>2</sup> ]	1.360	0.604
Accelerazione al suolo	$a_g/g$	[%]	0.139	0.062
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.589	2.575
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.358	0.297
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		B	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T2	1.200

Stato limite ...	Coeff. di riduzione $\beta_m$	kh [%]	kv [%]
Ultimo	0.380	7.585	3.793
Ultimo - Ribaltamento	0.570	11.378	5.689
Esercizio	0.470	4.165	2.083

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

**Opzioni di calcolo**Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta attiva
Correzione Incremento Sismico per presenza di falda	SI
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

Capacità portante

Metodo di calcolo della portanza	Meyerhof
Criterio di media calcolo del terreno equivalente (terreni stratificati)	Ponderata
Criterio di riduzione per eccentricità della portanza	Meyerhof

Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento)	Nessuna
Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico limite ( $0.5B\gamma N_v$ )	Larghezza ridotta (B')
Fattori di forma e inclinazione del carico	Solo i fattori di inclinazione
Se la fondazione ha larghezza superiore a 2.0 m viene applicato il fattore di riduzione per comportamento a piastra	
<u>Stabilità globale</u>	
Metodo di calcolo della stabilità globale	Bishop

Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	0.00
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	50.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	NO
Considera terreno sulla fondazione di valle	NO
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO

Spostamenti

Modello a blocchi	
Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti	
Spostamento limite	5,00 [cm]

Cedimenti

Non è stato richiesto il calcolo dei cedimenti

## Descrizioni del modello a blocchi

Il muro è discretizzato in un blocco rigido collegato al terreno tramite interfacce con comportamento elastico o elasto-plastico. Pertanto, le deformazioni si sviluppano nelle interfacce tra blocco e terreno. Alle interfacce attribuiamo pertanto caratteristiche di rigidezza e resistenza correlata a quelle del terreno.

Nel caso specifico il terreno viene assunto con comportamento alla Mohr-Coulomb.

I tiranti e i pali vengono modellati con elementi trave e con comportamento non lineare tramite diagramma Sforzo-Deformazione.

Note le caratteristiche di resistenza e rigidezza del terreno e dei vincoli (pali e tiranti) è pertanto possibile assemblare matrici di massa e rigidezza come in qualsiasi software ad Elementi Finiti.

Obiettivo del modello a blocchi è determinare il cinematismo e gli spostamenti che subisce il muro.

Visto che gli spostamenti sono funzione della storia di carico che agisce sul muro, l'analisi viene condotta per fasi. Ogni combinazione è discretizzata in fasi (tempi in cui sul muro agiscono azioni volta per volta differenti).

### Descrizioni fasi di calcolo

#### **FASE 1**

Peso Muro

#### **FASE 2**

Terrapieno

Spinta

#### **FASE 3**

Carichi Muro

#### **FASE 4**

Spinta Sismica

Per **Carichi muro** si intendono i soli carichi applicati all'opera e non al terreno.

Per **Spinta** si intende spinta del terreno e dei carichi applicati al terreno.



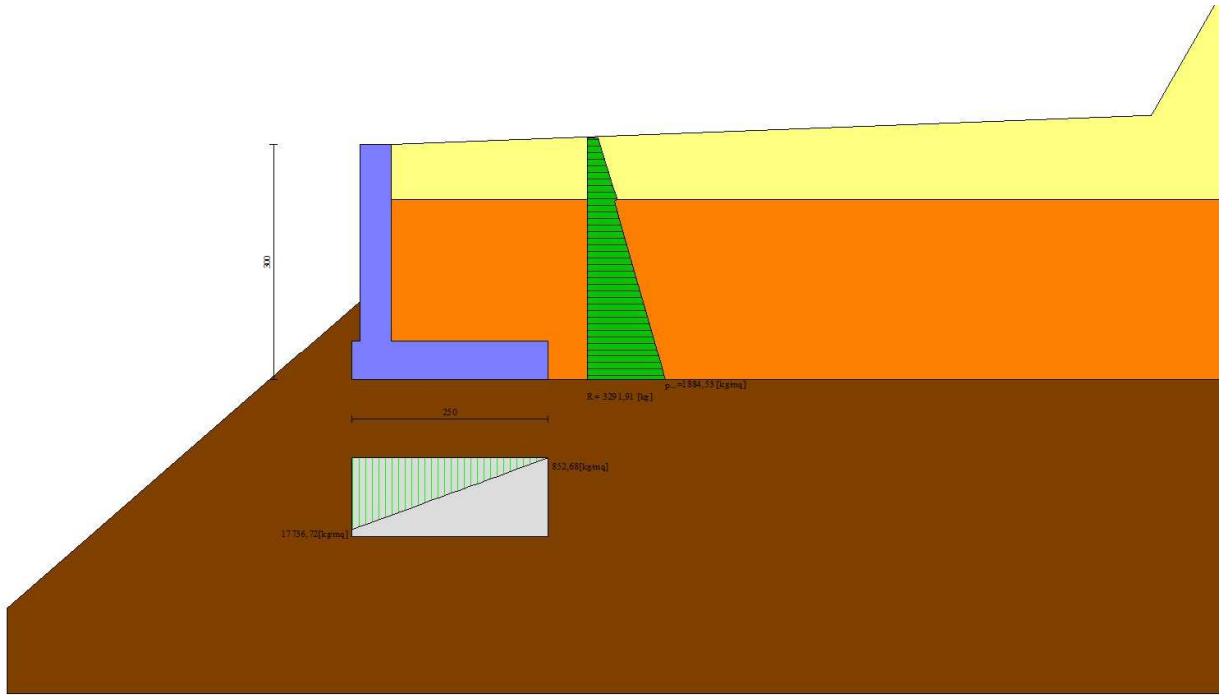


Fig. 6 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

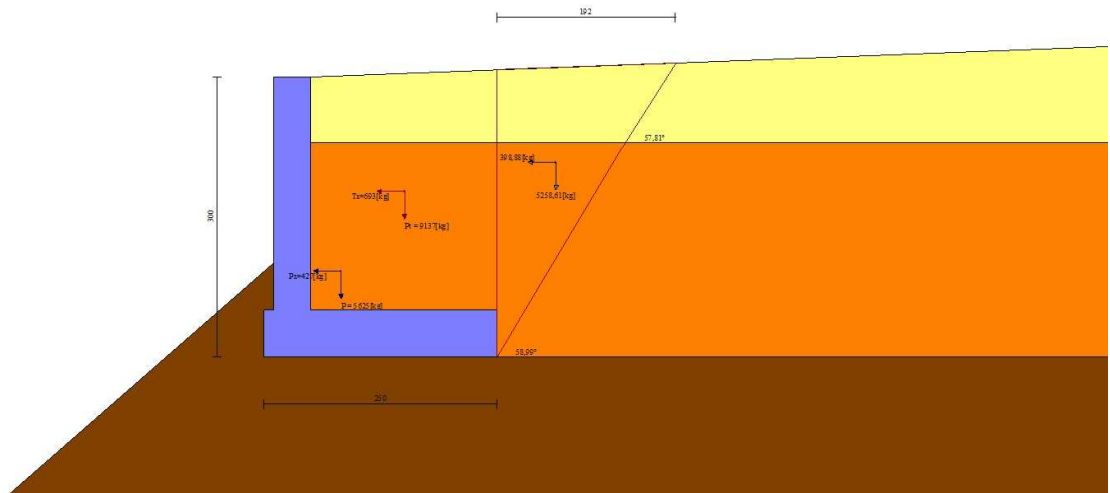


Fig. 7 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

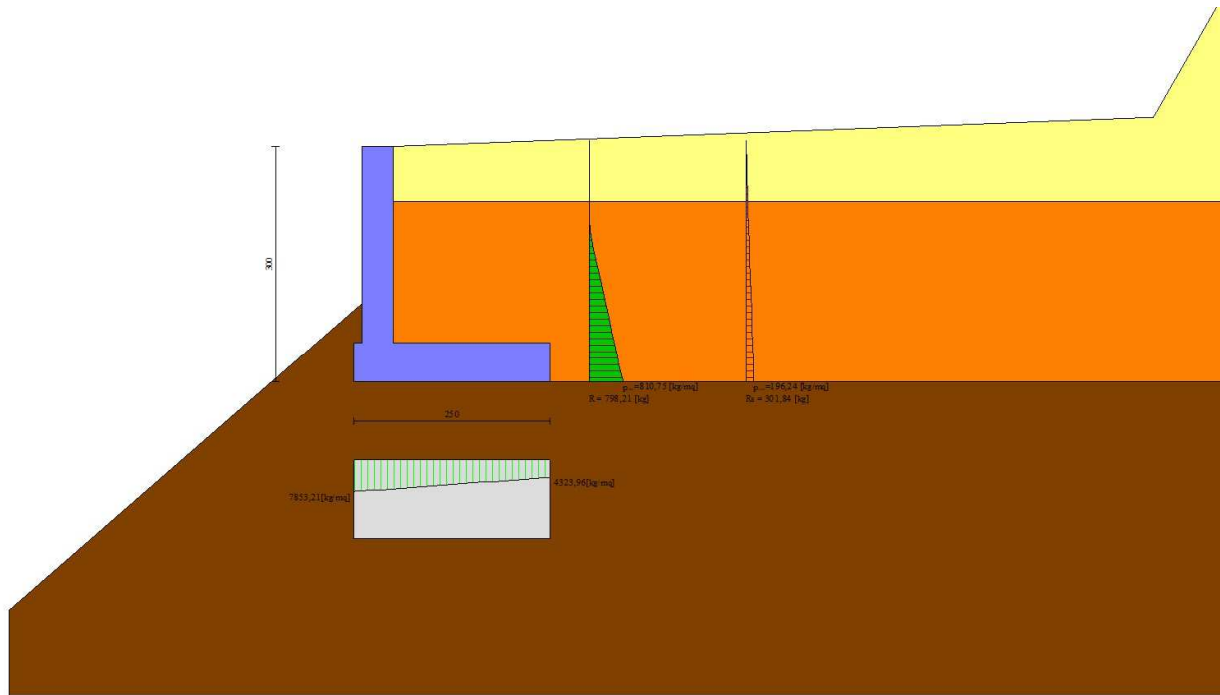


Fig. 8 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

## Risultanti globali

### Simbologia adottata

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

Ic	N [kg]	T [kg]	Mr [kgm]	Ms [kgm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	22128	5575	12493	30853	0,420
2 - STR (A1-M1-R3)	15221	2119	2376	19556	0,121
3 - STR (A1-M1-R3)	26557	5575	12493	36375	0,351
4 - STR (A1-M1-R3)	24869	5575	12493	34978	0,346
5 - STR (A1-M1-R3)	23816	5575	12493	32250	0,420
6 - GEO (A2-M2-R2)	21191	5951	13063	29306	0,483
7 - GEO (A2-M2-R2)	15221	2119	2376	19556	0,121
8 - EQU (A1-M1-R3)	22128	5575	12493	30853	0,420
9 - EQU (A1-M1-R3)	15294	2838	3348	19738	0,178
10 - ECC	15095	3305	9508	19241	0,605

## Verifiche geotecniche

### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

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

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>SUPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		2.092		11.407			
2 - STR (A1-M1-R3)	H	3.989		28.845			
3 - STR (A1-M1-R3)		2.479		11.182			
4 - STR (A1-M1-R3)		2.336		11.577			
5 - STR (A1-M1-R3)		2.235		11.079			
6 - GEO (A2-M2-R2)					1.254		
7 - GEO (A2-M2-R2)	H				1.621		
8 - EQU (A1-M1-R3)			2.470				
9 - EQU (A1-M1-R3)	H		5.896				

### Verifica a scorrimento fondazione

#### Simbologia adottata

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

n°	Rsa [kg]	Rpt [kg]	Rps [kg]	Rp [kg]	Rt [kg]	R [kg]	T [kg]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	11662	0	0	--	--	11662	5575	2.092
2 - STR (A1-M1-R3) H	8455	0	0	--	--	8455	2119	3.989
3 - STR (A1-M1-R3)	13820	0	0	--	--	13820	5575	2.479
4 - STR (A1-M1-R3)	13022	0	0	--	--	13022	5575	2.336
5 - STR (A1-M1-R3)	12460	0	0	--	--	12460	5575	2.235

### Verifica a carico limite

#### Simbologia adottata

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

n°	N [kg]	Qu [kg]	Qd [kg]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	22128	252418	180299	11.407
2 - STR (A1-M1-R3) H	15221	439058	365881	28.845
3 - STR (A1-M1-R3)	26557	296970	212122	11.182
4 - STR (A1-M1-R3)	24869	287915	205654	11.577
5 - STR (A1-M1-R3)	23816	263866	188475	11.079

### Dettagli calcolo portanza

#### Simbologia adottata

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

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

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	Ir	Irc	Re	ry
1	61.352	0.710	1.150	--	--	--	--	--	--	0.590	0.976
	48.933	0.710	1.075	--	--	--	--	--	--		
	64.074	0.394	1.075	--	--	--	--	--	--		
2	61.352	0.832	1.150	--	--	--	--	--	--	0.780	0.976
	48.933	0.832	1.075	--	--	--	--	--	--		
	64.074	0.626	1.075	--	--	--	--	--	--		
3	61.352	0.754	1.150	--	--	--	--	--	--	0.625	0.976
	48.933	0.754	1.075	--	--	--	--	--	--		
	64.074	0.473	1.075	--	--	--	--	--	--		
4	61.352	0.739	1.150	--	--	--	--	--	--	0.628	0.976
	48.933	0.739	1.075	--	--	--	--	--	--		
	64.074	0.446	1.075	--	--	--	--	--	--		
5	61.352	0.729	1.150	--	--	--	--	--	--	0.590	0.976
	48.933	0.729	1.075	--	--	--	--	--	--		
	64.074	0.427	1.075	--	--	--	--	--	--		

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	$\gamma$ [kg/mc]	$\phi$ [°]	c [kg/cm <sup>2</sup> ]
1	0,91	2,50	2,56	1800	38.00	0,10
2	0,91	2,50	2,56	1800	38.00	0,10
3	0,91	2,50	2,56	1800	38.00	0,10
4	0,91	2,50	2,56	1800	38.00	0,10

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	$\gamma$ [kg/mc]	$\phi$ [°]	c [kg/cm <sup>2</sup> ]
5	0,91	2,50	2,56	1800	38,00	0,10

n°	$\sigma_v$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_m$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
1	1,77	0,09
2	0,79	0,43
3	1,95	0,17
4	1,82	0,17
5	1,91	0,09

### Verifica a ribaltamento

#### Simbologia adottata

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

n°	Ms [kgm]	Mr [kgm]	FS
8 - EQU (A1-M1-R3)	30853	12493	2.470
9 - EQU (A1-M1-R3) H	19738	3348	5.896

### Verifica stabilità globale muro + terreno

#### Simbologia adottata

Ic Indice/Tipo combinazione  
 C Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]  
 R Raggio, espresso in [m]  
 FS Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
6 - GEO (A2-M2-R2)	-4,50; 2,50	8,52	1.254
7 - GEO (A2-M2-R2) H	-4,50; 2,50	8,52	1.621

### Dettagli strisce verifiche stabilità

#### Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte  
 Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto  
 Origine in testa al muro (spigolo contro terra)  
 W peso della striscia espresso in [kg]  
 Qy carico sulla striscia espresso in [kg]  
 Qf carico acqua sulla striscia espresso in [kg]  
 $\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)  
 $\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
 c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cm<sup>2</sup>]  
 b larghezza della striscia espressa in [m]  
 u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cm<sup>2</sup>]  
 Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kg/cm<sup>2</sup>]

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

n°	W [kg]	Qy [kg]	Qf [kg]	b [m]	$\alpha$ [°]	$\phi$ [°]	c [kg/cm <sup>2</sup> ]	u [kg/cm <sup>2</sup> ]	Tx; Ty [kg]
1	296	907	0	3,70 - 0,35	69.972	29.256	0,04	0,000	
2	817	907	0	0,35	64.396	31.083	0,04	0,000	
3	1222	907	0	0,35	59.379	31.083	0,04	0,000	
4	1556	907	0	0,35	55.031	31.083	0,04	0,000	
5	1855	907	0	0,35	51.117	31.083	0,04	0,000	
6	2209	907	0	0,35	47.512	32.007	0,08	0,000	
7	2427	907	0	0,35	44.142	32.007	0,08	0,000	
8	2620	907	0	0,35	40.956	32.007	0,08	0,000	
9	2792	907	0	0,35	37.917	32.007	0,08	0,000	
10	2945	907	0	0,35	34.999	32.007	0,08	0,000	
11	3320	555	0	0,35	32.182	32.007	0,08	0,000	
12	3367	0	0	0,35	29.450	32.007	0,08	0,000	
13	1816	0	0	0,35	26.790	32.007	0,08	0,000	
14	1724	0	0	0,35	24.191	32.007	0,08	0,000	
15	1627	0	0	0,35	21.644	32.007	0,08	0,000	
16	1518	0	0	0,35	19.142	32.007	0,08	0,000	
17	1398	0	0	0,35	16.677	32.007	0,08	0,000	
18	1268	0	0	0,35	14.243	32.007	0,08	0,000	
19	1129	0	0	0,35	11.835	32.007	0,08	0,000	
20	979	0	0	0,35	9.449	32.007	0,08	0,000	
21	821	0	0	0,35	7.078	32.007	0,08	0,000	
22	653	0	0	0,35	4.720	32.007	0,08	0,000	
23	476	0	0	0,35	2.370	32.007	0,08	0,000	
24	290	0	0	0,35	0.024	32.007	0,08	0,000	
25	95	0	0	-5,02 - 0,35	-1.173	32.007	0,08	0,000	

## Combinazione n° 7 - GEO (A2-M2-R2) H

n°	W [kg]	Qy [kg]	Qf [kg]	b [m]	$\alpha$ [°]	$\phi$ [°]	c [kg/cmq]	u [kg/cmq]	Tx; Ty [kg]
1	296	0	0	3,70 - 0,35	69.972	35.000	0,05	0,000	
2	817	0	0	0,35	64.396	37.000	0,05	0,000	
3	1222	0	0	0,35	59.379	37.000	0,05	0,000	
4	1556	0	0	0,35	55.031	37.000	0,05	0,000	
5	1855	0	0	0,35	51.117	37.000	0,05	0,000	
6	2209	0	0	0,35	47.512	38.000	0,10	0,000	
7	2427	0	0	0,35	44.142	38.000	0,10	0,000	
8	2620	0	0	0,35	40.956	38.000	0,10	0,000	
9	2792	0	0	0,35	37.917	38.000	0,10	0,000	
10	2945	0	0	0,35	34.999	38.000	0,10	0,000	
11	3320	0	0	0,35	32.182	38.000	0,10	0,000	
12	3367	0	0	0,35	29.450	38.000	0,10	0,000	
13	1816	0	0	0,35	26.790	38.000	0,10	0,000	
14	1724	0	0	0,35	24.191	38.000	0,10	0,000	
15	1627	0	0	0,35	21.644	38.000	0,10	0,000	
16	1518	0	0	0,35	19.142	38.000	0,10	0,000	
17	1398	0	0	0,35	16.677	38.000	0,10	0,000	
18	1268	0	0	0,35	14.243	38.000	0,10	0,000	
19	1129	0	0	0,35	11.835	38.000	0,10	0,000	
20	979	0	0	0,35	9.449	38.000	0,10	0,000	
21	821	0	0	0,35	7.078	38.000	0,10	0,000	
22	653	0	0	0,35	4.720	38.000	0,10	0,000	
23	476	0	0	0,35	2.370	38.000	0,10	0,000	
24	290	0	0	0,35	0.024	38.000	0,10	0,000	
25	95	0	0	-5,02 - 0,35	-1.173	38.000	0,10	0,000	

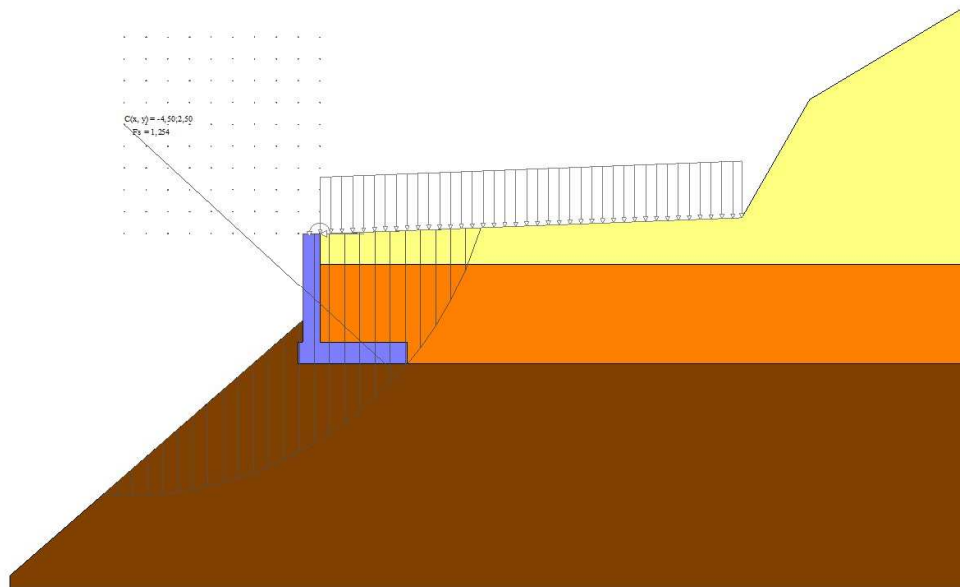


Fig. 9 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 6)

SollecitazioniElementi calcolati a trave

## Simbologia adottata

- n°      Indice della sezione  
X      Posizione della sezione, espresso in [m]  
N      Sforzo normale, espresso in [kg]. Positivo se di compressione.  
T      Taglio, espresso in [kg]. Positivo se diretto da monte verso valle  
M      Momento, espresso in [kgm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

La posizione delle sezioni di verifica fanno riferimento al sistema di riferimento globale la cui origine è nello spigolo in alto a destra del paramento.

ParamentoCombinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	0,00	0	2580	1290
2	-0,10	100	2607	1549
3	-0,20	200	2640	1812

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
4	-0,30	300	2678	2077
5	-0,40	400	2721	2347
6	-0,50	500	2769	2622
7	-0,60	600	2823	2901
8	-0,70	700	2882	3187
9	-0,80	800	2940	3478
10	-0,90	900	3003	3775
11	-1,00	1000	3070	4078
12	-1,10	1100	3142	4389
13	-1,20	1200	3219	4707
14	-1,30	1300	3300	5033
15	-1,40	1400	3387	5367
16	-1,50	1500	3479	5710
17	-1,60	1600	3575	6063
18	-1,70	1700	3677	6426
19	-1,80	1800	3783	6799
20	-1,90	1900	3894	7182
21	-2,00	2000	4010	7578
22	-2,10	2100	4131	7985
23	-2,20	2200	4257	8404
24	-2,30	2300	4388	8836
25	-2,40	2400	4523	9282
26	-2,50	2500	4664	9741

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	0,00	0	0	0
2	-0,10	100	8	0
3	-0,20	200	16	2
4	-0,30	300	25	4
5	-0,40	400	35	7
6	-0,50	500	45	11
7	-0,60	600	55	16
8	-0,70	700	66	22
9	-0,80	800	78	29
10	-0,90	900	90	37
11	-1,00	1000	103	47
12	-1,10	1100	116	58
13	-1,20	1200	132	70
14	-1,30	1300	152	84
15	-1,40	1400	175	101
16	-1,50	1500	204	120
17	-1,60	1600	236	142
18	-1,70	1700	273	167
19	-1,80	1800	314	196
20	-1,90	1900	359	230
21	-2,00	2000	409	268
22	-2,10	2100	463	312
23	-2,20	2200	521	361
24	-2,30	2300	583	416
25	-2,40	2400	650	478
26	-2,50	2500	721	546

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	0,00	0	2580	1290
2	-0,10	130	2607	1549
3	-0,20	260	2640	1812
4	-0,30	390	2678	2077
5	-0,40	520	2721	2347
6	-0,50	650	2769	2622
7	-0,60	780	2823	2901
8	-0,70	910	2882	3187
9	-0,80	1040	2940	3478
10	-0,90	1170	3003	3775
11	-1,00	1300	3070	4078
12	-1,10	1430	3142	4389
13	-1,20	1560	3219	4707
14	-1,30	1690	3300	5033
15	-1,40	1820	3387	5367
16	-1,50	1950	3479	5710
17	-1,60	2080	3575	6063
18	-1,70	2210	3677	6426
19	-1,80	2340	3783	6799
20	-1,90	2470	3894	7182
21	-2,00	2600	4010	7578
22	-2,10	2730	4131	7985
23	-2,20	2860	4257	8404
24	-2,30	2990	4388	8836
25	-2,40	3120	4523	9282
26	-2,50	3250	4664	9741

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
----	----------	-----------	-----------	------------

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	0,00	0	2580	1290
2	-0,10	100	2607	1549
3	-0,20	200	2640	1812
4	-0,30	300	2678	2077
5	-0,40	400	2721	2347
6	-0,50	500	2769	2622
7	-0,60	600	2823	2901
8	-0,70	700	2882	3187
9	-0,80	800	2940	3478
10	-0,90	900	3003	3775
11	-1,00	1000	3070	4078
12	-1,10	1100	3142	4389
13	-1,20	1200	3219	4707
14	-1,30	1300	3300	5033
15	-1,40	1400	3387	5367
16	-1,50	1500	3479	5710
17	-1,60	1600	3575	6063
18	-1,70	1700	3677	6426
19	-1,80	1800	3783	6799
20	-1,90	1900	3894	7182
21	-2,00	2000	4010	7578
22	-2,10	2100	4131	7985
23	-2,20	2200	4257	8404
24	-2,30	2300	4388	8836
25	-2,40	2400	4523	9282
26	-2,50	2500	4664	9741

Combinazione n° 5 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	0,00	0	2580	1290
2	-0,10	130	2607	1549
3	-0,20	260	2640	1812
4	-0,30	390	2678	2077
5	-0,40	520	2721	2347
6	-0,50	650	2769	2622
7	-0,60	780	2823	2901
8	-0,70	910	2882	3187
9	-0,80	1040	2940	3478
10	-0,90	1170	3003	3775
11	-1,00	1300	3070	4078
12	-1,10	1430	3142	4389
13	-1,20	1560	3219	4707
14	-1,30	1690	3300	5033
15	-1,40	1820	3387	5367
16	-1,50	1950	3479	5710
17	-1,60	2080	3575	6063
18	-1,70	2210	3677	6426
19	-1,80	2340	3783	6799
20	-1,90	2470	3894	7182
21	-2,00	2600	4010	7578
22	-2,10	2730	4131	7985
23	-2,20	2860	4257	8404
24	-2,30	2990	4388	8836
25	-2,40	3120	4523	9282
26	-2,50	3250	4664	9741

Combinazione n° 10 - ECC

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	0,00	0	2580	1290
2	-0,10	100	2580	1548
3	-0,20	200	2580	1806
4	-0,30	300	2580	2064
5	-0,40	400	2580	2322
6	-0,50	500	2580	2580
7	-0,60	600	2580	2838
8	-0,70	700	2580	3096
9	-0,80	800	2580	3354
10	-0,90	900	2580	3612
11	-1,00	1000	2580	3870
12	-1,10	1100	2580	4128
13	-1,20	1200	2582	4386
14	-1,30	1300	2587	4644
15	-1,40	1400	2596	4904
16	-1,50	1500	2609	5164
17	-1,60	1600	2625	5426
18	-1,70	1700	2646	5689
19	-1,80	1800	2670	5955
20	-1,90	1900	2697	6223
21	-2,00	2000	2729	6494
22	-2,10	2100	2764	6769
23	-2,20	2200	2803	7047
24	-2,30	2300	2845	7330
25	-2,40	2400	2892	7616
26	-2,50	2500	2942	7908

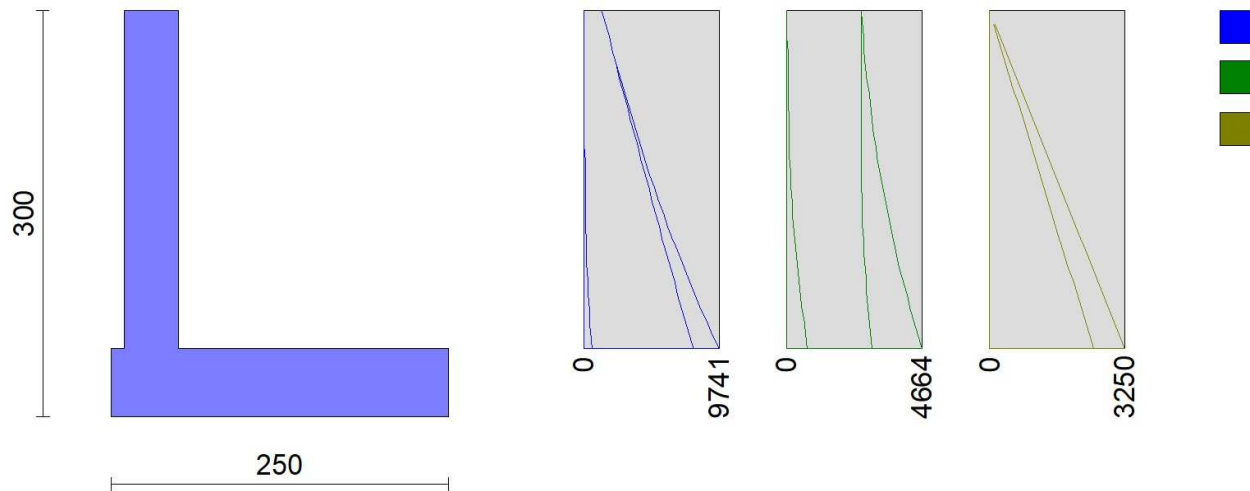


Fig. 10 - Paramento (Inviluppo)

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

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	-0,50	0	0	0
2	-0,40	0	1613	81
3	0,00	0	-6230	-11057
4	0,10	0	-6602	-10410
5	0,20	0	-6903	-9731
6	0,30	0	-7131	-9025
7	0,40	0	-7287	-8300
8	0,50	0	-7371	-7564
9	0,60	0	-7384	-6823
10	0,70	0	-7324	-6085
11	0,80	0	-7192	-5357
12	0,90	0	-6989	-4646
13	1,00	0	-6713	-3959
14	1,10	0	-6365	-3304
15	1,20	0	-5946	-2687
16	1,30	0	-5454	-2115
17	1,40	0	-4891	-1597
18	1,50	0	-4255	-1139
19	1,60	0	-3548	-748
20	1,70	0	-2768	-431
21	1,80	0	-1917	-196
22	1,90	0	-993	-50
23	2,00	0	0	0

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

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	-0,50	0	0	0
2	-0,40	0	653	33
3	0,00	0	-166	-1153
4	0,10	0	-298	-1130
5	0,20	0	-416	-1094
6	0,30	0	-519	-1047
7	0,40	0	-607	-991
8	0,50	0	-680	-926
9	0,60	0	-738	-855
10	0,70	0	-781	-779
11	0,80	0	-810	-699
12	0,90	0	-824	-617
13	1,00	0	-823	-535
14	1,10	0	-807	-453
15	1,20	0	-777	-374
16	1,30	0	-732	-298
17	1,40	0	-672	-228
18	1,50	0	-597	-165
19	1,60	0	-507	-109
20	1,70	0	-402	-64

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
21	1,80	0	-283	-29
22	1,90	0	-149	-8
23	2,00	0	0	0

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	-0,50	0	0	0
2	-0,40	0	1754	88
3	0,00	0	-3442	-8276
4	0,10	0	-3954	-7901
5	0,20	0	-4395	-7479
6	0,30	0	-4763	-7017
7	0,40	0	-5059	-6523
8	0,50	0	-5284	-6002
9	0,60	0	-5436	-5463
10	0,70	0	-5516	-4913
11	0,80	0	-5524	-4359
12	0,90	0	-5460	-3807
13	1,00	0	-5324	-3266
14	1,10	0	-5116	-2743
15	1,20	0	-4836	-2244
16	1,30	0	-4484	-1776
17	1,40	0	-4059	-1348
18	1,50	0	-3563	-966
19	1,60	0	-2994	-638
20	1,70	0	-2354	-369
21	1,80	0	-1641	-169
22	1,90	0	-857	-43
23	2,00	0	0	0

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	-0,50	0	0	0
2	-0,40	0	1659	83
3	0,00	0	-3769	-8241
4	0,10	0	-4214	-7837
5	0,20	0	-4592	-7392
6	0,30	0	-4903	-6913
7	0,40	0	-5147	-6407
8	0,50	0	-5325	-5880
9	0,60	0	-5437	-5339
10	0,70	0	-5481	-4791
11	0,80	0	-5459	-4241
12	0,90	0	-5371	-3698
13	1,00	0	-5216	-3167
14	1,10	0	-4994	-2655
15	1,20	0	-4706	-2168
16	1,30	0	-4350	-1714
17	1,40	0	-3929	-1299
18	1,50	0	-3441	-930
19	1,60	0	-2886	-613
20	1,70	0	-2264	-355
21	1,80	0	-1576	-162
22	1,90	0	-821	-42
23	2,00	0	0	0

Combinazione n° 5 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	-0,50	0	0	0
2	-0,40	0	1708	86
3	0,00	0	-5902	-11092
4	0,10	0	-6343	-10475
5	0,20	0	-6706	-9818
6	0,30	0	-6991	-9129
7	0,40	0	-7199	-8416
8	0,50	0	-7330	-7686
9	0,60	0	-7383	-6947
10	0,70	0	-7359	-6207
11	0,80	0	-7257	-5474
12	0,90	0	-7078	-4755
13	1,00	0	-6821	-4059
14	1,10	0	-6487	-3391
15	1,20	0	-6076	-2762
16	1,30	0	-5587	-2177
17	1,40	0	-5021	-1646
18	1,50	0	-4377	-1175
19	1,60	0	-3656	-772
20	1,70	0	-2858	-446
21	1,80	0	-1982	-203
22	1,90	0	-1028	-52
23	2,00	0	0	0

Combinazione n° 10 - ECC

n°	X [m]	N [kg]	T [kg]	M [kgm]
1	-0,50	0	0	0
2	-0,40	0	1391	70
3	0,00	0	-3318	-7680
4	0,10	0	-3857	-7320
5	0,20	0	-4315	-6911
6	0,30	0	-4693	-6460
7	0,40	0	-4989	-5975
8	0,50	0	-5204	-5465
9	0,60	0	-5338	-4937
10	0,70	0	-5392	-4400
11	0,80	0	-5364	-3861
12	0,90	0	-5256	-3329
13	1,00	0	-5066	-2813
14	1,10	0	-4796	-2319
15	1,20	0	-4444	-1856
16	1,30	0	-4012	-1433
17	1,40	0	-3500	-1057
18	1,50	0	-2935	-734
19	1,60	0	-2349	-470
20	1,70	0	-1763	-265
21	1,80	0	-1176	-118
22	1,90	0	-588	-29
23	2,00	0	0	0

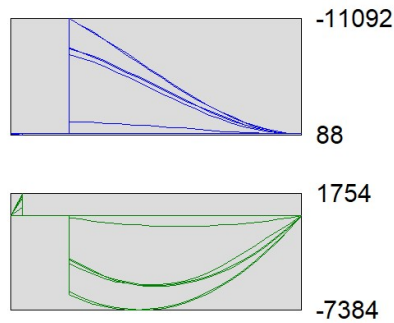
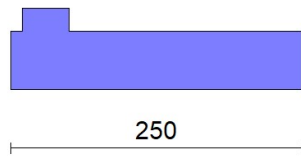


Fig. 11 - Fondazione (Inviluppo)

## Risultati per inviluppo

### Spinta e forze

#### Simbologia adottata

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

Ic	A	V [kg]	I [°]	Cx [kg]	Cy [kg]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	3292	24,51	2995	1366	2,00	-1,84
	Peso/Inerzia muro			0	5625/0	0,33	-2,08
	Peso/Inerzia terrapieno			0	15137/0	1,01	-1,23
	Risultante forze sul muro			2580	0	--	--

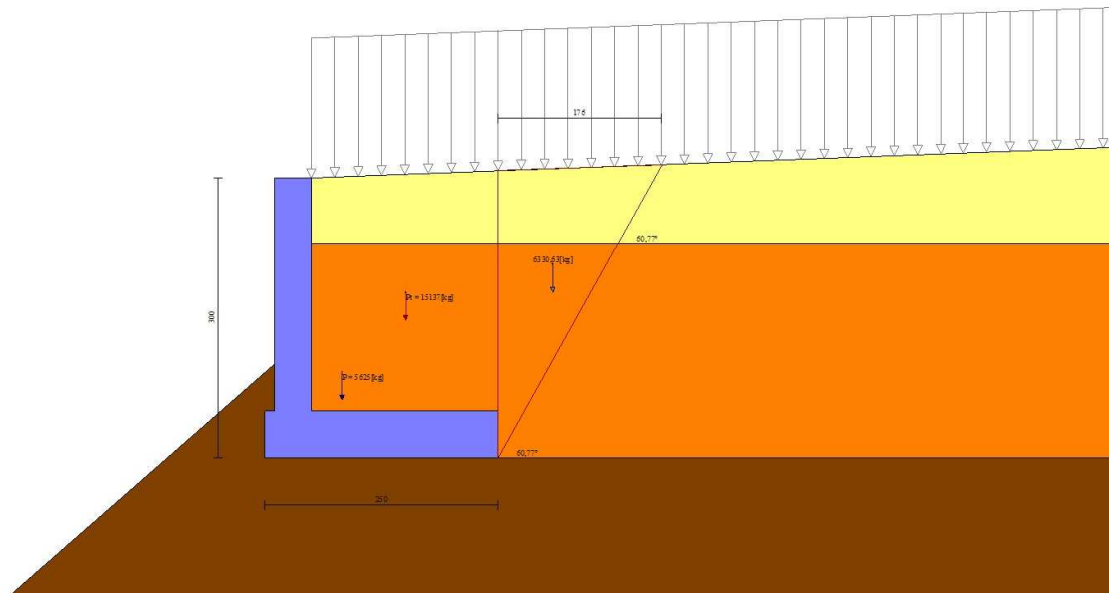


Fig. 12 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

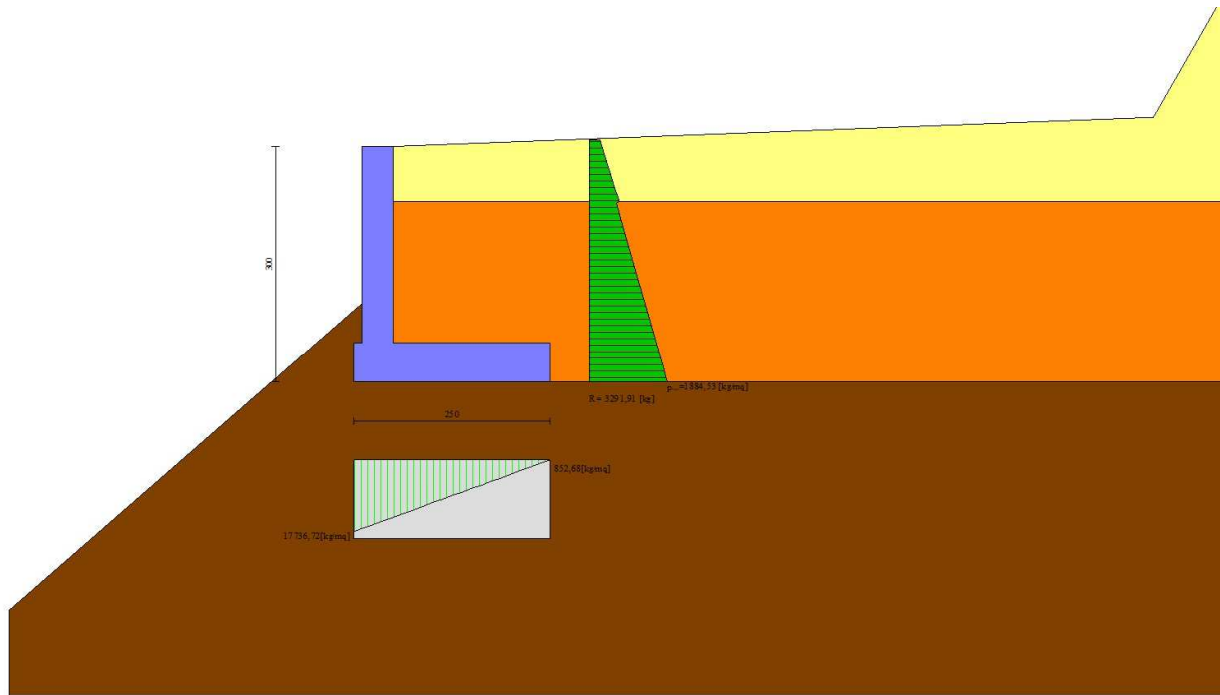


Fig. 13 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

## Risultanti globali

### Simbologia adottata

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

Ic	N [kg]	T [kg]	Mr [kgm]	Ms [kgm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	22128	5575	12493	30853	0,420
2 - STR (A1-M1-R3)	15221	2119	2376	19556	0,121
3 - STR (A1-M1-R3)	26557	5575	12493	36375	0,351
4 - STR (A1-M1-R3)	24869	5575	12493	34978	0,346
5 - STR (A1-M1-R3)	23816	5575	12493	32250	0,420
6 - GEO (A2-M2-R2)	21191	5951	13063	29306	0,483
7 - GEO (A2-M2-R2)	15221	2119	2376	19556	0,121
8 - EQU (A1-M1-R3)	22128	5575	12493	30853	0,420
9 - EQU (A1-M1-R3)	15294	2838	3348	19738	0,178
10 - ECC	15095	3305	9508	19241	0,605

## Verifiche geotecniche

### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

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

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>SUPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		2.092		11.407			
2 - STR (A1-M1-R3)	H	3.989		28.845			
3 - STR (A1-M1-R3)		2.479		11.182			
4 - STR (A1-M1-R3)		2.336		11.577			
5 - STR (A1-M1-R3)		2.235		11.079			
6 - GEO (A2-M2-R2)					1.254		
7 - GEO (A2-M2-R2)	H				1.621		
8 - EQU (A1-M1-R3)			2.470				
9 - EQU (A1-M1-R3)	H		5.896				

### Verifica a scorrimento fondazione

#### Simbologia adottata

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

n°	Rsa [kg]	Rpt [kg]	Rps [kg]	Rp [kg]	Rt [kg]	R [kg]	T [kg]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	11662	0	0	--	--	11662	5575	2.092

### Verifica a carico limite

#### Simbologia adottata

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

n°	N [kg]	Qu [kg]	Qd [kg]	FS
5 - STR (A1-M1-R3)	23816	263866	188475	11.079

### Dettagli calcolo portanza

#### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, Ny	Fattori di capacità portante
ic, iq, iy	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, dy	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, gy	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, by	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, sy	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, py	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
Re	Fattore di riduzione capacità portante per eccentricità secondo Meyerhof
Ir, Irc	Indici di rigidità per punzonamento secondo Vesic
ry	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia $0.5B \cdot N_c$ viene moltiplicato per questo fattore
D	Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
B'	Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
H	Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
$\gamma$	Peso di volume del terreno medio, espresso in [kg/mc]
$\phi$	Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c	Coesione del terreno medio, espresso in [kg/cm <sup>q</sup> ]
$\sigma_v$	Pressione terreno valle, espressa in [kg/cm <sup>q</sup> ]
$\sigma_m$	Pressione terreno monte, espressa in [kg/cm <sup>q</sup> ]

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

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	Ir	Irc	Re	ry
5	61.352 48.933 64.074	0.729 0.729 0.427	1.150 1.075 1.075	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	--	--	0.590	0.976

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	$\gamma$ [kg/mc]	$\phi$ [°]	c [kg/cm <sup>q</sup> ]
5	0,91	2,50	2,56	1800	38.00	0,10

n°	$\sigma_v$ [kg/cm <sup>q</sup> ]	$\sigma_m$ [kg/cm <sup>q</sup> ]
5	1,91	0,09

### Verifica a ribaltamento

#### Simbologia adottata

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

La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms [kgm]	Mr [kgm]	FS
8 - EQU (A1-M1-R3)	30853	12493	2.470

## Verifica stabilità globale muro + terreno

### Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
6 - GEO (A2-M2-R2)	-4,50; 2,50	8,52	1.254

### Dettagli strisce verifiche stabilità

#### Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kg]

Qy carico sulla striscia espresso in [kg]

Qf carico acqua sulla striscia espresso in [kg]

$\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

$\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kg/cmq]

n°	W	Qy	Qf	b	$\alpha$	$\phi$	c	u	Tx; Ty
	[kg]	[kg]	[kg]	[m]	[°]	[°]	[kg/cmq]	[kg/cmq]	[kg]
1	296	907	0	3,70 - 0,35	69.972	29.256	0,04	0,000	
2	817	907	0	0,35	64.396	31.083	0,04	0,000	
3	1222	907	0	0,35	59.379	31.083	0,04	0,000	
4	1556	907	0	0,35	55.031	31.083	0,04	0,000	
5	1855	907	0	0,35	51.117	31.083	0,04	0,000	
6	2209	907	0	0,35	47.512	32.007	0,08	0,000	
7	2427	907	0	0,35	44.142	32.007	0,08	0,000	
8	2620	907	0	0,35	40.956	32.007	0,08	0,000	
9	2792	907	0	0,35	37.917	32.007	0,08	0,000	
10	2945	907	0	0,35	34.999	32.007	0,08	0,000	
11	3320	555	0	0,35	32.182	32.007	0,08	0,000	
12	3367	0	0	0,35	29.450	32.007	0,08	0,000	
13	1816	0	0	0,35	26.790	32.007	0,08	0,000	
14	1724	0	0	0,35	24.191	32.007	0,08	0,000	
15	1627	0	0	0,35	21.644	32.007	0,08	0,000	
16	1518	0	0	0,35	19.142	32.007	0,08	0,000	
17	1398	0	0	0,35	16.677	32.007	0,08	0,000	
18	1268	0	0	0,35	14.243	32.007	0,08	0,000	
19	1129	0	0	0,35	11.835	32.007	0,08	0,000	
20	979	0	0	0,35	9.449	32.007	0,08	0,000	
21	821	0	0	0,35	7.078	32.007	0,08	0,000	
22	653	0	0	0,35	4.720	32.007	0,08	0,000	
23	476	0	0	0,35	2.370	32.007	0,08	0,000	
24	290	0	0	0,35	0.024	32.007	0,08	0,000	
25	95	0	0	-5,02 - 0,35	-1.173	32.007	0,08	0,000	



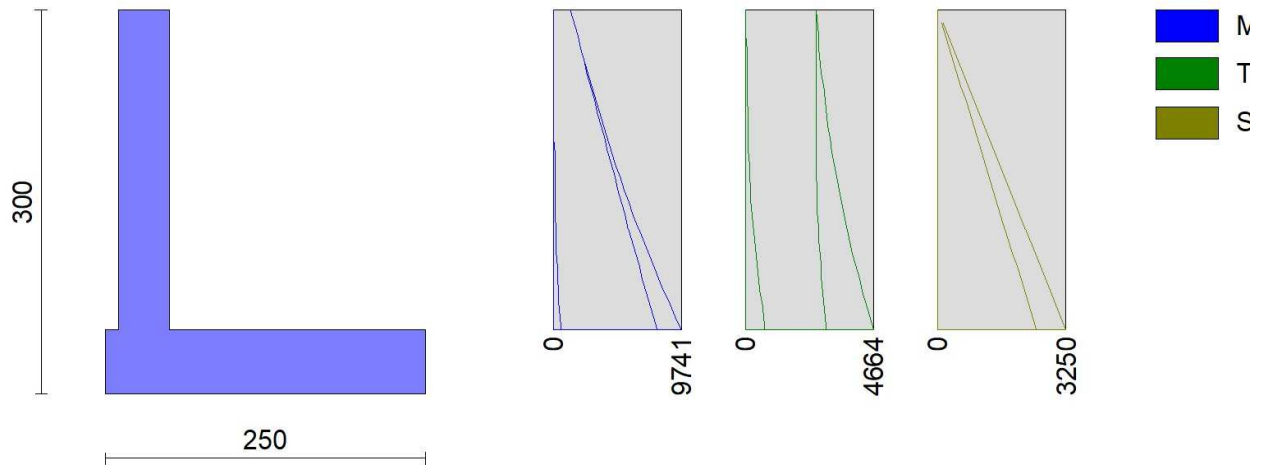


Fig. 15 - Paramento

## Fondazione

n°	X [m]	Nmin [kg]	Nmax [kg]	Tmin [kg]	Tmax [kg]	Mmin [kgm]	Mmax [kgm]
1	-0,50	0	0	0	0	0	0
2	-0,40	0	0	653	1754	33	88
3	0,00	0	0	-6230	-166	-11092	-1153
4	0,10	0	0	-6602	-298	-10475	-1130
5	0,20	0	0	-6903	-416	-9818	-1094
6	0,30	0	0	-7131	-519	-9129	-1047
7	0,40	0	0	-7287	-607	-8416	-991
8	0,50	0	0	-7371	-680	-7686	-926
9	0,60	0	0	-7384	-738	-6947	-855
10	0,70	0	0	-7359	-781	-6207	-779
11	0,80	0	0	-7257	-810	-5474	-699
12	0,90	0	0	-7078	-824	-4755	-617
13	1,00	0	0	-6821	-823	-4059	-535
14	1,10	0	0	-6487	-807	-3391	-453
15	1,20	0	0	-6076	-777	-2762	-374
16	1,30	0	0	-5587	-732	-2177	-298
17	1,40	0	0	-5021	-672	-1646	-228
18	1,50	0	0	-4377	-597	-1175	-165
19	1,60	0	0	-3656	-507	-772	-109
20	1,70	0	0	-2858	-402	-446	-64
21	1,80	0	0	-1982	-283	-203	-29
22	1,90	0	0	-1028	-149	-52	-8
23	2,00	0	0	0	0	0	0

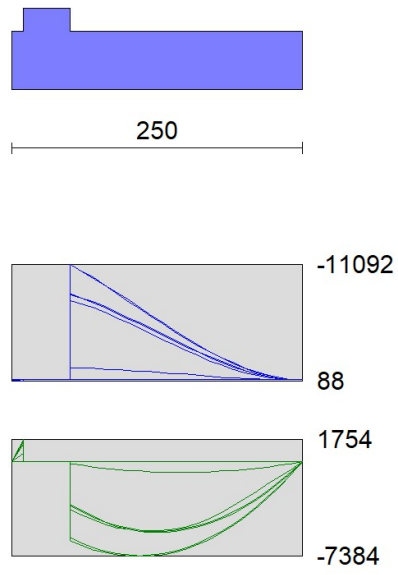


Fig. 16 - Fondazione

## Elenco ferri

### Simbologia adottata

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

### Computo metrico

	U.M.	Quantità	Prezzo unitario [Euro]	Importo [Euro]
Calcestruzzo in elevazione	[mc]	10,00	72.30	723.00
Calcestruzzo in fondazione	[mc]	12,50	61.97	774.63
Casseformi	[mq]	50,00	13.94	697.00
Scavo a sezione obbligata	[mc]	22,83	9.30	212.29
<b>Totale muro</b>				<b>2406,91</b>
<b>Totale</b>				<b>2406,91</b>

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

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

Il sottoscritto ing. Andrea ALFARE', in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

#### Tipo di analisi svolta

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

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

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

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del D.M. 17/01/2018.

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

#### Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	MAX - Analisi e Calcolo Muri di Sostegno
Versione	16.40 B
Produttore	Aztec Informatica srl, Casali del Manco - loc. Casole Bruzio (CS)
Utente	Ing. Alfare' Andrea
Licenza	AIU5233TQ

#### Affidabilità dei codici di calcolo

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

#### Modalità di presentazione dei risultati

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

#### Informazioni generali sull'elaborazione

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

#### Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

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

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

Luogo e data

---

Il progettista  
( ing. Andrea ALFARE' )

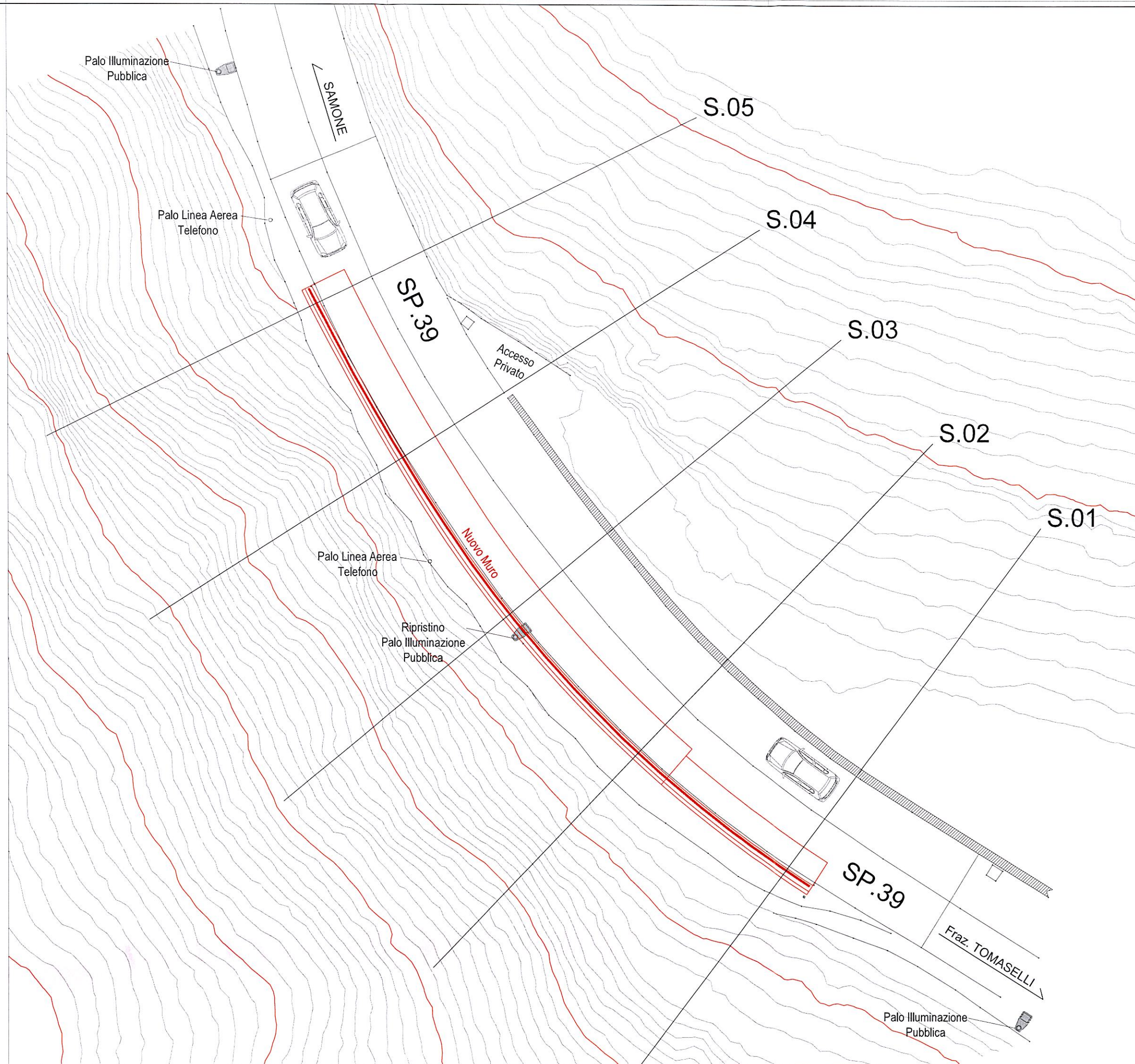
---

**Indice**

Normative di riferimento	1
Dati	1
Materiali	1
Calcestruzzo armato	1
Acciai	1
Geometria profilo terreno a monte del muro	1
Geometria muro	2
Geometria paramento e fondazione	2
Descrizione terreni	2
Stratigrafia	3
Condizioni di carico	3
Normativa	4
Descrizione combinazioni di carico	5
Dati sismici	6
Opzioni di calcolo	6
Descrizioni del modello a blocchi	8
Descrizioni fasi di calcolo	8
Risultati per combinazione	9
Spinta e forze	9
Risultanti globali	11
Verifiche geotecniche	11
Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati	11
Verifica a scorrimento fondazione	12
Verifica a carico limite	12
Dettagli calcolo portanza	12
Verifica a ribaltamento	13
Verifica stabilità globale muro + terreno	13
Dettagli strisce verifiche stabilità	13
Sollecitazioni	14
Paramento	14
Fondazione	17
Risultati per involuppo	20
Spinta e forze	20
Risultanti globali	21
Verifiche geotecniche	21
Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati	21
Verifica a scorrimento fondazione	22
Verifica a carico limite	22
Dettagli calcolo portanza	22
Verifica a ribaltamento	22
Verifica stabilità globale muro + terreno	23
Dettagli strisce verifiche stabilità	23
Sollecitazioni	24
Paramento	24
Fondazione	25
Elenco ferri	27
Computo metrico	27

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

28

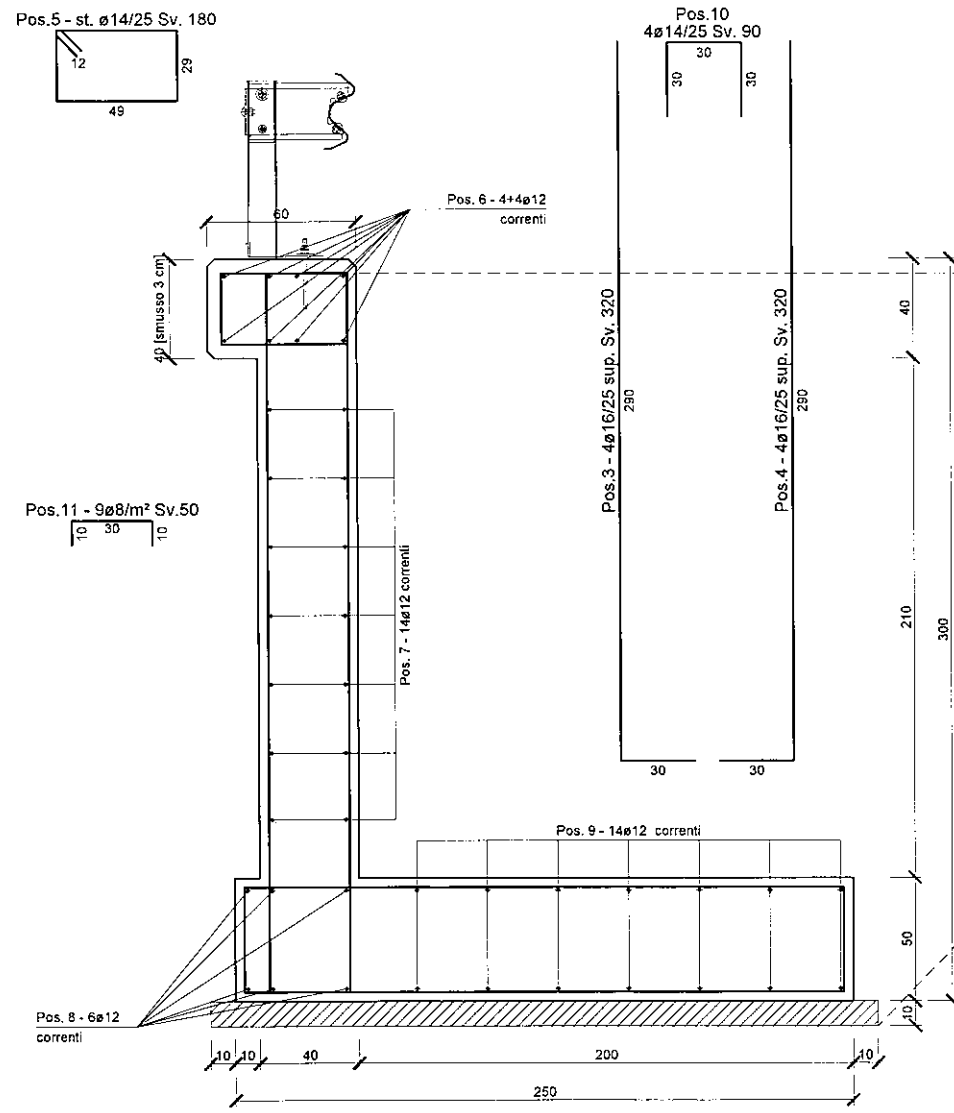


 <b>PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO</b> DIPARTIMENTO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI SERVIZIO GESTIONE STRADE UFFICIO DI BORGO VALSUGANA	
LAVORI DI SOMMA URGENZA PER LA MESSA IN SICUREZZA DELLA SEDE STRADALE IN PROSSIMITA' DELLA PROGRESSIVA CHILOMETRICA 0+300 DELLA S.P. 39 DI SAMONE NEL COMUNE DI CASTEL IVANO (TN) DEL SETTORE 2A	REDATTA DA geom. Denis PEDRON
<b>PLANIMETRIA</b> <b>STATO DI PROGETTO</b>	<b>2</b>
SCALA 1:100 DATA FEBBRAIO 2025 AGGIORNAMENTO	
I. PROGETTISTA geom. Denis PEDRON ing. Andrea ALFARE	II. SOSTITUTO DIRETTORE UFFICIO ZONA EST geom. Lucangelo D'AUGUSTA III. DIRIGENTE SOSTITUITO ing. Filiberto BOLEGO
TIMBRO	

# ARMATURA MURO DI SOSTEGNO - Scala 1:20

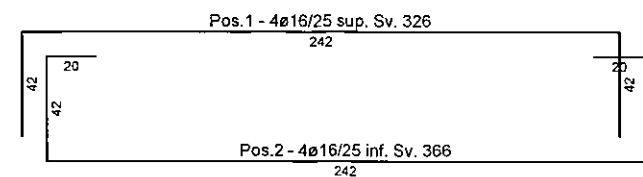
Vol. CLS. fondazione = 2,33 m³/m  
incidenza acciaio fond. = 60,7 kg/m³

# Distinta armatura muro di sostegno in c.a. su muratura



Pos.	Sagoma	ø	numero	lungh.	peso u.	peso tot.
1		16	4	326	1.578	20.6
2		16	4	366	1.578	23.1
3		16	4	320	1.578	20.2
4		16	4	320	1.578	20.2
5		14	4	180	1.208	8.7
6		12	8	100(*)	0.888	7.1
7		12	14	100(*)	0.888	12.4
8		12	6	100(*)	0.888	5.3
9		12	14	100(*)	0.888	12.4
10		14	4	90	1.208	4.3
11		8	18	50	0.395	7.1
TOTALE						141.4

(\*) N.B.: armatura indicata per ogni metro di muro



PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO

DIPARTIMENTO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI  
SERVIZIO GESTIONE STRADE  
UFFICIO DI BORGO VALSUGANA

LAVORI DI SOMMA URGENZA PER LA MESSA IN SICUREZZA DELLA SEDE STRADALE IN PROSSIMITA' DELLA PROGRESSIVA CHILOMETRICA 0+300 DELLA S.P. 39 DI SAMONE NEL COMUNE DI CASTEL IVANO (TN) DEL SETTORE 2A

REDATTA DA:  
geom. Denis PEDRON

ARMATURA C.A. MURO

5

SCALA: 1:20

DATA: FEBBRAIO 2025

AGGIORNAMENTO:

PROGETTISTI:  
geom. Denis PEDRON

IL SOSTITUTO DIRETTORE UFFICIO ZONA EST:  
geom. Lucangelo D'AUGUSTA

TIMBRO:

ing. Andrea ALFARE

IL DIRIGENTE SOSTITUTO:  
ing. Filiberto BOLEGO

