

**NUOVA S.S. 341 "GALLARATESE" - TRATTO DA SAMARATE A CONFINE  
CON LA PROVINCIA DI NOVARA - TRATTO NORD**

**STRALCIO FUNZIONALE DAL KM 6+500 (SVINCOLO S.S. 336 NORD)  
AL KM 8+844 (SVINCOLO AUTOSTRADA A8)  
"BRETTELLA DI GALLARATE"**

**PROGETTO ESECUTIVO**

  <b>Ing. Renato Vaira</b> (Ordine degli Ingg. di Torino e Provincia n° 4663 W)	  <b>Ing. Valerio Bajetti</b> Ordine degli Ingg. di Roma e provincia n° A-26211	<b>ING. RENATO DEL PRETE</b>  <b>Ing. Renato Del Prete</b> Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 5073	  <b>Arch. Nicoletta Frattini</b> Ordine degli Arch. di Torino e provincia n° A-8433	  <b>Ing. Gabriele Incecchi</b> Ordine degli Ingg. di Roma e provincia n° A-12102
	 Società designata: <b>GA&amp;M</b>  <b>Prof. Ing. Matteo Ranieri</b> Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 1137	 <b>Prof. Ing. Luigi Monterisi</b> Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 1771	  <b>Ing. Gioacchino Angarano</b> Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 5970	<b>DOTT. GEOL. DANILLO GALLO</b>  <b>Dott. Geol. Danilo Gallo</b> Ordine dei Geologi della Regione Puglia n° 588
<b>VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO</b>  <b>Dott. Ing. Giancarlo LUONGO</b>	<b>RESPONSABILE INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE</b>   <b>Ing. Renato DEL PRETE</b>	<b>IL PROGETTISTA FIRMATARIO DELLA PRESTAZIONE</b>   <b>Ing. Valerio BAJETTI</b>	<b>GEOLOGO</b>   <b>Prof. Ing. Geol. Luigi MONTERISI</b>	<b>COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</b>   <b>Ing. Gaetano RANIERI</b>

**I - PROGETTO STRUTTURALE: MURI DI SOSTEGNO**

**IF - OS69 MURI DI SOSTEGNO -  
Svincolo A8 - Pedemontana  
Relazione di calcolo**

IF 001

<b>CODICE PROGETTO</b> PROGETTO      LIV. PROG.      N. PROG. <b>M I 5 3 3</b> <b>E</b> <b>1 8 0 1</b>		<b>NOME FILE</b> IF001-P01OS06STRRE01_A.dwg		<b>REVISIONE</b> <b>A</b>	<b>SCALA:</b> -
<b>CODICE ELAB.</b>		<b>CODICE ELAB.</b>		<b>REDAITTO</b>	<b>VERIFICATO</b>
<b>PROGETTO</b>		<b>ELABORAZIONE</b>		<b>DATA</b>	<b>APPROVATO</b>
<b>C</b>					
<b>B</b>					
<b>A</b>	<b>EMISSIONE</b>	<b>MAGGIO 2021</b>	<b>ING. LUIGI MONTERISI</b>	<b>ING. VALERIO BAJETTI</b>	<b>ING. RENATO DEL PRETE</b>
<b>REV.</b>	<b>DESCRIZIONE</b>	<b>DATA</b>	<b>REDAITTO</b>	<b>VERIFICATO</b>	<b>APPROVATO</b>

## INDICE

1	PREMESSA	4
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6
3	DICHIARAZIONI SECONDO N.T.C. 2018 (§ 10.2)	6
4	MATERIALI	7
4.1	Calcestruzzo	7
4.2	Acciaio per cemento armato	8
4.3	Durabilità, prescrizioni sui materiali, scelta degli stati limite di fessurazione e dei copriferri	9
5	PARAMETRI GEOTECNICI	11
6	CARATTERIZZAZIONE SISMICA	11
6.1	Pericolosità sismica di base	11
6.2	Definizione coefficienti sismici di calcolo	12
7	ANALISI DEI CARICHI	12
7.1	Peso proprio delle strutture in cemento armato	12
7.2	Spinta orizzontale dei terreni a tergo delle pareti verticali	12
7.3	Carichi accidentali da traffico	13
7.4	Spinta laterale dovuta ai sovraccarichi accidentali	13
7.5	Urto dei veicoli in svio	13
7.6	Azione sismica	15
7.7	Sovrappinta dinamica dei terreni	15
8	CRITERI DI VERIFICA	15
8.1	Verifica agli Stati Limite Ultimi	15
8.2	Verifica agli Stati Limite di Esercizio	16
8.2.1	Verifiche di fessurazione	16
8.2.2	Verifiche delle tensioni di esercizio	16
9	PROGETTO E VERIFICA DEL CORDOLO PORTA BARRIERA	17
10	PROGETTO E VERIFICA DEL MURO	20
10.1	Definizione delle sezioni di verifica	20
10.2	Progetto e verifica della Sezione Tipo 1	23
10.2.1	Materiali	23
10.2.2	Geometria profilo terreno a monte del muro	23
10.2.3	Geometria muro	24
10.2.4	Descrizione terreni	25
10.2.5	Stratigrafia	25
10.2.6	Condizioni di carico	26
10.2.7	Normativa	27

10.2.8	Descrizione combinazioni di carico	27
10.2.9	Dati sismici	31
10.2.10	Spinta e forze	34
10.2.11	Risultanti globali	35
10.2.12	Verifiche geotecniche	36
10.2.13	Sollecitazioni	39
10.2.14	Verifiche strutturali	41
10.3	Progetto e verifica della Sezione Tipo 2	53
10.3.1	Materiali	53
10.3.2	Geometria profilo terreno a monte del muro	53
10.3.3	Geometria muro	54
10.3.4	Descrizione terreni	55
10.3.5	Stratigrafia	56
10.3.6	Condizioni di carico	56
10.3.7	Normativa	57
10.3.8	Descrizione combinazioni di carico	58
10.3.9	Dati sismici	62
10.3.10	Spinta e forze	65
10.3.11	Risultanti globali	66
10.3.12	Verifiche geotecniche	67
10.3.13	Sollecitazioni	70
10.3.14	Verifiche strutturali	72
10.4	Progetto e verifica della Sezione Tipo 3	83
10.4.1	Materiali	83
10.4.2	Geometria profilo terreno a monte del muro	84
10.4.3	Geometria muro	84
10.4.4	Descrizione terreni	85
10.4.5	Stratigrafia	86
10.4.6	Condizioni di carico	86
10.4.7	Normativa	87
10.4.8	Descrizione combinazioni di carico	88
10.4.9	Dati sismici	91
10.4.10	Spinta e forze	94
10.4.11	Risultanti globali	95
10.4.12	Verifiche geotecniche	96
10.4.13	Sollecitazioni	99

10.4.14	Verifiche strutturali _____	101
10.5	Progetto e verifica della Sezione Tipo 4 _____	111
10.5.1	Materiali _____	111
10.5.2	Geometria profilo terreno a monte del muro _____	112
10.5.3	Geometria muro _____	112
10.5.4	Descrizione terreni _____	113
10.5.5	Stratigrafia _____	114
10.5.6	Condizioni di carico _____	115
10.5.7	Normativa _____	116
10.5.8	Descrizione combinazioni di carico _____	116
10.5.9	Dati sismici _____	120
10.5.10	Spinta e forze _____	123
10.5.11	Risultanti globali _____	124
10.5.12	Verifiche geotecniche _____	125
10.5.13	Sollecitazioni _____	128
10.5.14	Verifiche strutturali _____	131
11	LUNGHEZZE DI ANCORAGGIO E LUNGHEZZE DI SOVRAPPOSIZIONE DEI FERRI DI ARMATURA _____	143
12	CEDIMENTI _____	146
12.1	Metodo di calcolo _____	146
12.2	Risultati _____	147
13	SOTTOSCRIZIONE DELL'ELABORATO DA PARTE DEL R.T.P _____	148

## 1 PREMESSA

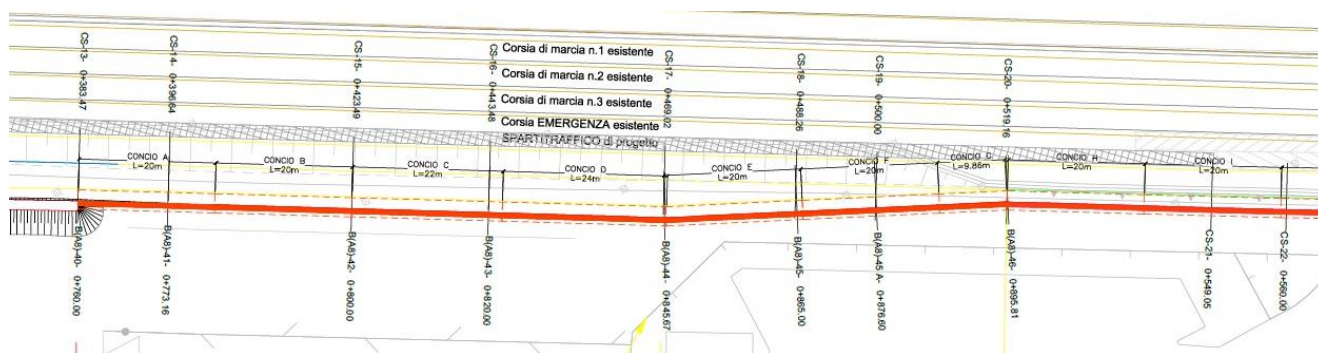
La presente relazione di calcolo riporta la descrizione, il dimensionamento, le verifiche strutturali e geotecniche dell'opera OS69 MURO DI SOSTEGNO dello SVINCOLO A8 - PEDEMONTANA, in cemento armato ordinario, del progetto esecutivo nell'ambito dei lavori inerenti la Nuova S.S. 341 "Gallaratese" nel tratto da Samarate a confine con la provincia di Novara.

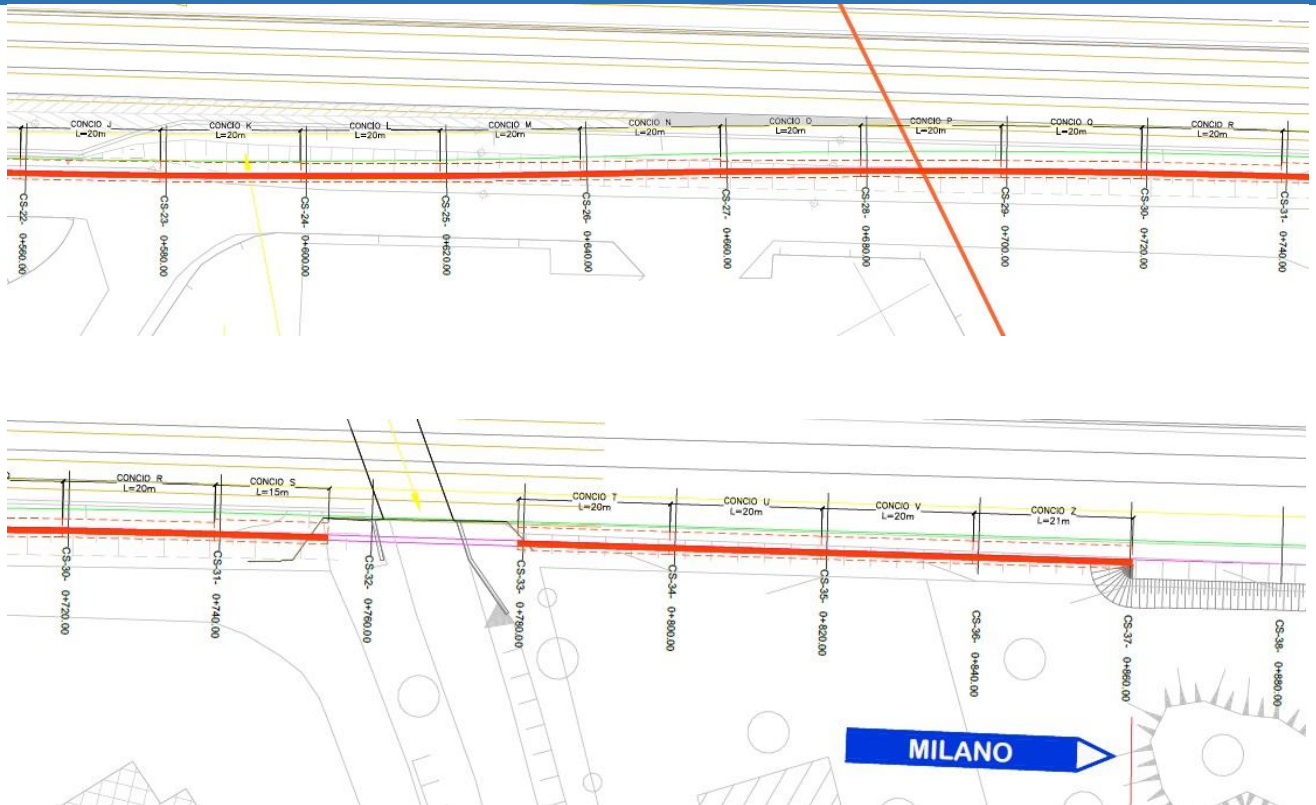
L'opera si estende per 476,89 m. Di seguito si riportano l'inquadramento planimetrico e la sezione trasversale dell'opera in esame.

Il muro di sostegno OS69 consiste in una struttura a mensola in c.a gettato in opera, suddiviso in 23 conci con paramento verticale ad altezza variabile:

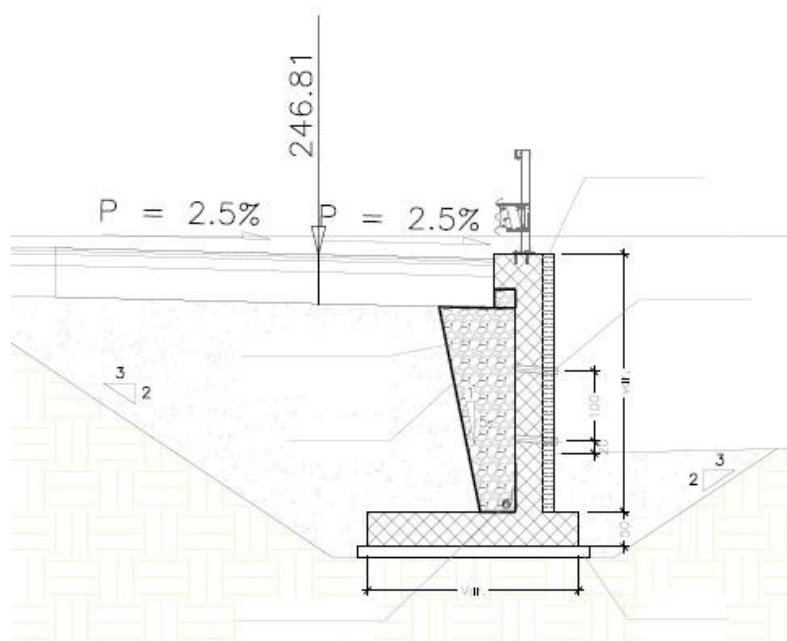
- concio A – lunghezza pari a 20,00 m e altezza del paramento variabile da 3,18 m a 3,24 m;
- concio B – lunghezza pari a 20,00 m e altezza del paramento variabile da 3,15 m a 3,18 m;
- concio C – lunghezza pari a 22,00 m e altezza del paramento variabile da 3,05 m a 3,13 m;
- concio D – lunghezza pari a 24,00 m e altezza del paramento variabile da 3,02 m a 3,05 m;
- concio E – lunghezza pari a 20,00 m e altezza del paramento variabile da 3,02 m a 3,08 m;
- concio F – lunghezza pari a 20,00 m e altezza del paramento variabile da 3,05 m a 3,08 m;
- concio G – lunghezza pari a 9,87 m e altezza del paramento variabile da 3,02 m a 3,05 m;
- concio H – lunghezza pari a 20,00 m e altezza del paramento variabile da 3,02 m a 3,07 m;
- concio I – lunghezza pari a 20,00 m e altezza del paramento variabile da 3,02 m a 3,07 m;
- concio J – lunghezza pari a 20,00 m e altezza del paramento variabile da 2,94 m a 3,02 m;
- concio K – lunghezza pari a 20,00 m e altezza del paramento variabile da 2,94 m a 3,90 m;
- concio L – lunghezza pari a 20,00 m e altezza del paramento pari a 2,55 m;
- concio M – lunghezza pari a 20,00 m e altezza del paramento variabile da 2,55 m a 2,63 m;
- concio N – lunghezza pari a 20,00 m e altezza del paramento variabile da 2,62 m a 2,63 m;
- concio O – lunghezza pari a 20,00 m e altezza del paramento variabile da 2,16 m a 2,29 m;
- concio P – lunghezza pari a 20,00 m e altezza del paramento variabile da 1,98 m a 2,00 m;
- concio Q – lunghezza pari a 20,00 m e altezza del paramento pari a da 2,00 m;
- concio R – lunghezza pari a 20,00 m e altezza del paramento variabile da 1,95 m a 2,00 m;
- concio S – lunghezza pari a 15,00 m e altezza del paramento variabile da 2,89 m a 2,95 m;
- concio T – lunghezza pari a 20,00 m e altezza del paramento variabile da 3,68 m a 3,79 m;
- concio U – lunghezza pari a 20,00 m e altezza del paramento pari 3,68 m;
- concio V – lunghezza pari a 20,00 m e altezza del paramento variabile da 3,69 m a 3,80 m;
- concio Z – lunghezza pari a 21,00 m e altezza del paramento variabile da 3,65 m a 3,69 m;

Il muro, per tutto il suo sviluppo, è sormontato da un cordolo porta barriera di dimensione 0,50 x 0,70 m.





I.1 Planimetria muro di sostegno OS69



I.2 Sezione trasversale - muro di sostegno OS69

La relazione definisce le norme adottate e i materiali impiegati, identifica i carichi agenti e infine riporta le verifiche delle sezioni maggiormente sollecitate.

## 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

I calcoli e le disposizioni esecutive sono conformi alle norme attualmente in vigore di seguito elencate:

- 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;
- 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;
- UNI EN 1992-1 (Eurocodice 2 – Parte 1) - Progettazione delle strutture in calcestruzzo – Regole generali;
- UNI EN 1992-2 (Eurocodice 2 – Parte 2) - Progettazione delle strutture in calcestruzzo – Ponti;
- UNI EN 1998-5 (Eurocodice 8) – Gennaio 2015 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici;
- UNI EN 206-1:2016 - Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità;
- UNI 11104:2016 - Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Specificazioni complementari per l'applicazione della EN 206;
- Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP. Linee guida sul calcestruzzo strutturale.

## 3 DICHIARAZIONI SECONDO N.T.C. 2018 (§ 10.2)

### 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. 17/07/2018.

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: 15.04.A  
 Produttore: Aztec Informatica srl, Casali del Manco - loc. Casole Bruzio (CS)  
 Utente: SETAC S.r.l.  
 Licenza: AIU4631GP

### 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 dai sottoscrittori. 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, si asserisce che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

## 4 MATERIALI

### 4.1 CALCESTRUZZO

Per la realizzazione delle **fondazioni dei muri** si prevede l'utilizzo di calcestruzzo di classe C28/35 ( $R_{ck} \geq 35 \text{ N/mm}^2$ ) che presenta le seguenti caratteristiche:

$R_{ck} = 35 \text{ MPa}$	valore caratteristico della resistenza cubica a compressione
$f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} = 29.05 \text{ MPa}$	valore caratteristico della resistenza cilindrica a compressione
$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 37.05 \text{ MPa}$	valore medio della resistenza cilindrica a compressione
$f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 2.835 \text{ MPa}$	valore medio della resistenza a trazione semplice
$f_{ctk}(5\%) = 0.7 \cdot f_{ctm} = 1.984 \text{ MPa}$	valore caratteristico (frattile 5%) della resistenza a trazione semplice
$f_{ctk}(95\%) = 1.3 \cdot f_{ctm} = 3.685 \text{ MPa}$	valore caratteristico (frattile 95%) della resistenza a trazione semplice
$f_{ctfm} = 1.2 \cdot f_{ctm} = 3.40 \text{ MPa}$	valore medio della resistenza a trazione per flessione
$E_{cm} = 22000 \cdot [f_{cm}/10]^{0.3} = 32588 \text{ MPa}$	valore medio del modulo di elasticità longitudinale
$\nu = 0.15$	coefficiente di Poisson
$\alpha = 1.0 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	coefficiente di dilatazione termica
$\alpha_{cc} = 0.85$	fattore di riduzione per carichi di lunga durata
$\gamma_c = 1.5$	coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo



$$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 16.45 \text{ MPa}$$

$$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.32 \text{ MPa}$$

$$\sigma_c = 0.60 \cdot f_{ck} = 17.43 \text{ MPa}$$

$$\sigma_c = 0.45 \cdot f_{ck} = 13.07 \text{ MPa}$$

$$\alpha_{th}^{cls} = 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}$$

valore di calcolo della resistenza a compressione

valore di calcolo della resistenza a trazione

resistenza a compressione per le combinazioni di carico Rare;

resistenza a compressione per le combinazioni di carico Quasi Permanenti

coefficiente di espansione termica

Per la realizzazione delle **elevazioni dei muri** si prevede l'utilizzo di calcestruzzo di classe C32/40 ( $R_{ck} \geq 40 \text{ N/mm}^2$ ) che presenta le seguenti caratteristiche:

$$R_{ck} = 40 \text{ MPa}$$

$$f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} = 33.20 \text{ MPa}$$

$$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 41.20 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 3.10 \text{ MPa}$$

$$f_{ctk}(5\%) = 0.7 \cdot f_{ctm} = 2.17 \text{ MPa}$$

$$f_{ctk}(95\%) = 1.3 \cdot f_{ctm} = 4.03 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} = 1.2 \cdot f_{ctm} = 3.72 \text{ MPa}$$

$$E_{cm} = 22000 \cdot [f_{cm}/10]^{0.3} = 33643 \text{ MPa}$$

$$\nu = 0.15$$

$$\alpha = 1.0 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\alpha_{cc} = 0.85$$

$$\gamma_c = 1.5$$

$$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 18.81 \text{ MPa}$$

$$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.45 \text{ MPa}$$

$$\sigma_c = 0.60 \cdot f_{ck} = 19.92 \text{ MPa}$$

$$\sigma_c = 0.45 \cdot f_{ck} = 14.94 \text{ MPa}$$

$$\alpha_{th}^{cls} = 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}$$

valore caratteristico della resistenza cubica a compressione

valore caratteristico della resistenza cilindrica a compressione

valore medio della resistenza cilindrica a compressione

valore medio della resistenza a trazione semplice

valore caratteristico (frattile 5%) della resistenza a trazione semplice

valore caratteristico (frattile 95%) della resistenza a trazione semplice

valore medio della resistenza a trazione per flessione

valore medio del modulo di elasticità longitudinale

coefficiente di Poisson

coefficiente di dilatazione termica

fattore di riduzione per carichi di lunga durata

coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo

valore di calcolo della resistenza a compressione

valore di calcolo della resistenza a trazione

resistenza a compressione per le combinazioni di carico Rare;

resistenza a compressione per le combinazioni di carico Quasi Permanenti

coefficiente di espansione termica

## 4.2 ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO

Per le armature metalliche si adottano tondini in acciaio saldabile del tipo B450C controllato in stabilimento caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:

$$f_{y \text{ nom}} = 450 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{t \text{ nom}} = 540 \text{ N/mm}^2$$

L'acciaio B450C deve rispettare le caratteristiche riportate nella seguente tabella.

Proprietà	Requisito	Frattile (%)
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$	$\geq 450 \text{ MPa}$	5.0
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$	$\geq 540 \text{ MPa}$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1.15$	10.0

	$\leq 1.35$	
$(f_t/f_{ynom})_k$	$\leq 1.25$	10.0
Allungamento totale al carico massimo ( $A_{gt}$ )	$\geq 7.5\%$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche:		
$\phi < 12$	4 $\phi$	
$12 \leq \phi \leq 16$	5 $\phi$	
$16 < \phi \leq 25$	8 $\phi$	
$25 < \phi \leq 40$	10 $\phi$	

T.1 Caratteristiche dell'acciaio

La resistenza di calcolo dell'acciaio  $f_{yd}$  è riferita alla tensione di snervamento ed il suo valore è pari a:

$$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s = 450/1.15 = 391.3\text{MPa}$$

essendo:

$$\gamma_s = 1.15$$

il coefficiente parziale di sicurezza per l'acciaio. L'acciaio B450C è idoneo per la realizzazione di strutture in zone sismiche, come indicato in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

Il modulo di elasticità è pari a:

$$- E_a = 210\,000\text{ N/mm}^2$$

Il coefficiente di espansione termica è pari a:

$$- \alpha_{th}^a = 10^{-5}\text{ }^\circ\text{C}$$

#### 4.3 DURABILITÀ, PRESCRIZIONI SUI MATERIALI, SCELTA DEGLI STATI LIMITE DI FESSURAZIONE E DEI COPRIFERRI

Il calcestruzzo deve essere in grado di resistere in maniera soddisfacente alle condizioni ambientali e di lavoro cui è sottoposto durante la vita dell'opera. Nella presente sezione si valutano pertanto le caratteristiche dei calcestruzzi (resistenza caratteristica, copriferri, ecc..) da impiegare per la realizzazione delle diverse parti dell'opera in oggetto tali da conseguire il requisito di durabilità richiesto.

In relazione alle classi di esposizione ambientale definite nella UNI EN 206-1 e nella UNI 11104, sono state attribuite ai diversi elementi strutturali le seguenti classi di esposizione alle quali sono state associate le condizioni ambientali (vedi Tabella 4.1.III delle NTC 2018):

fondazioni muri	XC2	c.a. ordinarie
elevazioni muri	XC4	c.a. aggressive

Nella seguente tabella si riportano i valori limiti per la composizione e le proprietà del calcestruzzo in funzione delle classi di esposizione (vedi Prospetto 4 delle NTC 2018) per i diversi elementi strutturali.

Classe di esposizione	Fond. muri	Elev. muri
	XC2	XC4
Massimo rapporto a/c	0.60	0.50
Minima classe di resistenza	C25/30	C32/40
Minimo contenuto in cemento	300	340

T.2 Valori limite per la composizione e le proprietà del calcestruzzo

L'armatura deve essere protetta da un adeguato ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) dimensionato in funzione dell'aggressività dell'ambiente e della sensibilità delle armature alla corrosione, tenendo anche conto della tolleranza di posa delle armature.

La distanza tra la parete interna del cassero e la generatrice dell'armatura metallica più vicina, individua il cosiddetto "copriferro nominale".

Il copriferro nominale  $c_{nom}$  è somma di due contributi, il copriferro minimo  $c_{min}$  e la tolleranza di posizionamento  $h$ , ovvero:

$$c_{nom} = c_{min} + h.$$

La tolleranza di posizionamento delle armature  $h$  è assunta pari a 5 mm se vengono seguite in sistema di controllo della qualità oppure pari a 10 mm.

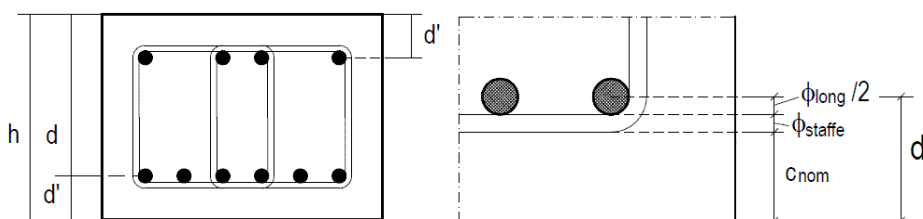
Considerata la classe di esposizione ambientale dell'opera, la tipologia dell'opera e la classe del calcestruzzo impiegato, i valori del copriferro minimo (vedi Tabella C4.1.IV della Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7) sono riportati nella seguente tabella:

Elemento	Cls classe	Condizioni ambientali	Tipo elemento	Confronto classe	Copriferro minimo (mm)
Fond. muri	C28/35	ordinarie	piastra	$C_{min} \leq C < C_0$	20
Elev. muri	C32/40	aggressive	piastra	$C_{min} \leq C < C_0$	30

T.3 Copriferri minimi

I valori riportati in tabella si riferiscono ad opere, come quella in esame, con vita nominale di 50 anni, Tipo 2 secondo la Tabella 2.4.I delle NTC 2018, (nel caso in cui  $V_n=100$ , i valori della Tabella C4.1.IV sono incrementati di 10 mm).

Pertanto, si assume come copriferro per i muri di sostegno un valore pari a  $C_{nom}=C_{min}+h= 40$  mm.



## 5 PARAMETRI GEOTECNICI

I **parametri geotecnici di calcolo** utilizzati nelle verifiche geotecniche sono i seguenti valori indicati tra parentesi, corrispondenti ai valori medi del range di variabilità indicati per ogni unità geotecnica d'interesse:

Unità geotecnica	Descrizione	$\gamma_n$ (kN/m <sup>3</sup> )	$c'$ (kPa)	$\phi$ (°)	E (MPa)
Ug1a	Ghiaia in matrice sabbiosa e sabbia con ghiaia	18-20 (19)	0-5 (3)	27-34 (30)	10-40 (25)
Ug1	Ghiaia in matrice sabbiosa	19-21 (20)	0	35-40 (37)	70-130 <25m 150-200 >25m (100)
Ug2	Sabbia e sabbia limosa con ghiaia	18-20 (19)	0-10 (5)	30-35 (32)	80-130 <25m 150-200 >25m (100)

T.4 Parametri geotecnici

Le unità geotecniche Ug3 ed Ug4 sono presenti oltre i 45m, dunque non sono interessate direttamente dalle opere in progetto.

Per il corpo del rilevato sono assunti i seguenti parametri geotecnici:

corpo rilevato:  $\gamma_t=19$  kN/m<sup>3</sup>       $c'=0$  kPa       $\Phi'=37^\circ$

Il livello della falda risulta essere sempre profondo lungo l'intero intervento, tra i 20÷35 m di profondità rispetto al piano campagna. Pertanto, le verifiche sono state condotte trascurando la presenza della falda, in quanto non interessata direttamente o indirettamente dalla costruzione dell'opera.

## 6 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

### 6.1 PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Il progetto in esame ricade nel Comune di Gallarate. La pericolosità sismica, in accordo alle NTC 2018, è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza  $P_{VR}$ , come definite al § 3.2.1 NTC 2018, nel periodo di riferimento  $V_R$  come definito al § 2.4 NTC 2018.

Considerando un livello elevato di prestazione dell'opera in esame (Tab. 2.4.I delle NTC 2018) al quale corrisponde una vita nominale  $V_N = 50$  anni e una classe d'uso IV con  $C_u = 2$  (Tab. 2.4.II delle NTC 2018), si ha un periodo di riferimento  $V_R = 100$  anni, corrispondente a uno stato limite di salvaguardia della vita (SLV) relativo a una probabilità di superamento  $P_{VR}$  nel periodo di riferimento  $V_R$  pari al 10%

Sulla base di quanto riportato nella relazione geotecnica, i terreni presenti nell'area in esame appartengono alla categoria di sottosuolo C.

Per quanto riguarda il coefficiente topografico, per configurazioni topografiche semplici, si può adottare la classificazione come da Tabella 3.2.V delle NTC 2018; nel caso in esame si considera la categoria T1.

Il coefficiente  $S$  che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente:

$$S = S_S \cdot S_T$$

con

$S_S$  : coefficiente di amplificazione stratigrafica

$S_T$  : coefficiente di amplificazione topografica

Definito in accordo alle espressioni e ai valori forniti nelle Tab. 3.2.IV e 3.2.V delle NTC 2018:

Nel caso specifico, riassumendo, si ha:

Parametro	Simbolo	U.M.		SLU	SLE
Accelerazione al suolo	$a_g$	[m/s <sup>2</sup> ]		0.443	0.234
Accelerazione al suolo	$a_g/g$	[%]		0.045	0.024
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0			2.634	2.589
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*			0.302	0.207
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		C	1.500	1.500
Categoria topografica - Coefficiente topografico	St		T1	1.000	

T.5 Parametri per la valutazione dell'azione sismica

## 6.2 DEFINIZIONE COEFFICIENTI SISMICI DI CALCOLO

Il coefficiente sismico orizzontale è determinato mediante la seguente relazione:

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{\max}}{g}$$

Il muro di sostegno può essere considerato come libero di ruotare intorno al piede. Il coefficiente  $\beta_m$  viene pertanto determinato secondo quanto previsto dal D.M. 17.01.2018 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" – § 7.11.6.2.1. I coefficienti sismici in direzione orizzontale e verticale risultano dunque pari a:

$$k_h = 0.026$$

$$k_v = 0.013$$

Lo stato limite di ribaltamento è trattato impiegando coefficienti parziali unitari sulle azioni e sui parametri geotecnici (§ 7.11.1) e utilizzando valori di  $\beta_m$  incrementati del 50% rispetto a quelli innanzi indicati e comunque non superiori all'unità.

## 7 ANALISI DEI CARICHI

### 7.1 PESO PROPRIO DELLE STRUTTURE IN CEMENTO ARMATO

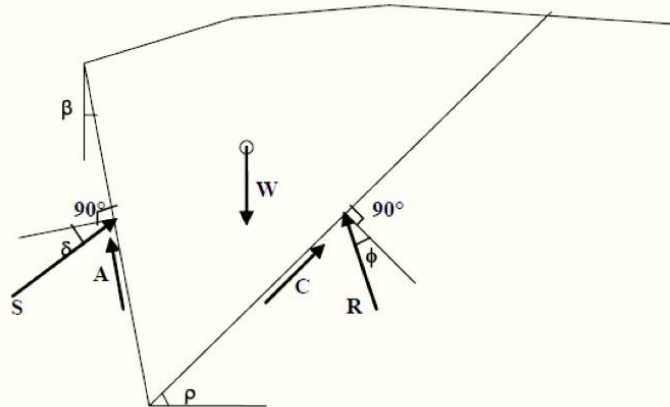
Il peso per unità di volume delle strutture in cemento armato è assunto pari a  $\gamma_{ca} = 25,0 \text{ kN/m}^3$ .

Il peso proprio degli elementi strutturali è assegnato automaticamente dal software di calcolo sulla base delle caratteristiche geometriche e delle caratteristiche dei materiali.

### 7.2 SPINTA ORIZZONTALE DEI TERRENI A TERGO DELLE PARETI VERTICALI

Per la determinazione della spinta orizzontale dei terreni a tergo delle pareti verticali è stato applicato il metodo di Culmann, il quale adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb (il cuneo di spinta a monte del muro si muove rigidamente lungo una superficie di rottura rettilinea). La differenza sostanziale è che mentre Coulomb considera un terrapieno con superficie a pendenza costante e carico uniformemente distribuito (il che permette di ottenere una espressione in forma chiusa per il coefficiente di spinta) il metodo di Culmann consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti. Inoltre, rispetto al metodo di Coulomb, risulta più immediato e lineare tener conto della coesione del masso spingente. Il metodo di Culmann, nato come metodo essenzialmente grafico, si è evoluto per essere trattato mediante analisi numerica (noto in questa forma come metodo del cuneo di tentativo). Come il metodo di Coulomb anche questo metodo considera una superficie di rottura rettilinea. I passi del procedimento risolutivo, iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima, sono i seguenti:

- si impone una superficie di rottura (angolo di inclinazione  $\rho$  rispetto all'orizzontale) e si considera il cuneo di spinta delimitato dalla superficie di rottura stessa, dalla parete su cui si calcola la spinta e dal profilo del terreno;
- si valutano tutte le forze agenti sul cuneo di spinta e cioè peso proprio ( $W$ ), carichi sul terrapieno, resistenza per attrito e per coesione lungo la superficie di rottura ( $R$  e  $C$ ) e resistenza per coesione lungo la parete ( $A$ );
- dalle equazioni di equilibrio si ricava il valore della spinta  $S$  sulla parete.



I.3 Forze agenti sul cuneo di spinta

Questo processo viene implementato in modo da suddividere l'altezza della parete in tratti di ampiezza  $dz$ . In corrispondenza di ogni ordinata  $z_i$  si trova il cuneo di rottura e la spinta  $S_i$ , ottenendo la distribuzione della spinta  $S(z)$  lungo l'altezza della parete. Nota la distribuzione delle spinte lungo l'altezza della parete, la pressione ad una generica profondità  $z$ , rispetto alla sommità della parete, è espressa da:

$$\sigma(z) = \frac{dS}{dz}$$

Noto il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta. Inoltre dal diagramma delle pressioni si ricava l'andamento delle sollecitazioni lungo la parete.

### 7.3 CARICHI ACCIDENTALI DA TRAFFICO

Si considera a tergo del muro un sovraccarico distribuito da **30 kN/m<sup>2</sup>**, a simulare il carico variabile da traffico.

Tale carico è stato applicato in modo da generare, di volta in volta, le condizioni più sfavorevoli per la verifica in esame.

### 7.4 SPINTA LATERALE DOVUTA AI SOVRACCARICHI ACCIDENTALI

La spinta dovuta ai sovraccarichi accidentali viene valutata mediante la seguente relazione:

$$S_q = q \cdot k \cdot H$$

dove:

- $q$  è l'entità del sovraccarico accidentale;
- $k$  è il coefficiente di spinta del terreno funzione delle condizioni del terreno a tergo del muro;
- $H$  è l'altezza complessiva dello strato di terreno.

### 7.5 URTO DEI VEICOLI IN SVIO

Secondo quanto riportato nel § 5.1.3.10. delle NTC2018, l'urto del veicolo sul Guard-Rail è schematizzato come una forza orizzontale di 100kN applicata su una lunghezza di 50 cm, ad 1,00 m dalla testa muro .

La lunghezza del muro collaborante all'assorbimento di tale urto è stata determinata considerando un angolo di diffusione del carico di  $60^\circ$ , sia nel paramento che nella fondazione.

Supponendo, a vantaggio di sicurezza, che l'urto del veicolo avvenga all'estremità del muro, in modo da considerare la distribuzione del carico in una sola direzione, si ha:

$$L_{param.collab.} = H_{param.} * \tan(60^\circ)$$

$$L_{fond.,collab.} = L_{fondaz.,monte} * \tan(60^\circ)$$

La lunghezza totale di muro collaborante è pari a:

$$L_{muro\ collab.} = L_{param.collab.} + L_{fond.,collab.} + 0.5$$

L'urto, ripartito su tale lunghezza, è pari a:

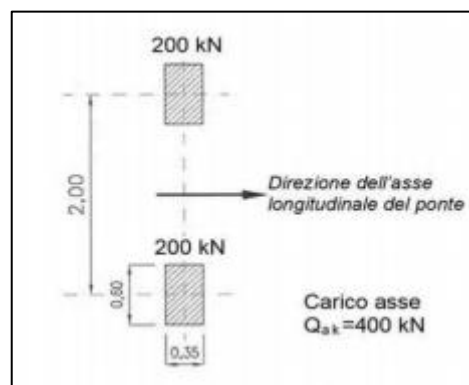
$$S_{urto} = \frac{100}{L_{muro\ collab.}}$$

Il momento generato in testa al muro è pari quindi a:

$$M_{urto} = 1 * \frac{100}{L_{muro\ collab.}}$$

In definitiva, l'azione dei veicoli in svio è stata schematizzata come una forza  $S_{urto}$  ed un momento  $M_{urto}$  applicati in testa al muro.

Ad esso si associa un carico verticale isolato sulla sede stradale, costituito dallo Schema di Carico 2, posizionato in adiacenza alla barriera stessa.



1.4 Fig. 1 Schema di carico 2 secondo NTC2018

Distribuendo tale carico sulla  $L_{muro\ collab.}$  e sull'ingombro del tandem stesso (2.6 m), si ottiene un carico equivalente, uniformemente distribuito, pari a:

$$q_{schema\ 2} = \frac{400}{L_{muro\ collab.} * 2.6}$$

Tale carico è stato applicato su una larghezza pari a 2.6 m.

Le azioni derivanti dall'urto dei veicoli sono state considerate nella combinazione eccezionale.

## 7.6 AZIONE SISMICA

Le sollecitazioni agenti sulla struttura in fase sismica vengono determinate attraverso un'analisi pseudo-statica, secondo quanto riportato nel DM 17.01.2018 "Nuove norme tecniche per le costruzioni", paragrafo 7.11.6.

## 7.7 SOVRASPINTA DINAMICA DEI TERRENI

Per tener conto dell'incremento di spinta dovuta al sisma si è fatto riferimento al metodo di Mononobe-Okabe (cui fa riferimento la Normativa Italiana). La Normativa Italiana suggerisce di tener conto di un incremento di spinta dovuto al sisma nel modo seguente:

detta  $\varepsilon$  l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e  $\beta$  l'inclinazione della parete rispetto alla verticale, si calcola la spinta  $S'$  considerando un'inclinazione del terrapieno e della parte pari a

$$\varepsilon' = \varepsilon + \theta \quad \beta' = \beta + \theta$$

dove  $\theta = \arctg(k_h/(1 \pm k_v))$  essendo  $k_h$  il coefficiente sismico orizzontale e  $k_v$  il coefficiente sismico verticale, definito in funzione di  $k_h$ .

Detta  $S$  la spinta calcolata in condizioni statiche l'incremento di spinta da applicare è espresso da

$$\Delta S = AS' - S$$

dove il coefficiente  $A$  vale

$$A = \frac{\cos^2(\beta + \theta)}{\cos^2 \beta \cos \theta}$$

Adottando il metodo di Mononobe-Okabe per il calcolo della spinta, il coefficiente  $A$  viene posto pari a 1.

Tale incremento di spinta è stato applicato nello stesso punto di applicazione della spinta statica nel caso in cui la forma del diagramma di incremento sismico è uguale a quella del diagramma statico. Oltre a questo incremento bisogna tener conto delle forze d'inerzia orizzontali e verticali che si destano per effetto del sisma. Tali forze sono state valutate come:

$$F_{iH} = k_h W \quad F_{iV} = \pm k_v W$$

dove  $W$  è il peso del muro, del terreno soprastante la soletta di fondazione di monte ed i relativi sovraccarichi e viene applicata nel baricentro dei pesi.

La superficie di rottura nel caso di sisma risulta meno inclinata della corrispondente superficie in assenza di sisma.

## 8 CRITERI DI VERIFICA

### 8.1 VERIFICA AGLI STATI LIMITE ULTIMI

La verifica di resistenza delle sezioni nei vari elementi strutturali, viene condotta tenendo conto delle sollecitazioni più gravose che si individuano nelle diverse combinazioni di carico.

Le verifiche si basano sul concetto dei coefficienti di sicurezza parziali e considerano due famiglie di combinazioni (indicate come A1-M1 e A2-M2) generate con le seguenti modalità:

- caso A1-M1: in questo tipo di combinazioni vengono incrementati le azioni permanenti e variabili con i coefficienti ( $\gamma_G$ ,  $\gamma_Q$ ) e vengono lasciate inalterate le caratteristiche di resistenza del terreno. Le combinazioni ottenute sono rilevanti per stabilire la capacità strutturale delle opere che interagiscono con il terreno.
- caso A2-M2: in questo tipo di combinazioni vengono incrementati i carichi variabili e vengono ridotte le caratteristiche di resistenza del terreno ( $\tan(\Phi)$ ,  $c'$  o  $c_u$ ) secondo i coefficienti parziali ( $\gamma_{\tan\Phi}$ ,  $\gamma_{c'}$ ,  $\gamma_{c_u}$ ,  $q_u$ ) definiti da normativa. Le combinazioni ottenute sono rilevanti per il dimensionamento geotecnico.

Le combinazioni e i coefficienti moltiplicativi delle singole azioni vengono definiti in base a quanto indicato al paragrafo 5.1.3.14. del D.M.17/01/2018.



Nei successivi paragrafi saranno condotte le verifiche per le condizioni di carico più gravose (considerando le combinazioni di carico che portano rispettivamente ai valori massimi di azione assiale, momento flettente e taglio), nelle sezioni significative.

## 8.2 VERIFICA AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO

La verifica in esercizio delle sezioni nei vari elementi strutturali si articola in tre principali categorie di seguito elencate.

### 8.2.1 Verifiche di fessurazione

La verifica di resistenza delle sezioni nei vari elementi strutturali, viene condotta tenendo conto Ai fini delle verifiche degli stati limite di esercizio si definiscono le seguenti combinazioni (D.M. del 17.01.2018 §2.5.3):

Rara  $\rightarrow G_1+G_2 +Q_{k1}+ \Sigma i\psi_{0i}\cdot Q_{ki}$   
 Frequente  $\rightarrow G_1+G_2 +\psi_{11}\cdot Q_{k1}+ \Sigma i\psi_{2i}\cdot Q_{ki}$   
 Quasi permanente  $\rightarrow G_1+G_2 +\psi_{21}\cdot Q_{k1}+ \Sigma i\psi_{2i}\cdot Q_{ki}$

In relazione all'aggressività ambientale e alla sensibilità dell'acciaio, l'apertura limite delle fessure è riportato nel prospetto seguente:

Gruppi di Esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	$w_k$	Stato limite	$w_k$
A	Ordinarie	frequente	apertura fessure	$\leq w_2$	apertura fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
B	Aggressive	frequente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_1$
C	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	apertura fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_1$

T.6 Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione

I valori limite di apertura delle fessure, così come definiti al §4.1.2.2.4 delle NTC2018, sono pari a:

$$w_1= 0,2 \text{ mm} \quad w_2= 0,3 \text{ mm} \quad w_3= 0,4 \text{ mm}$$

### 8.2.2 Verifiche delle tensioni di esercizio

Valutate le azioni interne nelle varie parti della struttura, dovute alle combinazioni caratteristica e quasi permanente delle azioni, si calcolano le massime tensioni sia nel calcestruzzo sia nelle armature; si deve verificare che tali tensioni siano inferiori ai massimi valori consentiti di seguito riportati.

- Tensione massima di compressione del calcestruzzo nelle condizioni di esercizio
  - combinazione rara  $\sigma_{c,ad} < 0,60f_{ck}$
  - combinazione quasi permanente  $\sigma_{c,ad} < 0,45f_{ck}$
  - combinazione frequente  $\sigma_{c,ad} < 1,00f_{ck}$
- Tensione massima dell'acciaio in condizioni di esercizio
  - combinazione rara  $\sigma_{c,ad} < 0,80f_{yk}$
  - combinazione quasi permanente  $\sigma_{c,ad} < 1,00f_{yk}$
  - combinazione frequente  $\sigma_{c,ad} < 1,00f_{yk}$

## 9 PROGETTO E VERIFICA DEL CORDOLO PORTA BARRIERA

Secondo quanto riportato al §3.6.3.3.2 delle NTC2018, si considera una forza orizzontale equivalente di collisione pari a 100 KN agente ad 1 m sopra il livello del piano di marcia.

Facendo riferimento al generico montante della barriera stradale, secondo uno schema a mensola, le sollecitazioni trasmesse al cordolo sono:  $V_{sd}' = 100 \text{ KN}$  e  $T_{sd}' = 100 \text{ KN} * 1 \text{ m} = 100 \text{ KNm}$ .

Lo schema di verifica del cordolo sarà quello di trave di lunghezza infinita, sollecitata da un taglio  $V_{sd} = V_{sd}' / i = 100 \text{ KN} / 1.5 \text{ m} = 66.67 \text{ KN}$  e da un momento torcente  $T_{sd} = T_{sd}' / i = 100 \text{ KN} / 1.5 \text{ m} = 66.67 \text{ KN}$ , in cui  $i = 1.5 \text{ m}$  è l'interasse tra i montanti; tali azioni sono considerate in combinazione eccezionale.

La verifica è stata condotta in riferimento alla sezione del cordolo  $0,50 \times 0,70 \text{ m}$ .

La resistenza massima di una membratura soggetta a taglio e torsione è limitata dalla resistenza delle bielle compresse, per le quali deve risultare:

$$\frac{T_{sd}}{T_{Rcd}} + \frac{V_{sd}}{V_{Rcd}} \leq 1$$

in cui  $T_{Rcd}$  e  $V_{Rcd}$  sono determinati per un valore di  $\cot \theta = 2.5$ .

La determinazione di  $V_{Rcd}$  e  $T_{Rcd}$  è effettuata secondo le espressioni (4.1.28) e (4.1.35) delle NTC 2018. I termini da inserire nelle espressioni precedenti sono riassunti nella tabella seguente:

SEZIONE	
b (m)	0,5
h (m)	0,7
c (m)	0,058
d (m)	0,642
TORSIONE	
Ac (mq)	0,35
u (m)	2,4
A (mq)	0,196
p (m)	1,817
t (m)	0,15
t effettivo (m)	0,15
TAGLIO	
d* (m)	0,5778
$\alpha c$	0,5
v	1
cot $\theta$	2,5

La verifica delle bielle compresse di calcestruzzo risulta essere soddisfatta.

PROGETTO A TORSIONE E TAGLIO			
Verifica bielle compresse			
Vsd / Vrcd	0,0738		
Tsd / Trcd	0,3725		
<b>Vsd / Vrcd + Tsd / Trcd</b>	<b>0,4463</b>	<b>&lt; 1</b>	<b>VERIFICATO</b>

Considerando staffe  $\phi 10$  a 2 bracci, si è determinato il passo delle armature trasversali, per taglio e torsione, ponendo  $V_{Rsd} = V_{sd}$  e  $T_{Rsd} = T_{sd}$ , in cui  $V_{Rsd}$  e  $T_{Rsd}$  sono rispettivamente le espressioni (4.1.27) e (4.1.36) delle NTC 2018; si ottengono le seguenti relazioni in termini di passo delle staffe:

$$s_v = A_{sw} f_{yd} \frac{d^*}{V_{sd}} \cot \theta$$

$$s_T = A_s f_{yd} \frac{2A}{T_{sd}} \cot \theta$$

Il passo delle staffe, per le due sollecitazioni combinate, è pari a:

$$\frac{1}{s} = \frac{1}{s_v} + \frac{1}{s_t}$$

Progetto staffe	
$\phi$ (mm)	10
n° bracci	2
$A_{sw}$ (mmq)	157
$A_s$ (mmq)	78,5
$s_v$ (mm)	1331,14
$s_T$ (mm)	452,16
<b>s (mm)</b>	<b>337,51</b>

Per rispetto dei limiti di normativa, riportati al capitolo 4 delle NTC 2018, si adottano staffe  $\phi 10/20$  a 2 bracci.

VERIFICA STAFFE CAP 4 NTC 2018		
<b>1) Almeno tre staffe al metro</b>		
$s < 0.33$ m		OK
<b>2) <math>s &lt; 0.8 \cdot d</math></b>		
		OK
<b>3) <math>A_{st} &gt; 1.5 b</math> (mmq/m)</b>		
$A_{st}$	785	OK
$1.5 \cdot b$	750	

In maniera analoga, l'armatura longitudinale è stata ottenuta uguagliando il momento torcente sollecitante all'espressione (4.1.37) delle NTC 2018, da cui si ricava il quantitativo di armatura longitudinale da ripartire nella sezione in relazione alla quota parte che ciascun lato ha sulla valutazione del perimetro p.

Dalla (4.1.37) si ricava:

$$A_{sl} = \frac{T_{sd}}{2 A f_{yd}} p \cot \theta$$

Progetto armatura longitudinale a torsione		
Asl (mmq)	1971,20	Armatura necessaria
Asl lungo b (mmq)	384,29	
Asl lungo h (mmq)	601,31	
$\phi_l$ (mm)	16	Barre strettamente necessarie
<b>n barre totali</b>	<b>10</b>	

A vantaggio di sicurezza, si è considerato un quantitativo di armatura longitudinale pari a 14 $\phi$ 16; tale quantitativo soddisfa i requisiti minimi di armatura longitudinale, ossia:  $A_l \geq 0.15\% A_{sez}$ .

ARMATURA MINIMA LONGITUDINALE	
Ac max (mmq)	350000
<b>0.15% Ac (mmq)</b>	<b>525</b>

## 10 PROGETTO E VERIFICA DEL MURO

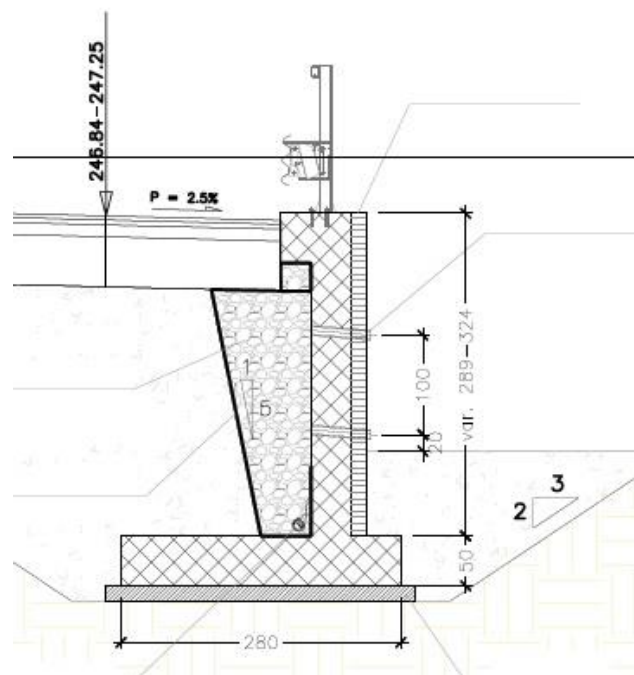
### 10.1 DEFINIZIONE DELLE SEZIONI DI VERIFICA

Con riferimento alle caratteristiche geometriche dei conci di muro in esame, sono state individuate 4 sezioni tipo di muro, di seguito riportate.

Per ciascuna sezione tipo, le verifiche sono state condotte con riferimento all'altezza massima del paramento, a vantaggio di sicurezza.

#### Sezione tipo 1

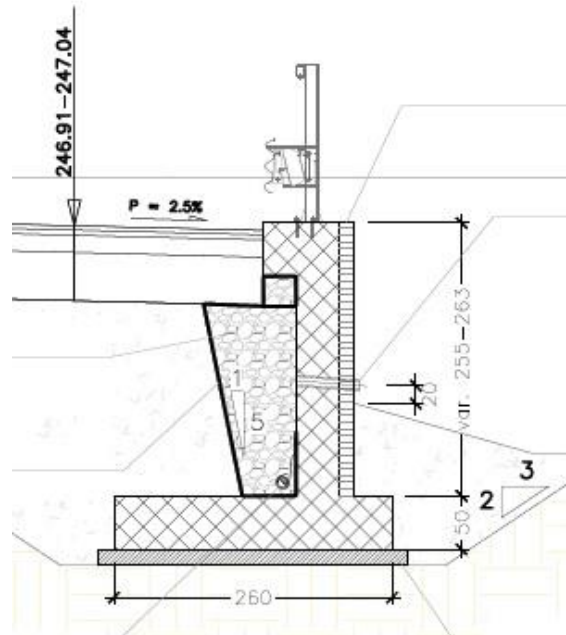
- Conci di riferimento: da Concio A a Concio K e Concio S
- larghezza della ciabatta di fondazione pari a 2,80 m, di cui 0,50 m lato valle e 1,90 m lato monte;
- spessore della ciabatta di fondazione pari a 0,50 m.
- altezza del paramento in elevazione variabile da un minimo di 2,89 m a un massimo di 3,24 m;
- spessore del paramento pari a 0,40 m.
- cordolo porta barriera di sezione pari a 0,50 x 0,70 m.



I.5 Sezione tipo 1

#### Sezione tipo 2

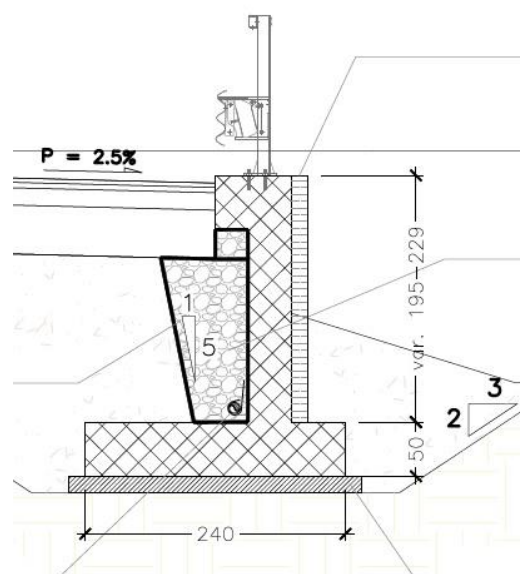
- Conci di riferimento: da Concio L a Concio N
- larghezza della ciabatta di fondazione pari a 2,60 m, di cui 0,50 m lato valle e 1,70 m lato monte;
- spessore della ciabatta di fondazione pari a 0,50 m.
- altezza del paramento in elevazione variabile da un minimo di 2,55 m a un massimo di 2,63 m;
- spessore del paramento pari a 0,40 m.
- cordolo porta barriera di sezione pari a 0,50 x 0,70 m.



I.6 Sezione tipo 2

### Sezione tipo 3

- Conci di riferimento: da Concio O a Concio R
- larghezza della ciabatta di fondazione pari a 2,40 m, di cui 0,50 m lato valle e 1,50 m lato monte;
- spessore della ciabatta di fondazione pari a 0,50 m.
- altezza del paramento in elevazione variabile da un minimo di 1,95 m a un massimo di 2,29 m;
- spessore del paramento pari a 0,40 m.
- cordolo porta barriera di sezione pari a 0,50 x 0,70 m.



I.7 Sezione tipo 3



Verifica	Concio I	Concio J	Concio K	Concio L	Concio M	Concio N	Concio O	Concio P
Scorrimento		1.112			1.142		1.124	
Ribaltamento		3.299			3.181		2.704	
Stabilità globale		1.325			1.366		1.393	
Carico limite		2.532			2.915		2.704	

Verifica	Concio Q	Concio R	Concio S	Concio T	Concio U	Concio V	Concio Z
Scorrimento	1.124		1.112		1.110		
Ribaltamento	2.704		3.299		3.163		
Stabilità globale	1.393		1.325		2.208		
Carico limite	2.704		2.532		1.305		

## 10.2 PROGETTO E VERIFICA DELLA SEZIONE TIPO 1

### 10.2.1 Materiali

Simbologia adottata

n° Indice materiale

Descr Descrizione del materiale

Calcestruzzo armato

C Classe di resistenza del cls

A Classe di resistenza dell'acciaio

$\gamma$  Peso specifico, espresso in [kN/mc]

R<sub>ck</sub> Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]

E Modulo elastico, espresso in [kPa]

$\nu$  Coeff. di Poisson

n Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls

ntc Coeff. di omogenizzazione cls teso/compresso

#### Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	$\gamma$ [kN/mc]	R <sub>ck</sub> [kPa]	E [kPa]	$\nu$	n	ntc
5	C32/40	C32/40	B450C	24.5170	40000	33642648	0.30	15.00	0.50
6	C28/35	C28/35	B450C	24.5170	35000	32587986	0.30	15.00	0.50

#### Acciai

Descr	f <sub>yk</sub> [kPa]	f <sub>uk</sub> [kPa]
B450C	450000	540000

### 10.2.2 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	7.85	0.40	2.917
3	19.85	0.70	1.432

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.000 [°]

### 10.2.3 Geometria muro

#### Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro	10.00	[m]
<u>Paramento</u>		
Materiale	C32/40	
Altezza paramento	3.30	[m]
Altezza paramento libero	3.30	[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>Mensola di contrappeso</u>		
Posizione rispetto alla testa del muro	0.00	[m]
Lunghezza	0.30	[m]
Spessore all'estremità libera	0.50	[m]
Spessore all'incastro	0.50	[m]
<u>Fondazione</u>		
Materiale	C28/35	
Lunghezza mensola di valle	0.50	[m]
Lunghezza mensola di monte	1.90	[m]
Lunghezza totale	2.80	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	0.50	[m]
Spessore magrone	0.15	[m]

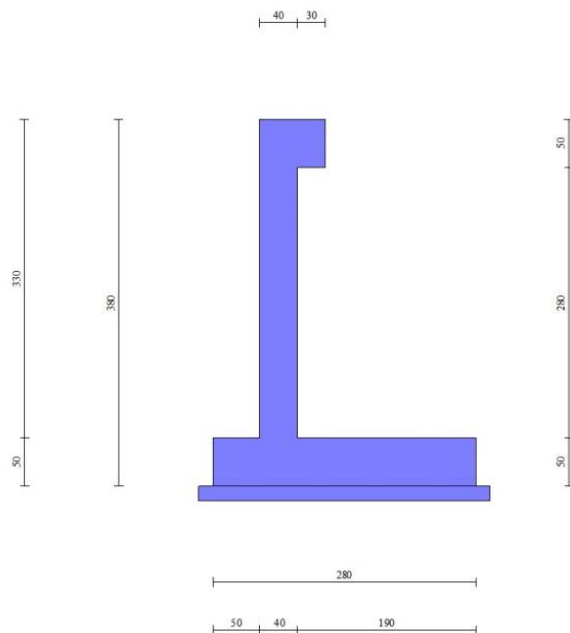


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

## 10.2.4 Descrizione terreni

### Parametri di resistenza

#### Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]
$c_a$	Adesione terra-muro espressa in [kPa]

#### Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix

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

n°	Descr	$\gamma$ [kN/mc]	$\gamma_{sat}$ [kN/mc]	$\phi$ [°]	$\delta$ [°]	c [kPa]	$c_a$ [kPa]	Cesp	$\tau_l$ [kPa]
1	Rilevato	19.0000	20.6000	37.000	24.667	0	0	---	---
2	Ug1a	19.0000	20.6000	30.000	20.000	3	2	---	---
3	Ug1<25m	20.0000	21.8000	37.000	24.667	0	0	---	---

### Parametri di deformabilità

#### Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
$\nu$	Coeff. di Poisson
$E_d$	Modulo edometrico, espresso in [kPa]
CR	Rapporto di compressione
RR	Rapporto di ricomprensione
OCR	Grado di sovraconsolidazione

n°	Descr	E [kPa]	$\nu$	$E_d$ [kPa]	CR	RR	OCR
1	Rilevato	100000	0.250	0	0.000	0.000	1.000
2	Ug1a	25000	0.250	0	0.000	0.000	1.000
3	Ug1<25m	100000	0.250	0	0.000	0.000	1.000

## 10.2.5 Stratigrafia

#### Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
$\alpha$	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato

#### 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')

Kst<sub>sta</sub>, Kst<sub>sis</sub> Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	$\alpha$ [°]	Terreno	Kw [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Ks	Cesp	Kst <sub>sta</sub>	Kst <sub>sis</sub>
1	3.30	0.000	Rilevato	---	---	---	---	---
2	6.00	0.000	Ug1a	---	---	---	---	---
3	7.00	0.000	Ug1<25m	---	---	---	---	---

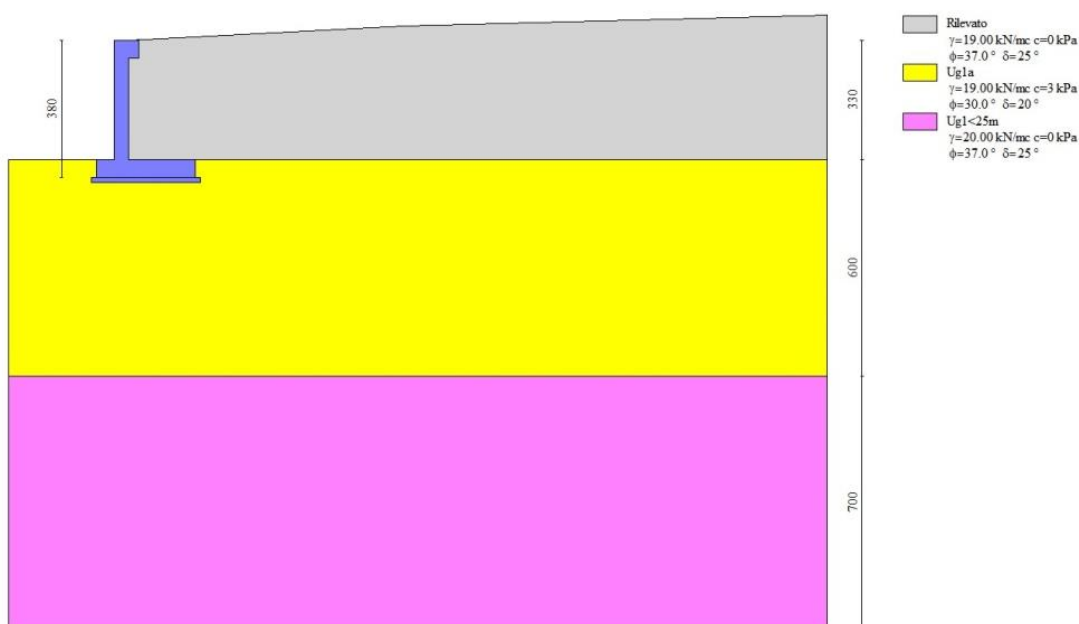


Fig. 2 - Stratigrafia

### 10.2.6 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]
F <sub>x</sub>	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
F <sub>y</sub>	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
M	Momento espresso in [kNm]
X <sub>i</sub>	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
X <sub>f</sub>	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
Q <sub>i</sub>	Intensità del carico per x=X <sub>i</sub> espressa in [kN]
Q <sub>f</sub>	Intensità del carico per x=X <sub>f</sub> espressa in [kN]

#### Condizione n° 1 (TRAFFICO) - VARIABILE TF

Coeff. di combinazione  $\Psi_0=0.75$  -  $\Psi_1=0.75$  -  $\Psi_2=0.00$

Indice di raggruppamento 1

#### Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	M [kNm]	X <sub>i</sub> [m]	X <sub>f</sub> [m]	Q <sub>i</sub> [kN]	Q <sub>f</sub> [kN]
1	Distribuito					1.90	19.85	30.0000	30.0000

#### Condizione n° 2 (URTO) - ECCEZIONALE

#### Carichi sul muro

n°	Tipo	Dest	X; Y [m]	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	M [kNm]	X <sub>i</sub> [m]	X <sub>f</sub> [m]	Q <sub>i</sub> [kN]	Q <sub>f</sub> [kN]
1	Concentrato	Mensola contrappeso	-0.05; 0.00	10.5200	0.0000	10.5200				

**Carichi sul terreno**

n°	Tipo	X [m]	Fx [kN]	Fy [kN]	M [kNm]	Xi [m]	Xf [m]	Qi [kN]	Qf [kN]
1	Distribuito					0.30	2.90	16.1800	16.1800

**Condizione n° 3 (traffico) - VARIABILE TF**

 Coeff. di combinazione  $\Psi_0=0.75 - \Psi_1=0.75 - \Psi_2=0.00$ 

Indice di raggruppamento 2

**Carichi sul terreno**

n°	Tipo	X [m]	Fx [kN]	Fy [kN]	M [kNm]	Xi [m]	Xf [m]	Qi [kN]	Qf [kN]
1	Distribuito					0.30	19.85	30.0000	30.0000

**10.2.7 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		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1,fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1,sfav}$	1.00	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2,fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2,sfav}$	1.00	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	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q,sfav}$	1.00	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	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT,sfav}$	1.00	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	$\gamma_{\tan(\phi)}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione 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	$\gamma_\gamma$	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
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	--

**10.2.8 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):

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + Q_{k1} + \Psi_{0,2} Q_{k2} + \Psi_{0,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione frequente, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

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

- Combinazione quasi permanente, impiegata per gli effetti di lungo periodo:

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

- 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, per 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
TRAFFICO	1.35	1.00	Sfavorevole

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

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
traffico	1.35	1.00	Sfavorevole

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

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

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

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

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

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
TRAFFICO	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
TRAFFICO	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
TRAFFICO	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
traffico	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
traffico	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 10 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
traffico	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
TRAFFICO	1.15	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 12 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
traffico	1.15	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 13 - GEO (A2-M2-R2) H + V

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

Combinazione n° 14 - GEO (A2-M2-R2) H - V

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

Combinazione n° 15 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
TRAFFICO	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 16 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
traffico	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 17 - EQU (A1-M1-R3) H + V

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

Combinazione n° 18 - EQU (A1-M1-R3) H - V

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

Combinazione n° 19 - ECC

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

Combinazione n° 20 - SLER

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

Combinazione n° 21 - SLEF

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
TRAFFICO	1.00	0.75	Sfavorevole

Combinazione n° 22 - SLEQ

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

Combinazione n° 23 - SLER

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

#### Combinazione n° 24 - SLEF

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
traffico	1.00	0.75	Sfavorevole

#### Combinazione n° 25 - SLEQ H + V

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

#### Combinazione n° 26 - SLEQ H - V

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

### 10.2.9 Dati sismici

Comune	Gallarate
Provincia	Varese
Regione	Lombardia
Latitudine	45.660202
Longitudine	8.793484
Indice punti di interpolazione	11367 - 11368 - 11146 - 11145
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	IV
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	100 anni

	Simbolo	U.M.		SLU	SLE
Accelerazione al suolo	$a_g$	[m/s <sup>2</sup> ]		0.443	0.234
Accelerazione al suolo	$a_g/g$	[%]		0.045	0.024
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0			2.634	2.589
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*			0.302	0.207
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		C	1.500	1.500
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000	

Stato limite ...	Coeff. di riduzione $\beta_m$	kh	kv
Ultimo	0.380	2.574	1.287
Ultimo - Ribaltamento	0.570	3.861	1.930
Esercizio	0.470	1.684	0.842

Forma diagramma incremento sismico **Stessa forma del diagramma statico**

### Opzioni di calcolo

#### Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta attiva
Terreno a bassa permeabilità	NO



Superficie di spinta limitata

NO

Capacità portante

Metodo di calcolo della portanza

Hansen

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 ( $0.5B\gamma N_\gamma$ ) 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

Stabilità globale

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

Metodo di calcolo (per sole combinazioni SLD)

Richards-Elms

Spostamento limite

2.00 [cm]

Cedimenti

Metodo di calcolo delle tensioni

Boussinesq

Metodo di calcolo dei cedimenti

Elastico

Profondità calcolo cedimenti

Automatica

 $\Delta H$  massimo suddivisione strati

1.00 [m]

Specifiche per le verifiche nelle combinazioni allo Stato Limite Ultimo (SLU)

	SLU	Eccezionale
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50	1.00
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15	1.00
Fattore di riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00	1.00

Specifiche per le verifiche nelle combinazioni allo Stato Limite di Esercizio (SLE)
**Paramento e fondazione muro**

Verifiche strutturali nelle combinazioni SLD eseguite. Struttura in classe d'uso III o IV

Condizioni ambientali Aggressive

Armatura ad aderenza migliorata SI

Verifica a fessurazione

Sensibilità armatura

Poco sensibile

Metodo di calcolo aperture delle fessure

NTC 2018 - CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP.

Valori limite aperture delle fessure:

$$w_1=0.20$$

$$w_2=0.30$$

$$w_3=0.40$$

Verifica delle tensioni

Valori limite delle tensioni nei materiali:

Combinazione	Calcestruzzo	Acciaio
	$\sigma$	
Rara	$0.60 f_{ck}$	$0.80 f_{yk}$
Frequente	$1.00 f_{ck}$	$1.00 f_{yk}$
Quasi permanente	$0.45 f_{ck}$	$1.00 f_{yk}$

## Risultati per inviluppo

### 10.2.10 Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic Indice della combinazione

A Tipo azione

I Inclinazione della spinta, espressa in [°]

V Valore dell'azione, espressa in [kN]

C<sub>X</sub>, C<sub>Y</sub> Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]

P<sub>X</sub>, P<sub>Y</sub> Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	C <sub>X</sub> [kN]	C <sub>Y</sub> [kN]	P <sub>X</sub> [m]	P <sub>Y</sub> [m]
1	Spinta statica	83.40	23.64	76.40	33.45	1.90	-2.25
	Peso/Inerzia muro			0.00	70.36/0.00	0.16	-2.50
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	117.98/0.00	0.97	-1.66
	Peso/Inerzia terrapieno sulla mensola di contrappeso			0.00	0.04/0.00	0.20	0.01

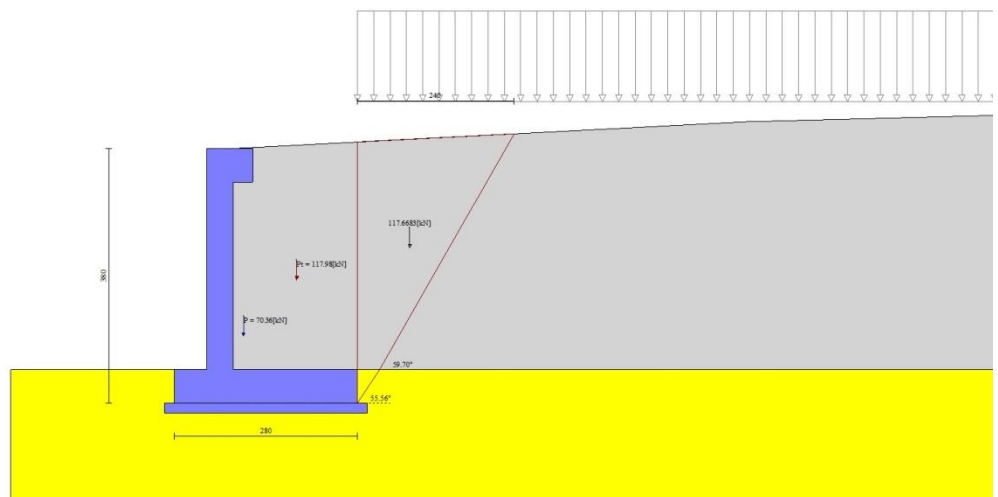


Fig. 3 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

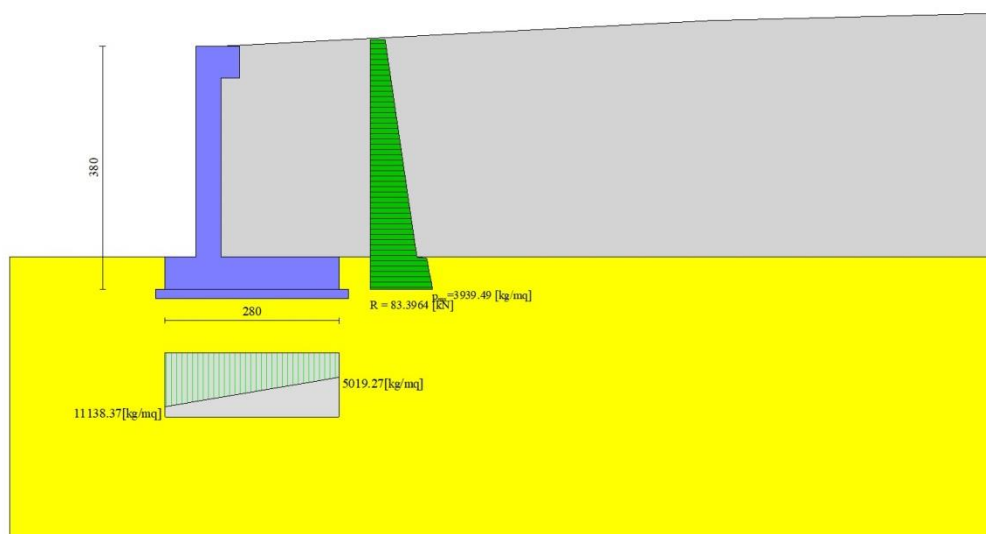


Fig. 4 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

### 10.2.11 Risultanti globali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
$M_r$	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
$M_s$	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	$M_r$ [kNm]	$M_s$ [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	221.84	76.40	118.03	389.40	0.177
2 - STR (A1-M1-R3)	286.64	76.40	118.03	519.21	0.000
3 - STR (A1-M1-R3)	205.58	38.90	52.17	340.91	-0.004
4 - STR (A1-M1-R3)	200.37	38.05	54.87	336.08	-0.003
5 - STR (A1-M1-R3)	278.35	76.40	118.03	478.13	0.106
6 - STR (A1-M1-R3)	257.25	76.40	118.03	455.76	0.087
7 - STR (A1-M1-R3)	242.95	76.40	118.03	411.77	0.191
8 - STR (A1-M1-R3)	343.15	76.40	118.03	607.94	-0.028
9 - STR (A1-M1-R3)	322.05	76.40	118.03	585.57	-0.052
10 - STR (A1-M1-R3)	307.75	76.40	118.03	541.58	0.024
11 - GEO (A2-M2-R2)	216.54	80.20	125.78	374.56	0.251
12 - GEO (A2-M2-R2)	271.74	80.20	125.78	485.14	0.078
13 - GEO (A2-M2-R2)	205.58	38.90	52.17	340.91	-0.004
14 - GEO (A2-M2-R2)	200.37	38.05	54.87	336.08	-0.003
15 - EQU (A1-M1-R3)	221.84	76.40	118.03	389.40	0.177
16 - EQU (A1-M1-R3)	286.64	76.40	118.03	519.21	0.000
17 - EQU (A1-M1-R3)	207.34	42.59	58.24	344.35	0.020
18 - EQU (A1-M1-R3)	199.52	41.31	62.29	337.10	0.023
19 - ECC	230.87	48.41	109.62	394.05	0.168
20 - SLER	213.56	57.44	88.83	366.21	0.101
21 - SLEF	210.69	50.98	76.67	358.20	0.064
22 - SLEQ	202.11	31.62	40.16	334.15	-0.055
23 - SLER	261.56	57.44	88.83	462.37	-0.028
24 - SLEF	246.69	50.98	76.67	430.32	-0.034
25 - SLEQ	204.38	36.37	48.00	338.56	-0.022
26 - SLEQ	200.96	35.81	49.77	335.40	-0.021

## 10.2.12 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>UPL</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>UPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		1.112		2.639			
2 - STR (A1-M1-R3)		1.421		3.187			
3 - STR (A1-M1-R3)	H + V	2.032		5.550			
4 - STR (A1-M1-R3)	H - V	2.027		5.733			
5 - STR (A1-M1-R3)		1.381		2.627			
6 - STR (A1-M1-R3)		1.281		2.768			
7 - STR (A1-M1-R3)		1.212		2.532			
8 - STR (A1-M1-R3)		1.690		2.685			
9 - STR (A1-M1-R3)		1.589		2.652			
10 - STR (A1-M1-R3)		1.521		2.844			
11 - GEO (A2-M2-R2)					1.332		
12 - GEO (A2-M2-R2)					1.325		
13 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.955		
14 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.957		
15 - EQU (A1-M1-R3)			3.299				
16 - EQU (A1-M1-R3)			4.399				
17 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		5.913				
18 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		5.412				
19 - ECC		1.822	3.595	3.636	1.949		

### Verifica a scorrimento fondazione

#### Simbologia adottata

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

n°	Rsa [kN]	Rpt [kN]	Rps [kN]	Rp [kN]	Rt [kN]	R [kN]	T [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	84.94	0.00	0.00	--	--	84.94	76.40	1.112

### Verifica a carico limite

#### Simbologia adottata

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

n°	N	Qu	Qd	FS
----	---	----	----	----

	[kN]	[kN]	[kN]	
7 - STR (A1-M1-R3)	242.95	615.13	439.38	2.532

### Dettagli calcolo portanza

#### Simbologia adottata

- $n^\circ$  Indice combinazione  
 $N_c, N_q, N_\gamma$  Fattori di capacità portante  
 $i_c, i_q, i_\gamma$  Fattori di inclinazione del carico  
 $d_c, d_q, d_\gamma$  Fattori di profondità del piano di posa  
 $g_c, g_q, g_\gamma$  Fattori di inclinazione del profilo topografico  
 $b_c, b_q, b_\gamma$  Fattori di inclinazione del piano di posa  
 $s_c, s_q, s_\gamma$  Fattori di forma della fondazione  
 $p_c, p_q, p_\gamma$  Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic  
 $Re$  Fattore di riduzione capacità portante per eccentricità secondo Meyerhof  
 $Ir, Irc$  Indici di rigidezza per punzonamento secondo Vesic  
 $r_\gamma$  Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia  $0.5B_\gamma N_\gamma$ , 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 [kN/mc]  
 $\phi$  Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]  
 $c$  Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]  
 Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Hansen).

$n^\circ$	$N_c$ $N_q$ $N_\gamma$	$i_c$ $i_q$ $i_\gamma$	$d_c$ $d_q$ $d_\gamma$	$g_c$ $g_q$ $g_\gamma$	$b_c$ $b_q$ $b_\gamma$	$s_c$ $s_q$ $s_\gamma$	$p_c$ $p_q$ $p_\gamma$	$Ir$	$Irc$	$Re$	$r_\gamma$
7	30.140 18.401 15.070	0.497 0.525 0.395	1.071 1.052 1.000	1.000 1.000 1.000	1.000 1.000 1.000	-- -- --	-- -- --	--	--	0.739	0.963

$n^\circ$	$D$ [m]	$B'$ [m]	$H$ [m]	$\gamma$ [°]	$\phi$ [kN/mc] ]	$c$ [kPa]
7	0.50	2.80	2.42	19.00	30.00	3

### Verifica a ribaltamento

#### Simbologia adottata

- $n^\circ$  Indice combinazione  
 $M_s$  Momento stabilizzante, espresso in [kNm]  
 $M_r$  Momento ribaltante, espresso in [kNm]  
 $FS$  Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)  
 La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

$n^\circ$	$M_s$ [kNm]	$M_r$ [kNm]	$FS$
15 - EQU (A1-M1-R3)	389.40	118.03	3.299

### Verifica stabilità globale muro + terreno

#### Simbologia adottata

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

$I_c$	$C$ [m]	$R$ [m]	$FS$

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
12 - GEO (A2-M2-R2)	-1.00; 1.50	6.05	1.325

**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 [kN]

Qy carico sulla striscia espresso in [kN]

Qf carico acqua sulla striscia espresso in [kN]

 $\alpha$  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 [kPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

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

n°	W	Qy	Qf	b	$\alpha$	$\phi$	c	u	Tx; Ty
	[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	4.22	13.29	0.00	4.93 - 0.39	71.803	31.083	0	0.0	
2	11.07	13.29	0.00	0.39	62.469	31.083	0	0.0	
3	15.67	13.29	0.00	0.39	55.313	31.083	0	0.0	
4	19.21	13.29	0.00	0.39	49.307	31.083	0	0.0	
5	22.06	13.29	0.00	0.39	43.973	31.083	0	0.0	
6	24.43	13.29	0.00	0.39	39.087	31.083	0	0.0	
7	26.40	13.29	0.00	0.39	34.521	24.791	2	0.0	
8	28.19	13.29	0.00	0.39	30.196	24.791	2	0.0	
9	30.48	13.29	0.00	0.39	26.054	24.791	2	0.0	
10	31.59	13.29	0.00	0.39	22.055	24.791	2	0.0	
11	32.48	13.29	0.00	0.39	18.166	24.791	2	0.0	
12	33.16	13.29	0.00	0.39	14.363	24.791	2	0.0	
13	32.59	0.26	0.00	0.39	10.623	24.791	2	0.0	
14	35.96	0.00	0.00	0.39	6.929	24.791	2	0.0	
15	10.13	0.00	0.00	0.39	3.264	24.791	2	0.0	
16	9.28	0.00	0.00	0.39	-0.388	24.791	2	0.0	
17	9.03	0.00	0.00	0.39	-4.042	24.791	2	0.0	
18	8.74	0.00	0.00	0.39	-7.712	24.791	2	0.0	
19	8.26	0.00	0.00	0.39	-11.414	24.791	2	0.0	
20	7.60	0.00	0.00	0.39	-15.165	24.791	2	0.0	
21	6.73	0.00	0.00	0.39	-18.985	24.791	2	0.0	
22	5.65	0.00	0.00	0.39	-22.895	24.791	2	0.0	
23	4.34	0.00	0.00	0.39	-26.922	24.791	2	0.0	
24	2.77	0.00	0.00	0.39	-31.099	24.791	2	0.0	
25	0.91	0.00	0.00	-4.70 - 0.39	-34.213	24.791	2	0.0	

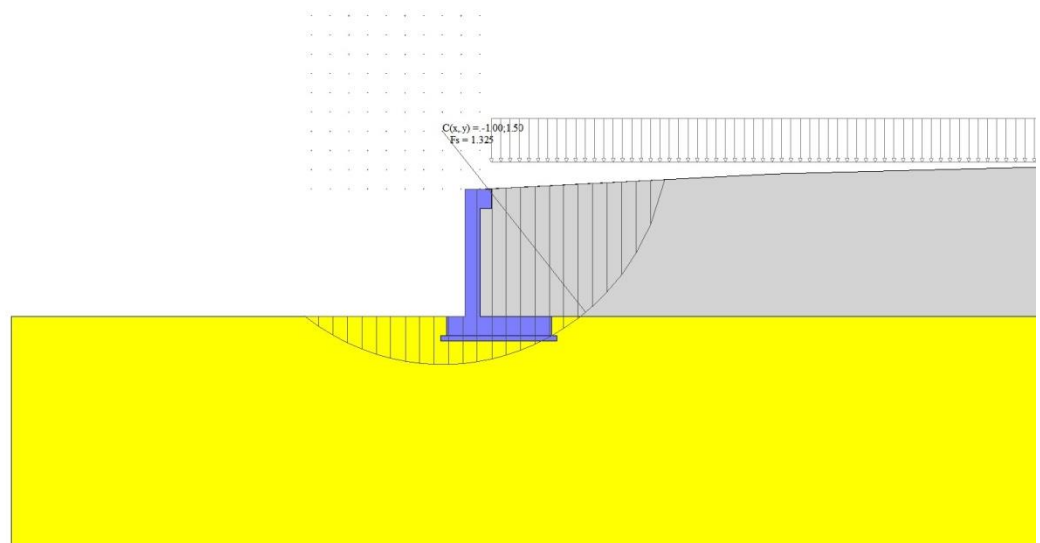


Fig. 5 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 12)

### 10.2.13 Sollecitazioni

#### Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

- N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
- T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
- M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

#### Paramento

n°	X [m]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]	T <sub>min</sub> [kN]	T <sub>max</sub> [kN]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]
1	0.00	4.33	5.63	0.00	10.52	-0.99	9.76
2	-0.10	5.30	6.91	0.02	10.55	-0.99	9.76
3	-0.20	6.27	8.18	0.08	10.65	-0.98	9.77
4	-0.30	7.24	9.46	0.18	10.82	-0.96	9.79
5	-0.40	8.21	10.73	0.32	11.10	-0.93	9.83
6	-0.50	9.17	12.01	0.50	11.47	-0.88	9.91
7	-0.60	10.14	13.28	0.72	11.94	-0.80	10.03
8	-0.70	11.11	14.56	0.99	12.48	-0.69	10.19
9	-0.80	12.08	15.83	1.29	13.08	-0.54	10.42
10	-0.90	13.05	17.11	1.63	13.73	-0.35	10.71
11	-1.00	14.01	18.38	2.01	14.43	-0.12	11.06
12	-1.10	14.98	19.66	2.43	15.17	0.13	11.49
13	-1.20	15.95	20.93	2.89	15.96	0.40	12.00
14	-1.30	16.92	22.21	3.40	16.78	0.71	12.58
15	-1.40	17.89	23.48	3.94	17.66	1.08	13.25
16	-1.50	18.85	24.76	4.52	18.57	1.50	14.01
17	-1.60	19.82	26.03	5.14	19.53	1.98	14.86
18	-1.70	20.79	27.31	5.80	20.52	2.53	15.81
19	-1.80	21.76	28.58	6.51	21.56	3.15	16.86
20	-1.90	22.73	29.86	7.25	22.64	3.83	18.02
21	-2.00	23.70	31.13	8.03	23.76	4.60	19.29
22	-2.10	24.66	32.41	8.86	25.44	5.44	20.67
23	-2.20	25.63	33.68	9.72	27.41	6.37	22.17
24	-2.30	26.60	34.96	10.62	29.43	7.39	24.71
25	-2.40	27.57	36.23	11.57	31.50	8.50	27.75
26	-2.50	28.54	37.51	12.55	33.62	9.70	31.01
27	-2.60	29.50	38.78	13.57	35.80	11.01	34.48
28	-2.70	30.47	40.06	14.64	38.03	12.42	38.17
29	-2.80	31.44	41.33	15.74	40.32	13.94	42.09
30	-2.90	32.41	42.61	16.89	42.65	15.57	46.24



n°	X [m]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]	T <sub>min</sub> [kN]	T <sub>max</sub> [kN]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]
31	-3.00	33.38	43.88	18.07	45.04	17.32	50.62
32	-3.10	34.34	45.16	19.30	47.49	19.18	55.25
33	-3.20	35.31	46.43	20.56	49.98	21.18	60.12
34	-3.30	36.28	47.71	21.87	52.53	23.30	65.25

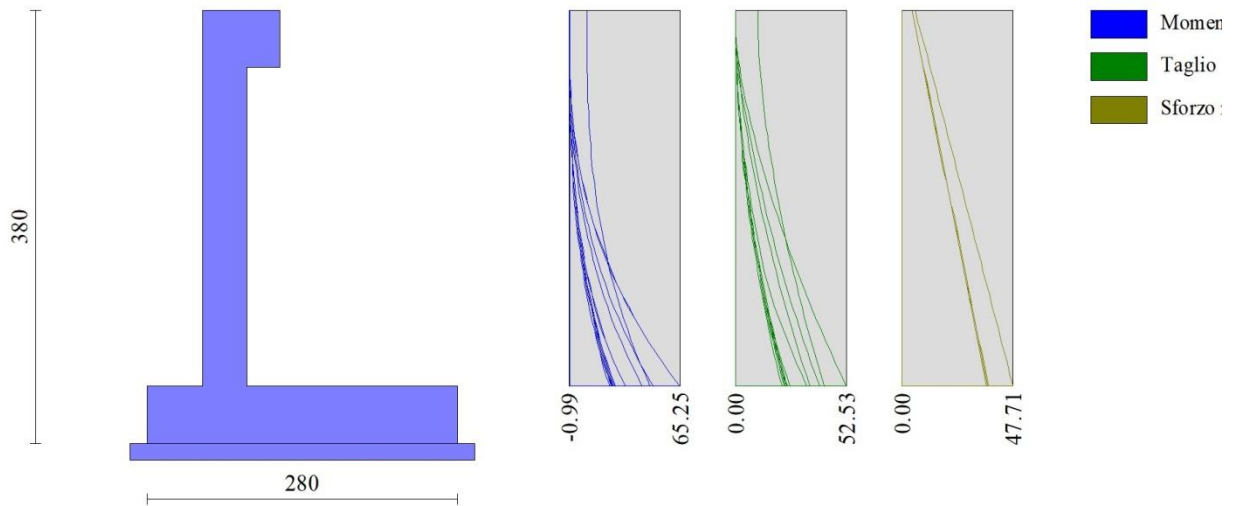


Fig. 6 - Paramento

Mensola monte

n°	X [m]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]	T <sub>min</sub> [kN]	T <sub>max</sub> [kN]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]
1	-0.05	0.00	10.52	4.33	5.63	-9.76	0.99
2	-0.05	0.00	0.00	4.33	5.63	0.76	0.99
3	0.00	0.00	0.00	3.72	4.84	0.56	0.73
4	0.10	0.00	0.00	2.49	3.24	0.25	0.32
5	0.20	0.00	0.00	1.25	1.63	0.06	0.08
6	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

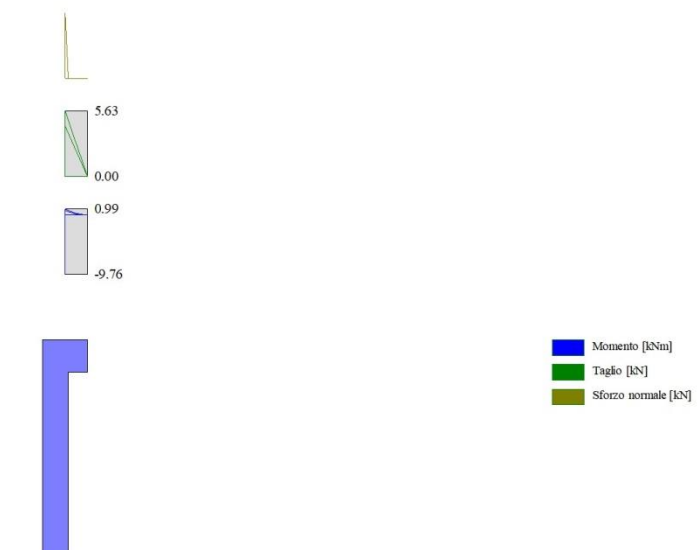


Fig. 7 - Mensola monte

## Fondazione

n°	X [m]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]	T <sub>min</sub> [kN]	T <sub>max</sub> [kN]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]
1	-0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.80	0.00	0.00	5.18	10.53	0.26	0.53
3	-0.70	0.00	0.00	10.41	20.90	1.04	2.10
4	-0.60	0.00	0.00	15.71	31.11	2.34	4.70
5	-0.50	0.00	0.00	21.07	41.16	4.18	8.32
6	-0.40	0.00	0.00	26.49	51.04	6.56	12.93
7	0.00	0.00	0.00	-47.02	1.03	-58.22	1.57
8	0.10	0.00	0.00	-49.12	0.63	-53.73	1.48
9	0.20	0.00	0.00	-51.22	0.17	-49.18	1.44
10	0.30	0.00	0.00	-53.31	-0.35	-44.59	1.45
11	0.40	0.00	0.00	-50.08	0.05	-40.04	1.46
12	0.50	0.00	0.00	-46.83	0.40	-35.62	1.44
13	0.60	0.00	0.00	-43.57	0.70	-31.35	1.39
14	0.70	0.00	0.00	-40.30	0.95	-27.31	1.30
15	0.80	0.00	0.00	-37.90	1.15	-23.48	1.20
16	0.90	0.00	0.00	-35.59	1.30	-19.85	1.07
17	1.00	0.00	0.00	-33.05	1.40	-16.44	0.94
18	1.10	0.00	0.00	-30.34	1.45	-13.27	0.80
19	1.20	0.00	0.00	-27.48	1.44	-10.38	0.65
20	1.30	0.00	0.00	-24.35	1.39	-7.78	0.51
21	1.40	0.00	0.00	-20.96	1.28	-5.52	0.37
22	1.50	0.00	0.00	-17.30	1.13	-3.60	0.25
23	1.60	0.00	0.00	-13.37	0.92	-2.07	0.15
24	1.70	0.00	0.00	-9.18	0.67	-0.94	0.07
25	1.80	0.00	0.00	-4.72	0.36	-0.24	0.02
26	1.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

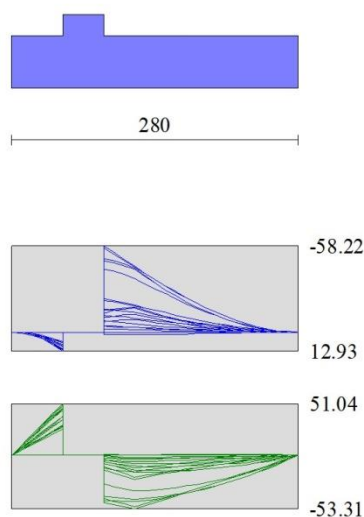


Fig. 8 - Fondazione

## 10.2.14 Verifiche strutturali

## Verifiche a flessione

## Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

n° indice sezione

Y ordinata sezione espressa in [m]

B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Afi	area ferri inferiori espresso in [cmq]
Afs	area ferri superiori espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kNm]
N	sforzo normale agente espressa in [kN]
Mu	momento ultimi espresso in [kNm]
Nu	sforzo normale ultimo espressa in [kN]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

### Paramento

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	100	40	10.05	10.05	9.76	4.33	165.42	73.45	16.948
2	100	40	10.05	10.05	9.76	5.31	168.40	91.69	17.252
3	100	40	10.05	10.05	9.77	6.30	171.48	110.51	17.554
4	100	40	10.05	10.05	9.79	7.28	174.64	129.80	17.839
5	100	40	10.05	10.05	9.83	8.26	177.83	149.33	18.086
6	100	40	10.05	10.05	9.91	9.24	181.01	168.75	18.268
7	100	40	10.05	10.05	10.03	10.22	184.09	187.62	18.361
8	100	40	10.05	10.05	10.19	11.20	187.01	205.42	18.343
9	100	40	10.05	10.05	10.42	12.18	189.67	221.68	18.201
10	100	40	10.05	10.05	10.71	13.16	192.00	235.96	17.929
11	100	40	10.05	10.05	11.06	14.14	193.95	247.89	17.530
12	100	40	10.05	10.05	11.49	15.12	195.48	257.23	17.011
13	100	40	10.05	10.05	12.00	16.10	196.57	263.86	16.387
14	100	40	10.05	10.05	12.58	17.08	197.21	267.80	15.676
15	100	40	10.05	10.05	13.25	18.06	197.43	269.16	14.901
16	100	40	10.05	10.05	14.01	19.04	197.27	268.18	14.082
17	100	40	10.05	10.05	14.86	20.02	196.78	265.15	13.241
18	100	40	10.05	10.05	15.81	21.01	196.00	260.39	12.396
19	100	40	10.05	10.05	16.86	21.99	194.99	254.23	11.563
20	100	40	10.05	10.05	18.02	22.97	193.81	247.00	10.755
21	100	40	10.05	10.05	19.29	23.95	192.50	239.00	9.980
22	100	40	10.05	10.05	19.23	24.94	164.34	213.20	8.548
23	100	40	10.05	10.05	21.87	25.92	161.09	190.96	7.367
24	100	40	10.05	10.05	24.71	26.90	158.39	172.45	6.410
25	100	40	10.05	10.05	27.75	27.88	156.11	156.83	5.625
26	100	40	10.05	10.05	31.01	28.86	154.04	143.37	4.967
27	100	40	10.05	10.05	34.48	29.84	152.18	131.72	4.413
28	100	40	10.05	10.05	38.17	30.83	150.57	121.59	3.945
29	100	40	10.05	10.05	42.09	31.81	149.16	112.72	3.544
30	100	40	10.05	10.05	46.24	32.79	147.92	104.89	3.199
31	100	40	10.05	10.05	50.62	33.77	146.81	97.93	2.900
32	100	40	10.05	10.05	55.25	34.75	145.82	91.71	2.639
33	100	40	10.05	10.05	60.12	35.73	144.93	86.13	2.411
34	100	40	10.05	10.05	65.25	36.71	144.13	81.09	2.209

### Mensola monte

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	100	50	10.18	10.18	9.76	10.52	255.87	275.78	26.215
2	100	50	10.18	10.18	-0.99	0.00	-169.85	0.00	172.018
3	100	50	10.18	10.18	-0.73	0.00	-169.85	0.00	233.170
4	100	50	10.18	10.18	-0.32	0.00	-169.85	0.00	523.276
5	100	50	10.18	10.18	-0.08	0.00	-169.85	0.00	2087.706
6	100	50	10.18	10.18	0.00	0.00	0.00	0.00	100000.00

### Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
----	-----------	-----------	--------------	--------------	------------	-----------	-------------	------------	----

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	100	50	10.05	10.05	0.00	0.00	0.00	0.00	100000.00
2	100	50	10.05	10.05	0.53	0.00	166.32	0.00	315.021
3	100	50	10.05	10.05	2.10	0.00	166.32	0.00	79.160
4	100	50	10.05	10.05	4.70	0.00	166.32	0.00	35.364
5	100	50	10.05	10.05	8.32	0.00	166.32	0.00	19.995
6	100	50	10.05	10.05	12.93	0.00	166.32	0.00	12.864
7	100	50	10.05	10.05	-58.22	0.00	-166.32	0.00	2.857
8	100	50	10.05	10.05	-53.73	0.00	-166.32	0.00	3.095
9	100	50	10.05	10.05	-49.18	0.00	-166.32	0.00	3.382
10	100	50	10.05	10.05	-44.59	0.00	-166.32	0.00	3.730
11	100	50	10.05	10.05	-40.04	0.00	-166.32	0.00	4.154
12	100	50	10.05	10.05	-35.62	0.00	-166.32	0.00	4.669
13	100	50	10.05	10.05	-31.35	0.00	-166.32	0.00	5.305
14	100	50	10.05	10.05	-27.31	0.00	-166.32	0.00	6.091
15	100	50	10.05	10.05	-23.48	0.00	-166.32	0.00	7.083
16	100	50	10.05	10.05	-19.85	0.00	-166.32	0.00	8.379
17	100	50	10.05	10.05	-16.44	0.00	-166.32	0.00	10.118
18	100	50	10.05	10.05	-13.27	0.00	-166.32	0.00	12.532
19	100	50	10.05	10.05	-10.38	0.00	-166.32	0.00	16.025
20	100	50	10.05	10.05	-7.78	0.00	-166.32	0.00	21.365
21	100	50	10.05	10.05	-5.52	0.00	-166.32	0.00	30.147
22	100	50	10.05	10.05	-3.60	0.00	-166.32	0.00	46.176
23	100	50	10.05	10.05	-2.07	0.00	-166.32	0.00	80.505
24	100	50	10.05	10.05	-0.94	0.00	-166.32	0.00	177.702
25	100	50	10.05	10.05	-0.24	0.00	-166.32	0.00	697.581
26	100	50	10.05	10.05	0.00	0.00	0.00	0.00	100000.00

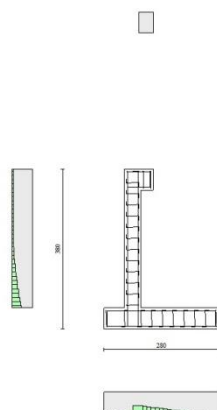


Fig. 9 - Paramento (Inviluppo)

## Verifiche a taglio

## Simbologia adottata

$I_s$	indice sezione	
$Y$	ordinata sezione espressa in [m]	
$B$	larghezza sezione espressa in [cm]	
$H$	altezza sezione espressa in [cm]	
$A_{sw}$	area ferri a taglio espresso in [cmq]	
$\cotg\theta$	inclinazione delle bielle compresse, $\theta$	inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
$V_{Rcd}$	resistenza di progetto a 'taglio compressione' espressa in [kN]	

$V_{Rsd}$  resistenza di progetto a 'taglio trazione' espressa in [kN]  
 $V_{Rd}$  resistenza di progetto a taglio espresso in [kN]. Per elementi con armature trasversali resistenti al taglio ( $A_{sw}>0.0$ )  
 $V_{Rd}=\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$ .  
 $T$  taglio agente espressa in [kN]  
 $FS$  fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione resistente e sollecitazione agente)

### Paramento

n°	B [cm]	H [cm]	$A_{sw}$ [cmq]	cotθ	$V_{Rcd}$ [kN]	$V_{Rsd}$ [kN]	$V_{Rd}$ [kN]	T [kN]	FS
1	100	40	0.00	--	0.00	0.00	196.44	10.52	18.673
2	100	40	0.00	--	0.00	0.00	196.57	10.55	18.629
3	100	40	0.00	--	0.00	0.00	196.69	10.65	18.475
4	100	40	0.00	--	0.00	0.00	196.82	10.82	18.188
5	100	40	0.00	--	0.00	0.00	196.94	11.10	17.745
6	100	40	0.00	--	0.00	0.00	197.07	11.47	17.176
7	100	40	0.00	--	0.00	0.00	197.19	11.94	16.517
8	100	40	0.00	--	0.00	0.00	197.32	12.48	15.808
9	100	40	0.00	--	0.00	0.00	197.44	13.08	15.095
10	100	40	0.00	--	0.00	0.00	197.57	13.73	14.389
11	100	40	0.00	--	0.00	0.00	197.69	14.43	13.703
12	100	40	0.00	--	0.00	0.00	197.82	15.17	13.041
13	100	40	0.00	--	0.00	0.00	197.94	15.96	12.406
14	100	40	0.00	--	0.00	0.00	198.07	16.78	11.800
15	100	40	0.00	--	0.00	0.00	198.19	17.66	11.225
16	100	40	0.00	--	0.00	0.00	198.32	18.57	10.679
17	100	40	0.00	--	0.00	0.00	198.44	19.53	10.163
18	100	40	0.00	--	0.00	0.00	198.57	20.52	9.676
19	100	40	0.00	--	0.00	0.00	198.69	21.56	9.216
20	100	40	0.00	--	0.00	0.00	198.82	22.64	8.782
21	100	40	0.00	--	0.00	0.00	198.94	23.76	8.373
22	100	40	0.00	--	0.00	0.00	199.07	25.44	7.825
23	100	40	0.00	--	0.00	0.00	199.19	27.41	7.268
24	100	40	0.00	--	0.00	0.00	199.32	29.43	6.774
25	100	40	0.00	--	0.00	0.00	199.44	31.50	6.332
26	100	40	0.00	--	0.00	0.00	199.57	33.62	5.935
27	100	40	0.00	--	0.00	0.00	199.69	35.80	5.578
28	100	40	0.00	--	0.00	0.00	199.82	38.03	5.254
29	100	40	0.00	--	0.00	0.00	199.94	40.32	4.959
30	100	40	0.00	--	0.00	0.00	200.07	42.65	4.691
31	100	40	0.00	--	0.00	0.00	200.19	45.04	4.444
32	100	40	0.00	--	0.00	0.00	200.32	47.49	4.219
33	100	40	0.00	--	0.00	0.00	200.44	49.98	4.010
34	100	40	0.00	--	0.00	0.00	200.57	52.53	3.818

### Mensola monte

n°	B [cm]	H [cm]	$A_{sw}$ [cmq]	cotθ	$V_{Rcd}$ [kN]	$V_{Rsd}$ [kN]	$V_{Rd}$ [kN]	T [kN]	FS
1	100	50	0.00	--	0.00	0.00	221.33	5.63	39.283
2	100	50	0.00	--	0.00	0.00	221.33	5.63	39.283
3	100	50	0.00	--	0.00	0.00	221.33	4.84	45.753
4	100	50	0.00	--	0.00	0.00	221.33	3.24	68.363
5	100	50	0.00	--	0.00	0.00	221.33	1.63	136.196
6	100	50	0.00	--	0.00	0.00	221.33	0.00	100.000

### Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	$A_{sw}$ [cmq]	cotθ	$V_{Rcd}$ [kN]	$V_{Rsd}$ [kN]	$V_{Rd}$ [kN]	T [kN]	FS
1	100	50	0.00	--	0.00	0.00	210.82	0.00	100.000
2	100	50	0.00	--	0.00	0.00	210.82	-10.53	20.016
3	100	50	0.00	--	0.00	0.00	210.82	-20.90	10.086
4	100	50	0.00	--	0.00	0.00	210.82	-31.11	6.776
5	100	50	0.00	--	0.00	0.00	210.82	-41.16	5.122
6	100	50	0.00	--	0.00	0.00	210.82	-51.04	4.130
7	100	50	0.00	--	0.00	0.00	210.82	-47.02	4.483

n°	B [cm]	H [cm]	A <sub>sw</sub> [cmq]	cotθ	V <sub>Rcd</sub> [kN]	V <sub>Rsd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
8	100	50	0.00	--	0.00	0.00	210.82	-49.12	4.292
9	100	50	0.00	--	0.00	0.00	210.82	-51.22	4.116
10	100	50	0.00	--	0.00	0.00	210.82	-53.31	3.954
11	100	50	0.00	--	0.00	0.00	210.82	-50.08	4.210
12	100	50	0.00	--	0.00	0.00	210.82	-46.83	4.501
13	100	50	0.00	--	0.00	0.00	210.82	-43.57	4.838
14	100	50	0.00	--	0.00	0.00	210.82	-40.30	5.231
15	100	50	0.00	--	0.00	0.00	210.82	-37.90	5.562
16	100	50	0.00	--	0.00	0.00	210.82	-35.59	5.923
17	100	50	0.00	--	0.00	0.00	210.82	-33.05	6.378
18	100	50	0.00	--	0.00	0.00	210.82	-30.34	6.948
19	100	50	0.00	--	0.00	0.00	210.82	-27.48	7.672
20	100	50	0.00	--	0.00	0.00	210.82	-24.35	8.657
21	100	50	0.00	--	0.00	0.00	210.82	-20.96	10.059
22	100	50	0.00	--	0.00	0.00	210.82	-17.30	12.186
23	100	50	0.00	--	0.00	0.00	210.82	-13.37	15.763
24	100	50	0.00	--	0.00	0.00	210.82	-9.18	22.960
25	100	50	0.00	--	0.00	0.00	210.82	-4.72	44.626
26	100	50	0.00	--	0.00	0.00	210.82	0.00	100.000

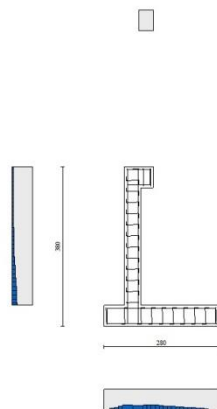


Fig. 10 - Paramento (Inviluppo)

### Verifica delle tensioni

#### Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione, espressa in [m]
B	larghezza sezione, espresso in [cm]
H	altezza sezione, espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area ferri inferiori, espresso in [cmq]
A <sub>fs</sub>	area ferri superiori, espressa in [cmq]
M	momento agente, espressa in [kNm]
N	sforzo normale agente, espressa in [kN]
σ <sub>c</sub>	tensione di compressione nel cls, espressa in [kPa]
σ <sub>fi</sub>	tensione nei ferri inferiori, espressa in [kPa]
σ <sub>fs</sub>	tensione nei ferri superiori, espressa in [kPa]

### Combinazioni SLER

#### Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 19920 [kPa]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 360000 [kPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	$\sigma_c$ [kPa]	$\sigma_{fi}$ [kPa]	$\sigma_{fs}$ [kPa]
1	100	40	10.05	10.05	-0.76	4.33	49 (20)	460 (20)	591 (20)
2	100	40	10.05	10.05	-0.76	5.31	46 (20)	483 (20)	340 (20)
3	100	40	10.05	10.05	-0.75	6.30	45 (20)	501 (20)	169 (20)
4	100	40	10.05	10.05	-0.74	7.28	44 (20)	518 (20)	54 (20)
5	100	40	10.05	10.05	-0.65	8.26	44 (20)	535 (20)	61 (23)
6	100	40	10.05	10.05	-0.54	9.24	45 (20)	551 (20)	139 (23)
7	100	40	10.05	10.05	-0.37	10.22	45 (20)	564 (20)	231 (23)
8	100	40	10.05	10.05	-0.12	11.20	44 (20)	569 (20)	349 (23)
9	100	40	10.05	10.05	0.21	12.18	43 (20)	565 (20)	494 (23)
10	100	40	10.05	10.05	0.62	13.16	52 (23)	550 (20)	669 (23)
11	100	40	10.05	10.05	1.13	14.14	72 (23)	523 (20)	879 (23)
12	100	40	10.05	10.05	1.74	15.12	104 (23)	482 (20)	1170 (23)
13	100	40	10.05	10.05	2.45	16.10	152 (23)	1341 (23)	1540 (23)
14	100	40	10.05	10.05	3.28	17.08	214 (23)	3066 (23)	1930 (23)
15	100	40	10.05	10.05	4.21	18.06	287 (23)	5377 (23)	2317 (23)
16	100	40	10.05	10.05	5.26	19.04	367 (23)	8181 (23)	2707 (23)
17	100	40	10.05	10.05	6.43	20.02	457 (23)	11441 (23)	3105 (23)
18	100	40	10.05	10.05	7.73	21.01	555 (23)	15148 (23)	3520 (23)
19	100	40	10.05	10.05	9.16	21.99	663 (23)	19303 (23)	3954 (23)
20	100	40	10.05	10.05	10.72	22.97	780 (23)	23913 (23)	4410 (23)
21	100	40	10.05	10.05	12.43	23.95	908 (23)	28989 (23)	4892 (23)
22	100	40	10.05	10.05	14.27	24.93	1046 (23)	34542 (23)	5400 (23)
23	100	40	10.05	10.05	16.26	25.91	1195 (23)	40583 (23)	5937 (23)
24	100	40	10.05	10.05	18.40	26.89	1354 (23)	47125 (23)	6503 (23)
25	100	40	10.05	10.05	20.70	27.87	1526 (23)	54181 (23)	7100 (23)
26	100	40	10.05	10.05	23.16	28.85	1709 (23)	61764 (23)	7729 (23)
27	100	40	10.05	10.05	25.78	29.83	1904 (23)	69887 (23)	8391 (23)
28	100	40	10.05	10.05	28.56	30.81	2111 (23)	78562 (23)	9087 (23)
29	100	40	10.05	10.05	31.52	31.79	2331 (23)	87804 (23)	9818 (23)
30	100	40	10.05	10.05	34.65	32.77	2564 (23)	97625 (23)	10585 (23)
31	100	40	10.05	10.05	37.97	33.75	2810 (23)	108039 (23)	11389 (23)
32	100	40	10.05	10.05	41.46	34.74	3070 (23)	119058 (23)	12231 (23)
33	100	40	10.05	10.05	45.14	35.72	3344 (23)	130696 (23)	13112 (23)
34	100	40	10.05	10.05	49.02	36.70	3631 (23)	142967 (23)	14033 (23)

#### Mensola monte

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 19920 [kPa]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 360000 [kPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	$\sigma_c$ [kPa]	$\sigma_{fi}$ [kPa]	$\sigma_{fs}$ [kPa]
1	100	50	10.18	10.18	-0.76	0.00	36 (20)	171 (20)	1872 (20)
2	100	50	10.18	10.18	-0.76	0.00	36 (20)	171 (20)	1872 (20)
3	100	50	10.18	10.18	-0.56	0.00	26 (20)	126 (20)	1381 (20)
4	100	50	10.18	10.18	-0.25	0.00	12 (20)	56 (20)	615 (20)
5	100	50	10.18	10.18	-0.06	0.00	3 (20)	14 (20)	154 (20)
6	100	50	10.18	10.18	0.00	0.00	0 (20)	0 (20)	0 (20)

#### Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 17430 [kPa]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 360000 [kPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	$\sigma_c$ [kPa]	$\sigma_{fi}$ [kPa]	$\sigma_{fs}$ [kPa]
1	100	50	10.05	10.05	0.00	0.00	0 (20)	0 (20)	0 (20)
2	100	50	10.05	10.05	0.40	0.00	19 (20)	1004 (20)	85 (20)
3	100	50	10.05	10.05	1.60	0.00	76 (20)	3998 (20)	337 (20)

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
4	100	50	10.05	10.05	3.57	0.00	171 (20)	8950 (20)	754 (20)
5	100	50	10.05	10.05	6.32	0.00	303 (20)	15833 (20)	1334 (20)
6	100	50	10.05	10.05	9.82	0.00	471 (20)	24616 (20)	2074 (20)
7	100	50	10.05	10.05	-15.75	0.00	755 (20)	3326 (20)	39466 (20)
8	100	50	10.05	10.05	-15.02	0.00	720 (20)	3172 (20)	37643 (20)
9	100	50	10.05	10.05	-14.14	0.00	678 (20)	2986 (20)	35431 (20)
10	100	50	10.05	10.05	-13.11	0.00	628 (20)	2769 (20)	32860 (20)
11	100	50	10.05	10.05	-12.00	0.00	575 (20)	2535 (20)	30081 (20)
12	100	50	10.05	10.05	-10.87	0.00	521 (20)	2296 (20)	27250 (20)
13	100	50	10.05	10.05	-9.73	0.00	467 (20)	2056 (20)	24398 (20)
14	100	50	10.05	10.05	-8.60	0.00	412 (20)	1817 (20)	21557 (20)
15	100	50	10.05	10.05	-7.48	0.00	359 (20)	1581 (20)	18760 (20)
16	100	50	10.05	10.05	-6.40	0.00	307 (20)	1351 (20)	16037 (20)
17	100	50	10.05	10.05	-5.36	0.00	257 (20)	1131 (20)	13422 (20)
18	100	50	10.05	10.05	-4.37	0.00	209 (20)	922 (20)	10947 (20)
19	100	50	10.05	10.05	-3.45	0.00	165 (20)	728 (20)	8643 (20)
20	100	50	10.05	10.05	-2.61	0.00	125 (20)	551 (20)	6542 (20)
21	100	50	10.05	10.05	-1.87	0.00	89 (20)	394 (20)	4676 (20)
22	100	50	10.05	10.05	-1.23	0.00	59 (20)	259 (20)	3078 (20)
23	100	50	10.05	10.05	-0.71	0.00	34 (20)	150 (20)	1780 (20)
24	100	50	10.05	10.05	-0.32	0.00	16 (20)	68 (20)	812 (20)
25	100	50	10.05	10.05	-0.08	0.00	4 (20)	18 (20)	208 (20)
26	100	50	10.05	10.05	0.00	0.00	0 (20)	0 (20)	0 (20)

### Combinazioni SLEF

#### Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 33200 [kPa]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
1	100	40	10.05	10.05	-0.76	4.33	49 (21)	460 (21)	591 (21)
2	100	40	10.05	10.05	-0.76	5.31	46 (21)	483 (21)	340 (21)
3	100	40	10.05	10.05	-0.75	6.30	45 (21)	501 (21)	169 (21)
4	100	40	10.05	10.05	-0.74	7.28	44 (21)	518 (21)	54 (21)
5	100	40	10.05	10.05	-0.67	8.26	44 (21)	535 (21)	52 (24)
6	100	40	10.05	10.05	-0.58	9.24	45 (21)	551 (21)	126 (24)
7	100	40	10.05	10.05	-0.44	10.22	45 (21)	564 (21)	208 (24)
8	100	40	10.05	10.05	-0.23	11.20	44 (21)	569 (21)	312 (24)
9	100	40	10.05	10.05	0.04	12.18	43 (21)	565 (21)	438 (24)
10	100	40	10.05	10.05	0.39	13.16	44 (24)	550 (21)	589 (24)
11	100	40	10.05	10.05	0.81	14.14	61 (24)	523 (21)	768 (24)
12	100	40	10.05	10.05	1.32	15.12	82 (24)	482 (21)	984 (24)
13	100	40	10.05	10.05	1.92	16.10	114 (24)	427 (21)	1279 (24)
14	100	40	10.05	10.05	2.61	17.08	162 (24)	1444 (24)	1638 (24)
15	100	40	10.05	10.05	3.40	18.06	222 (24)	3084 (24)	2017 (24)
16	100	40	10.05	10.05	4.30	19.04	291 (24)	5251 (24)	2394 (24)
17	100	40	10.05	10.05	5.30	20.02	368 (24)	7872 (24)	2774 (24)
18	100	40	10.05	10.05	6.41	21.01	452 (24)	10913 (24)	3161 (24)
19	100	40	10.05	10.05	7.63	21.99	545 (24)	14365 (24)	3562 (24)
20	100	40	10.05	10.05	8.97	22.97	647 (24)	18230 (24)	3981 (24)
21	100	40	10.05	10.05	10.44	23.95	757 (24)	22514 (24)	4419 (24)
22	100	40	10.05	10.05	12.03	24.93	877 (24)	27227 (24)	4880 (24)
23	100	40	10.05	10.05	13.76	25.91	1006 (24)	32379 (24)	5365 (24)
24	100	40	10.05	10.05	15.61	26.89	1145 (24)	37983 (24)	5875 (24)
25	100	40	10.05	10.05	17.61	27.87	1294 (24)	44050 (24)	6413 (24)
26	100	40	10.05	10.05	19.76	28.85	1454 (24)	50593 (24)	6979 (24)
27	100	40	10.05	10.05	22.05	29.83	1625 (24)	57626 (24)	7575 (24)
28	100	40	10.05	10.05	24.49	30.81	1806 (24)	65160 (24)	8201 (24)
29	100	40	10.05	10.05	27.08	31.79	2000 (24)	73209 (24)	8858 (24)
30	100	40	10.05	10.05	29.84	32.77	2205 (24)	81785 (24)	9548 (24)
31	100	40	10.05	10.05	32.76	33.75	2422 (24)	90903 (24)	10272 (24)
32	100	40	10.05	10.05	35.85	34.74	2652 (24)	100575 (24)	11030 (24)
33	100	40	10.05	10.05	39.11	35.72	2894 (24)	110815 (24)	11824 (24)



n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
34	100	40	10.05	10.05	42.54	36.70	3150 (24)	121635 (24)	12653 (24)

### Mensola monte

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 33200 [kPa]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	50	10.18	10.18	-0.76	0.00	36 (21)	171 (21)	1872 (21)
2	100	50	10.18	10.18	-0.76	0.00	36 (21)	171 (21)	1872 (21)
3	100	50	10.18	10.18	-0.56	0.00	26 (21)	126 (21)	1381 (21)
4	100	50	10.18	10.18	-0.25	0.00	12 (21)	56 (21)	615 (21)
5	100	50	10.18	10.18	-0.06	0.00	3 (21)	14 (21)	154 (21)
6	100	50	10.18	10.18	0.00	0.00	0 (21)	0 (21)	0 (21)

### Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 29050 [kPa]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	50	10.05	10.05	0.00	0.00	0 (21)	0 (21)	0 (21)
2	100	50	10.05	10.05	0.37	0.00	17 (21)	915 (21)	77 (21)
3	100	50	10.05	10.05	1.46	0.00	70 (21)	3648 (21)	307 (21)
4	100	50	10.05	10.05	3.26	0.00	156 (21)	8181 (21)	689 (21)
5	100	50	10.05	10.05	5.78	0.00	277 (21)	14495 (21)	1221 (21)
6	100	50	10.05	10.05	9.01	0.00	432 (21)	22572 (21)	1902 (21)
7	100	50	10.05	10.05	-11.42	0.00	547 (21)	2412 (21)	28624 (21)
8	100	50	10.05	10.05	-10.90	0.00	522 (21)	2301 (21)	27309 (21)
9	100	50	10.05	10.05	-10.24	0.00	491 (21)	2164 (21)	25675 (21)
10	100	50	10.05	10.05	-9.47	0.00	454 (21)	2001 (21)	23741 (21)
11	100	50	10.05	10.05	-8.64	0.00	414 (21)	1824 (21)	21647 (21)
12	100	50	10.05	10.05	-7.80	0.00	374 (21)	1646 (21)	19538 (21)
13	100	50	10.05	10.05	-6.96	0.00	333 (21)	1469 (21)	17433 (21)
14	100	50	10.05	10.05	-6.13	0.00	294 (21)	1294 (21)	15354 (21)
15	100	50	10.05	10.05	-5.32	0.00	255 (21)	1123 (21)	13322 (21)
16	100	50	10.05	10.05	-4.53	0.00	217 (21)	957 (21)	11357 (21)
17	100	50	10.05	10.05	-3.78	0.00	181 (21)	799 (21)	9481 (21)
18	100	50	10.05	10.05	-3.08	0.00	147 (21)	650 (21)	7713 (21)
19	100	50	10.05	10.05	-2.42	0.00	116 (21)	512 (21)	6076 (21)
20	100	50	10.05	10.05	-1.83	0.00	88 (21)	387 (21)	4589 (21)
21	100	50	10.05	10.05	-1.31	0.00	63 (21)	276 (21)	3273 (21)
22	100	50	10.05	10.05	-0.86	0.00	41 (21)	181 (21)	2151 (21)
23	100	50	10.05	10.05	-0.50	0.00	24 (21)	105 (21)	1241 (21)
24	100	50	10.05	10.05	-0.23	0.00	11 (21)	48 (21)	565 (21)
25	100	50	10.05	10.05	-0.06	0.00	3 (21)	12 (21)	145 (21)
26	100	50	10.05	10.05	0.00	0.00	0 (21)	0 (21)	0 (21)

### Combinazioni SLEQ

#### Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 14940 [kPa]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	40	10.05	10.05	-0.76	4.33	49 (22)	460 (22)	591 (22)

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	$\sigma_c$ [kPa]	$\sigma_{fi}$ [kPa]	$\sigma_{fs}$ [kPa]
2	100	40	10.05	10.05	-0.76	5.31	46 (22)	483 (22)	340 (26)
3	100	40	10.05	10.05	-0.75	6.30	45 (22)	501 (22)	169 (22)
4	100	40	10.05	10.05	-0.74	7.28	44 (22)	518 (22)	54 (22)
5	100	40	10.05	10.05	-0.70	8.29	44 (22)	535 (22)	39 (25)
6	100	40	10.05	10.05	-0.65	9.28	45 (22)	551 (22)	104 (25)
7	100	40	10.05	10.05	-0.58	10.27	45 (22)	564 (22)	163 (25)
8	100	40	10.05	10.05	-0.48	11.26	44 (22)	569 (22)	231 (25)
9	100	40	10.05	10.05	-0.35	12.25	43 (22)	565 (22)	310 (25)
10	100	40	10.05	10.05	-0.18	13.23	40 (22)	550 (22)	401 (25)
11	100	40	10.05	10.05	0.03	14.22	36 (22)	523 (22)	505 (25)
12	100	40	10.05	10.05	0.28	15.21	45 (25)	482 (22)	624 (25)
13	100	40	10.05	10.05	0.58	16.20	57 (25)	427 (22)	759 (25)
14	100	40	10.05	10.05	0.93	17.19	72 (25)	355 (22)	912 (25)
15	100	40	10.05	10.05	1.33	18.18	88 (25)	265 (22)	1085 (25)
16	100	40	10.05	10.05	1.80	19.17	109 (25)	144 (22)	1298 (25)
17	100	40	10.05	10.05	2.33	20.16	139 (25)	439 (25)	1565 (25)
18	100	40	10.05	10.05	2.93	21.15	178 (25)	1192 (25)	1881 (25)
19	100	40	10.05	10.05	3.61	22.13	227 (25)	2363 (25)	2226 (25)
20	100	40	10.05	10.05	4.36	23.12	284 (25)	3953 (25)	2582 (25)
21	100	40	10.05	10.05	5.19	24.11	349 (25)	5929 (25)	2943 (25)
22	100	40	10.05	10.05	6.11	25.10	419 (25)	8266 (25)	3309 (25)
23	100	40	10.05	10.05	7.12	26.09	497 (25)	10949 (25)	3683 (25)
24	100	40	10.05	10.05	8.23	27.08	581 (25)	13977 (25)	4067 (25)
25	100	40	10.05	10.05	9.43	28.07	672 (25)	17353 (25)	4465 (25)
26	100	40	10.05	10.05	10.74	29.06	771 (25)	21085 (25)	4879 (25)
27	100	40	10.05	10.05	12.15	30.05	878 (25)	25181 (25)	5311 (25)
28	100	40	10.05	10.05	13.67	31.04	992 (25)	29653 (25)	5763 (25)
29	100	40	10.05	10.05	15.31	32.02	1115 (25)	34514 (25)	6235 (25)
30	100	40	10.05	10.05	17.07	33.01	1247 (25)	39774 (25)	6730 (25)
31	100	40	10.05	10.05	18.96	34.00	1388 (25)	45447 (25)	7249 (25)
32	100	40	10.05	10.05	20.97	34.99	1538 (25)	51547 (25)	7793 (25)
33	100	40	10.05	10.05	23.11	35.98	1699 (25)	58086 (25)	8363 (25)
34	100	40	10.05	10.05	25.39	36.97	1869 (25)	65077 (25)	8960 (25)

### Mensola monte

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 14940 [kPa]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	$\sigma_c$ [kPa]	$\sigma_{fi}$ [kPa]	$\sigma_{fs}$ [kPa]
1	100	50	10.18	10.18	-0.76	0.00	36 (22)	171 (22)	1872 (22)
2	100	50	10.18	10.18	-0.76	0.00	36 (22)	171 (22)	1872 (22)
3	100	50	10.18	10.18	-0.56	0.00	26 (22)	126 (22)	1381 (22)
4	100	50	10.18	10.18	-0.25	0.00	12 (22)	56 (22)	615 (22)
5	100	50	10.18	10.18	-0.06	0.00	3 (22)	14 (22)	154 (22)
6	100	50	10.18	10.18	0.00	0.00	0 (22)	0 (22)	0 (22)

### Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 13073 [kPa]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	$\sigma_c$ [kPa]	$\sigma_{fi}$ [kPa]	$\sigma_{fs}$ [kPa]
1	100	50	10.05	10.05	0.00	0.00	0 (22)	0 (22)	0 (22)
2	100	50	10.05	10.05	0.29	0.00	14 (25)	720 (25)	61 (25)
3	100	50	10.05	10.05	1.15	0.00	55 (25)	2882 (25)	243 (25)
4	100	50	10.05	10.05	2.59	0.00	124 (25)	6495 (25)	547 (25)
5	100	50	10.05	10.05	4.61	0.00	221 (25)	11562 (25)	974 (25)
6	100	50	10.05	10.05	7.22	0.00	346 (25)	18091 (25)	1525 (25)
7	100	50	10.05	10.05	-4.29	0.00	206 (26)	3925 (22)	10754 (26)
8	100	50	10.05	10.05	-3.97	0.00	190 (26)	3715 (22)	9960 (26)
9	100	50	10.05	10.05	-3.60	0.00	173 (26)	3613 (22)	9031 (26)

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
10	100	50	10.05	10.05	-3.18	0.00	152 (26)	3635 (22)	7961 (26)
11	100	50	10.05	10.05	-2.74	0.00	131 (26)	3671 (22)	6868 (26)
12	100	50	10.05	10.05	-2.34	0.00	112 (26)	3613 (22)	5871 (26)
13	100	50	10.05	10.05	-1.98	0.00	95 (26)	3473 (22)	4965 (26)
14	100	50	10.05	10.05	-1.66	0.00	79 (26)	3265 (22)	4148 (26)
15	100	50	10.05	10.05	-1.36	0.00	65 (26)	2999 (22)	3417 (26)
16	100	50	10.05	10.05	-1.10	0.00	53 (26)	2691 (22)	2766 (26)
17	100	50	10.05	10.05	-0.88	0.00	45 (22)	2351 (22)	2194 (26)
18	100	50	10.05	10.05	-0.68	0.00	38 (22)	1993 (22)	1697 (26)
19	100	50	10.05	10.05	-0.51	0.00	31 (22)	1630 (22)	1271 (26)
20	100	50	10.05	10.05	-0.36	0.00	24 (22)	1274 (22)	913 (26)
21	100	50	10.05	10.05	-0.25	0.00	18 (22)	937 (22)	620 (26)
22	100	50	10.05	10.05	-0.15	0.00	12 (22)	634 (22)	388 (26)
23	100	50	10.05	10.05	-0.08	0.00	7 (22)	376 (22)	213 (26)
24	100	50	10.05	10.05	-0.04	0.00	3 (22)	175 (22)	92 (26)
25	100	50	10.05	10.05	-0.01	0.00	1 (22)	46 (22)	23 (26)
26	100	50	10.05	10.05	0.00	0.00	0 (22)	0 (22)	0 (22)

### Verifica a fessurazione

#### Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espressa in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Af	area ferri zona tesa espressa in [cmq]
Aeff	area efficace espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kNm]
Mpf	momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
ε	deformazione espressa in %
Sm	spaziatura tra le fessure espressa in [mm]
w	apertura delle fessure espressa in [mm]

### Combinazioni SLEF

#### Paramento

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.30$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	40	10.05	1700.00	-0.76	-91.08	0.000000	0.00	0.000 (21)
2	100	40	10.05	1700.00	-0.76	-91.14	0.000000	0.00	0.000 (21)
3	100	40	10.05	1700.00	-0.75	-91.21	0.000000	0.00	0.000 (21)
4	100	40	10.05	1700.00	-0.74	-91.28	0.000000	0.00	0.000 (21)
5	100	40	10.05	1700.00	-0.72	-91.34	0.000000	0.00	0.000 (21)
6	100	40	10.05	1700.00	-0.68	-91.41	0.000000	0.00	0.000 (21)
7	100	40	10.05	1700.00	-0.61	-91.48	0.000000	0.00	0.000 (21)
8	100	40	10.05	1700.00	-0.53	-91.54	0.000000	0.00	0.000 (21)
9	100	40	10.05	1700.00	-0.42	-91.61	0.000000	0.00	0.000 (21)
10	100	40	10.05	1700.00	-0.27	-91.68	0.000000	0.00	0.000 (21)
11	100	40	10.05	1700.00	-0.09	-91.74	0.000000	0.00	0.000 (21)
12	100	40	10.05	1700.00	0.13	91.81	0.000000	0.00	0.000 (21)
13	100	40	10.05	1700.00	0.40	91.88	0.000000	0.00	0.000 (21)
14	100	40	10.05	1700.00	0.71	91.94	0.000000	0.00	0.000 (21)
15	100	40	10.05	1700.00	1.08	92.01	0.000000	0.00	0.000 (21)
16	100	40	10.05	1700.00	1.50	92.08	0.000000	0.00	0.000 (21)
17	100	40	10.05	1700.00	1.98	92.14	0.000000	0.00	0.000 (21)
18	100	40	10.05	1700.00	2.53	92.21	0.000000	0.00	0.000 (21)
19	100	40	10.05	1700.00	3.15	92.28	0.000000	0.00	0.000 (21)
20	100	40	10.05	1700.00	3.83	92.34	0.000000	0.00	0.000 (21)
21	100	40	10.05	1700.00	4.60	92.41	0.000000	0.00	0.000 (21)
22	100	40	10.05	1700.00	5.44	92.48	0.000000	0.00	0.000 (21)
23	100	40	10.05	1700.00	6.37	92.54	0.000000	0.00	0.000 (21)

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
24	100	40	10.05	1700.00	7.39	92.61	0.000000	0.00	0.000 (21)
25	100	40	10.05	1700.00	8.50	92.68	0.000000	0.00	0.000 (21)
26	100	40	10.05	1700.00	9.71	92.74	0.000000	0.00	0.000 (21)
27	100	40	10.05	1700.00	11.03	92.81	0.000000	0.00	0.000 (21)
28	100	40	10.05	1700.00	12.48	92.88	0.000000	0.00	0.000 (21)
29	100	40	10.05	1700.00	14.06	92.95	0.000000	0.00	0.000 (21)
30	100	40	10.05	1700.00	15.79	93.01	0.000000	0.00	0.000 (21)
31	100	40	10.05	1700.00	17.67	93.08	0.000000	0.00	0.000 (21)
32	100	40	10.05	1700.00	19.70	93.15	0.000000	0.00	0.000 (21)
33	100	40	10.05	1700.00	21.90	93.21	0.000000	0.00	0.000 (21)
34	100	40	10.05	1700.00	24.26	93.28	0.000000	0.00	0.000 (21)

### Mensola monte

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.30$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	50	10.18	1650.00	-0.76	-141.94	0.000000	0.00	0.000 (21)
2	100	50	10.18	1650.00	-0.76	-141.94	0.000000	0.00	0.000 (21)
3	100	50	10.18	1650.00	-0.56	-141.94	0.000000	0.00	0.000 (21)
4	100	50	10.18	1650.00	-0.25	-141.94	0.000000	0.00	0.000 (21)
5	100	50	10.18	1650.00	-0.06	-141.94	0.000000	0.00	0.000 (21)
6	100	50	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000 (21)

### Fondazione

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.30$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	50	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000 (21)
2	100	50	10.05	1700.00	0.37	129.45	0.000000	0.00	0.000 (21)
3	100	50	10.05	1700.00	1.46	129.45	0.000000	0.00	0.000 (21)
4	100	50	10.05	1700.00	3.26	129.45	0.000000	0.00	0.000 (21)
5	100	50	10.05	1700.00	5.78	129.45	0.000000	0.00	0.000 (21)
6	100	50	10.05	1700.00	9.01	129.45	0.000000	0.00	0.000 (21)
7	100	50	10.05	1700.00	-11.42	-129.45	0.000000	0.00	0.000 (21)
8	100	50	10.05	1700.00	-10.90	-129.45	0.000000	0.00	0.000 (21)
9	100	50	10.05	1700.00	-10.24	-129.45	0.000000	0.00	0.000 (21)
10	100	50	10.05	1700.00	-9.47	-129.45	0.000000	0.00	0.000 (21)
11	100	50	10.05	1700.00	-8.64	-129.45	0.000000	0.00	0.000 (21)
12	100	50	10.05	1700.00	-7.80	-129.45	0.000000	0.00	0.000 (21)
13	100	50	10.05	1700.00	-6.96	-129.45	0.000000	0.00	0.000 (21)
14	100	50	10.05	1700.00	-6.13	-129.45	0.000000	0.00	0.000 (21)
15	100	50	10.05	1700.00	-5.32	-129.45	0.000000	0.00	0.000 (21)
16	100	50	10.05	1700.00	-4.53	-129.45	0.000000	0.00	0.000 (21)
17	100	50	10.05	1700.00	-3.78	-129.45	0.000000	0.00	0.000 (21)
18	100	50	10.05	1700.00	-3.08	-129.45	0.000000	0.00	0.000 (21)
19	100	50	10.05	1700.00	-2.42	-129.45	0.000000	0.00	0.000 (21)
20	100	50	10.05	1700.00	-1.83	-129.45	0.000000	0.00	0.000 (21)
21	100	50	10.05	1700.00	-1.31	-129.45	0.000000	0.00	0.000 (21)
22	100	50	10.05	1700.00	-0.86	-129.45	0.000000	0.00	0.000 (21)
23	100	50	10.05	1700.00	-0.50	-129.45	0.000000	0.00	0.000 (21)
24	100	50	10.05	1700.00	-0.23	-129.45	0.000000	0.00	0.000 (21)
25	100	50	10.05	1700.00	-0.06	-129.45	0.000000	0.00	0.000 (21)
26	100	50	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000 (21)

### Combinazioni SLEQ

### Paramento

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.20$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	40	10.05	1700.00	-0.76	-91.08	0.000000	0.00	0.000 (22)
2	100	40	10.05	1700.00	-0.76	-91.14	0.000000	0.00	0.000 (22)
3	100	40	10.05	1700.00	-0.75	-91.21	0.000000	0.00	0.000 (22)
4	100	40	10.05	1700.00	-0.74	-91.28	0.000000	0.00	0.000 (22)
5	100	40	10.05	1700.00	-0.72	-91.34	0.000000	0.00	0.000 (22)
6	100	40	10.05	1700.00	-0.68	-91.41	0.000000	0.00	0.000 (22)
7	100	40	10.05	1700.00	-0.61	-91.48	0.000000	0.00	0.000 (22)
8	100	40	10.05	1700.00	-0.53	-91.54	0.000000	0.00	0.000 (22)
9	100	40	10.05	1700.00	-0.42	-91.61	0.000000	0.00	0.000 (22)
10	100	40	10.05	1700.00	-0.27	-91.68	0.000000	0.00	0.000 (22)
11	100	40	10.05	1700.00	-0.09	-91.74	0.000000	0.00	0.000 (22)
12	100	40	10.05	1700.00	0.13	91.81	0.000000	0.00	0.000 (22)
13	100	40	10.05	1700.00	0.40	91.88	0.000000	0.00	0.000 (22)
14	100	40	10.05	1700.00	0.71	91.94	0.000000	0.00	0.000 (22)
15	100	40	10.05	1700.00	1.08	92.01	0.000000	0.00	0.000 (22)
16	100	40	10.05	1700.00	1.50	92.08	0.000000	0.00	0.000 (22)
17	100	40	10.05	1700.00	1.98	92.14	0.000000	0.00	0.000 (22)
18	100	40	10.05	1700.00	2.53	92.21	0.000000	0.00	0.000 (22)
19	100	40	10.05	1700.00	3.15	92.28	0.000000	0.00	0.000 (22)
20	100	40	10.05	1700.00	3.83	92.34	0.000000	0.00	0.000 (22)
21	100	40	10.05	1700.00	4.60	92.41	0.000000	0.00	0.000 (22)
22	100	40	10.05	1700.00	5.44	92.48	0.000000	0.00	0.000 (22)
23	100	40	10.05	1700.00	6.37	92.54	0.000000	0.00	0.000 (22)
24	100	40	10.05	1700.00	7.39	92.61	0.000000	0.00	0.000 (22)
25	100	40	10.05	1700.00	8.50	92.68	0.000000	0.00	0.000 (22)
26	100	40	10.05	1700.00	9.70	92.74	0.000000	0.00	0.000 (22)
27	100	40	10.05	1700.00	11.01	92.81	0.000000	0.00	0.000 (22)
28	100	40	10.05	1700.00	12.42	92.88	0.000000	0.00	0.000 (22)
29	100	40	10.05	1700.00	13.94	92.95	0.000000	0.00	0.000 (22)
30	100	40	10.05	1700.00	15.57	93.01	0.000000	0.00	0.000 (22)
31	100	40	10.05	1700.00	17.32	93.08	0.000000	0.00	0.000 (22)
32	100	40	10.05	1700.00	19.18	93.15	0.000000	0.00	0.000 (22)
33	100	40	10.05	1700.00	21.18	93.21	0.000000	0.00	0.000 (22)
34	100	40	10.05	1700.00	23.30	93.28	0.000000	0.00	0.000 (22)

### Mensola monte

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.20$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	50	10.18	1650.00	-0.76	-141.94	0.000000	0.00	0.000 (22)
2	100	50	10.18	1650.00	-0.76	-141.94	0.000000	0.00	0.000 (22)
3	100	50	10.18	1650.00	-0.56	-141.94	0.000000	0.00	0.000 (22)
4	100	50	10.18	1650.00	-0.25	-141.94	0.000000	0.00	0.000 (22)
5	100	50	10.18	1650.00	-0.06	-141.94	0.000000	0.00	0.000 (22)
6	100	50	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000 (22)

### Fondazione

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.20$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	50	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000 (22)
2	100	50	10.05	1700.00	0.26	129.45	0.000000	0.00	0.000 (22)
3	100	50	10.05	1700.00	1.04	129.45	0.000000	0.00	0.000 (22)
4	100	50	10.05	1700.00	2.34	129.45	0.000000	0.00	0.000 (22)
5	100	50	10.05	1700.00	4.18	129.45	0.000000	0.00	0.000 (22)
6	100	50	10.05	1700.00	6.56	129.45	0.000000	0.00	0.000 (22)
7	100	50	10.05	1700.00	1.57	129.45	0.000000	0.00	0.000 (22)
8	100	50	10.05	1700.00	1.48	129.45	0.000000	0.00	0.000 (22)
9	100	50	10.05	1700.00	1.44	129.45	0.000000	0.00	0.000 (22)
10	100	50	10.05	1700.00	1.45	129.45	0.000000	0.00	0.000 (22)
11	100	50	10.05	1700.00	1.46	129.45	0.000000	0.00	0.000 (22)
12	100	50	10.05	1700.00	1.44	129.45	0.000000	0.00	0.000 (22)
13	100	50	10.05	1700.00	1.39	129.45	0.000000	0.00	0.000 (22)

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
14	100	50	10.05	1700.00	1.30	129.45	0.000000	0.00	0.000 (22)
15	100	50	10.05	1700.00	1.20	129.45	0.000000	0.00	0.000 (22)
16	100	50	10.05	1700.00	1.07	129.45	0.000000	0.00	0.000 (22)
17	100	50	10.05	1700.00	0.94	129.45	0.000000	0.00	0.000 (22)
18	100	50	10.05	1700.00	0.80	129.45	0.000000	0.00	0.000 (22)
19	100	50	10.05	1700.00	0.65	129.45	0.000000	0.00	0.000 (22)
20	100	50	10.05	1700.00	0.51	129.45	0.000000	0.00	0.000 (22)
21	100	50	10.05	1700.00	0.37	129.45	0.000000	0.00	0.000 (22)
22	100	50	10.05	1700.00	0.25	129.45	0.000000	0.00	0.000 (22)
23	100	50	10.05	1700.00	0.15	129.45	0.000000	0.00	0.000 (22)
24	100	50	10.05	1700.00	0.07	129.45	0.000000	0.00	0.000 (22)
25	100	50	10.05	1700.00	0.02	129.45	0.000000	0.00	0.000 (22)
26	100	50	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000 (22)

### 10.3 PROGETTO E VERIFICA DELLA SEZIONE TIPO 2

#### 10.3.1 Materiali

Simbologia adottata

n° Indice materiale

Descr Descrizione del materiale

Calcestruzzo armato

C Classe di resistenza del cls

A Classe di resistenza dell'acciaio

γ Peso specifico, espresso in [kN/mc]

R<sub>ck</sub> Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]

E Modulo elastico, espresso in [kPa]

ν Coeff. di Poisson

n Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls

ntc Coeff. di omogenizzazione cls teso/compresso

*Calcestruzzo armato*

n°	Descr	C	A	γ	R <sub>ck</sub>	E	ν	n	ntc
				[kN/mc]	[kPa]	[kPa]			
5	C32/40	C32/40	B450C	24,5170	40000	33642648	0.30	15.00	0.50
6	C28/35	C28/35	B450C	24,5170	35000	32587986	0.30	15.00	0.50

*Acciai*

Descr	f <sub>yk</sub>	f <sub>uk</sub>
	[kPa]	[kPa]
B450C	450000	540000

#### 10.3.2 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

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
2	7,85	0,40	2.917
3	19,85	0,70	1.432

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.000 [°]

### 10.3.3 Geometria muro

#### Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro	10,00	[m]
<u>Paramento</u>		
Materiale	C32/40	
Altezza paramento	2,65	[m]
Altezza paramento libero	2,65	[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>Mensola di contrappeso</u>		
Posizione rispetto alla testa del muro	0,00	[m]
Lunghezza	0,30	[m]
Spessore all'estremità libera	0,50	[m]
Spessore all'incastro	0,50	[m]
<u>Fondazione</u>		
Materiale	C28/35	
Lunghezza mensola di valle	0,50	[m]
Lunghezza mensola di monte	1,70	[m]
Lunghezza totale	2,60	[m]
Inclinazione piano di posa	0,00	[°]
Spessore	0,50	[m]
Spessore magrone	0,15	[m]

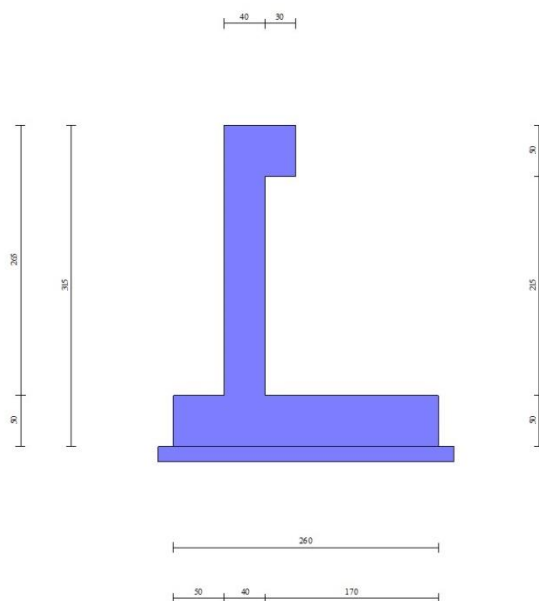


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

### 10.3.4 Descrizione terreni

#### Parametri di resistenza

Simbologia adottata

$n^\circ$  Indice del terreno

Descr Descrizione terreno

$\gamma$  Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]

$\gamma_s$  Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]

$\phi$  Angolo d'attrito interno espresso in [°]

$\delta$  Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]

$c$  Coesione espressa in [kPa]

$c_a$  Adesione terra-muro espressa in [kPa]

Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix

Cesp Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)

$\tau_l$  Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

$n^\circ$	Descr	$\gamma$ [kN/mc]	$\gamma_{sat}$ [kN/mc]	$\phi$ [°]	$\delta$ [°]	$c$ [kPa]	$c_a$ [kPa]	Cesp	$\tau_l$ [kPa]
1	Rilevato	19,0000	20,6000	37.000	24.667	0	0	---	---
2	Ug1a	19,0000	20,6000	30.000	20.000	3	2	---	---
3	Ug1<25m	20,0000	21,8000	37.000	24.667	0	0	---	---

#### Parametri di deformabilità

Simbologia adottata

$n^\circ$  Indice del terreno

Descr Descrizione terreno

$E$  Modulo elastico, espresso in [kPa]

$\nu$  Coeff. di Poisson

$E_d$  Modulo edometrico, espresso in [kPa]

CR Rapporto di compressione

RR Rapporto di ricomprensione

OCR Grado di sovraconsolidazione

$n^\circ$	Descr	$E$	$\nu$	$E_d$	CR	RR	OCR
-----------	-------	-----	-------	-------	----	----	-----



		[kPa]		[kPa]			
1	Rilevato	100000	0.250	0	0.000	0.000	1.000
2	Ug1a	25000	0.250	0	0.000	0.000	1.000
3	Ug1<25m	100000	0.250	0	0.000	0.000	1.000
4	Ug2<25m	100500	0.250	0	0.000	0.000	1.000
5	Ug1>25m	170000	0.250	0	0.000	0.000	1.000
6	Ug2>25m	170000	0.250	0	0.000	0.000	1.000

### 10.3.5 Stratigrafia

Simbologia adottata

n° Indice dello strato

H Spessore dello strato espresso in [m]

α Inclinazione espressa in [°]

Terreno Terreno dello strato

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')

Kst<sub>sta</sub>, Kst<sub>sis</sub> Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	α [°]	Terreno	Kw [Kg/cm <sup>3</sup> ]	Ks	Cesp	Kst <sub>sta</sub>	Kst <sub>sis</sub>
1	2,65	0.000	Rilevato	---	---	---	---	---
2	6,00	0.000	Ug1a	---	---	---	---	---
3	7,00	0.000	Ug1<25m	---	---	---	---	---

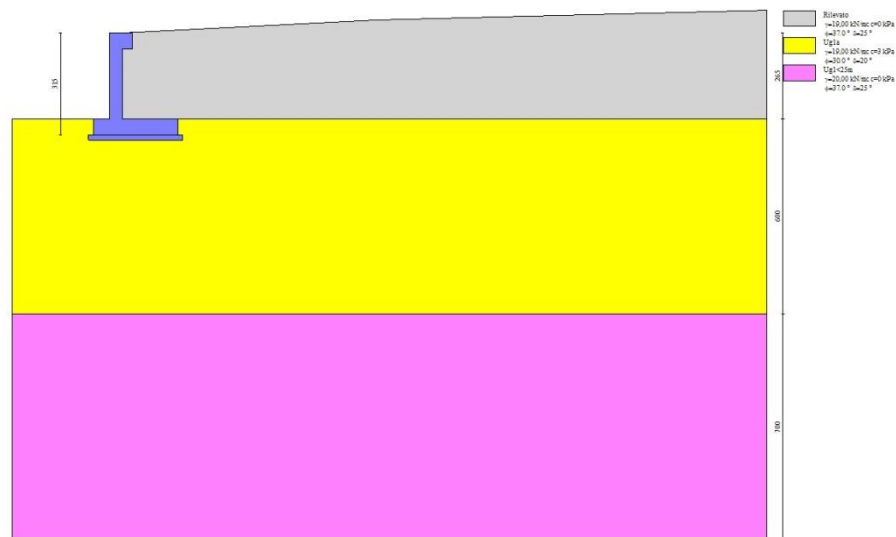


Fig. 2 - Stratigrafia

### 10.3.6 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]

$F_x$  Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]

$F_y$  Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]

M Momento espresso in [kNm]

$X_i$  Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]

$X_f$  Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]

$Q_i$  Intensità del carico per  $x=X_i$  espressa in [kN]

$Q_f$  Intensità del carico per  $x=X_f$  espressa in [kN]

#### Condizione n° 1 (TRAFFICO) - VARIABILE TF

Coeff. di combinazione  $\Psi_0=0.75 - \Psi_1=0.75 - \Psi_2=0.00$

Indice di raggruppamento 1

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	$F_x$ [kN]	$F_y$ [kN]	M [kNm]	$X_i$ [m]	$X_f$ [m]	$Q_i$ [kN]	$Q_f$ [kN]
1	Distribuito					1,70	19,85	30,0000	30,0000

#### Condizione n° 2 (URTO) - ECCEZIONALE

Carichi sul muro

n°	Tipo	Dest	X; Y [m]	$F_x$ [kN]	$F_y$ [kN]	M [kNm]	$X_i$ [m]	$X_f$ [m]	$Q_i$ [kN]	$Q_f$ [kN]
1	Concentrato	Mensola contrappeso	-0,05; 0,00	12,4500	0,0000	12,4500				

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	$F_x$ [kN]	$F_y$ [kN]	M [kNm]	$X_i$ [m]	$X_f$ [m]	$Q_i$ [kN]	$Q_f$ [kN]
1	Distribuito					0,30	2,90	19,1500	19,1500

#### Condizione n° 3 (traffico) - VARIABILE TF

Coeff. di combinazione  $\Psi_0=0.75 - \Psi_1=0.75 - \Psi_2=0.00$

Indice di raggruppamento 2

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	$F_x$ [kN]	$F_y$ [kN]	M [kNm]	$X_i$ [m]	$X_f$ [m]	$Q_i$ [kN]	$Q_f$ [kN]
1	Distribuito					0,30	19,85	30,0000	30,0000

#### Condizione n° 4 (Condizione 4) - VARIABILE

Coeff. di combinazione  $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$

### 10.3.7 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		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1,fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1,sfav}$	1.00	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2,fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2,sfav}$	1.00	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	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q,sfav}$	1.00	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	0.00

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT, sfav}$	1.00	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	$\gamma_{\tan(\phi)}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione 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	$\gamma_{\gamma}$	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
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	--

### 10.3.8 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):

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + Q_{k1} + \Psi_{0,2} Q_{k2} + \Psi_{0,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione frequente, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

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

- Combinazione quasi permanente, impiegata per gli effetti di lungo periodo:

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

- 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. per 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
TRAFFICO	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
traffico	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H + V

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

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3) H - V

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

Combinazione n° 5 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
TRAFFICO	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
TRAFFICO	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
TRAFFICO	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
traffico	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
traffico	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 10 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
traffico	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
TRAFFICO	1.15	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 12 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
traffico	1.15	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 13 - GEO (A2-M2-R2) H + V

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

Combinazione n° 14 - GEO (A2-M2-R2) H - V

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

Combinazione n° 15 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
TRAFFICO	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 16 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
traffico	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 17 - EQU (A1-M1-R3) H + V

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

Combinazione n° 18 - EQU (A1-M1-R3) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole

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

#### Combinazione n° 19 - ECC

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

#### Combinazione n° 20 - SLER

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

#### Combinazione n° 21 - SLEF

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
TRAFFICO	1.00	0.75	Sfavorevole

#### Combinazione n° 22 - SLEQ

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

#### Combinazione n° 23 - SLER

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

#### Combinazione n° 24 - SLEF

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
traffico	1.00	0.75	Sfavorevole

#### Combinazione n° 25 - SLEQ H + V

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

#### Combinazione n° 26 - SLEQ H - V

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

### 10.3.9 Dati sismici

Comune	Gallarate
Provincia	Varese
Regione	Lombardia
Latitudine	45.660202
Longitudine	8.793484
Indice punti di interpolazione	11367 - 11368 - 11146 - 11145
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	IV
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	100 anni

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	$a_g$	[m/s <sup>2</sup> ]	0.443	0.234
Accelerazione al suolo	$a_g/g$	[%]	0.045	0.024
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.634	2.589
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.302	0.207
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		C	1.500
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000

Stato limite ...	Coeff. di riduzione $\beta_m$	kh	kv
Ultimo	0.380	2.574	1.287
Ultimo - Ribaltamento	0.570	3.861	1.930
Esercizio	0.470	1.684	0.842

Forma diagramma incremento sismico **Stessa forma del diagramma statico**

## Opzioni di calcolo

### Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta attiva
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

### Capacità portante

Metodo di calcolo della portanza	Hansen	
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 ( $0.5B\gamma N_c$ )		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		

### Stabilità globale

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

Metodo di calcolo (per sole combinazioni SLD)	Richards-Elms
Spostamento limite	2,00 [cm]

### Cedimenti

Metodo di calcolo delle tensioni	Boussinesq
Metodo di calcolo dei cedimenti	Elastico
Profondità calcolo cedimenti	Automatica
$\Delta H$ massimo suddivisione strati	1,00 [m]

### Specifiche per le verifiche nelle combinazioni allo Stato Limite Ultimo (SLU)

	SLU	Eccezionale
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50	1.00
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15	1.00
Fattore di riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00	1.00

### Specifiche per le verifiche nelle combinazioni allo Stato Limite di Esercizio (SLE)

#### Paramento e fondazione muro

Verifiche strutturali nelle combinazioni SLD eseguite. Struttura in classe d'uso III o IV

Condizioni ambientali Aggressive  
 Armatura ad aderenza migliorata SI

#### Verifica a fessurazione

Sensibilità armatura Poco sensibile  
 Metodo di calcolo aperture delle fessure NTC 2018 - CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP.

Valori limite aperture delle fessure:  
 $w_1=0.20$



$$w_2=0.30$$

$$w_3=0.40$$

*Verifica delle tensioni*

Valori limite delle tensioni nei materiali:

Combinazione	Calcestruzzo	Acciaio
	$\sigma$	
Rara	$0.60 f_{ck}$	$0.80 f_{yk}$
Frequente	$1.00 f_{ck}$	$1.00 f_{yk}$
Quasi permanente	$0.45 f_{ck}$	$1.00 f_{yk}$

## Risultati per involuppo

### 10.3.10 Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic Indice della combinazione

A Tipo azione

I Inclinazione della spinta, espressa in [°]

V Valore dell'azione, espressa in [kN]

C<sub>X</sub>, C<sub>Y</sub> Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]

P<sub>X</sub>, P<sub>Y</sub> Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	C <sub>X</sub> [kN]	C <sub>Y</sub> [kN]	P <sub>X</sub> [m]	P <sub>Y</sub> [m]
1	Spinta statica	63,08	23,50	57,85	25,15	1,70	-1,84
	Peso/Inerzia muro			0,00	61,54/0,00	0,13	-2,08
	Peso/Inerzia terrapieno			0,00	84,10/0,00	0,88	-1,34
	Peso/Inerzia terrapieno sulla mensola di contrappeso			0,00	0,04/0,00	0,20	0,01

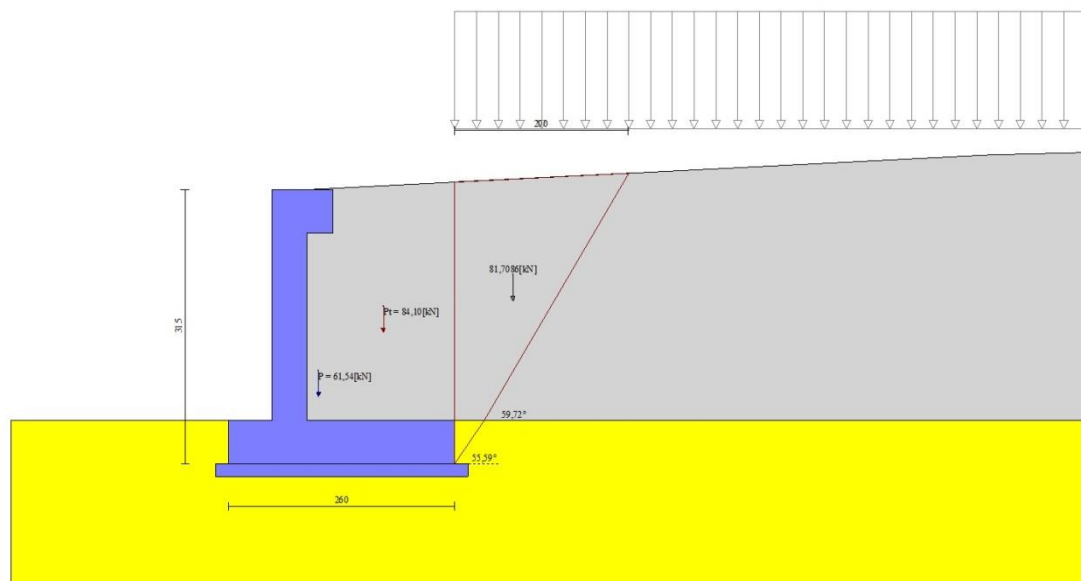


Fig. 3 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

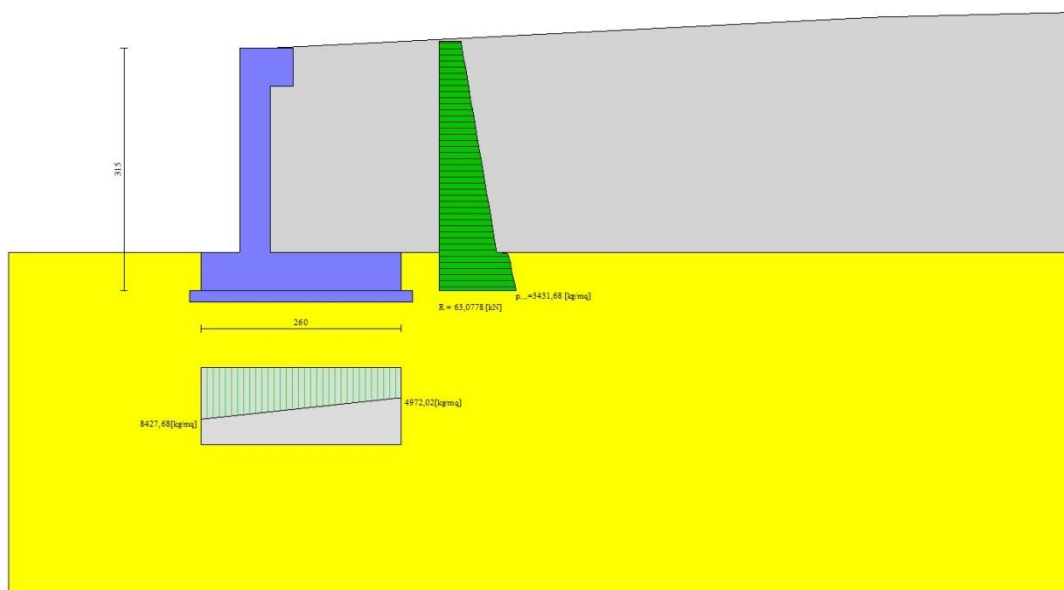


Fig. 4 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

### 10.3.11 Risultanti globali

Simbologia adottata

Cmb Indice/Tipo combinazione

N Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]

T Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]

$M_r$  Momento ribaltante, espresso in [kNm]

$M_s$  Momento stabilizzante, espresso in [kNm]

ecc Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	$M_r$ [kNm]	$M_s$ [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	170,83	57,85	75,53	278,52	0,112
2 - STR (A1-M1-R3)	227,53	57,85	75,53	386,42	-0,066
3 - STR (A1-M1-R3)	157,61	27,13	30,47	242,01	-0,042
4 - STR (A1-M1-R3)	153,61	26,54	32,57	238,61	-0,041
5 - STR (A1-M1-R3)	214,54	57,85	75,53	342,46	0,056
6 - STR (A1-M1-R3)	196,07	57,85	75,53	323,41	0,036
7 - STR (A1-M1-R3)	189,29	57,85	75,53	297,56	0,127
8 - STR (A1-M1-R3)	271,24	57,85	75,53	450,36	-0,082
9 - STR (A1-M1-R3)	252,77	57,85	75,53	431,32	-0,108
10 - STR (A1-M1-R3)	245,99	57,85	75,53	405,47	-0,041
11 - GEO (A2-M2-R2)	166,93	60,97	80,80	268,38	0,176
12 - GEO (A2-M2-R2)	215,23	60,97	80,80	360,30	0,001
13 - GEO (A2-M2-R2)	157,61	27,13	30,47	242,01	-0,042
14 - GEO (A2-M2-R2)	153,61	26,54	32,57	238,61	-0,041
15 - EQU (A1-M1-R3)	170,83	57,85	75,53	278,52	0,112
16 - EQU (A1-M1-R3)	227,53	57,85	75,53	386,42	-0,066
17 - EQU (A1-M1-R3)	158,92	29,89	34,23	244,36	-0,022
18 - EQU (A1-M1-R3)	152,92	28,99	37,38	239,26	-0,020
19 - ECC	186,14	43,54	94,21	299,65	0,196
20 - SLER	164,54	43,33	56,71	262,16	0,051
21 - SLEF	162,16	37,92	48,29	255,96	0,019
22 - SLEQ	155,01	21,70	23,03	237,39	-0,083
23 - SLER	206,54	43,33	56,71	342,09	-0,082
24 - SLEF	193,66	37,92	48,29	315,91	-0,082
25 - SLEQ	156,71	25,25	27,89	240,40	-0,056
26 - SLEQ	154,09	24,86	29,26	238,18	-0,056

### 10.3.12 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>UPL</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>UPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		1.142		3.469			
2 - STR (A1-M1-R3)		1.499		3.254			
3 - STR (A1-M1-R3)	H + V	2.258		6.303			
4 - STR (A1-M1-R3)	H - V	2.254		6.488			
5 - STR (A1-M1-R3)		1.417		3.397			
6 - STR (A1-M1-R3)		1.301		3.655			
7 - STR (A1-M1-R3)		1.258		3.273			
8 - STR (A1-M1-R3)		1.774		2.915			
9 - STR (A1-M1-R3)		1.658		2.929			
10 - STR (A1-M1-R3)		1.615		3.258			
11 - GEO (A2-M2-R2)					1.366		
12 - GEO (A2-M2-R2)					1.379		
13 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				2.115		
14 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				2.118		
15 - EQU (A1-M1-R3)			3.688				
16 - EQU (A1-M1-R3)			5.116				
17 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		7.139				
18 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		6.401				
19 - ECC		1.645	3.181	3.734	2.008		

#### Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

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

n°	Rsa [kN]	Rpt [kN]	Rps [kN]	Rp [kN]	Rt [kN]	R [kN]	T [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	66,08	0,00	0,00	--	--	66,08	57,85	1.142

#### Verifica a carico limite

Simbologia adottata

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

n°	N	Qu	Qd	FS
----	---	----	----	----

	[kN]	[kN]	[kN]	
8 - STR (A1-M1-R3)	271,24	790,71	564,79	2.915

### Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

$n^\circ$  Indice combinazione

$N_c, N_q, N_\gamma$  Fattori di capacità portante

$i_c, i_q, i_\gamma$  Fattori di inclinazione del carico

$d_c, d_q, d_\gamma$  Fattori di profondità del piano di posa

$g_c, g_q, g_\gamma$  Fattori di inclinazione del profilo topografico

$b_c, b_q, b_\gamma$  Fattori di inclinazione del piano di posa

$s_c, s_q, s_\gamma$  Fattori di forma della fondazione

$p_c, p_q, p_\gamma$  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

$r_\gamma$  Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia  $0.5B_\gamma N_\gamma$  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 [kN/mc]

$\phi$  Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]

$c$  Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]

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

$n^\circ$	$N_c$ $N_q$ $N_\gamma$	$i_c$ $i_q$ $i_\gamma$	$d_c$ $d_q$ $d_\gamma$	$g_c$ $g_q$ $g_\gamma$	$b_c$ $b_q$ $b_\gamma$	$s_c$ $s_q$ $s_\gamma$	$p_c$ $p_q$ $p_\gamma$	$Ir$	$Irc$	$Re$	$r_\gamma$
8	30.140 18.401 15.070	0.619 0.640 0.529	1.077 1.056 1.000	1.000 1.000 1.000	1.000 1.000 1.000	-- -- --	-- -- --	--	--	0.822	0.972

$n^\circ$	$D$ [m]	$B'$ [m]	$H$ [m]	$\gamma$ [°]	$\phi$ [kN/mc] [kPa]	$c$ [kPa]
8	0,50	2,60	2,25	19,00	30,00	3

### Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

$n^\circ$  Indice combinazione

$M_s$  Momento stabilizzante, espresso in [kNm]

$M_r$  Momento ribaltante, espresso in [kNm]

$FS$  Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)

La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

$n^\circ$	$M_s$ [kNm]	$M_r$ [kNm]	$FS$
19 - ECC	299,65	94,21	3.181

### Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

$I_c$  Indice/Tipo combinazione

$C$  Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]

$R$  Raggio, espresso in [m]

$FS$  Fattore di sicurezza

$I_c$	$C$	$R$	$FS$
-------	-----	-----	------

	[m]	[m]	
11 - GEO (A2-M2-R2)	-0,50; 1,50	5,15	1.366

**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 [kN]

Qy carico sulla striscia espresso in [kN]

Qf carico acqua sulla striscia espresso in [kN]

 $\alpha$  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 [kPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

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

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	$\alpha$ [°]	$\phi$ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	2,66	11,14	0,00	4,51 - 0,32	69.921	31.083	0	0,0	
2	7,10	11,14	0,00	0,32	61.528	31.083	0	0,0	
3	10,22	11,14	0,00	0,32	54.655	31.083	0	0,0	
4	12,65	11,14	0,00	0,32	48.823	31.083	0	0,0	
5	14,63	11,14	0,00	0,32	43.614	31.083	0	0,0	
6	16,27	11,14	0,00	0,32	38.829	31.083	0	0,0	
7	17,64	11,14	0,00	0,32	34.349	24.791	2	0,0	
8	18,79	11,14	0,00	0,32	30.099	24.791	2	0,0	
9	20,03	7,64	0,00	0,32	26.025	24.791	2	0,0	
10	21,43	0,00	0,00	0,32	22.089	24.791	2	0,0	
11	22,05	0,00	0,00	0,32	18.261	24.791	2	0,0	
12	22,54	0,00	0,00	0,32	14.515	24.791	2	0,0	
13	22,88	0,00	0,00	0,32	10.832	24.791	2	0,0	
14	22,21	0,00	0,00	0,32	7.194	24.791	2	0,0	
15	27,96	0,00	0,00	0,32	3.586	24.791	2	0,0	
16	9,20	0,00	0,00	0,32	-0.009	24.791	2	0,0	
17	6,74	0,00	0,00	0,32	-3.604	24.791	2	0,0	
18	5,90	0,00	0,00	0,32	-7.212	24.791	2	0,0	
19	5,58	0,00	0,00	0,32	-10.851	24.791	2	0,0	
20	5,13	0,00	0,00	0,32	-14.534	24.791	2	0,0	
21	4,55	0,00	0,00	0,32	-18.279	24.791	2	0,0	
22	3,82	0,00	0,00	0,32	-22.108	24.791	2	0,0	
23	2,93	0,00	0,00	0,32	-26.045	24.791	2	0,0	
24	1,87	0,00	0,00	0,32	-30.120	24.791	2	0,0	
25	0,62	0,00	0,00	-3,57 - 0,32	-33.236	24.791	2	0,0	

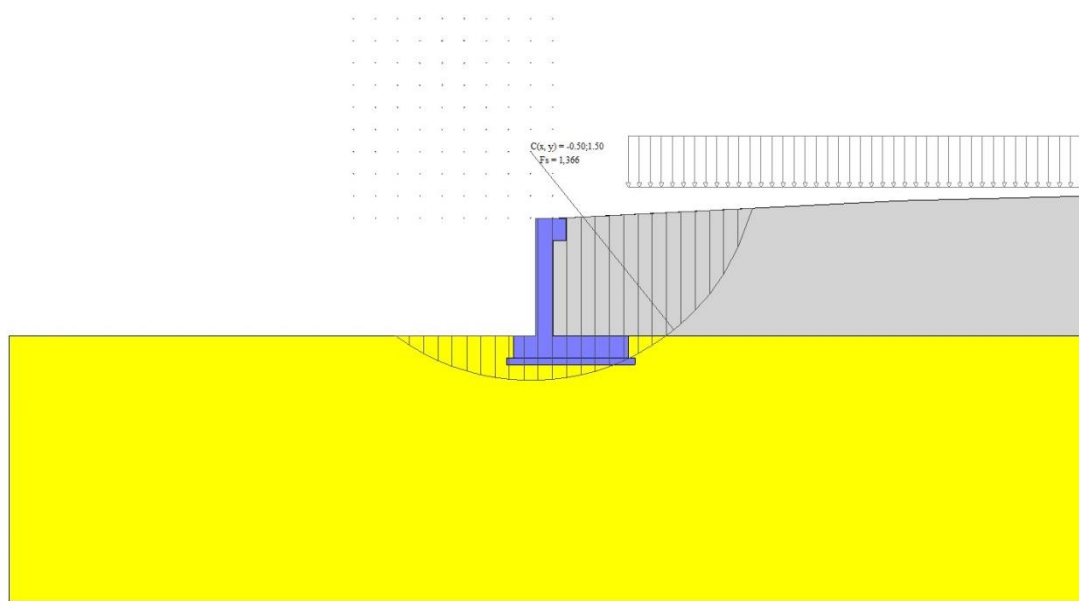


Fig. 5 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 11)

### 10.3.13 Sollecitazioni

#### Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.

T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle

M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

#### Paramento

n°	X [m]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]	T <sub>min</sub> [kN]	T <sub>max</sub> [kN]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]
1	0,00	4,33	5,63	0,00	12,45	-0,99	11,69
2	-0,10	5,28	6,89	0,02	12,48	-0,99	11,69
3	-0,20	6,23	8,14	0,08	12,58	-0,98	11,70
4	-0,29	7,18	9,39	0,18	12,76	-0,96	11,72
5	-0,39	8,13	10,64	0,31	13,06	-0,93	11,76
6	-0,49	9,08	11,89	0,49	13,45	-0,88	11,84
7	-0,59	10,03	13,14	0,70	13,95	-0,81	11,96
8	-0,69	10,98	14,39	0,95	14,52	-0,70	12,14
9	-0,79	11,94	15,64	1,24	15,16	-0,56	12,37
10	-0,88	12,89	16,90	1,57	15,84	-0,39	12,67
11	-0,98	13,84	18,15	1,94	16,57	-0,16	13,04
12	-1,08	14,79	19,40	2,34	17,35	0,08	13,48
13	-1,18	15,74	20,65	2,79	18,17	0,34	14,00
14	-1,28	16,69	21,90	3,27	19,03	0,63	14,61
15	-1,37	17,64	23,15	3,79	19,94	0,98	15,30
16	-1,47	18,59	24,40	4,35	20,88	1,38	16,08
17	-1,57	19,54	25,65	4,95	21,87	1,84	16,95
18	-1,67	20,49	26,91	5,59	22,89	2,35	17,93
19	-1,77	21,44	28,16	6,27	23,96	2,93	19,01
20	-1,86	22,39	29,41	6,98	25,06	3,58	20,19
21	-1,96	23,34	30,66	7,74	26,21	4,31	21,48
22	-2,06	24,29	31,91	8,53	27,39	5,10	22,89
23	-2,16	25,24	33,16	9,36	28,62	5,98	24,42
24	-2,26	26,19	34,41	10,23	29,88	6,94	26,07
25	-2,36	27,14	35,66	11,14	31,18	7,99	27,84
26	-2,45	28,09	36,92	12,09	32,63	9,13	29,74
27	-2,55	29,04	38,17	13,08	34,75	10,37	32,78

n°	X [m]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]	T <sub>min</sub> [kN]	T <sub>max</sub> [kN]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]
28	-2,65	29,99	39,42	14,10	36,91	11,70	36,30

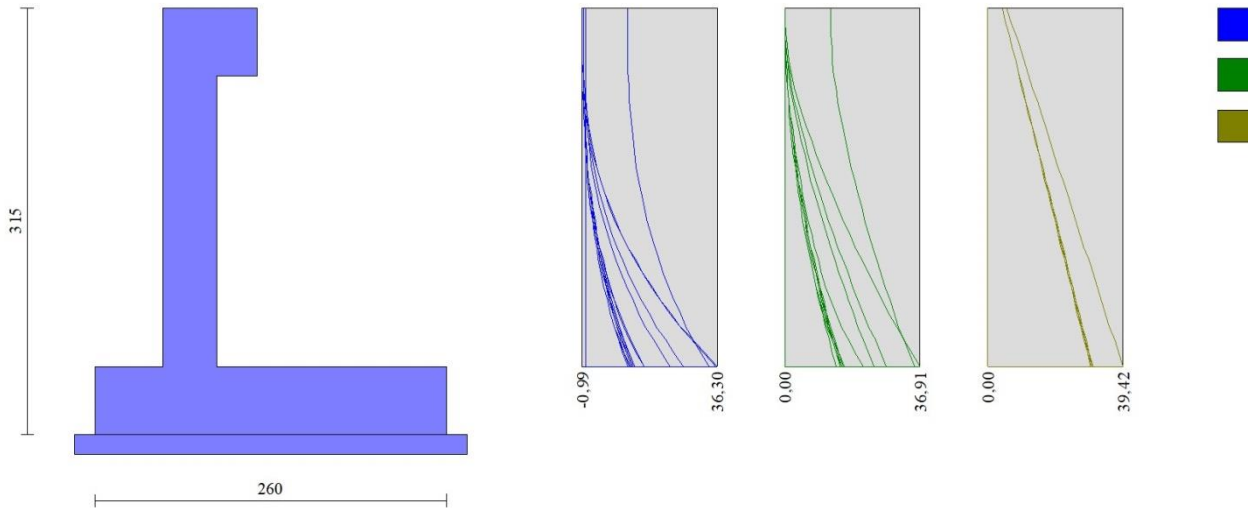


Fig. 6 - Paramento

Mensola monte

n°	X [m]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]	T <sub>min</sub> [kN]	T <sub>max</sub> [kN]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]
1	-0,05	0,00	12,45	4,33	5,63	-11,69	0,99
2	-0,05	0,00	0,00	4,33	5,63	0,76	0,99
3	0,00	0,00	0,00	3,72	4,84	0,56	0,73
4	0,10	0,00	0,00	2,49	3,24	0,25	0,32
5	0,20	0,00	0,00	1,25	1,63	0,06	0,08
6	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

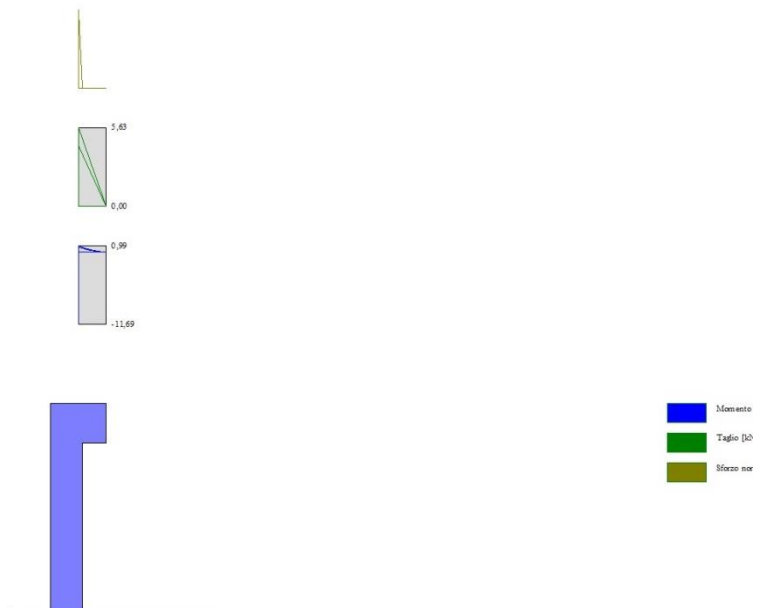




Fig. 7 - Mensola monte

Fondazione

n°	X [m]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]	T <sub>min</sub> [kN]	T <sub>max</sub> [kN]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]
1	-0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-0,80	0,00	0,00	3,64	9,05	0,18	0,45
3	-0,70	0,00	0,00	7,37	17,86	0,73	1,80
4	-0,60	0,00	0,00	11,18	26,41	1,66	4,02
5	-0,50	0,00	0,00	15,09	34,71	2,97	7,08
6	-0,40	0,00	0,00	19,08	42,77	4,68	10,95
7	0,00	0,00	0,00	-30,21	3,12	-38,17	3,83
8	0,10	0,00	0,00	-32,06	2,78	-36,25	3,53
9	0,20	0,00	0,00	-34,32	2,35	-34,05	3,27
10	0,30	0,00	0,00	-36,55	1,83	-31,59	3,06
11	0,40	0,00	0,00	-35,62	2,20	-27,96	2,86
12	0,50	0,00	0,00	-34,44	2,50	-24,45	2,63
13	0,60	0,00	0,00	-32,99	2,72	-21,06	2,36
14	0,70	0,00	0,00	-31,29	2,87	-17,83	2,08
15	0,80	0,00	0,00	-29,33	2,93	-14,79	1,79
16	0,90	0,00	0,00	-27,10	2,92	-11,96	1,50
17	1,00	0,00	0,00	-24,62	2,83	-9,37	1,21
18	1,10	0,00	0,00	-21,88	2,66	-7,04	0,94
19	1,20	0,00	0,00	-18,88	2,41	-4,99	0,68
20	1,30	0,00	0,00	-15,63	2,08	-3,27	0,46
21	1,40	0,00	0,00	-12,11	1,68	-1,88	0,27
22	1,50	0,00	0,00	-8,33	1,20	-0,85	0,12
23	1,60	0,00	0,00	-4,30	0,64	-0,22	0,03
24	1,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

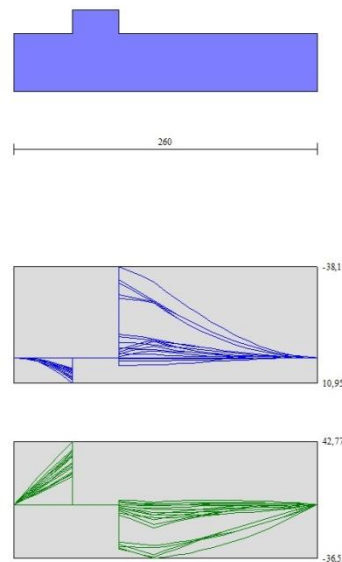


Fig. 8 - Fondazione

10.3.14 Verifiche strutturali

Verifiche a flessione

Elementi calcolati a trave  
Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Afi	area ferri inferiori espresso in [cmq]
Afs	area ferri superiori espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kNm]
N	sfuerzo normale agente espressa in [kN]
Mu	momento ultimi espresso in [kNm]
Nu	sfuerzo normale ultimo espressa in [kN]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

**Paramento**

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	100	40	10,05	10,05	11,69	4,33	163,31	60,54	13.969
2	100	40	10,05	10,05	11,69	5,30	165,68	75,06	14.171
3	100	40	10,05	10,05	11,70	6,26	168,12	89,94	14.370
4	100	40	10,05	10,05	11,72	7,22	170,60	105,12	14.556
5	100	40	10,05	10,05	11,76	8,18	173,10	120,42	14.714
6	100	40	10,05	10,05	11,84	9,15	175,59	135,61	14.827
7	100	40	10,05	10,05	11,96	10,11	178,01	150,40	14.878
8	100	40	10,05	10,05	12,14	11,07	180,30	164,44	14.853
9	100	40	10,05	10,05	12,37	12,03	182,43	177,42	14.743
10	100	40	10,05	10,05	12,67	13,00	184,33	189,04	14.545
11	100	40	10,05	10,05	13,04	13,96	185,96	199,06	14.260
12	100	40	10,05	10,05	13,48	14,92	187,31	207,29	13.892
13	100	40	10,05	10,05	14,00	15,88	188,35	213,63	13.449
14	100	40	10,05	10,05	14,61	16,85	189,07	218,05	12.943
15	100	40	10,05	10,05	15,30	17,81	189,49	220,60	12.387
16	100	40	10,05	10,05	16,08	18,77	189,61	221,37	11.793
17	100	40	10,05	10,05	16,95	19,73	189,48	220,55	11.176
18	100	40	10,05	10,05	17,93	20,70	189,11	218,31	10.548
19	100	40	10,05	10,05	19,01	21,66	188,55	214,88	9.921
20	100	40	10,05	10,05	20,19	22,62	187,83	210,46	9.303
21	100	40	10,05	10,05	21,48	23,58	186,98	205,27	8.704
22	100	40	10,05	10,05	22,89	24,55	186,04	199,49	8.127
23	100	40	10,05	10,05	24,42	25,51	185,02	193,29	7.577
24	100	40	10,05	10,05	23,47	26,49	159,49	179,96	6.795
25	100	40	10,05	10,05	26,37	27,45	157,08	163,48	5.956
26	100	40	10,05	10,05	29,47	28,41	154,99	149,40	5.259
27	100	40	10,05	10,05	32,78	29,37	153,04	137,13	4.669
28	100	40	10,05	10,05	36,30	30,34	151,35	126,49	4.170

**Mensola monte**

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	100	50	10,18	10,18	11,69	12,45	254,97	271,54	21.811
2	100	50	10,18	10,18	-0,99	0,00	-169,85	0,00	172.018
3	100	50	10,18	10,18	-0,73	0,00	-169,85	0,00	233.170
4	100	50	10,18	10,18	-0,32	0,00	-169,85	0,00	523.276
5	100	50	10,18	10,18	-0,08	0,00	-169,85	0,00	2087.706
6	100	50	10,18	10,18	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.00

**Fondazione**

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	100	50	10,05	10,05	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.00
2	100	50	10,05	10,05	0,45	0,00	193,67	0,00	425.925

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
3	100	50	10,05	10,05	1,80	0,00	193,67	0,00	107.464
4	100	50	10,05	10,05	4,02	0,00	193,67	0,00	48.207
5	100	50	10,05	10,05	6,09	0,00	166,32	0,00	27.316
6	100	50	10,05	10,05	9,48	0,00	166,32	0,00	17.545
7	100	50	10,05	10,05	-38,17	0,00	-193,67	0,00	5.074
8	100	50	10,05	10,05	-36,25	0,00	-193,67	0,00	5.343
9	100	50	10,05	10,05	-34,05	0,00	-193,67	0,00	5.688
10	100	50	10,05	10,05	-31,59	0,00	-193,67	0,00	6.130
11	100	50	10,05	10,05	-27,96	0,00	-193,67	0,00	6.926
12	100	50	10,05	10,05	-24,45	0,00	-193,67	0,00	7.923
13	100	50	10,05	10,05	-21,06	0,00	-193,67	0,00	9.196
14	100	50	10,05	10,05	-17,83	0,00	-193,67	0,00	10.860
15	100	50	10,05	10,05	-14,79	0,00	-193,67	0,00	13.092
16	100	50	10,05	10,05	-11,96	0,00	-193,67	0,00	16.189
17	100	50	10,05	10,05	-9,37	0,00	-193,67	0,00	20.671
18	100	50	10,05	10,05	-7,04	0,00	-193,67	0,00	27.518
19	100	50	10,05	10,05	-4,99	0,00	-193,67	0,00	38.775
20	100	50	10,05	10,05	-3,27	0,00	-193,67	0,00	59.312
21	100	50	10,05	10,05	-1,88	0,00	-193,67	0,00	103.273
22	100	50	10,05	10,05	-0,85	0,00	-193,67	0,00	227.677
23	100	50	10,05	10,05	-0,22	0,00	-193,67	0,00	892.700
24	100	50	10,05	10,05	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.00

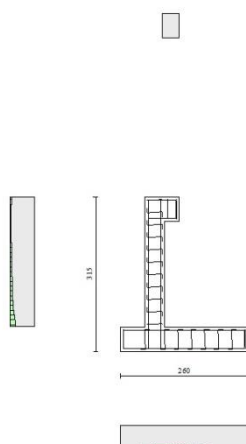


Fig. 9 - Paramento (Inviluppo)

### Verifiche a taglio

#### Simbologia adottata

- Is        indice sezione
- Y        ordinata sezione espressa in [m]
- B        larghezza sezione espresso in [cm]
- H        altezza sezione espressa in [cm]
- A<sub>sw</sub>    area ferri a taglio espresso in [cmq]
- cotgθ    inclinazione delle bielle compresse, θ inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
- V<sub>Rcd</sub>    resistenza di progetto a 'taglio compressione' espressa in [kN]
- V<sub>Rsd</sub>    resistenza di progetto a 'taglio trazione' espressa in [kN]
- V<sub>Rd</sub>     resistenza di progetto a taglio espresso in [kN]. Per elementi con armature trasversali resistenti al taglio (A<sub>sw</sub>>0.0) V<sub>Rd</sub>=min(V<sub>Rcd</sub>, V<sub>Rsd</sub>).

T taglio agente espressa in [kN]  
 FS fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione resistente e sollecitazione agente)

**Paramento**

n°	B [cm]	H [cm]	A <sub>sw</sub> [cmq]	cotθ	V <sub>Rcd</sub> [kN]	V <sub>Rsd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
1	100	40	0,00	--	0,00	0,00	196,44	12,45	15.778
2	100	40	0,00	--	0,00	0,00	196,56	12,48	15.747
3	100	40	0,00	--	0,00	0,00	196,69	12,58	15.633
4	100	40	0,00	--	0,00	0,00	196,81	12,76	15.419
5	100	40	0,00	--	0,00	0,00	196,93	13,06	15.082
6	100	40	0,00	--	0,00	0,00	197,06	13,45	14.646
7	100	40	0,00	--	0,00	0,00	197,18	13,95	14.137
8	100	40	0,00	--	0,00	0,00	197,30	14,52	13.584
9	100	40	0,00	--	0,00	0,00	197,42	15,16	13.026
10	100	40	0,00	--	0,00	0,00	197,55	15,84	12.470
11	100	40	0,00	--	0,00	0,00	197,67	16,57	11.927
12	100	40	0,00	--	0,00	0,00	197,79	17,35	11.400
13	100	40	0,00	--	0,00	0,00	197,91	18,17	10.892
14	100	40	0,00	--	0,00	0,00	198,04	19,03	10.405
15	100	40	0,00	--	0,00	0,00	198,16	19,94	9.939
16	100	40	0,00	--	0,00	0,00	198,28	20,88	9.495
17	100	40	0,00	--	0,00	0,00	198,41	21,87	9.073
18	100	40	0,00	--	0,00	0,00	198,53	22,89	8.672
19	100	40	0,00	--	0,00	0,00	198,65	23,96	8.291
20	100	40	0,00	--	0,00	0,00	198,77	25,06	7.931
21	100	40	0,00	--	0,00	0,00	198,90	26,21	7.589
22	100	40	0,00	--	0,00	0,00	199,02	27,39	7.265
23	100	40	0,00	--	0,00	0,00	199,14	28,62	6.959
24	100	40	0,00	--	0,00	0,00	199,26	29,88	6.669
25	100	40	0,00	--	0,00	0,00	199,39	31,18	6.394
26	100	40	0,00	--	0,00	0,00	199,51	32,63	6.114
27	100	40	0,00	--	0,00	0,00	199,63	34,75	5.746
28	100	40	0,00	--	0,00	0,00	199,76	36,91	5.412

**Mensola monte**

n°	B [cm]	H [cm]	A <sub>sw</sub> [cmq]	cotθ	V <sub>Rcd</sub> [kN]	V <sub>Rsd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
1	100	50	0,00	--	0,00	0,00	221,33	5,63	39.283
2	100	50	0,00	--	0,00	0,00	221,33	5,63	39.283
3	100	50	0,00	--	0,00	0,00	221,33	4,84	45.753
4	100	50	0,00	--	0,00	0,00	221,33	3,24	68.363
5	100	50	0,00	--	0,00	0,00	221,33	1,63	136.196
6	100	50	0,00	--	0,00	0,00	221,33	0,00	100.000

**Fondazione**

n°	B [cm]	H [cm]	A <sub>sw</sub> [cmq]	cotθ	V <sub>Rcd</sub> [kN]	V <sub>Rsd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
1	100	50	0,00	--	0,00	0,00	210,82	0,00	100.000
2	100	50	0,00	--	0,00	0,00	210,82	-9,05	23.288
3	100	50	0,00	--	0,00	0,00	210,82	-17,86	11.807
4	100	50	0,00	--	0,00	0,00	210,82	-26,41	7.983
5	100	50	0,00	--	0,00	0,00	210,82	-34,71	6.073
6	100	50	0,00	--	0,00	0,00	210,82	-42,77	4.929
7	100	50	0,00	--	0,00	0,00	210,82	-30,21	6.978
8	100	50	0,00	--	0,00	0,00	210,82	-32,06	6.575
9	100	50	0,00	--	0,00	0,00	210,82	-34,32	6.142
10	100	50	0,00	--	0,00	0,00	210,82	-36,55	5.769
11	100	50	0,00	--	0,00	0,00	210,82	-35,62	5.919
12	100	50	0,00	--	0,00	0,00	210,82	-34,44	6.122
13	100	50	0,00	--	0,00	0,00	210,82	-32,99	6.390
14	100	50	0,00	--	0,00	0,00	210,82	-31,29	6.738
15	100	50	0,00	--	0,00	0,00	210,82	-29,33	7.189
16	100	50	0,00	--	0,00	0,00	210,82	-27,10	7.778
17	100	50	0,00	--	0,00	0,00	210,82	-24,62	8.562

n°	B [cm]	H [cm]	A <sub>sw</sub> [cmq]	cotθ	V <sub>Rcd</sub> [kN]	V <sub>Rsd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
18	100	50	0,00	--	0,00	0,00	210,82	-21,88	9.634
19	100	50	0,00	--	0,00	0,00	210,82	-18,88	11.164
20	100	50	0,00	--	0,00	0,00	210,82	-15,63	13.492
21	100	50	0,00	--	0,00	0,00	210,82	-12,11	17.412
22	100	50	0,00	--	0,00	0,00	210,82	-8,33	25.305
23	100	50	0,00	--	0,00	0,00	210,82	-4,30	49.082
24	100	50	0,00	--	0,00	0,00	210,82	0,00	100.000

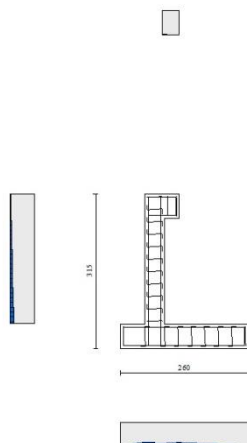


Fig. 10 - Paramento (Inviluppo)

### Verifica delle tensioni

#### Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione, espressa in [m]
B	larghezza sezione, espresso in [cm]
H	altezza sezione, espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area ferri inferiori, espresso in [cmq]
A <sub>fs</sub>	area ferri superiori, espressa in [cmq]
M	momento agente, espressa in [kNm]
N	sforzo normale agente, espressa in [kN]
σ <sub>c</sub>	tensione di compressione nel cls, espressa in [kPa]
σ <sub>fi</sub>	tensione nei ferri inferiori, espressa in [kPa]
σ <sub>fs</sub>	tensione nei ferri superiori, espressa in [kPa]

### Combinazioni SLER

#### Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 19920	[kPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	360000 [kPa]

n°	B [cm]	H [cm]	A <sub>fi</sub> [cmq]	A <sub>fs</sub> [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σ <sub>c</sub> [kPa]	σ <sub>fi</sub> [kPa]	σ <sub>fs</sub> [kPa]
1	100	40	10,05	10,05	-0,76	4,33	49 (20)	460 (20)	591 (20)

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
2	100	40	10,05	10,05	-0,76	5,30	46 (20)	483 (20)	343 (20)
3	100	40	10,05	10,05	-0,75	6,26	45 (20)	501 (20)	175 (20)
4	100	40	10,05	10,05	-0,74	7,22	44 (20)	517 (20)	60 (20)
5	100	40	10,05	10,05	-0,66	8,18	44 (20)	534 (20)	54 (23)
6	100	40	10,05	10,05	-0,56	9,15	45 (20)	549 (20)	131 (23)
7	100	40	10,05	10,05	-0,39	10,11	45 (20)	563 (20)	219 (23)
8	100	40	10,05	10,05	-0,16	11,07	44 (20)	569 (20)	332 (23)
9	100	40	10,05	10,05	0,15	12,03	43 (20)	566 (20)	470 (23)
10	100	40	10,05	10,05	0,54	13,00	49 (23)	554 (20)	637 (23)
11	100	40	10,05	10,05	1,03	13,96	68 (23)	529 (20)	835 (23)
12	100	40	10,05	10,05	1,61	14,92	96 (23)	492 (20)	1103 (23)
13	100	40	10,05	10,05	2,29	15,88	140 (23)	1048 (23)	1453 (23)
14	100	40	10,05	10,05	3,07	16,85	198 (23)	2588 (23)	1835 (23)
15	100	40	10,05	10,05	3,95	17,81	267 (23)	4724 (23)	2217 (23)
16	100	40	10,05	10,05	4,96	18,77	344 (23)	7351 (23)	2597 (23)
17	100	40	10,05	10,05	6,07	19,73	429 (23)	10423 (23)	2985 (23)
18	100	40	10,05	10,05	7,31	20,70	523 (23)	13928 (23)	3387 (23)
19	100	40	10,05	10,05	8,67	21,66	626 (23)	17862 (23)	3806 (23)
20	100	40	10,05	10,05	10,16	22,62	738 (23)	22233 (23)	4247 (23)
21	100	40	10,05	10,05	11,78	23,58	859 (23)	27049 (23)	4710 (23)
22	100	40	10,05	10,05	13,54	24,55	991 (23)	32320 (23)	5199 (23)
23	100	40	10,05	10,05	15,43	25,51	1133 (23)	38057 (23)	5714 (23)
24	100	40	10,05	10,05	17,47	26,47	1285 (23)	44271 (23)	6258 (23)
25	100	40	10,05	10,05	19,66	27,43	1448 (23)	50976 (23)	6830 (23)
26	100	40	10,05	10,05	22,00	28,40	1622 (23)	58182 (23)	7433 (23)
27	100	40	10,05	10,05	24,49	29,36	1808 (23)	65902 (23)	8067 (23)
28	100	40	10,05	10,05	27,15	30,32	2006 (23)	74149 (23)	8734 (23)

#### Mensola monte

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 19920 [kPa]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 360000 [kPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
1	100	50	10,18	10,18	-0,76	0,00	36 (20)	171 (20)	1872 (20)
2	100	50	10,18	10,18	-0,76	0,00	36 (20)	171 (20)	1872 (20)
3	100	50	10,18	10,18	-0,56	0,00	26 (20)	126 (20)	1381 (20)
4	100	50	10,18	10,18	-0,25	0,00	12 (20)	56 (20)	615 (20)
5	100	50	10,18	10,18	-0,06	0,00	3 (20)	14 (20)	154 (20)
6	100	50	10,18	10,18	0,00	0,00	0 (20)	0 (20)	0 (20)

#### Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 17430 [kPa]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 360000 [kPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
1	100	50	10,05	10,05	0,00	0,00	0 (20)	0 (20)	0 (20)
2	100	50	10,05	10,05	0,29	0,00	14 (20)	731 (20)	62 (20)
3	100	50	10,05	10,05	1,16	0,00	56 (20)	2915 (20)	246 (20)
4	100	50	10,05	10,05	2,61	0,00	125 (20)	6536 (20)	551 (20)
5	100	50	10,05	10,05	4,62	0,00	221 (20)	11581 (20)	976 (20)
6	100	50	10,05	10,05	7,20	0,00	345 (20)	18036 (20)	1520 (20)
7	100	50	10,05	10,05	-6,29	0,00	301 (20)	1329 (20)	15765 (20)
8	100	50	10,05	10,05	-6,05	0,00	290 (20)	1278 (20)	15167 (20)
9	100	50	10,05	10,05	-5,69	0,00	273 (20)	1202 (20)	14270 (20)
10	100	50	10,05	10,05	-5,22	0,00	250 (20)	1103 (20)	13089 (20)
11	100	50	10,05	10,05	-4,69	0,00	225 (20)	991 (20)	11762 (20)
12	100	50	10,05	10,05	-4,16	0,00	199 (20)	879 (20)	10428 (20)
13	100	50	10,05	10,05	-3,63	0,00	174 (20)	767 (20)	9103 (20)
14	100	50	10,05	10,05	-3,11	0,00	149 (20)	658 (20)	7804 (20)
15	100	50	10,05	10,05	-2,61	0,00	125 (20)	552 (20)	6550 (20)

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
16	100	50	10,05	10,05	-2,14	0,00	102 (20)	451 (20)	5355 (20)
17	100	50	10,05	10,05	-1,69	0,00	81 (20)	357 (20)	4238 (20)
18	100	50	10,05	10,05	-1,28	0,00	61 (20)	271 (20)	3215 (20)
19	100	50	10,05	10,05	-0,92	0,00	44 (20)	194 (20)	2303 (20)
20	100	50	10,05	10,05	-0,61	0,00	29 (20)	128 (20)	1519 (20)
21	100	50	10,05	10,05	-0,35	0,00	17 (20)	74 (20)	880 (20)
22	100	50	10,05	10,05	-0,16	0,00	8 (20)	34 (20)	402 (20)
23	100	50	10,05	10,05	-0,04	0,00	2 (20)	9 (20)	103 (20)
24	100	50	10,05	10,05	0,00	0,00	0 (20)	0 (20)	0 (20)

### Combinazioni SLEF

#### Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 33200 [kPa]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	40	10,05	10,05	-0,76	4,33	49 (21)	460 (21)	591 (21)
2	100	40	10,05	10,05	-0,76	5,30	46 (21)	483 (21)	343 (21)
3	100	40	10,05	10,05	-0,75	6,26	45 (21)	501 (21)	175 (21)
4	100	40	10,05	10,05	-0,74	7,22	44 (21)	517 (21)	60 (21)
5	100	40	10,05	10,05	-0,68	8,18	44 (21)	534 (21)	46 (24)
6	100	40	10,05	10,05	-0,59	9,15	45 (21)	549 (21)	119 (24)
7	100	40	10,05	10,05	-0,46	10,11	45 (21)	563 (21)	198 (24)
8	100	40	10,05	10,05	-0,26	11,07	44 (21)	569 (21)	297 (24)
9	100	40	10,05	10,05	-0,01	12,03	43 (21)	566 (21)	417 (24)
10	100	40	10,05	10,05	0,32	13,00	41 (24)	554 (21)	562 (24)
11	100	40	10,05	10,05	0,73	13,96	57 (24)	529 (21)	732 (24)
12	100	40	10,05	10,05	1,21	14,92	77 (24)	492 (21)	934 (24)
13	100	40	10,05	10,05	1,78	15,88	106 (24)	440 (21)	1206 (24)
14	100	40	10,05	10,05	2,44	16,85	149 (24)	1138 (24)	1548 (24)
15	100	40	10,05	10,05	3,19	17,81	205 (24)	2601 (24)	1918 (24)
16	100	40	10,05	10,05	4,04	18,77	271 (24)	4598 (24)	2289 (24)
17	100	40	10,05	10,05	4,99	19,73	344 (24)	7047 (24)	2660 (24)
18	100	40	10,05	10,05	6,04	20,70	425 (24)	9907 (24)	3038 (24)
19	100	40	10,05	10,05	7,21	21,66	513 (24)	13164 (24)	3427 (24)
20	100	40	10,05	10,05	8,48	22,62	610 (24)	16818 (24)	3831 (24)
21	100	40	10,05	10,05	9,88	23,58	715 (24)	20873 (24)	4254 (24)
22	100	40	10,05	10,05	11,40	24,55	829 (24)	25338 (24)	4698 (24)
23	100	40	10,05	10,05	13,04	25,51	952 (24)	30222 (24)	5164 (24)
24	100	40	10,05	10,05	14,80	26,47	1084 (24)	35536 (24)	5654 (24)
25	100	40	10,05	10,05	16,71	27,43	1226 (24)	41291 (24)	6170 (24)
26	100	40	10,05	10,05	18,74	28,40	1378 (24)	47500 (24)	6713 (24)
27	100	40	10,05	10,05	20,92	29,36	1541 (24)	54174 (24)	7284 (24)
28	100	40	10,05	10,05	23,25	30,32	1714 (24)	61325 (24)	7883 (24)

#### Mensola monte

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 33200 [kPa]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	50	10,18	10,18	-0,76	0,00	36 (21)	171 (21)	1872 (21)
2	100	50	10,18	10,18	-0,76	0,00	36 (21)	171 (21)	1872 (21)
3	100	50	10,18	10,18	-0,56	0,00	26 (21)	126 (21)	1381 (21)
4	100	50	10,18	10,18	-0,25	0,00	12 (21)	56 (21)	615 (21)
5	100	50	10,18	10,18	-0,06	0,00	3 (21)	14 (21)	154 (21)
6	100	50	10,18	10,18	0,00	0,00	0 (21)	0 (21)	0 (21)

**Fondazione**

 Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 29050 [kPa]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
1	100	50	10,05	10,05	0,00	0,00	0 (21)	0 (21)	0 (21)
2	100	50	10,05	10,05	0,26	0,00	13 (21)	662 (21)	56 (21)
3	100	50	10,05	10,05	1,05	0,00	51 (21)	2644 (21)	223 (21)
4	100	50	10,05	10,05	2,37	0,00	114 (21)	5941 (21)	501 (21)
5	100	50	10,05	10,05	4,21	0,00	202 (21)	10548 (21)	889 (21)
6	100	50	10,05	10,05	6,57	0,00	315 (21)	16458 (21)	1387 (21)
7	100	50	10,05	10,05	-3,76	0,00	180 (21)	795 (21)	9431 (21)
8	100	50	10,05	10,05	-3,66	0,00	175 (21)	772 (21)	9167 (21)
9	100	50	10,05	10,05	-3,45	0,00	165 (21)	729 (21)	8655 (21)
10	100	50	10,05	10,05	-3,15	0,00	151 (21)	666 (21)	7900 (21)
11	100	50	10,05	10,05	-2,81	0,00	134 (21)	593 (21)	7031 (21)
12	100	50	10,05	10,05	-2,46	0,00	118 (21)	521 (21)	6178 (21)
13	100	50	10,05	10,05	-2,13	0,00	102 (21)	451 (21)	5348 (21)
14	100	50	10,05	10,05	-1,82	0,00	87 (21)	383 (21)	4550 (21)
15	100	50	10,05	10,05	-1,51	0,00	72 (21)	319 (21)	3790 (21)
16	100	50	10,05	10,05	-1,23	0,00	59 (21)	259 (21)	3078 (21)
17	100	50	10,05	10,05	-0,97	0,00	46 (21)	204 (21)	2420 (21)
18	100	50	10,05	10,05	-0,73	0,00	35 (21)	154 (21)	1825 (21)
19	100	50	10,05	10,05	-0,52	0,00	25 (21)	110 (21)	1300 (21)
20	100	50	10,05	10,05	0,04	0,00	16 (21)	94 (24)	853 (21)
21	100	50	10,05	10,05	0,04	0,00	9 (21)	91 (24)	491 (21)
22	100	50	10,05	10,05	0,02	0,00	4 (21)	57 (24)	224 (21)
23	100	50	10,05	10,05	0,01	0,00	1 (21)	18 (24)	57 (21)
24	100	50	10,05	10,05	0,00	0,00	0 (21)	0 (21)	0 (21)

**Combinazioni SLEQ**
**Paramento**

 Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 14940 [kPa]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
1	100	40	10,05	10,05	-0,76	4,33	49 (22)	460 (22)	591 (22)
2	100	40	10,05	10,05	-0,76	5,29	46 (22)	483 (22)	344 (26)
3	100	40	10,05	10,05	-0,75	6,26	45 (22)	501 (22)	175 (22)
4	100	40	10,05	10,05	-0,74	7,22	44 (22)	517 (22)	60 (22)
5	100	40	10,05	10,05	-0,70	8,22	44 (22)	534 (22)	33 (25)
6	100	40	10,05	10,05	-0,66	9,19	45 (22)	549 (22)	98 (25)
7	100	40	10,05	10,05	-0,59	10,16	45 (22)	563 (22)	156 (25)
8	100	40	10,05	10,05	-0,49	11,13	44 (22)	569 (22)	222 (25)
9	100	40	10,05	10,05	-0,37	12,10	43 (22)	566 (22)	298 (25)
10	100	40	10,05	10,05	-0,21	13,07	40 (22)	554 (22)	385 (25)
11	100	40	10,05	10,05	-0,01	14,04	37 (22)	529 (22)	485 (25)
12	100	40	10,05	10,05	0,22	15,01	42 (25)	492 (22)	599 (25)
13	100	40	10,05	10,05	0,50	15,98	54 (25)	440 (22)	728 (25)
14	100	40	10,05	10,05	0,84	16,95	68 (25)	374 (22)	874 (25)
15	100	40	10,05	10,05	1,22	17,92	83 (25)	290 (22)	1038 (25)
16	100	40	10,05	10,05	1,66	18,89	103 (25)	186 (22)	1234 (25)
17	100	40	10,05	10,05	2,17	19,86	129 (25)	286 (25)	1480 (25)
18	100	40	10,05	10,05	2,74	20,83	165 (25)	912 (25)	1777 (25)
19	100	40	10,05	10,05	3,37	21,81	210 (25)	1925 (25)	2109 (25)
20	100	40	10,05	10,05	4,09	22,78	263 (25)	3348 (25)	2456 (25)
21	100	40	10,05	10,05	4,88	23,75	324 (25)	5154 (25)	2809 (25)
22	100	40	10,05	10,05	5,75	24,72	391 (25)	7315 (25)	3166 (25)
23	100	40	10,05	10,05	6,70	25,69	464 (25)	9814 (25)	3529 (25)
24	100	40	10,05	10,05	7,75	26,66	544 (25)	12645 (25)	3902 (25)
25	100	40	10,05	10,05	8,88	27,63	631 (25)	15809 (25)	4287 (25)



n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
26	100	40	10,05	10,05	10,12	28,60	724 (25)	19312 (25)	4686 (25)
27	100	40	10,05	10,05	11,46	29,57	825 (25)	23162 (25)	5101 (25)
28	100	40	10,05	10,05	12,90	30,54	934 (25)	27369 (25)	5534 (25)

### Mensola monte

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 14940 [kPa]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	50	10,18	10,18	-0,76	0,00	36 (22)	171 (22)	1872 (22)
2	100	50	10,18	10,18	-0,76	0,00	36 (22)	171 (22)	1872 (22)
3	100	50	10,18	10,18	-0,56	0,00	26 (22)	126 (22)	1381 (22)
4	100	50	10,18	10,18	-0,25	0,00	12 (22)	56 (22)	615 (22)
5	100	50	10,18	10,18	-0,06	0,00	3 (22)	14 (22)	154 (22)
6	100	50	10,18	10,18	0,00	0,00	0 (22)	0 (22)	0 (22)

### Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 13073 [kPa]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	50	10,05	10,05	0,00	0,00	0 (22)	0 (22)	0 (22)
2	100	50	10,05	10,05	0,20	0,00	10 (25)	506 (25)	43 (25)
3	100	50	10,05	10,05	0,81	0,00	39 (25)	2036 (25)	172 (25)
4	100	50	10,05	10,05	1,84	0,00	88 (25)	4603 (25)	388 (25)
5	100	50	10,05	10,05	3,28	0,00	157 (25)	8222 (25)	693 (25)
6	100	50	10,05	10,05	5,15	0,00	247 (25)	12910 (25)	1088 (25)
7	100	50	10,05	10,05	3,83	0,00	183 (22)	9589 (22)	808 (22)
8	100	50	10,05	10,05	3,53	0,00	169 (22)	8847 (22)	746 (22)
9	100	50	10,05	10,05	3,27	0,00	157 (22)	8203 (22)	691 (22)
10	100	50	10,05	10,05	3,06	0,00	147 (22)	7678 (22)	647 (22)
11	100	50	10,05	10,05	2,86	0,00	137 (22)	7171 (22)	604 (22)
12	100	50	10,05	10,05	2,63	0,00	126 (22)	6580 (22)	554 (22)
13	100	50	10,05	10,05	2,36	0,00	113 (22)	5923 (22)	499 (22)
14	100	50	10,05	10,05	2,08	0,00	100 (22)	5221 (22)	440 (22)
15	100	50	10,05	10,05	1,79	0,00	86 (22)	4493 (22)	379 (22)
16	100	50	10,05	10,05	1,50	0,00	72 (22)	3759 (22)	317 (22)
17	100	50	10,05	10,05	1,21	0,00	58 (22)	3037 (22)	256 (22)
18	100	50	10,05	10,05	0,94	0,00	45 (22)	2349 (22)	198 (22)
19	100	50	10,05	10,05	0,68	0,00	33 (22)	1713 (22)	144 (22)
20	100	50	10,05	10,05	0,46	0,00	22 (22)	1148 (22)	97 (22)
21	100	50	10,05	10,05	0,27	0,00	13 (22)	675 (22)	57 (22)
22	100	50	10,05	10,05	0,12	0,00	6 (22)	313 (22)	26 (22)
23	100	50	10,05	10,05	0,03	0,00	2 (22)	82 (22)	7 (22)
24	100	50	10,05	10,05	0,00	0,00	0 (22)	0 (22)	0 (22)

### Verifica a fessurazione

#### Simbologia adottata

- n° indice sezione
- Y ordinata sezione espressa in [m]
- B larghezza sezione espresso in [cm]
- H altezza sezione espressa in [cm]
- Af area ferri zona tesa espresso in [cmq]
- Aeff area efficace espressa in [cmq]
- M momento agente espressa in [kNm]
- Mpf momento di prima fessurazione espressa in [kNm]

$\varepsilon$  deformazione espresso in %  
 $Sm$  spaziatura tra le fessure espressa in [mm]  
 $w$  apertura delle fessure espressa in [mm]

### Combinazioni SLEF

#### Paramento

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.30$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	$\varepsilon$ [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	40	10,05	1700,00	-0,76	-91,08	0,000000	0,00	0,000 (21)
2	100	40	10,05	1700,00	-0,76	-91,14	0,000000	0,00	0,000 (21)
3	100	40	10,05	1700,00	-0,75	-91,21	0,000000	0,00	0,000 (21)
4	100	40	10,05	1700,00	-0,74	-91,27	0,000000	0,00	0,000 (21)
5	100	40	10,05	1700,00	-0,72	-91,34	0,000000	0,00	0,000 (21)
6	100	40	10,05	1700,00	-0,68	-91,40	0,000000	0,00	0,000 (21)
7	100	40	10,05	1700,00	-0,62	-91,47	0,000000	0,00	0,000 (21)
8	100	40	10,05	1700,00	-0,54	-91,53	0,000000	0,00	0,000 (21)
9	100	40	10,05	1700,00	-0,43	-91,60	0,000000	0,00	0,000 (21)
10	100	40	10,05	1700,00	-0,30	-91,67	0,000000	0,00	0,000 (21)
11	100	40	10,05	1700,00	-0,13	-91,73	0,000000	0,00	0,000 (21)
12	100	40	10,05	1700,00	0,08	91,79	0,000000	0,00	0,000 (21)
13	100	40	10,05	1700,00	0,34	91,86	0,000000	0,00	0,000 (21)
14	100	40	10,05	1700,00	0,63	91,93	0,000000	0,00	0,000 (21)
15	100	40	10,05	1700,00	0,98	91,99	0,000000	0,00	0,000 (21)
16	100	40	10,05	1700,00	1,38	92,06	0,000000	0,00	0,000 (21)
17	100	40	10,05	1700,00	1,84	92,13	0,000000	0,00	0,000 (21)
18	100	40	10,05	1700,00	2,35	92,19	0,000000	0,00	0,000 (21)
19	100	40	10,05	1700,00	2,93	92,25	0,000000	0,00	0,000 (21)
20	100	40	10,05	1700,00	3,58	92,32	0,000000	0,00	0,000 (21)
21	100	40	10,05	1700,00	4,31	92,39	0,000000	0,00	0,000 (21)
22	100	40	10,05	1700,00	5,10	92,45	0,000000	0,00	0,000 (21)
23	100	40	10,05	1700,00	5,98	92,52	0,000000	0,00	0,000 (21)
24	100	40	10,05	1700,00	6,96	92,58	0,000000	0,00	0,000 (21)
25	100	40	10,05	1700,00	8,03	92,65	0,000000	0,00	0,000 (21)
26	100	40	10,05	1700,00	9,22	92,72	0,000000	0,00	0,000 (21)
27	100	40	10,05	1700,00	10,53	92,78	0,000000	0,00	0,000 (21)
28	100	40	10,05	1700,00	11,98	92,85	0,000000	0,00	0,000 (21)

#### Mensola monte

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.30$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	$\varepsilon$ [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	50	10,18	1650,00	-0,76	-141,94	0,000000	0,00	0,000 (21)
2	100	50	10,18	1650,00	-0,76	-141,94	0,000000	0,00	0,000 (21)
3	100	50	10,18	1650,00	-0,56	-141,94	0,000000	0,00	0,000 (21)
4	100	50	10,18	1650,00	-0,25	-141,94	0,000000	0,00	0,000 (21)
5	100	50	10,18	1650,00	-0,06	-141,94	0,000000	0,00	0,000 (21)
6	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (21)

#### Fondazione

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.30$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	$\varepsilon$ [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (21)
2	100	50	10,05	1700,00	0,26	129,45	0,000000	0,00	0,000 (21)
3	100	50	10,05	1700,00	1,05	129,45	0,000000	0,00	0,000 (21)
4	100	50	10,05	1700,00	2,37	129,45	0,000000	0,00	0,000 (21)
5	100	50	10,05	1700,00	4,21	129,45	0,000000	0,00	0,000 (21)

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
6	100	50	10,05	1700,00	6,57	129,45	0,000000	0,00	0,000 (21)
7	100	50	10,05	1700,00	-3,76	-129,45	0,000000	0,00	0,000 (21)
8	100	50	10,05	1700,00	-3,66	-129,45	0,000000	0,00	0,000 (21)
9	100	50	10,05	1700,00	-3,45	-129,45	0,000000	0,00	0,000 (21)
10	100	50	10,05	1700,00	-3,15	-129,45	0,000000	0,00	0,000 (21)
11	100	50	10,05	1700,00	-2,81	-129,45	0,000000	0,00	0,000 (21)
12	100	50	10,05	1700,00	-2,46	-129,45	0,000000	0,00	0,000 (21)
13	100	50	10,05	1700,00	-2,13	-129,45	0,000000	0,00	0,000 (21)
14	100	50	10,05	1700,00	-1,82	-129,45	0,000000	0,00	0,000 (21)
15	100	50	10,05	1700,00	-1,51	-129,45	0,000000	0,00	0,000 (21)
16	100	50	10,05	1700,00	-1,23	-129,45	0,000000	0,00	0,000 (21)
17	100	50	10,05	1700,00	-0,97	-129,45	0,000000	0,00	0,000 (21)
18	100	50	10,05	1700,00	-0,73	-129,45	0,000000	0,00	0,000 (21)
19	100	50	10,05	1700,00	-0,52	-129,45	0,000000	0,00	0,000 (21)
20	100	50	10,05	1700,00	-0,34	-129,45	0,000000	0,00	0,000 (21)
21	100	50	10,05	1700,00	-0,20	-129,45	0,000000	0,00	0,000 (21)
22	100	50	10,05	1700,00	-0,09	-129,45	0,000000	0,00	0,000 (21)
23	100	50	10,05	1700,00	-0,02	-129,45	0,000000	0,00	0,000 (21)
24	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (21)

### Combinazioni SLEQ

#### Paramento

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.20$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	40	10,05	1700,00	-0,76	-91,08	0,000000	0,00	0,000 (22)
2	100	40	10,05	1700,00	-0,76	-91,14	0,000000	0,00	0,000 (22)
3	100	40	10,05	1700,00	-0,75	-91,21	0,000000	0,00	0,000 (22)
4	100	40	10,05	1700,00	-0,74	-91,27	0,000000	0,00	0,000 (22)
5	100	40	10,05	1700,00	-0,72	-91,34	0,000000	0,00	0,000 (22)
6	100	40	10,05	1700,00	-0,68	-91,40	0,000000	0,00	0,000 (22)
7	100	40	10,05	1700,00	-0,62	-91,47	0,000000	0,00	0,000 (22)
8	100	40	10,05	1700,00	-0,54	-91,53	0,000000	0,00	0,000 (22)
9	100	40	10,05	1700,00	-0,43	-91,60	0,000000	0,00	0,000 (22)
10	100	40	10,05	1700,00	-0,30	-91,67	0,000000	0,00	0,000 (22)
11	100	40	10,05	1700,00	-0,13	-91,73	0,000000	0,00	0,000 (22)
12	100	40	10,05	1700,00	0,08	91,79	0,000000	0,00	0,000 (22)
13	100	40	10,05	1700,00	0,34	91,86	0,000000	0,00	0,000 (22)
14	100	40	10,05	1700,00	0,63	91,93	0,000000	0,00	0,000 (22)
15	100	40	10,05	1700,00	0,98	91,99	0,000000	0,00	0,000 (22)
16	100	40	10,05	1700,00	1,38	92,06	0,000000	0,00	0,000 (22)
17	100	40	10,05	1700,00	1,84	92,13	0,000000	0,00	0,000 (22)
18	100	40	10,05	1700,00	2,35	92,19	0,000000	0,00	0,000 (22)
19	100	40	10,05	1700,00	2,93	92,25	0,000000	0,00	0,000 (22)
20	100	40	10,05	1700,00	3,58	92,32	0,000000	0,00	0,000 (22)
21	100	40	10,05	1700,00	4,31	92,39	0,000000	0,00	0,000 (22)
22	100	40	10,05	1700,00	5,10	92,45	0,000000	0,00	0,000 (22)
23	100	40	10,05	1700,00	5,98	92,52	0,000000	0,00	0,000 (22)
24	100	40	10,05	1700,00	6,94	92,58	0,000000	0,00	0,000 (22)
25	100	40	10,05	1700,00	7,99	92,65	0,000000	0,00	0,000 (22)
26	100	40	10,05	1700,00	9,13	92,71	0,000000	0,00	0,000 (22)
27	100	40	10,05	1700,00	10,37	92,78	0,000000	0,00	0,000 (22)
28	100	40	10,05	1700,00	11,70	92,85	0,000000	0,00	0,000 (22)

#### Mensola monte

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.20$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	50	10,18	1650,00	-0,76	-141,94	0,000000	0,00	0,000 (22)
2	100	50	10,18	1650,00	-0,76	-141,94	0,000000	0,00	0,000 (22)
3	100	50	10,18	1650,00	-0,56	-141,94	0,000000	0,00	0,000 (22)

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
4	100	50	10,18	1650,00	-0,25	-141,94	0,000000	0,00	0,000 (22)
5	100	50	10,18	1650,00	-0,06	-141,94	0,000000	0,00	0,000 (22)
6	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (22)

### Fondazione

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.20$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (22)
2	100	50	10,05	1700,00	0,18	129,45	0,000000	0,00	0,000 (22)
3	100	50	10,05	1700,00	0,73	129,45	0,000000	0,00	0,000 (22)
4	100	50	10,05	1700,00	1,66	129,45	0,000000	0,00	0,000 (22)
5	100	50	10,05	1700,00	2,97	129,45	0,000000	0,00	0,000 (22)
6	100	50	10,05	1700,00	4,68	129,45	0,000000	0,00	0,000 (22)
7	100	50	10,05	1700,00	3,83	129,45	0,000000	0,00	0,000 (22)
8	100	50	10,05	1700,00	3,53	129,45	0,000000	0,00	0,000 (22)
9	100	50	10,05	1700,00	3,27	129,45	0,000000	0,00	0,000 (22)
10	100	50	10,05	1700,00	3,06	129,45	0,000000	0,00	0,000 (22)
11	100	50	10,05	1700,00	2,86	129,45	0,000000	0,00	0,000 (22)
12	100	50	10,05	1700,00	2,63	129,45	0,000000	0,00	0,000 (22)
13	100	50	10,05	1700,00	2,36	129,45	0,000000	0,00	0,000 (22)
14	100	50	10,05	1700,00	2,08	129,45	0,000000	0,00	0,000 (22)
15	100	50	10,05	1700,00	1,79	129,45	0,000000	0,00	0,000 (22)
16	100	50	10,05	1700,00	1,50	129,45	0,000000	0,00	0,000 (22)
17	100	50	10,05	1700,00	1,21	129,45	0,000000	0,00	0,000 (22)
18	100	50	10,05	1700,00	0,94	129,45	0,000000	0,00	0,000 (22)
19	100	50	10,05	1700,00	0,68	129,45	0,000000	0,00	0,000 (22)
20	100	50	10,05	1700,00	0,46	129,45	0,000000	0,00	0,000 (22)
21	100	50	10,05	1700,00	0,27	129,45	0,000000	0,00	0,000 (22)
22	100	50	10,05	1700,00	0,12	129,45	0,000000	0,00	0,000 (22)
23	100	50	10,05	1700,00	0,03	129,45	0,000000	0,00	0,000 (22)
24	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (22)

## 10.4 PROGETTO E VERIFICA DELLA SEZIONE TIPO 3

### 10.4.1 Materiali

#### Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
<u>Calcestruzzo armato</u>	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
γ	Peso specifico, espresso in [kN/mc]
R <sub>ck</sub>	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
ν	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls teso/compresso

#### Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	γ	R <sub>ck</sub>	E	ν	n	ntc
				[kN/mc]	[kPa]	[kPa]			
5	C32/40	C32/40	B450C	24.5170	40000	33642648	0.30	15.00	0.50
6	C28/35	C28/35	B450C	24.5170	35000	32587986	0.30	15.00	0.50

#### Acciai

Descr	$f_{yk}$ [kPa]	$f_{uk}$ [kPa]
B450C	450000	540000

### 10.4.2 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 [m]	Y [m]	A [°]
1	0.00	0.00	0.000
2	7.85	0.40	2.917
3	19.85	0.70	1.432

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.000 [°]

### 10.4.3 Geometria muro

*Geometria paramento e fondazione*

Lunghezza muro 10.00 [m]

#### Paramento

Materiale	C32/40	
Altezza paramento	2.30	[m]
Altezza paramento libero	2.30	[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	[°]

#### Mensola di contrappeso

Posizione rispetto alla testa del muro	0.00	[m]
Lunghezza	0.30	[m]
Spessore all'estremità libera	0.50	[m]
Spessore all'incastro	0.50	[m]

#### Fondazione

Materiale	C28/35	
Lunghezza mensola di valle	0.50	[m]
Lunghezza mensola di monte	1.50	[m]
Lunghezza totale	2.40	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	0.50	[m]
Spessore magrone	0.15	[m]

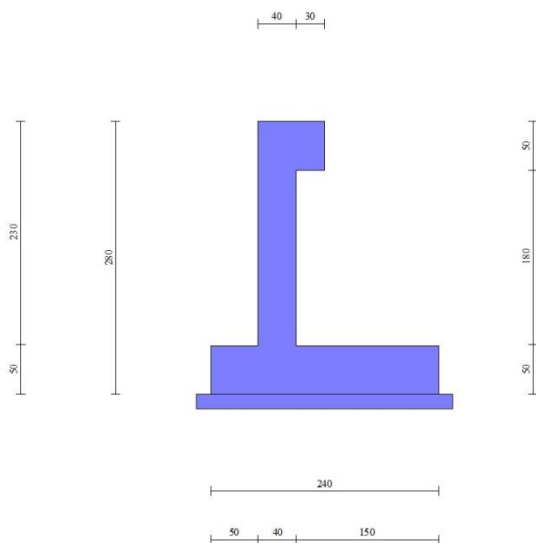


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

#### 10.4.4 Descrizione terreni

##### Parametri di resistenza

###### Simbologia adottata

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

###### Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix

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

$n^\circ$	Descr	$\gamma$ [kN/mc]	$\gamma_{sat}$ [kN/mc]	$\phi$ [°]	$\delta$ [°]	$c$ [kPa]	$c_a$ [kPa]	Cesp	$\tau_l$ [kPa]
1	Rilevato	19.0000	20.6000	37.000	24.667	0	0	---	---
2	Ug1a	19.0000	20.6000	30.000	20.000	3	2	---	---
3	Ug1<25m	20.0000	21.8000	37.000	24.667	0	0	---	---

##### Parametri di deformabilità

###### Simbologia adottata

$n^\circ$	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
$E$	Modulo elastico, espresso in [kPa]
$\nu$	Coeff. di Poisson
$E_d$	Modulo edometrico, espresso in [kPa]
CR	Rapporto di compressione
RR	Rapporto di ricompressione
OCR	Grado di sovraconsolidazione

$n^\circ$	Descr	$E$ [kPa]	$\nu$	$E_d$ [kPa]	CR	RR	OCR
1	Rilevato	100000	0.250	0	0.000	0.000	1.000

n°	Descr	E [kPa]	v	Ed [kPa]	CR	RR	OCR
2	Ug1a	25000	0.250	0	0.000	0.000	1.000
3	Ug1<25m	100000	0.250	0	0.000	0.000	1.000

### 10.4.5 Stratigrafia

#### Simbologia adottata

- n° Indice dello strato
- H Spessore dello strato espresso in [m]
- α Inclinazione espressa in [°]
- Terreno Terreno dello strato

#### 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')

Kst<sub>sta</sub>, Kst<sub>sis</sub> Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	α [°]	Terreno	Kw [Kg/cm <sup>3</sup> ]	Ks	Cesp	Kst <sub>sta</sub>	Kst <sub>sis</sub>
1	2.30	0.000	Rilevato	---	---	---	---	---
2	6.00	0.000	Ug1a	---	---	---	---	---
3	7.00	0.000	Ug1<25m	---	---	---	---	---

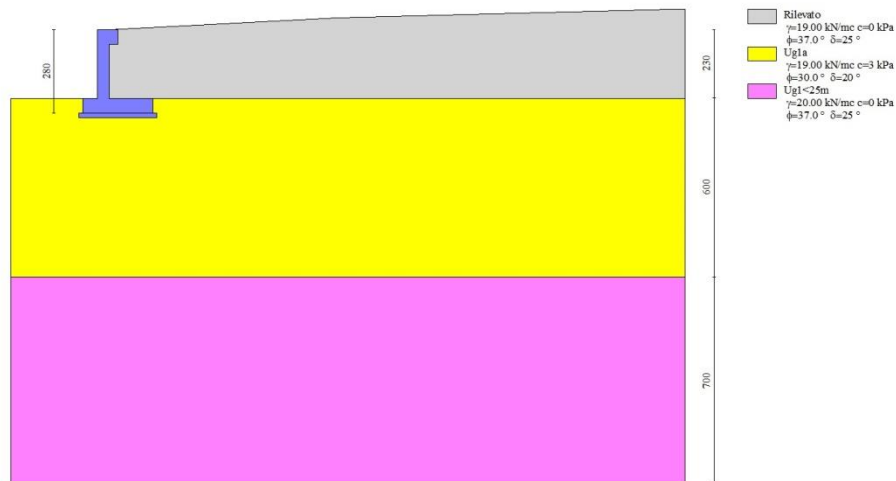


Fig. 2 - Stratigrafia

### 10.4.6 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]
- F<sub>x</sub> Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
- F<sub>y</sub> Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
- M Momento espresso in [kNm]

$X_i$ : Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]  
 $X_f$ : Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]  
 $Q_i$ : Intensità del carico per  $x=X_i$  espressa in [kN]  
 $Q_f$ : Intensità del carico per  $x=X_f$  espressa in [kN]

**Condizione n° 1 (TRAFFICO) - VARIABILE TF**

 Coeff. di combinazione  $\Psi_0=0.75 - \Psi_1=0.75 - \Psi_2=0.00$ 

Indice di raggruppamento 1

**Carichi sul terreno**

n°	Tipo	X	Fx	Fy	M	Xi	Xf	Qi	Qf
		[m]	[kN]	[kN]	[kNm]	[m]	[m]	[kN]	[kN]
1	Distribuito					1.50	19.85	30.0000	30.0000

**Condizione n° 2 (URTO) - ECCEZIONALE**
**Carichi sul muro**

n°	Tipo	Dest	X; Y	Fx	Fy	M	Xi	Xf	Qi	Qf
			[m]	[kN]	[kN]	[kNm]	[m]	[m]	[kN]	[kN]
1	Concentrato	Mensola contrappeso	-0.05; 0.00	14.1200	0.0000	14.1200				

**Carichi sul terreno**

n°	Tipo	X	Fx	Fy	M	Xi	Xf	Qi	Qf
		[m]	[kN]	[kN]	[kNm]	[m]	[m]	[kN]	[kN]
1	Distribuito					0.30	2.90	21.7200	21.7200

**Condizione n° 3 (traffico) - VARIABILE TF**

 Coeff. di combinazione  $\Psi_0=0.75 - \Psi_1=0.75 - \Psi_2=0.00$ 

Indice di raggruppamento 2

**Carichi sul terreno**

n°	Tipo	X	Fx	Fy	M	Xi	Xf	Qi	Qf
		[m]	[kN]	[kN]	[kNm]	[m]	[m]	[kN]	[kN]
1	Distribuito					0.30	19.85	30.0000	30.0000

**Condizione n° 4 (Condizione 4) - VARIABILE**

 Coeff. di combinazione  $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ 
**10.4.7 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			
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1,fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1,sfav}$	1.00	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2,fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2,sfav}$	1.00	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	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q,sfav}$	1.00	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	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT,sfav}$	1.00	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



Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi)}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione 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	$\gamma_\gamma$	1.00	1.00	1.00	1.00

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

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	--

### 10.4.8 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):

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + Q_{k1} + \Psi_{0,2} Q_{k2} + \Psi_{0,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione frequente, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

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

- Combinazione quasi permanente, impiegata per gli effetti di lungo periodo:

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

- 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. per 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
TRAFFICO	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
traffico	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H + V

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

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3) H - V

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

Combinazione n° 5 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
TRAFFICO	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
TRAFFICO	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
TRAFFICO	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
traffico	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
traffico	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 10 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
traffico	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
TRAFFICO	1.15	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 12 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
traffico	1.15	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 13 - GEO (A2-M2-R2) H + V

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

Combinazione n° 14 - GEO (A2-M2-R2) H - V

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

Combinazione n° 15 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
TRAFFICO	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 16 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
traffico	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 17 - EQU (A1-M1-R3) H + V

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

Combinazione n° 18 - EQU (A1-M1-R3) H - V

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

Combinazione n° 19 - ECC

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

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

#### Combinazione n° 20 - SLER

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

#### Combinazione n° 21 - SLEF

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
TRAFFICO	1.00	0.75	Sfavorevole

#### Combinazione n° 22 - SLEQ

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

#### Combinazione n° 23 - SLER

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

#### Combinazione n° 24 - SLEF

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
traffico	1.00	0.75	Sfavorevole

#### Combinazione n° 25 - SLEQ H + V

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

#### Combinazione n° 26 - SLEQ H - V

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

### 10.4.9 Dati sismici

Comune	Gallarate
Provincia	Varese
Regione	Lombardia
Latitudine	45.660202
Longitudine	8.793484

Indice punti di interpolazione	11367 - 11368 - 11146 - 11145
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	IV
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	100 anni

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	$a_g$	[m/s <sup>2</sup> ]	0.443	0.234
Accelerazione al suolo	$a_g/g$	[%]	0.045	0.024
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.634	2.589
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.302	0.207
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss	C	1.500	1.500
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St	T1	1.000	

Stato limite ...	Coeff. di riduzione $\beta_m$	kh	kv
Ultimo	0.380	2.574	1.287
Ultimo - Ribaltamento	0.570	3.861	1.930
Esercizio	0.470	1.684	0.842

Forma diagramma incremento sismico **Stessa forma del diagramma statico**

## Opzioni di calcolo

### Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta attiva
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

### Capacità portante

Metodo di calcolo della portanza	Hansen	
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 $\gamma_N$ )		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		

### Stabilità globale

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

Metodo di calcolo (per sole combinazioni SLD)	Richards-Elms
Spostamento limite	2.00 [cm]

### Cedimenti

Metodo di calcolo delle tensioni	Boussinesq
Metodo di calcolo dei cedimenti	Elastico
Profondità calcolo cedimenti	Automatica
$\Delta H$ massimo suddivisione strati	1.00 [m]

Specifiche per le verifiche nelle combinazioni allo Stato Limite Ultimo (SLU)

	SLU	Eccezionale
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50	1.00
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15	1.00

	SLU	Eccezionale
Fattore di riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00	1.00

### Specifiche per le verifiche nelle combinazioni allo Stato Limite di Esercizio (SLE)

#### **Paramento e fondazione muro**

Verifiche strutturali nelle combinazioni SLD eseguite. Struttura in classe d'uso III o IV

Condizioni ambientali Aggressive  
 Armatura ad aderenza migliorata SI

#### *Verifica a fessurazione*

Sensibilità armatura Poco sensibile

Metodo di calcolo aperture delle fessure NTC 2018 - CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP.

Valori limite aperture delle fessure:

$$w_1=0.20$$

$$w_2=0.30$$

$$w_3=0.40$$

#### *Verifica delle tensioni*

Valori limite delle tensioni nei materiali:

Combinazione	Calcestruzzo	Acciaio
Rara	0.60 $f_{ck}$	0.80 $f_{yk}$
Frequente	1.00 $f_{ck}$	1.00 $f_{yk}$
Quasi permanente	0.45 $f_{ck}$	1.00 $f_{yk}$

## Risultati per inviluppo

### 10.4.10 Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic Indice della combinazione

A Tipo azione

I Inclinazione della spinta, espressa in [°]

V Valore dell'azione, espressa in [kN]

C<sub>X</sub>, C<sub>Y</sub> Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]

P<sub>X</sub>, P<sub>Y</sub> Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	C <sub>X</sub> [kN]	C <sub>Y</sub> [kN]	P <sub>X</sub> [m]	P <sub>Y</sub> [m]
1	Spinta statica	53.05	23.39	48.69	21.06	1.50	-1.63
	Peso/Inerzia muro			0.00	55.65/0.00	0.09	-1.83
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	63.75/0.00	0.78	-1.17
	Peso/Inerzia terrapieno sulla mensola di contrappeso			0.00	0.04/0.00	0.20	0.01

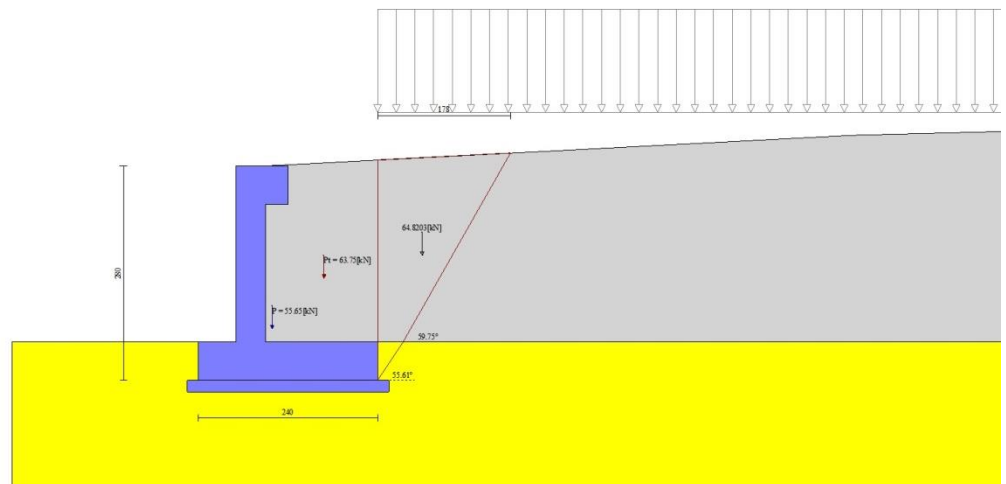


Fig. 3 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

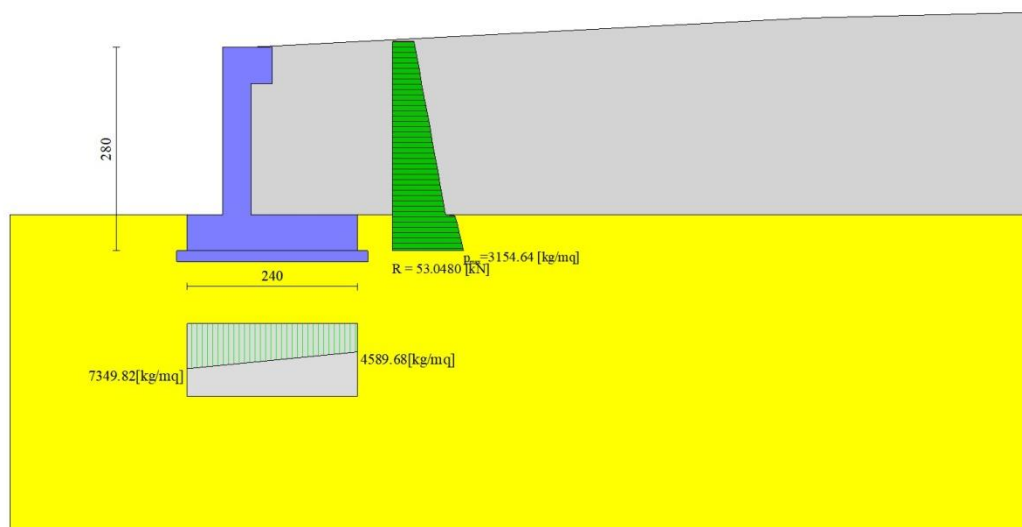


Fig. 4 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

### 10.4.11 Risultanti globali

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
M <sub>r</sub>	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
M <sub>s</sub>	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	M <sub>r</sub> [kNm]	M <sub>s</sub> [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	140.51	48.69	57.13	212.74	0.092
2 - STR (A1-M1-R3)	189.11	48.69	57.13	300.35	-0.086
3 - STR (A1-M1-R3)	128.83	21.43	21.50	183.11	-0.054
4 - STR (A1-M1-R3)	125.55	20.96	23.13	180.54	-0.054
5 - STR (A1-M1-R3)	176.34	48.69	57.13	261.40	0.042
6 - STR (A1-M1-R3)	159.64	48.69	57.13	244.91	0.024
7 - STR (A1-M1-R3)	157.20	48.69	57.13	229.23	0.105
8 - STR (A1-M1-R3)	224.94	48.69	57.13	349.00	-0.098
9 - STR (A1-M1-R3)	208.24	48.69	57.13	332.52	-0.122
10 - STR (A1-M1-R3)	205.80	48.69	57.13	316.83	-0.062
11 - GEO (A2-M2-R2)	137.29	51.45	61.26	205.02	0.153
12 - GEO (A2-M2-R2)	178.69	51.45	61.26	279.65	-0.022
13 - GEO (A2-M2-R2)	128.83	21.43	21.50	183.11	-0.054
14 - GEO (A2-M2-R2)	125.55	20.96	23.13	180.54	-0.054
15 - EQU (A1-M1-R3)	140.51	48.69	57.13	212.74	0.092
16 - EQU (A1-M1-R3)	189.11	48.69	57.13	300.35	-0.086
17 - EQU (A1-M1-R3)	129.89	23.67	24.20	184.86	-0.037
18 - EQU (A1-M1-R3)	124.98	22.95	26.65	181.01	-0.035
19 - ECC	158.50	44.01	88.88	240.36	0.244
20 - SLER	135.20	36.37	42.83	200.00	0.037
21 - SLEF	133.08	31.53	36.16	194.91	0.007
22 - SLEQ	126.72	17.02	16.15	179.65	-0.090
23 - SLER	171.20	36.37	42.83	264.89	-0.097
24 - SLEF	160.08	31.53	36.16	243.58	-0.096
25 - SLEQ	128.09	19.90	19.64	181.90	-0.067
26 - SLEQ	125.95	19.59	20.71	180.22	-0.066



**10.4.12 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>UPL</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>UPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		1.124		3.859			
2 - STR (A1-M1-R3)		1.488		3.401			
3 - STR (A1-M1-R3)	H + V	2.355		6.878			
4 - STR (A1-M1-R3)	H - V	2.352		7.080			
5 - STR (A1-M1-R3)		1.392		3.770			
6 - STR (A1-M1-R3)		1.267		4.094			
7 - STR (A1-M1-R3)		1.249		3.619			
8 - STR (A1-M1-R3)		1.756		3.058			
9 - STR (A1-M1-R3)		1.631		3.091			
10 - STR (A1-M1-R3)		1.612		3.373			
11 - GEO (A2-M2-R2)					1.401		
12 - GEO (A2-M2-R2)					1.393		
13 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				2.209		
14 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				2.212		
15 - EQU (A1-M1-R3)			3.724				
16 - EQU (A1-M1-R3)			5.258				
17 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		7.639				
18 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		6.793				
19 - ECC		1.393	2.704	3.343	1.974		

**Verifica a scorrimento fondazione**
**Simbologia adottata**

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

n°	Rsa [kN]	Rpt [kN]	Rps [kN]	Rp [kN]	Rt [kN]	R [kN]	T [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	54.74	0.00	0.00	--	--	54.74	48.69	1.124

**Verifica a carico limite**
**Simbologia adottata**

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

n°	N	Qu	Qd	FS
----	---	----	----	----

	[kN]	[kN]	[kN]	
8 - STR (A1-M1-R3)	224.94	687.97	491.41	3.058

### 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  
 r<sub>γ</sub> Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia  $0.5B\gamma N_{\gamma}$ , 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]  
 γ Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]  
 φ Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]  
 c Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]  
 Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Hansen).

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	r <sub>γ</sub>
8	30.140 18.401 15.070	0.622 0.642 0.532	1.083 1.060 1.000	1.000 1.000 1.000	1.000 1.000 1.000	-- -- --	-- -- --	--	--	0.798	0.980

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	γ [°]	φ [kN/mc ]	c [kPa]
8	0.50	2.40	2.08	19.00	30.00	3

### Verifica a ribaltamento

#### Simbologia adottata

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

n°	Ms [kNm]	Mr [kNm]	FS
19 - ECC	240.36	88.88	2.704

### 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

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
12 - GEO (A2-M2-R2)	-1.00; 1.50	4.98	1.393

**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 [kN]

Qy carico sulla striscia espresso in [kN]

Qf carico acqua sulla striscia espresso in [kN]

 $\alpha$  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 [kPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

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

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	$\alpha$ [°]	$\phi$ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	2.53	11.12	0.00	3.82 - 0.32	69.034	31.083	0	0.0	
2	6.76	11.12	0.00	0.32	60.698	31.083	0	0.0	
3	9.77	11.12	0.00	0.32	53.772	31.083	0	0.0	
4	12.11	11.12	0.00	0.32	47.872	31.083	0	0.0	
5	14.00	11.12	0.00	0.32	42.591	31.083	0	0.0	
6	15.58	11.12	0.00	0.32	37.729	24.791	2	0.0	
7	16.88	11.12	0.00	0.32	33.172	24.791	2	0.0	
8	18.69	11.12	0.00	0.32	28.841	24.791	2	0.0	
9	19.76	11.12	0.00	0.32	24.686	24.791	2	0.0	
10	20.48	11.12	0.00	0.32	20.665	24.791	2	0.0	
11	41.29	10.23	0.00	0.32	16.749	24.791	2	0.0	
12	20.59	0.00	0.00	0.32	12.912	24.791	2	0.0	
13	25.92	0.00	0.00	0.32	9.133	24.791	2	0.0	
14	8.39	0.00	0.00	0.32	5.395	24.791	2	0.0	
15	7.79	0.00	0.00	0.32	1.679	24.791	2	0.0	
16	7.22	0.00	0.00	0.32	-2.030	24.791	2	0.0	
17	7.08	0.00	0.00	0.32	-5.747	24.791	2	0.0	
18	6.82	0.00	0.00	0.32	-9.489	24.791	2	0.0	
19	6.42	0.00	0.00	0.32	-13.272	24.791	2	0.0	
20	5.88	0.00	0.00	0.32	-17.115	24.791	2	0.0	
21	5.20	0.00	0.00	0.32	-21.040	24.791	2	0.0	
22	4.36	0.00	0.00	0.32	-25.072	24.791	2	0.0	
23	3.34	0.00	0.00	0.32	-29.242	24.791	2	0.0	
24	2.13	0.00	0.00	0.32	-33.592	24.791	2	0.0	
25	0.70	0.00	0.00	-4.24 - 0.32	-36.832	24.791	2	0.0	

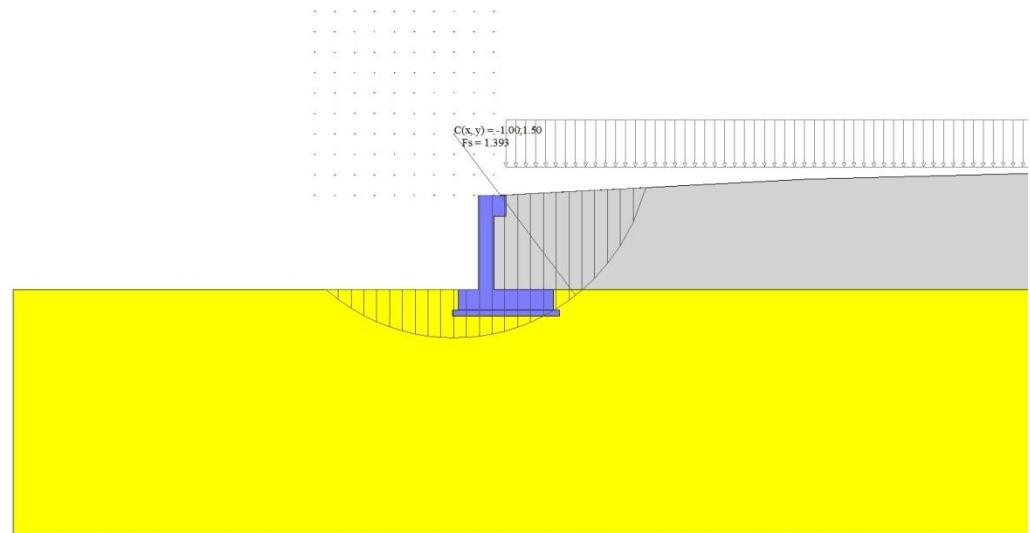


Fig. 5 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 12)

### 10.4.13 Sollecitazioni

#### Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.

T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle

M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

#### Paramento

n°	X [m]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]	T <sub>min</sub> [kN]	T <sub>max</sub> [kN]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]
1	0.00	4.33	5.63	0.00	14.12	-0.99	13.36
2	-0.10	5.30	6.91	0.02	14.16	-0.99	13.36
3	-0.20	6.27	8.18	0.08	14.27	-0.98	13.37
4	-0.30	7.24	9.46	0.18	14.48	-0.96	13.39
5	-0.40	8.21	10.73	0.32	14.81	-0.93	13.45
6	-0.50	9.17	12.01	0.50	15.26	-0.88	13.54
7	-0.60	10.14	13.28	0.72	15.80	-0.80	13.68
8	-0.70	11.11	14.56	0.99	16.44	-0.69	13.88
9	-0.80	12.08	15.83	1.29	17.14	-0.54	14.14
10	-0.90	13.05	17.11	1.63	17.90	-0.35	14.48
11	-1.00	14.01	18.38	2.01	18.70	-0.12	14.90
12	-1.10	14.98	19.66	2.43	19.55	0.13	15.40
13	-1.20	15.95	20.93	2.89	20.45	0.40	15.99
14	-1.30	16.92	22.21	3.40	21.39	0.71	16.67
15	-1.40	17.89	23.48	3.94	22.37	1.08	17.44
16	-1.50	18.85	24.76	4.52	23.40	1.50	18.32
17	-1.60	19.82	26.03	5.14	24.47	1.98	19.30
18	-1.70	20.79	27.31	5.80	25.58	2.53	20.39
19	-1.80	21.76	28.58	6.51	26.73	3.15	21.59
20	-1.90	22.73	29.86	7.25	27.92	3.83	22.91
21	-2.00	23.70	31.13	8.03	29.15	4.60	24.35
22	-2.10	24.66	32.41	8.86	30.43	5.44	25.92
23	-2.20	25.63	33.68	9.72	31.75	6.37	27.62
24	-2.30	26.60	34.96	10.62	33.10	7.39	29.45

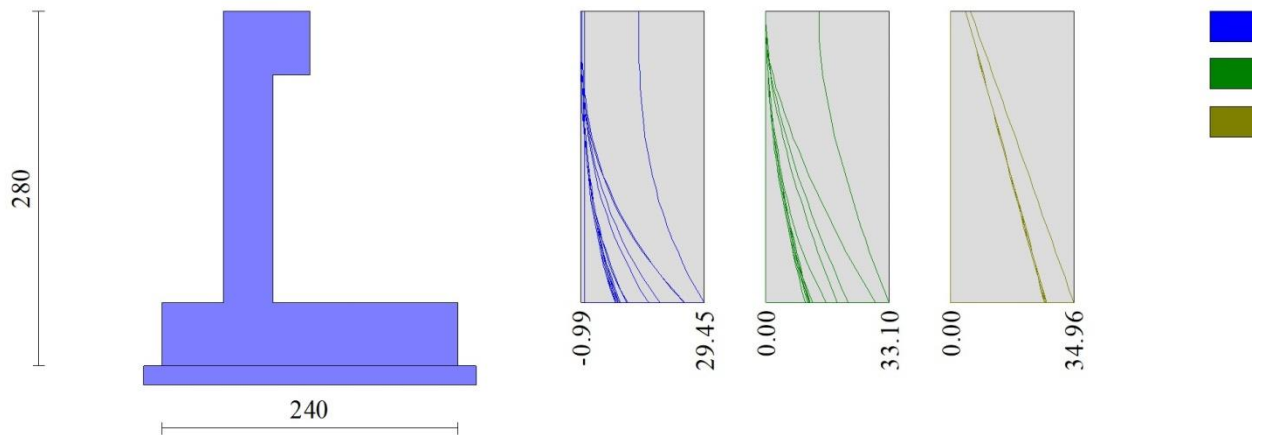


Fig. 6 - Paramento

Mensola monte

n°	X [m]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]	T <sub>min</sub> [kN]	T <sub>max</sub> [kN]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]
1	-0.05	0.00	14.12	4.33	5.63	-13.36	0.99
2	-0.05	0.00	0.00	4.33	5.63	0.76	0.99
3	0.00	0.00	0.00	3.72	4.84	0.56	0.73
4	0.10	0.00	0.00	2.49	3.24	0.25	0.32
5	0.20	0.00	0.00	1.25	1.63	0.06	0.08
6	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

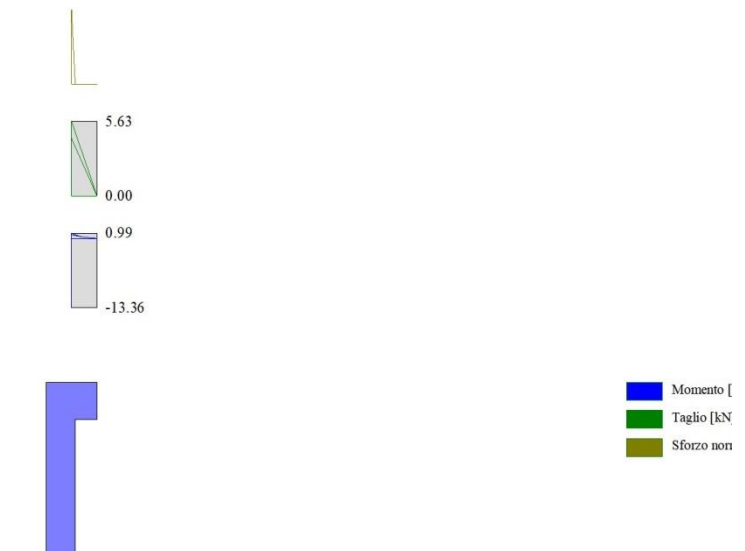


Fig. 7 - Mensola monte

Fondazione

n°	X [m]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]	T <sub>min</sub> [kN]	T <sub>max</sub> [kN]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]
1	-0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.80	0.00	0.00	2.91	9.24	0.14	0.46

n°	X [m]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]	T <sub>min</sub> [kN]	T <sub>max</sub> [kN]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]
3	-0.70	0.00	0.00	5.92	18.15	0.59	1.84
4	-0.60	0.00	0.00	9.03	26.72	1.33	4.08
5	-0.50	0.00	0.00	12.25	34.96	2.40	7.17
6	-0.40	0.00	0.00	15.55	42.86	3.79	11.06
7	0.00	0.00	0.00	-31.82	3.77	-36.14	3.61
8	0.10	0.00	0.00	-34.62	3.38	-33.90	3.25
9	0.20	0.00	0.00	-37.08	2.90	-31.36	2.94
10	0.30	0.00	0.00	-39.21	2.31	-28.57	2.68
11	0.40	0.00	0.00	-37.84	2.61	-24.70	2.43
12	0.50	0.00	0.00	-36.13	2.82	-20.98	2.16
13	0.60	0.00	0.00	-34.07	2.94	-17.46	1.87
14	0.70	0.00	0.00	-31.67	2.97	-14.16	1.57
15	0.80	0.00	0.00	-28.92	2.92	-11.12	1.28
16	0.90	0.00	0.00	-25.83	2.77	-8.38	0.99
17	1.00	0.00	0.00	-22.39	2.53	-5.96	0.73
18	1.10	0.00	0.00	-18.60	2.20	-3.91	0.49
19	1.20	0.00	0.00	-14.47	1.79	-2.25	0.29
20	1.30	0.00	0.00	-9.99	1.28	-1.02	0.13
21	1.40	0.00	0.00	-5.17	0.69	-0.26	0.04
22	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

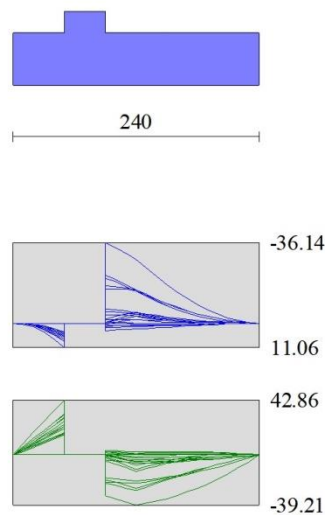


Fig. 8 - Fondazione

### 10.4.14 Verifiche strutturali

#### Verifiche a flessione

##### Elementi calcolati a trave

##### Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espressa in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Afi	area ferri inferiori espressa in [cmq]
Afs	area ferri superiori espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kNm]
N	sforzo normale agente espressa in [kN]
Mu	momento ultimi espresso in [kNm]
Nu	sforzo normale ultimo espressa in [kN]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

**Paramento**

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	100	40	10.05	10.05	13.36	4.33	162.00	52.55	12.125
2	100	40	10.05	10.05	13.36	5.31	164.08	65.26	12.280
3	100	40	10.05	10.05	13.37	6.30	166.20	78.26	12.431
4	100	40	10.05	10.05	13.39	7.28	168.36	91.45	12.569
5	100	40	10.05	10.05	13.45	8.26	170.53	104.72	12.683
6	100	40	10.05	10.05	13.54	9.24	172.68	117.84	12.756
7	100	40	10.05	10.05	13.68	10.22	174.76	130.57	12.778
8	100	40	10.05	10.05	13.88	11.20	176.73	142.63	12.736
9	100	40	10.05	10.05	14.14	12.18	178.55	153.76	12.625
10	100	40	10.05	10.05	14.48	13.16	180.19	163.73	12.441
11	100	40	10.05	10.05	14.90	14.14	181.59	172.34	12.187
12	100	40	10.05	10.05	15.40	15.12	182.76	179.45	11.867
13	100	40	10.05	10.05	15.99	16.10	183.66	184.98	11.488
14	100	40	10.05	10.05	16.67	17.08	184.30	188.90	11.058
15	100	40	10.05	10.05	17.44	18.06	184.69	191.27	10.589
16	100	40	10.05	10.05	18.32	19.04	184.84	192.16	10.090
17	100	40	10.05	10.05	19.30	20.02	184.76	191.71	9.574
18	100	40	10.05	10.05	20.39	21.01	184.50	190.08	9.049
19	100	40	10.05	10.05	21.59	21.99	184.06	187.43	8.525
20	100	40	10.05	10.05	22.91	22.97	183.49	183.93	8.009
21	100	40	10.05	10.05	24.35	23.95	182.81	179.76	7.507
22	100	40	10.05	10.05	25.92	24.93	182.04	175.08	7.023
23	100	40	10.05	10.05	27.62	25.91	181.21	170.01	6.562
24	100	40	10.05	10.05	29.45	26.89	180.34	164.68	6.124

**Mensola monte**

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	100	50	10.18	10.18	13.36	14.12	254.41	268.87	19.042
2	100	50	10.18	10.18	-0.99	0.00	-169.85	0.00	172.018
3	100	50	10.18	10.18	-0.73	0.00	-169.85	0.00	233.170
4	100	50	10.18	10.18	-0.32	0.00	-169.85	0.00	523.276
5	100	50	10.18	10.18	-0.08	0.00	-169.85	0.00	2087.706
6	100	50	10.18	10.18	0.00	0.00	0.00	0.00	100000.000

**Fondazione**

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	100	50	10.05	10.05	0.00	0.00	0.00	0.00	100000.000
2	100	50	10.05	10.05	0.46	0.00	193.67	0.00	416.525
3	100	50	10.05	10.05	1.84	0.00	193.67	0.00	105.401
4	100	50	10.05	10.05	4.08	0.00	193.67	0.00	47.423
5	100	50	10.05	10.05	7.17	0.00	193.67	0.00	27.009
6	100	50	10.05	10.05	11.06	0.00	193.67	0.00	17.504
7	100	50	10.05	10.05	-36.14	0.00	-193.67	0.00	5.359
8	100	50	10.05	10.05	-33.90	0.00	-193.67	0.00	5.713
9	100	50	10.05	10.05	-31.36	0.00	-193.67	0.00	6.175
10	100	50	10.05	10.05	-28.57	0.00	-193.67	0.00	6.779
11	100	50	10.05	10.05	-24.70	0.00	-193.67	0.00	7.841
12	100	50	10.05	10.05	-20.98	0.00	-193.67	0.00	9.229
13	100	50	10.05	10.05	-17.46	0.00	-193.67	0.00	11.091
14	100	50	10.05	10.05	-14.16	0.00	-193.67	0.00	13.674
15	100	50	10.05	10.05	-11.12	0.00	-193.67	0.00	17.410
16	100	50	10.05	10.05	-8.38	0.00	-193.67	0.00	23.115
17	100	50	10.05	10.05	-5.96	0.00	-193.67	0.00	32.486
18	100	50	10.05	10.05	-3.91	0.00	-193.67	0.00	49.570

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
19	100	50	10.05	10.05	-2.25	0.00	-193.67	0.00	86.106
20	100	50	10.05	10.05	-1.02	0.00	-193.67	0.00	189.400
21	100	50	10.05	10.05	-0.26	0.00	-193.67	0.00	741.011
22	100	50	10.05	10.05	0.00	0.00	0.00	0.00	100000.00

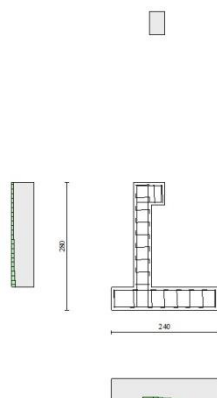


Fig. 9 - Paramento (Inviluppo)

### Verifiche a taglio

#### Simbologia adottata

Is	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
A <sub>sw</sub>	area ferri a taglio espresso in [cmq]
cotθ	inclinazione delle bielle compresse, θ      inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
V <sub>Rcd</sub>	resistenza di progetto a 'taglio compressione' espressa in [kN]
V <sub>Rsd</sub>	resistenza di progetto a 'taglio trazione' espressa in [kN]
V <sub>Rd</sub>	resistenza di progetto a taglio espresso in [kN]. Per elementi con armature trasversali resistenti al taglio (A <sub>sw</sub> >0.0)
V <sub>Rd</sub>	=min(V <sub>Rcd</sub> , V <sub>Rsd</sub> ).
T	taglio agente espressa in [kN]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione resistente e sollecitazione agente)

### Paramento

n°	B [cm]	H [cm]	A <sub>sw</sub> [cmq]	cotθ	V <sub>Rcd</sub> [kN]	V <sub>Rsd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
1	100	40	0.00	--	0.00	0.00	196.44	14.12	13.912
2	100	40	0.00	--	0.00	0.00	196.57	14.16	13.884
3	100	40	0.00	--	0.00	0.00	196.69	14.27	13.783
4	100	40	0.00	--	0.00	0.00	196.82	14.48	13.594
5	100	40	0.00	--	0.00	0.00	196.94	14.81	13.299
6	100	40	0.00	--	0.00	0.00	197.07	15.26	12.917
7	100	40	0.00	--	0.00	0.00	197.19	15.80	12.477
8	100	40	0.00	--	0.00	0.00	197.32	16.44	12.000
9	100	40	0.00	--	0.00	0.00	197.44	17.14	11.518
10	100	40	0.00	--	0.00	0.00	197.57	17.90	11.040
11	100	40	0.00	--	0.00	0.00	197.69	18.70	10.572
12	100	40	0.00	--	0.00	0.00	197.82	19.55	10.118



n°	B [cm]	H [cm]	A <sub>sw</sub> [cmq]	cotθ	V <sub>Rcd</sub> [kN]	V <sub>Rsd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
13	100	40	0.00	--	0.00	0.00	197.94	20.45	9.681
14	100	40	0.00	--	0.00	0.00	198.07	21.39	9.261
15	100	40	0.00	--	0.00	0.00	198.19	22.37	8.860
16	100	40	0.00	--	0.00	0.00	198.32	23.40	8.476
17	100	40	0.00	--	0.00	0.00	198.44	24.47	8.111
18	100	40	0.00	--	0.00	0.00	198.57	25.58	7.764
19	100	40	0.00	--	0.00	0.00	198.69	26.73	7.434
20	100	40	0.00	--	0.00	0.00	198.82	27.92	7.121
21	100	40	0.00	--	0.00	0.00	198.94	29.15	6.824
22	100	40	0.00	--	0.00	0.00	199.07	30.43	6.542
23	100	40	0.00	--	0.00	0.00	199.19	31.75	6.274
24	100	40	0.00	--	0.00	0.00	199.32	33.10	6.021

**Mensola monte**

n°	B [cm]	H [cm]	A <sub>sw</sub> [cmq]	cotθ	V <sub>Rcd</sub> [kN]	V <sub>Rsd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
1	100	50	0.00	--	0.00	0.00	221.33	5.63	39.283
2	100	50	0.00	--	0.00	0.00	221.33	5.63	39.283
3	100	50	0.00	--	0.00	0.00	221.33	4.84	45.753
4	100	50	0.00	--	0.00	0.00	221.33	3.24	68.363
5	100	50	0.00	--	0.00	0.00	221.33	1.63	136.196
6	100	50	0.00	--	0.00	0.00	221.33	0.00	100.000

**Fondazione**

n°	B [cm]	H [cm]	A <sub>sw</sub> [cmq]	cotθ	V <sub>Rcd</sub> [kN]	V <sub>Rsd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
1	100	50	0.00	--	0.00	0.00	210.82	0.00	100.000
2	100	50	0.00	--	0.00	0.00	210.82	-9.24	22.808
3	100	50	0.00	--	0.00	0.00	210.82	-18.15	11.615
4	100	50	0.00	--	0.00	0.00	210.82	-26.72	7.889
5	100	50	0.00	--	0.00	0.00	210.82	-34.96	6.031
6	100	50	0.00	--	0.00	0.00	210.82	-42.86	4.919
7	100	50	0.00	--	0.00	0.00	210.82	-31.82	6.626
8	100	50	0.00	--	0.00	0.00	210.82	-34.62	6.090
9	100	50	0.00	--	0.00	0.00	210.82	-37.08	5.686
10	100	50	0.00	--	0.00	0.00	210.82	-39.21	5.377
11	100	50	0.00	--	0.00	0.00	210.82	-37.84	5.571
12	100	50	0.00	--	0.00	0.00	210.82	-36.13	5.835
13	100	50	0.00	--	0.00	0.00	210.82	-34.07	6.187
14	100	50	0.00	--	0.00	0.00	210.82	-31.67	6.657
15	100	50	0.00	--	0.00	0.00	210.82	-28.92	7.290
16	100	50	0.00	--	0.00	0.00	210.82	-25.83	8.163
17	100	50	0.00	--	0.00	0.00	210.82	-22.39	9.417
18	100	50	0.00	--	0.00	0.00	210.82	-18.60	11.334
19	100	50	0.00	--	0.00	0.00	210.82	-14.47	14.570
20	100	50	0.00	--	0.00	0.00	210.82	-9.99	21.099
21	100	50	0.00	--	0.00	0.00	210.82	-5.17	40.787
22	100	50	0.00	--	0.00	0.00	210.82	0.00	100.000

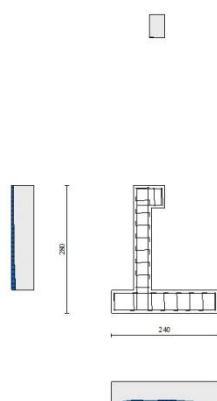


Fig. 10 - Paramento (Inviluppo)

### Verifica delle tensioni

#### Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione, espressa in [m]
B	larghezza sezione, espressa in [cm]
H	altezza sezione, espressa in [cm]
Afi	area ferri inferiori, espresso in [cmq]
Afs	area ferri superiori, espressa in [cmq]
M	momento agente, espressa in [kNm]
N	sforzo normale agente, espressa in [kN]
$\sigma_c$	tensione di compressione nel cls, espressa in [kPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nei ferri inferiori, espressa in [kPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nei ferri superiori, espressa in [kPa]

### Combinazioni SLER

#### Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 19920	[kPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	360000 [kPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	$\sigma_c$ [kPa]	$\sigma_{fi}$ [kPa]	$\sigma_{fs}$ [kPa]
1	100	40	10.05	10.05	-0.76	4.33	49 (20)	460 (20)	591 (20)
2	100	40	10.05	10.05	-0.76	5.31	46 (20)	483 (20)	340 (20)
3	100	40	10.05	10.05	-0.75	6.30	45 (20)	501 (20)	169 (20)
4	100	40	10.05	10.05	-0.74	7.28	44 (20)	518 (20)	54 (20)
5	100	40	10.05	10.05	-0.65	8.26	44 (20)	535 (20)	61 (23)
6	100	40	10.05	10.05	-0.54	9.24	45 (20)	551 (20)	139 (23)
7	100	40	10.05	10.05	-0.37	10.22	45 (20)	564 (20)	232 (23)
8	100	40	10.05	10.05	-0.12	11.20	44 (20)	569 (20)	350 (23)
9	100	40	10.05	10.05	0.21	12.18	43 (20)	565 (20)	495 (23)
10	100	40	10.05	10.05	0.62	13.16	52 (23)	550 (20)	670 (23)
11	100	40	10.05	10.05	1.13	14.14	72 (23)	523 (20)	880 (23)
12	100	40	10.05	10.05	1.74	15.12	104 (23)	482 (20)	1171 (23)
13	100	40	10.05	10.05	2.46	16.10	152 (23)	1344 (23)	1540 (23)
14	100	40	10.05	10.05	3.28	17.08	215 (23)	3071 (23)	1931 (23)
15	100	40	10.05	10.05	4.21	18.06	287 (23)	5382 (23)	2318 (23)

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
16	100	40	10.05	10.05	5.26	19.04	368 (23)	8187 (23)	2707 (23)
17	100	40	10.05	10.05	6.44	20.02	457 (23)	11447 (23)	3106 (23)
18	100	40	10.05	10.05	7.73	21.01	555 (23)	15154 (23)	3520 (23)
19	100	40	10.05	10.05	9.16	21.99	663 (23)	19309 (23)	3954 (23)
20	100	40	10.05	10.05	10.73	22.97	781 (23)	23919 (23)	4411 (23)
21	100	40	10.05	10.05	12.43	23.95	908 (23)	28995 (23)	4892 (23)
22	100	40	10.05	10.05	14.27	24.93	1046 (23)	34548 (23)	5401 (23)
23	100	40	10.05	10.05	16.26	25.91	1195 (23)	40589 (23)	5937 (23)
24	100	40	10.05	10.05	18.41	26.89	1355 (23)	47132 (23)	6503 (23)

### Mensola monte

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 19920 [kPa]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 360000 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	50	10.18	10.18	-0.76	0.00	36 (20)	171 (20)	1872 (20)
2	100	50	10.18	10.18	-0.76	0.00	36 (20)	171 (20)	1872 (20)
3	100	50	10.18	10.18	-0.56	0.00	26 (20)	126 (20)	1381 (20)
4	100	50	10.18	10.18	-0.25	0.00	12 (20)	56 (20)	615 (20)
5	100	50	10.18	10.18	-0.06	0.00	3 (20)	14 (20)	154 (20)
6	100	50	10.18	10.18	0.00	0.00	0 (20)	0 (20)	0 (20)

### Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 17430 [kPa]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 360000 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	50	10.05	10.05	0.00	0.00	0 (20)	0 (20)	0 (20)
2	100	50	10.05	10.05	0.25	0.00	12 (20)	617 (20)	52 (20)
3	100	50	10.05	10.05	0.98	0.00	47 (20)	2459 (20)	207 (20)
4	100	50	10.05	10.05	2.20	0.00	105 (20)	5516 (20)	465 (20)
5	100	50	10.05	10.05	3.90	0.00	187 (20)	9777 (20)	824 (20)
6	100	50	10.05	10.05	6.08	0.00	291 (20)	15231 (20)	1284 (20)
7	100	50	10.05	10.05	-3.70	0.00	177 (20)	780 (20)	9262 (20)
8	100	50	10.05	10.05	-3.58	0.00	172 (20)	756 (20)	8972 (20)
9	100	50	10.05	10.05	-3.36	0.00	161 (20)	709 (20)	8413 (20)
10	100	50	10.05	10.05	-3.08	0.00	147 (23)	650 (23)	7713 (23)
11	100	50	10.05	10.05	-2.65	0.00	127 (20)	561 (20)	6653 (20)
12	100	50	10.05	10.05	-2.28	0.00	109 (20)	482 (20)	5723 (20)
13	100	50	10.05	10.05	-1.92	0.00	92 (20)	406 (20)	4817 (20)
14	100	50	10.05	10.05	-1.58	0.00	76 (20)	333 (20)	3949 (20)
15	100	50	10.05	10.05	-1.25	0.00	60 (20)	264 (20)	3134 (20)
16	100	50	10.05	10.05	-0.95	0.00	46 (20)	201 (20)	2383 (20)
17	100	50	10.05	10.05	-0.68	0.00	33 (20)	144 (20)	1711 (20)
18	100	50	10.05	10.05	-0.45	0.00	22 (20)	95 (20)	1131 (20)
19	100	50	10.05	10.05	-0.26	0.00	13 (20)	55 (20)	656 (20)
20	100	50	10.05	10.05	-0.12	0.00	6 (20)	25 (20)	301 (20)
21	100	50	10.05	10.05	0.00	0.00	1 (20)	10 (23)	77 (20)
22	100	50	10.05	10.05	0.00	0.00	0 (20)	0 (20)	0 (20)

### Combinazioni SLEF

#### Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 33200 [kPa]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	$\sigma_c$ [kPa]	$\sigma_{fi}$ [kPa]	$\sigma_{fs}$ [kPa]
1	100	40	10.05	10.05	-0.76	4.33	49 (21)	460 (21)	591 (21)
2	100	40	10.05	10.05	-0.76	5.31	46 (21)	483 (21)	340 (21)
3	100	40	10.05	10.05	-0.75	6.30	45 (21)	501 (21)	169 (21)
4	100	40	10.05	10.05	-0.74	7.28	44 (21)	518 (21)	54 (21)
5	100	40	10.05	10.05	-0.67	8.26	44 (21)	535 (21)	52 (24)
6	100	40	10.05	10.05	-0.58	9.24	45 (21)	551 (21)	126 (24)
7	100	40	10.05	10.05	-0.44	10.22	45 (21)	564 (21)	209 (24)
8	100	40	10.05	10.05	-0.23	11.20	44 (21)	569 (21)	312 (24)
9	100	40	10.05	10.05	0.04	12.18	43 (21)	565 (21)	438 (24)
10	100	40	10.05	10.05	0.39	13.16	44 (24)	550 (21)	590 (24)
11	100	40	10.05	10.05	0.81	14.14	61 (24)	523 (21)	768 (24)
12	100	40	10.05	10.05	1.32	15.12	82 (24)	482 (21)	984 (24)
13	100	40	10.05	10.05	1.92	16.10	115 (24)	427 (21)	1279 (24)
14	100	40	10.05	10.05	2.62	17.08	162 (24)	1447 (24)	1639 (24)
15	100	40	10.05	10.05	3.41	18.06	222 (24)	3088 (24)	2017 (24)
16	100	40	10.05	10.05	4.30	19.04	291 (24)	5255 (24)	2395 (24)
17	100	40	10.05	10.05	5.30	20.02	368 (24)	7876 (24)	2774 (24)
18	100	40	10.05	10.05	6.41	21.01	453 (24)	10917 (24)	3162 (24)
19	100	40	10.05	10.05	7.63	21.99	545 (24)	14370 (24)	3563 (24)
20	100	40	10.05	10.05	8.97	22.97	647 (24)	18235 (24)	3981 (24)
21	100	40	10.05	10.05	10.44	23.95	757 (24)	22519 (24)	4419 (24)
22	100	40	10.05	10.05	12.03	24.93	877 (24)	27232 (24)	4880 (24)
23	100	40	10.05	10.05	13.76	25.91	1006 (24)	32384 (24)	5365 (24)
24	100	40	10.05	10.05	15.62	26.89	1145 (24)	37988 (24)	5876 (24)

#### Mensola monte

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 33200 [kPa]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	$\sigma_c$ [kPa]	$\sigma_{fi}$ [kPa]	$\sigma_{fs}$ [kPa]
1	100	50	10.18	10.18	-0.76	0.00	36 (21)	171 (21)	1872 (21)
2	100	50	10.18	10.18	-0.76	0.00	36 (21)	171 (21)	1872 (21)
3	100	50	10.18	10.18	-0.56	0.00	26 (21)	126 (21)	1381 (21)
4	100	50	10.18	10.18	-0.25	0.00	12 (21)	56 (21)	615 (21)
5	100	50	10.18	10.18	-0.06	0.00	3 (21)	14 (21)	154 (21)
6	100	50	10.18	10.18	0.00	0.00	0 (21)	0 (21)	0 (21)

#### Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 29050 [kPa]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	$\sigma_c$ [kPa]	$\sigma_{fi}$ [kPa]	$\sigma_{fs}$ [kPa]
1	100	50	10.05	10.05	0.00	0.00	0 (21)	0 (21)	0 (21)
2	100	50	10.05	10.05	0.22	0.00	11 (21)	553 (21)	47 (21)
3	100	50	10.05	10.05	0.88	0.00	42 (21)	2211 (21)	186 (21)
4	100	50	10.05	10.05	1.98	0.00	95 (21)	4973 (21)	419 (21)
5	100	50	10.05	10.05	3.52	0.00	169 (21)	8835 (21)	744 (21)
6	100	50	10.05	10.05	5.50	0.00	264 (21)	13796 (21)	1163 (21)
7	100	50	10.05	10.05	0.81	0.00	90 (21)	2028 (24)	4686 (21)
8	100	50	10.05	10.05	-1.87	0.00	90 (21)	395 (21)	4693 (21)
9	100	50	10.05	10.05	-1.78	0.00	85 (21)	377 (21)	4471 (21)
10	100	50	10.05	10.05	-1.64	0.00	79 (24)	346 (24)	4109 (24)
11	100	50	10.05	10.05	-1.38	0.00	66 (21)	292 (21)	3469 (21)
12	100	50	10.05	10.05	-1.17	0.00	56 (21)	248 (21)	2942 (21)
13	100	50	10.05	10.05	-0.97	0.00	47 (21)	206 (21)	2443 (21)
14	100	50	10.05	10.05	-0.79	0.00	38 (21)	167 (21)	1978 (21)
15	100	50	10.05	10.05	-0.62	0.00	30 (21)	131 (21)	1551 (21)
16	100	50	10.05	10.05	0.04	0.00	22 (21)	108 (24)	1166 (21)
17	100	50	10.05	10.05	0.08	0.00	16 (21)	207 (24)	829 (21)

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
18	100	50	10.05	10.05	0.09	0.00	10 (21)	216 (24)	542 (21)
19	100	50	10.05	10.05	0.07	0.00	6 (21)	169 (24)	312 (21)
20	100	50	10.05	10.05	0.04	0.00	3 (21)	96 (24)	142 (21)
21	100	50	10.05	10.05	0.01	0.00	1 (21)	29 (24)	36 (21)
22	100	50	10.05	10.05	0.00	0.00	0 (21)	0 (21)	0 (21)

### Combinazioni SLEQ

#### Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 14940 [kPa]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	40	10.05	10.05	-0.76	4.33	49 (22)	460 (22)	591 (22)
2	100	40	10.05	10.05	-0.76	5.31	46 (22)	483 (22)	340 (26)
3	100	40	10.05	10.05	-0.75	6.30	45 (22)	501 (22)	169 (22)
4	100	40	10.05	10.05	-0.74	7.28	44 (22)	518 (22)	54 (22)
5	100	40	10.05	10.05	-0.70	8.29	44 (22)	535 (22)	39 (25)
6	100	40	10.05	10.05	-0.65	9.28	45 (22)	551 (22)	104 (25)
7	100	40	10.05	10.05	-0.58	10.27	45 (22)	564 (22)	163 (25)
8	100	40	10.05	10.05	-0.48	11.26	44 (22)	569 (22)	231 (25)
9	100	40	10.05	10.05	-0.35	12.25	43 (22)	565 (22)	310 (25)
10	100	40	10.05	10.05	-0.18	13.23	40 (22)	550 (22)	401 (25)
11	100	40	10.05	10.05	0.03	14.22	36 (22)	523 (22)	505 (25)
12	100	40	10.05	10.05	0.28	15.21	45 (25)	482 (22)	624 (25)
13	100	40	10.05	10.05	0.58	16.20	57 (25)	427 (22)	759 (25)
14	100	40	10.05	10.05	0.93	17.19	72 (25)	355 (22)	912 (25)
15	100	40	10.05	10.05	1.33	18.18	88 (25)	265 (22)	1085 (25)
16	100	40	10.05	10.05	1.80	19.17	109 (25)	144 (22)	1298 (25)
17	100	40	10.05	10.05	2.33	20.16	139 (25)	439 (25)	1565 (25)
18	100	40	10.05	10.05	2.93	21.15	178 (25)	1192 (25)	1881 (25)
19	100	40	10.05	10.05	3.61	22.13	227 (25)	2363 (25)	2226 (25)
20	100	40	10.05	10.05	4.36	23.12	284 (25)	3953 (25)	2582 (25)
21	100	40	10.05	10.05	5.19	24.11	349 (25)	5929 (25)	2943 (25)
22	100	40	10.05	10.05	6.11	25.10	419 (25)	8266 (25)	3309 (25)
23	100	40	10.05	10.05	7.12	26.09	497 (25)	10949 (25)	3683 (25)
24	100	40	10.05	10.05	8.23	27.08	581 (25)	13977 (25)	4067 (25)

#### Mensola monte

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 14940 [kPa]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	50	10.18	10.18	-0.76	0.00	36 (22)	171 (22)	1872 (22)
2	100	50	10.18	10.18	-0.76	0.00	36 (22)	171 (22)	1872 (22)
3	100	50	10.18	10.18	-0.56	0.00	26 (22)	126 (22)	1381 (22)
4	100	50	10.18	10.18	-0.25	0.00	12 (22)	56 (22)	615 (22)
5	100	50	10.18	10.18	-0.06	0.00	3 (22)	14 (22)	154 (22)
6	100	50	10.18	10.18	0.00	0.00	0 (22)	0 (22)	0 (22)

#### Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 13073 [kPa]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
----	---	---	-----	-----	---	---	------------	---------------	---------------

	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	50	10.05	10.05	0.00	0.00	0 (22)	0 (22)	0 (22)
2	100	50	10.05	10.05	0.16	0.00	8 (25)	407 (25)	34 (25)
3	100	50	10.05	10.05	0.65	0.00	31 (25)	1639 (25)	138 (25)
4	100	50	10.05	10.05	1.48	0.00	71 (25)	3717 (25)	313 (25)
5	100	50	10.05	10.05	2.66	0.00	127 (25)	6657 (25)	561 (25)
6	100	50	10.05	10.05	4.18	0.00	200 (25)	10479 (25)	883 (25)
7	100	50	10.05	10.05	3.61	0.00	173 (22)	9051 (22)	763 (22)
8	100	50	10.05	10.05	3.25	0.00	156 (22)	8153 (22)	687 (22)
9	100	50	10.05	10.05	2.94	0.00	141 (22)	7364 (22)	621 (22)
10	100	50	10.05	10.05	2.68	0.00	128 (22)	6710 (22)	565 (22)
11	100	50	10.05	10.05	2.43	0.00	116 (22)	6091 (22)	513 (22)
12	100	50	10.05	10.05	2.16	0.00	103 (22)	5408 (22)	456 (22)
13	100	50	10.05	10.05	1.87	0.00	90 (22)	4684 (22)	395 (22)
14	100	50	10.05	10.05	1.57	0.00	75 (22)	3940 (22)	332 (22)
15	100	50	10.05	10.05	1.28	0.00	61 (22)	3200 (22)	270 (22)
16	100	50	10.05	10.05	0.99	0.00	48 (22)	2486 (22)	209 (22)
17	100	50	10.05	10.05	0.73	0.00	35 (22)	1820 (22)	153 (22)
18	100	50	10.05	10.05	0.49	0.00	23 (22)	1225 (22)	103 (22)
19	100	50	10.05	10.05	0.29	0.00	14 (22)	723 (22)	61 (22)
20	100	50	10.05	10.05	0.13	0.00	6 (22)	336 (22)	28 (22)
21	100	50	10.05	10.05	0.04	0.00	2 (22)	88 (22)	7 (22)
22	100	50	10.05	10.05	0.00	0.00	0 (22)	0 (22)	0 (22)

### Verifica a fessurazione

#### Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espressa in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Af	area ferri zona tesa espressa in [cmq]
Aeff	area efficace espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kNm]
Mpf	momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
ε	deformazione espressa in %
Sm	spaziatura tra le fessure espressa in [mm]
w	apertura delle fessure espressa in [mm]

#### Combinazioni SLEF

#### Paramento

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.30$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	40	10.05	1700.00	-0.76	-91.08	0.000000	0.00	0.000 (21)
2	100	40	10.05	1700.00	-0.76	-91.14	0.000000	0.00	0.000 (21)
3	100	40	10.05	1700.00	-0.75	-91.21	0.000000	0.00	0.000 (21)
4	100	40	10.05	1700.00	-0.74	-91.28	0.000000	0.00	0.000 (21)
5	100	40	10.05	1700.00	-0.72	-91.34	0.000000	0.00	0.000 (21)
6	100	40	10.05	1700.00	-0.68	-91.41	0.000000	0.00	0.000 (21)
7	100	40	10.05	1700.00	-0.61	-91.48	0.000000	0.00	0.000 (21)
8	100	40	10.05	1700.00	-0.53	-91.54	0.000000	0.00	0.000 (21)
9	100	40	10.05	1700.00	-0.42	-91.61	0.000000	0.00	0.000 (21)
10	100	40	10.05	1700.00	-0.27	-91.68	0.000000	0.00	0.000 (21)
11	100	40	10.05	1700.00	-0.09	-91.74	0.000000	0.00	0.000 (21)
12	100	40	10.05	1700.00	0.13	91.81	0.000000	0.00	0.000 (21)
13	100	40	10.05	1700.00	0.40	91.88	0.000000	0.00	0.000 (21)
14	100	40	10.05	1700.00	0.71	91.94	0.000000	0.00	0.000 (21)
15	100	40	10.05	1700.00	1.08	92.01	0.000000	0.00	0.000 (21)
16	100	40	10.05	1700.00	1.50	92.08	0.000000	0.00	0.000 (21)
17	100	40	10.05	1700.00	1.98	92.14	0.000000	0.00	0.000 (21)
18	100	40	10.05	1700.00	2.53	92.21	0.000000	0.00	0.000 (21)
19	100	40	10.05	1700.00	3.15	92.28	0.000000	0.00	0.000 (21)

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
20	100	40	10.05	1700.00	3.84	92.34	0.000000	0.00	0.000 (21)
21	100	40	10.05	1700.00	4.63	92.41	0.000000	0.00	0.000 (21)
22	100	40	10.05	1700.00	5.51	92.48	0.000000	0.00	0.000 (21)
23	100	40	10.05	1700.00	6.50	92.54	0.000000	0.00	0.000 (21)
24	100	40	10.05	1700.00	7.62	92.61	0.000000	0.00	0.000 (21)

### Mensola monte

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.30$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	50	10.18	1650.00	-0.76	-141.94	0.000000	0.00	0.000 (21)
2	100	50	10.18	1650.00	-0.76	-141.94	0.000000	0.00	0.000 (21)
3	100	50	10.18	1650.00	-0.56	-141.94	0.000000	0.00	0.000 (21)
4	100	50	10.18	1650.00	-0.25	-141.94	0.000000	0.00	0.000 (21)
5	100	50	10.18	1650.00	-0.06	-141.94	0.000000	0.00	0.000 (21)
6	100	50	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000 (21)

### Fondazione

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.30$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	50	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000 (21)
2	100	50	10.05	1700.00	0.22	129.45	0.000000	0.00	0.000 (21)
3	100	50	10.05	1700.00	0.88	129.45	0.000000	0.00	0.000 (21)
4	100	50	10.05	1700.00	1.98	129.45	0.000000	0.00	0.000 (21)
5	100	50	10.05	1700.00	3.52	129.45	0.000000	0.00	0.000 (21)
6	100	50	10.05	1700.00	5.50	129.45	0.000000	0.00	0.000 (21)
7	100	50	10.05	1700.00	-1.87	-129.45	0.000000	0.00	0.000 (21)
8	100	50	10.05	1700.00	-1.87	-129.45	0.000000	0.00	0.000 (21)
9	100	50	10.05	1700.00	-1.78	-129.45	0.000000	0.00	0.000 (21)
10	100	50	10.05	1700.00	-1.60	-129.45	0.000000	0.00	0.000 (21)
11	100	50	10.05	1700.00	-1.38	-129.45	0.000000	0.00	0.000 (21)
12	100	50	10.05	1700.00	-1.17	-129.45	0.000000	0.00	0.000 (21)
13	100	50	10.05	1700.00	-0.97	-129.45	0.000000	0.00	0.000 (21)
14	100	50	10.05	1700.00	-0.79	-129.45	0.000000	0.00	0.000 (21)
15	100	50	10.05	1700.00	-0.62	-129.45	0.000000	0.00	0.000 (21)
16	100	50	10.05	1700.00	-0.47	-129.45	0.000000	0.00	0.000 (21)
17	100	50	10.05	1700.00	-0.33	-129.45	0.000000	0.00	0.000 (21)
18	100	50	10.05	1700.00	-0.22	-129.45	0.000000	0.00	0.000 (21)
19	100	50	10.05	1700.00	-0.12	-129.45	0.000000	0.00	0.000 (21)
20	100	50	10.05	1700.00	-0.06	-129.45	0.000000	0.00	0.000 (21)
21	100	50	10.05	1700.00	-0.01	-129.45	0.000000	0.00	0.000 (21)
22	100	50	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000 (21)

### Combinazioni SLEQ

#### Paramento

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.20$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	40	10.05	1700.00	-0.76	-91.08	0.000000	0.00	0.000 (22)
2	100	40	10.05	1700.00	-0.76	-91.14	0.000000	0.00	0.000 (22)
3	100	40	10.05	1700.00	-0.75	-91.21	0.000000	0.00	0.000 (22)
4	100	40	10.05	1700.00	-0.74	-91.28	0.000000	0.00	0.000 (22)
5	100	40	10.05	1700.00	-0.72	-91.34	0.000000	0.00	0.000 (22)
6	100	40	10.05	1700.00	-0.68	-91.41	0.000000	0.00	0.000 (22)
7	100	40	10.05	1700.00	-0.61	-91.48	0.000000	0.00	0.000 (22)
8	100	40	10.05	1700.00	-0.53	-91.54	0.000000	0.00	0.000 (22)

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
9	100	40	10.05	1700.00	-0.42	-91.61	0.000000	0.00	0.000 (22)
10	100	40	10.05	1700.00	-0.27	-91.68	0.000000	0.00	0.000 (22)
11	100	40	10.05	1700.00	-0.09	-91.74	0.000000	0.00	0.000 (22)
12	100	40	10.05	1700.00	0.13	91.81	0.000000	0.00	0.000 (22)
13	100	40	10.05	1700.00	0.40	91.88	0.000000	0.00	0.000 (22)
14	100	40	10.05	1700.00	0.71	91.94	0.000000	0.00	0.000 (22)
15	100	40	10.05	1700.00	1.08	92.01	0.000000	0.00	0.000 (22)
16	100	40	10.05	1700.00	1.50	92.08	0.000000	0.00	0.000 (22)
17	100	40	10.05	1700.00	1.98	92.14	0.000000	0.00	0.000 (22)
18	100	40	10.05	1700.00	2.53	92.21	0.000000	0.00	0.000 (22)
19	100	40	10.05	1700.00	3.15	92.28	0.000000	0.00	0.000 (22)
20	100	40	10.05	1700.00	3.83	92.34	0.000000	0.00	0.000 (22)
21	100	40	10.05	1700.00	4.60	92.41	0.000000	0.00	0.000 (22)
22	100	40	10.05	1700.00	5.44	92.48	0.000000	0.00	0.000 (22)
23	100	40	10.05	1700.00	6.37	92.54	0.000000	0.00	0.000 (22)
24	100	40	10.05	1700.00	7.39	92.61	0.000000	0.00	0.000 (22)

### Mensola monte

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.20$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	50	10.18	1650.00	-0.76	-141.94	0.000000	0.00	0.000 (22)
2	100	50	10.18	1650.00	-0.76	-141.94	0.000000	0.00	0.000 (22)
3	100	50	10.18	1650.00	-0.56	-141.94	0.000000	0.00	0.000 (22)
4	100	50	10.18	1650.00	-0.25	-141.94	0.000000	0.00	0.000 (22)
5	100	50	10.18	1650.00	-0.06	-141.94	0.000000	0.00	0.000 (22)
6	100	50	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000 (22)

### Fondazione

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.20$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	50	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000 (22)
2	100	50	10.05	1700.00	0.14	129.45	0.000000	0.00	0.000 (22)
3	100	50	10.05	1700.00	0.59	129.45	0.000000	0.00	0.000 (22)
4	100	50	10.05	1700.00	1.33	129.45	0.000000	0.00	0.000 (22)
5	100	50	10.05	1700.00	2.40	129.45	0.000000	0.00	0.000 (22)
6	100	50	10.05	1700.00	3.79	129.45	0.000000	0.00	0.000 (22)
7	100	50	10.05	1700.00	3.61	129.45	0.000000	0.00	0.000 (22)
8	100	50	10.05	1700.00	3.25	129.45	0.000000	0.00	0.000 (22)
9	100	50	10.05	1700.00	2.94	129.45	0.000000	0.00	0.000 (22)
10	100	50	10.05	1700.00	2.68	129.45	0.000000	0.00	0.000 (22)
11	100	50	10.05	1700.00	2.43	129.45	0.000000	0.00	0.000 (22)
12	100	50	10.05	1700.00	2.16	129.45	0.000000	0.00	0.000 (22)
13	100	50	10.05	1700.00	1.87	129.45	0.000000	0.00	0.000 (22)
14	100	50	10.05	1700.00	1.57	129.45	0.000000	0.00	0.000 (22)
15	100	50	10.05	1700.00	1.28	129.45	0.000000	0.00	0.000 (22)
16	100	50	10.05	1700.00	0.99	129.45	0.000000	0.00	0.000 (22)
17	100	50	10.05	1700.00	0.73	129.45	0.000000	0.00	0.000 (22)
18	100	50	10.05	1700.00	0.49	129.45	0.000000	0.00	0.000 (22)
19	100	50	10.05	1700.00	0.29	129.45	0.000000	0.00	0.000 (22)
20	100	50	10.05	1700.00	0.13	129.45	0.000000	0.00	0.000 (22)
21	100	50	10.05	1700.00	0.04	129.45	0.000000	0.00	0.000 (22)
22	100	50	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000 (22)

## 10.5 PROGETTO E VERIFICA DELLA SEZIONE TIPO 4

### 10.5.1 Materiali

Simbologia adottata



n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
<u>Calcestruzzo armato</u>	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
$\gamma$	Peso specifico, espresso in [kN/mc]
R <sub>ck</sub>	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
$\nu$	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls teso/compresso

### Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	$\gamma$ [kN/mc]	R <sub>ck</sub> [kPa]	E [kPa]	$\nu$	n	ntc
5	C32/40	C32/40	B450C	24,5170	40000	33642648	0.30	15.00	0.50
6	C28/35	C28/35	B450C	24,5170	35000	32587986	0.30	15.00	0.50

### Acciai

Descr	f <sub>yk</sub> [kPa]	f <sub>uk</sub> [kPa]
B450C	450000	540000

## 10.5.2 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 [m]	Y [m]	A [°]
1	0,00	0,00	0.000
2	7,85	0,40	2.917
3	19,85	0,70	1.432

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.000 [°]

## 10.5.3 Geometria muro

### Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro	10,00	[m]
<u>Paramento</u>		
Materiale	C32/40	
Altezza paramento	3,80	[m]
Altezza paramento libero	3,80	[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>Mensola di contrappeso</u>		
Posizione rispetto alla testa del muro	0,00	[m]
Lunghezza	0,30	[m]
Spessore all'estremità libera	0,50	[m]
Spessore all'incastro	0,50	[m]
<u>Fondazione</u>		
Materiale	C28/35	
Lunghezza mensola di valle	0,50	[m]
Lunghezza mensola di monte	2,10	[m]
Lunghezza totale	3,00	[m]
Inclinazione piano di posa	0,00	[°]
Spessore	0,50	[m]
Spessore magrone	0,15	[m]

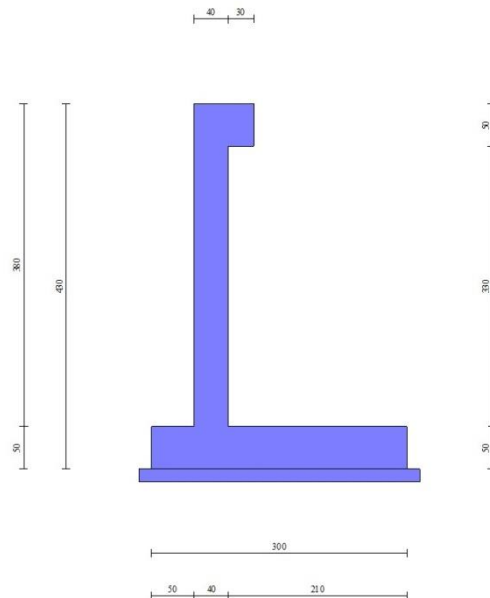


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

#### 10.5.4 Descrizione terreni

##### Parametri di resistenza

##### Simbologia adottata

$n^\circ$	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
$c$	Coesione espressa in [kPa]
$c_a$	Adesione terra-muro espressa in [kPa]
<u>Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix</u>	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)

$\tau_l$  Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	$\gamma$ [kN/mc]	$\gamma_{sat}$ [kN/mc]	$\phi$ [°]	$\delta$ [°]	c [kPa]	ca [kPa]	Cesp	$\tau_l$ [kPa]
1	Rilevato	19,0000	20,6000	37.000	24.667	0	0	---	---
2	Ug1a	19,0000	20,6000	30.000	20.000	3	2	---	---
3	Ug1<25m	20,0000	21,8000	37.000	24.667	0	0	---	---

### Parametri di deformabilità

#### Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
v	Coeff. di Poisson
Ed	Modulo edometrico, espresso in [kPa]
CR	Rapporto di compressione
RR	Rapporto di ricomprensione
OCR	Grado di sovraconsolidazione

n°	Descr	E [kPa]	v	Ed [kPa]	CR	RR	OCR
1	Rilevato	100000	0.250	0	0.000	0.000	1.000
2	Ug1a	25000	0.250	0	0.000	0.000	1.000
3	Ug1<25m	100000	0.250	0	0.000	0.000	1.000
4	Ug2<25m	100500	0.250	0	0.000	0.000	1.000
5	Ug1>25m	170000	0.250	0	0.000	0.000	1.000
6	Ug2>25m	170000	0.250	0	0.000	0.000	1.000

### 10.5.5 Stratigrafia

#### Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
$\alpha$	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato
<u>Per calcolo pali (solo se presenti)</u>	
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')

Kst<sub>sta</sub>, Kst<sub>sis</sub> Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	$\alpha$ [°]	Terreno	Kw [Kg/cm <sup>3</sup> ]	Ks	Cesp	Kst <sub>sta</sub>	Kst <sub>sis</sub>
1	3,80	0.000	Rilevato	---	---	---	---	---
2	6,00	0.000	Ug1a	---	---	---	---	---
3	7,00	0.000	Ug1<25m	---	---	---	---	---

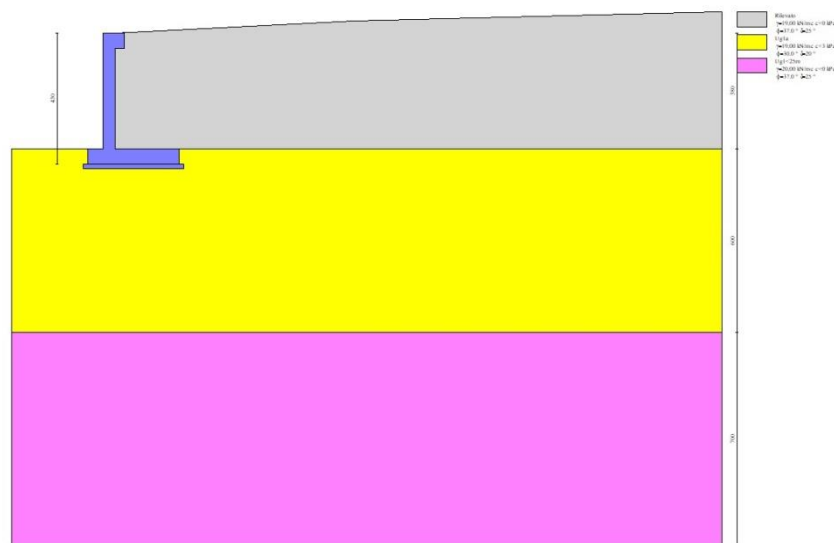


Fig. 2 - Stratigrafia

10.5.6 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]
- F<sub>x</sub> Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
- F<sub>y</sub> Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
- M Momento espresso in [kNm]
- X<sub>i</sub> Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
- X<sub>f</sub> Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
- Q<sub>i</sub> Intensità del carico per x=X<sub>i</sub> espressa in [kN]
- Q<sub>f</sub> Intensità del carico per x=X<sub>f</sub> espressa in [kN]

Condizione n° 1 (TRAFFICO) - VARIABILE TF

Coeff. di combinazione  $\Psi_0=0.75 - \Psi_1=0.75 - \Psi_2=0.00$

Indice di raggruppamento 1

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	M [kNm]	X <sub>i</sub> [m]	X <sub>f</sub> [m]	Q <sub>i</sub> [kN]	Q <sub>f</sub> [kN]
1	Distribuito					2,10	19,85	30,000	30,000

Condizione n° 2 (URTO) - ECCEZIONALE

Carichi sul muro

n°	Tipo	Dest	X; Y [m]	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	M [kNm]	X <sub>i</sub> [m]	X <sub>f</sub> [m]	Q <sub>i</sub> [kN]	Q <sub>f</sub> [kN]
1	Concentrato	Mensola contrappeso	-0,05; 0,00	9,3300	0,0000	9,3300				

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	M [kNm]	X <sub>i</sub> [m]	X <sub>f</sub> [m]	Q <sub>i</sub> [kN]	Q <sub>f</sub> [kN]
1	Distribuito					0,30	2,90	14,3500	14,3500

**Condizione n° 3 (traffico) - VARIABILE TF**

 Coeff. di combinazione  $\Psi_0=0.75 - \Psi_1=0.75 - \Psi_2=0.00$ 

Indice di raggruppamento 2

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	Fx [kN]	Fy [kN]	M [kNm]	Xi [m]	Xf [m]	Qi [kN]	Qf [kN]
1	Distribuito					0,30	19,85	30,0000	30,0000

**Condizione n° 4 (Condizione 4) - VARIABILE**

 Coeff. di combinazione  $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ 
**10.5.7 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		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1,fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1,sfav}$	1.00	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2,fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2,sfav}$	1.00	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	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q,sfav}$	1.00	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	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT,sfav}$	1.00	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	$\gamma_{\tan(\phi')}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione 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	$\gamma_{\gamma}$	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
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	--

**10.5.8 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):

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + Q_{k1} + \Psi_{0,2} Q_{k2} + \Psi_{0,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione frequente, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

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

- Combinazione quasi permanente, impiegata per gli effetti di lungo periodo:

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

- 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, per 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
TRAFFICO	1.35	1.00	Sfavorevole

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

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
traffico	1.35	1.00	Sfavorevole

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

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

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

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

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

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
TRAFFICO	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
TRAFFICO	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
TRAFFICO	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
traffico	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
traffico	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 10 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
traffico	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
TRAFFICO	1.15	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 12 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
traffico	1.15	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 13 - GEO (A2-M2-R2) H + V

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

Combinazione n° 14 - GEO (A2-M2-R2) H - V

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

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 15 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
TRAFFICO	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 16 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
traffico	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 17 - EQU (A1-M1-R3) H + V

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

Combinazione n° 18 - EQU (A1-M1-R3) H - V

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

Combinazione n° 19 - ECC

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

Combinazione n° 20 - SLER

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

Combinazione n° 21 - SLEF

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
TRAFFICO	1.00	0.75	Sfavorevole

Combinazione n° 22 - SLEQ

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

Combinazione n° 23 - SLER

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



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

#### Combinazione n° 24 - SLEF

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
traffico	1.00	0.75	Sfavorevole

#### Combinazione n° 25 - SLEQ H + V

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

#### Combinazione n° 26 - SLEQ H - V

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

### 10.5.9 Dati sismici

Comune	Gallarate
Provincia	Varese
Regione	Lombardia
Latitudine	45.660202
Longitudine	8.793484
Indice punti di interpolazione	11367 - 11368 - 11146 - 11145
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	IV
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	100 anni

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	$a_g$	[m/s <sup>2</sup> ]	0.443	0.234
Accelerazione al suolo	$a_g/g$	[%]	0.045	0.024
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.634	2.589
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.302	0.207
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		C	1.500
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000

Stato limite ...	Coeff. di riduzione $\beta_m$	kh	kv
Ultimo	0.380	2.574	1.287
Ultimo - Ribaltamento	0.570	3.861	1.930
Esercizio	0.470	1.684	0.842

Forma diagramma incremento sismico **Stessa forma del diagramma statico**

## Opzioni di calcolo

### Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta attiva
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

### Capacità portante

Metodo di calcolo della portanza	Hansen	
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		

### Stabilità globale

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

Metodo di calcolo (per sole combinazioni SLD)	Richards-Elms
Spostamento limite	2,00 [cm]

### Cedimenti

Metodo di calcolo delle tensioni	Boussinesq
Metodo di calcolo dei cedimenti	Elastico
Profondità calcolo cedimenti	Automatica
$\Delta H$ massimo suddivisione strati	1,00 [m]

### Specifiche per le verifiche nelle combinazioni allo Stato Limite Ultimo (SLU)

	SLU	Eccezionale
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50	1.00
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15	1.00
Fattore di riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00	1.00

### Specifiche per le verifiche nelle combinazioni allo Stato Limite di Esercizio (SLE)

#### Paramento e fondazione muro

Verifiche strutturali nelle combinazioni SLD eseguite. Struttura in classe d'uso III o IV

Condizioni ambientali Aggressive  
 Armatura ad aderenza migliorata SI

#### Verifica a fessurazione

Sensibilità armatura Poco sensibile  
 Metodo di calcolo aperture delle fessure NTC 2018 - CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP.

Valori limite aperture delle fessure:  
 $w_1=0.20$

$$w_2=0.30$$

$$w_3=0.40$$

*Verifica delle tensioni*

Valori limite delle tensioni nei materiali:

Combinazione	Calcestruzzo	Acciaio
	$\sigma$	
Rara	$0.60 f_{ck}$	$0.80 f_{yk}$
Frequente	$1.00 f_{ck}$	$1.00 f_{yk}$
Quasi permanente	$0.45 f_{ck}$	$1.00 f_{yk}$

## Risultati per involuppo

### 10.5.10 Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic Indice della combinazione

A Tipo azione

I Inclinazione della spinta, espressa in [°]

V Valore dell'azione, espressa in [kN]

C<sub>x</sub>, C<sub>y</sub> Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]

P<sub>x</sub>, P<sub>y</sub> Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	C <sub>x</sub> [kN]	C <sub>y</sub> [kN]	P <sub>x</sub> [m]	P <sub>y</sub> [m]
1	Spinta statica	100,81	23,73	92,29	40,57	2,10	-2,57
	Peso/Inerzia muro			0,00	77,72/0,00	0,20	-2,84
	Peso/Inerzia terrapieno			0,00	150,86/0,00	1,07	-1,90
	Peso/Inerzia terrapieno sulla mensola di contrappeso			0,00	0,04/0,00	0,20	0,01

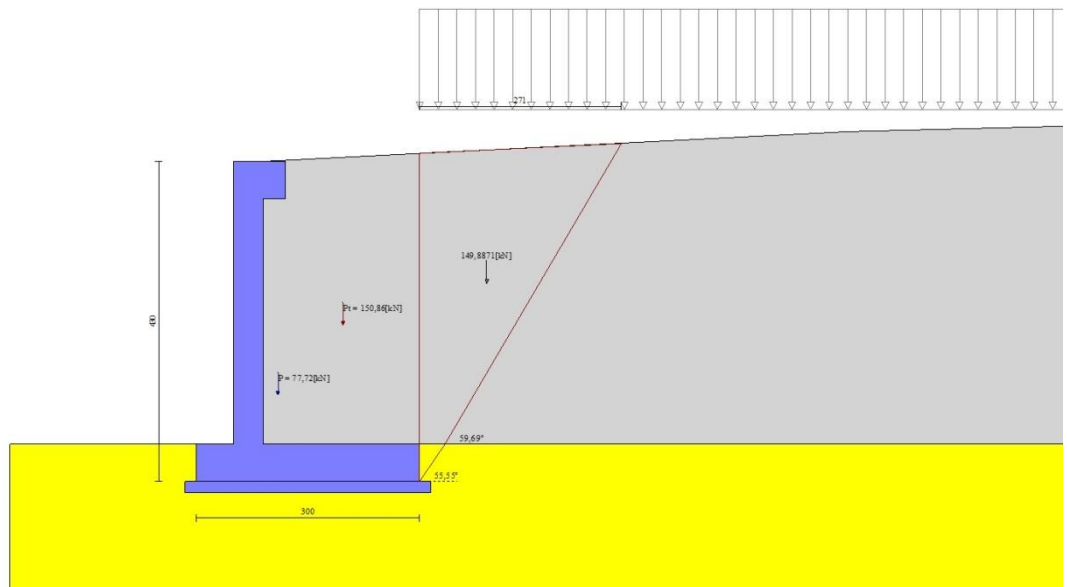


Fig. 3 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

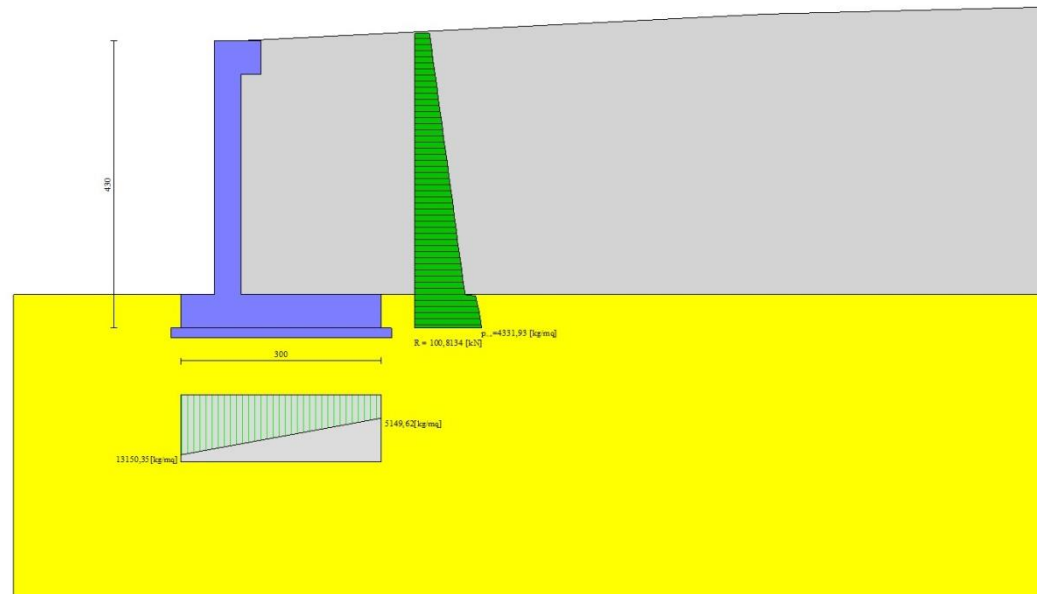


Fig. 4 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

### 10.5.11 Risultanti globali

Simbologia adottata

Cmb Indice/Tipo combinazione

N Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]

T Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]

$M_r$  Momento ribaltante, espresso in [kNm]

$M_s$  Momento stabilizzante, espresso in [kNm]

ecc Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	$M_r$ [kNm]	$M_s$ [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	269,20	92,29	159,46	504,41	0,219
2 - STR (A1-M1-R3)	342,10	92,29	159,46	657,75	0,043
3 - STR (A1-M1-R3)	250,57	49,47	74,81	444,63	0,024
4 - STR (A1-M1-R3)	244,22	48,39	78,15	438,31	0,025
5 - STR (A1-M1-R3)	337,78	92,29	159,46	619,21	0,139
6 - STR (A1-M1-R3)	314,47	92,29	159,46	593,68	0,119
7 - STR (A1-M1-R3)	292,51	92,29	159,46	529,94	0,233
8 - STR (A1-M1-R3)	410,68	92,29	159,46	772,56	0,007
9 - STR (A1-M1-R3)	387,37	92,29	159,46	747,03	-0,017
10 - STR (A1-M1-R3)	365,41	92,29	159,46	683,29	0,066
11 - GEO (A2-M2-R2)	262,67	96,63	169,45	484,83	0,299
12 - GEO (A2-M2-R2)	324,77	96,63	169,45	615,46	0,127
13 - GEO (A2-M2-R2)	250,57	49,47	74,81	444,63	0,024
14 - GEO (A2-M2-R2)	244,22	48,39	78,15	438,31	0,025
15 - EQU (A1-M1-R3)	269,20	92,29	159,46	504,41	0,219
16 - EQU (A1-M1-R3)	342,10	92,29	159,46	657,75	0,043
17 - EQU (A1-M1-R3)	252,74	54,02	83,29	449,20	0,052
18 - EQU (A1-M1-R3)	243,22	52,41	88,31	439,71	0,055
19 - ECC	274,10	54,19	123,80	495,96	0,142
20 - SLER	259,21	69,54	120,17	474,46	0,133
21 - SLEF	255,98	62,27	104,64	464,75	0,093
22 - SLEQ	246,28	40,48	58,03	435,65	-0,033
23 - SLER	313,21	69,54	120,17	588,05	0,006
24 - SLEF	296,48	62,27	104,64	549,95	-0,002
25 - SLEQ	249,08	46,35	68,99	441,51	0,004
26 - SLEQ	244,92	45,64	71,17	437,36	0,005

**10.5.12 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>UPL</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>UPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		1.110		2.285			
2 - STR (A1-M1-R3)		1.398		2.561			
3 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.935		4.606			
4 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.930		4.720			
5 - STR (A1-M1-R3)		1.381		2.295			
6 - STR (A1-M1-R3)		1.289		2.399			
7 - STR (A1-M1-R3)		1.202		2.208			
8 - STR (A1-M1-R3)		1.668		2.573			
9 - STR (A1-M1-R3)		1.576		2.566			
10 - STR (A1-M1-R3)		1.490		2.417			
11 - GEO (A2-M2-R2)					1.308		
12 - GEO (A2-M2-R2)					1.305		
13 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.879		
14 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.881		
15 - EQU (A1-M1-R3)			3.163				
16 - EQU (A1-M1-R3)			4.125				
17 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		5.393				
18 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		4.979				
19 - ECC		1.924	4.006	3.577	1.900		

**Verifica a scorrimento fondazione**

Simbologia adottata

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

n°	Rsa	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR (A1-M1-R3)	102,48	0,00	0,00	--	--	102,48	92,29	1.110

**Verifica a carico limite**

Simbologia adottata

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

n°	N	Qu	Qd	FS
----	---	----	----	----

	[kN]	[kN]	[kN]	
7 - STR (A1-M1-R3)	292,51	645,94	461,39	2.208

### Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

$n^\circ$  Indice combinazione

$N_c, N_q, N_\gamma$  Fattori di capacità portante

$i_c, i_q, i_\gamma$  Fattori di inclinazione del carico

$d_c, d_q, d_\gamma$  Fattori di profondità del piano di posa

$g_c, g_q, g_\gamma$  Fattori di inclinazione del profilo topografico

$b_c, b_q, b_\gamma$  Fattori di inclinazione del piano di posa

$s_c, s_q, s_\gamma$  Fattori di forma della fondazione

$p_c, p_q, p_\gamma$  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

$r_\gamma$  Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia  $0.5B_\gamma N_\gamma$  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 [kN/mc]

$\phi$  Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]

$c$  Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]

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

$n^\circ$	$N_c$ $N_q$ $N_\gamma$	$i_c$ $i_q$ $i_\gamma$	$d_c$ $d_q$ $d_\gamma$	$g_c$ $g_q$ $g_\gamma$	$b_c$ $b_q$ $b_\gamma$	$s_c$ $s_q$ $s_\gamma$	$p_c$ $p_q$ $p_\gamma$	$Ir$	$Irc$	$Re$	$r_\gamma$
7	30.140 18.401 15.070	0.486 0.514 0.384	1.067 1.048 1.000	1.000 1.000 1.000	1.000 1.000 1.000	-- -- --	-- -- --	--	--	0.721	0.956

$n^\circ$	$D$ [m]	$B'$ [m]	$H$ [m]	$\gamma$ [°]	$\phi$ [kN/mc] ]	$c$ [kPa]
7	0,50	3,00	2,60	19,00	30,00	3

### Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

$n^\circ$  Indice combinazione

$M_s$  Momento stabilizzante, espresso in [kNm]

$M_r$  Momento ribaltante, espresso in [kNm]

$FS$  Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)

La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

$n^\circ$	$M_s$ [kNm]	$M_r$ [kNm]	$FS$
15 - EQU (A1-M1-R3)	504,41	159,46	3.163

### Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

$I_c$  Indice/Tipo combinazione

$C$  Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]

$R$  Raggio, espresso in [m]

$FS$  Fattore di sicurezza

$I_c$	$C$	$R$	$FS$
-------	-----	-----	------

	[m]	[m]	
12 - GEO (A2-M2-R2)	-1,50; 1,50	6,84	1.305

**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 [kN]

Qy carico sulla striscia espresso in [kN]

Qf carico acqua sulla striscia espresso in [kN]

 $\alpha$  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 [kPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

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

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	$\alpha$ [°]	$\phi$ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	5,96	15,27	0,00	5,23 - 0,44	72.921	31.083	0	0,0	
2	15,47	15,27	0,00	0,44	62.900	31.083	0	0,0	
3	21,63	15,27	0,00	0,44	55.544	31.083	0	0,0	
4	26,32	15,27	0,00	0,44	49.412	31.083	0	0,0	
5	30,10	15,27	0,00	0,44	43.981	31.083	0	0,0	
6	33,22	15,27	0,00	0,44	39.015	24.791	2	0,0	
7	35,81	15,27	0,00	0,44	34.379	24.791	2	0,0	
8	39,09	15,27	0,00	0,44	29.989	24.791	2	0,0	
9	40,97	15,27	0,00	0,44	25.786	24.791	2	0,0	
10	42,42	15,27	0,00	0,44	21.729	24.791	2	0,0	
11	43,57	15,27	0,00	0,44	17.783	24.791	2	0,0	
12	43,22	2,26	0,00	0,44	13.924	24.791	2	0,0	
13	43,29	0,00	0,00	0,44	10.128	24.791	2	0,0	
14	13,58	0,00	0,00	0,44	6.377	24.791	2	0,0	
15	12,83	0,00	0,00	0,44	2.653	24.791	2	0,0	
16	12,88	0,00	0,00	0,44	-1.060	24.791	2	0,0	
17	12,69	0,00	0,00	0,44	-4.777	24.791	2	0,0	
18	12,26	0,00	0,00	0,44	-8.515	24.791	2	0,0	
19	11,57	0,00	0,00	0,44	-12.289	24.791	2	0,0	
20	10,63	0,00	0,00	0,44	-16.119	24.791	2	0,0	
21	9,41	0,00	0,00	0,44	-20.025	24.791	2	0,0	
22	7,91	0,00	0,00	0,44	-24.031	24.791	2	0,0	
23	6,08	0,00	0,00	0,44	-28.166	24.791	2	0,0	
24	3,90	0,00	0,00	0,44	-32.470	24.791	2	0,0	
25	1,31	0,00	0,00	-5,83 - 0,44	-36.088	24.791	2	0,0	



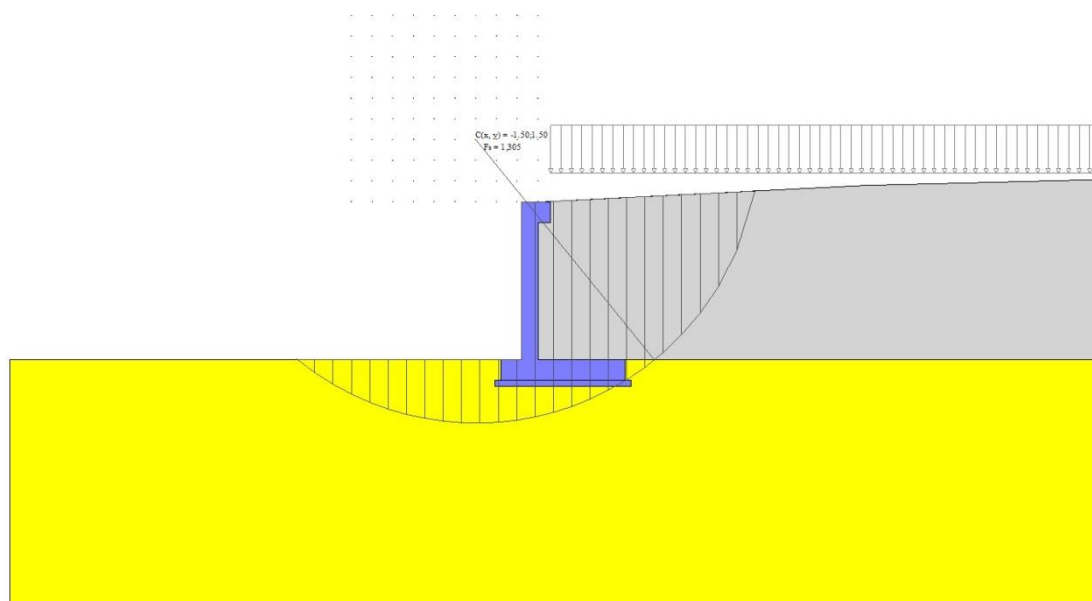


Fig. 5 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 12)

### 10.5.13 Sollecitazioni

#### Elementi calcolati a trave

#### Simbologia adottata

- N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.  
 T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle  
 M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

#### Paramento

n°	X [m]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]	T <sub>min</sub> [kN]	T <sub>max</sub> [kN]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]
1	0,00	4,33	5,63	0,00	9,33	-0,99	8,57
2	-0,10	5,30	6,91	0,02	9,36	-0,99	8,57
3	-0,20	6,27	8,18	0,08	9,45	-0,98	8,58
4	-0,30	7,24	9,46	0,18	9,61	-0,96	8,60
5	-0,40	8,21	10,73	0,32	9,87	-0,93	8,64
6	-0,50	9,17	12,01	0,50	10,22	-0,88	8,71
7	-0,60	10,14	13,28	0,72	10,66	-0,80	8,82
8	-0,70	11,11	14,56	0,99	11,17	-0,69	8,98
9	-0,80	12,08	15,83	1,29	11,74	-0,54	9,19
10	-0,90	13,05	17,11	1,63	12,35	-0,35	9,46
11	-1,00	14,01	18,38	2,01	13,02	-0,12	9,79
12	-1,10	14,98	19,66	2,43	13,72	0,13	10,20
13	-1,20	15,95	20,93	2,89	14,47	0,40	10,67
14	-1,30	16,92	22,21	3,40	15,26	0,71	11,23
15	-1,40	17,89	23,48	3,94	16,10	1,08	11,86
16	-1,50	18,85	24,76	4,52	16,98	1,50	12,58
17	-1,60	19,82	26,03	5,14	17,89	1,98	13,39
18	-1,70	20,79	27,31	5,80	18,85	2,53	14,30
19	-1,80	21,76	28,58	6,51	19,87	3,15	15,30
20	-1,90	22,73	29,86	7,25	21,67	3,83	16,40
21	-2,00	23,70	31,13	8,03	23,53	4,60	17,61
22	-2,10	24,66	32,41	8,86	25,44	5,44	19,22
23	-2,20	25,63	33,68	9,72	27,41	6,37	21,86
24	-2,30	26,60	34,96	10,62	29,43	7,39	24,70
25	-2,40	27,57	36,23	11,57	31,50	8,50	27,75
26	-2,50	28,54	37,51	12,55	33,62	9,70	31,00
27	-2,60	29,50	38,78	13,57	35,80	11,01	34,48

n°	X [m]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]	T <sub>min</sub> [kN]	T <sub>max</sub> [kN]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]
28	-2,70	30,47	40,06	14,64	38,03	12,42	38,17
29	-2,80	31,44	41,33	15,74	40,32	13,94	42,08
30	-2,90	32,41	42,61	16,89	42,65	15,57	46,23
31	-3,00	33,38	43,88	18,07	45,04	17,32	50,62
32	-3,10	34,34	45,16	19,30	47,49	19,18	55,24
33	-3,20	35,31	46,43	20,56	49,98	21,18	60,12
34	-3,30	36,28	47,71	21,87	52,53	23,30	65,24
35	-3,40	37,25	48,98	23,21	55,13	25,55	70,62
36	-3,50	38,22	50,26	24,60	57,78	27,94	76,27
37	-3,60	39,18	51,53	26,02	60,49	30,47	82,18
38	-3,70	40,15	52,80	27,49	63,24	33,15	88,37
39	-3,80	41,12	54,08	28,99	66,05	35,97	94,83

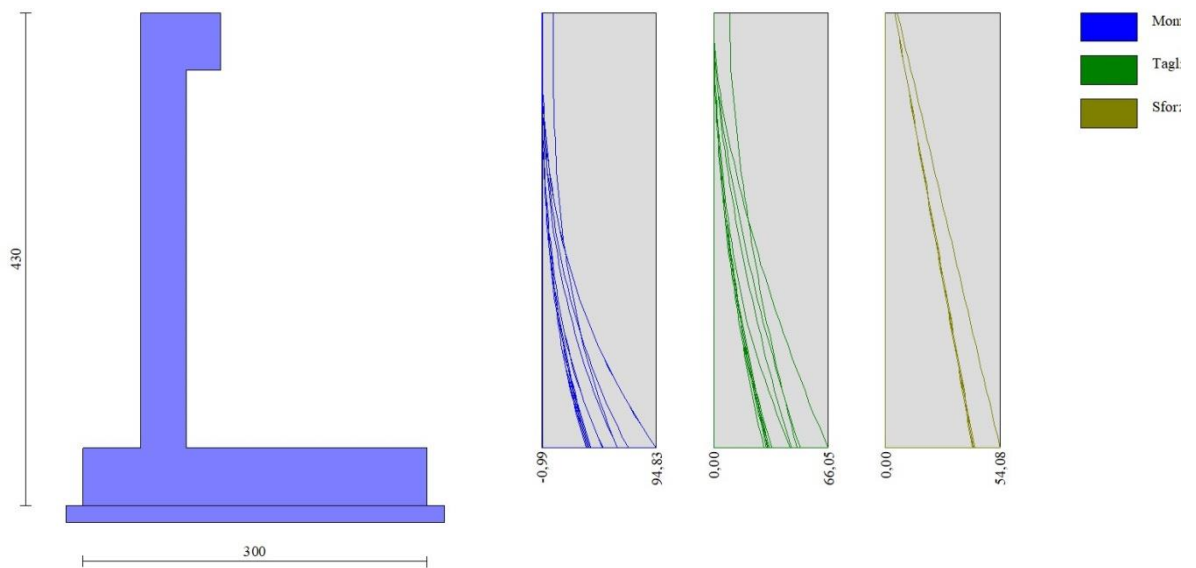


Fig. 6 - Paramento

## Mensola monte

n°	X [m]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]	T <sub>min</sub> [kN]	T <sub>max</sub> [kN]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]
1	-0,05	0,00	9,33	4,33	5,63	-8,57	0,99
2	-0,05	0,00	0,00	4,33	5,63	0,76	0,99
3	0,00	0,00	0,00	3,72	4,84	0,56	0,73
4	0,10	0,00	0,00	2,49	3,24	0,25	0,32
5	0,20	0,00	0,00	1,25	1,63	0,06	0,08
6	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

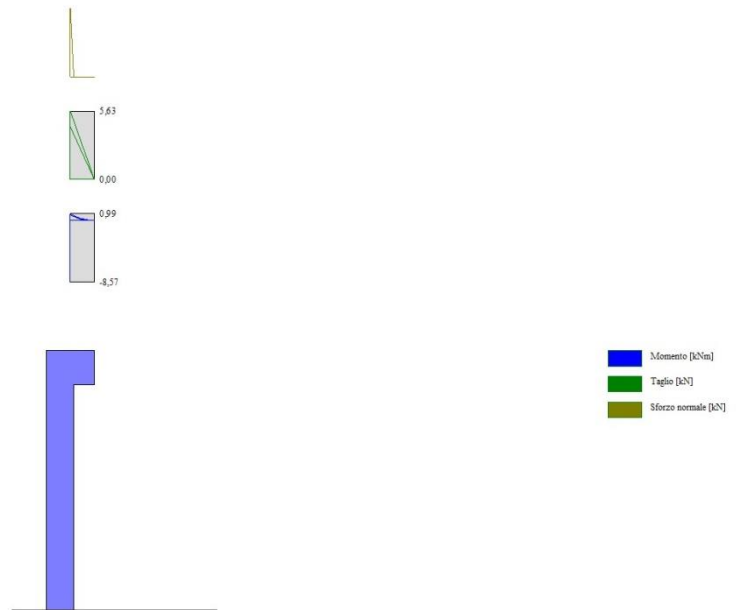


Fig. 7 - Mensola monte

Fondazione

n°	X [m]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]	T <sub>min</sub> [kN]	T <sub>max</sub> [kN]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]
1	-0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-0,80	0,00	0,00	6,45	12,69	0,32	0,64
3	-0,70	0,00	0,00	12,95	25,17	1,29	2,53
4	-0,60	0,00	0,00	19,47	37,44	2,91	5,66
5	-0,50	0,00	0,00	26,04	49,51	5,19	10,01
6	-0,40	0,00	0,00	32,64	61,36	8,12	15,56
7	0,00	0,00	0,00	-61,53	-0,76	-85,59	-1,34
8	0,10	0,00	0,00	-63,92	-1,28	-79,72	-1,23
9	0,20	0,00	0,00	-66,24	-1,82	-73,76	-1,08
10	0,30	0,00	0,00	-68,50	-2,41	-67,74	-0,87
11	0,40	0,00	0,00	-65,36	-2,05	-61,74	-0,64
12	0,50	0,00	0,00	-62,15	-1,71	-55,86	-0,46
13	0,60	0,00	0,00	-58,85	-1,41	-50,24	-0,30
14	0,70	0,00	0,00	-55,48	-1,12	-44,79	-0,17
15	0,80	0,00	0,00	-52,57	-0,87	-39,51	-0,08
16	0,90	0,00	0,00	-50,18	-0,64	-34,43	0,00
17	1,00	0,00	0,00	-47,50	-0,44	-29,57	0,05
18	1,10	0,00	0,00	-44,66	-0,27	-24,96	0,09
19	1,20	0,00	0,00	-41,61	-0,12	-20,65	0,11
20	1,30	0,00	0,00	-38,25	0,00	-16,65	0,11
21	1,40	0,00	0,00	-34,58	0,09	-13,01	0,11
22	1,50	0,00	0,00	-30,59	0,16	-9,74	0,10
23	1,60	0,00	0,00	-26,28	0,20	-6,90	0,08
24	1,70	0,00	0,00	-21,66	0,21	-4,50	0,06
25	1,80	0,00	0,00	-16,72	0,20	-2,58	0,04
26	1,90	0,00	0,00	-11,46	0,16	-1,17	0,02
27	2,00	0,00	0,00	-5,89	0,09	-0,30	0,00
28	2,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

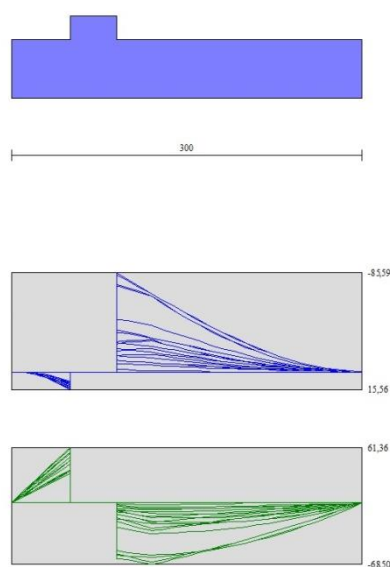


Fig. 8 - Fondazione

## 10.5.14 Verifiche strutturali

### Verifiche a flessione

#### Elementi calcolati a trave

#### Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Afi	area ferri inferiori espresso in [cmq]
Afs	area ferri superiori espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kNm]
N	sforzo normale agente espressa in [kN]
Mu	momento ultimi espresso in [kNm]
Nu	sforzo normale ultimo espressa in [kN]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

#### Paramento

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	100	40	10,05	10,05	8,57	4,33	167,24	84,57	19.513
2	100	40	10,05	10,05	8,57	5,31	170,72	105,85	19.917
3	100	40	10,05	10,05	8,58	6,30	174,33	127,94	20.323
4	100	40	10,05	10,05	8,60	7,28	178,05	150,70	20.711
5	100	40	10,05	10,05	8,64	8,26	181,84	173,83	21.053
6	100	40	10,05	10,05	8,71	9,24	185,61	196,90	21.316
7	100	40	10,05	10,05	8,82	10,22	189,28	219,33	21.465
8	100	40	10,05	10,05	8,98	11,20	192,74	240,46	21.472
9	100	40	10,05	10,05	9,19	12,18	195,87	259,63	21.317
10	100	40	10,05	10,05	9,46	13,16	198,60	276,29	20.994
11	100	40	10,05	10,05	9,79	14,14	200,83	289,94	20.504
12	100	40	10,05	10,05	10,20	15,12	202,52	300,29	19.859
13	100	40	10,05	10,05	10,67	16,10	203,65	307,21	19.078
14	100	40	10,05	10,05	11,23	17,08	204,23	310,73	18.189
15	100	40	10,05	10,05	11,86	18,06	204,29	311,07	17.221

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
16	100	40	10,05	10,05	12,58	19,04	203,88	308,56	16.202
17	100	40	10,05	10,05	13,39	20,02	203,07	303,61	15.162
18	100	40	10,05	10,05	14,30	21,01	201,93	296,68	14.124
19	100	40	10,05	10,05	15,30	21,99	200,55	288,20	13.108
20	100	40	10,05	10,05	14,51	22,98	173,28	274,37	11.940
21	100	40	10,05	10,05	16,77	23,96	168,33	240,47	10.036
22	100	40	10,05	10,05	19,22	24,94	164,35	213,27	8.551
23	100	40	10,05	10,05	21,86	25,92	161,10	191,02	7.369
24	100	40	10,05	10,05	24,70	26,90	158,40	172,50	6.412
25	100	40	10,05	10,05	27,75	27,88	156,11	156,87	5.626
26	100	40	10,05	10,05	31,00	28,86	154,04	143,41	4.968
27	100	40	10,05	10,05	34,48	29,84	152,19	131,75	4.414
28	100	40	10,05	10,05	38,17	30,83	150,58	121,61	3.945
29	100	40	10,05	10,05	42,08	31,81	149,16	112,74	3.544
30	100	40	10,05	10,05	46,23	32,79	147,92	104,90	3.199
31	100	40	10,05	10,05	50,62	33,77	146,81	97,94	2.900
32	100	40	10,05	10,05	55,24	34,75	145,82	91,72	2.640
33	100	40	10,05	10,05	60,12	35,73	144,94	86,14	2.411
34	100	40	10,05	10,05	65,24	36,71	144,13	81,10	2.209
35	100	40	10,05	10,05	70,62	37,69	143,41	76,53	2.031
36	100	40	10,05	10,05	76,27	38,67	142,75	72,38	1.872
37	100	40	10,05	10,05	82,18	39,65	142,14	68,58	1.730
38	100	40	10,05	10,05	88,37	40,63	141,59	65,11	1.602
39	100	40	10,05	10,05	94,83	41,61	141,08	61,91	1.488

**Mensola monte**

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	100	50	10,18	10,18	8,57	9,33	256,63	279,38	29.944
2	100	50	10,18	10,18	-0,99	0,00	-169,85	0,00	172.018
3	100	50	10,18	10,18	-0,73	0,00	-169,85	0,00	233.170
4	100	50	10,18	10,18	-0,32	0,00	-169,85	0,00	523.276
5	100	50	10,18	10,18	-0,08	0,00	-169,85	0,00	2087.706
6	100	50	10,18	10,18	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000

**Fondazione**

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	100	50	10,05	10,05	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.000
2	100	50	10,05	10,05	0,64	0,00	166,32	0,00	261.420
3	100	50	10,05	10,05	2,53	0,00	166,32	0,00	65.714
4	100	50	10,05	10,05	5,66	0,00	166,32	0,00	29.368
5	100	50	10,05	10,05	10,01	0,00	166,32	0,00	16.611
6	100	50	10,05	10,05	15,56	0,00	166,32	0,00	10.690
7	100	50	10,05	10,05	-85,59	0,00	-166,32	0,00	1.943
8	100	50	10,05	10,05	-79,72	0,00	-166,32	0,00	2.086
9	100	50	10,05	10,05	-73,76	0,00	-166,32	0,00	2.255
10	100	50	10,05	10,05	-67,74	0,00	-166,32	0,00	2.455
11	100	50	10,05	10,05	-61,74	0,00	-166,32	0,00	2.694
12	100	50	10,05	10,05	-55,86	0,00	-166,32	0,00	2.977
13	100	50	10,05	10,05	-50,24	0,00	-166,32	0,00	3.311
14	100	50	10,05	10,05	-44,79	0,00	-166,32	0,00	3.713
15	100	50	10,05	10,05	-39,51	0,00	-166,32	0,00	4.209
16	100	50	10,05	10,05	-34,43	0,00	-166,32	0,00	4.831
17	100	50	10,05	10,05	-29,57	0,00	-166,32	0,00	5.625
18	100	50	10,05	10,05	-24,96	0,00	-166,32	0,00	6.663
19	100	50	10,05	10,05	-20,65	0,00	-166,32	0,00	8.056
20	100	50	10,05	10,05	-16,65	0,00	-166,32	0,00	9.989
21	100	50	10,05	10,05	-13,01	0,00	-166,32	0,00	12.788
22	100	50	10,05	10,05	-9,74	0,00	-166,32	0,00	17.068
23	100	50	10,05	10,05	-6,90	0,00	-166,32	0,00	24.108

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
24	100	50	10,05	10,05	-4,50	0,00	-166,32	0,00	36.963
25	100	50	10,05	10,05	-2,58	0,00	-166,32	0,00	64.504
26	100	50	10,05	10,05	-1,17	0,00	-166,32	0,00	142.514
27	100	50	10,05	10,05	-0,30	0,00	-166,32	0,00	559.946
28	100	50	10,05	10,05	0,00	0,00	0,00	0,00	100000.00

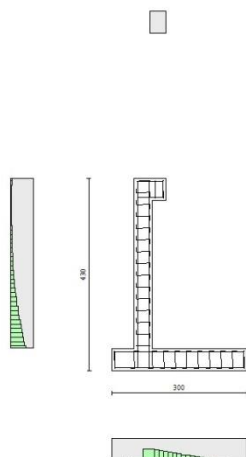


Fig. 9 - Paramento (Inviluppo)

### Verifiche a taglio

#### Simbologia adottata

- Is indice sezione
- Y ordinata sezione espressa in [m]
- B larghezza sezione espresso in [cm]
- H altezza sezione espressa in [cm]
- A<sub>sw</sub> area ferri a taglio espresso in [cmq]
- cotθ inclinazione delle bielle compresse, θ inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
- V<sub>Rcd</sub> resistenza di progetto a 'taglio compressione' espressa in [kN]
- V<sub>Rsd</sub> resistenza di progetto a 'taglio trazione' espressa in [kN]
- V<sub>Rd</sub> resistenza di progetto a taglio espresso in [kN]. Per elementi con armature trasversali resistenti al taglio (A<sub>sw</sub>>0.0) V<sub>Rd</sub>=min(V<sub>Rcd</sub>, V<sub>Rsd</sub>).
- T taglio agente espressa in [kN]
- FS fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione resistente e sollecitazione agente)

### Paramento

n°	B [cm]	H [cm]	A <sub>sw</sub> [cmq]	cotθ	V <sub>Rcd</sub> [kN]	V <sub>Rsd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
1	100	40	0,00	--	0,00	0,00	196,44	9,33	21.055
2	100	40	0,00	--	0,00	0,00	196,57	9,36	21.003
3	100	40	0,00	--	0,00	0,00	196,69	9,45	20.824
4	100	40	0,00	--	0,00	0,00	196,82	9,61	20.483
5	100	40	0,00	--	0,00	0,00	196,94	9,87	19.957
6	100	40	0,00	--	0,00	0,00	197,07	10,22	19.282
7	100	40	0,00	--	0,00	0,00	197,19	10,66	18.497
8	100	40	0,00	--	0,00	0,00	197,32	11,17	17.660

n°	B [cm]	H [cm]	A <sub>sw</sub> [cmq]	cotθ	V <sub>Rcd</sub> [kN]	V <sub>Rsd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
9	100	40	0,00	--	0,00	0,00	197,44	11,74	16.820
10	100	40	0,00	--	0,00	0,00	197,57	12,35	15.992
11	100	40	0,00	--	0,00	0,00	197,69	13,02	15.189
12	100	40	0,00	--	0,00	0,00	197,82	13,72	14.416
13	100	40	0,00	--	0,00	0,00	197,94	14,47	13.678
14	100	40	0,00	--	0,00	0,00	198,07	15,26	12.976
15	100	40	0,00	--	0,00	0,00	198,19	16,10	12.311
16	100	40	0,00	--	0,00	0,00	198,32	16,98	11.682
17	100	40	0,00	--	0,00	0,00	198,44	17,89	11.090
18	100	40	0,00	--	0,00	0,00	198,57	18,85	10.532
19	100	40	0,00	--	0,00	0,00	198,69	19,87	10.002
20	100	40	0,00	--	0,00	0,00	198,82	21,67	9.175
21	100	40	0,00	--	0,00	0,00	198,94	23,53	8.455
22	100	40	0,00	--	0,00	0,00	199,07	25,44	7.825
23	100	40	0,00	--	0,00	0,00	199,19	27,41	7.268
24	100	40	0,00	--	0,00	0,00	199,32	29,43	6.774
25	100	40	0,00	--	0,00	0,00	199,44	31,50	6.332
26	100	40	0,00	--	0,00	0,00	199,57	33,62	5.936
27	100	40	0,00	--	0,00	0,00	199,69	35,80	5.578
28	100	40	0,00	--	0,00	0,00	199,82	38,03	5.254
29	100	40	0,00	--	0,00	0,00	199,94	40,32	4.959
30	100	40	0,00	--	0,00	0,00	200,07	42,65	4.691
31	100	40	0,00	--	0,00	0,00	200,19	45,04	4.444
32	100	40	0,00	--	0,00	0,00	200,32	47,49	4.219
33	100	40	0,00	--	0,00	0,00	200,44	49,98	4.010
34	100	40	0,00	--	0,00	0,00	200,57	52,53	3.818
35	100	40	0,00	--	0,00	0,00	200,69	55,13	3.641
36	100	40	0,00	--	0,00	0,00	200,82	57,78	3.476
37	100	40	0,00	--	0,00	0,00	200,94	60,49	3.322
38	100	40	0,00	--	0,00	0,00	201,07	63,24	3.179
39	100	40	0,00	--	0,00	0,00	201,19	66,05	3.046

**Mensola monte**

n°	B [cm]	H [cm]	A <sub>sw</sub> [cmq]	cotθ	V <sub>Rcd</sub> [kN]	V <sub>Rsd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
1	100	50	0,00	--	0,00	0,00	221,33	5,63	39.283
2	100	50	0,00	--	0,00	0,00	221,33	5,63	39.283
3	100	50	0,00	--	0,00	0,00	221,33	4,84	45.753
4	100	50	0,00	--	0,00	0,00	221,33	3,24	68.363
5	100	50	0,00	--	0,00	0,00	221,33	1,63	136.196
6	100	50	0,00	--	0,00	0,00	221,33	0,00	100.000

**Fondazione**

n°	B [cm]	H [cm]	A <sub>sw</sub> [cmq]	cotθ	V <sub>Rcd</sub> [kN]	V <sub>Rsd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
1	100	50	0,00	--	0,00	0,00	210,82	0,00	100.000
2	100	50	0,00	--	0,00	0,00	210,82	-12,69	16.613
3	100	50	0,00	--	0,00	0,00	210,82	-25,17	8.376
4	100	50	0,00	--	0,00	0,00	210,82	-37,44	5.630
5	100	50	0,00	--	0,00	0,00	210,82	-49,51	4.258
6	100	50	0,00	--	0,00	0,00	210,82	-61,36	3.436
7	100	50	0,00	--	0,00	0,00	210,82	-61,53	3.426
8	100	50	0,00	--	0,00	0,00	210,82	-63,92	3.298
9	100	50	0,00	--	0,00	0,00	210,82	-66,24	3.182
10	100	50	0,00	--	0,00	0,00	210,82	-68,50	3.078
11	100	50	0,00	--	0,00	0,00	210,82	-65,36	3.225
12	100	50	0,00	--	0,00	0,00	210,82	-62,15	3.392
13	100	50	0,00	--	0,00	0,00	210,82	-58,85	3.582
14	100	50	0,00	--	0,00	0,00	210,82	-55,48	3.800
15	100	50	0,00	--	0,00	0,00	210,82	-52,57	4.010
16	100	50	0,00	--	0,00	0,00	210,82	-50,18	4.202
17	100	50	0,00	--	0,00	0,00	210,82	-47,50	4.438
18	100	50	0,00	--	0,00	0,00	210,82	-44,66	4.721
19	100	50	0,00	--	0,00	0,00	210,82	-41,61	5.066
20	100	50	0,00	--	0,00	0,00	210,82	-38,25	5.511
21	100	50	0,00	--	0,00	0,00	210,82	-34,58	6.097

n°	B [cm]	H [cm]	A <sub>sw</sub> [cmq]	cotθ	V <sub>Rcd</sub> [kN]	V <sub>Rsd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
22	100	50	0,00	--	0,00	0,00	210,82	-30,59	6.893
23	100	50	0,00	--	0,00	0,00	210,82	-26,28	8.022
24	100	50	0,00	--	0,00	0,00	210,82	-21,66	9.735
25	100	50	0,00	--	0,00	0,00	210,82	-16,72	12.612
26	100	50	0,00	--	0,00	0,00	210,82	-11,46	18.396
27	100	50	0,00	--	0,00	0,00	210,82	-5,89	35.805
28	100	50	0,00	--	0,00	0,00	210,82	0,00	100.000

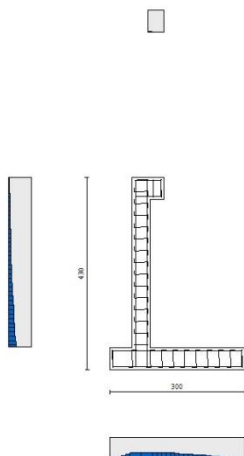


Fig. 10 - Paramento (Inviluppo)

### Verifica delle tensioni

#### Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione, espressa in [m]
B	larghezza sezione, espresso in [cm]
H	altezza sezione, espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area ferri inferiori, espresso in [cmq]
A <sub>fs</sub>	area ferri superiori, espressa in [cmq]
M	momento agente, espressa in [kNm]
N	sfuerzo normale agente, espressa in [kN]
σ <sub>c</sub>	tensione di compressione nel cls, espressa in [kPa]
σ <sub>fi</sub>	tensione nei ferri inferiori, espressa in [kPa]
σ <sub>fs</sub>	tensione nei ferri superiori, espressa in [kPa]

### Combinazioni SLER

#### Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 19920	[kPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	360000 [kPa]

n°	B [cm]	H [cm]	A <sub>fi</sub> [cmq]	A <sub>fs</sub> [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σ <sub>c</sub> [kPa]	σ <sub>fi</sub> [kPa]	σ <sub>fs</sub> [kPa]
1	100	40	10,05	10,05	-0,76	4,33	49 (20)	460 (20)	591 (20)



n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	$\sigma_c$ [kPa]	$\sigma_{fi}$ [kPa]	$\sigma_{fs}$ [kPa]
2	100	40	10,05	10,05	-0,76	5,31	46 (20)	483 (20)	340 (20)
3	100	40	10,05	10,05	-0,75	6,30	45 (20)	501 (20)	169 (20)
4	100	40	10,05	10,05	-0,74	7,28	44 (20)	518 (20)	54 (20)
5	100	40	10,05	10,05	-0,66	8,26	44 (20)	535 (20)	60 (23)
6	100	40	10,05	10,05	-0,55	9,24	45 (20)	551 (20)	138 (23)
7	100	40	10,05	10,05	-0,37	10,22	45 (20)	564 (20)	230 (23)
8	100	40	10,05	10,05	-0,13	11,20	44 (20)	569 (20)	348 (23)
9	100	40	10,05	10,05	0,20	12,18	43 (20)	565 (20)	493 (23)
10	100	40	10,05	10,05	0,62	13,16	52 (23)	550 (20)	668 (23)
11	100	40	10,05	10,05	1,13	14,14	72 (23)	523 (20)	878 (23)
12	100	40	10,05	10,05	1,74	15,12	103 (23)	482 (20)	1169 (23)
13	100	40	10,05	10,05	2,45	16,10	152 (23)	1332 (23)	1538 (23)
14	100	40	10,05	10,05	3,27	17,08	214 (23)	3055 (23)	1928 (23)
15	100	40	10,05	10,05	4,21	18,06	286 (23)	5365 (23)	2316 (23)
16	100	40	10,05	10,05	5,26	19,04	367 (23)	8168 (23)	2705 (23)
17	100	40	10,05	10,05	6,43	20,02	456 (23)	11428 (23)	3104 (23)
18	100	40	10,05	10,05	7,73	21,01	555 (23)	15134 (23)	3519 (23)
19	100	40	10,05	10,05	9,16	21,99	663 (23)	19289 (23)	3953 (23)
20	100	40	10,05	10,05	10,72	22,97	780 (23)	23900 (23)	4409 (23)
21	100	40	10,05	10,05	12,42	23,95	908 (23)	28976 (23)	4891 (23)
22	100	40	10,05	10,05	14,27	24,93	1046 (23)	34528 (23)	5399 (23)
23	100	40	10,05	10,05	16,26	25,91	1194 (23)	40569 (23)	5936 (23)
24	100	40	10,05	10,05	18,40	26,89	1354 (23)	47111 (23)	6502 (23)
25	100	40	10,05	10,05	20,70	27,87	1525 (23)	54168 (23)	7099 (23)
26	100	40	10,05	10,05	23,15	28,85	1708 (23)	61750 (23)	7728 (23)
27	100	40	10,05	10,05	25,77	29,83	1903 (23)	69873 (23)	8390 (23)
28	100	40	10,05	10,05	28,56	30,81	2111 (23)	78548 (23)	9086 (23)
29	100	40	10,05	10,05	31,52	31,79	2331 (23)	87790 (23)	9817 (23)
30	100	40	10,05	10,05	34,65	32,77	2564 (23)	97611 (23)	10584 (23)
31	100	40	10,05	10,05	37,96	33,75	2810 (23)	108025 (23)	11388 (23)
32	100	40	10,05	10,05	41,46	34,74	3070 (23)	119044 (23)	12231 (23)
33	100	40	10,05	10,05	45,14	35,72	3343 (23)	130682 (23)	13111 (23)
34	100	40	10,05	10,05	49,01	36,70	3631 (23)	142953 (23)	14032 (23)
35	100	40	10,05	10,05	53,09	37,68	3934 (23)	155869 (23)	14993 (23)
36	100	40	10,05	10,05	57,35	38,66	4251 (23)	169444 (23)	15995 (23)
37	100	40	10,05	10,05	61,83	39,64	4583 (23)	183691 (23)	17040 (23)
38	100	40	10,05	10,05	66,51	40,62	4931 (23)	198623 (23)	18128 (23)
39	100	40	10,05	10,05	71,40	41,60	5294 (23)	214255 (23)	19261 (23)

### Mensola monte

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 19920 [kPa]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 360000 [kPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	$\sigma_c$ [kPa]	$\sigma_{fi}$ [kPa]	$\sigma_{fs}$ [kPa]
1	100	50	10,18	10,18	-0,76	0,00	36 (20)	171 (20)	1872 (20)
2	100	50	10,18	10,18	-0,76	0,00	36 (20)	171 (20)	1872 (20)
3	100	50	10,18	10,18	-0,56	0,00	26 (20)	126 (20)	1381 (20)
4	100	50	10,18	10,18	-0,25	0,00	12 (20)	56 (20)	615 (20)
5	100	50	10,18	10,18	-0,06	0,00	3 (20)	14 (20)	154 (20)
6	100	50	10,18	10,18	0,00	0,00	0 (20)	0 (20)	0 (20)

### Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 17430 [kPa]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 360000 [kPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	$\sigma_c$ [kPa]	$\sigma_{fi}$ [kPa]	$\sigma_{fs}$ [kPa]
1	100	50	10,05	10,05	0,00	0,00	0 (20)	0 (20)	0 (20)
2	100	50	10,05	10,05	0,48	0,00	23 (20)	1211 (20)	102 (20)
3	100	50	10,05	10,05	1,92	0,00	92 (20)	4820 (20)	406 (20)
4	100	50	10,05	10,05	4,30	0,00	206 (20)	10786 (20)	909 (20)

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
5	100	50	10,05	10,05	7,61	0,00	365 (20)	19073 (20)	1607 (20)
6	100	50	10,05	10,05	11,83	0,00	567 (20)	29642 (20)	2498 (20)
7	100	50	10,05	10,05	-25,34	0,00	1214 (20)	5352 (20)	63508 (20)
8	100	50	10,05	10,05	-24,27	0,00	1163 (20)	5126 (20)	60835 (20)
9	100	50	10,05	10,05	-23,01	0,00	1103 (20)	4861 (20)	57682 (20)
10	100	50	10,05	10,05	-21,58	0,00	1034 (20)	4558 (20)	54088 (20)
11	100	50	10,05	10,05	-20,04	0,00	960 (20)	4231 (20)	50215 (20)
12	100	50	10,05	10,05	-18,44	0,00	884 (20)	3895 (20)	46226 (20)
13	100	50	10,05	10,05	-16,82	0,00	806 (20)	3553 (20)	42162 (20)
14	100	50	10,05	10,05	-15,19	0,00	728 (20)	3208 (20)	38064 (20)
15	100	50	10,05	10,05	-13,55	0,00	650 (20)	2863 (20)	33973 (20)
16	100	50	10,05	10,05	-11,94	0,00	572 (20)	2522 (20)	29929 (20)
17	100	50	10,05	10,05	-10,36	0,00	497 (20)	2189 (20)	25973 (20)
18	100	50	10,05	10,05	-8,84	0,00	423 (20)	1866 (20)	22147 (20)
19	100	50	10,05	10,05	-7,38	0,00	354 (20)	1558 (20)	18491 (20)
20	100	50	10,05	10,05	-6,00	0,00	288 (20)	1268 (20)	15047 (20)
21	100	50	10,05	10,05	-4,73	0,00	227 (20)	999 (20)	11854 (20)
22	100	50	10,05	10,05	-3,57	0,00	171 (20)	755 (20)	8955 (20)
23	100	50	10,05	10,05	-2,55	0,00	122 (20)	538 (20)	6389 (20)
24	100	50	10,05	10,05	-1,67	0,00	80 (20)	354 (20)	4198 (20)
25	100	50	10,05	10,05	-0,97	0,00	46 (20)	204 (20)	2423 (20)
26	100	50	10,05	10,05	-0,44	0,00	21 (20)	93 (20)	1104 (20)
27	100	50	10,05	10,05	-0,11	0,00	5 (20)	24 (20)	283 (20)
28	100	50	10,05	10,05	0,00	0,00	0 (20)	0 (20)	0 (20)

**Combinazioni SLEF**

Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo33200 [kPa]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
1	100	40	10,05	10,05	-0,76	4,33	49 (21)	460 (21)	591 (21)
2	100	40	10,05	10,05	-0,76	5,31	46 (21)	483 (21)	340 (21)
3	100	40	10,05	10,05	-0,75	6,30	45 (21)	501 (21)	169 (21)
4	100	40	10,05	10,05	-0,74	7,28	44 (21)	518 (21)	54 (21)
5	100	40	10,05	10,05	-0,67	8,26	44 (21)	535 (21)	51 (24)
6	100	40	10,05	10,05	-0,58	9,24	45 (21)	551 (21)	125 (24)
7	100	40	10,05	10,05	-0,44	10,22	45 (21)	564 (21)	208 (24)
8	100	40	10,05	10,05	-0,24	11,20	44 (21)	569 (21)	311 (24)
9	100	40	10,05	10,05	0,04	12,18	43 (21)	565 (21)	437 (24)
10	100	40	10,05	10,05	0,38	13,16	44 (24)	550 (21)	588 (24)
11	100	40	10,05	10,05	0,81	14,14	60 (24)	523 (21)	766 (24)
12	100	40	10,05	10,05	1,32	15,12	82 (24)	482 (21)	982 (24)
13	100	40	10,05	10,05	1,92	16,10	114 (24)	427 (21)	1277 (24)
14	100	40	10,05	10,05	2,61	17,08	162 (24)	1437 (24)	1637 (24)
15	100	40	10,05	10,05	3,40	18,06	222 (24)	3075 (24)	2015 (24)
16	100	40	10,05	10,05	4,29	19,04	291 (24)	5241 (24)	2393 (24)
17	100	40	10,05	10,05	5,29	20,02	367 (24)	7861 (24)	2773 (24)
18	100	40	10,05	10,05	6,40	21,01	452 (24)	10902 (24)	3160 (24)
19	100	40	10,05	10,05	7,63	21,99	545 (24)	14354 (24)	3562 (24)
20	100	40	10,05	10,05	8,97	22,97	647 (24)	18219 (24)	3980 (24)
21	100	40	10,05	10,05	10,43	23,95	757 (24)	22503 (24)	4418 (24)
22	100	40	10,05	10,05	12,03	24,93	876 (24)	27216 (24)	4879 (24)
23	100	40	10,05	10,05	13,75	25,91	1006 (24)	32368 (24)	5364 (24)
24	100	40	10,05	10,05	15,61	26,89	1145 (24)	37972 (24)	5875 (24)
25	100	40	10,05	10,05	17,61	27,87	1294 (24)	44039 (24)	6412 (24)
26	100	40	10,05	10,05	19,75	28,85	1454 (24)	50582 (24)	6978 (24)
27	100	40	10,05	10,05	22,04	29,83	1624 (24)	57614 (24)	7574 (24)
28	100	40	10,05	10,05	24,48	30,81	1806 (24)	65148 (24)	8200 (24)
29	100	40	10,05	10,05	27,08	31,79	2000 (24)	73197 (24)	8857 (24)
30	100	40	10,05	10,05	29,84	32,77	2205 (24)	81774 (24)	9548 (24)
31	100	40	10,05	10,05	32,76	33,75	2422 (24)	90892 (24)	10271 (24)
32	100	40	10,05	10,05	35,85	34,74	2652 (24)	100564 (24)	11029 (24)

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	$\sigma_c$ [kPa]	$\sigma_{fi}$ [kPa]	$\sigma_{fs}$ [kPa]
33	100	40	10,05	10,05	39,10	35,72	2894 (24)	110803 (24)	11823 (24)
34	100	40	10,05	10,05	42,54	36,70	3149 (24)	121623 (24)	12653 (24)
35	100	40	10,05	10,05	46,16	37,68	3418 (24)	133037 (24)	13520 (24)
36	100	40	10,05	10,05	49,95	38,66	3700 (24)	145058 (24)	14425 (24)
37	100	40	10,05	10,05	53,94	39,64	3996 (24)	157699 (24)	15369 (24)
38	100	40	10,05	10,05	58,12	40,62	4307 (24)	170974 (24)	16353 (24)
39	100	40	10,05	10,05	62,50	41,60	4632 (24)	184895 (24)	17377 (24)

### Mensola monte

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 33200 [kPa]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	$\sigma_c$ [kPa]	$\sigma_{fi}$ [kPa]	$\sigma_{fs}$ [kPa]
1	100	50	10,18	10,18	-0,76	0,00	36 (21)	171 (21)	1872 (21)
2	100	50	10,18	10,18	-0,76	0,00	36 (21)	171 (21)	1872 (21)
3	100	50	10,18	10,18	-0,56	0,00	26 (21)	126 (21)	1381 (21)
4	100	50	10,18	10,18	-0,25	0,00	12 (21)	56 (21)	615 (21)
5	100	50	10,18	10,18	-0,06	0,00	3 (21)	14 (21)	154 (21)
6	100	50	10,18	10,18	0,00	0,00	0 (21)	0 (21)	0 (21)

### Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 29050 [kPa]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	$\sigma_c$ [kPa]	$\sigma_{fi}$ [kPa]	$\sigma_{fs}$ [kPa]
1	100	50	10,05	10,05	0,00	0,00	0 (21)	0 (21)	0 (21)
2	100	50	10,05	10,05	0,44	0,00	21 (21)	1111 (21)	94 (21)
3	100	50	10,05	10,05	1,77	0,00	85 (21)	4424 (21)	373 (21)
4	100	50	10,05	10,05	3,96	0,00	190 (21)	9915 (21)	836 (21)
5	100	50	10,05	10,05	7,00	0,00	336 (21)	17556 (21)	1479 (21)
6	100	50	10,05	10,05	10,90	0,00	522 (21)	27321 (21)	2302 (21)
7	100	50	10,05	10,05	-19,34	0,00	927 (21)	4085 (21)	48474 (21)
8	100	50	10,05	10,05	-18,51	0,00	887 (21)	3910 (21)	46405 (21)
9	100	50	10,05	10,05	-17,53	0,00	840 (21)	3703 (21)	43943 (21)
10	100	50	10,05	10,05	-16,40	0,00	786 (21)	3465 (21)	41115 (21)
11	100	50	10,05	10,05	-15,19	0,00	728 (21)	3208 (21)	38070 (21)
12	100	50	10,05	10,05	-13,95	0,00	668 (21)	2946 (21)	34961 (21)
13	100	50	10,05	10,05	-12,69	0,00	608 (21)	2681 (21)	31815 (21)
14	100	50	10,05	10,05	-11,44	0,00	548 (21)	2415 (21)	28661 (21)
15	100	50	10,05	10,05	-10,19	0,00	488 (21)	2151 (21)	25530 (21)
16	100	50	10,05	10,05	-8,96	0,00	429 (21)	1892 (21)	22449 (21)
17	100	50	10,05	10,05	-7,76	0,00	372 (21)	1639 (21)	19448 (21)
18	100	50	10,05	10,05	-6,61	0,00	317 (21)	1395 (21)	16556 (21)
19	100	50	10,05	10,05	-5,51	0,00	264 (21)	1163 (21)	13802 (21)
20	100	50	10,05	10,05	-4,47	0,00	214 (21)	945 (21)	11215 (21)
21	100	50	10,05	10,05	-3,52	0,00	169 (21)	743 (21)	8823 (21)
22	100	50	10,05	10,05	-2,66	0,00	127 (21)	561 (21)	6656 (21)
23	100	50	10,05	10,05	-1,89	0,00	91 (21)	400 (21)	4743 (21)
24	100	50	10,05	10,05	-1,24	0,00	60 (21)	262 (21)	3113 (21)
25	100	50	10,05	10,05	-0,72	0,00	34 (21)	151 (21)	1795 (21)
26	100	50	10,05	10,05	-0,33	0,00	16 (21)	69 (21)	817 (21)
27	100	50	10,05	10,05	-0,08	0,00	4 (21)	18 (21)	209 (21)
28	100	50	10,05	10,05	0,00	0,00	0 (21)	0 (21)	0 (21)

### Combinazioni SLEQ

### Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 14940 [kPa]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	$\sigma_c$ [kPa]	$\sigma_{fi}$ [kPa]	$\sigma_{fs}$ [kPa]
1	100	40	10,05	10,05	-0,76	4,33	49 (22)	460 (22)	591 (22)
2	100	40	10,05	10,05	-0,76	5,31	46 (22)	483 (22)	340 (26)
3	100	40	10,05	10,05	-0,75	6,30	45 (22)	501 (22)	169 (22)
4	100	40	10,05	10,05	-0,74	7,28	44 (22)	518 (22)	54 (22)
5	100	40	10,05	10,05	-0,70	8,29	44 (22)	535 (22)	39 (25)
6	100	40	10,05	10,05	-0,65	9,28	45 (22)	551 (22)	104 (25)
7	100	40	10,05	10,05	-0,58	10,27	45 (22)	564 (22)	163 (25)
8	100	40	10,05	10,05	-0,48	11,26	44 (22)	569 (22)	231 (25)
9	100	40	10,05	10,05	-0,35	12,25	43 (22)	565 (22)	310 (25)
10	100	40	10,05	10,05	-0,18	13,23	40 (22)	550 (22)	401 (25)
11	100	40	10,05	10,05	0,03	14,22	36 (22)	523 (22)	505 (25)
12	100	40	10,05	10,05	0,28	15,21	45 (25)	482 (22)	624 (25)
13	100	40	10,05	10,05	0,58	16,20	57 (25)	427 (22)	759 (25)
14	100	40	10,05	10,05	0,93	17,19	72 (25)	355 (22)	912 (25)
15	100	40	10,05	10,05	1,33	18,18	88 (25)	265 (22)	1085 (25)
16	100	40	10,05	10,05	1,80	19,17	109 (25)	144 (22)	1298 (25)
17	100	40	10,05	10,05	2,33	20,16	139 (25)	439 (25)	1565 (25)
18	100	40	10,05	10,05	2,93	21,15	178 (25)	1192 (25)	1881 (25)
19	100	40	10,05	10,05	3,61	22,13	227 (25)	2362 (25)	2226 (25)
20	100	40	10,05	10,05	4,36	23,12	284 (25)	3953 (25)	2582 (25)
21	100	40	10,05	10,05	5,19	24,11	349 (25)	5929 (25)	2943 (25)
22	100	40	10,05	10,05	6,11	25,10	419 (25)	8265 (25)	3309 (25)
23	100	40	10,05	10,05	7,12	26,09	497 (25)	10949 (25)	3683 (25)
24	100	40	10,05	10,05	8,23	27,08	581 (25)	13977 (25)	4067 (25)
25	100	40	10,05	10,05	9,43	28,07	672 (25)	17353 (25)	4465 (25)
26	100	40	10,05	10,05	10,74	29,06	771 (25)	21084 (25)	4879 (25)
27	100	40	10,05	10,05	12,15	30,05	878 (25)	25181 (25)	5311 (25)
28	100	40	10,05	10,05	13,67	31,04	992 (25)	29653 (25)	5763 (25)
29	100	40	10,05	10,05	15,31	32,02	1115 (25)	34513 (25)	6235 (25)
30	100	40	10,05	10,05	17,07	33,01	1247 (25)	39773 (25)	6730 (25)
31	100	40	10,05	10,05	18,96	34,00	1388 (25)	45447 (25)	7249 (25)
32	100	40	10,05	10,05	20,97	34,99	1538 (25)	51546 (25)	7793 (25)
33	100	40	10,05	10,05	23,11	35,98	1699 (25)	58085 (25)	8363 (25)
34	100	40	10,05	10,05	25,39	36,97	1869 (25)	65077 (25)	8960 (25)
35	100	40	10,05	10,05	27,81	37,96	2049 (25)	72535 (25)	9585 (25)
36	100	40	10,05	10,05	30,38	38,95	2240 (25)	80472 (25)	10240 (25)
37	100	40	10,05	10,05	33,09	39,94	2443 (25)	88904 (25)	10925 (25)
38	100	40	10,05	10,05	35,96	40,92	2656 (25)	97843 (25)	11641 (25)
39	100	40	10,05	10,05	38,99	41,91	2881 (25)	107302 (25)	12389 (25)

### Mensola monte

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 14940 [kPa]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	$\sigma_c$ [kPa]	$\sigma_{fi}$ [kPa]	$\sigma_{fs}$ [kPa]
1	100	50	10,18	10,18	-0,76	0,00	36 (22)	171 (22)	1872 (22)
2	100	50	10,18	10,18	-0,76	0,00	36 (22)	171 (22)	1872 (22)
3	100	50	10,18	10,18	-0,56	0,00	26 (22)	126 (22)	1381 (22)
4	100	50	10,18	10,18	-0,25	0,00	12 (22)	56 (22)	615 (22)
5	100	50	10,18	10,18	-0,06	0,00	3 (22)	14 (22)	154 (22)
6	100	50	10,18	10,18	0,00	0,00	0 (22)	0 (22)	0 (22)

### Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 13073 [kPa]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	50	10,05	10,05	0,00	0,00	0 (22)	0 (22)	0 (22)
2	100	50	10,05	10,05	0,36	0,00	17 (25)	896 (25)	75 (25)
3	100	50	10,05	10,05	1,43	0,00	69 (25)	3583 (25)	302 (25)
4	100	50	10,05	10,05	3,22	0,00	154 (25)	8059 (25)	679 (25)
5	100	50	10,05	10,05	5,71	0,00	274 (25)	14324 (25)	1207 (25)
6	100	50	10,05	10,05	8,93	0,00	428 (25)	22376 (25)	1886 (25)
7	100	50	10,05	10,05	-9,70	0,00	465 (26)	2049 (26)	24312 (26)
8	100	50	10,05	10,05	-9,10	0,00	436 (26)	1922 (26)	22806 (26)
9	100	50	10,05	10,05	-8,43	0,00	404 (26)	1780 (26)	21127 (26)
10	100	50	10,05	10,05	-7,69	0,00	369 (26)	1624 (26)	19274 (26)
11	100	50	10,05	10,05	-6,93	0,00	332 (26)	1464 (26)	17373 (26)
12	100	50	10,05	10,05	-6,20	0,00	297 (26)	1310 (26)	15549 (26)
13	100	50	10,05	10,05	-5,51	0,00	264 (26)	1163 (26)	13807 (26)
14	100	50	10,05	10,05	-4,85	0,00	232 (26)	1024 (26)	12150 (26)
15	100	50	10,05	10,05	-4,22	0,00	202 (26)	892 (26)	10582 (26)
16	100	50	10,05	10,05	-3,63	0,00	174 (26)	767 (26)	9107 (26)
17	100	50	10,05	10,05	-3,08	0,00	148 (26)	651 (26)	7728 (26)
18	100	50	10,05	10,05	-2,57	0,00	123 (26)	543 (26)	6450 (26)
19	100	50	10,05	10,05	-2,10	0,00	101 (26)	444 (26)	5275 (26)
20	100	50	10,05	10,05	-1,68	0,00	80 (26)	355 (26)	4208 (26)
21	100	50	10,05	10,05	-1,30	0,00	62 (26)	274 (22)	3252 (26)
22	100	50	10,05	10,05	-0,96	0,00	46 (26)	242 (22)	2412 (26)
23	100	50	10,05	10,05	-0,67	0,00	32 (26)	196 (22)	1691 (26)
24	100	50	10,05	10,05	-0,44	0,00	21 (26)	143 (22)	1092 (26)
25	100	50	10,05	10,05	-0,25	0,00	12 (26)	91 (22)	620 (26)
26	100	50	10,05	10,05	-0,11	0,00	5 (26)	45 (22)	278 (26)
27	100	50	10,05	10,05	-0,03	0,00	1 (26)	12 (22)	70 (26)
28	100	50	10,05	10,05	0,00	0,00	0 (22)	0 (22)	0 (22)

### Verifica a fessurazione

#### Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Af	area ferri zona tesa espresso in [cmq]
Aeff	area efficace espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kNm]
Mpf	momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
ε	deformazione espresso in %
Sm	spaziatura tra le fessure espressa in [mm]
w	apertura delle fessure espressa in [mm]

### Combinazioni SLEF

#### Paramento

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.30$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	40	10,05	1700,00	-0,76	-91,08	0,000000	0,00	0,000 (21)
2	100	40	10,05	1700,00	-0,76	-91,14	0,000000	0,00	0,000 (21)
3	100	40	10,05	1700,00	-0,75	-91,21	0,000000	0,00	0,000 (21)
4	100	40	10,05	1700,00	-0,74	-91,28	0,000000	0,00	0,000 (21)
5	100	40	10,05	1700,00	-0,72	-91,34	0,000000	0,00	0,000 (21)
6	100	40	10,05	1700,00	-0,68	-91,41	0,000000	0,00	0,000 (21)
7	100	40	10,05	1700,00	-0,61	-91,48	0,000000	0,00	0,000 (21)
8	100	40	10,05	1700,00	-0,53	-91,54	0,000000	0,00	0,000 (21)
9	100	40	10,05	1700,00	-0,42	-91,61	0,000000	0,00	0,000 (21)
10	100	40	10,05	1700,00	-0,27	-91,68	0,000000	0,00	0,000 (21)
11	100	40	10,05	1700,00	-0,09	-91,74	0,000000	0,00	0,000 (21)
12	100	40	10,05	1700,00	0,13	91,81	0,000000	0,00	0,000 (21)

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
13	100	40	10,05	1700,00	0,40	91,88	0,000000	0,00	0,000 (21)
14	100	40	10,05	1700,00	0,71	91,94	0,000000	0,00	0,000 (21)
15	100	40	10,05	1700,00	1,08	92,01	0,000000	0,00	0,000 (21)
16	100	40	10,05	1700,00	1,50	92,08	0,000000	0,00	0,000 (21)
17	100	40	10,05	1700,00	1,98	92,14	0,000000	0,00	0,000 (21)
18	100	40	10,05	1700,00	2,53	92,21	0,000000	0,00	0,000 (21)
19	100	40	10,05	1700,00	3,15	92,28	0,000000	0,00	0,000 (21)
20	100	40	10,05	1700,00	3,83	92,34	0,000000	0,00	0,000 (21)
21	100	40	10,05	1700,00	4,60	92,41	0,000000	0,00	0,000 (21)
22	100	40	10,05	1700,00	5,44	92,48	0,000000	0,00	0,000 (21)
23	100	40	10,05	1700,00	6,37	92,54	0,000000	0,00	0,000 (21)
24	100	40	10,05	1700,00	7,39	92,61	0,000000	0,00	0,000 (21)
25	100	40	10,05	1700,00	8,50	92,68	0,000000	0,00	0,000 (21)
26	100	40	10,05	1700,00	9,70	92,74	0,000000	0,00	0,000 (21)
27	100	40	10,05	1700,00	11,01	92,81	0,000000	0,00	0,000 (21)
28	100	40	10,05	1700,00	12,42	92,88	0,000000	0,00	0,000 (21)
29	100	40	10,05	1700,00	13,94	92,94	0,000000	0,00	0,000 (21)
30	100	40	10,05	1700,00	15,59	93,01	0,000000	0,00	0,000 (21)
31	100	40	10,05	1700,00	17,37	93,08	0,000000	0,00	0,000 (21)
32	100	40	10,05	1700,00	19,30	93,15	0,000000	0,00	0,000 (21)
33	100	40	10,05	1700,00	21,38	93,21	0,000000	0,00	0,000 (21)
34	100	40	10,05	1700,00	23,63	93,28	0,000000	0,00	0,000 (21)
35	100	40	10,05	1700,00	26,05	93,35	0,000000	0,00	0,000 (21)
36	100	40	10,05	1700,00	28,64	93,41	0,000000	0,00	0,000 (21)
37	100	40	10,05	1700,00	31,41	93,48	0,000000	0,00	0,000 (21)
38	100	40	10,05	1700,00	34,37	93,54	0,000000	0,00	0,000 (21)
39	100	40	10,05	1700,00	37,51	93,61	0,000000	0,00	0,000 (21)

#### Mensola monte

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.30$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	50	10,18	1650,00	-0,76	-141,94	0,000000	0,00	0,000 (21)
2	100	50	10,18	1650,00	-0,76	-141,94	0,000000	0,00	0,000 (21)
3	100	50	10,18	1650,00	-0,56	-141,94	0,000000	0,00	0,000 (21)
4	100	50	10,18	1650,00	-0,25	-141,94	0,000000	0,00	0,000 (21)
5	100	50	10,18	1650,00	-0,06	-141,94	0,000000	0,00	0,000 (21)
6	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (21)

#### Fondazione

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.30$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (21)
2	100	50	10,05	1700,00	0,44	129,45	0,000000	0,00	0,000 (21)
3	100	50	10,05	1700,00	1,77	129,45	0,000000	0,00	0,000 (21)
4	100	50	10,05	1700,00	3,96	129,45	0,000000	0,00	0,000 (21)
5	100	50	10,05	1700,00	7,00	129,45	0,000000	0,00	0,000 (21)
6	100	50	10,05	1700,00	10,90	129,45	0,000000	0,00	0,000 (21)
7	100	50	10,05	1700,00	-19,34	-129,45	0,000000	0,00	0,000 (21)
8	100	50	10,05	1700,00	-18,51	-129,45	0,000000	0,00	0,000 (21)
9	100	50	10,05	1700,00	-17,53	-129,45	0,000000	0,00	0,000 (21)
10	100	50	10,05	1700,00	-16,40	-129,45	0,000000	0,00	0,000 (21)
11	100	50	10,05	1700,00	-15,19	-129,45	0,000000	0,00	0,000 (21)
12	100	50	10,05	1700,00	-13,95	-129,45	0,000000	0,00	0,000 (21)
13	100	50	10,05	1700,00	-12,69	-129,45	0,000000	0,00	0,000 (21)
14	100	50	10,05	1700,00	-11,44	-129,45	0,000000	0,00	0,000 (21)
15	100	50	10,05	1700,00	-10,19	-129,45	0,000000	0,00	0,000 (21)
16	100	50	10,05	1700,00	-8,96	-129,45	0,000000	0,00	0,000 (21)
17	100	50	10,05	1700,00	-7,76	-129,45	0,000000	0,00	0,000 (21)
18	100	50	10,05	1700,00	-6,61	-129,45	0,000000	0,00	0,000 (21)
19	100	50	10,05	1700,00	-5,51	-129,45	0,000000	0,00	0,000 (21)
20	100	50	10,05	1700,00	-4,47	-129,45	0,000000	0,00	0,000 (21)

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
21	100	50	10,05	1700,00	-3,52	-129,45	0,000000	0,00	0,000 (21)
22	100	50	10,05	1700,00	-2,66	-129,45	0,000000	0,00	0,000 (21)
23	100	50	10,05	1700,00	-1,89	-129,45	0,000000	0,00	0,000 (21)
24	100	50	10,05	1700,00	-1,24	-129,45	0,000000	0,00	0,000 (21)
25	100	50	10,05	1700,00	-0,72	-129,45	0,000000	0,00	0,000 (21)
26	100	50	10,05	1700,00	-0,33	-129,45	0,000000	0,00	0,000 (21)
27	100	50	10,05	1700,00	-0,08	-129,45	0,000000	0,00	0,000 (21)
28	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (21)

### Combinazioni SLEQ

#### Paramento

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.20$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	40	10,05	1700,00	-0,76	-91,08	0,000000	0,00	0,000 (22)
2	100	40	10,05	1700,00	-0,76	-91,14	0,000000	0,00	0,000 (22)
3	100	40	10,05	1700,00	-0,75	-91,21	0,000000	0,00	0,000 (22)
4	100	40	10,05	1700,00	-0,74	-91,28	0,000000	0,00	0,000 (22)
5	100	40	10,05	1700,00	-0,72	-91,34	0,000000	0,00	0,000 (22)
6	100	40	10,05	1700,00	-0,68	-91,41	0,000000	0,00	0,000 (22)
7	100	40	10,05	1700,00	-0,61	-91,48	0,000000	0,00	0,000 (22)
8	100	40	10,05	1700,00	-0,53	-91,54	0,000000	0,00	0,000 (22)
9	100	40	10,05	1700,00	-0,42	-91,61	0,000000	0,00	0,000 (22)
10	100	40	10,05	1700,00	-0,27	-91,68	0,000000	0,00	0,000 (22)
11	100	40	10,05	1700,00	-0,09	-91,74	0,000000	0,00	0,000 (22)
12	100	40	10,05	1700,00	0,13	91,81	0,000000	0,00	0,000 (22)
13	100	40	10,05	1700,00	0,40	91,88	0,000000	0,00	0,000 (22)
14	100	40	10,05	1700,00	0,71	91,94	0,000000	0,00	0,000 (22)
15	100	40	10,05	1700,00	1,08	92,01	0,000000	0,00	0,000 (22)
16	100	40	10,05	1700,00	1,50	92,08	0,000000	0,00	0,000 (22)
17	100	40	10,05	1700,00	1,98	92,14	0,000000	0,00	0,000 (22)
18	100	40	10,05	1700,00	2,53	92,21	0,000000	0,00	0,000 (22)
19	100	40	10,05	1700,00	3,15	92,28	0,000000	0,00	0,000 (22)
20	100	40	10,05	1700,00	3,83	92,34	0,000000	0,00	0,000 (22)
21	100	40	10,05	1700,00	4,60	92,41	0,000000	0,00	0,000 (22)
22	100	40	10,05	1700,00	5,44	92,48	0,000000	0,00	0,000 (22)
23	100	40	10,05	1700,00	6,37	92,54	0,000000	0,00	0,000 (22)
24	100	40	10,05	1700,00	7,39	92,61	0,000000	0,00	0,000 (22)
25	100	40	10,05	1700,00	8,50	92,68	0,000000	0,00	0,000 (22)
26	100	40	10,05	1700,00	9,70	92,74	0,000000	0,00	0,000 (22)
27	100	40	10,05	1700,00	11,01	92,81	0,000000	0,00	0,000 (22)
28	100	40	10,05	1700,00	12,42	92,88	0,000000	0,00	0,000 (22)
29	100	40	10,05	1700,00	13,94	92,95	0,000000	0,00	0,000 (22)
30	100	40	10,05	1700,00	15,57	93,01	0,000000	0,00	0,000 (22)
31	100	40	10,05	1700,00	17,32	93,08	0,000000	0,00	0,000 (22)
32	100	40	10,05	1700,00	19,18	93,15	0,000000	0,00	0,000 (22)
33	100	40	10,05	1700,00	21,18	93,21	0,000000	0,00	0,000 (22)
34	100	40	10,05	1700,00	23,30	93,28	0,000000	0,00	0,000 (22)
35	100	40	10,05	1700,00	25,55	93,35	0,000000	0,00	0,000 (22)
36	100	40	10,05	1700,00	27,94	93,41	0,000000	0,00	0,000 (22)
37	100	40	10,05	1700,00	30,47	93,48	0,000000	0,00	0,000 (22)
38	100	40	10,05	1700,00	33,15	93,54	0,000000	0,00	0,000 (22)
39	100	40	10,05	1700,00	35,97	93,61	0,000000	0,00	0,000 (22)

#### Mensola monte

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.20$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	50	10,18	1650,00	-0,76	-141,94	0,000000	0,00	0,000 (22)
2	100	50	10,18	1650,00	-0,76	-141,94	0,000000	0,00	0,000 (22)
3	100	50	10,18	1650,00	-0,56	-141,94	0,000000	0,00	0,000 (22)

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
4	100	50	10,18	1650,00	-0,25	-141,94	0,000000	0,00	0,000 (22)
5	100	50	10,18	1650,00	-0,06	-141,94	0,000000	0,00	0,000 (22)
6	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (22)

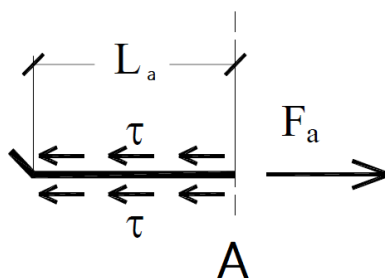
Fondazione

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.20$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (22)
2	100	50	10,05	1700,00	0,32	129,45	0,000000	0,00	0,000 (22)
3	100	50	10,05	1700,00	1,29	129,45	0,000000	0,00	0,000 (22)
4	100	50	10,05	1700,00	2,91	129,45	0,000000	0,00	0,000 (22)
5	100	50	10,05	1700,00	5,19	129,45	0,000000	0,00	0,000 (22)
6	100	50	10,05	1700,00	8,12	129,45	0,000000	0,00	0,000 (22)
7	100	50	10,05	1700,00	-1,34	-129,45	0,000000	0,00	0,000 (22)
8	100	50	10,05	1700,00	-1,23	-129,45	0,000000	0,00	0,000 (22)
9	100	50	10,05	1700,00	-1,08	-129,45	0,000000	0,00	0,000 (22)
10	100	50	10,05	1700,00	-0,87	-129,45	0,000000	0,00	0,000 (22)
11	100	50	10,05	1700,00	-0,64	-129,45	0,000000	0,00	0,000 (22)
12	100	50	10,05	1700,00	-0,46	-129,45	0,000000	0,00	0,000 (22)
13	100	50	10,05	1700,00	-0,30	-129,45	0,000000	0,00	0,000 (22)
14	100	50	10,05	1700,00	-0,17	-129,45	0,000000	0,00	0,000 (22)
15	100	50	10,05	1700,00	-0,08	-129,45	0,000000	0,00	0,000 (22)
16	100	50	10,05	1700,00	0,00	129,45	0,000000	0,00	0,000 (22)
17	100	50	10,05	1700,00	0,05	129,45	0,000000	0,00	0,000 (22)
18	100	50	10,05	1700,00	0,09	129,45	0,000000	0,00	0,000 (22)
19	100	50	10,05	1700,00	0,11	129,45	0,000000	0,00	0,000 (22)
20	100	50	10,05	1700,00	0,11	129,45	0,000000	0,00	0,000 (22)
21	100	50	10,05	1700,00	0,11	129,45	0,000000	0,00	0,000 (22)
22	100	50	10,05	1700,00	0,10	129,45	0,000000	0,00	0,000 (22)
23	100	50	10,05	1700,00	0,08	129,45	0,000000	0,00	0,000 (22)
24	100	50	10,05	1700,00	0,06	129,45	0,000000	0,00	0,000 (22)
25	100	50	10,05	1700,00	0,04	129,45	0,000000	0,00	0,000 (22)
26	100	50	10,05	1700,00	0,02	129,45	0,000000	0,00	0,000 (22)
27	100	50	10,05	1700,00	0,00	129,45	0,000000	0,00	0,000 (22)
28	100	50	0,00	0,00	0,00	0,00	---	---	0,000 (22)

## 11 LUNGHEZZE DI ANCORAGGIO E LUNGHEZZE DI SOVRAPPOSIZIONE DEI FERRI DI ARMATURA

Per la definizione della lunghezza di ancoraggio ( $L_a$ ) si assume una distribuzione delle tensioni tangenziali costante sull'intero tratto  $L_a$ . La distribuzione delle tensioni tangenziali è in equilibrio con la forza di trazione  $F_a$  alla quale è soggetta la barra per effetto del momento flettente agente nella sezione iniziale di ancoraggio (sez.A).



La condizione di equilibrio alla traslazione della barra è pertanto espressa dalla seguente relazione:



$$\tau \cdot \pi \cdot \varphi \cdot L_a = F_a = f_s \cdot \pi \cdot \frac{\varphi^2}{4}$$

dove,

$\pi \cdot \varphi \cdot L_a$  è la superficie laterale del tratto di barra di lunghezza  $L_a$ ;

$\pi \cdot \frac{\varphi^2}{4}$  è l'area della sezione trasversale della barra.

La forza di trazione da considerare nell'equazione di equilibrio è quella che si ha nella sezione A, tuttavia a vantaggio di sicurezza si può considerare il valore massimo della forza di trazione che la barra può sopportare, pari a:

$$F_{a,max} = f_{yd} \cdot \pi \cdot \frac{\varphi^2}{4}$$

dove  $f_{yd}$  è la massima tensione che può essere assorbita dall'acciaio.

Sostituendo nell'equazione di equilibrio il valore massimo di  $F_a$  ed un opportuno valore di  $f_{bd}$  per le tensioni tangenziali ultime di aderenza si ottiene:

$$f_{bd} \cdot \pi \cdot \varphi \cdot L_a = f_{yd} \cdot \pi \cdot \frac{\varphi^2}{4} \rightarrow L_a = \frac{f_{yd} \cdot \pi \cdot \frac{\varphi^2}{4}}{f_{bd} \cdot \pi \cdot \varphi} = \frac{f_{yd} \cdot \varphi}{4 \cdot f_{bd}}$$

La Normativa fissa il valore della resistenza tangenziale di aderenza di progetto  $f_{bd}$  pari a:

$$f_{bd} = \frac{f_{bk}}{\gamma_c}$$

dove:

$\gamma_c$  è il coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo, pari a 1,5;

$f_{bk}$  è la resistenza tangenziale caratteristica di aderenza data da:  $f_{bk} = 2.25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctk}$

in cui,

$\eta_1 = 1,0$  in condizioni di buona aderenza;

$\eta_1 = 0,7$  in condizioni di non buona aderenza, quali nei casi di armature molto addensate, ancoraggi in zona tesa, ancoraggi in zone superiori di getto, in elementi strutturali realizzati con casseforme scorrevoli, a meno che non si adottino idonei provvedimenti;

$\eta_2 = 1,0$  per barre di diametro  $\leq 32$  mm;

$\eta_2 = (132 - \varphi)/100$  per barre di diametro superiore.

Per cui, nella struttura oggetto del presente intervento è possibile individuare il valore di  $L_a$ , secondo quanto segue:

$f_{yk} = 450 \text{ MPa}$	tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio
$f_{yd} = 391.30 \text{ MPa}$	resistenza di calcolo alla tensione di snervamento dell'acciaio
$f_{ck} = 28 \text{ MPa}$	valore caratteristico della resistenza cilindrica a compressione del cls
$f_{ctm} = 0.3 \cdot f_{ck}^{\frac{2}{3}} = 2.77 \text{ MPa}$	valore medio della resistenza a trazione semplice del cls
$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} = 1.94 \text{ MPa}$	valore caratteristico (frattile 5%) della resistenza a trazione semplice del cls
$f_{bk} = 2.25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctk} = 3.05 \text{ MPa}$	resistenza tangenziale caratteristica di aderenza del cls
con $\eta_1 = 0.7$	considerando l'ancoraggio in zona tesa
$\eta_2 = 1$	per barre di diametro $\leq 32$ mm
$f_{bd} = \frac{f_{bk}}{\gamma_c} = 2.03 \text{ MPa}$	resistenza tangenziale di aderenza di progetto
$l_{b,rqd} = \frac{f_{yd} \cdot \varphi}{4 \cdot f_{bd}} = 48.20 \cdot \varphi \sim 50 \varphi$	lunghezza di ancoraggio di base

La lunghezza di ancoraggio di progetto  $l_{bd}$  è calcolata sulla base della lunghezza di ancoraggio di base richiesta  $l_{b,rqd}$ , tenendo in considerazione l'influenza dei cinque parametri (da  $\alpha_1$  a  $\alpha_5$ ) e sapendo che non deve essere inferiore alla lunghezza minima di ancoraggio  $l_{b,min}$ :

$$l_{b,min} = \max(0.3 \cdot l_{b,rqd}; 10 \cdot \varphi; 100 \text{ mm}) \quad \text{per ferri in trazione;}$$

$$l_{b,min} = \max(0.6 \cdot l_{b,rqd}; 10 \cdot \varphi; 100mm) \quad \text{per ferri in compressione;}$$

La **lunghezza di ancoraggio** di progetto  $l_{bd}$  è calcolata come segue:

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} \geq l_{b,min} \quad \text{armatura sotto trazione}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} \geq l_{b,min} \quad \text{armatura sotto compressione}$$

dove:

- $\alpha_1$  tiene in considerazione la forma del ferro di armatura (per ferri con estremità dritte  $\alpha_1$  è assunto pari a 1, per altre forme in determinate condizioni  $\alpha_1$  è assunto pari a 0,7)
- $\alpha_2$  tiene in considerazione il copriferro:  $0,7 \leq \alpha_2 = 1 - 0,15 (c_d - k \varphi) / \varphi \leq 1$ ; dove  $k=1$  per ferri senza uncino e  $k=3$  per ferri con uncino.  $\alpha_2$  tiene in considerazione il confinamento passivo generato dal calcestruzzo circostante.
- $\alpha_3$  tiene in considerazione l'effetto dell'armatura trasversale, dove  $0,7 = 1 - k \leq 1$  con  $\lambda = (\sum A_{st} - \sum A_{st,min}) / A_s$
- $\alpha_4$  assunto pari a 0,7 se l'armatura trasversale è saldata all'armatura da ancorare, altrimenti è assunto pari ad 1
- $\alpha_5$  tiene in considerazione la pressione trasversale, mentre  $\alpha_5 = 1 - 0,04p \geq 0,7$  dove  $p$  è la pressione trasversale sulla lunghezza di ancoraggio (confinamento attivo).

L'effetto cumulativo di tali influenze è limitato da  $\alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_5 \geq 0,7$

A vantaggio di sicurezza, per la lunghezza di ancoraggio delle **barre dritte**  $\alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5$  è stato assunto pari a 1. Pertanto:

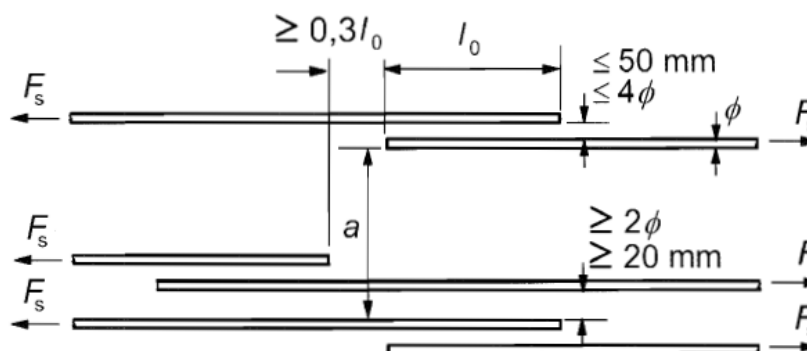
$\varnothing$ [mm]	14	16	20	24
$l_{bd}$ [mm]	675	770	965	1155

Anche la **lunghezza di giunzione** di progetto ( $l_0$ ) viene calcolata a partire dalla lunghezza di ancoraggio di base richiesta  $l_{b,rqd}$  con:  $l_0 = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rqd} \geq l_{0,min}$  (mm)

A vantaggio di sicurezza, per barre dritte in condizione tesa,  $\alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5$  è stato assunto pari a 1. Pertanto:

$\varnothing$ [mm]	14	16	20	24
$l_0$ [mm]	675	770	965	1155

Se l'interasse libero tra i ferri di armatura sovrapposti e supera di 4 volte il diametro del ferro  $\Phi$  o è maggiore di 50 mm, la lunghezza di sovrapposizione sarà incrementata di un valore pari a  $e - 4\Phi$  oppure  $e - 50$  mm.



La lunghezza minima di giunzione  $l_{0,min}$  può essere calcolata nel modo seguente:

$$l_{0,min} = \max(0,3 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rqd}; 15\varphi; 200 \text{ mm}) = 360 \text{ mm}$$

## 12 CEDIMENTI

### 12.1 METODO DI CALCOLO

Poiché i terreni di fondazione sono prevalentemente incoerenti, è stato utilizzato il metodo di Burland e Burbridge che consente di stimare il cedimento di fondazioni su sabbia normalmente consolidate o sovraconsolidate partendo dai risultati delle prove SPT. Il metodo risulta essere attendibile in quanto si basa su una analisi statistica di un gran numero di casi osservati.

Il cedimento della fondazione su sabbie NC, al termine della costruzione viene stimato con la seguente equazione:

$$S_i = f_s f_1 q B^{0.7} I_c$$

in cui:

- $S_i$  cedimento medio immediato espresso in mm  
 $B$  larghezza della fondazione in m  
 $f_s$  fattore di forma:  $f_s = [(1.25 L/B) / (L/B+0.25)]^2$   
 $f_1$  fattore di spessore:  $f_1 = (H_s/Z_i) (2 - H_s/Z_i)$  che assume valore 1.00 per  $H_s > Z_i$  essendo  $H_s$  lo spessore dello strato di sabbia sotto la fondazione  
 $Z_i = B^{0.763}$  profondità di influenza  
 $q$  pressione media trasmessa dalla fondazione in kPa  
 $I_c$  indice di compressibilità, funzione di un valore medio  $N_m$  di NSPT:  $I_c = 1,71 / N_m^{1.4}$

Nel caso di sabbie e ghiaie i valori misurati di NSPT vengono corretti secondo la relazione

$$N_m = 1,25 \text{ NSPT}$$

Inoltre, se i valori di NSPT crescono o sono pressochè costanti con la profondità, la media  $N_m$  viene calcolata entro la profondità di influenza  $Z_i$ , altrimenti entro la profondità  $2B$ .

Infine, per tener conto degli effetti viscosi, Burland e Burbridge consigliano di moltiplicare il cedimento immediato per un fattore di correzione  $f_t$ :

$$S = S_i f_t \quad f_t = 1 + R_3 + R_t \log_{10} t/3$$

in cui  $t$  è il tempo a partire dalla fine della costruzione espresso in anni ( $t \geq 3$ ) ed  $R_3$  e  $R_t$  sono coefficienti che dipendono dalle condizioni di carico (cfr. tabella).

Condizioni di carico	$R_3$	$R_t$
Carichi statici	0.3	0.2
Carichi ciclici	0.7	0.8

## 12.2 RISULTATI

Venendo al caso in esame, dall'analisi dei risultati delle prove SPT si evince che i valori più frequenti di  $N_{spt}$  ricadono nell'intervallo 20-40. Assunto, pertanto, a vantaggio di sicurezza un numero di colpi pari a 20, si ottiene:

$$N_m=25 \quad e \quad I_c = 1,71/N_m^{1.4} = 0,01887.$$

Nella tabella seguente sono riportati i valori dei cedimenti calcolati per ciascun concio del muro di sostegno OS62:

Concio	q (kPa)	L (m)	B (m)	fs	f1	Ic	Si (mm)	S (mm)
A	101	20.00	2.80	1.459	1.000	0.01887	5.717	9.719
B	101	20.00	2.80	1.459	1.000	0.01887	5.717	9.719
C	101	22.00	2.80	1.468	1.000	0.01887	5.752	9.779
D	101	24.00	2.80	1.475	1.000	0.01887	5.782	9.829
E	101	20.00	2.80	1.459	1.000	0.01887	5.717	9.719
F	101	20.00	2.80	1.459	1.000	0.01887	5.717	9.719
G	101	9.86	2.80	1.362	1.000	0.01887	5.229	9.076
H	101	20.00	2.80	1.459	1.000	0.01887	5.717	9.719
I	101	20.00	2.80	1.459	1.000	0.01887	5.717	9.719
J	101	20.00	2.80	1.459	1.000	0.01887	5.717	9.719
K	101	20.00	2.80	1.459	1.000	0.01887	5.717	9.719
L	97	20.00	2.60	1.466	1.000	0.01887	5.238	8.905
M	97	20.00	2.60	1.466	1.000	0.01887	5.238	8.905
N	97	20.00	2.60	1.466	1.000	0.01887	5.238	8.905
O	91	20.00	2.40	1.473	1.000	0.01887	4.669	7.937
P	91	20.00	2.40	1.473	1.000	0.01887	4.669	7.937
Q	91	20.00	2.40	1.473	1.000	0.01887	4.669	7.937
R	91	20.00	2.40	1.473	1.000	0.01887	4.669	7.937
S	101	15.45	2.80	1.430	1.000	0.01887	5.605	9.528
T	112	20.25	3.00	1.453	1.000	0.01887	6.627	11.266
U	112	20.00	3.00	1.452	1.000	0.01887	6.621	11.256
V	112	20.00	3.00	1.452	1.000	0.01887	6.621	11.256
Z	112	21.00	3.00	1.457	1.000	0.01887	6.644	11.295

I cedimenti calcolati presentano valori decisamente contenuti e compatibili con la struttura in esame.

**13 SOTTOSCRIZIONE DELL'ELABORATO DA PARTE DEL R.T.P**

STUDIO CORONA S.r.l.

---

I.T. S.r.l. E&amp;G S.r.l.

---

CONSORZIO UNING

---

SETAC S.r.l.

---

DOTT. DANILO GALLO

---

ECOPLAN S.r.l.

---

E&amp;G S.r.l.

---

ARKE' INGEGNERIA S.r.l.

---

ING. RENATO DEL PRETE

---