

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE:
DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01**

**DIREZIONE TECNICA - CENTRO DI PRODUZIONE MILANO
PROGETTO DEFINITIVO PER APPALTO INTEGRATO**

**POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA. TRATTA RHO-GALLARATE
QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARABIAGO E RACCORDO Y**

OPERE PRINCIPALI - SOTTOVIA E SOTTOPASSI

SL02 – Prolungamento sottopasso Viale Europa Unita al km 2+433.48

Relazione di calcolo muri

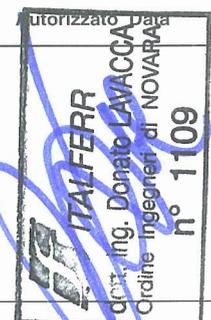
SCALA:



COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

MDL1 12 D 26 CL SL0200 003 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato
A	Emissione esecutiva	A. Ingletti	Dic. 2010			S. Borelli		



INDICE

1.1	SCOPO DEL DOCUMENTO	3
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	4
2.1	Documenti Referenziati	4
2.2	Documenti correlati.....	5
2.3	Documenti superati.....	5
3	ALLEGATI	5
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	6
5	CARATTERISTICHE DEL TERRENO	8
6	Analisi dei carichi.....	10
6.1	Spinta del terreno	10
6.2	Spinta del terreno dovuta ai carichi accidentali.....	10
6.3	Azioni sismiche.....	10
7	Muri in SX.....	11
7.1	Muro Sx_1 H=2,35m	11
7.2	Muro Sx_2 H=1,70m	13
7.3	Muro Sx_3 H=1,30m	15
7.4	Muro Dx_3 H=2,20m	17
8	Riepilogo delle sollecitazioni	19
9	Verifiche di resistenza	20
9.1	Muro Sx_1	20
9.2	Muro Sx_2	22
9.3	Muro Sx_3	24
9.4	Muro Dx_1	26
10	Incidenza armatura.....	27
11	Verifiche di portanza.....	28
11.1	Muro Sx_1	29
11.2	Muro Sx_2	30
11.3	Muro Sx_3	31
11.4	Muro Dx_1	32

1.1 SCOPO DEL DOCUMENTO

Lo scopo del presente documento è quello di analizzare le strutture delle rampe di accesso al nuovo sottovia SL02 di

Il calcolo è stato effettuato in conformità al D.M. 16/01/1996, adottando come metodo di verifica quello delle tensioni ammissibili e assumendo una zona sismica III.

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1 Documenti Referenziati

La progettazione è conforme alle normative vigenti nonché alle istruzioni dell'Ente FF.SS.

- **Legge n° 1086 del 5 Novembre 1971**

"Norme per la disciplina delle Opere di conglomerato cementizio armato normale e precompresso e a struttura metallica";

- **D.M. 9 Gennaio 1996**

"Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche";

- **D.M. 16 Gennaio 1996**

"Norme tecniche relative ai criteri per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi";

- **D.M. 16 Gennaio 1996**

"Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche";

- **D.M. 11 Marzo 1988:**

"Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione";

- **Min. LL.PP. Circolare 15/10/1996 n. 252/AA.GG./S.T.C.**

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale, precompresso e per le strutture metalliche" di cui al D.M. 9.1.1996;

- **Min. LL.PP. Circolare 04/07/1996 n.156 AA.GG./STC**

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relativi ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" di cui al D.M. 16.1.1996;

- **Min. LL.PP. Circolare 10/04/1997 n. 65/AA.GG**

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative alle costruzioni sismiche" di cui al D.M. 16.1.1996;

- **Min. LL.PP. Circolare 24/09/1988 n.30483:**

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione";

- **Norme CNR 10011/85:**

Costruzioni in acciaio: istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.

- **Istruzioni FS. del 2 Giugno 1995 I/SC/PS-OM/2298**

"Sovraccarichi per il calcolo dei ponti ferroviari. Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo". Testo aggiornato della istruzione n° I/SC/PS-OM/2298 del 2 Giugno 1995 completo delle relative integrazioni - 13 Gennaio 1997;

- **Istruzione FF.SS. n° 44b del 14/04/1998**

"Istruzioni tecniche per manufatti sottobinario da costruire in zona sismica". Testo aggiornato dell'istruzione 44/b del 14/11/1996, approvato dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici con voto dell'Assemblea Generale del 16/12/1997;

2.2 Documenti correlati

I documenti correlati sono documenti la cui lettura è consigliata per allargare la conoscenza dell'ambito nel quale il presente documento si inquadra. Non si riporta la revisione e la data in quanto si fa implicitamente riferimento all'ultima revisione del documento citato.

I documenti correlati sono:

Planimetria generale dell'intervento	1:200	MDL1	1	2	D	26	P9	SL	0	2	0	0	001	A
Pianta e sezioni	1:100	MDL1	1	2	D	26	PA	SL	0	2	0	0	001	A
Carpenteria opera	1:50	MDL1	1	2	D	26	BB	SL	0	2	0	0	001	A
Fasi realizzative e opere provvisoriale	1:200	MDL1	1	2	D	26	B9	SL	0	2	0	0	001	A
Particolari, dettagli e finiture	1:20	MDL1	1	2	D	26	BC	SL	0	2	0	0	001	A
Adeguamento viabilità esistente - planimetria idraulica	1:200	MDL1	1	2	D	26	P9	SL	0	2	0	0	002	A
Adeguamento viabilità esistente - profilo e sezioni trasversali	1:200	MDL1	1	2	D	26	B9	SL	0	2	0	0	002	A
Relazione di calcolo muri di sostegno	-	MDL1	1	2	D	26	CL	SL	0	2	0	0	003	A
Carpenteria muri di sostegno	1.50	MDL1	1	2	D	26	BB	SL	0	5	0	0	002	A

2.3 Documenti superati

Non ci sono documenti superati

3 ALLEGATI

Non sono presenti allegati.

4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

I materiali adottati in fase di calcolo sono:

Calcestruzzo

Per le strutture di elevazione e fondazione si adotterà un calcestruzzo con le seguenti caratteristiche:

- $R_{ck} \geq 35 \text{ N/mm}^2$ (C30/35)
- classe di esposizione ambientale (UNI EN 206): XC1
- rapporto a/c non superiore a 0.60
- classe di consistenza S3-S4
- tipo di cemento: CEM III, IV, V
- diametro massimo inerte $\Phi_{max} = 20 \text{ mm}$

Per il magrone di sottofondazione si adotterà un calcestruzzo con le seguenti caratteristiche:

- $R_{ck} \geq 15 \text{ N/mm}^2$ (C12/15)
- classe di esposizione ambientale (UNI EN 206): X0
- tipo di cemento: CEM I÷V

Acciaio per c.a

Per gli elementi in c.a. si adotterà acciaio in barre ad aderenza migliorata FeB44 K (B450 C) saldabile con $\emptyset \leq 26 \text{ mm}$ avente le seguenti caratteristiche:

- $f_{yk} \geq 430 \text{ N/mm}^2$
- $f_{tk} \geq 540 \text{ N/mm}^2$
- $(f_y/f_{yk}) \leq 1.35$
- $(f_t/f_y)_{medio} \geq 1.13$

dove:

f_y = tensione di snervamento;

f_t = tensione di rottura;

f_{yk} = tensione caratteristica di snervamento;

f_{tk} = tensione caratteristica di rottura.

Tensione normale di compressione e trazione ammissibile:

$$\sigma_{s,adm} = 255 \text{ N/mm}^2$$

Copriferro netto

Copriferro netto di progetto per strutture di elevazione $c \geq 40$ mm.

Copriferro netto di progetto per strutture di fondazione $c \geq 40$ mm.

Acciaio per micropali

Tipo: S275JR (ex Fe430B)

- tensione caratt. di rottura: $f_{tk} = 430$ mpa

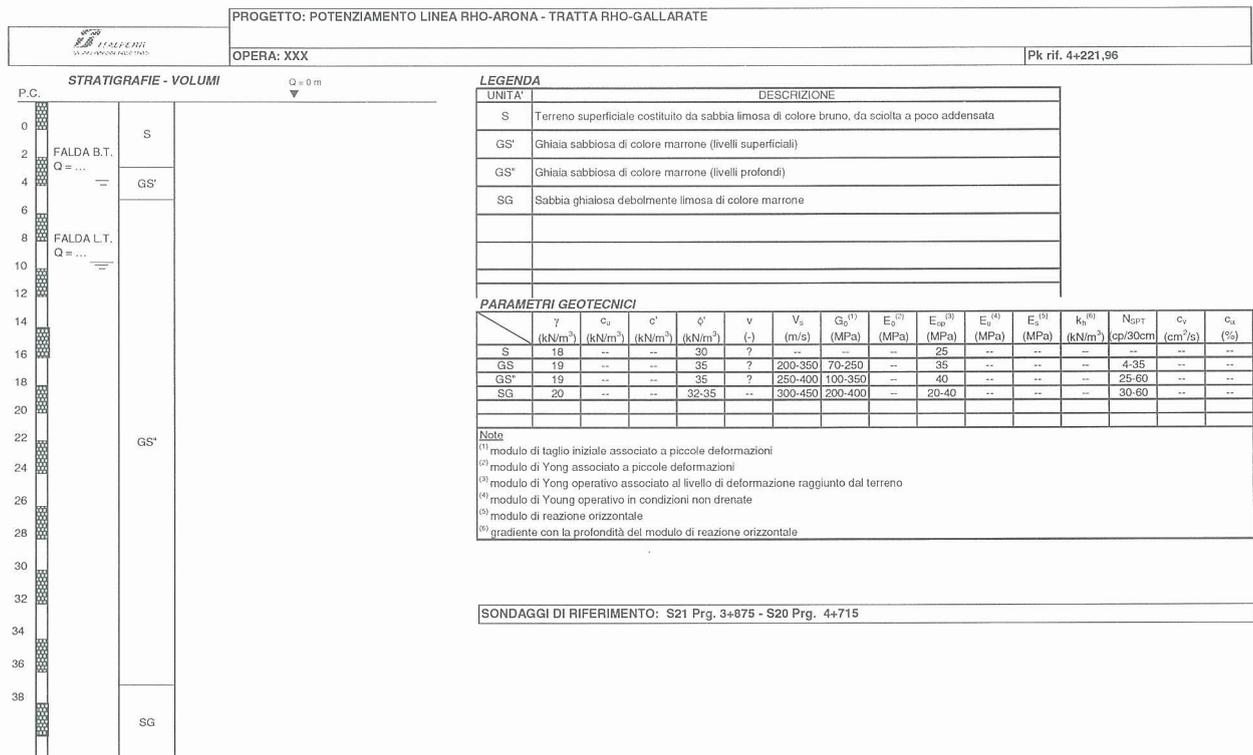
- tensione caratt. di snervamento: $f_{yk} = 275$ mpa per $t < 40$ mm

$f_{yk} = 255$ mpa per $t > 40$ mm

5 CARATTERISTICHE DEL TERRENO

La caratterizzazione stratigrafica della tratta in esame è stata individuata dalle informazioni ottenute dalla campagna d'indagine svolta nell'anno 2008: in particolare, nelle immediate vicinanze dell'opera in esame (prg. km 4+221.96) è stato eseguito il sondaggio S20, spinto fino alla profondità di 20.0 m dal p.c.

Sulla base di quanto sopra e dalla caratterizzazione stratigrafica e dei parametri geotecnica di progetto riportati nella relazione geotecnica generale, per l'opera in oggetto è stata individuata la caratterizzazione stratigrafico-geotecnica di progetto riportata nella seguente scheda geotecnica, caratterizzante il sito di ubicazione dell'opera.



SONDAGGI DI RIFERIMENTO: S21 Prg. 3+875 - S20 Prg. 4+715

I simboli rappresentati nella scheda geotecnica hanno il seguente significato:

γ = peso di volume naturale

c_u = coesione non drenata

c' = coesione efficace

φ' = angolo d'attrito

ν = coefficiente di Poisson

V_s = velocità delle onde di taglio

G_o = modulo di taglio iniziale associato a piccole deformazioni

E_o = modulo di Young operativo associato al livello di deformazione raggiunto dal terreno

E_{op} = modulo di Young operativo associato al livello di deformazione raggiunto dal terreno

E_u = modulo di Young operativo in condizioni non drenate

E_s = modulo di reazione orizzontale

K_h = gradiente con la profondità del modulo di reazione orizzontale

NSPT = numero di colpi/30 cm di riferimento nel calcolo dei pali di fondazione

c_v = coefficiente di consolidazione primaria

c_α = coefficiente di consolidazione secondaria

Note: - il valore di φ' adottato per i terreni tipo GS" è stato considerato pari a quello dello strato GS' ($\varphi = 35^\circ$) a favore di sicurezza.

- il valore di $c' = 0$ kPa adottato per i terreni tipo LS è stato adottato a favore di sicurezza.

- il valore del modulo di Young E_{op} adottato per i terreni tipo S è stato stimato cautelativamente a favore di sicurezza.

Per i dettagli circa le prove in sito ed in laboratorio si rimanda alla relazione geotecnica generale.

Per quanto concerne la falda, nella zona in esame il livello di falda è posto a 17m dal p.c., come si evince dal profilo geotecnico di riferimento.

6 Analisi dei carichi

6.1 Spinta del terreno

Per il rinterro si prevede un angolo di attrito $\phi = 30^\circ$ ed un peso di volume $\gamma = 19 \text{ KN/m}^3$, lungo tutta l'altezza dei muri.

Il coefficiente di spinta viene calcolato utilizzando la formula $K_a = (1 - \sin \phi) / (1 + \sin \phi)$, per cui si ottiene il valore $K_a = 0,333$.

6.2 Spinta del terreno dovuta ai carichi accidentali

Si considera sui muri in DX la presenza di un sovraccarico accidentale pari a $q = 5.00 \text{ kN/m}^2$.

6.3 Azioni sismiche

Così come previsto dalle "prescrizioni tecniche per la progettazione esecutiva- Opere di sostegno", in rimando al D.M. 11/03/88, l'azione sismica sarà trascurata ($H_{\text{muri}} < 3.00\text{m}$).

7 Muri in SX

7.1 Muro Sx_1 H=2,35m

Titolo: **SX_1**

Altezza paraghiaia	h1	0	Angolo attrito interno	φ°	30	Impalcato Ni 5.25 dN 0 Vi 1.5								
Spessore paraghiaia	s1	0	Ang. attrito terra-muro	δ°	20									
Inclinazione parete [%]	i	0	Ang. attrito fondazione	φ_f°	21	Zoom 								
Altezza parete	h2	2.35	Peso spec. terre [kN/m3]	γ_t	19									
Spessore in testa	s2	0.3	Peso spec. muro [kN/m3]	γ_m	25	N° lati terreno 1								
Spessore alla base	s3	0.3	Grado di sismicità	S	0									
Altezza fondazione	h3	0.4				<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Lungh.</th> <th>Dislivello</th> <th>q</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Lato 1</td> <td>3</td> <td>0</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>		Lungh.	Dislivello	q	Lato 1	3	0	5
	Lungh.	Dislivello	q											
Lato 1	3	0	5											
Sbalzo fond. contro terra L1		1.7												
Larghezza totale fond.	L2	2.4				Calcolo								

Parete

St	15.60	kN
Sq	3.493	kN
Ss	0	kN
Si	0	kN
M	18.67	kNm
N	29.40	kN
V	19.44	kN

Fondazione

St	21.19		Mr	6.487	kNm
Sq	3.191		Ms/Mr	24.39	
Ss	0		c. scorr.	2.062	
Si	0				
M	5.583		$\sigma_{t, valle}$	0.06045	N/mm ²
N	131.1		$\sigma_{t, monte}$	0.04882	N/mm ²
V	24.41		% comp.	100.0	

Sbalzi Fondazione

M valle	3.984
M monte	4.460

[Visualizza](#)

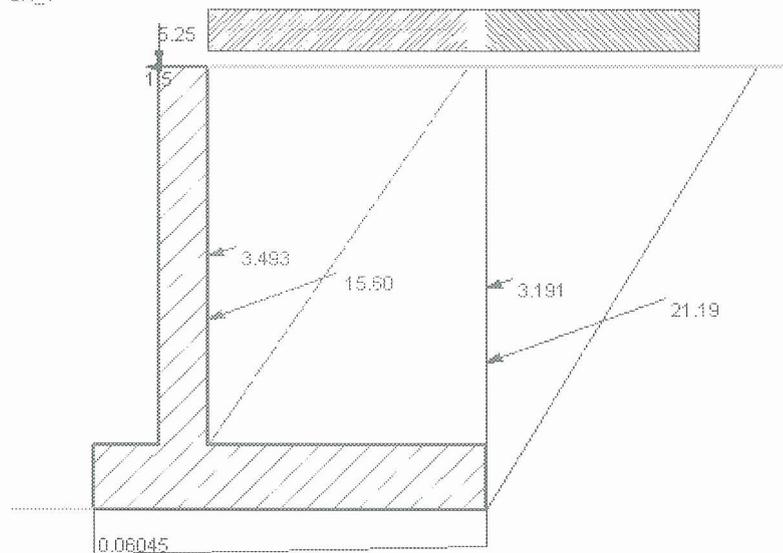
Dove per la parete si intende:

- St = spinta statica delle terre sul paramento interno;
- Sq = spinta statica del sovraccarico q;
- Ss = spinta delle terre per azione sismica;
- Si = spinta delle forze d'inerzia dovuta alle masse della parete e della zavorra (porzione di terreno al di sopra della suola a monte);
- M = momento flettente nella sezione allo spiccato della parete;
- N = azione assiale nella sezione allo spiccato della parete;
- V = azione di taglio nella sezione allo spiccato della parete;

Dove per la fondazione si intende:

- St = spinta statica delle terre sulla parete verticale ideale a monte della scarpa interna;
- Sq = spinta statica del sovraccarico q;
- Ss = spinta delle terre per azione sismica;
- Si = spinta delle forze d'inerzia dovuta alle masse della parete e della zavorra;
- M = momento flettente rispetto al baricentro della sezione di imposta della fondazione;
- N = azione assiale nella sezione di imposta della fondazione ;
- V = azione di taglio nella sezione di imposta della fondazione;
- Mr = momento ribaltante;
- Ms/Mr = coefficiente di sicurezza al ribaltamento (deve essere > 1.5);
- c. scorr. = coefficiente di sicurezza allo scorrimento (deve essere > 1.3);
- st, valle = pressione sul terreno a valle;
- st, monte = pressione sul terreno a monte;
- % comp. = percentuale di sezione compressa;
- M valle = momento sulla suola a valle (per il calcolo dell'armatura inferiore);
- M monte = momento sulla suola a monte (per il calcolo dell'armatura superiore).

SX_1

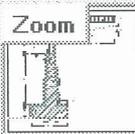


Dati

$\phi = 30^\circ$
 $\delta = 20^\circ$
 $\phi f = 21^\circ$
 $\gamma t = 19 \text{ kN/m}^3$
 $\gamma m = 25 \text{ kN/m}^3$
 $S = 0$
 $N_i = 5.25$
 $dN = 0$
 $V_i = 1.5$
 $V_i = 1.5$
 Sollecitazioni Parete
 $St = 15.60$
 $Sq = 3.493$
 $Ss = 0$
 $Si = 0$
 $M = 16.67$
 $N = 29.40$
 $V = 19.44$
 Sollecitazioni Fondazione
 $St = 21.19$
 $Sq = 3.191$
 $Ss = 0$
 $Si = 0$
 $M = 5.583$
 $N = 131.1$
 $V = 24.41$
 $Mr = 6.487$
 Verifiche fondazione
 Sicurezza ribaltamento = 24.39
 Sicurezza scorrimento = 2.062
 $\sigma_{t, valle} = 0.06045 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{t, monte} = 0.04882 \text{ N/mm}^2$
 $M \text{ sbalzo valle} = 3.984$
 $M \text{ sbalzo monte} = 4.460$

7.2 Muro Sx_2 H=1,70m

Titolo : **SX_2**

Altezza paraghiaia	h1	0	Angolo attrito interno	φ°	30	Impalcato Ni 5.25 dN 0 Vi 1.5
Spessore paraghiaia	s1	0	Ang. attrito terra-muro	δ°	20	
Inclinazione parete [%]	i	0	Ang. attrito fondazione	φ_f°	21	Zoom 
Altezza parete	h2	1.7	Peso spec. terre [kN/m3]	γ_t	19	
Spessore in testa	s2	0.3	Peso spec. muro [kN/m3]	γ_m	25	Lato 1 Lungh. 3 Dislivello 0 q 5
Spessore alla base	s3	0.3	Grado di sismicit�	S	0	
Altezza fondazione	h3	0.4	N' lati terreno		1	Calcolo
Sbalzo fond. contro terra L1	L1	1.1				
Larghezza totale fond.	L2	1.8				

Parete		Fondazione	
St	8.163 kN	St	12.46
Sq	2.527 kN	Mr	4.833 kNm
Ss	0 kN	Ms/Mr	14.43
Sf	0 kN	c. scorr.	1.828
M	9.154 kNm	Si	0
N	21.66 kN	M valle	0.05063 N/mm ²
V	11.55 kN	M monte	0.03477 N/mm ²
		% comp.	100.0

Visualizza

Sbalzi Fondazione	
M valle	3.156
M monte	2.601

Dove per la parete si intende:

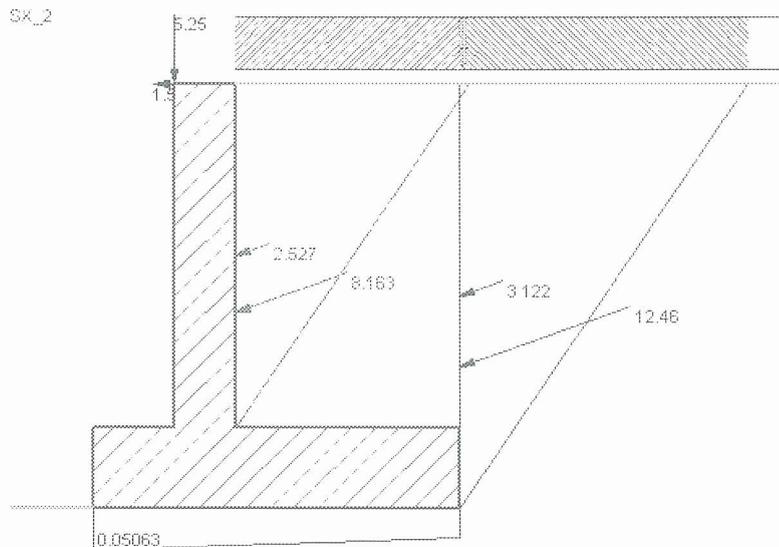
- St = spinta statica delle terre sul paramento interno;
- Sq = spinta statica del sovraccarico q;
- Ss = spinta delle terre per azione sismica;
- Sf = spinta delle forze d'inerzia dovuta alle masse della parete e della zavorra (porzione di terreno al di sopra della suola a monte);
- M = momento flettente nella sezione allo spiccato della parete;
- N = azione assiale nella sezione allo spiccato della parete;
- V = azione di taglio nella sezione allo spiccato della parete;

Dove per la fondazione si intende:

- St = spinta statica delle terre sulla parete verticale ideale a monte della scarpa interna;
- Sq = spinta statica del sovraccarico q ;
- Ss = spinta delle terre per azione sismica;
- Si = spinta delle forze d'inerzia dovuta alle masse della parete e della zavorra;
- M = momento flettente rispetto al baricentro della sezione di imposta della fondazione;
- N = azione assiale nella sezione di imposta della fondazione ;
- V = azione di taglio nella sezione di imposta della fondazione;
- Mr = momento ribaltante;
- Ms/Mr = coefficiente di sicurezza al ribaltamento (deve essere > 1.5);
- $c. \text{ scorr.}$ = coefficiente di sicurezza allo scorrimento (deve essere > 1.3);
- st, valle = pressione sul terreno a valle;
- st, monte = pressione sul terreno a monte;
- $\% \text{ comp.}$ = percentuale di sezione compressa;

- $M \text{ valle}$ = momento sulla suola a valle (per il calcolo dell'armatura inferiore);
- $M \text{ monte}$ = momento sulla suola a monte (per il calcolo dell'armatura superiore).

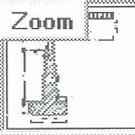
SX_2



Dati
 $\phi = 30^\circ$
 $\delta = 20^\circ$
 $\phi f = 21^\circ$
 $\gamma t = 19 \text{ kN/m}^3$
 $\gamma m = 25 \text{ kN/m}^3$
 $S = 0$
 $Ni = 5.25$
 $dN = 0$
 $Vi = 1.5$
 $Vf = 1.5$
 Sollecitazioni Parete
 $St = 8.163$
 $Sq = 2.527$
 $Ss = 0$
 $Si = 0$
 $M = 9.154$
 $N = 21.66$
 $V = 11.55$
 Sollecitazioni Fondazione
 $St = 12.46$
 $Sq = 3.122$
 $Ss = 0$
 $Si = 0$
 $M = 4.280$
 $N = 76.86$
 $V = 16.14$
 $Mr = 4.833$
 Verifiche fondazione
 Sicurezza ribaltamento = 14.43
 Sicurezza scorrimento = 1.828
 $\sigma t, \text{valle} = 0.05063 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma t, \text{monte} = 0.03477 \text{ N/mm}^2$
 $M \text{ sbalzo valle} = 3.156$
 $M \text{ sbalzo monte} = 2.601$

7.3 Muro Sx_3 H=1,30m

Titolo: **SX_3**

Altezza paraghiaia	h1	0	Angolo attrito interno	φ°	30	Impalcato Ni 5.25 dN 0 Vi 1.5
Spessore paraghiaia	s1	0	Ang. attrito terra-muro	δ°	20	
Inclinazione parete [%]	i	0	Ang. attrito fondazione	φ_f°	21	
Altezza parete	h2	1.3	Peso spec. terre [kN/m ³]	γ_t	19	Zoom 
Spessore in testa	s2	0.3	Peso spec. muro [kN/m ³]	γ_m	25	
Spessore alla base	s3	0.3	Grado di sismicità	S	0	
Altezza fondazione	h3	0.4	N° lati terreno		1	
Sbalzo fond. contro terra L1		0.9				
Larghezza totale fond.	L2	1.6				

	Lungh.	Dislivello	q
Lato 1	3	0	5

Calcolo

Parete		Fondazione	
St	4.773 kN	St	8.163
Sq	1.933 kN	Mr	3.306 kNm
Ss	0 kN	Ms/Mr	13.86
Si	0 kN	c. scorr.	1.891
M	5.518 kNm	$\sigma_{t, valle}$	0.04199 N/mm ²
N	17.29 kN	$\sigma_{t, monte}$	0.02912 N/mm ²
V	7.801 kN	% comp.	100.0

Visualizza

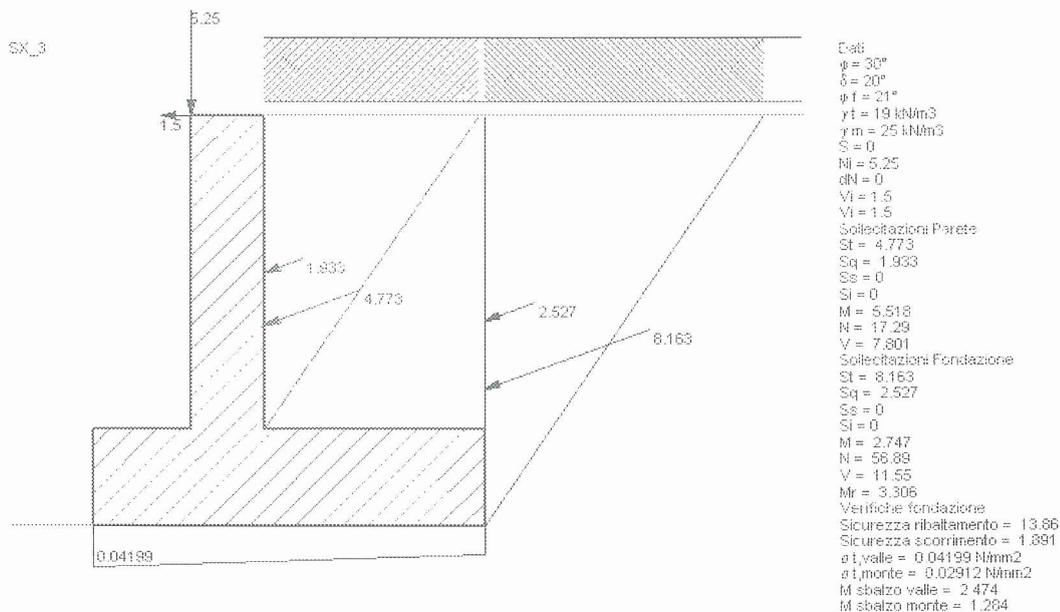
Sbalzi Fondazione	
M valle	2.474
M monte	1.284

Dove per la parete si intende:

- St = spinta statica delle terre sul paramento interno;
- Sq = spinta statica del sovraccarico q;
- Ss = spinta delle terre per azione sismica;
- Si = spinta delle forze d'inerzia dovuta alle masse della parete e della zavorra (porzione di terreno al di sopra della suola a monte);
- M = momento flettente nella sezione allo spiccato della parete;
- N = azione assiale nella sezione allo spiccato della parete;
- V = azione di taglio nella sezione allo spiccato della parete;

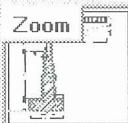
Dove per la fondazione si intende:

- St = spinta statica delle terre sulla parete verticale ideale a monte della scarpa interna;
- Sq = spinta statica del sovraccarico q;
- Ss = spinta delle terre per azione sismica;
- Si = spinta delle forze d'inerzia dovuta alle masse della parete e della zavorra;
- M = momento flettente rispetto al baricentro della sezione di imposta della fondazione;
- N = azione assiale nella sezione di imposta della fondazione ;
- V = azione di taglio nella sezione di imposta della fondazione;
- Mr = momento ribaltante;
- Ms/Mr = coefficiente di sicurezza al ribaltamento (deve essere > 1.5);
- c. scorr. = coefficiente di sicurezza allo scorrimento (deve essere > 1.3);
- st, valle = pressione sul terreno a valle;
- st, monte = pressione sul terreno a monte;
- % comp. = percentuale di sezione compressa;
- M valle = momento sulla suola a valle (per il calcolo dell'armatura inferiore);
- M monte = momento sulla suola a monte (per il calcolo dell'armatura superiore).



7.4 Muro Dx_3 H=2,20m

Titolo : **DX_1**

Altezza paraghiaia	h1	0	Angolo attrito interno	φ°	30	Impalcato Ni 0 dN 0 Vi 0	
Spessore paraghiaia	s1	0	Ang. attrito terra-muro	δ°	20		
Inclinazione parete [%]	i	0	Ang. attrito fondazione	φ_f°	21		
Altezza parete	h2	2.2	Peso spec. terre [kN/m ³]	γ_t	19	Zoom 	
Spessore in testa	s2	0.3	Peso spec. muro [kN/m ³]	γ_m	25		
Spessore alla base	s3	.4	Grado di sismicità	S	0		
Altezza fondazione	h3	0.4	N° lati terreno		3		
Sbalzo fond. contro terra L1		2.4	Calcolo				
Larghezza totale fond. L2		3.4					

Lato	Lungh.	Dislivello	q
Lato 1	1.3	0	0
Lato 2	4	2.6	0
Lato 3	10	0	0

Parete		Fondazione	
St	17.25 kN	St	55.97
Sq	0 kN	Mr	6.969 kNm
Ss	0 kN	Ms/Mr	45.49
Si	0 kN	c. scorr.	1.315
M	10.25 kNm	M	-17.68
N	25.15 kN	$\sigma_{t, valle}$	0.04382 N/mm ²
V	16.21 kN	$\sigma_{t, monte}$	0.06217 N/mm ²
		% comp.	100.0

Visualizza

Sbalzi Fondazione	
M valle	6.282
M monte	-2.243

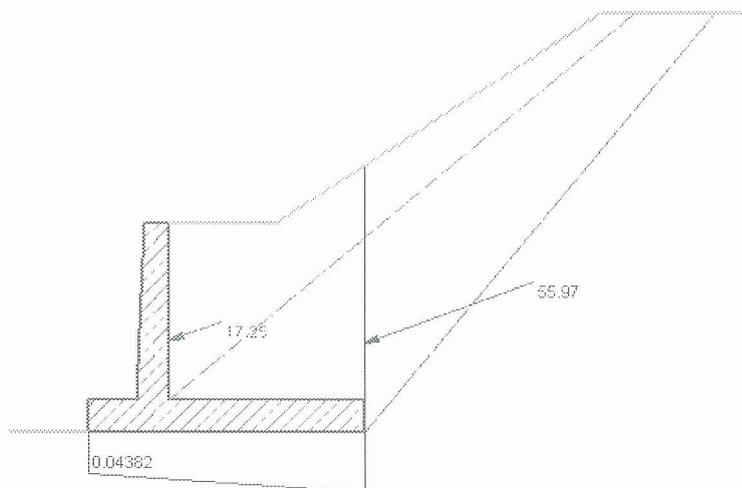
Dove per la parete si intende:

- St = spinta statica delle terre sul paramento interno;
- Sq = spinta statica del sovraccarico q;
- Ss = spinta delle terre per azione sismica;
- Si = spinta delle forze d'inerzia dovuta alle masse della parete e della zavorra (porzione di terreno al di sopra della suola a monte);
- M = momento flettente nella sezione allo spiccatto della parete;
- N = azione assiale nella sezione allo spiccatto della parete;
- V = azione di taglio nella sezione allo spiccatto della parete;

Dove per la fondazione si intende:

- St = spinta statica delle terre sulla parete verticale ideale a monte della scarpa interna;
- Sq = spinta statica del sovraccarico q;
- Ss = spinta delle terre per azione sismica;
- Si = spinta delle forze d'inerzia dovuta alle masse della parete e della zavorra;
- M = momento flettente rispetto al baricentro della sezione di imposta della fondazione;
- N = azione assiale nella sezione di imposta della fondazione ;
- V = azione di taglio nella sezione di imposta della fondazione;
- Mr = momento ribaltante;
- Ms/Mr = coefficiente di sicurezza al ribaltamento (deve essere > 1.5);
- c. scorr. = coefficiente di sicurezza allo scorrimento (deve essere > 1.3);
- st, valle = pressione sul terreno a valle;
- st, monte = pressione sul terreno a monte;
- % comp. = percentuale di sezione compressa;
- M valle = momento sulla suola a valle (per il calcolo dell'armatura inferiore);
- M monte = momento sulla suola a monte (per il calcolo dell'armatura superiore).

0X_1



Dati
 $\phi = 30^\circ$
 $\delta = 20^\circ$
 $\phi f = 21^\circ$
 $\gamma t = 19 \text{ kN/m}^3$
 $\gamma m = 25 \text{ kN/m}^3$
 $S = 0$
 $N_i = 0$
 $dN = 0$
 $V_i = 0$
 $V_f = 0$
 Sollecitazioni Parete
 $St = 17.25$
 $Sq = 0$
 $Ss = 0$
 $Si = 0$
 $M = 10.25$
 $N = 25.15$
 $V = 16.21$
 Sollecitazioni Fondazione
 $St = 55.97$
 $Sq = 0$
 $Ss = 0$
 $Si = 0$
 $M = -17.68$
 $N = 180.2$
 $V = 52.60$
 $Mr = 6.969$
 Verifiche fondazione
 Sicurezza ribaltamento = 45.49
 Sicurezza scorrimento = 1.315
 $\sigma_{t, valle} = 0.04362 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{t, monte} = 0.06217 \text{ N/mm}^2$
 $M \text{ sbalzo valle} = 6.232$
 $M \text{ sbalzo monte} = -2.243$

8 Riepilogo delle sollecitazioni

Si riporta in tabella il riepilogo delle sollecitazioni relative alle analisi numeriche redatte.

Sx		Sollecitazioni_PARETE			Sollecitazioni_FONDAZIONE
Muri	H	M	N	V	M
	[m]	[Knm/m]	[Kn/m]	[Kn/m]	[Knm/m]
SX_1	2.35	18.67	29.4	19.44	4.46
SX_2	1.70	9.15	21.66	11.55	3.16
SX_3	1.30	5.51	17.29	7.8	2.47

Dx		Sollecitazioni_PARETE			Sollecitazioni_FONDAZIONE
Muri	H	M	N	V	M
	[m]	[Knm/m]	[Kn/m]	[Kn/m]	[Knm/m]
DX_1	2.20	10.25	25.15	16.21	6.28

9 Verifiche di resistenza

9.1 Muro Sx_1

Parete

Sollecitazioni

Momento flettente	M	18.7	kN m
Sforzo normale	N	0	kN

Materiali

Res. caratteristica cls	R_{ck}	35	N/mm ²
Tensione ammissibile cls	σ_{camm}	11.0	N/mm ²
Res. media a trazione cls	f_{ctm}	2.9	N/mm ²
Res. caratteristica a trazione cls	f_{ctk}	2.0	N/mm ²
Tensione ammissibile acciaio	σ_{samm}	260	N/mm ²
Coefficiente omog. acciaio-cls	n	15	

Caratteristiche geometriche

Altezza sezione	H	30	cm				
Larghezza sezione	B	100	cm				
Armatura compressa (1° strato)	As_1'	7.70	cm ²	5 Ø 14	$C_{s1} =$	5	cm
Armatura compressa (2° strato)	As_2'	0.00	cm ²	Ø	$C_{s2} =$		cm
Armatura tesa (2° strato)	As_2	0.00	cm ²	Ø	$C_{i2} =$		cm
Armatura tesa (1° strato)	As_1	7.70	cm ²	5 Ø 14	$C_{i1} =$	5	cm

Tensioni nei materiali

Compressione max nel cls.	σ_c	2.4	N/mm ²	<	σ_{camm}
Trazione nell'acciaio (1° strato)	σ_s	107.1	N/mm ²	<	σ_{samm}

Eccentricità	e (M)	∞	cm	>	H/6	Sez. parzializzata
	u (M)	∞	cm			
Posizione asse neutro	y (M)	6.3	cm			
Area ideale (sez. int. reagente)	A_{id}	3216	cm ²			
Mom. di inerzia ideale (sez. int. reag.)	J_{id}	248090.706	cm ⁴			
Mom. di inerzia ideale (sez. parz. N=0)	J_{id}^*	48902.2711	cm ⁴			

Verifica a fessurazione

Momento di fessurazione (f_{ctk})	M_{fess}^*	33	kN m	La sezione non è fessurata
---------------------------------------	--------------	----	------	----------------------------

Si trascura a vantaggio di sicurezza lo sforzo normale agente.

Verifica a taglio

Taglio	T	19	kN
Tensione tangenziale	τ	0.09	N/mm ²
	$\tau_{c,0}$	0.67	N/mm ²

Fondazione

Sollecitazioni

Momento flettente	M	4.46	kN m
Sforzo normale	N	0	kN

Materiali

Res. caratteristica cls	R_{ck}	35	N/mm ²
Tensione ammissibile cls	σ_{Camm}	11.0	N/mm ²
Res. media a trazione cls	f_{ctm}	2.9	N/mm ²
Res. caratteristica a trazione cls	f_{ctk}	2.0	N/mm ²
Tensione ammissibile acciaio	σ_{Samm}	260	N/mm ²
Coefficiente omog. acciaio-cls	n	15	

Caratteristiche geometriche

Altezza sezione	H	30	cm
Larghezza sezione	B	100	cm
Armatura compressa (1° strato)	$A_{S1'}$	7.70	cm ²
Armatura compressa (2° strato)	$A_{S2'}$	0.00	cm ²
Armatura tesa (2° strato)	A_{S2}	0.00	cm ²
Armatura tesa (1° strato)	A_{S1}	7.70	cm ²

5	Ø 14	$C_{S1} =$	5	cm
	Ø	$C_{S2} =$		cm
	Ø	$C_{I2} =$		cm
5	Ø 14	$C_{I1} =$	5	cm

Tensioni nei materiali

Compressione max nel cls.	σ_c	0.6	N/mm ²	<	σ_{Camm}
Trazione nell'acciaio (1° strato)	σ_s	25.5	N/mm ²	<	σ_{Samm}

Eccentricità	e (M)	∞	cm	>	H/6	Sez. parzializzata
	u (M)	∞	cm			
Posizione asse neutro	y (M)	6.3	cm			
Area ideale (sez. int. reagente)	A_{id}	3216	cm ²			
Mom. di inerzia ideale (sez. int. reag.)	J_{id}	248090.706	cm ⁴			
Mom. di inerzia ideale (sez. parz. N=0)	$J_{id'}$	48902.2711	cm ⁴			

Verifica a fessurazione

Momento di fessurazione (f_{ctk})	M_{fess}^*	33	kN m	La sezione non è fessurata
---------------------------------------	--------------	----	------	----------------------------

9.2 Muro Sx_2

Parete

Sollecitazioni

Momento flettente	M	9.15	kN m
Sforzo normale	N	0	kN

Materiali

Res. caratteristica cls	R_{ck}	35	N/mm ²
Tensione ammissibile cls	σ_{camm}	11.0	N/mm ²
Res. media a trazione cls	f_{ctm}	2.9	N/mm ²
Res. caratteristica a trazione cls	f_{ctk}	2.0	N/mm ²
Tensione ammissibile acciaio	σ_{samm}	260	N/mm ²
Coefficiente omog. acciaio-cls	n	15	

Caratteristiche geometriche

Altezza sezione	H	30	cm				
Larghezza sezione	B	100	cm				
Armatura compressa (1° strato)	AS_1'	7.70	cm ²	5	Ø 14	$C_{s1} =$	5 cm
Armatura compressa (2° strato)	AS_2'	0.00	cm ²		Ø	$C_{s2} =$	cm
Armatura tesa (2° strato)	AS_2	0.00	cm ²		Ø	$C_{t2} =$	cm
Armatura tesa (1° strato)	AS_1	7.70	cm ²	5	Ø 14	$C_{t1} =$	5 cm

Tensioni nei materiali

Compressione max nel cls.	σ_c	1.2	N/mm ²	<	σ_{camm}
Trazione nell'acciaio (1° strato)	σ_s	52.4	N/mm ²	<	σ_{samm}
Eccentricità	e (M)	∞	cm	>	H/6 Sez. parzializzata
	u (M)	∞	cm		
Posizione asse neutro	y (M)	6.3	cm		
Area ideale (sez. int. reagente)	A_{id}	3216	cm ²		
Mom. di inerzia ideale (sez. int. reag.)	J_{id}	248090.706	cm ⁴		
Mom. di inerzia ideale (sez. parz. N=0)	J_{id}^*	48902.2711	cm ⁴		

Verifica a fessurazione

Momento di fessurazione (f_{ctk})	M_{fess}^*	33	kN m	La sezione non è fessurata
---------------------------------------	--------------	----	------	----------------------------

Si trascura a vantaggio di sicurezza lo sforzo normale agente.

Verifica a taglio

Taglio	T	12	kN
Tensione tangenziale	τ	0.05	N/mm ²
	$\tau_{c,0}$	0.67	N/mm ²

Fondazione

Sollecitazioni

Momento flettente	M	3.2	kN m
Sforzo normale	N	0	kN

Materiali

Res. caratteristica cls	R_{ck}	35	N/mm ²
Tensione ammissibile cls	σ_{Camm}	11.0	N/mm ²
Res. media a trazione cls	f_{ctm}	2.9	N/mm ²
Res. caratteristica a trazione cls	f_{ctk}	2.0	N/mm ²
Tensione ammissibile acciaio	σ_{Samm}	260	N/mm ²
Coefficiente omog. acciaio-cls	n	15	

Caratteristiche geometriche

Altezza sezione	H	30	cm				
Larghezza sezione	B	100	cm				
Armatura compressa (1° strato)	AS_1^1	7.70	cm ²	5	Ø 14	$C_{s1} =$	5 cm
Armatura compressa (2° strato)	AS_2^1	0.00	cm ²		Ø	$C_{s2} =$	cm
Armatura tesa (2° strato)	AS_2	0.00	cm ²		Ø	$C_{t2} =$	cm
Armatura tesa (1° strato)	AS_1	7.70	cm ²	5	Ø 14	$C_{t1} =$	5 cm

Tensioni nei materiali

Compressione max nel cls.	σ_c	0.4	N/mm ²	<	σ_{Camm}
Trazione nell'acciaio (1° strato)	σ_s	18.3	N/mm ²	<	σ_{Samm}

Eccentricità	e (M)	∞	cm	>	H/6	Sez. parzializzata
	u (M)	∞	cm			
Posizione asse neutro	y (M)	6.3	cm			
Area ideale (sez. int. reagente)	A_{id}	3216	cm ²			
Mom. di inerzia ideale (sez. int. reag.)	J_{id}	248090.706	cm ⁴			
Mom. di inerzia ideale (sez. parz. N=0)	J_{id}^*	48902.2711	cm ⁴			

Verifica a fessurazione

Momento di fessurazione (f_{ctk})	M_{fess}^*	33	kN m	La sezione non è fessurata
---------------------------------------	--------------	----	------	----------------------------

9.3 Muro Sx_3

Parete

Sollecitazioni

Momento flettente	M	5.5	kN m
Sforzo normale	N	0	kN

Materiali

Res. caratteristica cls	R_{ck}	35	N/mm ²
Tensione ammissibile cls	σ_{camm}	11.0	N/mm ²
Res. media a trazione cls	f_{ctm}	2.9	N/mm ²
Res. caratteristica a trazione cls	f_{ctk}	2.0	N/mm ²
Tensione ammissibile acciaio	σ_{samm}	260	N/mm ²
Coefficiente omog. acciaio-cls	n	15	

Caratteristiche geometriche

Altezza sezione	H	30	cm
Larghezza sezione	B	100	cm
Armatura compressa (1° strato)	As_1'	7.70	cm ²
Armatura compressa (2° strato)	As_2'	0.00	cm ²
Armatura tesa (2° strato)	As_2	0.00	cm ²
Armatura tesa (1° strato)	As_1	7.70	cm ²

$5 \text{ } \emptyset \text{ } 14 \text{ } C_{s1} = 5 \text{ cm}$
 $\emptyset \text{ } C_{s2} = \text{ cm}$
 $\emptyset \text{ } C_{t2} = \text{ cm}$
 $5 \text{ } \emptyset \text{ } 14 \text{ } C_{t1} = 5 \text{ cm}$

Tensioni nei materiali

Compressione max nel cls.	σ_c	0.7	N/mm ²	<	σ_{camm}
Trazione nell'acciaio (1° strato)	σ_s	31.5	N/mm ²	<	σ_{samm}

Eccentricità	e (M)	∞	cm	>	H/6	Sez. parzializzata
	u (M)	∞	cm			
Posizione asse neutro	y (M)	6.3	cm			
Area ideale (sez. int. reagente)	A_{id}	3216	cm ²			
Mom. di inerzia ideale (sez. int. reag.)	J_{id}	248090.706	cm ⁴			
Mom. di inerzia ideale (sez. parz. N=0)	J_{id}^*	48902.2711	cm ⁴			

Verifica a fessurazione

Momento di fessurazione (f_{ctk})	M_{fess}^*	33	kN m	La sezione non è fessurata	
---------------------------------------	--------------	----	------	----------------------------	--

Si trascura a vantaggio di sicurezza lo sforzo normale agente.

Verifica a taglio

Taglio	T	8	kN
Tensione tangenziale	τ	0.04	N/mm ²
	$\tau_{c,0}$	0.67	N/mm ²

Fondazione

Sollecitazioni

Momento flettente	M	2.5	kN m
Sforzo normale	N	0	kN

Materiali

Res. caratteristica cls	R_{ck}	35	N/mm ²
Tensione ammissibile cls	σ_{Camm}	11.0	N/mm ²
Res. media a trazione cls	f_{ctm}	2.9	N/mm ²
Res. caratteristica a trazione cls	f_{ctk}	2.0	N/mm ²
Tensione ammissibile acciaio	σ_{Samm}	260	N/mm ²
Coefficiente omog. acciaio-cls	n	15	

Caratteristiche geometriche

Altezza sezione	H	30	cm				
Larghezza sezione	B	100	cm				
Armatura compressa (1° strato)	AS_1^1	7.70	cm ²	5	Ø 14	$C_{s1} =$	5 cm
Armatura compressa (2° strato)	AS_2^1	0.00	cm ²		Ø	$C_{s2} =$	cm
Armatura tesa (2° strato)	AS_2	0.00	cm ²		Ø	$C_{t2} =$	cm
Armatura tesa (1° strato)	AS_1	7.70	cm ²	5	Ø 14	$C_{t1} =$	5 cm

Tensioni nei materiali

Compressione max nel cls.	σ_c	0.3	N/mm ²	<	σ_{Camm}
Trazione nell'acciaio (1° strato)	σ_s	14.3	N/mm ²	<	σ_{Samm}

Eccentricità	e (M)	∞	cm	>	H/6	Sez. parzializzata
	u (M)	∞	cm			
Posizione asse neutro	y (M)	6.3	cm			
Area ideale (sez. int. reagente)	A_{id}	3216	cm ²			
Mom. di inerzia ideale (sez. int. reag.)	J_{id}	248090.706	cm ⁴			
Mom. di inerzia ideale (sez. parz. N=0)	J_{id}^*	48902.2711	cm ⁴			

Verifica a fessurazione

Momento di fessurazione (f_{ctk})	M_{fess}^*	33	kN m	La sezione non è fessurata
---------------------------------------	--------------	----	------	----------------------------

9.4 Muro Dx_1

Parete

Sollecitazioni

Momento flettente	M	10.25	kN m
Sforzo normale	N	0	kN

Materiali

Res. caratteristica cls	R_{ck}	35	N/mm ²
Tensione ammissibile cls	σ_{camm}	11.0	N/mm ²
Res. media a trazione cls	f_{ctm}	2.9	N/mm ²
Res. caratteristica a trazione cls	f_{ctk}	2.0	N/mm ²
Tensione ammissibile acciaio	σ_{samm}	260	N/mm ²
Coefficiente omog. acciaio-cls	n	15	

Caratteristiche geometriche

Altezza sezione	H	40	cm				
Larghezza sezione	B	100	cm				
Armatura compressa (1° strato)	As_1'	7.70	cm ²	5 Ø 14	$C_{s1} =$	5	cm
Armatura compressa (2° strato)	As_2'	0.00	cm ²	Ø	$C_{s2} =$		cm
Armatura tesa (2° strato)	As_2	0.00	cm ²	Ø	$C_{t2} =$		cm
Armatura tesa (1° strato)	As_1	7.70	cm ²	5 Ø 14	$C_{t1} =$	5	cm

Tensioni nei materiali

Compressione max nel cls.	σ_c	0.8	N/mm ²	<	σ_{camm}
Trazione nell'acciaio (1° strato)	σ_s	41.3	N/mm ²	<	σ_{samm}
Eccentricità	e (M)	∞	cm	>	H/6 Sez. parzializzata
	u (M)	∞	cm		
Posizione asse neutro	y (M)	7.6	cm		
Area ideale (sez. int. reagente)	A_{id}	4216	cm ²		
Mom. di inerzia ideale (sez. int. reag.)	J_{id}	585287.422	cm ⁴		
Mom. di inerzia ideale (sez. parz. N=0)	J_{id}^*	102090.273	cm ⁴		

Verifica a fessurazione

Momento di fessurazione (f_{ctk})	M_{fess}^*	59	kN m	La sezione non è fessurata
---------------------------------------	--------------	----	------	----------------------------

Si trascura a vantaggio di sicurezza lo sforzo normale agente.

Verifica a taglio

Taglio	T	16.21	kN
Tensione tangenziale	τ	0.06	N/mm ²
	$\tau_{c,0}$	0.67	N/mm ²

Fondazione

Sollecitazioni

Momento flettente	M	6.28	kN m
Sforzo normale	N	0	kN

Materiali

Res. caratteristica cls	R_{ck}	35	N/mm ²
Tensione ammissibile cls	σ_{camm}	11.0	N/mm ²
Res. media a trazione cls	f_{ctm}	2.9	N/mm ²
Res. caratteristica a trazione cls	f_{ctk}	2.0	N/mm ²
Tensione ammissibile acciaio	σ_{samm}	260	N/mm ²
Coefficiente omog. acciaio-cls	n	15	

Caratteristiche geometriche

Altezza sezione	H	40	cm				
Larghezza sezione	B	100	cm				
Armatura compressa (1° strato)	A_{S1}^1	7.70	cm ²	5	Ø 14	$C_{s1} =$	5 cm
Armatura compressa (2° strato)	A_{S2}^1	0.00	cm ²		Ø	$C_{s2} =$	cm
Armatura tesa (2° strato)	A_{S2}	0.00	cm ²		Ø	$C_{t2} =$	cm
Armatura tesa (1° strato)	A_{S1}	7.70	cm ²	5	Ø 14	$C_{t1} =$	5 cm

Tensioni nei materiali

Compressione max nel cls.	σ_c	0.5	N/mm ²	<	σ_{camm}
Trazione nell'acciaio (1° strato)	σ_s	25.3	N/mm ²	<	σ_{samm}
Eccentricità	e (M)	∞	cm	>	H/6 Sez. parzializzata
	u (M)	∞	cm		
Posizione asse neutro	y (M)	7.6	cm		
Area ideale (sez. int. reagente)	A_{id}	4216	cm ²		
Mom. di inerzia ideale (sez. int. reag.)	J_{id}	585287.422	cm ⁴		
Mom. di inerzia ideale (sez. parz. N=0)	J_{id}^*	102090.273	cm ⁴		

Verifica a fessurazione

Momento di fessurazione (f_{ctk})	M_{fess}^*	59	kN m	La sezione non è fessurata
---------------------------------------	--------------	----	------	----------------------------

10 Incidenza armatura

L'incidenza è stimata pari a 70 kg/m³.

11 Verifiche di portanza

Di seguito si riporta il riepilogo delle tensioni agenti sul terreno di fondazione. Come di seguito verificato le pressioni sono ampiamente minori di quelle relative al carico ammissibile.

Sx Muri	Pressioni sul terreno		Dimensioni Fondazione			Azioni baricentro fondazione		
	σ_{MAX} [N/mm ²]	σ_{MIN} [N/mm ²]	L [m]	B [m]	H [m]	M [Knm/m]	N [Kn/m]	V [Kn/m]
SX_1	0.06	0.048	6	2.4	0.4	5.6	131	24.4
SX_2	0.051	0.034	6	1.8	0.4	4.28	76.86	16.14
SX_3	0.042	0.029	6	1.6	0.4	2.74	56.89	11.55

Dx Muri	Pressioni sul terreno		Dimensioni Fondazione			Azioni baricentro fondazione		
	σ_{MAX} [N/mm ²]	σ_{MIN} [N/mm ²]	L [m]	B [m]	H [m]	M [Knm/m]	N [Kn/m]	V [Kn/m]
DX_1	0.062	0.044	6	3.4	0.4	-17.68	180	52.6

I valori di seguito riportati sono relativi all'intera suola di fondazione (L= 6.00m)

Sx Muri	Azioni baricentro fondazione			
	M [Knm]	N [Kn]	V [Kn]	e [m]
SX_1	33.6	786	146.4	0.043
SX_2	25.68	461.16	96.84	0.056
SX_3	16.44	341.34	69.3	0.048

Dx Muri	Azioni baricentro fondazione			e
	M [Knm]	N [Kn]	V [Kn]	[m]
DX_1	-106.08	1080	315.6	-0.098

Per quanto concerne le verifiche a scorrimento si riporta quanto segue:

Sx Muri	Verifica a scorrimento			
	Tg (0.6 x 35)	Rscorr [Kn]	η	
SX_1	0.384	302	2.061	> 1.3
SX_2	0.384	177	1.828	> 1.3
SX_3	0.384	131	1.891	> 1.3

Dx Muri	Verifica a scorrimento		
	Tg (0.6 x 35)	Rscorr [Kn]	η
DX_1	0.384	415	1.314 > 1.3

Nei successivi paragrafi si riporta il calcolo del carico limite ammissibile.

11.1 Muro Sx_1

Calcolo del Carico Limite con il metodo di Meyerhof			
Parametri geotecnici del terreno			
Peso dell'unità di volume terreno di fondazione	(γ)	t/mc	1.90
Angolo di attrito interno	(φ)	°	35.00
Coesione	(c')	t/m ²	0.00
Kp			3.69
Peso dell'unità di volume terreno di riporto	(γ_r)	t/mc	1.90
Caratteristiche geometriche della fondazione			
Larghezza fondazione	B	m	2.40
Lunghezza fondazione	L	m	6.00
Eccentricità larghezza	e _x	m	0.04
Approfondimento	D	m	1.00
Inclinazione carico	i	°	0.00
Larghezza ridotta	B'	m	2.31
Coefficienti di fondazione			
N _q		33.2960	$e^{(\pi \cdot \tan \varphi)}$ tg ² (45°+ φ /2)
N _{γ}		37.1523	(N _q - 1) tg (1,4 φ)
N _c		46.1235	(N _q - 1) ctg (φ)
Fattori di forma			
S _c		1.2952	1 + 0,2 * Kp (B/L)
S _q = S _{γ}		1.1476	1 + 0,1 * Kp (B/L)
Fattori di profondità			
d _c		1.1601	1 + 0,2 Kp ^{1/2} * D/B
d _q = d _{γ}		1.0800	1 + 0,1 Kp ^{1/2} * D/B
Fattori di inclinazione del carico			
i _q = i _c		1.0000	(1 - i°/90) ²
i _{γ}		1.0000	(1 - i°/ φ) ²
Calcolo del carico limite			
		78.4115	$\gamma_r * D * N_q * s_q * d_q * i_q$
		101.2294	0,5 * B' * γ * N _{γ} * s _{γ} * d _{γ} * i _{γ}
		0.0000	c' * N _c * s _c * d _c * i _c
Q_{amm} = (gr * D * N_q * s_q * d_q * i_q) + (c' * N_c * s_c * d_c * i_c) + (0,5 * B' * g * N_g * s_g * d_g * i_g)			
q _d		t/m ²	179.6408 TOTALE
Q _{amm}		t/m ²	59.8803 q _d / Fs con Fs =3
Q _{amm}		N/mm ²	0.59880 q _d / Fs con Fs =3

11.2 Muro Sx_2

Calcolo del Carico Limite con il metodo di Meyerhof			
Parametri geotecnici del terreno			
Peso dell'unità di volume terreno di fondazione	(γ)	t/mc	1.90
Angolo di attrito interno	(φ)	°	35.00
Coesione	(c')	t/m ²	0.00
Kp			3.69
Peso dell'unità di volume terreno di riporto	(γ_r)	t/mc	1.90
Caratteristiche geometriche della fondazione			
Larghezza fondazione	B	m	1.80
Lunghezza fondazione	L	m	6.00
Eccentricità larghezza	e _x	m	0.06
Approfondimento	D	m	1.00
Inclinazione carico	i	°	0.00
Larghezza ridotta	B'	m	1.69
Coefficienti di fondazione			
N _q		33.2960	$e^{(\pi \cdot \tan \varphi)}$ * tg ² (45° + φ /2)
N _{γ}		37.1523	(N _q - 1) tg (1,4 φ)
N _c		46.1235	(N _q - 1) ctg (φ)
Fattori di forma			
S _c		1.2214	1 + 0,2 * Kp (B/L)
S _q = S _{γ}		1.1107	1 + 0,1 * Kp (B/L)
Fattori di profondità			
d _c		1.2134	1 + 0,2 Kp ^{1/2} * D/B
d _q = d _{γ}		1.1067	1 + 0,1 Kp ^{1/2} * D/B
Fattori di inclinazione del carico			
i _q = i _c		1.0000	(1 - i°/90) ²
i _{γ}		1.0000	(1 - i°/ φ) ²
Calcolo del carico limite			
		77.7648	$\gamma_r * D * N_q * s_q * d_q * i_q$
		79.2351	0,5 * B' * γ * N _{γ} * s _{γ} * d _{γ} * i _{γ}
		0.0000	c' * N _c * s _c * d _c * i _c
Q_{amm} = ($\gamma_r * D * N_q * s_q * d_q * i_q$) + (c' * N_c * s_c * d_c * i_c) + (0,5 * B' * γ * N_{γ} * s_{γ} * d_{γ} * i_{γ})			
q _d		t/m ²	150.9999 TOTALE
Q _{amm}		t/m ²	50.3333 q _d / Fs con Fs =3
Q _{amm}		N/mm ²	0.50333 q _d / Fs con Fs =3

11.3 Muro Sx_3

Calcolo del Carico Limite con il metodo di Meyerhof					
Parametri geotecnici del terreno					
Peso dell'unità di volume terreno di fondazione	(γ)	t/mc	1.90		
Angolo di attrito interno	(φ)	°	35.00		
Coesione	(c')	t/m ²	0.00		
Kp			3.69		
Peso dell'unità di volume terreno di riporto	(γ_r)	t/mc	1.90		
Caratteristiche geometriche della fondazione					
Larghezza fondazione	B	m	1.60		
Lunghezza fondazione	L	m	6.00		
Eccentricità larghezza	e _x	m	0.05		
Approfondimento	D	m	1.00		
Inclinazione carico	i	°	0.00		
Larghezza ridotta	B'	m	1.50		
Coefficienti di fondazione					
N _q			33.2960	$e^{(\pi \cdot \tan \varphi)}$	$\tan^2 (45^\circ + \varphi/2)$
N _{γ}			37.1523	(N _q - 1) tg	(1,4 φ)
N _c			46.1235	(N _q - 1) ctg	(φ)
Fattori di forma					
S _c			1.1968	1 + 0,2 * Kp	(B/L)
S _q = S _{γ}			1.0984	1 + 0,1 * Kp	(B/L)
Fattori di profondità					
d _c			1.2401	1 + 0,2 Kp ^{1/2} * D/B	
d _q = d _{γ}			1.1201	1 + 0,1 Kp ^{1/2} * D/B	
Fattori di inclinazione del carico					
i _q = i _c			1.0000	(1 - i°/90)	²
i _{γ}			1.0000	(1 - i°/ φ)	²
Calcolo del carico limite					
			77.8306	$\gamma_r * D * N_q * s_q * d_q * i_q$	
			65.3073	0,5 * B' * γ * N _{γ} * s _{γ} * d _{γ} * i _{γ}	
			0.0000	c' * N _c * s _c * d _c * i _c	
Q_{amm} = (gr * D * N_q * s_q * d_q * i_q) + (c' * N_c * s_c * d_c * i_c) + (0,5 * B' * g * N_{γ} * s_{γ} * d_{γ} * i_{γ})					
q _d		t/m ²	143.1379	TOTALE	
Q _{amm}		t/m ²	47.7126	q _d / Fs con Fs =3	
Q _{amm}		Kg/cm ²	4.7713	q _d / Fs con Fs =3	

11.4 Muro Dx_1

Calcolo del Carico Limite con il metodo di Meyerhof					
Parametri geotecnici del terreno					
Peso dell'unità di volume terreno di fondazione	(γ)	t/mc	1.90		
Angolo di attrito interno	(φ)	°	35.00		
Coesione	(c')	t/m ²	0.00		
Kp			3.69		
Peso dell'unità di volume terreno di riporto	(γ_r)	t/mc	1.90		
Caratteristiche geometriche della fondazione					
Larghezza fondazione	B	m	3.40		
Lunghezza fondazione	L	m	6.00		
Eccentricità larghezza	e _x	m	-0.10		
Approfondimento	D	m	1.00		
Inclinazione carico	i	°	0.00		
Larghezza ridotta	B'	m	3.60		
Coefficienti di fondazione					
N _q			33.2960	$e^{(\pi \cdot \gamma \cdot \varphi)} \cdot \text{tg}^2(45^\circ + \varphi/2)$	
N _{γ}			37.1523	(N _q - 1) tg(1,4 φ)	
N _c			46.1235	(N _q - 1) ctg(φ)	
Fattori di forma					
S _c			1.4182	1 + 0,2 * Kp (B/L)	
S _q = S _{γ}			1.2091	1 + 0,1 * Kp (B/L)	
Fattori di profondità					
d _c			1.1130	1 + 0,2 Kp ^{1/2} * D/B	
d _q = d _{γ}			1.0565	1 + 0,1 Kp ^{1/2} * D/B	
Fattori di inclinazione del carico					
i _q = i _c			1.0000	(1 - i°/90)²	
i _{γ}			1.0000	(1 - i°/ φ)²	
Calcolo del carico limite					
			80.8130	$\gamma_r \cdot D \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q$	
			162.1304	$0,5 \cdot B' \cdot \gamma \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma$	
			0.0000	$c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c$	
Q_{amm} = (g_r * D * N_q * s_q * d_q * i_q) + (c' * N_c * s_c * d_c * i_c) + (0,5 * B' * g * N_g * s_g * d_g * i_g)					
q _d		t/m ²	242.9434	TOTALE	
Q _{amm}		t/m ²	80.9811	q _d / Fs con Fs =3	
Q _{amm}		Kg/cm ²	8.0981	q _d / Fs con Fs =3	

