

autostrade // per l'italia

AUTOSTRADA (A13) : BOLOGNA-PADOVA

TRATTO: BOLOGNA - FERRARA

AMPLIAMENTO ALLA TERZA CORSIA
TRATTO: BOLOGNA ARCOVEGGIO - FERRARA SUD

PROGETTO DEFINITIVO

AU - CORPO AUTOSTRADALE

OPERE D'ARTE MINORI

TOMBINI SCATOLARI

TOMBINI PUNTUALI

T067 T095 T099 T101 T102 T103 - MURI - RELAZIONE DI CALCOLO

IL PROGETTISTA SPECIALISTICO

Ing. Lucio Ferretti Torricelli
Ord. Ingg. Brescia N.2188
RESPONSABILE STRUTTURE

**IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE**

Ing. Federica Ferrari
Ord. Ingg. Milano N. 21082

IL DIRETTORE TECNICO

Ing. Orlando Mazza
Ord. Ingg. Pavia N. 1496

PROGETTAZIONE NUOVE OPERE AUTOSTRADALI

CODICE IDENTIFICATIVO

RIFERIMENTO PROGETTO				RIFERIMENTO DIRETTORIO						RIFERIMENTO ELABORATO				Ordinatore:					
Codice	Commessa	Lotto, Sub-Prog. Cod. Appalto	Fase	Capitolo	Paragrafo	tipologia	WBS progressivo	PARTE D'OPERA		Tip.	Disciplina	Progressivo	Rev.	00					
1	1	306	00001	P	D	00	0000	0000	0000	00	00	00	00	0	ST	R	0291	--	SCALA: -

	PROJECT MANAGER:		SUPPORTO SPECIALISTICO:		REVISIONE	
	Ing. Federica Ferrari Ord. Ingg. Milano N. 21082				n.	data
					0	NOVEMBRE 2016
					1	-
					2	-
REDATTO:	-	VERIFICATO:	-	3	-	
				4	-	

	<p>VISTO DEL COMMITTENTE</p> <p>autostrade // per l'italia</p> <p>IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO Ing. Antonio Tosi</p>	<p>VISTO DEL CONCEDENTE</p>  <p>Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti DIPARTIMENTO PER LE INFRASTRUTTURE, GLI AFFARI GENERALI E IL PERSONALE STRUTTURA DI VIGILANZA SULLE CONCESSIONARIE AUTOSTRADALI</p>
--	---	--

1	GENERALITA'	2
2	NORMATIVA E RIFERIMENTI	2
3	PROGRAMMI DI CALCOLO UTILIZZATI	2
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	3
4.1	Calcestruzzo.....	3
4.2	Acciaio per cemento armato	3
5	PARAMETRI GEOTECNICI	3
6	GEOMETRIA DEL MURO	4
7	CARICHI	5
7.1	Sovraccarichi accidentali	5
7.2	Sisma	5
8	CRITERI PER LA VERIFICA DEI MURI	6
8.1	Verifica di ribaltamento.....	6
8.2	Verifica di scorrimento	6
8.3	Verifica di capacità portante	7
8.4	Verifica strutturale SLU.....	7
8.5	Verifica strutturale SLE	7
9	VERIFICHE	8

1 GENERALITA'

La presente relazione riguarda la progettazione strutturale a livello definitivo dei muri di sostegno relativi ai ponticelli **T067**, **T095**, **T099**, **T101**, **T102** e **T103** nell'ambito dei lavori inerenti l'ampliamento alla terza corsia del tratto autostradale A13 compreso tra Bologna Arcoveggio e Ferrara sud.

Più precisamente la presente relazione riporta i calcoli e le verifiche del muro di sostegno relativo al ponticello **T067**, essendo quello con il paramento verticale di maggior altezza (e quindi soggetto ad una maggior spinta).

L'opera ricade in zona sismica, ragion per cui sono applicate le azioni previste dalla norma, così come riportato nei capitoli successivi.

Il dimensionamento delle opere è il risultato dello studio effettuato su una struttura piana che descrive una striscia larga 1,00 m.

2 NORMATIVA E RIFERIMENTI

I calcoli e le disposizioni esecutive sono conformi alle norme attualmente in vigore.

I carichi, i coefficienti moltiplicativi e le combinazioni di carico sono state desunte da quanto previsto nel D.M. 14 gennaio 2008 (*"Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni"*) e dalla relativa circolare n° 617 del 2 febbraio 2009 (*"Istruzioni per l'applicazione delle <<Nuove norme tecniche per le costruzioni >> di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008"*).

3 PROGRAMMI DI CALCOLO UTILIZZATI

- Muro versione 2.3 – sviluppato dal' Ing. Piero Gelfi
- VCA_SLU 7.5 – sviluppato dal' Ing. Piero Gelfi
- Excel

4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Per la realizzazione dell'opera è previsto l'impiego dei materiali sotto elencati.

4.1 Calcestruzzo

Per la realizzazione dei muri di sostegno si prevede l'utilizzo di calcestruzzo in classe **Rck $\geq 40 \text{ N/mm}^2$** che presenta le seguenti caratteristiche:

R_{ck}	=	40.00 N/mm ²
f_{ck}	=	32.00 N/mm ²
γ_c	=	1.50
f_{cd}	=	18.13 N/mm ²
γ_{cls}	=	25.00 kN/m ³

4.2 Acciaio per cemento armato

Per le armature metalliche si adottano tondini in acciaio del tipo B450C controllato in stabilimento, che presentano le seguenti caratteristiche:

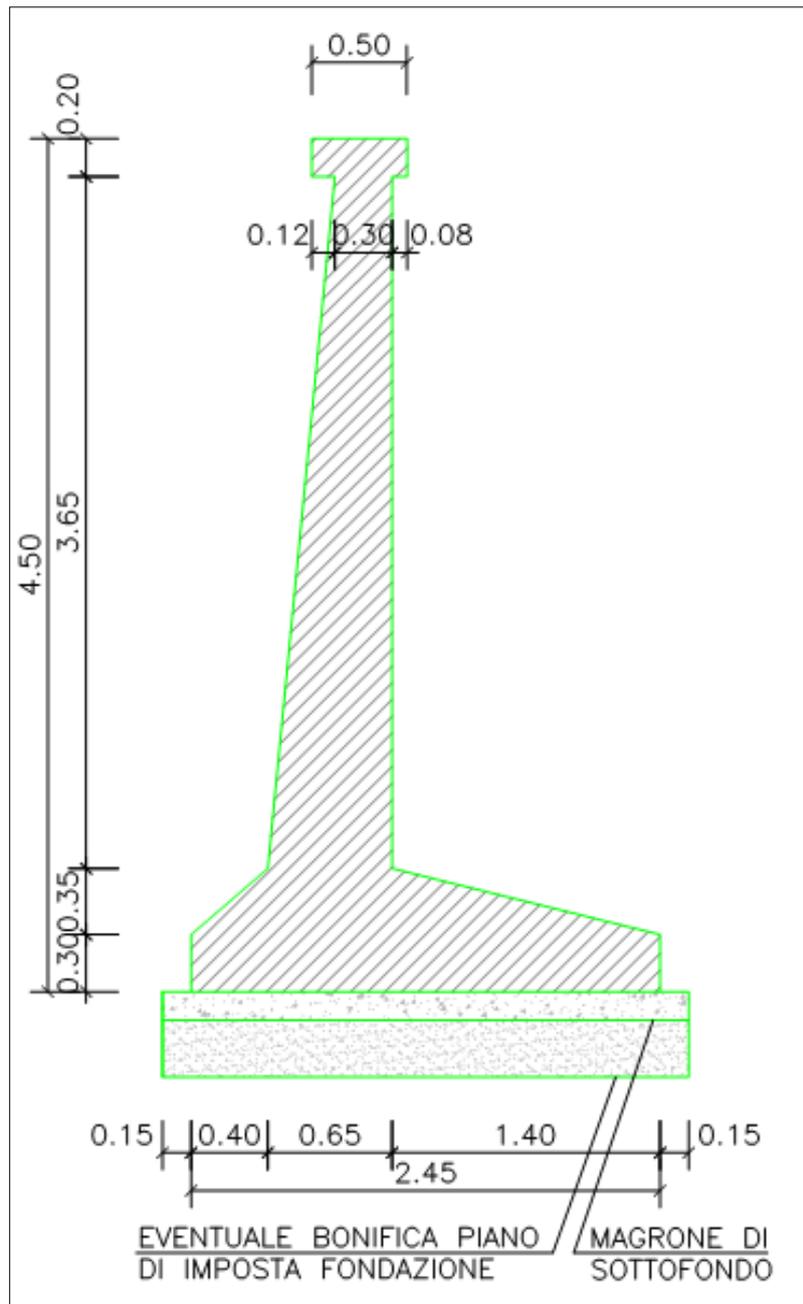
f_{yk}	=	450.00 N/mm ²
γ_s	=	1.15
f_{yd}	=	391.30 N/mm ²
n coeff. di omogen. acciaio-cls	=	15

5 PARAMETRI GEOTECNICI

I parametri necessari a definire le caratteristiche del terreno ai fini del calcolo delle strutture sono elencate di seguito:

Peso di volume naturale del terreno:	$\gamma_t = 20 \text{ kN/m}^3;$
Angolo di resistenza al taglio:	$\phi = 35^\circ$
Angolo di attrito terreno-parete:	$\phi = 23.33^\circ$
Angolo di attrito terreno-fondazione:	$\phi = 35^\circ$

6 GEOMETRIA DEL MURO



7 CARICHI

7.1 Sovraccarichi accidentali

Sovraccarico a monte del muro:

- Carico dovuto ad eventuali mezzi di manutenzione: 5 kPa;
- Carico in corrispondenza della sede stradale: 20 kPa;

Sovraccarico a valle del muro: 0 kPa

7.2 Sisma

Accelerazione orizzontale massima:	0.22g
Fattore F_0 :	2.5
Categoria di sottosuolo:	D
Fattore del Suolo S:	1.575
Categoria topografica:	T1

8 CRITERI PER LA VERIFICA DEI MURI

In accordo con le NTC 2008 sono state condotte le seguenti verifiche sui muri di sostegno.

8.1 Verifica di ribaltamento

Viene eseguita la verifica secondo le seguenti ipotesi:

Approccio 1 Combinazione 2– Stato Limite SLU: EQU (EQU+M2+R2)

con

- EQU^(*) =
 - 0.9 – Peso proprio del muro
 - 1.1 – Spinta della terra e falda
 - 1.5 – Sovraccarichi a monte del muro
- M2 = 1.25
- R2 = 1.0

Si verifica che il momento ribaltante del muro $M_{d,r}$ sia minore del momento stabilizzante $M_{s,r}$, abbattuto del coeff $\gamma_R=1.0$

(*) In condizioni sismiche tali coefficienti assumono valore unitario.

8.2 Verifica di scorrimento

Viene eseguita la verifica secondo le seguenti ipotesi:

Approccio 2 – Stato Limite SLU: GEO(A1+M1+R3)

con

- A1^(*) =
 - 1 – Peso proprio del muro
 - 1.3 – Spinta della terra e falda
 - 1.5 – Sovraccarichi a monte del muro
- M1 = 1.0
- R3 = 1.1

(*) In condizioni sismiche tali coefficienti assumono valore unitario.

Si verifica che l'azione orizzontale di calcolo all'imposta della fondazione del muro H_d sia minore della resistenza allo scorrimento $R_{d,r}$, abbattuta del coeff $\gamma_R=1.1$:

$$H_d < R_{d,r} / \gamma_R$$

La resistenza allo scorrimento viene definita dalla seguente espressione:

$$R_d = N_d \tan \delta_d$$

con:

N_d = azione assiale da calcolo del muro

δ_d = angolo di attrito terreno - fondazione di calcolo

8.3 Verifica di capacità portante

Viene eseguita la verifica secondo le seguenti ipotesi:

Approccio 2 – Stato Limite SLU: GEO(A1+M1+R3)

con

- $A1^{(*)} =$ 1.3 – Peso proprio del muro
1.3 – Spinta della terra e falda
1.5 – Sovraccarichi a monte del muro
- $M1 = 1.0$
- $R3 = 1.4$

(*) In condizioni sismiche tali coefficienti assumono valore unitario.

Si verifica che la pressione media q_d sia minore della resistenza limite del terreno q_{lim} , abbattuta del coeff $\gamma_R=1.4$:

$$q_d < q_{lim} / \gamma_R$$

Per il calcolo della capacità portante limite del terreno si fa riferimento ai metodi basati sulla teoria dell'equilibrio limite proposti da Brinch-Hansen (1970).

8.4 Verifica strutturale SLU

Viene eseguita la verifica secondo le seguenti ipotesi:

Approccio 1 Combinazione 1– Stato Limite SLU: STR (A1+M1+R1)

con

- $A1^{(*)} =$ 1.3 – Peso proprio del muro
1.3 – Spinta della terra e falda
1.5 – Sovraccarichi a monte del muro
- $M1 = 1.0$
- $R1 = 1.0$

(*) In condizioni sismiche tali coefficienti assumono valore unitario.

Si verifica che l'azione sollecitante E_d sia minore delle resistenza nei singoli elementi strutturali R_d .

8.5 Verifica strutturale SLE

Ai fini delle verifiche degli stati limite di esercizio (fessurazione / stato tensionale) si definiscono le seguenti combinazioni:

SLE - Rara)	$G_1 + G_2 + Q_{k1}$
SLE - Frequente)	$G_1 + G_2 + \psi_{11} \cdot Q_{k1}$, con $\psi_{11}=0.7$
SLE - Quasi permanente)	$G_1 + G_2 + \psi_{21} \cdot Q_{k1}$, con $\psi_{11}=0.6$

9 VERIFICHE

Di seguito si riportano le azioni di calcolo e le verifiche di stabilità e resistenza.

SLU

Muro/Spalla - Unità di misura [kN, m] - File: T067

File Armature Impostazioni Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : T067

Altezza paraghiaia (m) h1 Angolo attrito interno φ°
 Spessore paraghiaia (m) s1 Ang. attrito terra-muro δ°
 Inclinazione parete (%) i Ang. attrito fondazione φ_f°
 Altezza parete (m) h2 Peso spec. terre [kN/m3] γ_t
 Spessore in testa (m) s2 Peso spec. muro [kN/m3] γ_m
 Spessore alla base (m) s3 Dati Sisma K_v K_h
 Altezza fondazione (m) h3 N° lati terreno
 Sbalzo fond. contro terra L1
 Larghezza totale fond. L2

Impalcato
 N_i dN
 V_i kN

	Lungh.	Dislivello	q
Lato 1	1	0.6	5
Lato 2	10	0	20

Parete
 St kN
 Sq kN
 Ss kN
 Si kN
 M kNm
 N kN
 V kN

Fondazione
Ribaltamento St
 Sq
 Ss
 Si
 Mr
 Ms
 Ms/Mr

Scorrimento St
 Sq
 Ss
 Si
 V
 N
 $c. scor.$

Schiacciamento St
 Sq
 Ss
 Si
 M
 N
 V

Sbalzi Fondazione
 M_{valle}
 M_{monte}
 $\sigma_{t, valle}$ MPa
 $\sigma_{t, monte}$
 $\% comp.$

Coefficienti parziali SLU

		Verifiche STATICHE				Verifiche SISMICHE			
		Verifica Parete	Ribalt.	Scorr.	Schiacc.	Verifica Parete	Ribalt.	Scorr.	Schiacc.
Angolo d'attrito interno	γ_{φ}	1	1.25	1	1	1	1.25	1	1
Peso cuneo di spinta	γ_{GS}	1.3	1.1	1.3	1.3	1	1	1	1
Peso zavorra	γ_{GZ}	1.3	0.9	1	1.3	1	1	1	1
Peso proprio muro	γ_{GM}	1.3	0.9	1	1.3	1	1	1	1
Sovraccarico	γ_Q	1.5	1.5	1.5	1.5	1	1	1	1
Azione verticale impalcato	γ_{Ni}	0	0	0	0	0	0	0	0
Azione orizzontale impalcato	γ_{Vi}	0	0	0	0	0	0	0	0

Nelle condizioni più gravose (SISMA) si hanno i seguenti coefficienti di sicurezza:

- F.S. ribaltamento: **2**
- F.S. scorrimento: **1.04**
- F.S. capacità portante:
-

AZIONI AGENTI

$M_{\text{piano posa fondazione}}$

$V_{\text{piano posa fondazione}}$

$N_{\text{piano posa fondazione}}$

75.96	kNm/m
110.6	kN/m
169.6	kN/m

B^*	2.33 m
Pressione max sul terreno $\sigma_{t,max}$	0.145 MPa
Pressione min sul terreno $\sigma_{t,min}$	0.00 MPa

Larghezza ridotta fondazione B'	1.55 m
Pressione media sul terreno q_d	0.1091 MPa

Fattori di capacità portante

N_{q-E} 33.04

$N_{\gamma-E}$ 44.88

N_{c-E} 45.89

Fattori di forma

S_q 1.89

S_γ 0.53

S_c 1.92

Fattori di inclinazione del carico

i_q 0.23

i_γ 0.08

i_c 0.21

Fattori di inclinazione del piano di imposta

b_q 1.00

b_γ 1.00

b_c 1.00

Fattori sismici (Paolucci e Peker)

z_q 0.99

z_γ 0.99

z_c 0.99

Capacità portante terreno fondazione q_{lim} 0.2167 MPa

γ_R 1.4

Capacità portante di progetto **0.1548** MPa

SLE RARA

Muro/Spalla - Unità di misura [kN, m] - File: T067

File Armature Impostazioni Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: T067

Altezza paraghiaia (m) h1 0 Angolo attrito interno φ° 35
 Spessore paraghiaia (m) s1 0 Ang. attrito terra-muro δ° 23.33
 Inclinazione parete (%) i 5 Ang. attrito fondazione φ_f° 35
 Altezza parete (m) h2 3.65 Peso spec. terre [kN/m3] γ_t 20
 Spessore in testa (m) s2 0.3 Peso spec. muro [kN/m3] γ_m 25
 Spessore alla base (m) s3 0.65 Dati Sisma K_v 0 K_h 0
 Altezza fondazione (m) h3 0.65 N° lati terreno 2
 Sbalzo fond. contro terra L1 0.4 Lato 1 Lung. 1 Distivello 0.6 5
 Larghezza totale fond. L2 2.45 Lato 2 Lung. 10 Distivello 0 20

Calcolo Visualizza

Parete

St 45.24 kN
 Sq 16.40 kN
 Ss 0 kN
 Si 0 kN
 M 69.42 kNm
 N 70.55 kN
 V 55.31 kN

Fondazione

Ribaltamento Scorrimento Schiacciamento

St 58.25 ?1 St 58.25 ?1 St 58.25 ?1
 Sq 21.46 Sq 21.46 Sq 21.46
 Ss 0 Ss 0 Ss 0
 Si 0 Si 0 Si 0

Sbalzi Fondazione

M valle 57.44
 M monte 7.154
 $\sigma_{l, valle}$ 0.07486 MPa
 $\sigma_{l, monte}$ 0
 % comp. 83.21

Ms/Mr 4.029 c. scor. 1.460 V 73.19

1 Verifiche statiche

Coefficienti parziali SLU

	Verifica Parete	Verifiche SISMICHE		
		Ribalt.	Scorr.	Schiacc.
Angolo d'attrito interno γ_{φ}	1	1	1	1
Peso cuneo di spinta γ_{GS}	1	1	1	1
Peso zavorra γ_{GZ}	1	1	1	1
Peso proprio muro γ_{GM}	1	1	1	1
Sovraccarico γ_Q	1	1	1	1
Azione verticale impalcato γ_{Ni}	0	0	0	0
Azione orizzontale impalcato γ_{Vi}	0	0	0	0

SLE FREQ

Muro/Spalla - Unità di misura [kN, m] - File: T067

File Armature Impostazioni Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: T067

Altezza paraghiaia (m) h1 0 Angolo attrito interno φ° 35
 Spessore paraghiaia (m) s1 0 Ang. attrito terra-muro δ° 23.33
 Inclinazione parete (%) i 5 Ang. attrito fondazione φ_f° 35
 Altezza parete (m) h2 3.65 Peso spec. terre [kN/m3] γ_t 20
 Spessore in testa (m) s2 0.3 Peso spec. muro [kN/m3] γ_m 25
 Spessore alla base (m) s3 0.65 Dati Sisma K_v 0 K_h 0
 Altezza fondazione (m) h3 0.65 N° lati terreno 2
 Sbalzo fond. contro terra L1 0.4 Lato 1 Lung. 1 Distivello 0.6 5
 Larghezza totale fond. L2 2.45 Lato 2 Lung. 10 Distivello 0 20

Calcolo Visualizza

Parete

St 45.29 kN
 Sq 11.44 kN
 Ss 0 kN
 Si 0 kN
 M 61.86 kNm
 N 68.38 kN
 V 50.90 kN

Fondazione

Ribaltamento Scorrimento Schiacciamento

St 58.25 ?1 St 58.25 ?1 St 58.25 ?1
 Sq 15.02 Sq 15.02 Sq 15.02
 Ss 0 Ss 0 Ss 0
 Si 0 Si 0 Si 0

Sbalzi Fondazione

M valle 57.44
 M monte 7.154
 $\sigma_{l, valle}$ 0.07486 MPa
 $\sigma_{l, monte}$ 0
 % comp. 83.21

Ms/Mr 4.717 c. scor. 1.562 V 67.28

1 Verifiche statiche

Coefficienti parziali SLU

	Verifica Parete	Verifiche SISMICHE		
		Ribalt.	Scorr.	Schiacc.
Angolo d'attrito interno γ_{φ}	1	1	1	1
Peso cuneo di spinta γ_{GS}	1	1	1	1
Peso zavorra γ_{GZ}	1	1	1	1
Peso proprio muro γ_{GM}	1	1	1	1
Sovraccarico γ_Q	0.7	0.7	0.7	0.7
Azione verticale impalcato γ_{Ni}	0	0	0	0
Azione orizzontale impalcato γ_{Vi}	0	0	0	0

SLE Q.P.

Muro/Spalla - Unità di misura [kN, m] - File: T067

File Armature Impostazioni Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: T067

Altezza paraghiaia (m) h1 0 Angolo attrito interno φ^o 35
 Spessore paraghiaia (m) s1 0 Ang. attrito terra-muro δ^o 23.33
 Inclinazione parete (%) i 5 Ang. attrito fondazione φ_f^o 35
 Altezza parete (m) h2 3.65 Peso spec. terre [kN/m3] γ_t 20
 Spessore in testa (m) s2 0.3 Peso spec. muro [kN/m3] γ_m 25
 Spessore alla base (m) s3 0.65 Dati Sisma K_v 0 K_h 0
 Altezza fondazione (m) h3 0.65 N° lati terreno 2
 Sbalzo fond. contro terra L1 0.4
 Larghezza totale fond. L2 2.45 Calcolo Visualizza

	Lungh.	Dislivello	q
Lato 1	1	0.6	5
Lato 2	10	0	20

Parete

St 45.29 kN
 Sq 9.806 kN
 Ss 0 kN
 Si 0 kN
 M 59.35 kNm
 N 67.66 kN
 V 49.43 kN

Fondazione

Ribaltamento	Scorrimento	Schiacciamento	Sbalzi Fondazione
St 58.25 ?1	St 58.25 ?1	St 58.25 ?1	M valle 57.44
Sq 12.87	Sq 12.87	Sq 12.87	M monte 7.154
Ss 0	Ss 0	Ss 0	$\sigma_{t, valle}$ 0.07486 MPa
Si 0	Si 0	Si 0	$\sigma_{t, monte}$ 0
Mr 41.37	V 65.31	M 17.22	% comp. 83.21
Ms 206.9	N 149.2	N 149.2	
Ms/Mr 5.002	c. scor. 1.600	V 65.31	

Zoom

Coefficienti parziali SLU

	Verifiche STATICHE			
	Verifica Parete	Verifica Fondazione		
		Ribalt.	Scorr.	Schiacc.
Angolo d'attrito interno γ_φ	1	1	1	1
Peso cuneo di spinta γ_{GS}	1	1	1	1
Peso zavorra γ_{GZ}	1	1	1	1
Peso proprio muro γ_{GM}	1	1	1	1
Sovraccarico γ_Q	0.6	0.6	0.6	0.6
Azione verticale impalcato γ_{Ni}	0	0	0	0
Azione orizzontale impalcato γ_{Vi}	0	0	0	0

VERIFICA PARETE VERTICALE

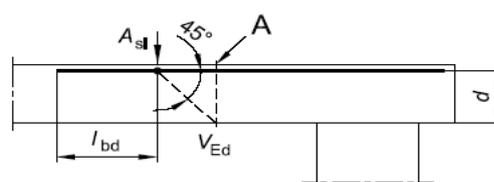
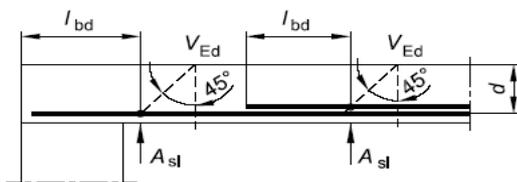
Si decide pertanto di utilizzare la seguente armatura a flessione: **5Φ14** a metro sul lato di monte e **5Φ12** a metro sul lato di valle:

DEFINIZIONE DELLA GEOMETRIA			
SEZIONE TRASVERSALE			
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	650	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	50	[mm]
Altezza utile della sezione	d	600	[mm]
ARMATURA TESA			
Diametro dei ferri correnti	ϕ_1	14	[mm]
Numero dei ferri correnti	n_1	5	[-]
Diametro dei ferri di eventuale infittimento	ϕ_2		[mm]
Numero dei ferri di eventuale infittimento	n_2		[-]
Area dell'armatura tesa	A_s	770	[mm ²]
ARMATURA COMPRESSA			
Diametro dei ferri correnti	ϕ'_1	12	[mm]
Numero dei ferri correnti	n'_1	5	[-]
Diametro dei ferri di eventuale infittimento	ϕ'_2	0	[mm]
Numero dei ferri di eventuale infittimento	n'_2	0	[-]
Area dell'armatura compressa	A'_s	565	[mm ²]
Momento resistente della sezione	M_{Rd}	176.05	[kNm]
Momento sollecitante a SLU assunto in valore assoluto	M_{Ed}	105.8	[kNm]
DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A TAGLIO DELLA SEZIONE			
§ 4.1.2.1.3.1 - ELEMENTI SENZA ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI A TAGLIO			
Azione di Taglio sollecitante a Stato Limite Ultimo	V_{Ed}	83,04	[kN]
Considerare o meno il contributo dell'armatura tesa nel calcolo		no	[-]
Coefficiente $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c}$	0.12	[-]
Coefficiente k	k	1.58	[-]
		1.58	[-]
Rapporto geometrico d'armatura che si estende per non meno di $l_{bd} + d$	ρ_l	0.0012828	[-]
		0	[-]

figura 6.3 Definizione di A_{sl} nella espressione (6.2)

Legenda

A Sezione considerata



Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso	$V_{Rd,c}$	0.00	[kN]
Resistenza minima del calcestruzzo teso	$V_{Rd,min}$	235.33	[kN]
Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso	V_{Rd}	235.33	[kN]

La parete verticale non necessita di un'opportuna armatura a taglio.

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS			
Controllo tensionale per la Combinazione Caratteristica			
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	69.4	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	650	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	50	[mm]
Altezza utile della sezione	d	600	[mm]
Area dell'armatura tesa	A_s	770	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	$A's$	565	[mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	102.87	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	3239873444	[mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione caratteristica	$\sigma_{c,caratt.}$	19.2	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360	[MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	2.20	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	159.78	[MPa]

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS			
Controllo tensionale per la Combinazione Quasi Permanente			
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	59.4	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	j	650	[-]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[-]
Copriferro	d'	50	[-]
Altezza utile della sezione	d'	600	[-]
Area dell'armatura tesa	A_s	770	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	$A's$	565	[mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	102.87	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	3239873444	[mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,q.p.}$	14.4	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360	[MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	1.88	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	136.60	[MPa]

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS			
Controllo tensionale per la Combinazione Frequente			
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	61.9	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	j	650	[MPa]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[-]
Copriferro	d'	50	[kNm]
Altezza utile della sezione	d'	600	[kNm]
Area dell'armatura tesa	A_s	770	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	$A's$	565	[mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	102.87	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	3239873444	[mm ⁴]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	1.96	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	142.38	[MPa]

CONTROLLO DI FESSURAZIONE A SLS

Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	650	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	50	[mm]
Altezza utile della sezione	d	600	[mm]
Area dell'armatura tesa	A _s	770	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	A' _s	565	[mm ²]
Distanza tra il bordo del cls e l'armatura	c	40	[mm]
Distanza tra i baricentri delle barre	s	200	[mm]
Distanza massima di riferimento tra le barre	S _{rif,max}	235	[mm]

Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente

Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente	M_{Ed,q.p.}	59.35	[kNm]
Durata del carico		lunga	[-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	102.87	[mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ _s	136.60	[MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	f _{ct,eff}	3.0	[MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k _t	0.4	[-]
Altezza efficace	h _{c,eff}	125	[mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	A _{c,eff}	125000	[mm ²]
Rapporto geometrico sull'area efficace	ρ _{p,eff}	0.00616	[-]
Rapporto tra E _s /E _{cm}	α _e	6.00	[-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	ε _{sm} - ε _{cm}	-0.000335	[-]
		0.000410	[-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	φ _{eq}	14.00	[mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k ₁	0.8	[-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k ₂	0.5	[-]
	k ₃	3.4	[-]
	k ₄	0.425	[-]
Distanza massima tra le fessure	S _{r,max}	522.52	[mm]
		522.52	[mm]

Ampiezza delle fessure	w_k	0.2141	[mm]
Ampiezza massima delle fessure	w_{max}	0.3	[mm]

Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Frequente

Momento sollecitante per la combinazione Frequente	M_{Ed,freq.}	61.86	[kNm]
Durata del carico		lunga	[-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	102.87	[mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ _s	142.38	[MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	f _{ct,eff}	3.0	[MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k _t	0.4	[-]
Altezza efficace	h _{c,eff}	125	[mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	A _{c,eff}	125000	[mm ²]
Rapporto geometrico sull'area efficace	ρ _{p,eff}	0.00616	[-]
Rapporto tra E _s /E _{cm}	α _e	6.00	[-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	ε _{sm} - ε _{cm}	-0.000307	[-]
		0.000427	[-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	φ _{eq}	14.00	[mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k ₁	0.8	[-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k ₂	0.5	[-]
	k ₃	3.4	[-]
	k ₄	0.425	[-]
Distanza massima tra le fessure	S _{r,max}	522.52	[mm]
		522.52	[mm]

Ampiezza delle fessure	w_k	0.2232	[mm]
Ampiezza massima delle fessure	w_{max}	0.3	[mm]

VERIFICA SUOLA A VALLE

SUOLA A VALLE (d=distanza sezione da filo parete)

d [m]	M [kNm]	V [kN]
0	91.02	130.0

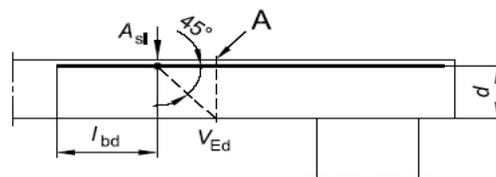
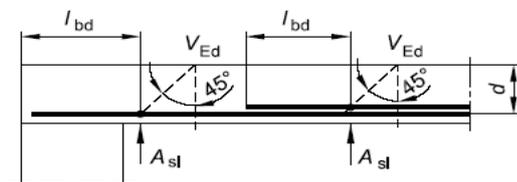
Si decide pertanto di utilizzare la seguente armatura a flessione: **5Φ14** a metro sul lato terra (intradosso) e **5Φ12** a metro sul lato estradosso:

DEFINIZIONE DELLA GEOMETRIA		
SEZIONE TRASVERSALE		
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	650 [mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000 [mm]
Copriferro	d'	50 [mm]
Altezza utile della sezione	d	600 [mm]
ARMATURA TESA		
Diametro dei ferri correnti	ϕ_1	14 [mm]
Numero dei ferri correnti	n_1	5 [-]
Diametro dei ferri di eventuale infittimento	ϕ_2	[mm]
Numero dei ferri di eventuale infittimento	n_2	[-]
Area dell'armatura tesa	A_s	770 [mm ²]
ARMATURA COMPRESSA		
Diametro dei ferri correnti	ϕ'_1	12 [mm]
Numero dei ferri correnti	n'_1	5 [-]
Diametro dei ferri di eventuale infittimento	ϕ'_2	0 [mm]
Numero dei ferri di eventuale infittimento	n'_2	0 [-]
Area dell'armatura compressa	A'_s	565 [mm ²]
Momento resistente della sezione	M_{Rd}	176.05 [kNm]
Momento sollecitante a SLU assunto in valore assoluto	M_{Ed}	91.0 [kNm]
DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A TAGLIO DELLA SEZIONE		
§ 4.1.2.1.3.1 - ELEMENTI SENZA ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI A TAGLIO		
Azione di Taglio sollecitante a Stato Limite Ultimo	V_{Ed}	130 [kN]
Considerare o meno il contributo dell'armatura tesa nel calcolo		no [-]
Coefficiente $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c}$	0.12 [-]
Coefficiente k	k	1.58 [-]
		1.58 [-]
Rapporto geometrico d'armatura che si estende per non meno di $l_{bd} + d$	ρ_l	0.0012828 [-]
		0 [-]

figura 6.3 Definizione di A_{sl} nella espressione (6.2)

Legenda

A Sezione considerata



Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso	$V_{Rd,c}$	0.00 [kN]
Resistenza minima del calcestruzzo teso	$V_{Rd,min}$	235.33 [kN]
Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso	V_{Rd}	235.33 [kN]

La suola a valle non necessita di un'opportuna armatura a taglio.

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS			
Controllo tensionale per la Combinazione Caratteristica			
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	57.4	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	650	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	50	[mm]
Altezza utile della sezione	d	600	[mm]
Area dell'armatura tesa	A_s	770	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	$A's$	565	[mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	102.87	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	3239873444	[mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione caratteristica	$\sigma_{c,caratt.}$	19.2	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360	[MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	1.82	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	132.20	[MPa]

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS			
Controllo tensionale per la Combinazione Quasi Permanente			
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	57.4	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	j	650	[-]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[-]
Copriferro	d'	50	[-]
Altezza utile della sezione	d'	600	[-]
Area dell'armatura tesa	A_s	770	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	$A's$	565	[mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	102.87	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	3239873444	[mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,q.p.}$	14.4	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360	[MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	1.82	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	132.20	[MPa]

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS			
Controllo tensionale per la Combinazione Frequente			
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	57.4	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	j	650	[MPa]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[-]
Copriferro	d'	50	[kNm]
Altezza utile della sezione	d'	600	[kNm]
Area dell'armatura tesa	A_s	770	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	$A's$	565	[mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	102.87	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	3239873444	[mm ⁴]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	1.82	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	132.20	[MPa]

CONTROLLO DI FESSURAZIONE A SLS

Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	650 [mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000 [mm]
Copriferro	d'	50 [mm]
Altezza utile della sezione	d	600 [mm]
Area dell'armatura tesa	A _s	770 [mm ²]
Area dell'armatura compressa	A' _s	565 [mm ²]
Distanza tra il bordo del cls e l'armatura	c	40 [mm]
Distanza tra i baricentri delle barre	s	200 [mm]
Distanza massima di riferimento tra le barre	s _{rif,max}	235 [mm]

Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente

Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente	M_{Ed,q.p.}	57.44 [kNm]
Durata del carico		lunga [-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	102.87 [mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ _s	132.20 [MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	f _{ct,eff}	3.0 [MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k _t	0.4 [-]
Altezza efficace	h _{c,eff}	125 [mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	A _{c,eff}	125000 [mm ²]
Rapporto geometrico sull'area efficace	ρ _{p,eff}	0.00616 [-]
Rapporto tra E _s /E _{cm}	α _e	6.00 [-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	ε _{sm} - ε _{cm}	-0.000357 [-] 0.000397 [-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	φ _{eq}	14.00 [mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k ₁	0.8 [-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k ₂	0.5 [-]
	k ₃	3.4 [-]
	k ₄	0.425 [-]
Distanza massima tra le fessure	s _{r,max}	522.52 [mm] 522.52 [mm]

Ampiezza delle fessure	w_k	0.2072 [mm]
Ampiezza massima delle fessure	w_{max}	0.3 [mm]

Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Frequente

Momento sollecitante per la combinazione Frequente	M_{Ed,freq.}	57.44 [kNm]
Durata del carico		lunga [-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	102.87 [mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ _s	132.20 [MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	f _{ct,eff}	3.0 [MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k _t	0.4 [-]
Altezza efficace	h _{c,eff}	125 [mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	A _{c,eff}	125000 [mm ²]
Rapporto geometrico sull'area efficace	ρ _{p,eff}	0.00616 [-]
Rapporto tra E _s /E _{cm}	α _e	6.00 [-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	ε _{sm} - ε _{cm}	-0.000357 [-] 0.000397 [-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	φ _{eq}	14.00 [mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k ₁	0.8 [-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k ₂	0.5 [-]
	k ₃	3.4 [-]
	k ₄	0.425 [-]
Distanza massima tra le fessure	s _{r,max}	522.52 [mm] 522.52 [mm]

Ampiezza delle fessure	w_k	0.2072 [mm]
Ampiezza massima delle fessure	w_{max}	0.3 [mm]

VERIFICA SUOLA A MONTE

SUOLA A MONTE (d=distanza sezione da filo parete)

d [m]	M [kNm]	V [kN]
0	7.154	44.40

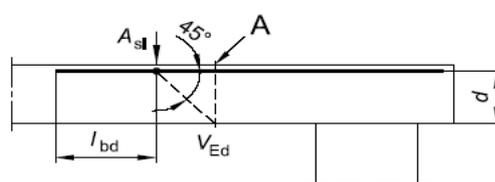
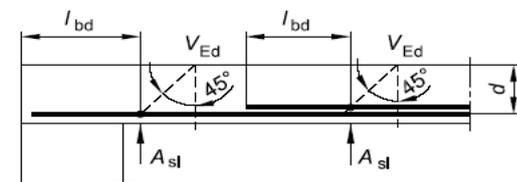
Si decide pertanto di utilizzare la seguente armatura a flessione: **5Φ12** a metro su entrambi i lati.

DEFINIZIONE DELLA GEOMETRIA			
SEZIONE TRASVERSALE			
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	650	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	50	[mm]
Altezza utile della sezione	d	600	[mm]
ARMATURA TESA			
Diametro dei ferri correnti	ϕ_1	12	[mm]
Numero dei ferri correnti	n_1	5	[-]
Diametro dei ferri di eventuale infittimento	ϕ_2		[mm]
Numero dei ferri di eventuale infittimento	n_2		[-]
Area dell'armatura tesa	A_s	565	[mm ²]
ARMATURA COMPRESSA			
Diametro dei ferri correnti	ϕ'_1	12	[mm]
Numero dei ferri correnti	n'_1	5	[-]
Diametro dei ferri di eventuale infittimento	ϕ'_2	0	[mm]
Numero dei ferri di eventuale infittimento	n'_2	0	[-]
Area dell'armatura compressa	A'_s	565	[mm ²]
Momento resistente della sezione	M_{Rd}	130.28	[kNm]
Momento sollecitante a SLU assunto in valore assoluto	M_{Ed}	91.0	[kNm]
DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A TAGLIO DELLA SEZIONE			
§ 4.1.2.1.3.1 - ELEMENTI SENZA ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI A TAGLIO			
Azione di Taglio sollecitante a Stato Limite Ultimo	V_{Ed}	44.4	[kN]
Considerare o meno il contributo dell'armatura tesa nel calcolo		no	[-]
Coefficiente $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c}$	0.12	[-]
Coefficiente k	k	1.58	[-]
		1.58	[-]
Rapporto geometrico d'armatura che si estende per non meno di $l_{bd} + d$	ρ_l	0.0009425	[-]
		0	[-]

figura 6.3 Definizione di A_{sl} nella espressione (6.2)

Legenda

A Sezione considerata



Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso	$V_{Rd,c}$	0.00	[kN]
Resistenza minima del calcestruzzo teso	$V_{Rd,min}$	235.33	[kN]
Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso	V_{Rd}	235.33	[kN]

La soletta a monte non necessita di un'opportuna armatura a taglio.

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS			
Controllo tensionale per la Combinazione Caratteristica			
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	7.2	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	650	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	50	[mm]
Altezza utile della sezione	d	600	[mm]
Area dell'armatura tesa	A_s	565	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	$A's$	554	[mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	89.47	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	2462516789	[mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione caratteristica	$\sigma_{c,caratt.}$	19.2	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360	[MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	0.26	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	22.24	[MPa]

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS			
Controllo tensionale per la Combinazione Quasi Permanente			
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	7.2	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	j	650	[-]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[-]
Copriferro	d'	50	[-]
Altezza utile della sezione	d'	600	[-]
Area dell'armatura tesa	A_s	565	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	$A's$	554	[mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	89.47	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	2462516789	[mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,q.p.}$	14.4	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360	[MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	0.26	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	22.24	[MPa]

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS			
Controllo tensionale per la Combinazione Frequente			
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	7.2	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	j	650	[MPa]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[-]
Copriferro	d'	50	[kNm]
Altezza utile della sezione	d'	600	[kNm]
Area dell'armatura tesa	A_s	565	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	$A's$	554	[mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	89.47	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	2462516789	[mm ⁴]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	0.26	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	22.24	[MPa]

CONTROLLO DI FESSURAZIONE A SLS

Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	650	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	50	[mm]
Altezza utile della sezione	d	600	[mm]
Area dell'armatura tesa	A _s	565	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	A' _s	554	[mm ²]
Distanza tra il bordo del cls e l'armatura	c	40	[mm]
Distanza tra i baricentri delle barre	s	200	[mm]
Distanza massima di riferimento tra le barre	S _{rif,max}	230	[mm]

Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente

Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente	M_{Ed,q.p.}	7.15	[kNm]
Durata del carico		lunga	[-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	89.47	[mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ _s	22.24	[MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	f _{ct,eff}	3.0	[MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k _t	0.4	[-]
Altezza efficace	h _{c,eff}	125	[mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	A _{c,eff}	125000	[mm ²]
Rapporto geometrico sull'area efficace	ρ _{p,eff}	0.00452	[-]
Rapporto tra E _s /E _{cm}	α _e	6.00	[-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	ε _{sm} - ε _{cm}	-0.001262	[-]
		0.000067	[-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	φ _{eq}	12.00	[mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k ₁	0.8	[-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k ₂	0.5	[-]
	k ₃	3.4	[-]
	k ₄	0.425	[-]
Distanza massima tra le fessure	S _{r,max}	586.94	[mm]
		586.94	[mm]

Ampiezza delle fessure	w_k	0.0392	[mm]
Ampiezza massima delle fessure	w_{max}	0.3	[mm]

Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Frequente

Momento sollecitante per la combinazione Frequente	M_{Ed,freq.}	7.15	[kNm]
Durata del carico		lunga	[-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	89.47	[mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ _s	22.24	[MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	f _{ct,eff}	3.0	[MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k _t	0.4	[-]
Altezza efficace	h _{c,eff}	125	[mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	A _{c,eff}	125000	[mm ²]
Rapporto geometrico sull'area efficace	ρ _{p,eff}	0.00452	[-]
Rapporto tra E _s /E _{cm}	α _e	6.00	[-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	ε _{sm} - ε _{cm}	-0.001262	[-]
		0.000067	[-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	φ _{eq}	12.00	[mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k ₁	0.8	[-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k ₂	0.5	[-]
	k ₃	3.4	[-]
	k ₄	0.425	[-]
Distanza massima tra le fessure	S _{r,max}	586.94	[mm]
		586.94	[mm]

Ampiezza delle fessure	w_k	0.0392	[mm]
Ampiezza massima delle fessure	w_{max}	0.3	[mm]