

1. VERIFICHE A PRESSOFLESSIONE DEI PARAMENTI MURARI

VERIFICA DI SICUREZZA ALLE AZIONI SISMICHE ORTOGONALI ALLE PARETI

Parametri Sismici del sito SLV

a_p	0.097	[-]	Accelerazione max del terreno
F_p	2.642	[-]	Valore max del fattore di amplificazione
T_p^*	0.278	[-]	Periodo inizio tratto $v = \text{cost}$
C_s	0.05	[-]	
T_1	0.28	[s]	Primo periodo di vibrazione della struttura - $C_2 \cdot H^{3/4}$
T_d/T_1	0	[-]	
S_s	1.8	[-]	Coefficiente Amplificazione Stratigrafica
S_T	1	[-]	Coefficiente Amplificazione Topografica
g	9.81	[m/s ²]	
β	1.8	[-]	$S_s \cdot S_T$
q_s	3	[-]	Fattore di struttura

Categoria sottosuolo D

Caratteristiche Materiali

γ	1800	[daN/m ³]	Peso specifico muratura
f_c	24	[daN/cm ²]	Resistenza caratteristica a compressione Muratura
f_d	10.2	[daN/cm ²]	Resistenze di progetto a compressione Muratura
γ_m	2		

Caratteristiche Geometriche

b_{par}	[m]	Spessore paramento
h_{tot}	[m]	Lunghezza paramento
h_{par}	[m]	Altezza paramento
z_{par}	[m]	Bartocentro del paramento
H_{tot}	[m]	Altezza dell'edificio
W_p	[daN]	Peso del paramento

	b_{par}	h_{tot}	h_{par}	z_{par}	H_{tot}	W_p
Piano Terra	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[daN]
MURO 1	1.80	0.70	8.50	1.75	9.80	7988
MURO 2	8.4	0.6	9.5	1.75	9.8	91752
MURO 3	4	1	7.7	3.85	12.1	55440
MURO 4	4	0.5	7.7	3.85	7.7	27720
MURO 5	0.75	0.45	5.25	2.625	9.8	3189
MURO 6	4.7	1.95	9.9	4.65	9.9	106215
MURO 7	2.1	0.45	5.4	2.7	5.4	9185
Piano Primo						
Muro 8	7.1	0.45	4.2	7.7	9.8	24154
Muro 9	9.5	0.45	4.2	7.7	9.8	11907

Calcolo delle sollecitazioni - NTC 2008 § 2.2

S_a	[-]	Acceleraz. Massima che l'elemento subisce durante il sisma
F_a	[daN]	Forza sismica orizzontale
M_d	[daNm]	Momento flettente

$$F_a = (S_a \cdot W_d) / q_s \quad \text{NTC 2008 (7.2.1)}$$

$$S_a = \alpha \cdot S \cdot (3 \cdot (1 + Z/H) / (1 + (1 - T_d/T_1)^2) - 0.5) \quad \text{NTC 2008 (7.2.2)}$$

	S_a	F_a	M_d
Piano Terra	[-]	[daN]	[daNm]
MURO 1	0.08	229	942
MURO 2	0.08	894	1308
MURO 3	0.10	1818	13475
MURO 4	0.12	1077	7961
MURO 5	0.09	99	942
MURO 6	0.12	4126	44612
MURO 7	0.12	357	1301
Piano Primo			
Muro 8	0.15	1168	2576
Muro 9	0.15	576	1270

Verifica di sicurezza per pressoflessione- NTC 2008 § 3.2

P	[daN]	Peso verticale agente sul paramento
σ_0	[daN/m ²]	Tensione normale media riferita all'area della sezione - (P/l · t)
l	[m]	Spessore paramento
t	[m]	Lunghezza paramento
M_u	[daNm]	Momento corrispondente al collasso del paramento

$$M_u = (l^2 \cdot t \cdot \sigma_0 / 2) (1 - \sigma_0 / 0.85 \cdot f_d) \quad \text{NTC 2008 (7.8.2)}$$

	P	σ_0	t	l	M_u
Piano Terra	[daN]	[daN/m ²]	[m]	[m]	[daNm]
MURO 1	14,448	11,487	1.80	0.70	4,525
MURO 2	68,882	12,665	8.40	0.60	17,051
MURO 3	28,878	7,219	4.00	1.00	18,586
MURO 4	1,290	645	4.00	0.50	321
MURO 5	3,102	9,190	0.75	0.45	642
MURO 6	99,840	5,999	4.70	1.95	21,788
MURO 7	2,889	8,056	2.10	0.45	689
Piano Primo					
Muro 8	19,305	6,042	7.10	0.45	4,117
Muro 9	9,585	6,086	9.50	0.45	2,049

Verifica per confronto: se $M_U > M_d$ Verifica soddisfatta

	M_d	M_U	
Piano Terra	[daNm]	[daNm]	
MURO 1	4388	342	VERIFICA
MURO 2	16352	1368	VERIFICA
MURO 3	19485	19475	VERIFICA
MURO 4	320	7981	NON VERIFICA
MURO 5	624	842	VERIFICA
MURO 6	21437	44812	NON VERIFICA
MURO 7	627	1301	NON VERIFICA
Piano Primo			
Muro 8	4041	2576	VERIFICA
Muro 9	2005	1270	VERIFICA

Verifica di sicurezza per compressione - post-intervento di ricamamento delle malte e dei giunti

f_c 40 [daN/cm²] Resistenza caratteristica a compressione Muratura
 f_d 17 [daN/cm²] Resistenza di progetto a compressione Muratura
 γ_m 2

M_d [daNm] Momento flettente di progetto
 M_u [daNm] Momento ultimo resistente - stato di fatto
 $M_{u,post}$ [daNm] Momento ultimo resistente - post-miglioramento
 Incr. [%] Incremento di resistenza post-miglioramento

	M_d	M_u	$M_{u,post}$	Incr.
Piano Terra	[daNm]	[daNm]	[daNm]	%
MURO 1	342	4388	4658	5.10%
MURO 2	1368	16352	17471	6.84%
MURO 3	19475	19485	19966	9.72%
MURO 4	7981	320	321	0.30%
MURO 5	342	624	653	4.74%
MURO 6	44812	21437	21999	2.82%
MURO 7	1301	627	686	1.48%
Piano Primo				
Muro 8	2576	4041	4162	3.00%
Muro 9	1270	2005	2066	3.02%

2. VERIFICHE CINEMATICHE SUI PARAMENTI MURARI – CATENE

DETERMINAZIONE DEL TIRO DELLA CATENA MURD1 PROGETTO		
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE	Area della sezione trasversale del tirante A_0 [mm ²]	708,9
	Altezza della piastra di ancoraggio del tirante a [mm]	20,0
	Lunghezza della piastra di ancoraggio del tirante b [mm]	20,0
	Spessore della parete su cui è ancorato il tirante t [mm]	70,0
	Angolo di ritiro della muratura α [°]	38,0
	Area della zona di contatto della muratura con la piastra di ancoraggio del tirante A_1 [cm ²]	400,0
	Distanza dal bordo della piastra al più prossimo lato libero della parete su cui è ancorata	1,0
	Area di ripartizione delle azioni di compressione A_2 [cm ²]	484,0
	$\sqrt{A_0/A_2} \cdot 2$	1,1
	Percentuale del contributo del taglio sulle forze laterali per il calcolo di T_2 [%]	0,0%
PARAMETRI MECCANICI	Fattore di confidenza F_C	1,20
	Coefficiente parziale di sicurezza sulla resistenza a compressione della muratura γ_M	1,20
	Resistenza di calcolo dei tiranti f_{td} [N/mm ²]	2800,00
	Resistenza media a compressione della muratura f_m [N/mm ²]	320,00
	Resistenza media a taglio della muratura f_{tm} [N/mm ²]	78,00
	Tensione di calcolo a compressione della muratura $f_{1,m}$ [N/mm ²]	222,22
TIRO DELLA CATENA	Resistenza di calcolo a taglio della muratura $f_{1,t,m}$ [N/mm ²]	82,78
	Resistenza dei tiranti allo smarrimento T_1 [kN]	1837,8
	Resistenza al punzonamento della muratura nella zona di ancoraggio T_2 [kN]	888,0
	Resistenza alla pressione di contatto sulla muratura T_3 [kN]	67,8
AZIONI STRUTTURA	Massimo tiro esplicabile dalla catena T [kN]	97,8
	Azione della copertura [kN]	7,0

DETERMINAZIONE DEL TIRO DELLA CATENA MURD2 PROGETTO		
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE	Area della sezione trasversale del tirante A_0 [mm ²]	708,9
	Altezza della piastra di ancoraggio del tirante a [mm]	20,0
	Lunghezza della piastra di ancoraggio del tirante b [mm]	20,0
	Spessore della parete su cui è ancorato il tirante t [mm]	100,0
	Angolo di ritiro della muratura α [°]	38,0
	Area della zona di contatto della muratura con la piastra di ancoraggio del tirante A_1 [cm ²]	400,0
	Distanza dal bordo della piastra al più prossimo lato libero della parete su cui è ancorata	1,0
	Area di ripartizione delle azioni di compressione A_2 [cm ²]	484,0
	$\sqrt{A_0/A_2} \cdot 2$	1,1
	Percentuale del contributo del taglio sulle forze laterali per il calcolo di T_2 [%]	0,0%
PARAMETRI MECCANICI	Fattore di confidenza F_C	1,20
	Coefficiente parziale di sicurezza sulla resistenza a compressione della muratura γ_M	1,20
	Resistenza di calcolo dei tiranti f_{td} [N/mm ²]	2800,00
	Resistenza media a compressione della muratura f_m [N/mm ²]	320,00
	Resistenza media a taglio della muratura f_{tm} [N/mm ²]	78,00
	Tensione di calcolo a compressione della muratura $f_{1,m}$ [N/mm ²]	222,22
TIRO DELLA CATENA	Resistenza di calcolo a taglio della muratura $f_{1,t,m}$ [N/mm ²]	82,78
	Resistenza dei tiranti allo smarrimento T_1 [kN]	1837,8
	Resistenza al punzonamento della muratura nella zona di ancoraggio T_2 [kN]	888,2
	Resistenza alla pressione di contatto sulla muratura T_3 [kN]	67,8
AZIONI STRUTTURA	Massimo tiro esplicabile dalla catena T [kN]	97,8
	Azione della volta al piano primo [kN]	24,0

DETERMINAZIONE DEL TIRO DELLA CATENA MURD 4 PROGETTO

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE	Area della sezione trasversale del tirante A_1 [mm ²]	708,9
	Altezza della piastra di ancoraggio del tirante a [mm]	20,0
	Larghezza della piastra di ancoraggio del tirante b [mm]	20,0
	Spessore della parete su cui è ancorato il tirante t [mm]	60,0
	Angolo di ritiro della muratura α [°]	30,0
	Area della zona di contatto della muratura con la piastra di ancoraggio del tirante A_2 [mm ²]	400,0
	Distanza del bordo della piastra al più prossimo lato libero della parete su cui è ancorata	1,0
	Area di ripartizione delle azioni di compressione A_3 [mm ²]	484,0
	$(A_2/A_3)^{1/2}$	1,1
Percentuale del contributo del taglio sulle facce laterali per il calcolo di T_2 [%]	0,0%	
PARAMETRI MECCANICI	Fattore di confidenza F_c	1,20
	Coefficiente parziale di sicurezza sulla resistenza a compressione della muratura γ_m	1,20
	Resistenza di calcolo del tirante f_{td} [N/mm ²]	2400,00
	Resistenza media a compressione della muratura f_m [N/mm ²]	320,00
	Resistenza media a taglio della muratura f_{vm} [N/mm ²]	74,00
	Tensione di calcolo a compressione della muratura f_{cd} [N/mm ²]	277,22
Resistenza di calcolo a taglio della muratura f_{vd} [N/mm ²]	62,78	
TIRO DELLA CATENA	Resistenza del tirante allo smarrimento T_1 [kN]	1837,8
	Resistenza al punzonamento della muratura nella zona di ancoraggio T_2 [kN]	200,3
	Resistenza alla pressione di contatto sulla muratura T_3 [kN]	67,8
	Massimo tiro applicabile dalla catena T [kN]	67,8
AZIONI STRUTTURA	Azione della volta al piano primo [kN]	4,8

3. VERIFICHE TRAVI IN LEGNO DI COPERTURA

Titolo:

VERIFICA TRAVI PRINCIPALE INCLINATA COPERTURA ZONA SUD OVEST

DATI DI PROGETTO

Caratteristiche geometriche

Luce di calcolo:	L	=	3750	[mm]
Interspazio tra le travi principali:	l	=	4000	[mm]
Base della sezione:	b	=	160	[mm]
Altezza della sezione:	h	=	320	[mm]
Area sezione:	A	=	51200	[mm ²]
Modulo di resistenza:	W _y	=	2,731E+06	[mm ³]
	W _x	=	1,365E+06	[mm ³]
Momento d'inerzia:	I _y	=	4,369E+08	[mm ⁴]
	I _x	=	1,092E+08	[mm ⁴]

Peso Proprio

1) Peso proprio trave inclinata:		=	1,15	[kN]
----------------------------------	--	---	------	------

Carichi

1) Peso tavolato per mq:		=	0,11	[kN/m ²]
2) Peso (tarza orditura + tavolato) sull'arcataccia:		=	1,05	[kN]
3) Peso (Arcataccio+tarz. Ord.+Tavolato) su trave inclinata princ.		=	3,97	[kN]

Peso proprio del pacchetto strutturale per metro di trave:	G ₀₁	=	1,37	[kN/m]
--	-----------------	---	------	--------

1) Manto di copertura con coppi e sottocoppi		=	0,40	[kN/m ²]
2) Controlletta ondulata		=	0,10	[kN/m ²]
Carichi non strutturali e portati:	G ₀₂	=	0,50	[kN/m ²]

Carico variabile:	Q ₀	=	1,20	[kN/m ²]
-------------------	----------------	---	------	----------------------

Caratteristiche del materiale

Materiale:	Legno massiccio	▼
Classe di resistenza (Gruppo EN338 / EN 11035):	Latice/M 52	▼
Classe di servizio:	Classe di servizio 2	▼

- Classe di servizio 2: è caratterizzata da umidità dei materiali in equilibrio con ambiente a una temperatura di 20°C e un'umidità relativa dell'aria circostante che superi l'85% solo per poche settimane all'anno. Possono appartenere a tale classe gli elementi lignei posti all'esterno degli edifici ma protetti, almeno parzialmente, dalle intemperie e dall'inquinamento atmosferico.

Coefficiente parziale per il materiale:	k	=	1,50	[-]
Coefficiente di deformazione:	k _{def}	=	0,80	[-]

Combustione I - perm. + acc.	Breve durata (meno di 1 settimana) - Neve	▼
k _{mod,t}	=	0,80
Combustione II - perm.	Permanente (più di 10 anni) - Peso proprio	▼
k _{mod,t}	=	0,80

Valori caratteristici			Valori di progetto		
			k _{mod,t} 0,80	k _{mod,t} 0,80	
f _{t,k}	[MPa]	32,00	f _{t,d}	[MPa]	Flessione
f _{c,k}	[MPa]	19,00	f _{c,d}	[MPa]	Trazione parallela alle fibre
f _{v,k}	[MPa]	0,60	f _{v,d}	[MPa]	Trazione ortogonale alle fibre
f _{0,k}	[MPa]	24,00	f _{0,d}	[MPa]	Compres. parallela alle fibre
f _{0,90,k}	[MPa]	4,00	f _{0,90,d}	[MPa]	Compres. ortogonale alle fibre
E _{0,05}	[MPa]	4,00	E ₀	[MPa]	Taglio

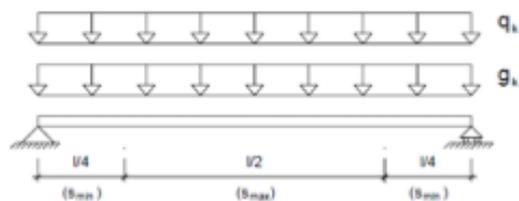
Proprietà

Modulo elastico parallelo medio	$E_{s,mean}$	=	<table border="1"><tr><td>12000</td></tr></table>	12000	[MPa]
12000					
Modulo elastico ortogonale medio	$E_{t,mean}$	=	<table border="1"><tr><td>400</td></tr></table>	400	[MPa]
400					
Modulo elastico parallelo caratteristico	$E_{s,k}$	=	<table border="1"><tr><td>8000</td></tr></table>	8000	[MPa]
8000					
Modulo elastico tangenziale medio	$G_{s,mean}$	=	<table border="1"><tr><td>750</td></tr></table>	750	[MPa]
750					
Massa					
Massa volumica caratteristica	k	=	<table border="1"><tr><td>6,00</td></tr></table>	6,00	[kN/m ³]
6,00					

VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Carichi permanenti	s_k	=	<table border="1"><tr><td>1,30</td></tr></table>	1,30
1,30				
Carichi permanenti non strutturali	s_{k1}	=	<table border="1"><tr><td>1,50</td></tr></table>	1,50
1,50				
Carichi variabili	q_k	=	<table border="1"><tr><td>1,50</td></tr></table>	1,50
1,50				

Combinazione di carico	carico F_d [kN/m]	M_d [kNm]	V_d [kN]	σ [MPa]	τ_{ed} [MPa]	σ [MPa]	t_{ed} [MPa]	NOTE
I perm+acc.	11,97	21,05	22,45	7,71	19,20	0,86	2,40	Verificato
II perm.	8,54	11,49	12,26	4,21	12,80	0,36	1,60	Verificato



VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO

Si devono effettuare verifiche di deformazione istantanea e differita, nell'ipotesi di controflexione nulla.

Limite freccia istantanea :	$L/300$	▼	$u_{2,ist,lim}$	=	<table border="1"><tr><td>12,50</td></tr></table>	12,50	[mm]
12,50							
Limite freccia differita :	$L/200$	▼	$u_{2,dif,lim}$	=	<table border="1"><tr><td>18,75</td></tr></table>	18,75	[mm]
18,75							
Coefficiente riduttivo k_{def}			ψ	=	<table border="1"><tr><td>0,20</td></tr></table>	0,20	[-]
0,20							
Coefficiente				=	<table border="1"><tr><td>1,20</td></tr></table>	1,20	[-]
1,20							

Freccia istantanea (carichi permanenti) :	$u_{1,ist}$	=	<table border="1"><tr><td>4,07</td></tr></table>	4,07	[mm]
4,07					
Freccia istantanea (carichi variabili) :	$u_{2,ist}$	=	<table border="1"><tr><td>2,62</td></tr></table>	2,62	[mm]
2,62					
Freccia netta finale :	$u_{net,fin}$	=	<table border="1"><tr><td>10,37</td></tr></table>	10,37	[mm]
10,37					

$u_{1,ist}$	=	2,62	[mm]	<	$u_{2,ist,lim}$	=	12,50	[mm]	Verificato
$u_{net,fin}$	=	10,37	[mm]	<	$u_{2,dif,lim}$	=	18,75	[mm]	Verificato

$$u_{1,ist} = \frac{5}{384} \frac{q_k \cdot l^4}{E_{0,mean} \cdot J} + \psi \frac{q_k \cdot l^2}{8 G_{mean} \cdot A}$$

$$u_{2,ist} = \frac{5}{384} \frac{q_k \cdot l^4}{E_{0,mean} \cdot J} + \psi \frac{q_k \cdot l^2}{8 G_{mean} \cdot A}$$

$$u_{net,fin} = u_{1,ist} \cdot 1 + k_{def} \cdot \psi + u_{2,ist} \cdot 1 + \psi_2 \cdot k_{def}$$

Titolo:

VERIFICA TRAVI PRINCIPALE INCLINATA COPERTURA ZONA NORD OVEST

DATI DI PROGETTO

Caratteristiche geometriche

Luce di calcolo:	L	=	6950	[mm]
Interspazio tra le travi principali:	l	=	4000	[mm]
Base della sezione:	b	=	200	[mm]
Altezza della sezione:	h	=	400	[mm]
Area sezione:	A	=	80000	[mm ²]
Modulo di resistenza:	W _y	=	5,333E+06	[mm ³]
	W _x	=	2,667E+06	[mm ³]
Momento d'inerzia:	I _y	=	1,067E+09	[mm ⁴]
	I _x	=	2,667E+08	[mm ⁴]

Peso Proprio

1) Peso proprio trave inclinata:		=	3,05	[kN]
----------------------------------	--	---	------	------

Carichi

1) Peso tavolato per mq:		=	0,11	[kN/m ²]
2) Peso (tarza orditura + tavolato) sull'arcataccia:		=	1,05	[kN]
3) Peso (Arcataccio+tarz. Ord.+Tavolato) su trave inclinata princ.		=	3,97	[kN]

Peso proprio del pacchetto strutturale per metro di trave:	G _{0,1}	=	1,10	[kN/m]
--	------------------	---	------	--------

1) Manto di copertura con coppi e sottocoppi		=	0,40	[kN/m ²]
2) Controlletta ondulata		=	0,10	[kN/m ²]
Carichi non strutturali e portati:	G _{0,2}	=	0,50	[kN/m ²]

Carico variabile:	Q ₀	=	1,20	[kN/m ²]
-------------------	----------------	---	------	----------------------

Caratteristiche del materiale

Materiale:	Legno massiccio	▼
Classe di resistenza (Gruppo EN338 / EN 11035):	Latice/M 52	▼
Classe di servizio:	Classe di servizio 2	▼

- Classe di servizio 2: è caratterizzata da umidità dei materiali in equilibrio con ambiente a una temperatura di 20°C e un'umidità relativa dell'aria circostante che superi l'85% solo per poche settimane all'anno. Possono appartenere a tale classe gli elementi lignei posti all'esterno degli edifici ma protetti, almeno parzialmente, dalle intemperie e dall'inquinamento atmosferico.

Coefficiente parziale per il materiale:	k	=	1,50	[-]
Coefficiente di deformazione:	k _{def}	=	0,80	[-]

Combinazione I - perm. + acc.	Breve durata (meno di 1 settimana) - Neve	▼
k _{mod,I}	=	0,80
Combinazione III - perm.	Permanente (più di 10 anni) - Peso proprio	▼
k _{mod,III}	=	0,80

Valori caratteristici			Valori di progetto			
			k _{mod,I}	k _{mod,III}		
			0,80	0,80		
f _{t,k}	[MPa]	32,00	f _{t,d}	[MPa]	19,20	Flessione
f _{c,k}	[MPa]	19,00	f _{c,d}	[MPa]	11,40	Trazione parallela alle fibre
f _{v,k}	[MPa]	0,60	f _{v,d}	[MPa]	0,36	Trazione ortogonale alle fibre
f _{0,k}	[MPa]	24,00	f _{0,d}	[MPa]	14,40	Compres. parallela alle fibre
f _{0,90,k}	[MPa]	4,00	f _{0,90,d}	[MPa]	2,40	Compres. ortogonale alle fibre
E _{0,05}	[MPa]	4,00	E ₀	[MPa]	2,40	Taglio

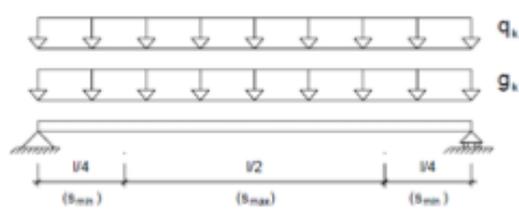
Proprietà

Modulo elastico parallelo medio	$E_{0,mean}$	=	12000	[MPa]
Modulo elastico ortogonale medio	$E_{0,mean}$	=	400	[MPa]
Modulo elastico parallelo caratteristico	$E_{0,k}$	=	8000	[MPa]
Modulo elastico tangenziale medio	$G_{0,mean}$	=	750	[MPa]
Massa				
Massa volumica caratteristica	k	=	6,00	[kN/m ³]

VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Carichi permanenti	s_1	=	1,30
Carichi permanenti non strutturali	s_2	=	1,50
Carichi variabili	q	=	1,50

Combinazione di carico	carico F_d [kN/m]	M_d [kNm]	V_d [kN]	σ [MPa]	τ_{ed} [MPa]	σ [MPa]	τ_{ed} [MPa]	NOTE
I perm+acc.	11,64	58,65	16,94	11,00	19,20	0,89	2,40	Verificato
II perm.	8,20	31,24	19,58	5,86	12,80	0,37	1,60	Verificato



VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO

Si devono effettuare verifiche di deformazione istantanea e differita, nell'ipotesi di controflexione nulla.

Limite freccia istantanea :	L/300	▼	$U_{2,ist}$	=	21,17	[mm]
Limite freccia differita :	L/200	▼	$U_{2,dif}$	=	31,75	[mm]
Coefficiente riduttivo k_{def}			ψ	=	0,20	[-]
Coefficiente				=	1,20	[-]

Freccia istantanea (carichi permanenti) :	$U_{1,ist}$	=	11,26	[mm]
Freccia istantanea (carichi variabili) :	$U_{2,ist}$	=	8,42	[mm]
Freccia netta finale :	$U_{net,fin}$	=	30,05	[mm]

$U_{1,ist}$	=	11,26	[mm]	<	$U_{2,ist}$	=	21,17	[mm]	Verificato
$U_{net,fin}$	=	30,05	[mm]	<	$U_{2,dif}$	=	31,75	[mm]	Verificato

$$U_{1,ist} = \frac{5}{384} \frac{q_k \cdot L^4}{E_{0,mean} \cdot J} + \psi \frac{q_k \cdot L^2}{8 G_{0,mean} \cdot A}$$

$$U_{2,ist} = \frac{5}{384} \frac{q_k \cdot L^4}{E_{0,mean} \cdot J} + \psi \frac{q_k \cdot L^2}{8 G_{0,mean} \cdot A}$$

$$U_{net,fin} = U_{1,ist} \cdot 1 + k_{def} \cdot \psi + U_{2,ist} \cdot 1 + \psi_2 \cdot k_{def}$$

Titolo:

VERIFICA TRAVI PRINCIPALI DI COLMO COPERTURA ZONA NON QVIST

DATI DI PROGETTO

Caratteristiche geometriche

Luce di calcolo:	L	=	7300	[mm]
Basi della sezione:	b	=	240	[mm]
Altezza della sezione:	h	=	600	[mm]
Area sezione:	A	=	144000	[mm ²]
Modulo di resistenza:	W _y	=	1,440E+07	[mm ³]
	W _x	=	5,760E+06	[mm ³]
Momento d'inerzia:	I _y	=	4,320E+09	[mm ⁴]
	I _x	=	6,912E+08	[mm ⁴]

Peso Proprio

1) Peso proprio trave di colmo:		=	6,31	[kN]
---------------------------------	--	---	------	------

Carichi

1) Peso tavolato per mq:		=	0,11	[kN/m ²]
2) Peso (tarza orditura + tavolato) sull'arcareccio:		=	1,05	[kN]
3) Peso (Arcareccio+tarz. Ord.+tavolato) su trave inclinata princ.		=	3,97	[kN]
4) Peso (trav. Incl. + arcac. + tarz. Ord. + tavolato) su trave di colmo		=	12,80	[kN]

Peso proprio del pacchetto strutturale:	G ₀₁	=	2,62	[kN/m]
---	-----------------	---	------	--------

1) Manto di copertura con coppi e sottocoppi		=	0,40	[kN/m ²]
2) Controlletta ondulata		=	0,10	[kN/m ²]
Carichi non strutturali e portati:	G ₀₂	=	0,50	[kN/m ²]

Carico variabile:	Q ₀	=	1,20	[kN/m ²]
-------------------	----------------	---	------	----------------------

Caratteristiche del materiale

Materiale:	Legno massiccio	▼
Classe di resistenza (Gruppo EN338 / EN 11035):	Larice/N S2	▼
Classe di servizio:	Classe di servizio 2	▼

- Classe di servizio 2: è caratterizzata da umidità dei materiali in equilibrio con ambiente a una temperatura di 20°C e un'umidità relativa dell'aria circostante che superi l'85% solo per poche settimane all'anno. Possono appartenere a tale classe gli elementi lignei posti all'esterno degli edifici ma protetti, almeno parzialmente, dalle intemperie e dall'inquinamento atmosferico.

Coefficiente parziale per il materiale:	k	=	1,50	[-]
Coefficiente di deformazione:	k _{def}	=	0,80	[-]

Combinazione I - perm. + acc.	Breve durata (meno di 1 settimana) - Neve	▼
k _{mod,I}	=	0,80
Combinazione III - perm.	Permanente (più di 10 anni) - Peso proprio	▼
k _{mod,III}	=	0,80

Valori caratteristici			Valori di progetto		
			k _{mod,I} 0,80	k _{mod,III} 0,80	
f _{t,k}	[MPa]	32,00	f _{t,d}	[MPa]	Flessione
f _{c,k}	[MPa]	19,00	f _{c,d}	[MPa]	Trazione parallela alle fibre
f _{v,k}	[MPa]	0,60	f _{v,d}	[MPa]	Trazione ortogonale alle fibre
f _{0,k}	[MPa]	24,00	f _{0,d}	[MPa]	Compres. parallela alle fibre
f _{0,90,k}	[MPa]	4,00	f _{0,90,d}	[MPa]	Compres. ortogonale alle fibre
E _{0,9}	[MPa]	4,00	E _{0,9}	[MPa]	Taglio

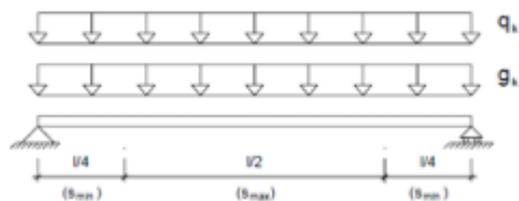
Proprietà

Modulo elastico parallelo medio	$E_{0,mean}$	=	<table border="1"><tr><td>12000</td></tr></table>	12000	[MPa]
12000					
Modulo elastico ortogonale medio	$E_{90,mean}$	=	<table border="1"><tr><td>400</td></tr></table>	400	[MPa]
400					
Modulo elastico parallelo caratteristico	$E_{0,k}$	=	<table border="1"><tr><td>8000</td></tr></table>	8000	[MPa]
8000					
Modulo elastico tangenziale medio	$G_{0,mean}$	=	<table border="1"><tr><td>750</td></tr></table>	750	[MPa]
750					
Massa					
Massa volumica caratteristica	k	=	<table border="1"><tr><td>6,00</td></tr></table>	6,00	[kN/m ³]
6,00					

VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Carichi permanenti	s_k	=	<table border="1"><tr><td>1,30</td></tr></table>	1,30
1,30				
Carichi permanenti non strutturali	s_{k1}	=	<table border="1"><tr><td>1,50</td></tr></table>	1,50
1,50				
Carichi variabili	q_k	=	<table border="1"><tr><td>1,50</td></tr></table>	1,50
1,50				

Combinazione di carico	carico F_k [kN/m]	M_k [kNm]	V_k [kN]	σ [MPa]	f_{ed} [MPa]	σ [MPa]	f_{ed} [MPa]	NOTE
I perm+acc.	19,80	130,53	71,52	0,86	19,20	0,75	2,40	Verificato
II perm.	8,17	54,39	29,80	3,75	12,80	0,31	1,60	Verificato



VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO

Si devono effettuare verifiche di deformazione istantanea e differita, nell'ipotesi di controflexione nulla.

Limite freccia istantanea :	L/300	▼	$U_{2,ist,lim}$	=	<table border="1"><tr><td>24,33</td></tr></table>	24,33	[mm]
24,33							
Limite freccia differita :	L/200	▼	$U_{2,dif,lim}$	=	<table border="1"><tr><td>36,50</td></tr></table>	36,50	[mm]
36,50							
Coefficiente riduttivo k_{def}			ψ	=	<table border="1"><tr><td>0,20</td></tr></table>	0,20	[-]
0,20							
Coefficiente				=	<table border="1"><tr><td>1,20</td></tr></table>	1,20	[-]
1,20							

Freccia istantanea (carichi permanenti) :	$U_{1,ist}$	=	<table border="1"><tr><td>15,59</td></tr></table>	15,59	[mm]
15,59					
Freccia istantanea (carichi variabili) :	$U_{2,ist}$	=	<table border="1"><tr><td>6,00</td></tr></table>	6,00	[mm]
6,00					
Freccia netta finale :	$U_{net,fin}$	=	<table border="1"><tr><td>35,02</td></tr></table>	35,02	[mm]
35,02					

$U_{1,ist}$	=	15,59	[mm]	<	$U_{2,ist,lim}$	=	24,33	[mm]	Verificato
$U_{net,fin}$	=	35,02	[mm]	<	$U_{2,dif,lim}$	=	36,50	[mm]	Verificato

$$U_{1,ist} = \frac{5}{384} \frac{q_k \cdot L^4}{E_{0,mean} \cdot J} + \psi \frac{q_k \cdot L^2}{8G_{mean} \cdot A}$$

$$U_{2,ist} = \frac{5}{384} \frac{q_k \cdot L^4}{E_{0,mean} \cdot J} + \psi \frac{q_k \cdot L^2}{8G_{mean} \cdot A}$$

$$U_{net,fin} = U_{1,ist} \cdot 1 + k_{def} \cdot \psi + U_{2,ist} \cdot 1 + \psi_2 \cdot k_{def}$$

Titolo:

VERIFICA LISTELLO TERZA ORDITURA

DATI DI PROGETTO

Caratteristiche geometriche

Luce di calcolo:	L	=	2000	[mm]
Interspazio tra le travi principali:	l	=	800	[mm]
Base della sezione:	b	=	60	[mm]
Altezza della sezione:	h	=	100	[mm]
Area sezione:	A	=	6000	[mm ²]
Modulo di resistenza:	W _y	=	1,000E+05	[mm ³]
	W _x	=	6,000E+04	[mm ³]
Momento d'inerzia:	I _y	=	5,000E+06	[mm ⁴]
	I _x	=	1,800E+06	[mm ⁴]

Peso Proprio

1) Peso proprio listello terza orditura:		=	0,04	[kN]
Peso proprio del pacchetto strutturale per metro di trave:	G _{0,1}	=	0,02	[kN/m]
1) Peso lavatoio per mq:		=	0,11	[kN/m ²]
1) Manto di copertura con coppi e sottocoppi		=	0,40	[kN/m ²]
2) Controlletto ondulato		=	0,10	[kN/m ²]
Carichi non strutturali e portati:	G _{0,2}	=	0,61	[kN/m ²]
Carico variabile:	Q ₀	=	1,20	[kN/m ²]

Caratteristiche del materiale

Materiale:	Legno massiccio	▼
Classe di resistenza (Gruppo EN338 / EN 11035):	Abete/C 52	▼
Classe di servizio:	Classe di servizio 2	▼

- Classe di servizio 2: è caratterizzata da umidità del materiale in equilibrio con ambiente a una temperatura di 20°C e un'umidità relativa dell'aria circostante che superi l'85% solo per poche settimane all'anno. Possono appartenere a tale classe gli elementi lignei posti all'esterno degli edifici ma protetti, almeno parzialmente, dalle intemperie e dall'inquinamento atmosferico.

Coefficiente parziale per il materiale:	k	=	1,50	[-]
Coefficiente di deformazione:	k _{def}	=	0,80	[-]

Combinazione I - perm. + acc.	Breve durata (meno di 1 settimana) - Neve	▼
k _{mod,I}	=	0,80
Combinazione II - perm.	Permanente (più di 10 anni) - Peso proprio	▼
k _{mod,II}	=	0,80

Valori caratteristici			Valori di progetto			
			k _{mod,I} 0,80	k _{mod,II} 0,80		
f _{t,c}	[MPa]	28,00	f _{t,d}	[MPa]	16,80	Flexione
f _{t,90,c}	[MPa]	17,00	f _{t,90,d}	[MPa]	10,20	Trazione parallela alle fibre
f _{t,90,c,0,2}	[MPa]	0,90	f _{t,90,d,0,2}	[MPa]	0,18	Trazione ortogonale alle fibre
f _{c,90,c}	[MPa]	22,00	f _{c,90,d}	[MPa]	13,20	Compres. parallela alle fibre
f _{c,90,c,0,2}	[MPa]	2,10	f _{c,90,d,0,2}	[MPa]	1,26	Compres. ortogonale alle fibre
E _{0,2}	[MPa]	2,90	E _{0,2}	[MPa]	1,74	Tiglio

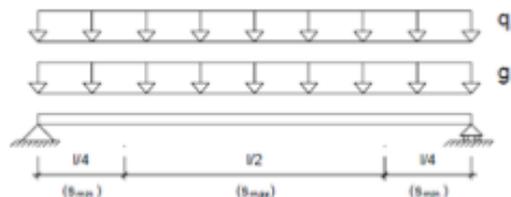
Proprietà

Modulo elastico parallelo medio	$E_{t,mean}$	=	<table border="1"><tr><td>10000</td></tr></table>	10000	[MPa]
10000					
Modulo elastico ortogonale medio	$E_{o,mean}$	=	<table border="1"><tr><td>330</td></tr></table>	330	[MPa]
330					
Modulo elastico parallelo caratteristico	$E_{t,k}$	=	<table border="1"><tr><td>6700</td></tr></table>	6700	[MPa]
6700					
Modulo elastico tangenziale medio	G_{mean}	=	<table border="1"><tr><td>630</td></tr></table>	630	[MPa]
630					
Massa					
Massa volumica caratteristica	k	=	<table border="1"><tr><td>3,05</td></tr></table>	3,05	[kN/m ³]
3,05					

VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Carichi permanenti	s_k	=	<table border="1"><tr><td>1,30</td></tr></table>	1,30
1,30				
Carichi permanenti non strutturali	s_{k1}	=	<table border="1"><tr><td>1,50</td></tr></table>	1,50
1,50				
Carichi variabili	q_k	=	<table border="1"><tr><td>1,50</td></tr></table>	1,50
1,50				

Combinazione di carico	carico F_d [kN/m]	M_d [kNm]	V_d [kN]	σ [MPa]	τ_{ed} [MPa]	σ [MPa]	τ_{ed} [MPa]	NOTE
I perm+acc.	2,19	1,05	2,19	18,85	16,80	0,85	1,74	Verificato
II perm.	0,75	0,37	0,75	3,70	11,20	0,19	1,16	Verificato



VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO

Si devono effettuare verifiche di deformazione istantanea e differita, nell'ipotesi di controflexione nulla.

Limite freccia istantanea :	$L/300$	▼	$u_{2,ist,lim}$	=	<table border="1"><tr><td>6,67</td></tr></table>	6,67	[mm]
6,67							
Limite freccia differita :	$L/200$	▼	$u_{2,dif,lim}$	=	<table border="1"><tr><td>10,00</td></tr></table>	10,00	[mm]
10,00							
Coefficiente riduttivo k_{def}			ψ	=	<table border="1"><tr><td>0,20</td></tr></table>	0,20	[-]
0,20							
Coefficiente				=	<table border="1"><tr><td>1,20</td></tr></table>	1,20	[-]
1,20							

Freccia istantanea (carichi permanenti) :	$u_{1,ist}$	=	<table border="1"><tr><td>2,16</td></tr></table>	2,16	[mm]
2,16					
Freccia istantanea (carichi variabili) :	$u_{2,ist}$	=	<table border="1"><tr><td>4,15</td></tr></table>	4,15	[mm]
4,15					
Freccia netta finale :	$u_{net,fin}$	=	<table border="1"><tr><td>6,70</td></tr></table>	6,70	[mm]
6,70					

$u_{1,ist}$	=	4,15	[mm]	<	$u_{2,ist,lim}$	=	6,67	[mm]	Verificato
$u_{net,fin}$	=	6,70	[mm]	<	$u_{2,dif,lim}$	=	10,00	[mm]	Verificato

$$u_{1,ist} = \frac{5}{384} \frac{q_k \cdot L^4}{E_{t,mean} \cdot J} + \psi \frac{q_k \cdot L^2}{8G_{mean} \cdot A}$$

$$u_{2,ist} = \frac{5}{384} \frac{q_k \cdot L^4}{E_{t,mean} \cdot J} + \psi \frac{q_k \cdot L^2}{8G_{mean} \cdot A}$$

$$u_{net,fin} = u_{1,ist} \cdot 1 + k_{def} \cdot \psi + u_{2,ist} \cdot 1 + \psi_2 \cdot k_{def}$$

Titolo:

VERIFICA TRAVI ARCARECCIO

DATI DI PROGETTO

Caratteristiche geometriche

Luce di calcolo:	L	=	4000	[mm]
Intersasse tra le travi principali:	l	=	2000	[mm]
Basi della sezione:	b	=	120	[mm]
Altezza della sezione:	h	=	220	[mm]
Area sezione:	A	=	26400	[mm ²]
Modulo di resistenza:	W _y	=	9,680E+05	[mm ³]
	W _x	=	5,280E+05	[mm ³]
Momento d'inerzia:	J _y	=	1,065E+08	[mm ⁴]
	J _x	=	3,168E+07	[mm ⁴]

Peso Proprio

1) Peso proprio trave arcareccio:			0,32	[kN]
-----------------------------------	--	--	------	------

Carichi

1) Peso tavolato per mq:			0,11	[kN/m ²]
2) Peso (barza orditura + tavolato) sull'arcareccio:			1,05	[kN]

Peso proprio del pacchetto strutturale per metro di arcareccio:	G _{k1}	=	0,34	[kN/m]
---	-----------------	---	------	--------

1) Manto di copertura con coppi e sottocoppi			0,40	[kN/m ²]
2) Controlletto ondulato			0,10	[kN/m ²]
Carichi non strutturali e parati:	G _{k2}	=	0,50	[kN/m ²]

Carico variabile:	Q _k	=	1,20	[kN/m ²]
-------------------	----------------	---	------	----------------------

Caratteristiche del materiale

Materiale:	Legno massiccio	▼
Classe di resistenza (Gruppo EN338 / EN 11035):	Abete/C 52	▼
Classe di servizio:	Classe di servizio 2	▼

- Classe di servizio 2: è caratterizzata da umidità del materiale in equilibrio con ambiente a una temperatura di 20°C e un'umidità relativa dell'aria circostante che superi l'80% solo per poche settimane all'anno. Possono appartenere a tale classe gli elementi lignei posti all'esterno degli edifici ma protetti, almeno parzialmente, dalle intemperie e dall'irraggiamento solare.

Coefficiente parziale per il materiale:	k	=	1,50	[-]
Coefficiente di deformazione:	k _{def}	=	0,80	[-]

Combinazione I - perm. + acc.	Breve durata (meno di 1 settimana) - Nive	▼
k _{mod}	=	0,80
Combinazione II - perm.	Permanente (più di 10 anni) - Peso proprio	▼
k _{mod}	=	0,80

Valori caratteristici			Valori di progetto		
			k _{mod}	k _{def}	
			0,80	0,80	
f _{tx}	[MPa]	28,00	f _{tx}	[MPa]	Flessione
f _{ty}	[MPa]	17,00	f _{ty}	[MPa]	Trazione parallela alle fibre
f _{txy}	[MPa]	0,30	f _{txy}	[MPa]	Trazione ortogonale alle fibre
f _{cyx}	[MPa]	22,00	f _{cyx}	[MPa]	Compress. parallela alle fibre
f _{comx}	[MPa]	2,10	f _{comx}	[MPa]	Compress. ortogonale alle fibre
E _x	[MPa]	2,90	E _x	[MPa]	Taglio

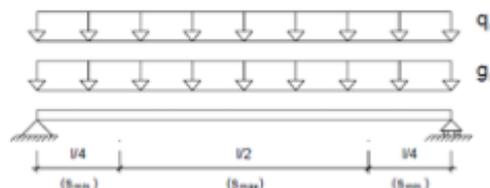
Proprietà

Modulo elastico parallelo medio	$E_{p,med}$	=	10000	[MPa]
Modulo elastico ortogonale medio	$E_{o,med}$	=	330	[MPa]
Modulo elastico parallelo caratteristico	$E_{p,ch}$	=	6700	[MPa]
Modulo elastico tangenziale medio	G_{med}	=	630	[MPa]
Massa				
Massa volumica caratteristica	k	=	3,05	[kN/m ³]

VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Carichi permanenti	s_1	=	1,30
Carichi permanenti non strutturali	s_2	=	1,50
Carichi variabili	q	=	1,50

Combinazione di carico	carico F_d [kN/m]	N_d [kN/m]	V_d [kN]	e [MPa]	f_{ed} [MPa]	σ [MPa]	f_{td} [MPa]	NOTE
I perm+acc.	5,55	11,09	11,09	11,48	16,80	0,65	1,74	Verificato
II perm.	1,95	3,89	3,89	4,82	11,20	0,22	1,16	Verificato



VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI SERVEZIO

Si devono effettuare verifiche di deformazione istantanea e differita, nell'ipotesi di controflessa nulla.

Limite freccia istantanea :	L/300	▼	$U_{2,ist,lim}$	=	13,33	[mm]
Limite freccia differita :	L/200	▼	$U_{2,dif,lim}$	=	20,00	[mm]
Coefficiente riduttivo k_{def}			ψ	=	0,20	[-]
Coefficiente				=	1,20	[-]

Freccia istantanea (carichi permanenti) :	$U_{1,ist}$	=	5,52	[mm]
Freccia istantanea (carichi variabili) :	$U_{2,ist}$	=	7,86	[mm]
Freccia netta finale :	$U_{net,fin}$	=	19,06	[mm]

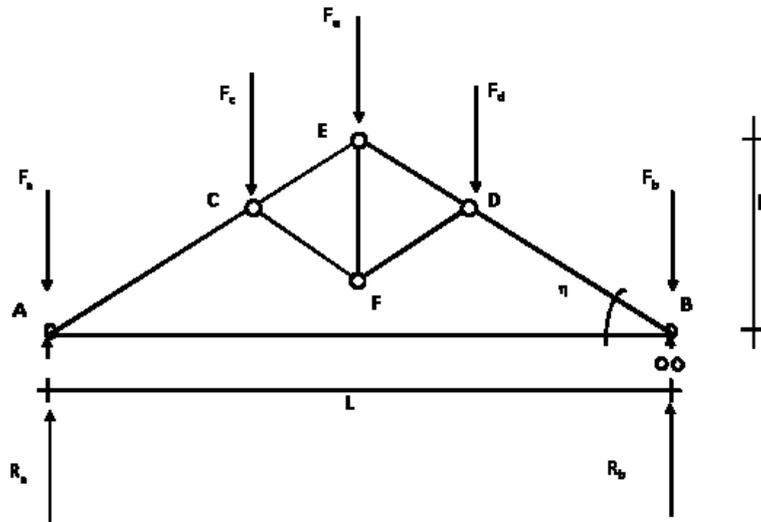
$U_{1,ist}$	=	7,86	[mm]	<	$U_{2,ist,lim}$	=	13,33	[mm]	Verificato
$U_{net,fin}$	=	19,06	[mm]	<	$U_{2,dif,lim}$	=	20,00	[mm]	Verificato

$$U_{1,ist} = \frac{5}{384} \frac{q_k \cdot L^4}{E_{0,mean} \cdot J} + \psi \frac{q_k \cdot L^2}{8G_{mean} \cdot A}$$

$$U_{2,ist} = \frac{5}{384} \frac{q_k \cdot L^4}{E_{0,mean} \cdot J} + \psi \frac{q_k \cdot L^2}{8G_{mean} \cdot A}$$

$$U_{net,fin} = U_{1,ist} \cdot 1 + k_{def} \cdot \psi + U_{2,ist} \cdot 1 + \psi \cdot k_{def}$$

CALCOLO CAPRIATA IN LEGNO
ZONA COPERTURA CHIESA



DATI:

L_{Capriata}	=	14,00	m
h_{Capriata}	=	3,00	m
L_{CF}	=	2,24	m
$(\alpha)_{\text{nod}}$	=	28	0,480832
P (%)	=	41,12	
$L_{\text{AC-CE}}$	=	5,30	
$L_{\text{CE-DE}}$	=	2,85	
$L_{\text{CF-DF}}$	=	2,85	
I_{Capriata}	=	4,00	m
$I_{\text{Arcostrut}}$	=	2,00	m
I_{Percorsi}	=	0,80	m

sezioni travi copriate:

1) puntoni (AC-CE-ED-DB)		
b (cm)	=	18
h (cm)	=	30
2) catene (AB)		
b (cm)	=	24
h (cm)	=	80
3) sarti (CF-DF)		
b (cm)	=	18
h (cm)	=	24
4) monaco (EF)		
b (cm)	=	18
h (cm)	=	30

Analisi dei carichi:

1) Peso tavolato (spesse 3 cm) per mq:	0,11	[kN/m ²]
2) Peso tegole ardite per mq:	0,05	[kN/m ²]
3) Peso arnese per mq:	0,18	[kN/m ²]

Carichi sui nodi:

F_a (kN) = F_b (kN) =	23,09	kN
F_c (kN) = F_d (kN) =	34,64	kN
F_e (kN) =	23,09	kN

CALCOLO DELLE REAZIONI ESTERNE E DEGLI SFORZI INTERNI

reazioni:		
R_a (kN) = R_b (kN) =	FK_2 =	69,37
sforzi ai nodi A - B:		
N_{a1} (kN) =	$(R_a - F_a) \cdot \sin \alpha$ =	100,28
N_{a2} (kN) =	$N_{a1} \cdot \cos \alpha$ =	69,04
sforzi ai nodi C - D:		
N_{c1} (kN) =	$F_c / 2 \cdot \sin \alpha$ =	40,86
N_{c2} (kN) =	$N_{c1} \cdot \cos \alpha$ =	69,30
sforzi al nodo E:		
N_{e1} (kN) =	$2N_{c1} \cdot \sin \alpha$ =	34,64
		catene - (tensione)

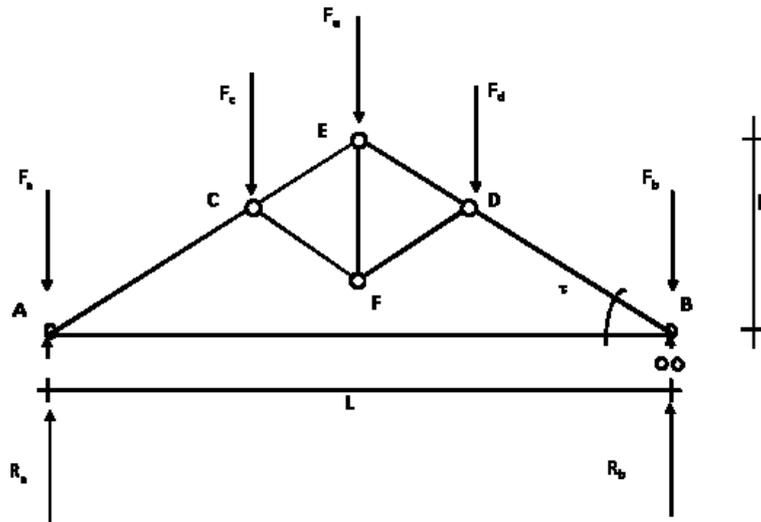
CARATTERISTICHE DEL LEGNO				
Coefficiente di sicurezza per il materiale	m	1,30		
Lunghezza elemento			m	
		14000/12	▼	Calcolo
Flessione	f_{mk}	32,00	24,42	[MPa]
Trazione parallela alla fibra	$f_{0,t}$	19,00	14,42	[MPa]
Trazione perpendicolare alla fibra	$f_{0,t\perp}$	0,40	0,46	[MPa]
Compressione parallela alla fibra	$f_{0,c}$	24,00	18,46	[MPa]
Compressione perpendicolare alla fibra	$f_{0,c\perp}$	4,00	3,08	[MPa]
Taglio	f_v	4,00	3,08	[MPa]
Modulo medio parallelo alla fibratura	$E_{0,mean}$	12000,00		[MPa]
Modulo parallelo alla fibratura	$E_{0,mean}$	400,00		[MPa]
Modulo medio perpendicolare alla fibratura	$E_{0,mean}$	760,00		[MPa]
Modulo di taglio medio	$E_{0,25}$	6000,00		[MPa]
Caratteristica di sialotrazione	cvs	1,00		

CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE RETTANGOLARE E DERIVATA					
Geometria della sezione		Purpurea	Galena	Manica	Sartia
Base della sezione	b [mm]	160	240	160	160
Altezza della sezione	h [mm]	300	500	300	240
Lunghezza libera d'inflessione	L_0 [mm]	6300	14400	2280	2640
Distanza tra i ribagni torsionali	L_T [mm]	4000	4000	4000	4000
Area della sezione	A [mm ²]	48000	120000	48000	38400
Momento d'inerzia y - y	I_y [mm ⁴]	36000000	250000000	36000000	184320000
Momento d'inerzia z - z	I_z [mm ⁴]	102400000	576000000	102400000	81820000
Modulo di resistenza y - y	W_y [mm ³]	2400000	10000000	2400000	1680000
Modulo di resistenza z - z	W_z [mm ³]	1280000	4900000	1280000	1024000
Raggio d'inerzia y	I_y [mm]	66,60	144,24	66,60	66,28
Raggio d'inerzia z	I_z [mm]	46,19	69,28	46,19	46,19
Spessore dell'elemento	t [mm]	81,20	69,77	26,85	38,22
	t [mm]	114,76	207,85	46,46	67,33
Tensioni critiche euleriane	$\sigma_{crit,y}$ [MPa]	21,08	7,83	118,20	84,05
	$\sigma_{crit,z}$ [MPa]	6,00	1,83	33,82	24,02
Spessore relativo dell'elemento	$l_{rel,y}$ [-]	1,07	1,74	0,46	0,87
	$l_{rel,z}$ [-]	2,00	3,62	0,84	1,00
Coefficienti di stabilità	k_y [-]	0,20	1,20	2,20	3,20
	k_z [-]	1,1499	2,8763	0,7872	1,3083
	$k_{y,z}$ [-]	2,8712	9,0598	1,4983	2,1189
	$k_{y,z}$ [-]	0,8384	0,1836	0,7204	0,4108
	$k_{y,z}$ [-]	0,2262	0,0576	0,8794	0,2608
Tensioni limite di calcolo	$k_{y,z} \cdot f_{0,c,Ed}$ [KN/cm ²]	1,18	0,36	1,33	0,74
	$k_{y,z} \cdot f_{0,t,Ed}$ [KN/cm ²]	0,42	0,11	0,70	0,44

VERIFICA A TRAZIONE COMPRESIONE		SILV	SOLICIT.
Unione compressa			
Massima forza di compressione	$N_{c,Ed}$	109,28 [kN]	109,28
Tensione massima di compressione	$\sigma_{c,Ed} = N_{c,Ed}/A$	0,23 KN/cm ²	
Caso di lavoro in compressione	$\sigma_{c,Ed}/f_{0,c,Ed}$	0,65 [-]	§1
Unione Tesa			
Massima forza di trazione	$N_{t,Ed}$	99,04 [kN]	99,04
Tensione massima di trazione	$\sigma_{t,Ed} = N_{t,Ed}/A$	0,08 KN/cm ²	
Caso di lavoro in trazione	$\sigma_{t,Ed}/f_{0,t,Ed}$	0,01 [-]	§1
Manica Tesa			
Massima forza di trazione	$N_{t,Ed}$	34,64 [kN]	34,64
Tensione massima di trazione	$\sigma_{t,Ed} = N_{t,Ed}/A$	0,07 KN/cm ²	
Caso di lavoro in trazione	$\sigma_{t,Ed}/f_{0,t,Ed}$	0,00 [-]	§1
Sartia Compressione			
Massima forza di compressione	$N_{c,Ed}$	40,98 [kN]	40,98
Tensione massima di compressione	$\sigma_{c,Ed} = N_{c,Ed}/A$	0,11 KN/cm ²	
Caso di lavoro in compressione	$\sigma_{c,Ed}/f_{0,c,Ed}$	0,23 [-]	§1

CALCOLO CAPRIATA IN LEGNO

ZONA RETRO CHIESA SAN PIETRO MARTIRE



DATI:

L_{capriata}	=	10,20	m
h_{capriata}	=	2,18	m
L_{CF}	=	1,80	m
$(\tau)_{\text{nod}}$	=	28	0,490832
p (%)	=	41,12	
$L_{\text{AC-CE}}$	=	3,79	
$L_{\text{CE-DE}}$	=	1,89	
$L_{\text{CF-DF}}$	=	1,89	
I_{capriata}	=	4,00	m
$I_{\text{Arcostrut}}$	=	2,00	m
I_{Percorsi}	=	0,80	m

sezioni travi copriate:

1) puntoni (AC-CE-ED-DB)	
b (cm)	= 14
h (cm)	= 28
2) catene (AB)	
b (cm)	= 24
h (cm)	= 38
3) sarti (CF-DF)	
b (cm)	= 14
h (cm)	= 22
4) monaco (EF)	
b (cm)	= 14
h (cm)	= 28

Analisi dei carichi:

1) Peso tavolato (spesse 3 cm) per mq:	0,11	[kN/m ²]
2) Peso tegole ardite per mq:	0,05	[kN/m ²]
3) Peso arnesele per mq:	0,18	[kN/m ²]

Carichi sui nodi:

F_a (kN) = F_b (kN) =	23,09	kN
F_c (kN) = F_d (kN) =	34,64	kN
F_e (kN) =	23,09	kN

CALCOLO DELLE REAZIONI ESTERNE E DEGLI SFORZI INTERNI

reazioni:

R_a (kN) = R_b (kN) = FK_2 = 23,07

sforzi ai nodi A - B:

N_{AB} (kN) = $(R_a - F_a) \cdot \cos \alpha$ = 100,28 [puntone - (compressione)]

N_{AB} (kN) = $N_{AB} \cdot \sin \alpha$ = 69,04 [catena - (trazione)]

sforzi ai nodi C - D:

N_{CD} (kN) = $F_c / 2 \cdot \sin \alpha$ = 40,88 [sarto - (compressione)]

N_{CD} (kN) = $N_{CD} \cdot \cos \alpha$ = 69,30 [puntone - (compressione)]

sforzi al nodo E:

N_{FE} (kN) = $2N_{CD} \cdot \sin \alpha$ = 34,64 [catena - (trazione)]

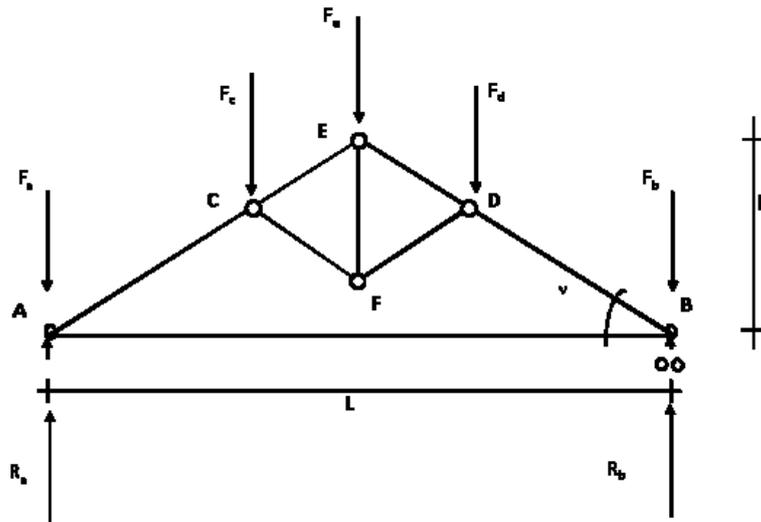
CARATTERISTICHE DEL LEGNO			
Coefficiente di sicurezza per il materiale	m	1,30	
Lunghezza elemento			m
		Carica/N S2	Calcolo
Flessione	f_{mk}	32,00	24,62 [MPa]
Trazione parallela alla fibra	$f_{t,0,k}$	19,00	14,62 [MPa]
Trazione perpendicolare alla fibra	$f_{t,90,k}$	0,60	0,46 [MPa]
Compressione parallela alla fibra	$f_{c,0,k}$	24,00	18,46 [MPa]
Compressione perpendicolare alla fibra	$f_{c,90,k}$	4,00	3,08 [MPa]
Taglio	f_v	4,00	3,08 [MPa]
Modulo medio parallelo alla fibratura	$E_{0,mean}$	12000,00	[MPa]
Modulo perpendicolare alla fibratura	$E_{90,mean}$	400,00	[MPa]
Modulo medio perpendicolare alla fibratura	$E_{0,90,mean}$	780,00	[MPa]
Modulo di taglio medio	$E_{0,05}$	8000,00	[MPa]
Caratteristiche di salicobeziana	c/s	1,00	

CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE RETTANGOLARE E DELL'AVVIA					
Geometria della sezione		Puntone	Carona	Manico	Spina
Base della sezione	b [mm]	160	240	140	140
Altezza della sezione	h [mm]	260	360	240	220
Lunghezza libera d'inflessione	L_0 [mm]	5662	10300	1601	1894
Distanza tra i ribegni torsionali	L_T [mm]	4000	4000	4000	4000
Area della sezione	A [mm ²]	41600	86400	36400	30800
Momento d'inerzia y - y	I_y [mm ⁴]	284346666,7	638120000	208083333,3	124226666,7
Momento d'inerzia z - z	I_z [mm ⁴]	88746666,67	414720000	66483333,33	60806666,67
Modulo di resistenza y - y	W_y [mm ³]	1802666,667	6184000	1577333,333	1129333,333
Modulo di resistenza z - z	W_z [mm ³]	1108333,333	3456000	84333,3333	718666,6667
Raggio d'inerzia y	I_y [mm]	75,06	109,62	75,05	63,61
Raggio d'inerzia z	I_z [mm]	46,19	69,28	40,41	40,41
Snalzezza dell'elemento	y_c [mm]	75,71	99,11	21,33	29,82
	y_t [mm]	129,03	149,87	39,61	49,87
Tensioni critiche euleriane	$s_{crit,y}$ [MPa]	13,78	9,04	173,63	98,76
	$s_{crit,z}$ [MPa]	6,22	3,87	80,31	35,66
Snalzezza relativa dell'elemento	$\lambda_{rel,y}$ [-]	1,32	1,73	0,37	0,52
	$\lambda_{rel,z}$ [-]	2,14	2,89	0,69	0,82
Coefficienti di stabilità	k_y [-]	0,20	1,20	2,20	3,20
	k_z [-]	1,4731	2,8497	0,8462	0,9872
	$k_{y,z}$ [-]	2,0849	5,2348	1,1682	1,8812
	k_{xy} [-]	0,4701	0,1668	0,8480	0,5476
	k_{xz} [-]	0,1876	0,1022	0,4738	0,3218

Tensioni limite di calcolo	$k_{xy} f_{t,0,d}$ [KN/cm ²]	0,87	0,36	1,67	1,01
	$k_{xz} f_{t,0,d}$ [KN/cm ²]	0,36	0,19	0,87	0,59

VERIFICA A TRAZIONE COMPRESSIONE		SLU	SOLLICIT.
Puntone compresso			
Massima forza di compressione	$N_{c,d}$	109,28 [kN]	109,28
Tensione massima di compressione	$\sigma_{c,d} = N_{c,d}/A$	0,26 KN/cm ²	
Tasso di lavoro in compressione	$\sigma_{c,d}/f_{c,0,d}$	0,72 [-]	§1
Carona (sup)			
Massima forza di trazione	$N_{t,d}$	99,04 [kN]	99,04
Tensione massima di trazione	$\sigma_{t,d} = N_{t,d}/A$	0,11 KN/cm ²	
Tasso di lavoro in trazione	$\sigma_{t,d}/f_{t,0,d}$	0,01 [-]	§1
Manico (sup)			
Massima forza di trazione	$N_{t,d}$	34,64 [kN]	34,64
Tensione massima di trazione	$\sigma_{t,d} = N_{t,d}/A$	0,10 KN/cm ²	
Tasso di lavoro in trazione	$\sigma_{t,d}/f_{t,0,d}$	0,01 [-]	§1
Spina Compressa			
Massima forza di compressione	$N_{c,d}$	40,98 [kN]	40,98
Tensione massima di compressione	$\sigma_{c,d} = N_{c,d}/A$	0,13 KN/cm ²	
Tasso di lavoro in compressione	$\sigma_{c,d}/f_{c,0,d}$	0,22 [-]	§1

CALCOLO CAPRIATA IN LEGNO
ZONA VIA DANTE ALIGHIERI



DATI:

L_{Capriata}	=	14,00	m
h_{Capriata}	=	3,00	m
L_{CF}	=	2,24	m
$(\gamma)_{\text{nod}}$	=	28	0,490832
p (%)	=	41,12	
$L_{\text{AC-BC}}$	=	5,30	
$L_{\text{CE-DE}}$	=	2,85	
$L_{\text{CF-DF}}$	=	2,85	
I_{Capriata}	=	4,00	
$I_{\text{Arcostrada}}$	=	2,00	
$I_{\text{Pavimento}}$	=	0,80	

sezioni travi copriate:

1) puntoni (AC-CE-ED-DB)			
b (cm)	=	14	
h (cm)	=	30	
2) catene (AB)			
b (cm)	=	80	Valore str.
h (cm)	=	80	Valore str.
3) sarti (CF-DF)			
b (cm)	=	14	
h (cm)	=	24	
4) monaco (EF)			
b (cm)	=	14	
h (cm)	=	28	

Analisi dei carichi:

1) Peso tavolato (spess. 3 cm) per mq:	0,11	[kN/m ²]
2) Peso tazza orditura per mq:	0,05	[kN/m ²]
2) Peso arcatacello per mq:	0,18	[kN/m ²]

Carichi sui nodi:

F_a (kN) = F_b (kN) =	23,09	kN
F_c (kN) = F_d (kN) =	34,84	kN
F_e (kN) =	23,09	kN

CALCOLO DELLE REAZIONI ESTERNE E DEGLI SFORZI INTERNI

reazioni:			
R_a (kN) = R_b (kN) =	FK_2 =	69,27	
sforzi ai nodi A - B:			
N_{AB} (kN) =	$(R_a - F_a) \cdot \tan \alpha$ =	100,28	puntone - (compressione)
M_{AB} (kN) =	$N_{AB} \cdot \cos \alpha$ =	69,04	catena - (trazione)
sforzi ai nodi C - D:			
N_{CD} (kN) =	$F_c / 2 \cdot \tan \alpha$ =	40,88	sarto - (compressione)
M_{CD} (kN) =	$N_{CD} \cdot \cos \alpha$ =	69,35	puntone - (compressione)
sforzi al nodo E:			
N_{EF} (kN) =	$2N_{CD} \cdot \tan \alpha$ =	34,84	catena - (trazione)

CARATTERISTICHE DEL LEGNO

Coefficiente di sicurezza per il materiale	m	1,30	
Lunghezza elemento			m
		Carico/N S2	Calcolo
Flessione	f_{mk}	32,00	24,42 [MPa]
Trazione parallela alla fibra	f_{tk}	19,00	14,42 [MPa]
Trazione perpendicolare alla fibra	f_{t90k}	0,60	0,46 [MPa]
Compressione parallela alla fibra	f_{ck}	24,00	18,46 [MPa]
Compressione perpendicolare alla fibra	f_{c90k}	4,00	3,08 [MPa]
Taglio	f_vk	4,00	3,08 [MPa]
Modulo medio parallelo alla fibratura	E_{0mean}	12000,00	[MPa]
Modulo parallelo alla fibratura	E_{0mean}	400,00	[MPa]
Modulo medio perpendicolare alla fibratura	E_{090}	780,00	[MPa]
Modulo di taglio medio	E_{025}	8000,00	[MPa]
Caratteristiche di selvicoltazione	c/s	1,00	

34

CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE RETTANGOLARE E DELL'ASTA

Geometria della sezione		Puntone	Carina	Manico	Scarica
Base della sezione	b [mm]	160	160	160	160
Altezza della sezione	h [mm]	300	500	300	300
Lunghezza fibra d'inflessione	L_0 [mm]	5300	14400	2298	2648
Distanza tra i ribagni torsionali	L_{1T} [mm]	4000	4000	4000	4000
Area della sezione	A [mm ²]	48000	80000	48000	48000
Momento d'inerzia y - y	I_y [mm ⁴]	36000000	166666667	36000000	36000000
Momento d'inerzia z - z	I_z [mm ⁴]	182400000	170666666,7	182400000	182400000
Modulo di resistenza y - y	W_y [mm ³]	240000	666666,667	240000	240000
Modulo di resistenza z - z	W_z [mm ³]	128000	213333,333	128000	128000
Raggio d'inerzia y	I_y [mm]	66,60	144,24	66,60	66,60
Raggio d'inerzia z	I_z [mm]	48,19	48,19	48,19	48,19
Snellezza dell'elemento	λ_y [-]	81,28	98,77	25,85	30,88
	λ_z [-]	114,78	311,77	48,48	87,33
Tensioni critiche euleriane	$s_{crit,y}$ [MPa]	21,08	7,83	118,20	84,45
	$s_{crit,z}$ [MPa]	8,00	0,81	33,82	24,02
Snellezza relativa dell'elemento	$\lambda_{rel,y}$ [-]	1,07	1,74	0,48	0,83
	$\lambda_{rel,z}$ [-]	2,00	8,44	0,94	1,00
Coefficienti di stabilità	k_y [-]	0,20	1,20	2,20	3,20
	k_z [-]	1,1489	2,8783	0,7872	1,0181
	$k_{rel,y}$ [-]	2,8712	18,3840	1,4883	2,1189
	$k_{rel,z}$ [-]	0,8384	0,1886	0,7204	0,8322
	k_{02} [-]	0,2282	0,8278	0,3784	0,2608

Tensioni limite di calcolo	$k_{cr,y} \cdot f_{c,0,90}$ [KN/cm ²]	1,18	0,36	1,33	0,98
	$k_{cr,z} \cdot f_{c,0,90}$ [KN/cm ²]	0,42	0,05	0,70	0,44

VERIFICA A TRAZIONE/COMPRESIONE		SLU	SOLICIT.
Funzione compressa			
Massima forza di compressione	$N_{c,Ed}$	109,28 [kN]	109,28
Tensione massima di compressione	$\sigma_{c,Ed} = N_{c,Ed}/A$	0,23 KN/cm ²	
Tasso di lavoro in compressione	$\sigma_{c,Ed}/f_{c,0,90}$	0,65 [-]	31
Scarica			
Massima forza di trazione	$N_{t,3d}$	99,04 [kN]	99,04
Tensione massima di trazione	$\sigma_{t,3d} = N_{t,3d}/A$	0,12 KN/cm ²	
Tasso di lavoro in trazione	$\sigma_{t,3d}/f_{t,0,90}$	0,01 [-]	31
Manico			
Massima forza di trazione	$N_{t,3d}$	34,64 [kN]	34,64
Tensione massima di trazione	$\sigma_{t,3d} = N_{t,3d}/A$	0,07 KN/cm ²	
Tasso di lavoro in trazione	$\sigma_{t,3d}/f_{t,0,90}$	0,08 [-]	31
Scelta Compressa			
Massima forza di compressione	$N_{c,Ed}$	40,08 [kN]	40,08
Tensione massima di compressione	$\sigma_{c,Ed} = N_{c,Ed}/A$	0,08 KN/cm ²	
Tasso di lavoro in compressione	$\sigma_{c,Ed}/f_{c,0,90}$	0,18 [-]	31