

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^*	0.276	[-]	Periodo intzo tratto $v = \text{cost}$
C_2	0.05	[-]	
T_1	0.26	[s]	Primo periodo di vibrazione della struttura - $C_2 \cdot H^{3/4}$
T_d/T_1	0	[-]	
S_2	1.8	[-]	Coefficiente Amplificazione Stratigrafica
S_T	1	[-]	Coefficiente Amplificazione Topografica
g	9.81	[m/s ²]	
S	1.8	[-]	$S_2 \cdot S_T$
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]	Resistenza di progetto a compressione Muratura
γ_m	2		

Caratteristiche Geometriche

b_{ms}	[m]	Spessore paramento
h_{ms}	[m]	Lunghezza paramento
h_{par}	[m]	Altezza paramento
z_{par}	[m]	Baricentro del paramento
H_{ms}	[m]	Altezza dell'edificio
W_s	[daN]	Peso del paramento

	b_{ms}	h_{ms}	h_{par}	z_{par}	H_{ms}	W_s
Piano Terra	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[daN]
MURO 1	1.80	0.70	8.50	1.75	9.80	7938
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	8189
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

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

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

	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	1318	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 § 3.2.2

P	[daN]	Peso verticale agente sul paramento
σ_0	[daN/m ²]	Tensione normale media riferita all'area della sezione - (P/I - 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	4,585
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	845	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	2,888	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 ricambio delle malte e dei giunti

f_k 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	4858	8.10%
MURO 2	1368	16352	17471	6.84%
MURO 3	19475	19485	19966	3.72%
MURO 4	7981	320	321	0.30%
MURO 5	842	624	853	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 MUR01 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
	Larghezza 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 [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_2 [mm ²]	484,0
	$\sqrt{A_0/A_2} \geq 2$	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]	2400,00
	Resistenza media a compressione della muratura f_m [N/mm ²]	320,00
	Resistenza media a taglio della muratura f_{td} [N/mm ²]	74,00
	Tensione di calcolo a compressione della muratura f_{cm} [N/mm ²]	222,22
	Resistenza di calcolo a taglio della muratura f_{tdm} [N/mm ²]	82,78
TIRO DELLA CATENA	Resistenza dei tiranti allo smarrimento T_1 [kN]	1837,8
	Resistenza al punzonamento della muratura nella zona di ancoraggio T_2 [kN]	858,0
	Resistenza alla pressione di contatto sulla muratura T_3 [kN]	67,8
	Massimo tiro esplicabile dalla catena T [kN]	87,8
AZIONI STRUTTURA	Azione della copertura [kN]	7,0

DETERMINAZIONE DEL TIRO DELLA CATENA MUR02 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
	Larghezza 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 [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_2 [mm ²]	484,0
	$\sqrt{A_0/A_2} \geq 2$	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]	2400,00
	Resistenza media a compressione della muratura f_m [N/mm ²]	320,00
	Resistenza media a taglio della muratura f_{td} [N/mm ²]	74,00
	Tensione di calcolo a compressione della muratura f_{cm} [N/mm ²]	222,22
	Resistenza di calcolo a taglio della muratura f_{tdm} [N/mm ²]	82,78
TIRO DELLA CATENA	Resistenza dei tiranti allo smarrimento T_1 [kN]	1837,8
	Resistenza al punzonamento della muratura nella zona di ancoraggio T_2 [kN]	858,2
	Resistenza alla pressione di contatto sulla muratura T_3 [kN]	67,8
	Massimo tiro esplicabile dalla catena T [kN]	87,8
AZIONI STRUTTURA	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_t [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 [°]	38,0
	Area della zona di contatto della muratura con la piastra di ancoraggio del tirante A_c [mm ²]	400,0
	Distanza del bordo della piastra dal più prossimo lato libero della parete su cui è ancorata	1,0
	Area di ripartizione delle azioni di compressione A_p [mm ²]	484,0
	$\eta(A_c/A_p) \geq 2$	1,1
	Percentuale del contributo del taglio sulla forza laterale per il calcolo di T_x [%]	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 $f_{t,ed}$ [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_v [N/mm ²]	74,00
	Tensione di calcolo a compressione della muratura $f_{m,ed}$ [N/mm ²]	277,22
	Resistenza di calcolo a taglio della muratura $f_{v,ed}$ [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 PRINCIPALI INCLINATA COPERTURA ZONA SUD OVEST

DATI DI PROGETTO

Caratteristiche geometriche

Luce di calcolo:	L	=	3750	[mm]
Intervento 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+09	[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 (targa orditura + tavolato) sull'arcataccia:	1,05	[kN]
3) Peso (Arcataccia+targ. Ord.+Tavolato) su trave inclinata princ.	3,97	[kN]

Peso proprio del pacchetto strutturale per metro di trave:	G _{0,1}	=	1,37	[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 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):	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 II - perm.	Permanente (più di 10 anni) - Peso proprio	▼
$k_{mod,II}$	=	0,80

Valori caratteristici	Valori di progetto	k _{mod,I}	k _{mod,II}	
		0,80	0,80	
f _{td,k} [MPa]	f _{td} [MPa]	19,20	12,80	Flessione
f _{td,k} [MPa]	f _{td} [MPa]	11,40	7,60	Trazione parallela alle fibre
f _{td,k} [MPa]	f _{td} [MPa]	0,36	0,24	Trazione ortogonale alle fibre
f _{cd,k} [MPa]	f _{cd} [MPa]	14,40	9,60	Compressione parallela alle fibre
f _{cd,k} [MPa]	f _{cd} [MPa]	2,40	1,60	Compressione ortogonale alle fibre
E _k [NPa]	E _d [NPa]	2,40	1,60	Taglio

Proprietà

Modulo elastico parallelo medio	$E_{s,med}$	=	12000	[MPa]
Modulo elastico ortogonale medio	$E_{s,ort,med}$	=	400	[MPa]
Modulo elastico parallelo caratteristico	$E_{s,k}$	=	8000	[MPa]
Modulo elastico tangenziale medio	$G_{s,med}$	=	750	[MPa]

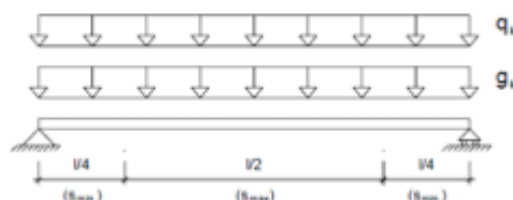
Massa

Massa volumica caratteristica	ρ_k	=	6,00	[kN/m ³]
-------------------------------	----------	---	------	----------------------

VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Carichi permanenti	s_k	=	1,30
Carichi permanenti non strutturali	$s_{k,non}$	=	1,50
Carichi variabili	q_k	=	1,50

Combinazione di carico	carico P_k [kN/m]	M_k [kNm]	V_k [kN]	σ [MPa]	τ_{ed} [MPa]	σ [MPa]	τ_{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 controflessa nulla.

Limite freccia istantanea :	$L/300$	▼	$u_{2,ist,lim}$	=	12,50	[mm]
Limite freccia differita :	$L/200$	▼	$u_{2,def,lim}$	=	18,75	[mm]
Coefficiente riduttivo k_{def}			λ	=	0,20	[-]
Coefficiente				=	1,20	[-]

Freccia istantanea (carichi permanenti) :	$u_{1,ist}$	=	4,07	[mm]
Freccia istantanea (carichi variabili) :	$u_{2,ist}$	=	2,62	[mm]
Freccia netta finale :	$u_{net,fin}$	=	10,37	[mm]

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

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

$$u_{2,ist} = \frac{5}{384} \frac{q_k \cdot L^4}{E_{0,med} \cdot J} + \lambda \frac{q_k \cdot L^2}{8 G_{med} \cdot A}$$

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

Titolo:

VERIFICA TRAVI PRINCIPALI INCLINATA COPERTURA ZONA NORD OVEST

DATI DI PROGETTO

Caratteristiche geometriche

Luce di calcolo:	L	=	6350	[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 (Arcataccia+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):	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}	=	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 _{td,k} [MPa]	f _{td,d} [MPa]	19,20	12,80	Flessione
f _{td,k} [MPa]	f _{td,d} [MPa]	11,40	7,60	Trazione parallela alle fibre
f _{td,k} [MPa]	f _{td,d} [MPa]	0,36	0,24	Trazione ortogonale alle fibre
f _{cd,k} [MPa]	f _{cd,d} [MPa]	14,40	9,60	Compressione parallela alle fibre
f _{cd,k} [MPa]	f _{cd,d} [MPa]	2,40	1,60	Compressione ortogonale alle fibre
E _k [NPa]	E _d [NPa]	2,40	1,60	Taglio

Proprietà

Modulo elastico parallelo medio	$E_{s,med}$	=	12000	[MPa]
Modulo elastico ortogonale medio	$E_{s,ort,med}$	=	400	[MPa]
Modulo elastico parallelo caratteristico	$E_{s,k}$	=	8000	[MPa]
Modulo elastico tangenziale medio	$G_{s,med}$	=	750	[MPa]

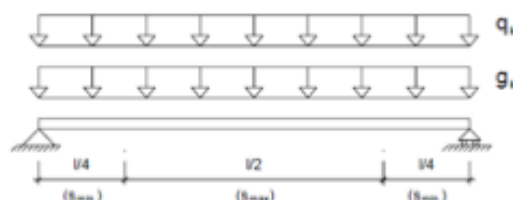
Massa

Massa volumica caratteristica	ρ_k	=	6,00	[kN/m ³]
-------------------------------	----------	---	------	----------------------

VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Carichi permanenti	s_k	=	1,30
Carichi permanenti non strutturali	$s_{k,non}$	=	1,50
Carichi variabili	q_k	=	1,50

Combinazione di carico	carico F_k [kN/m]	M_k [kNm]	V_k [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 controflessa nulla.

Limite freccia istantanea :	$L/300$	▼	$u_{2,ist,lim}$	=	21,17	[mm]
Limite freccia differita :	$L/200$	▼	$u_{2,dif,lim}$	=	31,75	[mm]
Coefficiente riduttivo k_{def}			λ	=	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]	<	$u_{2,ist,lim}$	=	21,17	[mm]	Verificato
$u_{net,fin}$	=	30,05	[mm]	<	$u_{2,dif,lim}$	=	31,75	[mm]	Verificato

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

$$u_{2,ist} = \frac{5}{384} \frac{q_k \cdot L^4}{E_{0,med} \cdot J} + \lambda \frac{q_k \cdot L^2}{8 G_{med} \cdot A}$$

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

Titolo:

VERIFICA TRAVI PRINCIPALI DI COLNO COPERTURA ZONA ROVER CYBET

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 _z	=	5,760E+06	[mm ³]
Momento d'inerzia:	I _y	=	4,320E+09	[mm ⁴]
	I _z	=	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 _{0,1}	=	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 _{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):	Larice/W 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'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) - Neve	▼
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,I}	k _{mod,II}	
		0,80	0,80	
f _{0,02} [MPa]	f _{0,02} [MPa]	19,20	12,80	Flessione
f _{0,02} [MPa]	f _{0,02} [MPa]	11,40	7,60	Trazione parallela alle fibre
f _{0,02} [MPa]	f _{0,02} [MPa]	0,36	0,24	Trazione ortogonale alle fibre
f _{0,02} [MPa]	f _{0,02} [MPa]	14,40	9,60	Compres. parallela alle fibre
f _{0,02} [MPa]	f _{0,02} [MPa]	2,40	1,60	Compres. ortogonale alle fibre
E _{0,02} [MPa]	E _{0,02} [MPa]	2,40	1,60	Taglio

Proprietà

Modulo elastico parallelo medio	$E_{s,med}$	=	12000	[MPa]
Modulo elastico ortogonale medio	$E_{s,ort,med}$	=	400	[MPa]
Modulo elastico parallelo caratteristico	$E_{s,k}$	=	8000	[MPa]
Modulo elastico tangenziale medio	$G_{s,med}$	=	750	[MPa]

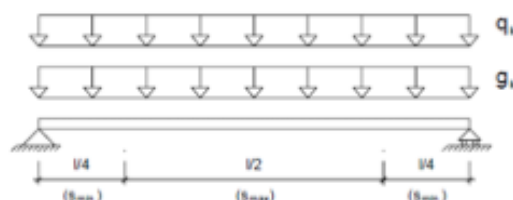
Massa

Massa volumica caratteristica	ρ	=	6,00	[kN/m ³]
-------------------------------	--------	---	------	----------------------

VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Carichi permanenti	s	=	1,30
Carichi permanenti non strutturali	s	=	1,50
Carichi variabili	q	=	1,50

Combinazione di carico	carico P_k [kN/m]	M_k [kNm]	V_k [kN]	σ [MPa]	τ_{ed} [MPa]	σ [MPa]	τ_{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 ESECUZIONE

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

Limite freccia istantanea :	$L/300$	▼	$u_{2,ist,lim}$	=	24,33	[mm]
Limite freccia differita :	$L/200$	▼	$u_{2,def,lim}$	=	36,50	[mm]
Coefficiente riduttivo k_{def}			λ	=	0,20	[-]
Coefficiente				=	1,20	[-]

Freccia istantanea (carichi permanenti) :	$u_{1,ist}$	=	15,59	[mm]
Freccia istantanea (carichi variabili) :	$u_{2,ist}$	=	6,00	[mm]
Freccia netta finale :	$u_{net,fin}$	=	35,02	[mm]

$u_{1,ist}$	=	0,00	[mm]	<	$u_{2,ist,lim}$	=	24,33	[mm]	Verificato
$u_{net,fin}$	=	35,02	[mm]	<	$u_{2,def,lim}$	=	36,50	[mm]	Verificato

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

$$u_{2,ist} = \frac{5}{384} \frac{q_k \cdot L^4}{E_{0,med} \cdot J} + \lambda \frac{q_k \cdot L^2}{8 G_{med} \cdot A}$$

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

Titolo:

VERIFICA LISTELLO TERZA ORDITURA

DATI DI PROGETTO

Caratteristiche geometriche

Luce di calcolo:	L	=	2000	[mm]
Intervento 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 tavolo per mq:		=	0,11	[kN/m ²]
1) Manto di copertura con coppi e sottocoppi		=	0,40	[kN/m ²]
2) Controlattivo 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 dei materiali in equilibrio con ambiente a una temperatura di 20°C e 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}	=	0,80
Combinazione II - perm.	Permanente (più di 10 anni) - Peso proprio	▼
k _{mod}	=	0,80

Valori caratteristici	Valori di progetto	k _{mod} 0,80	k _{mod} 0,80	
f _{t,k} [MPa] 28,00	f _{t,d} [MPa] 16,80	11,20		Flessione
f _{t,0,k} [MPa] 17,00	f _{t,0,d} [MPa] 10,20	6,80		Trazione parallela alle fibre
f _{t,90,k} [MPa] 0,90	f _{t,90,d} [MPa] 0,16	0,12		Trazione ortogonale alle fibre
f _{c,0,k} [MPa] 22,00	f _{c,0,d} [MPa] 13,20	8,80		Compressione parallela alle fibre
f _{c,90,k} [MPa] 2,10	f _{c,90,d} [MPa] 1,26	0,84		Compressione ortogonale alle fibre
E _{0,k} [MPa] 2,90	E _{0,d} [MPa] 1,74	1,16		Ttaglio

Proprietà

Modulo elastico parallelo medio	$E_{s,med}$	=	10000	[MPa]
Modulo elastico ortogonale medio	$E_{s,ort,med}$	=	330	[MPa]
Modulo elastico parallelo caratteristico	$E_{s,k}$	=	6700	[MPa]
Modulo elastico tangenziale medio	$G_{s,med}$	=	630	[MPa]

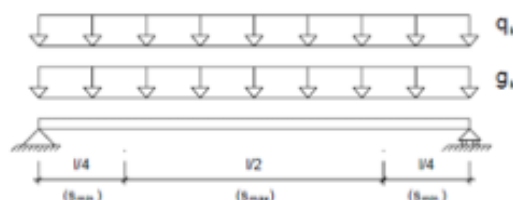
Massa

Massa volumica caratteristica	ρ_k	=	3,05	[kN/m ³]
-------------------------------	----------	---	------	----------------------

VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Carichi permanenti	s_k	=	1,30
Carichi permanenti non strutturali	$s_{k,non}$	=	1,50
Carichi variabili	q_k	=	1,50

Combinazione di carico	carico P_k [kN/m]	M_k [kNm]	V_k [kN]	σ [MPa]	τ_{ed} [MPa]	σ [MPa]	τ_{ed} [MPa]	NOTE
I perm+acc.	2,19	1,09	2,19	18,55	16,80	0,55	1,74	Verificato
II perm.	0,75	0,37	0,75	3,79	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 controflessa nulla.

Limite freccia istantanea :	$L/300$	▼	$U_{2,ist,lim}$	=	6,67	[mm]
Limite freccia differita :	$L/200$	▼	$U_{2,def,lim}$	=	10,00	[mm]
Coefficiente riduttivo k_{def}			λ	=	0,20	[-]
Coefficiente				=	1,20	[-]

Freccia istantanea (carichi permanenti) :	$U_{1,ist}$	=	2,16	[mm]
Freccia istantanea (carichi variabili) :	$U_{2,ist}$	=	4,15	[mm]
Freccia netta finale :	$U_{net,fin}$	=	6,70	[mm]

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

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

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

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

Titolo:

VERIFICA TRAVE ARCARICCIO

DATI DI PROGETTO

Caratteristiche geometriche

Luce di calcolo:	L	=	4000	[mm]
Intervasse 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 (tarza 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 portati:	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 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'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'inquinamento aereo.

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}	=	0,80
Combustione II - perm.	Permanente (più di 10 anni) - Peso proprio	▼
k_{mod}	=	0,80

Valori caratteristici	Valori di progetto	k _{mod} 0,80	k _{mod} 0,80	
f _{t,k} [MPa]	f _{t,d} [MPa]	16,60	11,20	Flessione
f _{c,k} [MPa]	f _{c,d} [MPa]	10,20	6,80	Trazione parallela alle fibre
f _{t,90,k} [MPa]	f _{t,90,d} [MPa]	0,16	0,12	Trazione ortogonale alle fibre
f _{c,90,k} [MPa]	f _{c,90,d} [MPa]	13,20	8,80	Compressione parallela alle fibre
f _{c,0,k} [MPa]	f _{c,0,d} [MPa]	1,25	0,84	Compressione ortogonale alle fibre
E _k [MPa]	E _d [MPa]	1,74	1,16	Taglio

Rigidizzare

Modulo elastico parallelo medio

$$E_{p,med} = 10000 \text{ [MPa]}$$

Modulo elastico ortogonale medio

$$E_{o,med} = 330 \text{ [MPa]}$$

Modulo elastico parallelo caratteristico

$$E_{p,k} = 6700 \text{ [MPa]}$$

Modulo elastico tangenziale medio

$$G_{med} = 630 \text{ [MPa]}$$

Massa

Massa volumica caratteristica

$$k = 3,05 \text{ [kN/m}^3\text{]}$$

VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Carichi permanenti

$$\alpha = 1,30$$

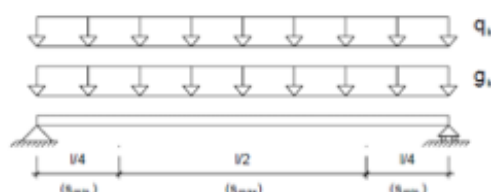
Carichi permanenti non strutturali

$$\alpha = 1,50$$

Carichi variabili

$$q = 1,50$$

Combinazione di carico	carico F_k [kN/m]	N_k [kN]	V_k [kN]	d [MPa]	f_{yk} [MPa]	s [MPa]	f_{tk} [MPa]	NOTE
I perm+acc.	5,55	11,09	11,09	11,46	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 :

$$L/300 \quad \nabla$$

$$U_{1,ist,lim} = 13,33 \text{ [mm]}$$

Limite freccia differita :

$$L/200 \quad \nabla$$

$$U_{2,ist,lim} = 20,00 \text{ [mm]}$$

Coefficiente riduttivo k_{def}

$$z = 0,20 \text{ [-]}$$

Coefficiente

$$= 1,20 \text{ [-]}$$

Freccia istantanea (carichi permanenti) :

$$U_{1,ist} = 5,52 \text{ [mm]}$$

Freccia istantanea (carichi variabili) :

$$U_{2,ist} = 7,86 \text{ [mm]}$$

Freccia netta finale :

$$U_{net,fin} = 19,06 \text{ [mm]}$$

$$U_{1,ist} = 7,86 \text{ [mm]} <$$

$$U_{1,ist,lim} = 13,33 \text{ [mm]} \text{ Verificato}$$

$$U_{net,fin} = 19,06 \text{ [mm]} <$$

$$U_{2,ist,lim} = 20,00 \text{ [mm]} \text{ Verificato}$$

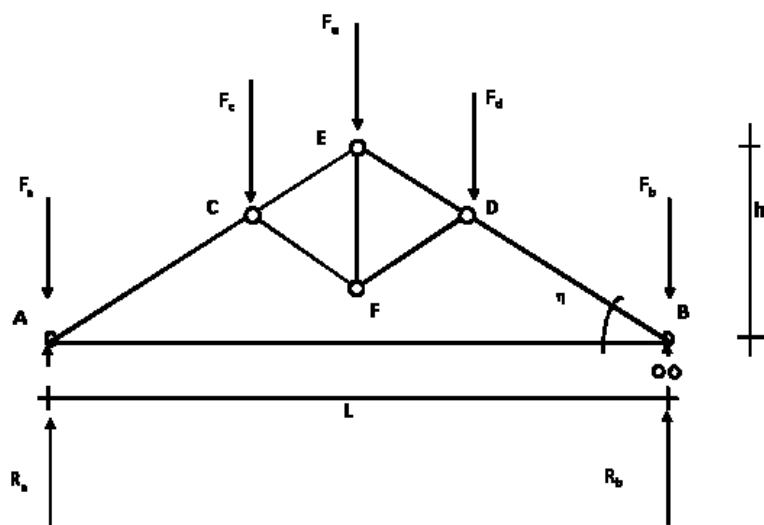
$$U_{1,ist} = \frac{5}{384} \frac{q_k \cdot L^4}{E_{0,med} \cdot J} + \psi \frac{q_k \cdot L^2}{8 G_{med} \cdot A}$$

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

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

CALCOLO CAPRIATA IN LEGNO

ZONA COPERTURA CHIESA



DATI:

L_{Capriata}	=	14,90 m
h_{Capriata}	=	3,90 m
L_{sp}	=	2,24 m
$(\gamma)_{\text{nod}}$	=	25 0,490832
p (%)	=	41,12
$L_{\text{AC-BD}}$	=	5,30
$L_{\text{CE-DE}}$	=	2,65
$L_{\text{CF-DF}}$	=	2,65
I_{Capriata}	=	4,00 m
$I_{\text{Arcostrada}}$	=	2,00 m
$I_{\text{Trav. ord.}}$	=	0,80 m

sezioni trav. copriate:

1) puntoni (AC-CE-ED-BD)	
b (cm)	= 18
h (cm)	= 30
2) ostacoli (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 ordinarie per mq:	0,05	[kN/m ²]
3) Peso arcostesso 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:

$$R_a \text{ (kN)} = R_b \text{ (kN)} = \quad \quad \quad FV_2 = \quad \quad \quad 69,37$$

sforzi ai nodi A - B:

$$N_{\text{AB}} \text{ (kN)} = (R_a - F_a) / \sin \alpha = \quad \quad \quad 100,28 \quad \text{puntone - (compressione)}$$

$$N_{\text{AB}} \text{ (kN)} = N_{\text{max}} = \quad \quad \quad 69,04 \quad \text{ostacolo - (tensione)}$$

sforzi ai nodi C - D:

$$N_{\text{CD}} \text{ (kN)} = F_c / 2 \sin \alpha = \quad \quad \quad 40,86 \quad \text{esente - (compressione)}$$

$$N_{\text{CD}} \text{ (kN)} = N_{\text{CD}} = N_{\text{CD}} = \quad \quad \quad 69,30 \quad \text{puntone - (compressione)}$$

sforzi al nodo E:

$$N_{\text{FE}} \text{ (kN)} = 2N_{\text{CD}} \sin \alpha = \quad \quad \quad 34,64 \quad \text{ostacolo - (tensione)}$$

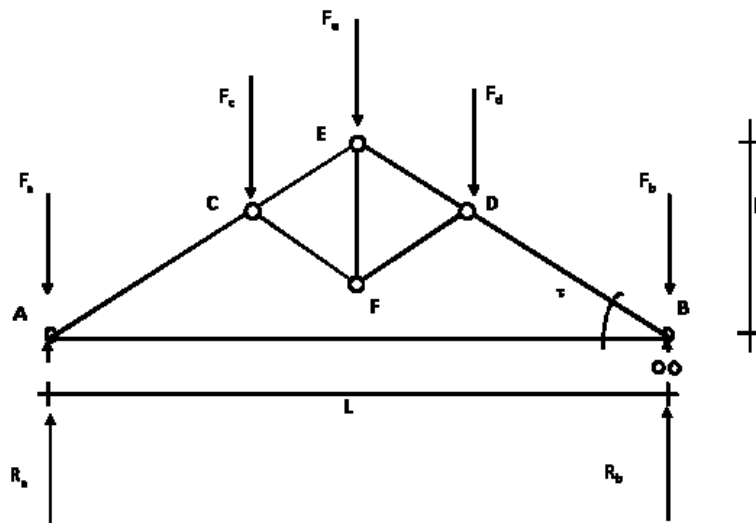
CARATTERISTICHE DEL LEGNO					
Coefficiente di sicurezza per il materiale	m	1,30			
Lunghezza elemento			m		
		Unce/N 52	Calcolo		
Flessione	f_{mk}	32,00	24,42	[MPa]	
Trazione parallela alla fibra	$f_{0,t}$	19,00	14,42	[MPa]	
Trazione perpendicolare alla fibra	$f_{0,t\perp}$	0,60	0,46	[MPa]	
Compressione 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 fibrazione	$E_{0,mean}$	12000,00		[MPa]	
Modulo parallelo alla fibrazione	$E_{0,mean}$	400,00		[MPa]	
Modulo medio perpendicolare alla fibrazione	$E_{0,mean}$	760,00		[MPa]	
Modulo di taglio medio	$E_{0,25}$	6000,00		[MPa]	
Caratteristica di salsolizzazione	c/s	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]	5300	14400	2238	2648
Distanza tra i raggi 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]	360000000	2500000000	360000000	184320000
Momento d'inerzia z - z	I_z [mm ⁴]	1024000000	5760000000	1024000000	819200000
Modulo di resistenza y - y	W_y [mm ³]	2400000	10000000	2400000	1688000
Modulo di resistenza z - z	W_z [mm ³]	1280000	4800000	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
Snellezza dell'elemento	λ_y [-]	81,20	69,77	26,85	38,22
	λ_z [-]	114,75	207,85	46,45	57,33
Tensioni critiche euleriane	$\sigma_{0,crit,y}$ [MPa]	21,08	7,93	118,20	84,05
	$\sigma_{0,crit,z}$ [MPa]	6,00	1,83	33,62	24,02
Snellezza relativa dell'elemento	$\lambda_{rel,y}$ [-]	1,07	1,74	0,45	0,87
	$\lambda_{rel,z}$ [-]	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	1,4963	2,1189
	$k_{y,z}$ [-]	0,0304	0,1835	0,7204	0,4108
	$k_{y,z}$ [-]	0,2262	0,0576	0,8794	0,2658
Tensioni limite di calcolo	$k_{y,z} \cdot f_{0,crit,y}$ [MPa]	1,18	0,36	1,33	0,76
	$k_{y,z} \cdot f_{0,crit,z}$ [MPa]	0,42	0,11	0,70	0,44

VERIFICA A TRAZIONE COMPRESSIONE		SLU	SOLLICIT.
Funzione compressa			
Massima forza di compressione	N_{Ed}	109,28 [kN]	109,28
Tensione massima di compressione	$\sigma_{Ed} = N_{Ed}/A$	0,23 [MPa]	
Caso di lavoro in compressione	$\sigma_{Ed}/f_{0,crit,y}$	0,65 [-]	31
Calcolo Trazione			
Massima forza di trazione	N_{Ed}	99,04 [kN]	99,04
Tensione massima di trazione	$\sigma_{Ed} = N_{Ed}/A$	0,08 [MPa]	
Caso di lavoro in trazione	$\sigma_{Ed}/f_{0,t}$	0,01 [-]	31
Monoco Traz.			
Massima forza di trazione	N_{Ed}	34,64 [kN]	34,64
Tensione massima di trazione	$\sigma_{Ed} = N_{Ed}/A$	0,07 [MPa]	
Caso di lavoro in trazione	$\sigma_{Ed}/f_{0,t}$	0,00 [-]	31
Sartia Compressione			
Massima forza di compressione	N_{Ed}	40,98 [kN]	40,98
Tensione massima di compressione	$\sigma_{Ed} = N_{Ed}/A$	0,11 [MPa]	
Caso di lavoro in compressione	$\sigma_{Ed}/f_{0,crit,y}$	0,23 [-]	31

CALCOLO CAPRIATA IN LEGNO

ZONA RETRO CHIESA SAN PIETRO MARTIRE



DATI:

L_{Capriata}	=	10,30 m
h_{Capriata}	=	2,18 m
L_{CF}	=	1,80 m
$(\tau)_{\text{nod}}$	=	25 0,490832
p (%)	=	41,12
$L_{\text{AC-CE}}$	=	3,79
$L_{\text{CE-ED}}$	=	1,89
$L_{\text{ED-DB}}$	=	1,89
I_{Capriata}	=	4,00 m
I_{Arcoforn}	=	2,00 m
$I_{\text{Tracce ord.}}$	=	0,80 m

sezioni travi capriate:

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 ordinarie per mq:	0,05	[kN/m ²]
3) Peso arcobaleno 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:

$$R_a \text{ (kN)} = R_b \text{ (kN)} = FV_2 = 69,27$$

sforzi ai nodi A - B:

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

$$N_{BA} \text{ (kN)} = N_{AB} \cos \alpha = 69,04 \text{ [catene - (tensione)]}$$

sforzi ai nodi C - D:

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

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

sforzi al nodo E:

$$N_{FE} \text{ (kN)} = 2N_{DC} \sin \alpha = 34,64 \text{ [catene - (tensione)]}$$

CARATTERISTICHE DEL LEGNO					
Coefficiente di sicurezza per il materiale	m	1,30			
Lunghezza elemento			m		
		Carico/N/m2	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	$f_{t,90,k}$	0,40	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 fibrazione	$E_{0,mean}$	12000,00		[MPa]	
Modulo parallelo alla fibrazione	$E_{0,mean}$	400,00		[MPa]	
Modulo medio perpendicolare alla fibrazione	$E_{0,90}$	780,00		[MPa]	
Modulo di taglio medio	$E_{0,05}$	8000,00		[MPa]	
Caratteristica di selvicoltazione	c/g	1,00			

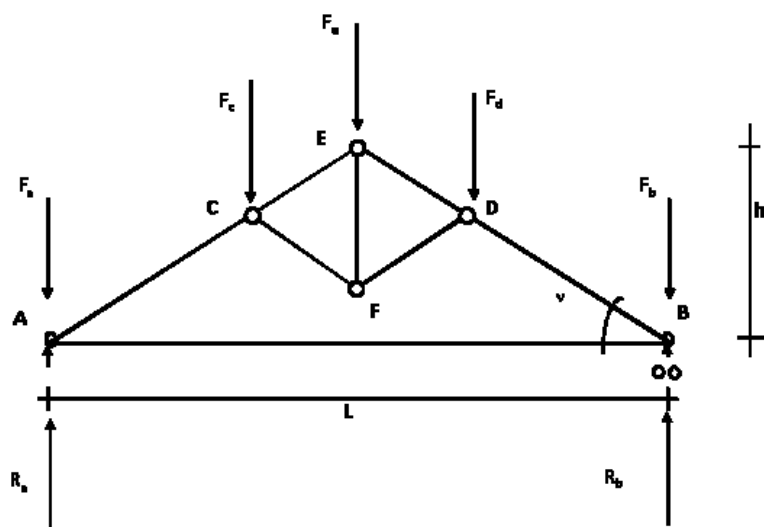
CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE RETTANGOLARE E DELLA VITA					
Geometria della sezione		Puntone	Carona	Manico	Sarita
Base della sezione	b [mm]	160	240	140	140
Altezza della sezione	h [mm]	260	360	240	220
Lunghezza libera d'inflessione	L_0 [mm]	5682	10300	1601	1894
Distanza tra i ribagni torsionali	L_T [mm]	4000	4000	4000	4000
Area della sezione	A [mm ²]	41600	86400	36400	30800
Momento d'inerzia y - y	I_y [mm ⁴]	284340000,7	938120000	206063333,3	124228000,7
Momento d'inerzia z - z	I_z [mm ⁴]	88748000,67	414720000	66483333,33	60908000,67
Modulo di resistenza y - y	W_y [mm ³]	1802800,667	6184000	1577333,333	1129333,333
Modulo di resistenza z - z	W_z [mm ³]	1109333,333	3456000	848333,333	718800,6667
Raggio d'inerzia y	i_y [mm]	75,08	109,92	75,05	63,61
Raggio d'inerzia z	i_z [mm]	48,19	69,28	40,41	40,41
Snellezza dell'elemento	λ_y [-]	75,71	99,11	21,33	29,82
	λ_z [-]	123,03	148,87	39,61	48,87
Tensioni critiche euleriane	$\sigma_{crit,y}$ [MPa]	12,78	8,04	173,63	98,76
	$\sigma_{crit,z}$ [MPa]	6,22	3,87	80,31	35,66
Snellezza relativa dell'elemento	$\lambda_{rel,y}$ [-]	1,32	1,73	0,37	0,62
	$\lambda_{rel,z}$ [-]	2,14	2,89	0,69	0,82
Coefficienti di stabilità	k_0 [-]	0,20	1,20	2,20	3,20
	k_y [-]	1,4731	2,8497	0,8492	0,9872
	k_z [-]	2,8849	5,2348	1,1882	1,8812
	$k_{0,y}$ [-]	0,4701	0,1668	0,8480	0,5476
	$k_{0,z}$ [-]	0,1878	0,1022	0,4738	0,3218

Tensioni limite di calcolo	$k_{0,y} \cdot f_{c,0,d}$ [KN/cm ²]	0,87	0,36	1,67	1,01
	$k_{0,z} \cdot f_{c,0,d}$ [KN/cm ²]	0,36	0,19	0,87	0,59

VERIFICA A TRAZIONE COMPRESIONE		SLU	SOLICIT.
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 [-]	31
Carona in trazione			
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	$\sigma_{t,d}/f_{t,0,k}$	0,01 [-]	31
Manico in trazione			
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	$\sigma_{t,d}/f_{t,0,k}$	0,01 [-]	31
Sarita in compressione			
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 [-]	31

CALCOLO CAPRIATA IN LEGNO

ZONA VIA DANTE ALIGHIERI



DATI:

L_{Capriata}	=	14,40 m
h_{Capriata}	=	3,00 m
L_{CF}	=	2,24 m
$(^\circ)/_{\text{nod}}$	=	28 0,490832
$p \text{ (‰)}$	=	41,12
$L_{\text{AC-CE}}$	=	5,30
$L_{\text{CE-ED}}$	=	2,65
$L_{\text{CF-DF}}$	=	2,65
I_{Capriata}	=	4,00 m
$I_{\text{Arretrati}}$	=	2,00 m
$I_{\text{Trav. int.}}$	=	0,80 m

sezioni trav. capriate:

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

Analisi dei carichi:

1) Peso tavolato (spess. 3 cm) per mq:	0,11	[kN/m ²]
2) Peso tegola ordinaria per mq:	0,05	[kN/m ²]
2) Peso arrotellato per mq:	0,18	[kN/m ²]

Carichi sui nodi:

$F_a \text{ (kN)} = F_b \text{ (kN)} =$	23,09	kN
$F_c \text{ (kN)} = F_d \text{ (kN)} =$	34,64	kN
$F_e \text{ (kN)} =$	23,09	kN

CALCOLO DELLE REAZIONI ESTERNE E DEGLI SFORZI INTERNI

reazioni:

$R_a \text{ (kN)} = R_b \text{ (kN)} =$	$FN_2 =$	69,27
---	----------	-------

sforzi ai nodi A - B:

$N_{AB} \text{ (kN)} =$	$(R_a - F_a) / \sin \alpha =$	100,28	puntoni - (compressione)
$N_{BA} \text{ (kN)} =$	$N_{AB} \cos \alpha =$	69,04	catene - (trazione)

sforzi ai nodi C - D:

$N_{CD} \text{ (kN)} =$	$F_c / 2 \sin \alpha =$	40,88	sarti - (compressione)
$N_{DC} \text{ (kN)} =$	$N_{CD} \cos \alpha =$	69,35	puntoni - (compressione)

sforzi al nodo E:

$N_{FE} \text{ (kN)} =$	$2N_{CD} \sin \alpha =$	34,64	catene - (trazione)
-------------------------	-------------------------	-------	---------------------

CARATTERISTICHE DEL LEGNO				
Coefficiente di sicurezza per il materiale	m	1,30		
Lunghezza elemento			m	
		Lancio/N 52	Calcolo	
Flessione	f_{mk}	32,00	24,62	[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_v	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	$E_{0,05}$	8000,00		[MPa]
Caratterizzazione di selvicoltazione	c/g	1,00		

34

CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE RETTANGOLARE E DELL'ASTA				
Geometria della sezione		Puntone	Carina	Manico
Base della sezione	b [mm]	160	160	160
Altezza della sezione	h [mm]	300	500	300
Lunghezza libera d'inflessione	L_0 [mm]	5300	14400	2298
Distanza tra i ribagni torsionali	L_{IT} [mm]	4000	4000	4000
Area della sezione	A [mm ²]	48000	80000	48000
Momento d'inerzia y - y	I_y [mm ⁴]	360000000	1666666667	360000000
Momento d'inerzia z - z	I_z [mm ⁴]	102400000	1706666667	102400000
Modulo di resistenza y - y	W_y [mm ³]	2400000	8666666,67	2400000
Modulo di resistenza z - z	W_z [mm ³]	1280000	2133333,333	1280000
Raggio d'inerzia y	I_y [mm]	66,60	144,24	66,60
Raggio d'inerzia z	I_z [mm]	48,19	48,19	48,19
Snellezza dell'elemento	λ_y [-]	81,20	99,77	25,85
	λ_z [-]	114,78	311,77	48,48
Tensioni critiche euleriane	$\sigma_{crit,y}$ [MPa]	21,08	7,83	118,20
	$\sigma_{crit,z}$ [MPa]	8,00	0,81	33,62
Snellezza relativa dell'elemento	$\lambda_{rel,y}$ [-]	1,07	1,74	0,45
	$\lambda_{rel,z}$ [-]	2,00	5,44	0,94
Coefficienti di stabilità	k_y [-]	0,20	1,20	3,20
	k_z [-]	1,1459	2,8783	0,7872
	$k_{y,z}$ [-]	2,8712	18,3540	1,4583
	$k_{y,z}$ [-]	0,6384	0,1636	0,7204
	$k_{z,z}$ [-]	0,2282	0,0279	0,2794

Tensioni limite di calcolo	$k_{\sigma y,z} \text{ [KN/cm}^2\text{]}$	1,18	0,36	1,33	0,98
	$k_{\sigma x} \text{ [KN/cm}^2\text{]}$	0,43	0,05	0,70	0,44
VERIFICA A TRAZIONE COMPRESIONE			SLU	SOLLICIT.	
Puntone compresso					
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	$\sigma_{c,ed}/f_{c,0}$		0,65 [-]		31
Carina compressa					
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	$\sigma_{t,3d}/f_{t,0}$		0,01 [-]		31
Manico in trazione					
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	$\sigma_{t,3d}/f_{t,0}$		0,00 [-]		31
Scelta Compressa					
Massima forza di compressione	$N_{c,ed}$		40,98 [kN]		40,98
Tensione massima di compressione	$\sigma_{c,ed} = N_{c,ed}/A$		0,09 KN/cm ²		
Tasso di lavoro in compressione	$\sigma_{c,ed}/f_{c,0}$		0,18 [-]		31