

OGGETTO: PROGETTO DI NUOVA COPERTURA IN EDIFICIO AD USO CIVILE ABITAZIONE

COMMITTENTE:



COMUNE DI SAN CASCIANO VAL DI PESA
Settore Lavori Pubblici, Manutenzione e Ambiente
Sindaco Roberto CIAPPI
Via Machiavelli, 56 – San Casciano Val di Pesa (FI)

UBICAZIONE:

Via BORROMEO 148
Comune di SAN CASCIANO VAL DI PESA (FI)

• Fascicolo dei calcoli

ALLEGATO A9

✓ Travi in legno

Progettista e Direttore Lavori delle Opere Strutturali:

ING. LEONARDO DETTI

N.1636 ORDINE INGEGNERI DI AREZZO

VIA 1° MAGGIO, 3 LOC. SOCI – 52010 BIBBIENA (AR)

**VERIFICA ELEMENTI IN LEGNO
METODO DI CALCOLO IN ACCORDO CON NTC 2018**

Titolo: **AGGETTO GRONDA - travetti 8x8 cm**

DATI DI PROGETTO

Caratteristiche geometriche

Luce di calcolo:	L	=	70.0	[cm]
Interasse tra le travi principali:	i	=	50.0	[cm]
Base della sezione:	b	=	8.0	[cm]
$k_{cr} = 2.0/f_{v,k}$ per LM e $2.5/f_{v,k}$ per LL:	k_{cr}	=	0.54	[-]
Base ridotta - $b_{rid} = k_{cr} \times b$:	b_{rid}	=	4.3	[cm]
Altezza della sezione:	h	=	8.0	[cm]
Altezza della sezione ridotta da intagli:	h_{ef}	=	8.0	[cm]
Area sezione:	A	=	64	[cm ²]
Modulo di resistenza:	W_y	=	8.533E+01	[cm ³]
	W_z	=	8.533E+01	[cm ³]
Momento d'inerzia:	J_y	=	3.413E+02	[cm ⁴]
	J_z	=	3.413E+02	[cm ⁴]
	J_t	=	2.185E+03	[cm ⁴]

Carichi

1) Peso proprio travi principali:			6	[kg/m ²]
2) Peso proprio pannello /soletta:			135	[kg/m ²]
Peso proprio del pacchetto strutturale:	$G_{k,1}$	=	141	[kg/m ²]
1) Impermeabilizzazione e Isolamento:			20	[kg/m ²]
2) Manto di copertura:			80	[kg/m ²]
3) Impermeabilizzazione:			0	[kg/m ²]
4) Isolante			0	[kg/m ²]
5) Altri permanenti:			0	[kg/m ²]
Carichi non strutturali e portati:	$G_{k,2}$	=	100	[kg/m ²]
Carico variabile:	Q_k	=	100	[kg/m ²]

Carichi concentrati applicati in punta

Permanente Strutturale	$F_{g1,k}$	=	0	[kg]
Permanente Non Strutturale	$F_{g2,k}$	=	0	[kg]
Accidentale	$F_{q,k}$	=	0	[kg]

Caratteristiche del materiale

Materiale:	Legno massiccio	▼
Classe di resistenza (Gruppo EN338 / EN 11035):	D24	▼
Classe di servizio:	Classe di servizio 3	▼

- Classe di servizio 3: condizioni climatiche che prevedono umidità più elevate di quelle della classe di servizio 2. Possono appartenere a tale classe gli elementi lignei posti all'esterno degli edifici direttamente esposti alle intemperie.

Coefficiente parziale per il materiale:	γ_M	=	1.50	[-]
Coefficiente di deformazione:	k_{def}	=	2.00	[-]
Coefficiente k_n :	k_n	=	1.13	[-]

Combinazione I - perm. + acc.	Breve durata (meno di 1 settimana) - Neve
$k_{mod,I} =$	0.70
Combinazione II - perm.	Permanente (più di 10 anni) - Peso proprio
$k_{mod,II} =$	0.50

Valori caratteristici	Valori di progetto	$k_{mod,I}$ 0.70	$k_{mod,II}$ 0.50	
$f_{m,k}$ [kg/cm ²] 240.0	$f_{m,d}$ [kg/cm ²] 112.00	112.00	80.00	Flessione
$f_{t,0,k}$ [kg/cm ²] 140.0	$f_{t,0,d}$ [kg/cm ²] 65.33	65.33	46.67	Trazione parallela alle fibre
$f_{t,90,k}$ [kg/cm ²] 6.0	$f_{t,90,d}$ [kg/cm ²] 2.80	2.80	2.00	Trazione ortogonale alle fibre
$f_{c,0,k}$ [kg/cm ²] 210.0	$f_{c,0,d}$ [kg/cm ²] 98.00	98.00	70.00	Compress. parallela alle fibre
$f_{c,90,k}$ [kg/cm ²] 49.0	$f_{c,90,d}$ [kg/cm ²] 22.87	22.87	16.33	Compress. ortogonale alle fibre
$f_{v,k}$ [kg/cm ²] 37.0	$f_{v,d}$ [kg/cm ²] 17.27	17.27	12.33	Taglio

Rigidezza

Modulo elastico parallelo medio	$E_{0,mean} =$	100000	[kg/cm ²]
Modulo elastico ortogonale medio	$E_{90,mean} =$	6700	[kg/cm ²]
Modulo elastico parallelo caratteristico	$E_{0,05} =$	84000	[kg/cm ²]
Modulo elastico tangenziale medio	$G_{mean} =$	6300	[kg/cm ²]

Massa

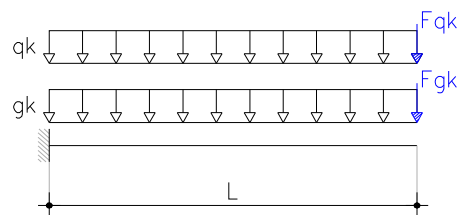
Massa volumica caratteristica	$\rho_k =$	485	[kg/m ³]
-------------------------------	------------	-----	----------------------

VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Carichi permanenti	$\gamma_{G1} =$	1.30
Carichi permanenti non strutturali	$\gamma_{G2} =$	1.50
Carichi variabili	$\gamma_Q =$	1.50

Flessione

Combinazione di carico	carico q_d [kg/m]	M_d [kgm]	V_d [kg]	σ_d [kg/cm ²]	$k_h \cdot f_{m,d}$ [kg/cm ²]	τ_d [kg/cm ²]	$f_{v,d}$ [kg/cm ²]	NOTE
I perm+acc.	242	59	169	69.42	127.00	7.34	17.27	Verificato
II perm.	167	41	117	47.89	90.72	5.06	12.33	Verificato



Instabilità Flesso-Torsionale

Lunghezza efficace (0.9L)	$L_{eff} =$	63	[cm]
Tensione critica a flessione	$\sigma_{m,crit} =$	10639	[kg/cm ²]
Snellezza relativa per flessione	$\lambda_{rel,m} =$	0.15	[-]
Coefficiente riduzione resistenza a flessione	$k_{crit} =$	1.00	[-]

Combinazione di carico	carico q_d [kg/m]	F_d [kg]	M_d [kgm]	σ_d [kg/cm ²]	$k_h \cdot f_{m,d} \cdot k_{crit}$ [kg/cm ²]	Sic.	NOTE
I perm+acc.	241.79	0	59	69.42	127.00	0.55	Verificato
II perm.	166.79	0	41	47.89	90.72	0.53	Verificato

VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO

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

Limite freccia istantanea :	L/300	▼	$u_{2,ist,lim}$	=	0.47	[cm]
Limite freccia differita :	L/250	▼	$u_{net,fin,lim}$	=	0.56	[cm]
Coefficiente riduttivo k_{def}			ψ_2	=	0.00	[-]
Coefficiente			χ	=	1.20	[-]

Freccia istantanea (carichi permanenti) :	$u_{1,ist}$	=	0.11	[cm]
Freccia istantanea (carichi variabili) :	$u_{2,ist}$	=	0.05	[cm]
Freccia netta finale :	$u_{net,fin}$	=	0.39	[cm]

$u_{2,ist}$	=	0.05	[cm]	<	$u_{2,ist,lim}$	=	0.47	[cm]	Verificato
$u_{net,fin}$	=	0.39	[cm]	<	$u_{net,fin,lim}$	=	0.56	[cm]	Verificato

$$u_{1,ist} = \frac{1}{8} \frac{g_k \cdot L^4}{E_{0,mean} \cdot J} + \chi \frac{g_k \cdot L^2}{2G_{mean} \cdot A} + \frac{1}{3} \frac{F_{gk} \cdot L^3}{E_{0,mean} \cdot J} + \chi \frac{F_{gk} \cdot L}{G_{mean} \cdot A}$$

$$u_{2,ist} = \frac{1}{8} \frac{q_k \cdot L^4}{E_{0,mean} \cdot J} + \chi \frac{q_k \cdot L^2}{2G_{mean} \cdot A} + \frac{1}{3} \frac{F_{qk} \cdot L^3}{E_{0,mean} \cdot J} + \chi \frac{F_{qk} \cdot L}{G_{mean} \cdot A}$$

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

**VERIFICA ELEMENTI IN LEGNO
METODO DI CALCOLO IN ACCORDO CON NTC 2018**

Titolo: **TRAVETTI esterni solaio Copertura - 8x8 cm int. 50 cm**

DATI DI PROGETTO

Schema Statico

Due Appoggi

Caratteristiche geometriche

Luce di calcolo:	L	=	125.0	[cm]
Interasse tra le travi principali:	i	=	50.0	[cm]
Base della sezione:	b	=	8.0	[cm]
Base efficace - $b_{ef} = k_{cr} \times b$ ($k_{cr} = 0.67$ per LM e LL):	b_{ef}	=	5.36	[cm]
Altezza della sezione:	h	=	8.0	[cm]
Altezza della sezione ridotta da intagli:	h_{ef}	=	8.0	[cm]
Area sezione :	A	=	64	[cm ²]
Modulo di resistenza :	W_y	=	8.533E+01	[cm ³]
	W_z	=	8.533E+01	[cm ³]
Momento d'inerzia :	J_y	=	3.413E+02	[cm ⁴]
	J_z	=	3.413E+02	[cm ⁴]
	J_t	=	2.185E+03	[cm ⁴]

Carichi

1) Peso proprio travi principali:			6	[kg/m ²]
2) Peso proprio pannello /soletta:			135	[kg/m ²]
Peso proprio del pacchetto strutturale:	$G_{k,1}$	=	141	[kg/m ²]
1) Impermeabilizzazione e Isolamento:			20	[kg/m ²]
2) Manto di copertura:			80	[kg/m ²]
3) Impermeabilizzazione:			0	[kg/m ²]
4) Isolante			0	[kg/m ²]
5) Altri permanenti:			0	[kg/m ²]
Carichi non strutturali e portati:	$G_{k,2}$	=	100	[kg/m ²]
Carico variabile principale:	Q_{k1}	=	100	[kg/m ²]
Carico variabile secondario:	Q_{k2}	=	0	[kg/m ²]

Caratteristiche del materiale

Materiale :	Legno massiccio	▼
Classe di resistenza (Gruppo EN338 / EN 11035) :	D24	▼
Classe di servizio :	Classe di servizio 3	▼

- Classe di servizio 3: condizioni climatiche che prevedono umidità più elevate di quelle della classe di servizio 2. Possono appartenere a tale classe gli elementi lignei posti all'esterno degli edifici direttamente esposti alle intemperie.

Coefficiente parziale per il materiale :	γ_M	=	1.50	[-]
Coefficiente di deformazione :	k_{def}	=	2.00	[-]
Coefficiente k_{h1} :	k_{h1}	=	1.13	[-]

Combinazione I - perm. + acc.	Breve durata (meno di 1 settimana) - Neve	▼
$k_{mod,I}$	=	0.70
Combinazione II - perm.	Permanente (più di 10 anni) - Peso proprio	▼
$k_{mod,II}$	=	0.50

Valori caratteristici		Valori di progetto	$k_{mod,I}$ 0.70	$k_{mod,II}$ 0.50	
$f_{m,k}$ [kg/cm ²]	240.0	$f_{m,d}$ [kg/cm ²]	112.00	80.00	Flessione
$f_{t,0,k}$ [kg/cm ²]	140.0	$f_{t,0,d}$ [kg/cm ²]	65.33	46.67	Trazione parallela alle fibre
$f_{t,90,k}$ [kg/cm ²]	6.0	$f_{t,90,d}$ [kg/cm ²]	2.80	2.00	Trazione ortogonale alle fibre
$f_{c,0,k}$ [kg/cm ²]	210.0	$f_{c,0,d}$ [kg/cm ²]	98.00	70.00	Compress. parallela alle fibre
$f_{c,90,k}$ [kg/cm ²]	49.0	$f_{c,90,d}$ [kg/cm ²]	22.87	16.33	Compress. ortogonale alle fibre
$f_{v,k}$ [kg/cm ²]	37.0	$f_{v,d}$ [kg/cm ²]	17.27	12.33	Taglio

Rigidezza

Modulo elastico parallelo medio	$E_{0,mean}$	=	100000	[kg/cm ²]
Modulo elastico ortogonale medio	$E_{90,mean}$	=	6700	[kg/cm ²]
Modulo elastico parallelo caratteristico	$E_{0,05}$	=	84000	[kg/cm ²]
Modulo elastico tangenziale medio	G_{mean}	=	6300	[kg/cm ²]

Massa

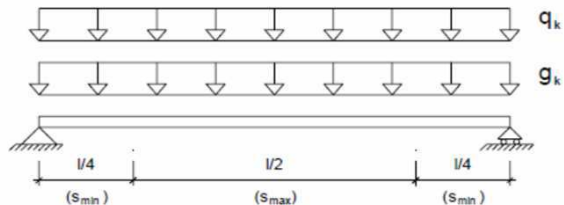
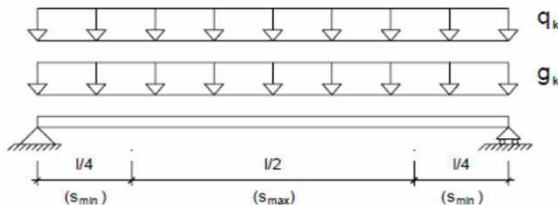
Massa volumica caratteristica	ρ_k	=	485	[kg/m ³]
-------------------------------	----------	---	-----	----------------------

VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Carichi permanenti	γ_{G1}	=	1.30	
Carichi permanenti non strutturali	γ_{G2}	=	1.50	
Carichi variabili	γ_Q	=	1.50	$\Psi_{02} = 0.50$

Flessione

Combinazione di carico	carico F_d [kg/m]	M_d [kgm]	V_d [kg]	σ_d [kg/cm ²]	$k_h \cdot f_{m,d}$ [kg/cm ²]	τ_d [kg/cm ²]	$f_{v,d}$ [kg/cm ²]	NOTE
I perm+acc.	242	47	151	55.34	127.00	5.29	17.27	Verificato
II perm.	167	33	104	38.17	90.72	3.65	12.33	Verificato



Instabilità Flesso-Torsionale

Lunghezza efficace (0.9L)	L_{eff}	=	113	[cm]
Tensione critica a flessione	$\sigma_{m,crit}$	=	5958	[kg/cm ²]
Snellezza relativa per flessione	$\lambda_{rel,m}$	=	0.20	[-]
Coefficiente riduzione resistenza a flessione	k_{crit}	=	1.00	[-]

Combinazione di carico	carico F_d [kg/m]	M_d [kgm]	σ_d [kg/cm ²]	$k_h \cdot f_{m,d} \cdot k_{crit}$ [kg/cm ²]	Sic.	NOTE
I perm+acc.	241.79	47	55.34	127.00	0.44	Verificato
II perm.	166.79	33	38.17	90.72	0.42	Verificato

VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO

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

Limite freccia istantanea :	L/300	▼	$u_{2,ist,lim}$	=	0.42	[cm]
Limite freccia differita :	L/250	▼	$u_{net,fin,lim}$	=	0.50	[cm]
Coefficiente riduttivo k_{def}			ψ_2	=	0.00	[-]
Coefficiente			χ	=	1.20	[-]

Freccia istantanea (carichi permanenti) :	$u_{1,ist}$	=	0.12	[cm]
Freccia istantanea (carichi variabili) :	$u_{2,ist}$	=	0.05	[cm]
Freccia netta finale :	$u_{net,fin}$	=	0.41	[cm]

$u_{2,ist}$	=	0.05	[cm]	<	$u_{2,ist,lim}$	=	0.42	[cm]	Verificato
$u_{net,fin}$	=	0.41	[cm]	<	$u_{net,fin,lim}$	=	0.50	[cm]	Verificato

Formule deformata su due appoggi

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

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

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

Formule deformata su tre appoggi

$$u_{1,ist} = \frac{2}{384} \frac{g_k \cdot L^4}{E_{0,mean} \cdot J} + \chi \frac{g_k \cdot L^2}{8G_{mean} \cdot A}$$

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

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

**VERIFICA ELEMENTI IN LEGNO
METODO DI CALCOLO IN ACCORDO CON NTC 2018**

Titolo: **TRAVETTI solaio Copertura - 8x8 cm int. 65 cm**

DATI DI PROGETTO

Schema Statico

Due Appoggi

Caratteristiche geometriche

Luce di calcolo:	L	=	125.0	[cm]
Interasse tra le travi principali:	i	=	65.0	[cm]
Base della sezione:	b	=	8.0	[cm]
Base efficace - $b_{ef} = k_{cr} \times b$ ($k_{cr} = 0.67$ per LM e LL):	b_{ef}	=	5.36	[cm]
Altezza della sezione:	h	=	8.0	[cm]
Altezza della sezione ridotta da intagli:	h_{ef}	=	8.0	[cm]
Area sezione :	A	=	64	[cm ²]
Modulo di resistenza :	W_y	=	8.533E+01	[cm ³]
	W_z	=	8.533E+01	[cm ³]
Momento d'inerzia :	J_y	=	3.413E+02	[cm ⁴]
	J_z	=	3.413E+02	[cm ⁴]
	J_t	=	2.185E+03	[cm ⁴]

Carichi

1) Peso proprio travi principali:			5	[kg/m ²]
2) Peso proprio pannello /soletta:			135	[kg/m ²]
Peso proprio del pacchetto strutturale:	$G_{k,1}$	=	140	[kg/m ²]
1) Impermeabilizzazione e Isolamento:			20	[kg/m ²]
2) Manto di copertura:			80	[kg/m ²]
3) Impermeabilizzazione:			0	[kg/m ²]
4) Isolante			0	[kg/m ²]
5) Altri permanenti:			0	[kg/m ²]
Carichi non strutturali e portati:	$G_{k,2}$	=	100	[kg/m ²]
Carico variabile principale:	Q_{k1}	=	100	[kg/m ²]
Carico variabile secondario:	Q_{k2}	=	0	[kg/m ²]

Caratteristiche del materiale

Materiale :	Legno massiccio	▼
Classe di resistenza (Gruppo EN338 / EN 11035) :	D24	▼
Classe di servizio :	Classe di servizio 2	▼

- Classe di servizio 2: è caratterizzata da un'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 :	γ_M	=	1.50	[-]
Coefficiente di deformazione :	k_{def}	=	0.80	[-]
Coefficiente k_h :	k_h	=	1.13	[-]

Combinazione I - perm. + acc.	Breve durata (meno di 1 settimana) - Neve	▼
$k_{mod,I}$	=	0.90
Combinazione II - perm.	Permanente (più di 10 anni) - Peso proprio	▼
$k_{mod,II}$	=	0.60

Valori caratteristici		Valori di progetto	$k_{mod,I}$ 0.90	$k_{mod,II}$ 0.60	
$f_{m,k}$ [kg/cm ²]	240.0	$f_{m,d}$ [kg/cm ²]	144.00	96.00	Flessione
$f_{t,0,k}$ [kg/cm ²]	140.0	$f_{t,0,d}$ [kg/cm ²]	84.00	56.00	Trazione parallela alle fibre
$f_{t,90,k}$ [kg/cm ²]	6.0	$f_{t,90,d}$ [kg/cm ²]	3.60	2.40	Trazione ortogonale alle fibre
$f_{c,0,k}$ [kg/cm ²]	210.0	$f_{c,0,d}$ [kg/cm ²]	126.00	84.00	Compress. parallela alle fibre
$f_{c,90,k}$ [kg/cm ²]	49.0	$f_{c,90,d}$ [kg/cm ²]	29.40	19.60	Compress. ortogonale alle fibre
$f_{v,k}$ [kg/cm ²]	37.0	$f_{v,d}$ [kg/cm ²]	22.20	14.80	Taglio

Rigidezza

Modulo elastico parallelo medio	$E_{0,mean}$	=	100000	[kg/cm ²]
Modulo elastico ortogonale medio	$E_{90,mean}$	=	6700	[kg/cm ²]
Modulo elastico parallelo caratteristico	$E_{0,05}$	=	84000	[kg/cm ²]
Modulo elastico tangenziale medio	G_{mean}	=	6300	[kg/cm ²]

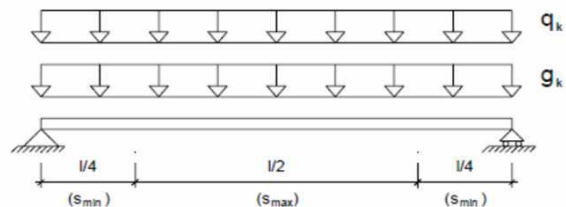
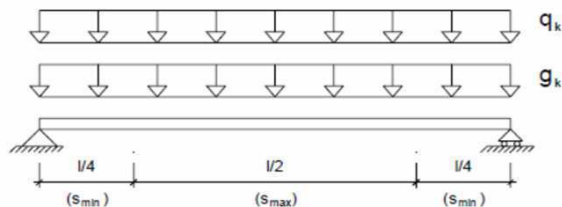
Massa

Massa volumica caratteristica	ρ_k	=	485	[kg/m ³]
-------------------------------	----------	---	-----	----------------------

VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Carichi permanenti	γ_{G1}	=	1.30	
Carichi permanenti non strutturali	γ_{G2}	=	1.50	
Carichi variabili	γ_Q	=	1.50	$\Psi_{02} = 0.50$

Flessione		carico F_d	M_d	V_d	σ_d	$k_h \cdot f_{m,d}$	τ_d	$f_{v,d}$	NOTE
Combinazione di carico		[kg/m]	[kgm]	[kg]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	
I	perm+acc.	313	61	196	71.67	163.29	6.85	22.20	Verificato
II	perm.	216	42	135	49.35	108.86	4.71	14.80	Verificato



Instabilità Flesso-Torsionale

Lunghezza efficace (0.9L)	L_{eff}	=	113	[cm]
Tensione critica a flessione	$\sigma_{m,crit}$	=	5958	[kg/cm ²]
Snellezza relativa per flessione	$\lambda_{rel,m}$	=	0.20	[-]
Coefficiente riduzione resistenza a flessione	k_{crit}	=	1.00	[-]

Combinazione di carico		carico F_d	M_d	σ_d	$k_h \cdot f_{m,d} \cdot k_{crit}$	Sic.	NOTE
		[kg/m]	[kgm]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]		
I	perm+acc.	313.11	61	71.67	163.29	0.44	Verificato
II	perm.	215.61	42	49.35	108.86	0.45	Verificato

VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO

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

Limite freccia istantanea :	L/300	▼	$u_{2,ist,lim}$	=	0.42	[cm]
Limite freccia differita :	L/250	▼	$u_{net,fin,lim}$	=	0.50	[cm]
Coefficiente riduttivo k_{def}			ψ_2	=	0.00	[-]
Coefficiente			χ	=	1.20	[-]

Freccia istantanea (carichi permanenti) :	$u_{1,ist}$	=	0.15	[cm]
Freccia istantanea (carichi variabili) :	$u_{2,ist}$	=	0.06	[cm]
Freccia netta finale :	$u_{net,fin}$	=	0.34	[cm]

$u_{2,ist}$	=	0.06	[cm]	<	$u_{2,ist,lim}$	=	0.42	[cm]	Verificato
$u_{net,fin}$	=	0.34	[cm]	<	$u_{net,fin,lim}$	=	0.50	[cm]	Verificato

Formule deformata su due appoggi

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

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

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

Formule deformata su tre appoggi

$$u_{1,ist} = \frac{2}{384} \frac{g_k \cdot L^4}{E_{0,mean} \cdot J} + \chi \frac{g_k \cdot L^2}{8G_{mean} \cdot A}$$

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

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

**VERIFICA ELEMENTI IN LEGNO
METODO DI CALCOLO IN ACCORDO CON NTC 2018**

Titolo: **TRAVE PRINCIPALE solaio copertura - 20x24 cm int. 125 cm**

DATI DI PROGETTO

Schema Statico

Due Appoggi

Caratteristiche geometriche

Luce di calcolo:	L	=	420.0	[cm]
Interasse tra le travi principali:	i	=	125.0	[cm]
Base della sezione:	b	=	20.0	[cm]
Base efficace - $b_{ef} = k_{cr} \times b$ ($k_{cr} = 0.67$ per LM e LL):	b_{ef}	=	13.4	[cm]
Altezza della sezione:	h	=	24.0	[cm]
Altezza della sezione ridotta da intagli:	h_{ef}	=	24.0	[cm]
Area sezione :	A	=	480	[cm ²]
Modulo di resistenza :	W_y	=	1.920E+03	[cm ³]
	W_z	=	1.600E+03	[cm ³]
Momento d'inerzia :	J_y	=	2.304E+04	[cm ⁴]
	J_z	=	1.600E+04	[cm ⁴]
	J_t	=	9.600E+04	[cm ⁴]

Carichi

1) Peso proprio travi principali:			19	[kg/m ²]
2) Peso proprio pianelle /soletta:			140	[kg/m ²]
Peso proprio del pacchetto strutturale:	$G_{k,1}$	=	158	[kg/m ²]
1) Impermeabilizzazione e Isolamento:			20	[kg/m ²]
2) Manto di copertura:			80	[kg/m ²]
3) Manto:			0	[kg/m ²]
4) Isolante:			0	[kg/m ²]
5) Altri permanenti:			0	[kg/m ²]
Carichi non strutturali e portati:	$G_{k,2}$	=	100	[kg/m ²]
Carico variabile principale:	Q_{k1}	=	100	[kg/m ²]
Carico variabile secondario:	Q_{k2}	=	0	[kg/m ²]

Caratteristiche del materiale

Materiale :	Legno massiccio	▼
Classe di resistenza (Gruppo EN338 / EN 11035) :	D24	▼
Classe di servizio :	Classe di servizio 2	▼

- Classe di servizio 2: è caratterizzata da un'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 :	γ_M	=	1.50	[-]
Coefficiente di deformazione :	k_{def}	=	0.80	[-]
Coefficiente k_{ft} :	k_{ft}	=	1.00	[-]

Combinazione I - perm. + acc.	Breve durata (meno di 1 settimana) - Neve	▼
$k_{mod,I}$	=	0.90
Combinazione II - perm.	Permanente (più di 10 anni) - Peso proprio	▼
$k_{mod,II}$	=	0.60

Valori caratteristici		Valori di progetto	$k_{mod,I}$ 0.90	$k_{mod,II}$ 0.60	
$f_{m,k}$ [kg/cm ²]	240.0	$f_{m,d}$ [kg/cm ²]	144.00	96.00	Flessione
$f_{t,0,k}$ [kg/cm ²]	140.0	$f_{t,0,d}$ [kg/cm ²]	84.00	56.00	Trazione parallela alle fibre
$f_{t,90,k}$ [kg/cm ²]	6.0	$f_{t,90,d}$ [kg/cm ²]	3.60	2.40	Trazione ortogonale alle fibre
$f_{c,0,k}$ [kg/cm ²]	210.0	$f_{c,0,d}$ [kg/cm ²]	126.00	84.00	Compress. parallela alle fibre
$f_{c,90,k}$ [kg/cm ²]	49.0	$f_{c,90,d}$ [kg/cm ²]	29.40	19.60	Compress. ortogonale alle fibre
$f_{v,k}$ [kg/cm ²]	37.0	$f_{v,d}$ [kg/cm ²]	22.20	14.80	Taglio

Rigidezza

Modulo elastico parallelo medio	$E_{0,mean}$	=	100000	[kg/cm ²]
Modulo elastico ortogonale medio	$E_{90,mean}$	=	6700	[kg/cm ²]
Modulo elastico parallelo caratteristico	$E_{0,05}$	=	84000	[kg/cm ²]
Modulo elastico tangenziale medio	G_{mean}	=	6300	[kg/cm ²]

Massa

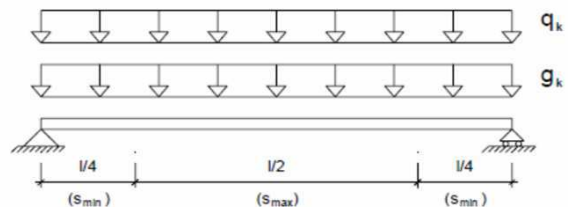
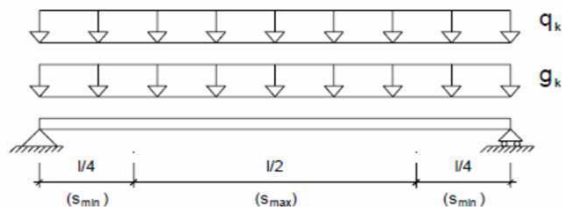
Massa volumica caratteristica	ρ_k	=	485	[kg/m ³]
-------------------------------	----------	---	-----	----------------------

VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Carichi permanenti	γ_{G1}	=	1.30	
Carichi permanenti non strutturali	γ_{G2}	=	1.50	
Carichi variabili	γ_Q	=	1.50	$\Psi_{02} = 0.50$

Flessione

Combinazione di carico	carico F_d [kg/m]	M_d [kgm]	V_d [kg]	σ_d [kg/cm ²]	$k_h \cdot f_{m,d}$ [kg/cm ²]	τ_d [kg/cm ²]	$f_{v,d}$ [kg/cm ²]	NOTE
I perm+acc.	632	1394	1328	72.63	144.00	6.19	22.20	Verificato
II perm.	445	981	934	51.09	96.00	4.36	14.80	Verificato



Instabilità Flesso-Torsionale

Lunghezza efficace (0.9L)	L_{eff}	=	378	[cm]
Tensione critica a flessione	$\sigma_{m,crit}$	=	3577	[kg/cm ²]
Snellezza relativa per flessione	$\lambda_{rel,m}$	=	0.26	[-]
Coefficiente riduzione resistenza a flessione	k_{crit}	=	1.00	[-]

Combinazione di carico	carico F_d [kg/m]	M_d [kgm]	σ_d [kg/cm ²]	$k_h \cdot f_{m,d} \cdot k_{crit}$ [kg/cm ²]	Sic.	NOTE
I perm+acc.	632.40	1394	72.63	144.00	0.50	Verificato
II perm.	444.90	981	51.09	96.00	0.53	Verificato

VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO

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

Limite freccia istantanea :	L/300	▼	$u_{2,ist,lim}$	=	1.40	[cm]
Limite freccia differita :	L/250	▼	$u_{net,fin,lim}$	=	1.68	[cm]
Coefficiente riduttivo k_{def}			ψ_2	=	0.00	[-]
Coefficiente			χ	=	1.20	[-]

Freccia istantanea (carichi permanenti) :			$u_{1,ist}$	=	0.60	[cm]
Freccia istantanea (carichi variabili) :			$u_{2,ist}$	=	0.23	[cm]
Freccia netta finale :			$u_{net,fin}$	=	1.30	[cm]

$u_{2,ist}$	=	0.23	[cm]	<	$u_{2,ist,lim}$	=	1.40	[cm]	Verificato
$u_{net,fin}$	=	1.30	[cm]	<	$u_{net,fin,lim}$	=	1.68	[cm]	Verificato

Formule deformata su due appoggi

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

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

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

Formule deformata su tre appoggi

$$u_{1,ist} = \frac{2}{384} \frac{g_k \cdot L^4}{E_{0,mean} \cdot J} + \chi \frac{g_k \cdot L^2}{8G_{mean} \cdot A}$$

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

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