

CALCOLO E VERIFICA DELL'ARCARECCIO

GEOMETRIA E MATERIALE ARCARECCIO

Dati geometrici

inclinazione sull'orizzontale $\alpha = 22^\circ$	22
sezione b x h =	160 240 mm
interasse travi $i = 100$ cm	1 m
luce netta in orizzontale $l = 5$ m	5 m
luce di calcolo in orizzontale $l_0 = l - b_{\text{punti capriata}} = 5 - 0.32 = 4.68$ m	4,68 m

Legno lamellare classe GL26

resistenza caratteristica a flessione $f_{m,k} = 26$ N/mm ²	26
resistenza caratteristica a taglio $f_{v,k} = 3,5$ N/mm ²	3,5
modulo di elasticità medio $E_{o,mean} = 12100$ N/mm ²	12100
modulo di elasticità caratteristico $E_{o,05} = 10100$ N/mm ²	10100
modulo tangenziale medio $G_{mean} = 650$ N/mm ²	650

Coefficienti (classe di servizio 1)

coefficiente di sicurezza legno $\gamma_M = 1.45$ (per legno lamellare, come da NTC2018)	1,45
coefficiente di modifica per carico permanente $k_{mod} = 0.60$	0,6
coefficiente di modifica per carico di breve durata $k_{mod} = 0.90$ (svc. neve < 1000m slm)	0,9
coefficiente di deformabilità $k_{def} = 0.60$	0,6
coefficiente incremento carichi permanenti strutturali $\gamma_{G1} = 1.30$	1,3
coefficiente incremento carichi permanenti non strutturali $\gamma_{G2} = 1.50$	1,5
coefficiente incremento carichi variabili $\gamma_Q = 1.50$	1,5
coefficiente di combinazione per carichi variabili $\psi_{03} = 0.60$ (vento)	0,6
coefficiente di combinazione per carichi variabili $\psi_{01} = 0.00$ (accidentali)	0

ANALISI DEI CARICHI ARCARECCIO

CARICHI PERMANENTI STRUTTURALI $G_1 = g_k \times i$ [kN/m]

Aracareccio	6 x 0,24 x 0,16 = 0,23	0,2304
-------------	-------------------------------	--------

CARICHI PERMANENTI PORTATI $G_2 = g_k \times i$ [kN/m]

rivestimento in lamiera tipo zintek	= 0,375	0,375
tavolato in legno grezzo 24mm	4,5 x 0,024 = 0,11	0,108
listellatura 40x40/500	4,5 x 0,04 x 0,04 / 0,50 = 0,015	0,0144
Guaina traspirante	= 0,01	0,01
listellatura di contenimento 160x40/1000	4,5 x 0,04 x 0,16 / 1 = 0,03	0,0288
Fibra di legno 160mm, 230kg/m3	2,3 x 0,16 = 0,37	0,368
Barriera al vapore	= 0,01	0,01
XLAM KLH 100 mm 5s	6,00 x 0,1 = 0,6	0,6
Totale permanenti portati riferiti alla superficie della falda $G_2 = 1,52$		1,5142

SOVRACCARICHI $Q_{k1} = q_k \times i$ [kN/m]

Coperture Cat. H Coperture accessibili per sola

manutenzione e riparazione	= 0,5	0,5
----------------------------	-------	-----

NEVE $Q_{k2} = q_s \times i$ [kN/m]

$q_s = q_{sk} \times \mu_i \times C_s \times C_t \times i$	= 1,2	1,2
--	-------	-----

VENTO $Q_{k3} = P \times i$ [kN/m]

$P = q_r \times C_e \times C_p \times C_d \times i$	= 0,26	0,26
---	--------	------

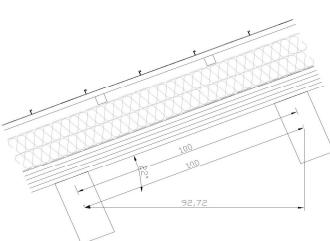
CARICHI E REAZIONI VINCOLARI AGLI SLU (COMBINAZIONE PIÙ GRAVOSA - CARICO DOMINANTE DA NEVE)

$$R_v = ((\gamma_{G1} \cdot G_1) \cdot i + (\gamma_{G2} \cdot G_2) \cdot i + (\gamma_{Q1} \cdot \psi_{01} \cdot Q_{k1}) \cdot i + (\gamma_{Q2} \cdot Q_{k2}) \cdot i \cdot \cos \alpha + (\gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3}) \cdot i \cdot \cos \alpha) = 4,473750938 \text{ kN}$$

SCOMPOSIZIONE CARICHI IN BASE ALL'ANGOLO DI COPERTURA α

GRADI	RADIANTI
22	0,383972435

$Q_{k2\perp} = Q_{k2} \cdot \cos^2 \alpha =$	1,03160388 kN/m
$Q_{k2\parallel} = Q_{k2} \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha =$	0,416795022 kN/m
$G_{1\perp} = G_1 \cdot \cos \alpha =$	0,21362316 kN/m
$G_{1\parallel} = G_1 \cdot \sin \alpha =$	0,086309359 kN/m
$G_{2\perp} = G_2 \cdot \cos \alpha =$	1,403941793 kN/m
$G_{2\parallel} = G_2 \cdot \sin \alpha =$	0,567229304 kN/m
$Q_{k3\perp} =$	0,26 kN/m
$Q_{k1\perp} = Q_{k1} \cdot \cos \alpha =$	0,463591927 kN/m
$Q_{k1\parallel} = Q_{k1} \cdot \sin \alpha =$	0,187303297 kN/m



COMBINAZIONE AZIONI PERMANENTI \perp

$$(\gamma_{G1} * G_{1\perp} + \gamma_{G2} * G_{2\perp}) * i =$$

2,383622797 kN/m

COMBINAZIONE AZIONI DI BREVE DURATA \perp

$$(\gamma_{G1} * G_{1\perp} + \gamma_{G2} * G_{2\perp} + \gamma_{Q1} * \Psi_{01} * Q_{K1\perp} + \gamma_{Q2} * Q_{K2\perp} + \gamma_{Q3} * \Psi_{03} * Q_{K3\perp}) * i =$$

4,165028617 kN/m

$$\frac{Q_{\perp BREVE}}{Q_{\perp PERMANENTE}} > \frac{K_{mod} BREVE}{K_{mod} PERMANENTE} = \frac{0,90}{0,60} = 1,50$$

1,747352233 > 1,50

userò la combinazione di breve durata

COMBINAZIONE AZIONI DI BREVE DURATA $//$

$$(\gamma_{G1} * G_{1//} + \gamma_{G2} * G_{2//} + \gamma_{Q2} * Q_{K2//}) * i =$$

1,588238656 kN/m

COMBINAZIONE AZIONI PERMANENTI $//$

$$(\gamma_{G1} * G_{1//} + \gamma_{G2} * G_{2//}) * i =$$

0,963046122 kN/m

CALCOLO SOLLECITAZIONI

$$T_u = Q_{SLU\perp} * L/2 =$$

10,41257154 kN

$$N_u = Q_{SLU//} * L/2 =$$

3,97059664 kN

Nel caso in cui uno dei vincoli fosse un appoggio a piano di scorrimento inclinato e l'altro una cerniera, il valore dello sforzo normale si raddoppierebbe, in quanto la componente orizzontale del carico sarebbe assorbita da un solo vincolo. Per cui:

$$N_u = Q_{SLU//} * L =$$

7,941193279 kN

di trazione o di compressione in relazione alla posizione del vincolo cerniera.

CARICHI ALLO SLE

$$\text{permanente } q_{\perp p} = (0,23 + 1,51) * 1 =$$

1,7446 kN/m

$$\text{variabili } q_{\perp v} = (0,5 + 1,2 + 0,26) * 1 =$$

1,96 kN/m

VERIFICHE ALLO SLU

Resistenze di progetto legno (combinazione di azioni di breve durata):

$$\text{resistenza di progetto a flessione } f_{m,d} = 0,9 * 25 / 1,5$$

16,13793103 MPa

$$\text{resistenza di progetto a taglio } f_{v,d} = 0,9 * 4 / 1,5$$

2,172413793 MPa

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE (COMBINAZIONE DELLE AZIONI DI BREVE DURATA ALLO SLU):

$$M_{u,\perp \max} = q * l^2 / 8 =$$

13,01571443 kN*m

$$M_{u// \max}$$

4,9632458 kN*m

$$T_{u,\max}$$

10,41257154 kN

$$N_u$$

3,97059664 kN

$$N_{u,\max}$$

7,941193279 kN

VERIFICHE

La tensione uniforme da compressione/trazione vale:

$$\sigma_{c,d} = \sigma_{t,d} = N / (b * h) =$$

0,103364371 MPa

o, nel caso di $N_{u,\max}$:

$$\sigma_{c,d} = \sigma_{t,d} = N / (b * h) =$$

0,206801908 MPa

In entrambi i casi tale tensione è trascurabile, per cui si procede alla verifica a flessione

trascorrendo gli effetti dello sforzo normale:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{6 * M}{b * h^2} =$$

8,473772415 MPa

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{6 * M}{b * h^2} =$$

4,846919726 MPa

Flessione deviata

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

0,73532451 MPa

VERIFICA SODDISFATTA

$$k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

0,667902248 MPa

VERIFICA SODDISFATTA

$k_m = 0,7$ per sezioni trasversali rettangolari

Verifica per instabilità di trave

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit,m} \cdot f_{m,d}} \leq 1$$

0,525084188 MPa

VERIFICA SODDISFATTA

$k_{crit,m}$ = coefficiente riduttivo di tensione critica per instabilità di trave, tabellato NTC2018 4.4.12

in funzione di $\lambda_{rel,m}$ (snellezza relativa di trave)

se $\lambda_{rel,m} < 0,75$ allora $k_{crit,m} = 1$

$$\lambda_{rel,m}$$

1

0,407089307

$\sigma_{m,crit}$ = tensione critica per flessione calcolata secondo la teoria classica della stabilità, con i valori dei moduli elastici caratteristici (frattile 5%)

$$\sigma_{m,crit} = \frac{\pi}{l_{eff}} \cdot \frac{b^2}{h} \cdot E_{0,05} \sqrt{\frac{G_{mean}}{E_{mean}}} =$$

l_{eff} = lunghezza libera di inflessione

156,8895289 Mpa

5000 mm

Taglio

$$\tau_d \leq f_{vd}$$

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{T_{u,max}}{b \cdot h} =$$

VERIFICA SODDISFATTA

0,406741076 Mpa

VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO

Trattandosi di una copertura si assumono i seguenti valori ammissibili per la freccia della trave:

- al tempo $t = 0$: $w_{ist,max} = L/300$

15,6 mm

- al tempo $t = \infty$: $w_{fin,max} = L/250$

18,72 mm

Valutazione della freccia dovuta ai carichi permanenti:

momento di inerzia dell'arcareccio: $J_y = b \cdot h^3 / 12$

$$w_{ist,G} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{1,p} \cdot l_i^4}{E_{0,mean} \cdot J_y} + \frac{\chi \cdot q_{1,p} \cdot l_i^2}{8 \cdot G_{mean} \cdot A} =$$

$$w_{fin,G} = (1 + k_{def}) \cdot w_{ist,G} =$$

184320000 Mpa

5,115709093 mm

8,185134548 mm

Valutazione della freccia dovuta ai carichi variabili:

$$w_{ist,Q} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{1,v} \cdot l_i^4}{E_{0,mean} \cdot J_y} + \frac{\chi \cdot q_{1,v} \cdot l_i^2}{8 \cdot G_{mean} \cdot A} =$$

$$w_{fin,Q} = (1 + k_{def}) \cdot w_{ist,Q} =$$

5,747328798 mm

9,195726077 mm

Valutazione della freccia totale

freccia totale istantanea ($t=0$):

$$w_{ist,tot} = w_{ist,G} + w_{ist,Q} =$$

freccia totale finale ($t=\infty$):

10,86303789 mm

VERIFICA SODDISFATTA

$$w_{fin,tot} = w_{fin,G} + w_{fin,Q} =$$

17,38086063 mm

VERIFICA SODDISFATTA