

TELAIO CALCESTRUZZO ARMATO

DIMENSIONAMENTO TRAVI CALCESTRUZZO ARMATO

Stratigrafia solaio:

Intonaco (2cm)

Solaio in laterocemento

Isolante acustico (6cm)

Massetto (4cm)

Pavimentazione in gres porcellanato (2cm)

CALCOLO DEL CARICO LIMITE ULTIMO

$$q_u = (1,3 \times q_s + 1,5 \times q_p + 1,5 \times q_a) \times i$$

$i = 4\text{m}$ (vedi pianta strutturale)

Calcolo del carico strutturale:

$$q_s = (V_{\text{costola}} + V_{\text{soletta}}) \times \gamma_{\text{calcestruzzo}} + V_{\text{laterizio}} \times \gamma_{\text{laterizio}}$$

$$q_s = [(0,05\text{m} \times 0,5\text{m} \times 1\text{m}) \times 2 + (0,2\text{m} \times 0,1\text{m} \times 1\text{m}) \times 2] \times 12 \text{ kN/m}^3 + [(0,4\text{m} \times 0,2\text{m} \times 1\text{m}) \times 2] \times 25 \text{ kN/m}^3 = 3,058 \text{ kN/m}^2$$

Calcolo del carico permanente:

$$P_{\text{solaio}} (\text{per } 1\text{m}^2) = P_{\text{intonaco}} + P_{\text{isolante}} + P_{\text{massetto}} + P_{\text{pavimento}} + P_{\text{impianti}} + P_{\text{tramezzi}}$$

$$P_{\text{intonaco}} = (0,01\text{m} \times 1\text{m} \times 1\text{m}) \times 18 \text{ kN/m}^3 = 0,18 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{\text{isolante}} = (0,06\text{m} \times 1\text{m} \times 1\text{m}) \times 0,5 \text{ kN/m}^3 = 0,02 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{\text{massetto}} = (0,04\text{m} \times 1\text{m} \times 1\text{m}) \times 18 \text{ kN/m}^3 = 1,08 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{\text{pavimento}} = (0,02\text{m} \times 1\text{m} \times 1\text{m}) \times 23 \text{ kN/m}^3 = 0,46 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{\text{impianti}} = 0,5 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{\text{tramezzi}} = 0,6 \text{ kN/m}^2$$

$$q_p = 2,84 \text{ kN/m}^2$$

Individuazione del carico accidentale:

$$q_a = 2 \text{ kN/m}^2 (\text{uso residenziale})$$

Calcolo del carico limite ultimo:

$$q_u = (1,3 \times q_s + 1,5 \times q_p + 1,5 \times q_a) \times i$$

$$q_u = (1,3 \times 3,058 \text{ kN/m}^2 + 1,5 \times 2,84 \text{ kN/m}^2 + 1,5 \times 2 \text{ kN/m}^2) \times 4\text{m} = 12,7354 \text{ kN/m}^2 \times 4\text{m} = 44,9416 \text{ kN/m}$$

CALCOLO DEL MOMENTO MASSIMO

$$M_{\text{max}} = q_u \times l^2 / 8$$

$l : 6\text{m}$ (vedi pianta strutturale)

$$M_{\text{max}} = [44,9416 \text{ kN/m} \times (6\text{m})^2] / 8 = 202,2372 \text{ kNm}$$

CALCOLO DELLA TENSIONE DI PROGETTO (CALCESTRUZZO E ARMATURA)

$$f_{yd} = f_{yk} / 1,15$$

$$f_{yk} = 450\text{N/mm}^2$$

$$f_{yd} = 450\text{N/mm}^2 / 1,15 = 391,3043\text{N/mm}^2$$

$$f_{cd} = 0,85 \times f_{yk} / 1,5$$

$$f_{ck} = 60\text{N/mm}^2$$

$$f_{cd} = 0,85 \times 450\text{N/mm}^2 / 1,5 = 34\text{N/mm}^2$$

CALCOLO DELL'ALTEZZA DELLA SEZIONE DELLA TRAVE

$$h_{\min \text{ sez. trave}} = h_u + \delta$$

Calcolo dell'altezza utile:

$$h_u = r \times (M_{\max} / (f_{cd} \times b_{\text{sez. trave}}))^{1/2}$$

$$r = (2 / (\beta \times (1 - \beta / 3)))^{1/2}$$

$$\beta = f_{cd} / (f_{cd} + f_{yd} / 15)$$

$$\beta = 34\text{N/mm}^2 / (34\text{N/mm}^2 + 391,3043\text{N/mm}^2 / 15) = 0,565847$$

$$r = (2 / (0,565847 \times (1 - 0,565847 / 3)))^{1/2} = 2,087143$$

$$b_{\text{sez. trave}} = 30\text{cm} \text{ (scelta progettuale)}$$

$$h_u = 2,087143 \times (202,2372 \text{ kNm} \times 1000 / (34\text{N/mm}^2 \times 30\text{cm}))^{1/2} = 29,38886\text{cm}$$

Calcolo dell'altezza minima della sezione della trave:

$$\delta : 5\text{cm} \text{ (dimensione standard copriferro)}$$

$$h_{\min \text{ sez. trave}} = 29,38886\text{cm} + 5\text{cm} = 34,38886\text{cm}$$

$$h_{\text{sez. trave}} = 40\text{cm}$$

Definita l'altezza minima si possono dunque conoscere le dimensioni della sezione rettangolare della trave in calcestruzzo armato, rispettivamente 30cm e 40cm.

ANALISI DEI CARICHI CON PESO PROPRIO DELLA TRAVE

$$\text{trave}_{\text{principale}} = A_{\text{sez. trave}} \times \gamma_{\text{mater. trave}}$$

$$A_{\text{sez. trave}} = b_{\text{sez. trave}} \times h_{\text{sez. trave}}$$

$$A_{\text{sez. trave}} = 30\text{cm} \times 40\text{cm} = 1200\text{cm}^2 = 0,12\text{m}^2$$

$$\text{trave}_{\text{principale}} = 0,12\text{m}^2 \times 25\text{kN/m}^3 = 3\text{kN/m}$$

$$q_s \text{ def.} = q_s + \text{trave}_{\text{principale}}$$

$$q_s \text{ def.} = 3,058\text{kN/m} + 3\text{kN/m} = 6,058\text{kN/m}$$

VERIFICA CON PESO PROPRIO

L'intero procedimento viene ripetuto considerando il nuovo carico strutturale individuato.

$$h_{\min \text{ sez. trave def.}} = 34,11029\text{cm} + 5\text{cm} = 39,11029\text{cm}$$

$$h_{\text{sez. trave}} = 40\text{cm}$$

L'altezza della sezione della trave precedentemente individuata risulta adeguata anche considerando il peso proprio della trave stessa. La trave avrà quindi una sezione di 30cm x 40cm.

DIMENSIONAMENTO PILASTRI CALCESTRUZZO ARMATO

CALCOLO DELL'AREA DI INFLUENZA DEL PILASTRO MAGGIORMENTE SOLLECITATO

$a = 4\text{m}$ (vedi pianta strutturale)

$b = 6\text{m}$ (vedi pianta strutturale)

$A_{\text{infl. pilastro}} = a \times b$

$A_{\text{infl. pilastro}} = 4\text{m} \times 6\text{m} = 24\text{m}^2$

CALCOLO DEL PESO DELLE TRAVI PRESENTI NELL'AREA DI INFLUENZA

Calcolo dell'area della sezione della trave precedentemente dimensionata:

$A_{\text{sez. trave}} = b_{\text{sez. trave}} \times h_{\text{sez. trave}}$

$b_{\text{sez. trave}} = 30\text{cm}$ (vedi "dimensionamento travi")

$h_{\text{sez. trave}} = 40\text{cm}$ (vedi "dimensionamento travi")

$A_{\text{sez. trave}} = 30\text{cm} \times 40\text{cm} = 1200\text{ cm}^2 = 0,12\text{m}^2$

Individuazione del peso specifico del materiale della trave:

$\gamma_{\text{mater. trave}} = 25\text{kN/m}^3$ (calcestruzzo armato)

Calcolo del carico a metro lineare esercitato delle travi:

$\text{trave}_{\text{principale}} = \text{trave}_{\text{secondaria}} = A_{\text{sez. Trave}} \times \gamma_{\text{mater. trave}}$

$\text{trave}_{\text{principale}} = \text{trave}_{\text{secondaria}} = 0,12\text{m}^2 \times 25\text{kN/m}^3 = 3\text{kN/m}$

Calcolo del carico esercitato dalle travi nell'area di influenza del pilastro maggiormente sollecitato:

$q_{\text{travi}} = 1,3 \times a \times \text{trave}_{\text{secondaria}} + 1,3 \times b \times \text{trave}_{\text{principale}}$

$q_{\text{travi}} = 1,3 \times 4\text{m} \times 3\text{kN/m} + 1,3 \times 6\text{m} \times 3\text{kN/m} = 39\text{kN}$

CALCOLO DEL PESO DELLA PORZIONE DI SOLAIO PRESENTE NELL'AREA DI INFLUENZA

$q_{\text{solaio}} = (1,3 \times q_s + 1,5 \times q_p + 1,5 \times q_a) \times A_{\text{infl. pilastro}}$

$q_s = 3,058\text{kN/m}^2$ (vedi "dimensionamento travi")

$q_p = 2,84\text{kN/m}^2$ (vedi "dimensionamento travi")

$q_a = 2\text{kN/m}^2$ (vedi "dimensionamento travi")

$q_{\text{solaio}} = (1,3 \times 3,058\text{kN/m}^2 + 1,5 \times 2,84\text{kN/m}^2 + 1,5 \times 2\text{kN/m}^2) \times 24\text{m}^2 = 269,6496\text{kN}$

CALCOLO DELLO SFORZO NORMALE AGENTE SUL PILASTRO

$N = (q_{\text{travi}} + q_{\text{solaio}}) \times n^{\circ} \text{piani}$

$n^{\circ} \text{piani} = 2$ (vedi sezione strutturale)

$N = (39\text{kN} + 269,6496\text{kN}) \times n^{\circ} \text{piani} = 617,2992\text{kN}$

CALCOLO TENSIONE DI PROGETTO

$f_{\text{ck}} = 45\text{ MPa}$

$$f_{cd} = 0,85 \times f_{ck} / 1,5$$

$$f_{cd} = 0,85 \times 45\text{MPa} / 1,5 = 25,5 \text{ MPa}$$

CALCOLO DELL'AREA MINIMA DELLA SEZIONE DEL PILASTRO

Calcolo dell'area minima della sezione del pilastro maggiormente sollecitato:

$$A_{min} = N / f_{cd}$$

$$A_{min} = 617,2992\text{kN} \times 10 / 25,5\text{MPa} = 242,08\text{cm}^2$$

CALCOLO DEL VALORE MINIMO DEL RAGGIO D'INERZIA MINIMO

$$\rho_{min} = \beta \times l / \lambda$$

$$l = 3\text{m} \text{ (vedi sezione strutturale)}$$

Individuazione del valore del coefficiente β :

$$\beta = 1 \text{ (trave doppiamente appoggiata)}$$

Calcolo della snellezza massima:

$$\lambda = \pi \times (E / f_{cd})^{1/2}$$

$$E = 21000\text{MPa}$$

$$\lambda = \pi \times (21000\text{MPa} / 25,5\text{MPa})^{1/2} = 90,15491948$$

$$\rho_{min} = 1 \times 3\text{m} \times 100 / 90,15491948 = 3,327605\text{cm}$$

CALCOLO DELLA BASE E DELL'ALTEZZA DELLA SEZIONE DEL PILASTRO

$$b_{min} = (12)^{1/2} \times \rho_{min}$$

$$b_{min \text{ sez. pilastro}} = (12)^{1/2} \times 3,327605 = 11,5\text{cm}$$

$$b_{sez. pilastro} = 15\text{cm}$$

$$h_{min} = A_{min} / b_{min}$$

$$h_{min \text{ sez. pilastro}} = 242,08\text{cm}^2 / 11,5\text{cm} = 6,916518\text{cm}$$

$$h_{sez. pilastro} = 15\text{cm}$$

$$A_{design} = b_{sez. pilastro} \times h_{sez. pilastro}$$

$$A_{design} = 15\text{cm}^2 \times 15\text{cm}^2 = 225\text{cm}^2$$

CALCOLO DEL MOMENTO D'INERZIA MINIMO

$$I_{design} = b^3 \times h / 12$$

$$I_{design} = (15\text{cm})^3 \times 15\text{cm} / 12 = 4218\text{cm}^4$$

CALCOLO DELLA TENSIONE MASSIMA

$$\rho_{max} = N / A_{design} + M_t / W_x$$

Calcolo del momento trasmesso dalla trave al pilastro (in questo caso $q_x l^2 / 12$):

$$M_t = q_u \times b^2 / 12$$

$$q_u = 44,9416 \text{ kN/m} \text{ (vedi "dimensionamento travi")}$$

$b = 6\text{m}$ (vedi pianta strutturale)

$$M_t = 44,9416 \text{ kN/m} \times (6\text{m})^2 / 12 = 134,8248 \text{ kNm}$$

Calcolo del modulo di resistenza a flessione (sezione rettangolare, $b \times h / 6$):

$$W_{\max} = b_{\text{sez. pilastro}} \times h_{\text{sez. pilastro}}^2 / 6$$

$$W_{\max} = 15\text{cm} \times (15\text{cm})^2 / 6 = 562,5\text{cm}^4$$

$$\rho_{\max} = (617,2992\text{kN} / 225\text{cm}^2) \times 10 + (134,8248 \text{ kNm} / 562,5\text{cm}^4) \times 1000 = 267,1241\text{MPa}$$

VERIFICA: LA TENSIONE MASSIMA DEVE ESSERE MINORE DELLA TENSIONE DI PROGETTO

$$\rho_{\max} < f_{cd} ?$$

No! Poiché:

$$267,1 \text{ MPa} > 25,5 \text{ MPa}$$

La tensione massima è in questo caso maggiore della tensione di progetto precedentemente individuata. Per soddisfare la condizione posta bisogna quindi variare le dimensioni della sezione del pilastro.

$$h_{\text{sez. pilastro}} = 15\text{cm} + 10\text{cm} = 25\text{cm}$$

$$b_{\text{sez. pilastro}} = 15\text{cm} + 10\text{cm} = 25\text{cm}$$

$$\rho_{\max} < f_{cd} ?$$

No! Poiché:

$$61,6 \text{ MPa} > 25,5 \text{ MPa}$$

Aumentando ulteriormente le dimensioni:

$$h_{\text{sez. pilastro}} = 15\text{cm} + 20\text{cm} = 35\text{cm}$$

$$b_{\text{sez. pilastro}} = 15\text{cm} + 20\text{cm} = 35\text{cm}$$

Ripetendo il procedimento con queste due dimensioni si ricava che:

$$\rho_{\max} < f_{cd} \text{ poiché } 23,9 \text{ MPa} < 25,5 \text{ MPa}$$

Le nuove dimensioni soddisfano le condizioni poste. Il pilastro avrà quindi una sezione di 35 cm x 35cm.

TELAIO LEGNO

DIMENSIONAMENTO TRAVI LEGNO

Stratigrafia solaio:

Pannello gessofibra (1,2cm)

Lana di vetro (10cm)

Legno di abete copertura su travetti (2,4cm)

Legno da costruzione (20cm)

OSB (2cm)

Isolante acustico (3cm)

Massetto (4cm)

Pavimentazione in gres porcellanato (2cm)

CALCOLO DEL CARICO LIMITE ULTIMO

$$q_u = (1,3 \times q_s + 1,5 \times q_p + 1,5 \times q_a) \times i$$

$i = 4\text{m}$ (vedi pianta strutturale)

Calcolo del carico strutturale:

$$q_s = V_{\text{abete}} \times \gamma_{\text{abete}} + V_{\text{OSB}} \times \gamma_{\text{OSB}} + V_{\text{legno costr.}} \times \gamma_{\text{legno costr.}}$$

$$q_s = (0,018\text{m} \times 1\text{m} \times 1\text{m}) \times 6 \text{ kN/m}^3 + (0,02\text{m} \times 1\text{m} \times 1\text{m}) \times 5,5 \text{ kN/m}^3 + [(0,2\text{m} \times 0,04\text{m} \times 1\text{m}) \times 2] \times 6 \text{ kN/m}^3 = 0,35 \text{ kN/m}^2$$

Calcolo del carico permanente:

$$P_{\text{solaio}} (\text{per } 1\text{m}^2) = P_{\text{gessofibra}} + P_{\text{Lana di vetro}} + P_{\text{isolante}} + P_{\text{massetto}} + P_{\text{pavimento}} + P_{\text{impianti}} + P_{\text{tramezzi}}$$

$$P_{\text{gessofibra}} = 0,15 \text{ kN/m}^2 \quad (\text{http://www.fermacell.it/lastre_gessofibra_1331.php})$$

$$P_{\text{Lana di vetro}} = (0,1\text{m} \times 1\text{m} \times 1\text{m}) \times 1 \text{ kN/m}^3 = 0,1 \text{ kN/m}^2 \quad (\text{http://www.sigmundcarlo.net/CA/II/B13.pdf})$$

$$P_{\text{isolante}} = 0,07 \text{ kg/m}^2 \quad (\text{http://www.fonoisolamento.it/37/flypagebwv2tpl/shopproduct_details/412})$$

$$P_{\text{massetto}} = (0,04\text{m} \times 1\text{m} \times 1\text{m}) \times 18 \text{ kN/m}^3 = 1,08 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{\text{pavimento}} = (0,02\text{m} \times 1\text{m} \times 1\text{m}) \times 23 \text{ kN/m}^3 = 0,46 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{\text{impianti}} = 0,5 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{\text{tramezzi}} = 0,6 \text{ kN/m}^2$$

$$q_p = 2,96 \text{ kN/m}^2$$

Individuazione del carico accidentale:

$$q_a = 2 \text{ kN/m}^2 \quad (\text{uso residenziale})$$

Calcolo del carico limite ultimo:

$$q_u = (1,3 \times q_s + 1,5 \times q_p + 1,5 \times q_a) \times i$$

$$q_u = (1,3 \times 3,058 \text{ kN/m}^2 + 1,5 \times 2,84 \text{ kN/m}^2 + 1,5 \times 2 \text{ kN/m}^2) \times 4\text{m} = 12,7354 \text{ kN/m}^2 \times 4\text{m} = 31,58 \text{ kN/m}$$

CALCOLO DEL MOMENTO MASSIMO

$$M_{\max} = q_u \times l^2 / 8$$

l : 6m (vedi pianta strutturale)

$$M_{\max} = [31,58\text{kN/m} \times (6\text{m})^2] / 8 = 142,11\text{kNm}$$

CALCOLO DELLA TENSIONE DI PROGETTO

$$f_d = k_{\text{mod}} \times f_{\text{mk}} / \gamma_m$$

$$f_{\text{mk}} = 28\text{N/mm}^2$$

$k_{\text{mod}} = 0,70$ (EN 14080: legno lamellare, classe di durata del carico "lunga", classe di servizio "2")

$\gamma_m = 1,45$ (legno lamellare incollato)

$$f_d = 0,7 \times 28\text{N/mm}^2 / 1,45 = 13,51\text{N/mm}^2$$

CALCOLO DELL'ALTEZZA DELLA SEZIONE DELLA TRAVE

$$h_{\text{min sez. trave}} = (6 \times M_{\max} / b_{\text{sez. trave}} \times f_d)^{1/2}$$

$b_{\text{sez. trave}} = 30\text{cm}$ (scelta progettuale)

$$h_{\text{min sez. trave}} = (6 \times 142,11\text{kNm} \times 1000 / 30\text{cm} \times 13,51\text{N/mm}^2)^{1/2} = 45,85464$$

$h_{\text{sez. trave}} = 50\text{cm}$

Definita l'altezza minima si può dunque conoscere la sezione rettangolare della trave in legno lamellare, in questo caso di **30cm x 50cm**.

DIMENSIONAMENTO PILASTRI LEGNO

CALCOLO DELL'AREA DI INFLUENZA DEL PILASTRO MAGGIORMENTE SOLLECITATO

$a = 4\text{m}$ (vedi pianta strutturale)

$b = 6\text{m}$ (vedi pianta strutturale)

$$A_{\text{infl. pilastro}} = a \times b$$

$$A_{\text{infl. pilastro}} = 4\text{m} \times 6\text{m} = 24\text{m}^2$$

CALCOLO DEL PESO DELLE TRAVI PRESENTI NELL'AREA DI INFLUENZA

Calcolo dell'area della sezione della trave precedentemente dimensionata:

$$A_{\text{sez. trave}} = b_{\text{sez. trave}} \times h_{\text{sez. trave}}$$

$b_{\text{sez. trave}} = 30\text{cm}$ (vedi "dimensionamento travi")

$h_{\text{sez. trave}} = 50\text{cm}$ (vedi "dimensionamento travi")

$$A_{\text{sez. trave}} = 30\text{cm} \times 50\text{cm} = 1500\text{ cm}^2 = 0,15\text{m}^2$$

Individuazione del peso specifico del materiale della trave:

$$\gamma_{\text{mater. trave}} = 6\text{kN/m}^3 \text{ (legno lamellare incollato)}$$

Calcolo del carico a metro lineare esercitato delle travi:

$$\text{trave}_{\text{principale}} = \text{trave}_{\text{secondaria}} = A_{\text{sez. Trave}} \times \gamma_{\text{mater. trave}}$$

$$\text{trave}_{\text{principale}} = \text{trave}_{\text{secondaria}} = 0,15\text{m}^2 \times 6\text{kN/m}^3 = 0,9\text{kN/m}$$

Calcolo del carico esercitato dalle travi nell'area di influenza del pilastro maggiormente sollecitato:

$$q_{travi} = 1,3 \times a \times trave_{secondaria} + 1,3 \times b \times trave_{principale}$$

$$q_{travi} = 1,3 \times 4m \times 0,9kN/m + 1,3 \times 6m \times 0,9kN/m = 11,7kN$$

CALCOLO DEL PESO DELLA PORZIONE DI SOLAIO PRESENTE NELL'AREA DI INFLUENZA

$$q_{solaio} = (1,3 \times q_s + 1,5 \times q_p + 1,5 \times q_a) \times A_{infl. \text{ pilastro}}$$

$$q_s = 0,35kN/m^2 \text{ (vedi "dimensionamento travi")}$$

$$q_p = 2,96kN/m^2 \text{ (vedi "dimensionamento travi")}$$

$$q_a = 2kN/m^2 \text{ (vedi "dimensionamento travi")}$$

$$q_{solaio} = (1,3 \times 0,35kN/m^2 + 1,5 \times 2,96kN/m^2 + 1,5 \times 2kN/m^2) \times 24m^2 = 189,48kN$$

CALCOLO DELLO SFORZO NORMALE AGENTE SUL PILASTRO

$$N = (q_{travi} + q_{solaio}) \times n^{\circ} \text{ piani}$$

$$n^{\circ} \text{ piani} = 2 \text{ (vedi sezione strutturale)}$$

$$N = (39kN + 189,48kN) \times n^{\circ} \text{ piani} = 402,36kN$$

CALCOLO TENSIONE DI PROGETTO

$$f_{cd} = k_{mod} \times f_{c0k} / \gamma_m$$

$$f_{c0k} = 26,5kN/mm^2 \text{ (UNI EN 1194: legno lamellare GL28h)}$$

$$k_{mod} = 0,70 \text{ (EN 14080: legno lamellare, classe di durata del carico "lunga", classe di servizio "2")}$$

$$\gamma_m = 1,45 \text{ (legno lamellare)}$$

$$f_{cd} = 0,7 \times 26,5kN/m^2 / 1,45 = 12,7931N/mm^2$$

CALCOLO DELL'AREA MINIMA DELLA SEZIONE DEL PILASTRO

Calcolo dell'area minima della sezione del pilastro maggiormente sollecitato:

$$A_{min} = N / f_{cd}$$

$$A_{min} = 402,36kN \times 10 / 26,5MPa = 314,5132cm^2$$

CALCOLO DEL VALORE MINIMO DEL RAGGIO D'INERZIA MINIMO

$$\rho_{min} = \beta \times l / \lambda$$

$$l = 3m \text{ (vedi sezione strutturale)}$$

Individuazione del valore del coefficiente β :

$$\beta = 1 \text{ (trave doppiamente appoggiata)}$$

Calcolo della snellezza massima:

$$\lambda = \pi \times (E / f_{cd})^{1/2}$$

$$E = 10200MPa \text{ (UNI EN 1194: legno lamellare GL28h)}$$

$$\lambda = \pi \times (10200MPa / 12,7931MPa)^{1/2} = 88,70784$$

$$\rho_{min} = 1 \times 3m \times 100 / 88,70784 = 3,381888cm$$

CALCOLO DELLA BASE E DELL'ALTEZZA DELLA SEZIONE DEL PILASTRO

$$b_{\min} = (12)^{1/2} \times \rho_{\min}$$

$$b_{\min \text{ sez. pilastro}} = (12)^{1/2} \times 3,381888\text{cm} = 11,715$$

$$b_{\text{sez. pilastro}} = 20\text{cm}$$

$$h_{\min} = A_{\min} / b_{\min}$$

$$h_{\min \text{ sez. pilastro}} = 314,5132\text{cm}^2 / 20\text{cm} = 15,726\text{cm}$$

$$h_{\text{sez. pilastro}} = 20\text{cm}$$

$$A_{\text{design}} = b_{\text{sez. pilastro}} \times h_{\text{sez. pilastro}}$$

$$A_{\text{design}} = 20\text{cm}^2 \times 20\text{cm}^2 = 400\text{cm}^2$$

CALCOLO DEL MOMENTO D'INERZIA MINIMO

$$I_{\text{design}} = b^3 \times h / 12$$

$$I_{\text{design}} = (20\text{cm})^3 \times 20\text{cm} / 12 = 13333,3\text{cm}^4$$

Il pilastro in legno lamellare avrà quindi sezione 20cm x 20cm.

TELAIO ACCIAIO

DIMENSIONAMENTO TRAVI ACCIAIO

Stratigrafia solaio:

Pannello gessofibra (1,2)

IPE 160

Lamiera grecata (5cm)

Soletta in cls (5cm)

Isolante acustico (6cm)

Massetto (4cm)

Pavimentazione in gres porcellanato (2cm)

CALCOLO DEL CARICO LIMITE ULTIMO

$$q_u = (1,3 \times q_s + 1,5 \times q_p + 1,5 \times q_a) \times i$$

$$i = 4\text{m (vedi pianta strutturale)}$$

Calcolo del carico strutturale:

$$q_s = V_{\text{soletta}} \times \gamma_{\text{calcestruzzo}} + V_{\text{lamiera}} \times \gamma_{\text{acciaio}} + V_{\text{IPE160}} \times \gamma_{\text{acciaio}}$$

$$q_s = (0,08\text{m} \times 1\text{m} \times 1\text{m}) \times 25 \text{ kN/m}^3 + (0,001\text{m} \times 1\text{m} \times 1\text{m}) \times 78,5 \text{ kN/m}^3 + [(0,00201\text{m}^2 \times 1\text{m}) \times 2] \times 78,5 \text{ kN/m}^3 = 2,388 \text{ kN/m}^2$$

Calcolo del carico permanente:

$$P_{\text{solaio (per 1m}^2)} = P_{\text{gessofibra}} + P_{\text{isolante}} + P_{\text{massetto}} + P_{\text{pavimento}} + P_{\text{impianti}} + P_{\text{tramezzi}}$$

$$P_{\text{gessofibra}} = 0,15 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{\text{isolante}} = (0,06\text{m} \times 1\text{m} \times 1\text{m}) \times 0,5 \text{ kN/m}^3 = 0,02 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{\text{massetto}} = (0,04\text{m} \times 1\text{m} \times 1\text{m}) \times 18 \text{ kN/m}^3 = 1,08 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{\text{pavimento}} = (0,02\text{m} \times 1\text{m} \times 1\text{m}) \times 23 \text{ kN/m}^3 = 0,46 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{\text{impianti}} = 0,5 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{\text{tramezzi}} = 0,6 \text{ kN/m}^2$$

$$q_p = 2,81 \text{ kN/m}^2$$

Individuazione del carico accidentale:

$$q_a = 2 \text{ kN/m}^2 \text{ (uso residenziale)}$$

Calcolo del carico limite ultimo:

$$q_u = (1,3 \times q_s + 1,5 \times q_p + 1,5 \times q_a) \times i$$

$$q_u = (1,3 \times 2,388 \text{ kN/m}^2 + 1,5 \times 2,81 \text{ kN/m}^2 + 1,5 \times 2 \text{ kN/m}^2) \times 4\text{m} = 10,3194 \text{ kN/m}^2 \times 4\text{m} = 41,2776 \text{ kN/m}$$

CALCOLO DEL MOMENTO MASSIMO

$$M_{\max} = q_u \times l^2 / 8$$

l : 6m (vedi pianta strutturale)

$$M_{\max} = [41,2776 \text{ kN/m} \times (6\text{m})^2] / 8 = 185,7492 \text{ kNm}$$

CALCOLO DELLA TENSIONE DI PROGETTO

$$f_d = f_{y,k} / \gamma_m$$

$$f_d = f_{y,k} / 1,05$$

$$f_{y,k} = 275\text{N/mm}^2$$

$$f_d = 275\text{N/mm}^2 / 1,05 = 261,9047\text{N/mm}^2$$

CALCOLO IL MODULO DI RESISTENZA A FLESSIONE DELLA SEZIONE DELLA TRAVE

$$W_{x,\min} = M_{\max} / f_d = 709,22\text{cm}^3$$

$$W_{x,\text{sez. trave}} = 713\text{cm}^3$$

Ci si riferisce al sagomario IPE per la scelta della trave con W_x immediatamente superiore a $W_{x,\min}$ (709,22cm³), in questo caso una [IPE 330](#).

DIMENSIONAMENTO PILASTRI ACCIAIO

CALCOLO DELL'AREA DI INFLUENZA DEL PILASTRO MAGGIORMENTE SOLLECITATO

$a = 4\text{m}$ (vedi pianta strutturale)

$b = 6\text{m}$ (vedi pianta strutturale)

$$A_{\text{infl. pilastro}} = a \times b$$

$$A_{\text{infl. pilastro}} = 4\text{m} \times 6\text{m} = 24\text{m}^2$$

CALCOLO DEL PESO DELLE TRAVI PRESENTI NELL'AREA DI INFLUENZA

Calcolo dell'area della sezione della trave precedentemente dimensionata:

$$A_{\text{sez. trave}} = 0,006261\text{m}^2$$

Individuazione del peso specifico del materiale della trave:

$$\gamma_{\text{mater. trave}} = 78,50\text{kN/m}^3 \text{ (acciaio)}$$

Calcolo del carico a metro lineare esercitato delle travi:

$$\text{trave}_{\text{principale}} = \text{trave}_{\text{secondaria}} = A_{\text{sez. Trave}} \times \gamma_{\text{mater. trave}}$$

$$\text{trave}_{\text{principale}} = \text{trave}_{\text{secondaria}} = 0,006261\text{m}^2 \times 78,50\text{kN/m}^3 = 0,4915\text{kN/m}$$

Calcolo del carico esercitato dalle travi nell'area di influenza del pilastro maggiormente sollecitato:

$$q_{\text{travi}} = 1,3 \times a \times \text{trave}_{\text{secondaria}} + 1,3 \times b \times \text{trave}_{\text{principale}}$$

$$q_{\text{travi}} = 1,3 \times 4\text{m} \times 0,4915\text{kN/m} + 1,3 \times 6\text{m} \times 0,4915\text{kN/m} = 6,3893 \text{ kN}$$

CALCOLO DEL PESO DELLA PORZIONE DI SOLAIO PRESENTE NELL'AREA DI INFLUENZA

$$q_{\text{solaio}} = (1,3 \times q_s + 1,5 \times q_p + 1,5 \times q_a) \times A_{\text{infl. pilastro}}$$

$$q_s = 2,388\text{kN/m}^2 \text{ (vedi "dimensionamento travi")}$$

$$q_p = 2,81\text{kN/m}^2 \text{ (vedi "dimensionamento travi")}$$

$$q_a = 2 \text{ kN/m}^2 \text{ (vedi "dimensionamento travi")}$$

$$Q_{\text{solaio}} = (1,3 \times 2,388 \text{ kN/m}^2 + 1,5 \times 2,81 \text{ kN/m}^2 + 1,5 \times 2 \text{ kN/m}^2) \times 24 \text{ m}^2 = 247,6656 \text{ kN}$$

CALCOLO DELLO SFORZO NORMALE AGENTE SUL PILASTRO

$$N = (Q_{\text{travi}} + Q_{\text{solaio}}) \times n^{\circ} \text{ piani}$$

$$n^{\circ} \text{ piani} = 2 \text{ (vedi sezione strutturale)}$$

$$N = (6,3893 \text{ kN} + 247,6656 \text{ kN}) \times n^{\circ} \text{ piani} = 508,1099 \text{ kN}$$

CALCOLO TENSIONE DI PROGETTO

$$f_{yk} = 275 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{yk} / 1,05$$

$$f_{yd} = 275 \text{ MPa} / 1,05 = 261,9048 \text{ MPa}$$

CALCOLO DELL'AREA MINIMA DELLA SEZIONE DEL PILASTRO

Calcolo dell'area minima della sezione del pilastro maggiormente sollecitato:

$$A_{\text{min}} = N / f_{yd}$$

$$A_{\text{min}} = 508,1099 \text{ kN} \times 10 / 261,9048 \text{ MPa} = 19,40056 \text{ cm}^2$$

CALCOLO DEL VALORE MINIMO DEL RAGGIO D'INERZIA MINIMO

$$\rho_{\text{min}} = \beta \times l / \lambda$$

$$l = 3 \text{ m (vedi sezione strutturale)}$$

Individuazione del valore del coefficiente β :

$$\beta = 1 \text{ (trave doppiamente appoggiata)}$$

Calcolo della snellezza massima:

$$\lambda = \pi \times (E / f_{yd})^{1/2}$$

$$E = 210000 \text{ MPa}$$

$$\lambda = \pi \times (210000 \text{ MPa} / 261,9048 \text{ MPa})^{1/2} = 88,95858$$

$$\rho_{\text{min}} = 1 \times 3 \text{ m} \times 100 / 88,95858 = 3,372356 \text{ cm}$$

CALCOLO DEL MOMENTO D'INERZIA MINIMO

$$I_{\text{min}} = A_{\text{min}} \times \rho_{\text{min}}^2$$

$$I_{\text{min}} = 19,40056 \text{ cm}^2 \times (3,372356 \text{ cm})^2 = 220,6384 \text{ cm}^4$$

Una volta individuato il valore minimo del momento di inerzia minimo posso conoscere i seguenti valori consultato il sagomario.

$$A_{\text{design}} = 25,34 \text{ cm}^2$$

$$I_{\text{design}} = 230,9 \text{ cm}^4$$

$$\rho_{\text{min design}} = 3,02 \text{ cm}$$

$$\lambda = \beta \times l / \rho_{\text{min design}}$$

$$\lambda = 1 \times 3 \text{ m} \times 100 / 3,02 \text{ cm} = 99,33775 (< 200, \text{ ok})$$

Grazie ai dati trovati è possibile individuare sul sagomario il profilo adeguato, in questo caso una [HEA 120](#).