

LIBRETTO DEI CALCOLI STRUTTURALI

GRUPPO 1A - Favano Daria, Graziani Ileana

ATELIER COSTRUZIONE C - Dini Roberto, Restuccia Luciana, Tedesco Silvia

POLITECNICO DI TORINO - A.A. 2024/2025

CARICHI SUL SOLAIO INTERPIANO

G permanente	
Strato	Carico (kN/m²)
Getto in c.a. sopra lamiera	1,25
Lamiera grecata (peso proprio)	0,15
Pavimento flottante (truciolare + finitura)	0,45
Strato fonoisolante (es. gomma)	0,20
Tramezzi	0,40
TOTALE	2,45

Q variabile	
Strato	Carico (kN/m²)
Uso ufficio	3,00

VERIFICA LAMIERA			
IPOTESI: METECNO A55 H 53 mm, 1 mm spessore			
yG	1,3		
yQ	1,5		
SLU	5,865	kN/m²	586 daN/m²
728 daN/m² > 586 daN/m²			

SLU		
yG1	1,3	
yG2	1,5	
yQ	1,5	
q SLU	7,9	kN/m²
q SLU, LINEARE	15,8	kN/m

SLE		
q SLE	5,45	kN/m²
q SLE, LINEARE	10,9	kN/m

CARICHI SUL SOLAIO DI COPERTURA

G permanente	
Strato	Carico (kN/m²)
Rivestimento in zinco-titanio	0,50
Pannello ISOTEC	0,10
Lastra di aquapanel	0,16
Lamiera grecata (peso proprio)	0,15
TOTALE	0,91

Q variabile	
Strato	Carico (kN/m²)
Carico neve	1,86

VERIFICA LAMIERA			
IPOTESI: METECNO A55 H 53 mm, 0,7 mm spessore			
yG	1,3		
yQ	1,5		
SLU	3,778		378 daN/m²
MOMENTO	1,385		
440 daN/m² > 378 daN/m²			

Dimensionamento trave secondaria interpiano

DESCRIZIONE DELLA TRAVE

- Elemento: Trave secondaria interpiano
- Tipo di sezione ipotizzata: HE 220 A
- Materiale: Acciaio S235
- Luce libera: $L = 7,00 \text{ m}$
- Condizioni di vincolo: appoggi semplici
- Modello statico: trave isostatica appoggiata

DATI GEOMETRICI E MECCANICI DELLA SEZIONE

- Altezza: 210 mm
- Base: 220 mm
- Spessore anima: 7 mm
- Spessore ali: 11 mm
- Area netta: 6.430 mm^2
- Momento d'inerzia (asse forte): $90,5 \times 10^6 \text{ mm}^4$
- Modulo di resistenza plastico: 482.000 mm^3
- Modulo elastico acciaio: 210.000 MPa

AZIONI AGENTI SULLA TRAVE

Carichi permanenti (G)

- Carico da solaio (getto, lamiera, pavimento, ecc.): $2,45 \text{ kN/m}^2$
- Fascia di influenza: 2,00 m
- Peso proprio trave HEA220: $0,495 \text{ kN/m}$
- Carico permanente totale:

$$G = 2,45 \cdot 2 + 0,495 = 5,40 \text{ kN/m}$$

Carichi variabili (Q)

- Carico accidentale (uso uffici): $3,00 \text{ kN/m}^2$
- Fascia di influenza: 2,00 m
- Carico variabile totale:

$$Q = 3,00 \cdot 2 = 6,00 \text{ kN/m}$$

COMBINAZIONE DI PROGETTO (SLU)

$$qEd = 1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q = 1,35 \cdot 5,40 + 1,5 \cdot 6,00 = 15,93 \text{ kN/m}$$

SOLLECITAZIONI MASSIME

- Momento massimo:

$$M_{Ed} = \frac{q_{Ed} \cdot L^2}{8} = \frac{15,93 \cdot 7^2}{8} = 97,57 \text{ kNm}$$

- Taglio massimo:

$$V_{Ed} = \frac{q_{Ed} \cdot L}{2} = \frac{15.93 \cdot 7}{2} = 55.75 \text{ kN}$$

VERIFICHE DI RESISTENZA (SLU)

- A flessione:

$$M_{Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{482 \cdot 10^3 \cdot 235}{1} = 113,27 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 97,57 \text{ kNm} < M_{Rd} = 113,27 \text{ kNm} \Rightarrow \text{OK}$$

- A taglio:

$$V_{Rd} = \frac{A_v \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{47,8 \cdot 235}{\sqrt{3}} = 648,54 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 55,75 \text{ kN} < V_{Rd} = 648,54 \text{ kN} \Rightarrow \text{OK}$$

VERIFICA DI DEFORMAZIONE (SLE)

- Combinazione frequente ($\psi_2 = 0,3$):

$$q_{freq} = G + \psi_2 \cdot Q = 5,4 + 0,3 \cdot 6 = 7,20 \text{ kN/m}$$

- Freccia massima teorica:

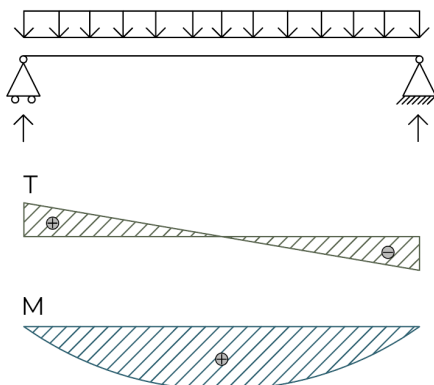
$$\delta_{max} = \frac{5 \cdot q \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I} = \frac{5 \cdot 7200 \cdot 7^4}{384 \cdot 210000 \cdot 90500000} = 1,10 \text{ mm}$$

- Limite ammissibile:

$$\delta_{amm} = \frac{L}{300} = \frac{7000}{300} = 23,3 \text{ mm}$$

- Verifica:

$$\delta_{max} < \delta_{amm} \Rightarrow \text{OK}$$



Dimensionamento trave secondaria di bordo interpiano

DESCRIZIONE DELLA TRAVE

- Elemento: Trave secondaria di bordo
- Tipo di sezione adottata: HEA 220
- Materiale: Acciaio S235
- Luce libera: 7,00 m
- Condizioni di vincolo: appoggi semplici
- Modello statico: trave isostatica appoggiata

DATI GEOMETRICI E MECCANICI DELLA SEZIONE

- Altezza: 210 mm
- Base: 220 mm
- Spessore anima: 7 mm
- Spessore ali: 11 mm
- Area netta: 6.430 mm²
- Momento d'inerzia (asse forte): 90,5 × 10⁶ mm⁴
- Modulo di resistenza plastico: 482.000 mm³
- Modulo elastico acciaio: 210.000 MPa

AZIONI AGENTI SULLA TRAVE

Carichi permanenti (G):

- Carico da solaio: 2,45 kN/m²
- Fascia di influenza: 2,00 m
- Peso muratura: 0,165 kN/m
- Peso proprio trave HEA220: 0,495 kN/m
- Totale:

Carichi variabili (Q):

- Carico accidentale (uso uffici): 3,00 kN/m²
- Fascia di influenza: 2,00 m
- Totale:

COMBINAZIONE DI PROGETTO (SLU)

$$q_{Ed} = 1,35 \cdot 5,40 + 1,5 \cdot 6,00 + 1,3 \cdot 0,165 = 15,93 + 0,215 = 16,15 \text{ kN/m}$$

SOLLECITAZIONI MASSIME

- Momento massimo:

$$M_{Ed} = \frac{q_{Ed} \cdot L^2}{8} = \frac{16,15 \cdot 7^2}{8} = 98,96 \text{ kNm}$$

- Taglio massimo:

$$V_{Ed} = \frac{q_{Ed} \cdot L}{2} = \frac{16,15 \cdot 7}{2} = 56,525 \text{ kN}$$

VERIFICHE DI RESISTENZA (SLU)

- A flessione:

$$M_{Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{482000 \cdot 235}{1} = 113270000 \text{ Nmm} = 113,27 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 98,96 \text{ kNm} < M_{Rd} = 113,27 \text{ kNm} \Rightarrow \text{OK}$$

- A taglio:

$$V_{Rd} = \frac{A_v \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{4780 \cdot 235}{\sqrt{3}} = 648,54 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 56,53 \text{ kN} < V_{Rd} = 648,54 \text{ kN} \Rightarrow \text{OK}$$

VERIFICA DI DEFORMAZIONE (SLE)

- Combinazione frequente ($\psi_2 = 0,3$):

$$q_{freq} = 5,40 + 0,3 \cdot 6,00 + 0,165 = 7,365 \text{ kN/m}$$

- Freccia massima teorica:

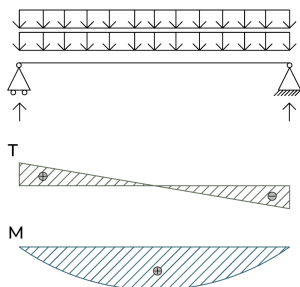
$$\delta_{max} = \frac{5 \cdot q \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I} = \frac{5 \cdot 7365 \cdot 7^4}{384 \cdot 210000 \cdot 90500000} = 1,13 \text{ mm}$$

- Limite ammissibile:

$$\delta_{amm} = \frac{L}{300} = \frac{7000}{300} = 23,3 \text{ mm}$$

- Verifica:

$$\delta_{max} = 1,13 \text{ mm} < \delta_{amm} = 23,3 \text{ mm} \Rightarrow \text{OK}$$



Dimensionamento trave primaria interpiano

DESCRIZIONE DELLA TRAVE

- Elemento: Trave primaria interpiano
- Tipo di sezione adottata: HEA 260
- Materiale: Acciaio S235
- Luce libera: 6,00 m
- Condizioni di vincolo: appoggi semplici
- Modello statico: trave isostatica appoggiata

DATI GEOMETRICI E MECCANICI DELLA SEZIONE

- Altezza: 270 mm
- Base: 280 mm
- Spessore anima: 9,5 mm
- Spessore ali: 14,5 mm
- Area netta: 9.610 mm²
- Peso proprio: 0,741 kN/m
- Momento d'inerzia (asse forte): 141.000.000 mm⁴
- Modulo di resistenza plastico: 598.000 mm³
- Superficie resistente a taglio: 7.850 mm²
- Modulo elastico acciaio: 210.000 MPa

AZIONI AGENTI SULLA TRAVE

La trave primaria riceve il contributo di tre travi secondarie:

- due travi interne da 15,93 kN/m
- una trave di bordo da 16,15 kN/m

$$q_{Ed} = \frac{15,93 + 15,93 + 16,15}{3} = 16,00 \text{ kN/m}$$

SOLLECITAZIONI MASSIME

$$M_{Ed} = \frac{q_{Ed} \cdot L^2}{8} = \frac{16,00 \cdot 6^2}{8} = 72,00 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = \frac{q_{Ed} \cdot L}{2} = \frac{16,00 \cdot 6}{2} = 48,00 \text{ kN}$$

VERIFICHE DI RESISTENZA (SLU)

- A flessione:

$$M_{Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{598000 \cdot 235}{1} = 140530000 \text{ Nmm} = 140,53 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 72,00 \text{ kNm} < M_{Rd} = 140,53 \text{ kNm} \Rightarrow \text{OK}$$

- A taglio:

$$V_{Rd} = \frac{A_v \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{7850 \cdot 235}{\sqrt{3}} = 1065,07 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 48,00 \text{ kN} < V_{Rd} = 1065,07 \text{ kN} \Rightarrow \text{OK}$$

VERIFICA DI DEFORMAZIONE (SLE)

- Carico frequente usato come riferimento:

$$q_{freq} = 7,365 \text{ kN/m}$$

- Freccia massima teorica:

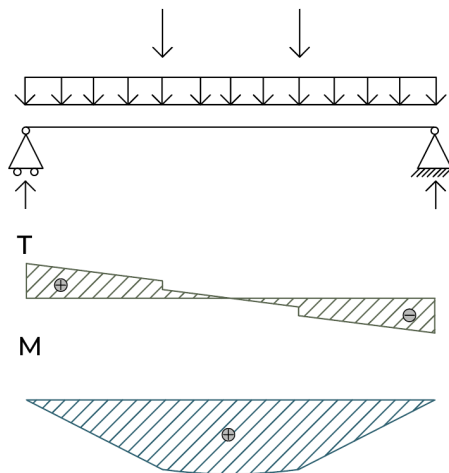
$$\delta_{max} = \frac{5 \cdot q \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I} = \frac{5 \cdot 7365 \cdot 6^4}{384 \cdot 210000 \cdot 141000000} = 0,42 \text{ mm}$$

- Freccia limite:

$$\delta_{amm} = \frac{L}{300} = \frac{6000}{300} = 20,0 \text{ mm}$$

- Verifica:

$$\delta_{max} = 0,42 \text{ mm} < \delta_{amm} = 20,0 \text{ mm} \Rightarrow \text{OK}$$



Dimensionamento portale a tre cerniere copertura

GEOMETRIA DEL PORTALE

- Luce orizzontale tra i piedritti: 7,00 m
- Inclinazione falde: 30°
- Altezza pilastri: 7,40 m
- Interasse dei portali: 6,00 m
- Lunghezza inclinata della falda:

$$L_{falda} = \frac{7,00}{2 \cdot \cos(30^\circ)} = 4,04 \text{ m}$$

CARICHI SULLA COPERTURA

- Carico sulla falda:

$$q = 2,77 \text{ kN/m}^2 \cdot 6,00 \text{ m} = 16,62 \text{ kN/m}$$

- Carico totale per ciascuna falda:

$$Q = q \cdot L_{falda} = 16,62 \cdot 4,04 = 67,17 \text{ kN}$$

SCOMPOSIZIONE DEL CARICO INCLINATO

$$Q_v = Q \cdot \cos(30^\circ) = 67,17 \cdot 0,866 = 58,17 \text{ kN}$$

$$Q_h = Q \cdot \sin(30^\circ) = 67,17 \cdot 0,5 = 33,58 \text{ kN}$$

REAZIONI NEI VINCOLI

- Reazione verticale in A e B:

$$R_{Av} = R_{Bv} = 58,17 \text{ kN}$$

- Reazione orizzontale in A e B:

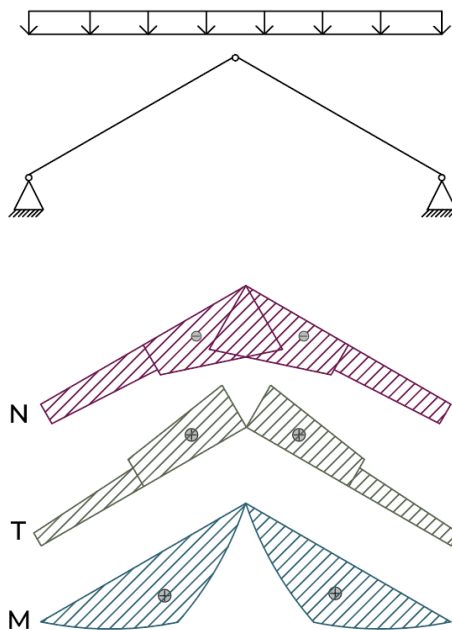
$$R_{Ah} = +33,58 \text{ kN} \quad (\text{versosinistra})$$

$$R_{Bh} = -33,58 \text{ kN} \quad (\text{versodestra})$$

MOMENTO MASSIMO ALLA BASE

- Generato dalla spinta orizzontale e altezza pilastro:

$$M_{Ed} = Q_h \cdot h = 33,58 \cdot 3,30 = 110,81 \text{ kNm}$$



Dimensionamento trave inclinata copertura

LUNGHEZZA FALDA

$$L = 4,04 \text{ m}$$

CARICO DISTRIBUITO SULLA FALDA

$$q = 16,62 \text{ kN/m}$$

SOLLECITAZIONI MASSIME

$$M_{Ed} = \frac{q \cdot L^2}{8} = \frac{16,62 \cdot 4,04^2}{8} = 33,91 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = \frac{q \cdot L}{2} = \frac{16,62 \cdot 4,04}{2} = 33,57 \text{ kN}$$

VERIFICA A MOMENTO

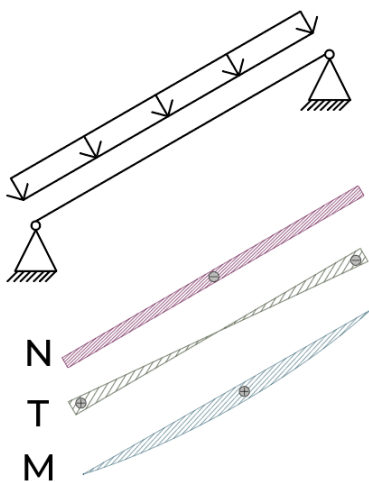
$$M_{Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{247000 \cdot 235}{1} = 58,05 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 33,91 < M_{Rd} = 58,05 \Rightarrow \text{OK}$$

VERIFICA A TAGLIO

$$V_{Rd} = \frac{A_v \cdot f_y}{\sqrt{3}} = \frac{4970 \cdot 235}{\sqrt{3}} = 674,32 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 33,57 < V_{Rd} = 674,32 \Rightarrow \text{OK}$$



Dimensionamento trave di colmo copertura

DESCRIZIONE DELLA TRAVE

- Elemento: Trave primaria di colmo
- Tipo di sezione ipotizzata: HEA 260
- Materiale: Acciaio S235
- Luce libera: $L = 6,00$ m
- Condizioni di vincolo: appoggi semplici
- Modello statico: trave isostatica con due carichi puntuali

DATI GEOMETRICI E MECCANICI DELLA SEZIONE

- Altezza: 260 mm
- Base: 260 mm
- Spessore anima: 9,5 mm
- Spessore ali: 17,0 mm
- Area netta: 9.180 mm^2
- Momento d'inerzia (asse forte): $129 \times 10^6 \text{ mm}^4$
- Modulo di resistenza plastico: 529.000 mm^3
- Modulo elastico acciaio: 210.000 MPa

AZIONI AGENTI SULLA TRAVE

Carico puntuale trasmesso da ciascuna trave secondaria:

$$F = \frac{q \cdot l_{sec}}{2} = \frac{5,54 \cdot 7}{2} = 19,39 \text{ kN}$$

SOLLECITAZIONI MASSIME

$$V_{Ed} = 50,6 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 88,6 \text{ kNm}$$

VERIFICHE DI RESISTENZA (SLU)

$$M_{Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{529000 \cdot 235}{1} = 124,31 \text{ kNm}$$

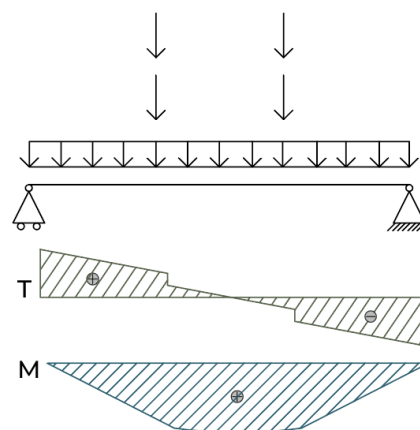
$$V_{Rd} = \frac{A_v \cdot f_y}{\sqrt{3}} = \frac{7240 \cdot 235}{\sqrt{3}} = 982,30 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} < M_{Rd} \quad \text{e} \quad V_{Ed} < V_{Rd} \Rightarrow \text{OK}$$

VERIFICA A FRECCIA (SLE)

$$\delta_{max} = 7,9 \text{ mm} \quad ; \quad \delta_{amm} = \frac{6000}{300} = 20,0 \text{ mm}$$

$$\delta_{max} < \delta_{amm} \Rightarrow \text{OK}$$



Dimensionamento trave primaria di bordo

DESCRIZIONE DELLA TRAVE

- Elemento: Trave primaria di bordo
- Tipo di sezione ipotizzata: HEA 260
- Materiale: Acciaio S235
- Luce libera: $L=6,00$ m
- Condizioni di vincolo: appoggi semplici
- Modello statico: trave appoggiata con due carichi puntuali + carico distribuito (muratura)

AZIONI AGENTI SULLA TRAVE

Carico trasmesso da ciascuna trave secondaria:

$$F_{sec} = \frac{5,54 \cdot 7}{2} = 19,39 \text{ kN}$$

$$G_{muratura} = 0,165 \cdot 2 = 0,33 \text{ kN}$$

$$F_{totale} = 19,39 + 0,33 = 19,72 \text{ kN}$$

SOLLECITAZIONI MASSIME

$$V_{Ed} = 59,1 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 99,7 \text{ kNm}$$

VERIFICHE DI RESISTENZA (SLU)

$$M_{Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 253 \text{ kNm}$$

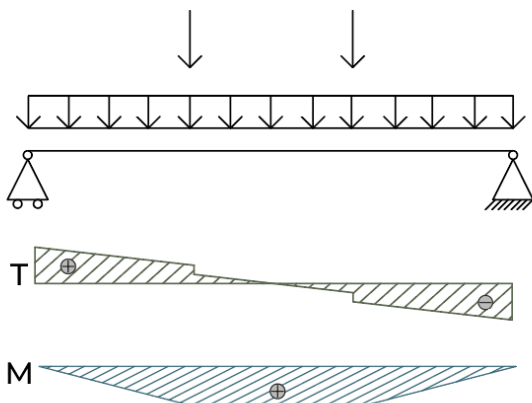
$$V_{Rd} = \frac{A_v \cdot f_y}{\sqrt{3}} = 456 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} < M_{Rd} \quad \text{e} \quad V_{Ed} < V_{Rd} \Rightarrow \text{OK}$$

VERIFICA A FRECCIA (SLE)

$$\delta_{max} = 7,3 \text{ mm} \quad ; \quad \delta_{amm} = 20,0 \text{ mm}$$

$$\delta_{max} < \delta_{amm} \Rightarrow \text{OK}$$



Dimensionamento pilastro

DESCRIZIONE

- Elemento: Pilastro del portale a tre cerniere
- Tipo di sezione adottata: HEB 260
- Materiale: Acciaio S235
- Altezza libera: 7,40 m
- Condizioni di vincolo: incastro alla base, cerniera al colmo
- Modello statico: elemento verticale del telaio con carichi inclinati

AZIONI AGENTI SULLA TRAVE

Il pilastro è soggetto alla **componente orizzontale** e **verticale** della spinta trasmessa dalla falda.

$$Q_h = 33,58 \text{ kN} \quad Q_v = 58,17 \text{ kN}$$

MOMENTO ALLA BASE

$$M_{Ed} = Q_h \cdot h = 33,58 \cdot 7,40 = 248,49 \text{ kNm}$$

DATI GEOMETRICI E MECCANICI DELLA SEZIONE

- Altezza: 310 mm
- Base: 300 mm
- Spessore anima: 11,5 mm
- Spessore ali: 20,5 mm
- Area netta: 13200 mm²
- Peso proprio: 104,0 kg/m = 1,02 kN/m
- Momento d'inerzia (asse forte): 19.400.000 mm⁴
- Modulo di resistenza plastico: 1.100.000 mm³
- Superficie resistente a taglio: 11.900 mm²
- Modulo elastico acciaio: 210.000 MPa

VERIFICA A FLESSIONE (SLU)

$$M_{Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{1100000 \cdot 235}{1} = 258,50 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 248,49 \text{ kNm} < M_{Rd} = 258,50 \text{ kNm} \Rightarrow \text{OK}$$

VERIFICA A TAGLIO (SLU)

$$V_{Ed} = 58,17 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = \frac{A_v \cdot f_y}{\sqrt{3}} = \frac{11900 \cdot 235}{\sqrt{3}} = 1614,56 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 58,17 < V_{Rd} = 1614,56 \text{ kN} \Rightarrow \text{OK}$$

SNELLEZZA

$$l_0 = 0,7 \cdot 3300 = 2310 \text{ mm}$$

$$i = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{12,9 \cdot 10^6}{10400}} = 35,2 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{l_0}{i} = \frac{2310}{35,2} = 65,63$$

