

Cognome

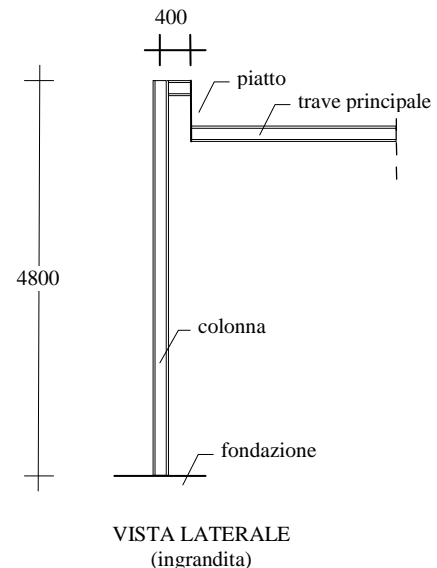
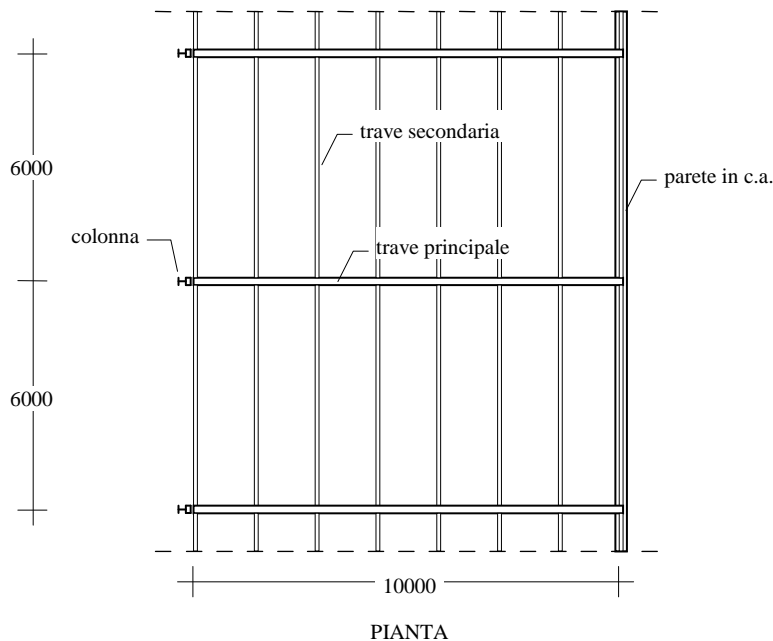
Nome

Matricola

Come mostrato nella pianta sottostante, la struttura che devi esaminare è costituita da un solaio con travi principali (lunghe 10.00 m) e secondarie in acciaio e orizzontamento in lamiera grecata e calcestruzzo, poggiata da un lato su una parete in c.a. che funge da appoggio e sostenuta dall'altro da colonne in c.a. L'interasse tra le travi principali (e quindi tra le colonne) è di 6.00 m. In particolare, il solaio ti interessa solo come carico perché l'elemento su cui si deve focalizzare la tua progettazione è la colonna.

Come mostrato più chiaramente nella vista laterale, in testa alla colonna è saldato un breve tratto dello stesso profilato, disposto in orizzontale come un mensolotto, e a questo è collegato un piatto verticale che sostiene la trave principale (comportandosi come un pendolo).

Utilizza i seguenti valori dei carichi unitari (sono indicati i valori caratteristici): peso travi secondarie e principale 0.3 kN/m; peso proprio del solaio (comprensivo di lamiera, soletta in calcestruzzo ed altri carichi permanenti) 2.6 kN/m²; carico variabile dovuto a persone 4.0 kN/m²; carico variabile dovuto a neve 0.8 kN/m². Non considerare il carico variabile dovuto a vento, perché la struttura è posta in posizione riparata dal vento. Ai fini delle verifiche SLE, la richiesta del committente è che lo spostamento orizzontale non superi 1/100 dell'altezza della colonna.



quote in mm

Sviluppa quanto di seguito richiesto, riportando il dettaglio dei calcoli con tutti i necessari commenti nei fogli a parte e riepiloga sinteticamente lo svolgimento seguendo le indicazioni nel retro di questo foglio.

1. Determina il valore caratteristico F_k (per SLE) ed il valore di calcolo F_d (per SLU) della forza verticale trasmessa mediante il piatto verticale.
2. Traccia il diagramma dello sforzo normale N_{Ed} e del momento flettente M_{Ed} , con riferimento allo SLU e indicane i valori massimi.
3. Dimensiona la sezione della colonna, evidenziando cosa è stato più rilevante nella scelta (esempio: flessione, sforzo normale, snellezza, SLE).
4. Verifica a pressoflessione la colonna, specificando quale metodo utilizzi, quanto valgono le resistenze (N_{Rd} , $N_{b,y,Rd}$, $N_{b,z,Rd}$, M_{Rd}) e tracciando il dominio di resistenza.
5. Progetta il collegamento saldato (a cordoni d'angolo) in testa alla colonna, indicando dove metti le saldature e come è sollecitata ciascuna di esse.

Riepiloga qui in maniera sintetica lo svolgimento, seguendo le indicazioni riportate.

1. Valori di F_k e F_d

$F_k =$ kN

$F_d =$ kN

2. Diagramma dello sforzo normale N_{Ed} e del momento flettente M_{Ed} e relativi valori massimi.

Diagramma di N_{Ed} ,

$N_{Ed \text{ max}} =$ kN

Diagramma di M_{Ed}

$M_{Ed \text{ max}} =$ kNm

3. Progetto sezione.

Profilato scelto:

in acciaio

Cosa è stato più condizionante nel dimensionarla?

4. Verifica a pressoflessione.

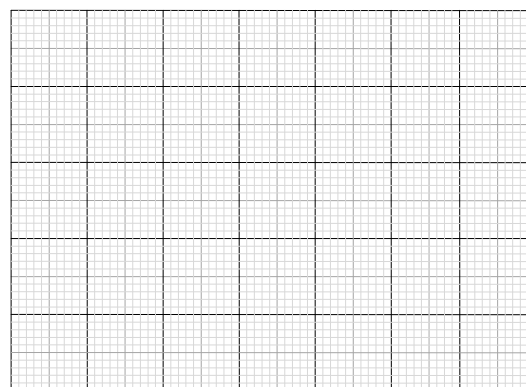
Metodo usato: Verif. soddisfatta?

$N_{Rd} =$ kN

$N_{b,y,Rd} =$ kN

$N_{b,z,Rd} =$ kN

$M_{Rd} =$ kNm



Dominio MN

5. Collegamento saldato in testa alla colonna.

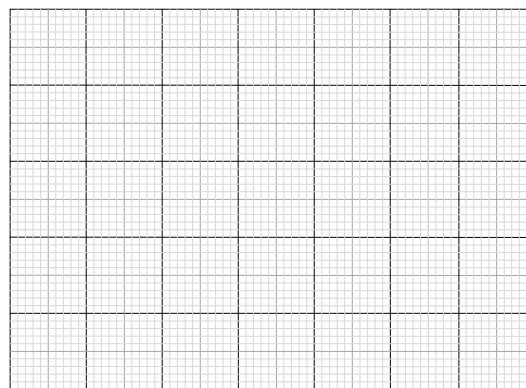
Caratteristiche di sollecitazione da trasmettere:

Forza che deve trasmettere la singola saldatura

saldatura 1: kN

saldatura 2: kN

saldatura 3: kN



Saldature del collegamento
e dimensioni ottenute

1. Determina il valore caratteristico F_k (per SLE) ed il valore di calcolo F_d (per SLU) della forza verticale trasmessa mediante il piatto verticale.

La trave principale e quelle secondarie sono tutti schemi isostatici (travi appoggiate agli estremi). Posso quindi calcolare il valore di F per aree di influenza, senza alcun coefficiente di continuità. F comprende quindi tutti i carichi che sono in un'area pari a 5.00 m (metà della lunghezza della trave principale) per 6.00 m (due volte la metà della lunghezza della trave secondaria).

I valori caratteristici sono già dati. Occorre però tener presente che il carico variabile dovuto a persone e quello dovuto a neve sono due carichi indipendenti. Quindi se ne prenderà uno al 100% (chiaramente quello dovuto a persone, che è nettamente maggiore) e l'altro ridotto per ψ_0 (che per la neve è 0.5). Si ha quindi

$$g_{k,pers} + \psi_0 q_{k,neve} = 4.4 \text{ kN/m}^2$$

Contemporaneamente, determino i valori di calcolo dai valori caratteristici a, moltiplicando g_k per γ_g (1.3) e q_k per γ_q (1.5). Si ha così

peso travi secondarie e principale $g_d = 0.39 \text{ kN/m}$

peso proprio del solaio $g_d = 3.38 \text{ kN/m}^2$

carico variabile dovuto a persone e neve $q_d = 6.60 \text{ kN/m}^2$

Riporto quindi l'analisi dei carichi per la valutazione di F_k e F_d (non distinguo tra carichi permanenti e variabili, perché non richiesto e non necessario per lo sviluppo dei calcoli)

elemento	lunghezza o area	F_k	F_d
solaio	$5.00 \times 6.00 = 30.00 \text{ m}^2$	78.0	101.4
travi secondarie	$4 \times 6.00 = 24.00 \text{ m}$	7.2	9.3
trave principale	5.00 m	1.5	2.0
persone e neve	$5.00 \times 6.00 = 30.00 \text{ m}^2$	132.0	198.0
TOTALE		218.7	310.7

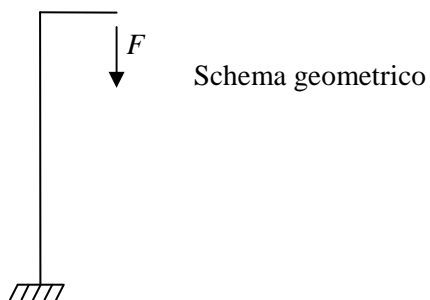
Quindi

$$F_k = 218.7 \text{ kN}$$

$$F_d = 310.7 \text{ kN}$$

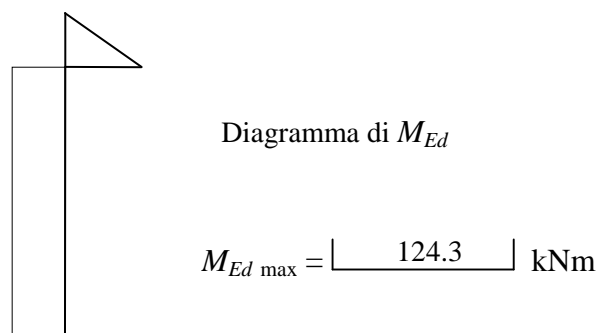
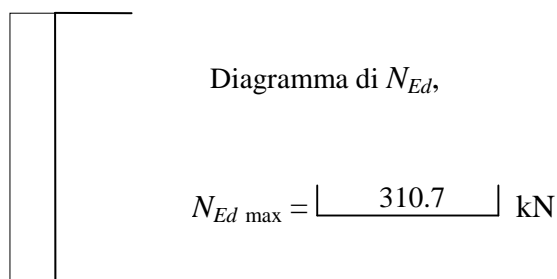
2. Traccia il diagramma dello sforzo normale N_{Ed} e del momento flettente M_{Ed} , con riferimento allo SLU e indicane i valori massimi.

Lo schema geometrico è quello di una mensola verticale con un tratto orizzontale all'estremo libero



Lo sforzo normale è nullo nel tratto orizzontale ed è pari a F nel tratto verticale. Quindi $N_{\max} = 310.7 \text{ kN}$.

Il momento varia linearmente nel tratto orizzontale, fino a un massimo pari a $F d$, essendo $d = 0.40 \text{ m}$, e quindi $M_{\max} = 124.3 \text{ kNm}$



3. Dimensiona la sezione della colonna, evidenziando cosa è stato più rilevante nella scelta (esempio: flessione, sforzo normale, snellezza, SLE).

La colonna è soggetta a pressoflessione. Lo sforzo normale non è particolarmente alto ed è quindi inutile progettare a solo sforzo normale centrato, perché verrebbe una sezione molto piccola; semmai, un limite può essere dato imponendo che la snellezza non sia eccessiva. La sezione deve essere dimensionata principalmente a flessione semplice, sia facendo riferimento allo SLU che allo SLE.

Dimensionamento a flessione, SLU.

Ipotizzo di usare un acciaio S275. Si ha

$$W_{pl} \geq \frac{M_{Ed} \gamma_{M0}}{f_y} = \frac{124.3 \times 10^6 \times 1.05}{275} = 474.5 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

Dimensionamento a flessione, SLE.

La colonna è una mensola di lunghezza L soggetta a momento flettente costante (cioè con una coppia M applicata all'estremo libero). Lo spostamento δ per tale schema è

$$\delta = \frac{M L^2}{2 E I}.$$

La condizione richiesta è che sia $\delta \leq L/100$. Quindi

$$\frac{M L^2}{2 E I} \leq \frac{L}{100} \rightarrow I \geq \frac{M L^2}{2 E} \times \frac{100}{L} = \frac{50 M L}{E}$$

Il momento da considerare è quello relativo allo SLE, ovvero $F_k d = 87.5 \text{ kNm}$. Quindi

$$I \geq \frac{50 \times 87.5 \times 10^6 \times 4.80 \times 10^3}{210000} = 10000 \times 10^4 \text{ mm}^4$$

Ulteriori limiti.

Può aver senso controllare che la snellezza non sia eccessiva. Un limite da non superare è $\lambda=200$. Poiché la lunghezza libera di inflessione l_0 è il doppio della lunghezza della mensola ($l_0 = 9.60 \text{ m}$) deve essere

$$i_{\min} \geq \frac{l_0}{200} = \frac{9600}{200} = 48 \text{ mm}$$

Dimensionamento.

Sceglierò un profilo HE, per non avere eccessivi problemi di snellezza nel piano debole. Un profilo che soddisfa tutti i requisiti è l'HE 240 B o l'HE 260 A. Scelgo quest'ultimo perché più leggero. Per questo è:

A	$86.8 \times 10^2 \text{ mm}^2$
I	$10450 \times 10^4 \text{ mm}^4$
W_{pl}	$919.8 \times 10^3 \text{ mm}^3$
i_y	109.7 mm
i_z	65 mm
h	250 mm
b	260 mm
t_f	12.5 mm

Come si vede, il limite più condizionante è stato quello allo SLE.

4. Verifica a pressoflessione la colonna, specificando quale metodo utilizzi, quanto valgono le resistenze (N_{Rd} , $N_{b,y,Rd}$, $N_{b,z,Rd}$, M_{Rd}) e tracciando il dominio di resistenza.

Per il profilo prescelto si ha:

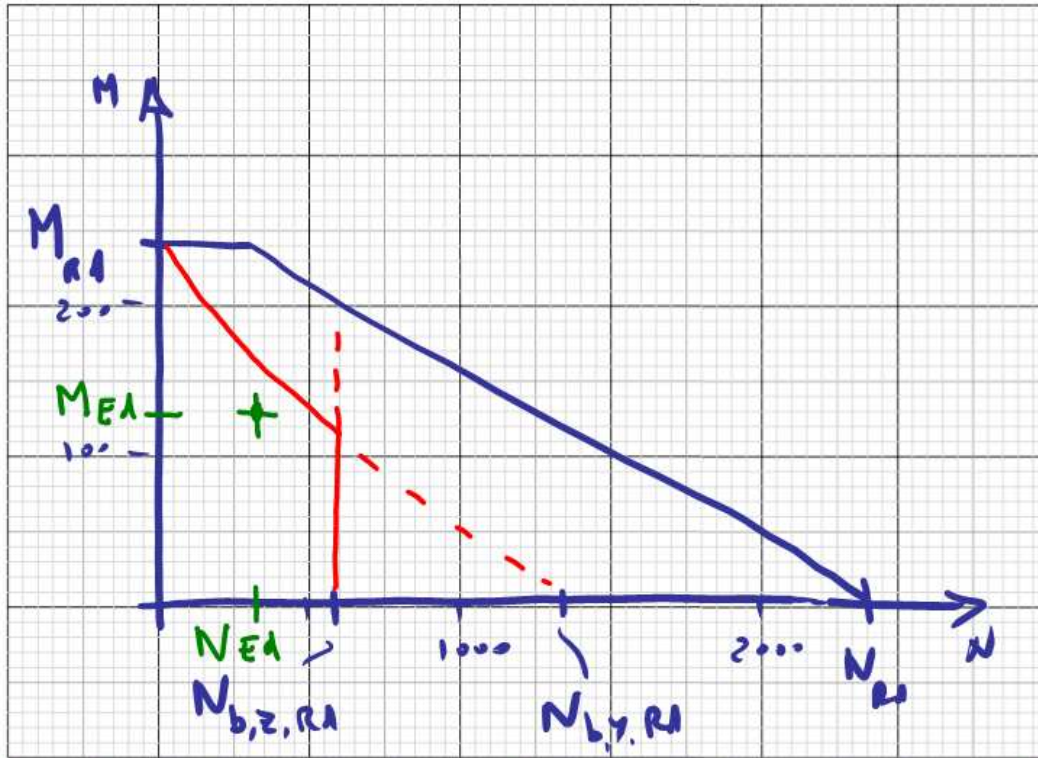
$$M_{Rd} = 919.8 \times 10^3 \times \frac{275}{1.05} \times 10^{-6} = 240.9 \text{ kNm}$$

$$N_{Rd} = 86.8 \times 10^2 \times \frac{275}{1.05} \times 10^{-3} = 2273 \text{ kN}$$

$$\lambda_y = \frac{9600}{109.7} = 87.5 \quad \bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = \frac{87.5}{86.8} = 1.01 \quad \alpha = 0.34 \quad \chi_y = 0.592 \quad N_{b,y,Rd} = 1346 \text{ kN}$$

$$\lambda_z = \frac{9600}{65} = 147.7 \quad \bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = \frac{147.7}{86.8} = 1.70 \quad \alpha = 0.49 \quad \chi_z = 0.257 \quad N_{b,z,Rd} = 585 \text{ kN}$$

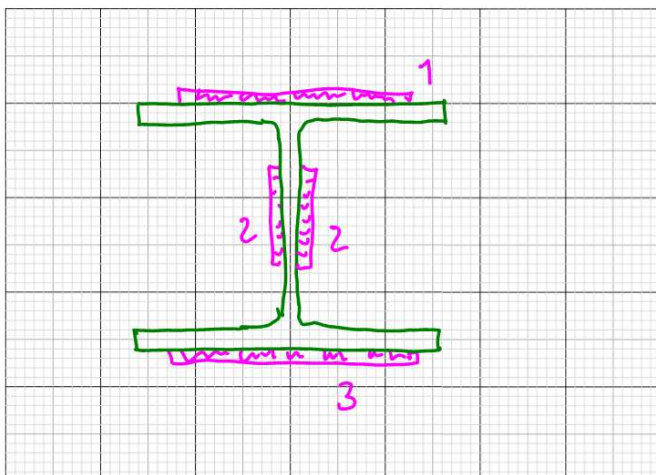
Scelgo di usare il metodo B. Qualitativamente, il dominio è il seguente.



La sezione è verificata perché la coppia $M_{Ed}-N_{Ed}$ è interna al dominio (curva rossa).

5. Progetta il collegamento saldato (a cordoni d'angolo) in testa alla colonna, indicando dove metti le saldature e come è sollecitata ciascuna di esse.

Le saldature devono trasmettere taglio e momento flettente. Si noti che il taglio è sempre pari alla forza ($V_{Ed} = 310.7 \text{ kN}$), ma il momento che deve trasmettere il collegamento è pari alla distanza tra la forza e l'ala della colonna, che è 400 mm meno metà altezza della colonna ($250 \text{ mm} / 2$) e quindi 275 mm. Quindi ($M_{Ed} = 85.5 \text{ kNm}$).



Lo schizzo mostra le saldature disposte. La 1 e la 3 portano il momento flettente (ciascuno con una forza pari a momento diviso braccio, cioè $85.5/0.25=342$ kN. Le due saldature 2 portano il taglio e quindi ciascuna delle due porta una forza pari a 155.4 kN.

Avendo usato un acciaio S275 la resistenza del materiale della saldatura, col modello sferico, è $f_{vwd}=233.7$ MPa. Si ha quindi, se si assume ad esempio che per le saldature 1 e 3 sia $a=6$ mm

$$l = \frac{F}{a f_{vwd}} = \frac{342 \times 10^3}{6 \times 233.7} = 244 \text{ mm}$$

Per le saldature 2 basta una altezza di gola minore. Assumo $a=4$ mm ottenendo

$$l = \frac{F}{a f_{vwd}} = \frac{155.4 \times 10^3}{4 \times 233.7} = 166 \text{ mm}$$