

Calcestruzzo Armato

Trave

Partendo dalle dimensioni impostate in pianta per prima cosa mi ricavo l'area d'influenza della trave più sollecitata, ovvero quella che porta il solaio e l'interasse.

$$A_{\text{influenza}} = 15 \text{ m}^2$$

Seconda cosa poi, ci calcoliamo i carichi che scaricano sulla trave:

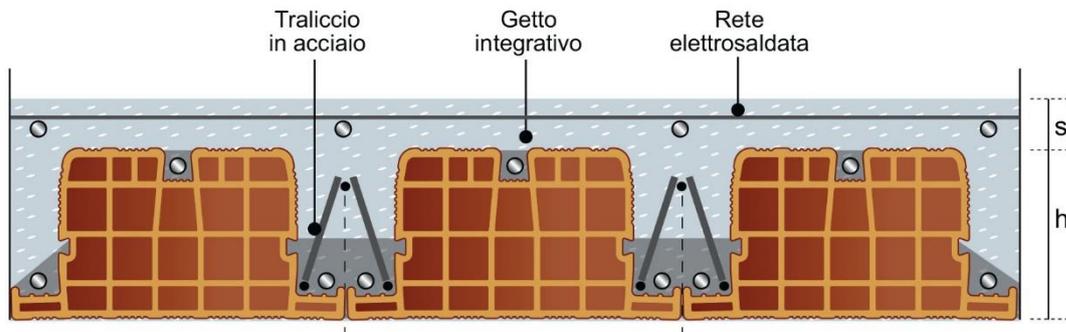
q_s : carico strutturale dato da tutti gli elementi che hanno funzione strutturale;

q_p : carico permanente dato da tutti gli elementi presenti nel solaio ma che non hanno funzione strutturale;

q_a : carico accidentale, dato dalla normativa, in questo caso $q_a = 2 \text{ kN/m}^2$ perché si prende in considerazione la destinazione d'uso abitativa (Albergo).

Parto da un solaio prefabbricato:

Dati tecnici				Pannelli normali		Pannelli preintonacati	
altezza laterizio h (cm)	spessore soletta s (cm)	altezza solaio H (cm)	CLS in opera dm ³ /m ²	peso pannello prefabbricato kg/m ²	peso solaio in opera kg/m ²	peso pannello prefabbricato kg/m ²	peso solaio in opera kg/m ²
12	4	16	47	135	250	175	290
16	4	20	63	150	300	190	340
20	4	24	73	165	340	205	380
24	4	28	83	180	380	220	420
28	4	32	95	195	420	235	460



$$q_s = 300 \text{ kg/m}^2 \rightarrow \text{circa } 3,00 \text{ KN/m}^2$$

$$q_p = 3,80 \text{ KN/m}^2 \text{ (Intonaco } 0,4 \text{ KN/m}^2 \text{ ; Massetto } 0,9 \text{ KN/m}^2 \text{ ; Allettamento } 0,4 \text{ KN/m}^2 \text{ ; Pavimento } 0,6 \text{ KN/m}^2 \text{ ; Tramezzi } 1 \text{ KN/m}^2 \text{ ; Impianti } 0,5 \text{ KN/m}^2 \text{)}$$

$$q_a = 2 \text{ KN/m}^2$$

Inserendo i valori sopra indicati il foglio calcolerà il carico ultimo q_u in base all'equazione:

$$q_u = (\gamma_s q_s + \gamma_p q_p + \gamma_a q_a)$$

e, successivamente, inserendo la luce, M_{max}

$$M_{max} = q l^2 / 8$$

interasse (m)	q_s (KN/m ²)	q_p (KN/m ²)	q_a (KN/m ²)	q_u (KN/m)	luce (m)	M_{max} (KN*m)
3,00	3,00	3,80	2,00	37,80	5,00	118,13

Ora scelgo la classe di resistenza del materiale, per l'acciaio **B450A** e per il calcestruzzo **C32/40**, dove **F_{ck}=32 N/mm²**.

conoscendo F_{yk} e F_{ck} il foglio calcola la tensione di progetto di entrambi i materiali secondo le equazioni:

$$F_{yd} = F_{yk} / \gamma_s \text{ dove } \gamma_s = 1,15 \text{ e } F_{cd} = \alpha_c (F_{ck} / \gamma_c) \text{ dove } \gamma_c = 1,5 \text{ e } \alpha_c = 0,85$$

Con questi dati, fissando la base della sezione, trovo l'altezza utile della sezione h_u , ed impostando le dimensioni del copri ferro δ anche l'altezza minima della sezione H_{min} , infine la ingegnerizzo.

Le ultime tre colonne del foglio Excel mi permettono di calcolare il peso proprio della trave conoscendo la sezione (area) e il peso specifico del Cls Armato 25 kN/m³.

f_{yk} (N/mm ²)	f_{yd} (N/mm ²)	f_{ck} (N/mm ²)	f_{cd} (N/mm ²)	β	r	b (cm)	h_u (cm)	δ (cm)	H_{min} (cm)	H	H/l	area (m ²)	peso unitario (KN/m)
450,00	391,30	32,00	18,13	0,41	2,38	30,00	35,02	5,00	40,02	50,00	0,08	0,15	3,75

Questo dato ci permette di verificare se la sezione scelta è in grado di portare i carichi indicati all'inizio e il peso della trave stessa. Questa verifica può essere effettuata sommando al carico totale q_u , il peso proprio della trave moltiplicato per il fattore di sicurezza 1,3. Se l'altezza che viene fuori dal nuovo dimensionamento è minore di quella precedentemente scelta, la sezione risulterà verificata con l'aggiunta del peso proprio.

q_u (KN/m)	luce (m)	M_{max} (KN*m)	f_{yk} (N/mm ²)	f_{yd} (N/mm ²)	f_{ck} (N/mm ²)	f_{cd} (N/mm ²)	β	r	b (cm)	h_u (cm)	δ (cm)	H_{min} (cm)	H
37,80	5,00	118,13	450,00	391,30	32,00	18,13	0,41	2,38	30,00	35,02	5,00	40,02	50,00
42,68	5,00	133,36	450,00	391,30	32,00	18,13	0,41	2,38	30,00	37,21	5,00	42,21	verificata

Pilastro

Sempre partendo dalla pianta ricavo l'area d'influenza del pilastro più sollecitato, ovvero quello del piano terra che porta il peso di tutti i piani superiori.

$$A_{influenza} = 15 \text{ m}^2$$

Calcolo i pesi che il pilastro deve sostenere.

Il primo carico è proprio quello relativo alle travi e lo calcolo sommando i contributi di ogni trave, ottenuti moltiplicando il peso unitario (ottenuto prima) per la loro lunghezza contenuta nell'area di influenza del pilastro, moltiplicato per il fattore di sicurezza 1,3.

Il secondo invece è il carico q_u relativo al solaio e dato da $q_u = (\gamma_s q_s + \gamma_p q_p + \gamma_a q_a) A_{influenza}$.

L_p	L_s	Area	trave _p	trave _s	q_{trave}	q_s	q_p	q_a	q_{solaio}
m	m	m ²	kN/m	kN/m	kN	kN/mq	kN/mq	kN/mq	kN
3,00	5,00	15,00	3,75	3,75	39,00	3,00	3,80	2,00	189,00

Con questi dati posso calcolarmi la forza di compressione N data da :

$$N = (q_{trave} + q_u) nr \text{ piani}$$

L_p	L_s	Area	trave _p	trave _s	q_{trave}	q_s	q_p	q_a	q_{solaio}	n_{piani}	N
m	m	m ²	kN/m	kN/m	kN	kN/mq	kN/mq	kN/mq	kN		kN
3,00	5,00	15,00	3,75	3,75	39,00	3,00	3,80	2,00	189,00	4	912

Nella parte successiva definisco le classi di resistenza dei materiali, scelgo le stesse usate per la trave, per l'acciaio **B450A** e per il calcestruzzo **C32/40**, così facendo dimensiono la sezione del pilastro trovando l'area minima.

Inserisco poi il valore del modulo di elasticità E , il valore di β (che è legato ai vincoli a cui è soggetto il pilastro), ed I cioè l'altezza del pilastro.

Determino con questi dati il valore massimo della snellezza che può avere l'elemento che stiamo dimensionando e il valore minimo del raggio di inerzia secondo le equazioni:

$$\lambda_{max} = \pi \sqrt{\frac{E}{f_{cd}}} \quad e \quad \rho_{min} = \frac{l_0}{\lambda_{max}}$$

f_{ck}	f_{cd}	A_{min}	b_{min}	E	β	I	λ^*	ρ_{min}	b_{min}	b	h_{min}
Mpa	Mpa	cm ²	cm	Mpa		m		cm	cm	cm	cm
32,0	18,1	502,9	22,4	21000	2,00	4,00	106,91	7,48	25,92	35,00	14,37

Entrambi servono per calcolare infine i due valori di base ed altezza minima della sezione del pilastro che saranno ingegnerizzati, trovando b_{design} , h_{design} ed infine A_{design} e il momento d'inerzia I_{design} . Inserendo questi ultimi dati possiamo ricavarci la prima dimensione, cioè la base minima della sezione, che dobbiamo ingegnerizzare. Mentre l'altra dimensione, l'altezza minima, la ricaviamo dividendo l'area (precedentemente trovata dal dimensionamento a resistenza) per la base; anche questa andrà ingegnerizzata.

Poiché il pilastro nel Cls Armato deve essere sottoposto alla verifica di presso-flessione devo imporre che la tensione massima sia minore della resistenza di progetto e devo tener conto del momento massimo generato dalla struttura ($M_t = q_t L_p^2 / 12$; dove $q_t = (\gamma_s q_s + \gamma_p q_p + \gamma_a q_a) L_s$).

Si procede al calcolo del modulo di resistenza a flessione massimo ($W_{max} = bh^2/6$) e, successivamente, della tensione massima ammissibile ($\sigma = (N/A) + (M_t/W_{max})$), che per essere verificata non deve essere maggiore della tensione di progetto del materiale.

h	A_{design}	I_{design}
cm	cm ²	cm ⁴
30,00	1050	107188

Mensola

Nel dimensionamento della mensola si inizia sempre impostando l'interasse, i carichi relativi al solaio (q_s , q_p , q_a) e il carico complessivo $q_u = (\gamma_s q_s + \gamma_p q_p + \gamma_a q_a) i$; imposto anche la luce della mensola e così trovo il $M_{max} = q_u L^2 / 2$.

Scelgo la classe di resistenza del materiale, per l'acciaio **B450A** e per il calcestruzzo **C32/40**, quindi ricavo calcola la tensione di progetto di entrambi i materiali: F_{yd} e F_{cd} .

interasse (m)	q_s (kN/mq)	q_p (kN/mq)	q_a (kN/mq)	q_u (kN/m)	luce (m)	M_{max} (kN*m)	f_{yk} (N/mm ²)	f_{yd} (N/mm ²)	f_{ck} (N/mm ²)	f_{cd} (N/mm ²)
3	3,00	3,80	2,00	37,80	2	75,60	450	391,30	32	18,13

Continuo con lo stesso procedimento usato nel dimensionamento della trave; con questi dati, fissando la base della sezione, trovo l'altezza utile della sezione h_u , ed impostando le dimensioni del copri ferro δ anche l'altezza minima della sezione H_{min} ; infine la ingegnerizzo.

β	r	b (cm)	h_u (cm)	δ (cm)	H_{min} (cm)	H (cm)
0,41	2,38	30,00	28,02	5,00	33,02	50,00

Trovandoci ad analizzare la mensola, sappiamo che dimensionando la sezione è necessario effettuare la verifica a deformabilità controllando l'abbassamento massimo della stessa in rapporto alla sua luce.

Quindi vanno ricombinati i carichi incidenti sulla struttura secondo l'equazione considerando anche il peso proprio dell'elemento strutturale ($A \times 25 \text{ kN/m}^3$):

$$q_e = (q_s + q_p + 0,5 q_a) i + P_{\text{strutturale}}$$

Infine inserendo il modulo elastico E del CIs pari a 21000 N/mm^2 , con i dati descritti sopra, ricavo il momento d'inerzia $I_x = bh^3/12$ mi ricavo l'abbassamento massimo :

$$v_{\text{max}} = q_e l^4 / 8EI_x$$

e verificare che il rapporto tra la luce della trave e il suo spostamento massimo sia maggiore di 250, come imposto dalla normativa in base al tipo di elemento strutturale considerato.

$$l / v_{\text{max}} > 250$$

area (m ²)	peso (kN/m)	q _e	E (N/mm ²)	I _x (cm ⁴)	v _{max} (cm)	l/v _{max}	
0,15	3,75	27,15	21000	312500	0,08	2417,13	Sì

Come già fatto nella trave, verifico che la sezione scelta è in grado di portare i carichi indicati all'inizio e il peso della trave stessa. Questa verifica può essere effettuata sommando al carico totale q_u , il peso proprio della trave moltiplicato per il fattore di sicurezza 1,3. Se l'altezza che viene fuori dal nuovo dimensionamento è minore di quella precedentemente scelta, la sezione risulterà verificata con l'aggiunta del peso proprio.

q _u (kN/m)	luce (m)	M _{max} (kN*m)	f _{yk} (N/mm ²)	f _{yd} (N/mm ²)	f _{sk} (N/mm ²)	f _{sd} (N/mm ²)	β	r	b (cm)	h _u (cm)	δ (cm)	H _{min} (cm)	H (cm)
37,80	2,00	75,60	450	391,30	32	18,13	0,41	2,38	30,00	28,02	5,00	33,02	50,00
42,68	2,00	85,35	450,00	391,30	32,00	18,13	0,41	2,38	30,00	29,77	5,00	34,77	verificata