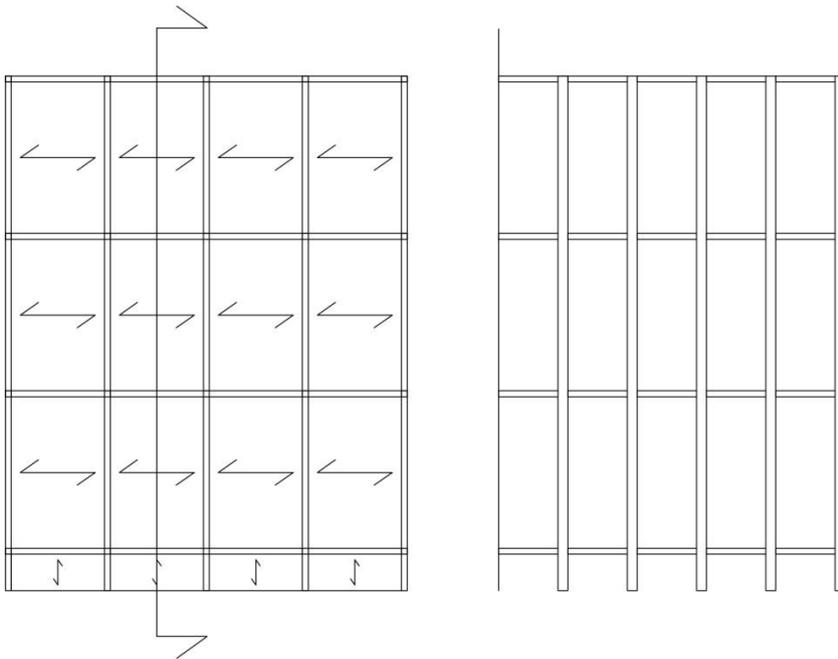


Esercitazione 2 : progetto di un telaio in acciaio, legno e calcestruzzo

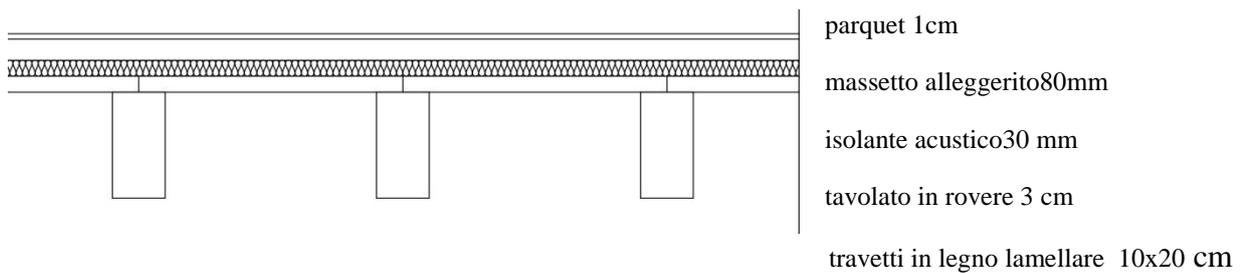
Studenti: Lucrezia Rodriguez, Pietro Sircana

Legno

Abbiamo ipotizzato una struttura di cinque piani di 20x26m con campate 5mx8m e uno sbalzo di 2m, come illustrato in figura



Abbiamo poi scelto la tecnologia del solaio, di cui riportiamo la stratigrafia



A questo punto abbiamo calcolato il carico al metro quadro dovuto al solaio. Questo si divide in: carichi strutturali Q_s , carichi permanenti Q_p e carichi variabili Q_a .

Carichi strutturali Q_s

-Incidenza **travetti** :

interasse. 0,5m

n travetti al metro: 2

$$\gamma = 7,2 \text{ KN/m}^3$$

$$\text{carico al mq: } 7,2 * 0,1 * 0,2 * 2 = 0,288 \text{ KN/ m}^2$$

-Incidenza **tavolato in legno di rovere:**

$$\gamma = 700 \text{ kg/m}^3 = 6,87 \text{ KN/m}^3$$

spessore= 3cm

$$\text{carico al mq: } 6,87 * 0,03 = 0,2061$$

$$\text{TOT. } Q_s = 0,5 \text{ kn/m}^2$$

Carichi permanenti Q_p :

-Incidenza **pavimento in parquet:**

$$\gamma = 800 \text{ kg/m}^3 = 7,85 \text{ KN/m}^3$$

spessore: 1cm

$$\text{carico al mq: } 7,85 * 0,01 = 0,08 \text{ kN/ m}^2$$

-Incidenza **isolante acustico :**

carico mq 0,03 K/m² (prontuario)

-Incidenza **massetto alleggerito:**

$$\gamma = 1600 \text{ kg/m}^3 = 15,7 \text{ kN/ m}^3$$

spessore: 4 cm

$$\text{carico la mq: } 15,7 * 0,04 = 0,628 \text{ KN/m}^2$$

-Incidenza **tramezzi:**

$$1 \text{ KN/m}^2$$

-Incidenza **impianti:**

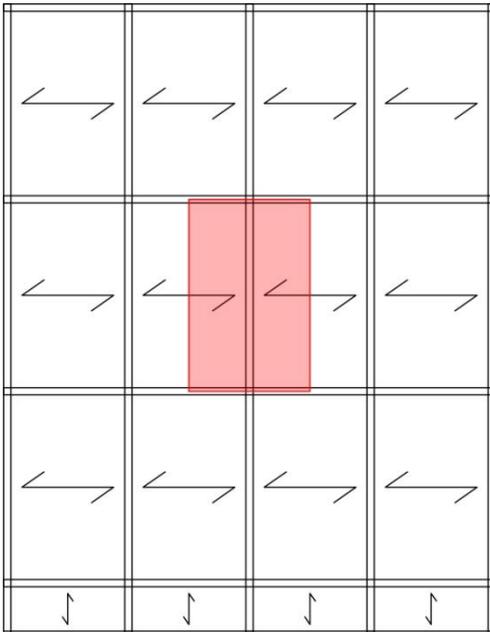
$$0,5 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{TOT. } Q_p = 2,238 \text{ KN/m}^2$$

Carichi accidentali Q_a : 2 KN/m² (civile abitazione)

A questo punto siamo passati al predimensionamento degli elementi strutturali più sollecitati

Trave:



Abbiamo riportato in figura l'area di influenza della trave più sollecitata.

Abbiamo inserito su excel i carichi e gli interassi e abbiamo quindi ottenuto q_u (il carico lineare che insiste sulla trave in combinazione di carico SLU).

Il foglio excel, una volta inserita la luce della trave calcola anche il M_{max} (seguendo il modello di trave appoggiata) che equivale a $q_u l^2 / 8$

Abbiamo poi inserito i dati relativi al materiale:

Avendo scelto un legno lamellare GL24h $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$

La tensione di progetto f_d si ottiene invece dalla seguente formula

$$f_d = k_{mod} f_{m,k} / \gamma_m$$

Inseriamo $k_{mod} = 0,8$ esso è un coefficiente diminutivo che dipende dalla durata del carico e dalle condizioni ambientali in cui si trova la struttura. Nel nostro caso le condizioni ambientali rientrano nella classe 1 (l'elemento strutturale si trova all'interno di una struttura riscaldata), abbiamo quindi scelto dalla tabella dei k_{mod} relativi a questa classe 0,8 corrispondente ai carichi di media durata (in caso di combinazioni di carichi di durata differente ci si riferisce al carico con la durata più breve per la determinazione della classe di durata della combinazione. Sono infatti le sollecitazioni più elevate a causare il danneggiamento e quindi la rottura del materiale: queste sollecitazioni estreme sono presenti soltanto durante l'azione contemporanea di tutti i carichi previsti dalla combinazione considerata).

Inseriamo $\gamma_m = 1,45$ in quanto coefficiente relativo al legno lamellare.

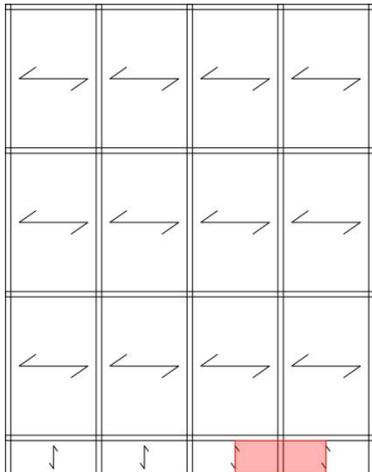
Adesso possiamo progettare la sezione: il nostro metodo prevede che l'unica incognita sia h perciò scegliamo una base dai proutuari. Imponiamo quindi $b = 24 \text{ cm}$

Larghezza b (cm)							
10	12	14	16	18	20	22	24
Altezza h (cm) - lamelle da 40,5 mm -							
h	h	h	h	h	h	h	h
8	44,3	80,8	117,3	153,7	190,2	226,6	263,1
12	48,3	84,9	121,3	157,8	194,2	230,7	267,1
16	52,4	88,9	125,4	161,8	198,3	234,7	271,1
20	56,4	93,0	129,4	165,9	202,3	238,7	275,1
24	60,5	97,0	133,5	169,9	206,4	242,7	279,1
28	64,6	101,1	137,5	174,0	210,4	246,7	283,1
32	68,7	105,1	141,6	178,0	214,5	250,7	287,1
36	72,7	109,2	145,6	182,0	218,5	254,7	291,1
40	76,8	113,2	149,7	186,1	222,6	258,7	295,1

interasse (m)	q _s (KN/m ²)	q _p (KN/m ²)	q _a (KN/m ²)	q ₀ (KN/m)	luce (m)	M _{max} (KN ² m)	f _{m,k} (N/mm ²)	k _{mod}	γ _m	f _d (N/mm ²)	b (cm)	h _{min} (cm)	H (cm)
5,00	0,50	2,24	2,00	35,05	8,00	280,40	24,00	0,80	1,45	13,24	24,00	72,76	76,80

Dai calcoli otteniamo h_{min} che andiamo poi a ingegnerizzare con una sezione presente in prontuario

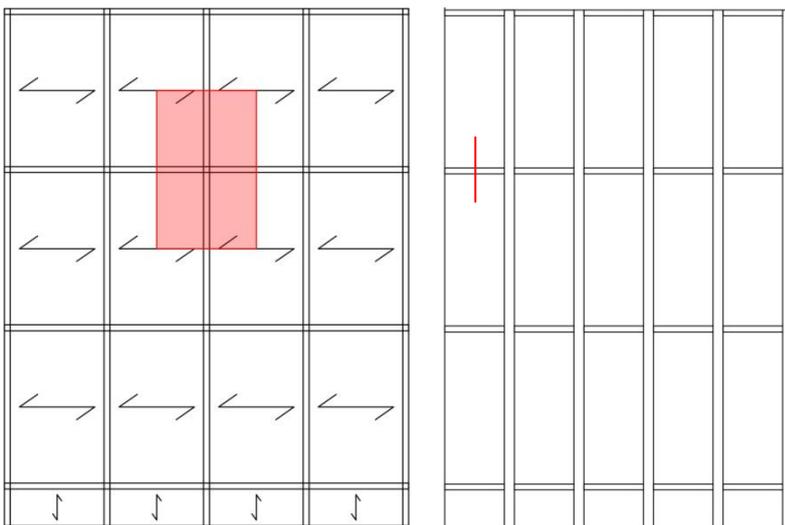
Passiamo ora alla progettazione dello **sbalzo**:



La prima parte dei calcoli dello sbalzo è analoga a quella della trave considerando però come modello la mensola. Otteniamo quindi $M_{max} = q_0 l^2 / 2$. E' necessario però condurre un'ulteriore verifica rispetto alla trave: l'abbassamento, che non deve essere superiore a $1/250 l$. Questa verifica si svolge allo SLE quindi useremo una combinazione di carico diversa (q_e). Inserendo il modulo elastico E del materiale e ottenendo dall'excel la I_x possiamo quindi calcolare l'abbassamento v_{max}.

interasse (m)	q _s (kN/mq)	q _p (kN/mq)	q _a (kN/mq)	q ₀ (kN/m)	luce (m)	M _{max} (kN ² m)	f _{m,k} (N/mm ²)	k _{mod}	γ _m	f _d (N/mm ²)	b (cm)	h _{min} (cm)	H (cm)	E (N/mm ²)	I _x (cm ⁴)	q _e (kN/m)	v _{max} (cm)	W _{max}	
5	0.50	2.24	2.00	35.05	2	70.1	24	0.8	1.45	13.24	20	39.85	40	11600	106667	19	0.30	661.68	SI

Passiamo ora al calcolo del **pilastro** più sollecitato:



Il pilastro più sollecitato è quello del piano terra poiché su di esso si trasferiscono i carichi di tutti i piani superiori. Per tener conto di questo è necessario inserire sull'excel: L₁ e L₂ (lati della sua area

di influenza con cui convertiamo il carico superficiale in carico puntuale); i carichi dovuti alla trave principale e secondaria; i carichi del solaio precedentemente calcolati; il numero dei piani.

8,00	0,50	2,24	2,00	56,08	5,00	175,25	24,00	0,80	1,45	13,24	24,00	57,52	60,50
------	------	------	------	-------	------	--------	-------	------	------	-------	-------	-------	-------

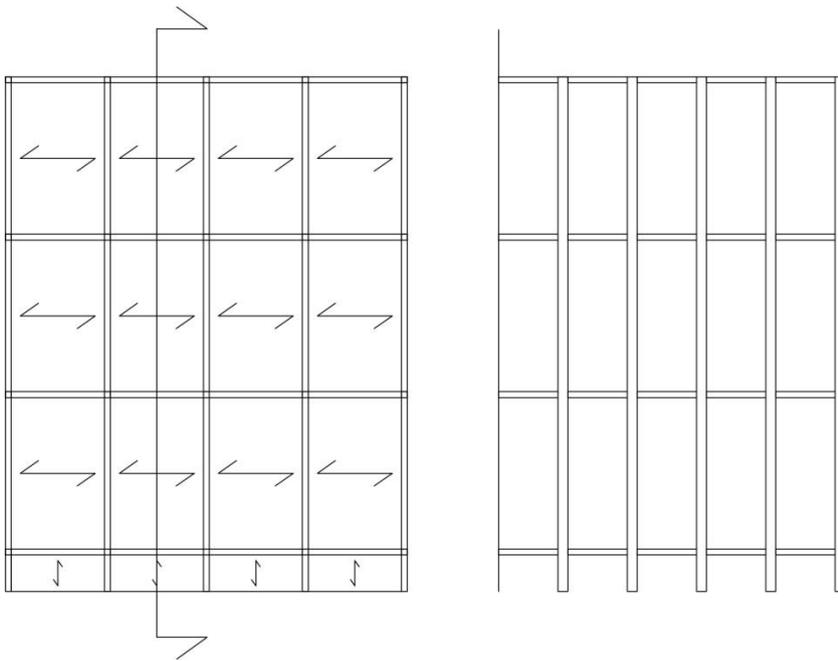
Dimensionamento trave secondaria

A questo punto otterremo l'area minima necessaria a resistere allo sforzo di compressione, va però eseguita una seconda verifica per accertarsi che non si incorra in fenomeni di instabilità.

L ₁	L ₂	Area	trave _p	trave _s	q _{trave}	q _s	q _p	q _a	q _{solaio}	n _{piani}	N	f _{c0,k}	k _{mod}	γ _m	f _{c0d}	A _{min}	E _{0,05}	β	I	λ _{max}	ρ _{min}	b _{min}	b	h _{min}	h	A _{design}	I _{design}
m	m	m ²	kN/m	kN/m	kN	kN/mq	kN/mq	kN/mq	kN		kN	Mpa			Mpa	cm ²	Mpa		m		cm	cm	cm	cm	cm	cm ²	cm ⁴
8,00	5,00	40,00	1,11	0,90	17,39	0,50	2,24	2,00	280,40	5	1489	24,00	0,80	1,45	13,24	1124,5	9400	1,0	3,50	83,66	4,18	14,49	35,00	32,13	35,00	1225	125052

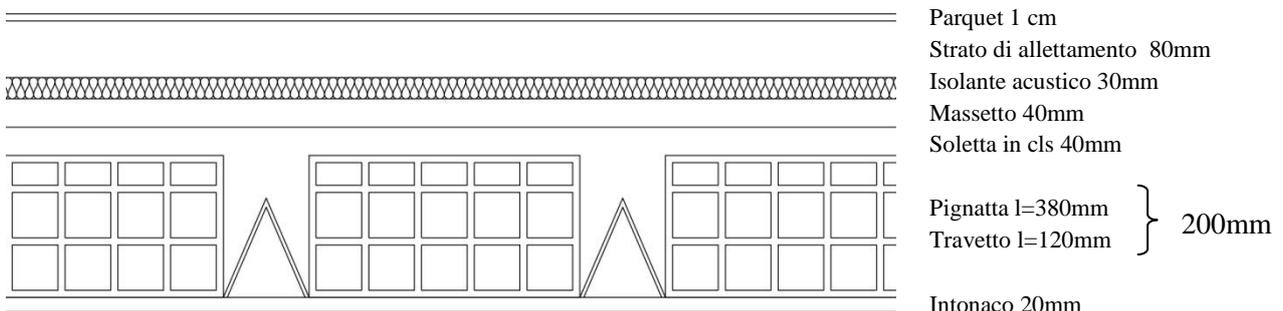
Calcestruzzo

Abbiamo ipotizzato una struttura di cinque piani di 20x26m con campate 5mx8m e uno sbalzo di 2m, come illustrato in figura.



Abbiamo poi scelto come tecnologia per il solaio la tipologia in latero cemento armato, riportiamo in figura la stratigrafia.

A questo punto abbiamo calcolato il carico al metro quadro dovuto al solaio. Questo si divide in:



carichi strutturali Q_s , carichi permanenti Q_p e carichi variabili Q_a .

Carichi strutturali Q_s :

-incidenza della **soletta**:

$$\gamma = 25 \text{ KN/m}^3$$

spessore = 40 mm

$$\text{carico al m}^2 = 25 * 0,04 = 1 \text{ KN/ m}^2$$

-incidenza **pignatte**

Calcoliamo il numero di pignatte al m: $1/\text{interasse} = 1/ 0,5 \text{ m} = 2/\text{m}$

$$\gamma = 6 \text{ KN/m}^3$$

$$\text{carico al m}^2 = 6 * 0,38 * 0,2 = 0,912 \text{ KN/m}^2$$

-incidenza dei **travetti**:

$$\gamma = 25 \text{ KN/m}^3$$

base=0,12m

h=0,20m

interasse= 0,5 m

$$\text{carico al m}^2 \text{ dei travetti: } 25 * 0,12 * 0,2 * 2 = 1,2 \text{ KN/m}^2$$

Carichi permanenti Q_p :

-Incidenza **parquet**

Carico al mq: 0,08 KN/m²

-Incidenza **massetto**:

$$\gamma = 20 \text{ KN/m}^3$$

spessore: 120 mm

$$\text{carico al mq: } 20 * 0,12 = 2,4 \text{ KN/m}^2$$

-Incidenza **isolante acustico**:

0,03 kN/m²

-incidenza **intonaco**:

$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$

spessore: 20 mm

carico al mq: 0,4 kN/m²

-Incidenza **tramezzi**:

1 kN

-Incidenza **impianti** :

0,5 kN/m²

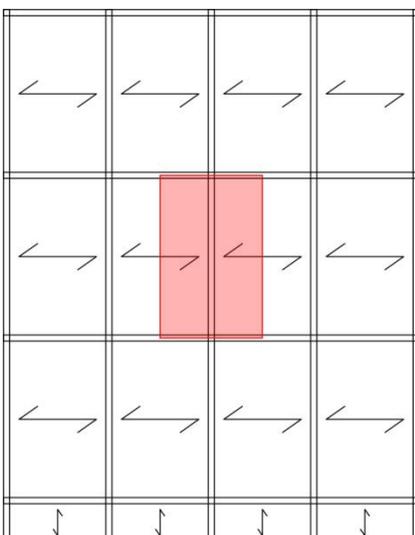
TOT.Q_p: 4,41 kN/m²

Carichi accidentali Q_a:

2 kN/m² (civile abitazione)

A questo punto siamo passati al predimensionamento degli elementi strutturali più sollecitati

Trave:



Fino al calcolo del momento max si procede come nel caso del legno, a questo punto bisogna inserire le resistenze caratteristiche di calcestruzzo e acciaio, che vengono ridotte di un coefficiente di sicurezza ottenendo f_{cd} e f_{yd} .

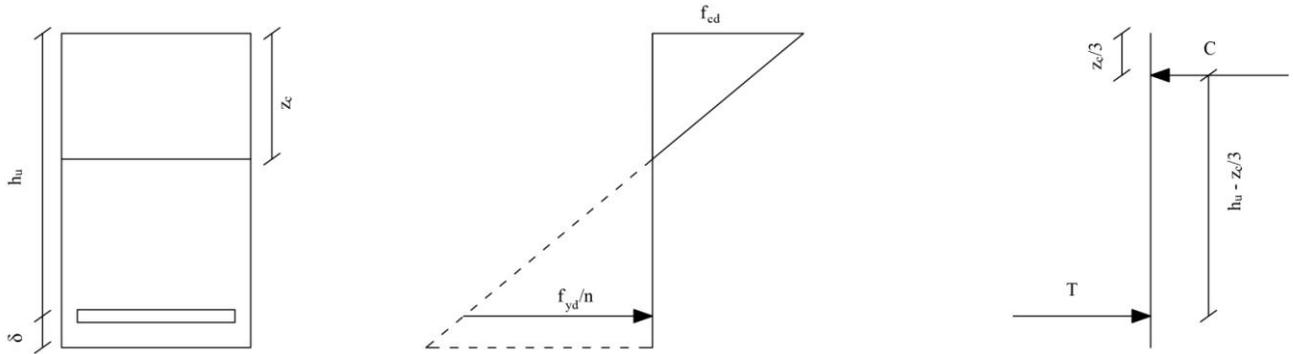
Gli altri dati da inserire nell'excel sono δ e la base, da stabilire, a questo punto il foglio di calcolo ci darà l'altezza sfruttando questa formula:

$$h_u = r \sqrt{(M_{max} / b)}$$

dove $r = \sqrt{(2 / (f_{cd}(1 - \beta/3)\beta))}$

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

Per capire le formule riportate sopra consideriamo una sezione generica di una trave in CLS soggetta a flessione:

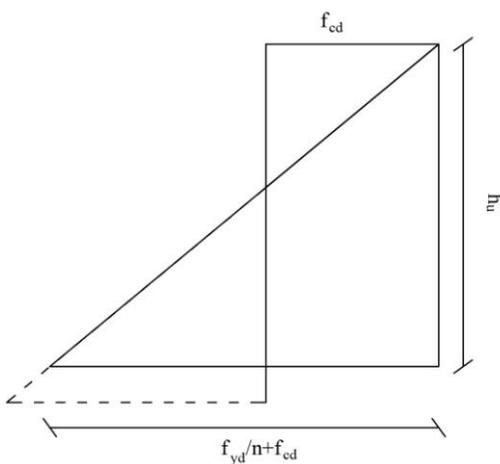


h_u , la nostra incognita è la distanza tra il lembo compresso e il baricentro delle armature.

Osservando il diagramma delle tensioni vediamo che la parte compressa ha una distribuzione a farfalla, troviamo le tensioni maggiori sul lembo compresso che hanno valore pari a f_{cd} ; per quanto riguarda la zona tesa vediamo invece che il calcestruzzo non contribuisce mentre l'acciaio ha una tensione pari a f_{yd} che viene divisa per il coefficiente n in modo da omogeneizzare la sezione. Possiamo schematizzare l'andamento delle tensioni attraverso le due risultanti C e T, applicheremo C nel baricentro del triangolo quindi ad una distanza dal lembo compresso pari a $z_c/3$.

Queste risultanti sono una coppia di forze con braccio $h_u - z_c/3$.

Dal momento che sia h_u che z_c sono incognite sfruttiamo la similitudine fra triangoli per metterle in relazione



Possiamo scrivere:

$$z_c / f_{cd} = h_u / (f_{cd} + f_{yd}/n)$$

Quindi:

$$z_c = f_{cd} / (f_{cd} + f_{yd}/n) * h_u$$

$$z_c = \beta * h_u$$

Sappiamo che le tensioni nascono per equilibrare il momento di progetto, quindi facciamo un equilibrio alla rotazione facendo polo in T, imponiamo quindi:

$$M_{max} = C * \text{braccio}$$

$$M_{max} = C * (h_u - z_c/3)$$

$$\text{Sapendo che } C = (f_{cd} z_c b) / 2$$

Riscriviamo:

$$(f_{cd} z_c b)/2 * (h_u - z_c/3) = M_{max}$$

Sostituiamo ora Z_c e otteniamo:

$$(b h_u^2 \beta f_{cd})/2 * (1 - \beta/3) = M_{max}$$

Quindi sostituendo con r :

$$M_{max} = (\beta h_u^2)/r^2$$

Infine:

$$h_u = r \sqrt{(M_{max}/\beta)}$$

Ritornando all'esercizio, inseriamo quindi b e δ (scelti arbitrariamente) e otteniamo h_u e quindi

$H_{min} (h_u + \delta)$

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)	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/I	area (m ²)	peso unitario (KN/m)
5,00	3,11	4,41	2,00	68,30	8,00	546,42	450,00	391,30	28,00	15,87	0,38	2,46	50,00	64,56	5,00	69,56	70,00	0,09	0,35	8,75
				79,68	8,00	637,42	450,00	391,30	28,00	15,87	0,38	2,46	50,00	69,73	5,00	74,73	non verificato			

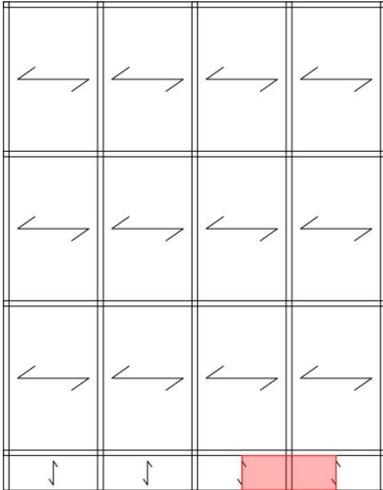
Stabilita base e altezza l'excel aggiunge ai carichi dovuti al solaio anche il peso proprio della trave,

nel nostro caso al primo tentativo la verifica non è stata soddisfatta quindi abbiamo aumentato

l'altezza della trave.

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)	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/I	area (m ²)	peso unitario (KN/m)
5,00	3,11	4,41	2,00	68,30	8,00	546,42	450,00	391,30	28,00	15,87	0,38	2,46	50,00	64,56	5,00	69,56	80,00	0,09	0,40	10,00
				81,30	8,00	650,42	450,00	391,30	28,00	15,87	0,38	2,46	50,00	70,43	5,00	75,43	verificata			

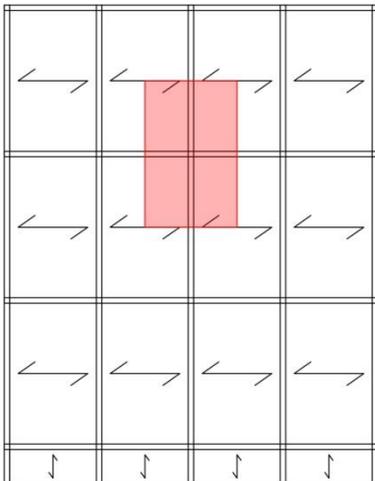
Sbalzi



Il dimensionamento dello sbalzo si svolge come quello della trave ma considerando uno schema statico diverso. Come è stato per il legno vi è anche una verifica allo SLE per l'abbassamento.

interasse (m)	q_1 (kN/mq)	q_2 (kN/mq)	q_3 (kN/mq)	q_4 (kN/m)	luce (m)	M_{max} (kN·m)	f_{yk} (N/mm ²)	f_{td} (N/mm ²)	f_{yk} (N/mm ²)	f_{td} (N/mm ²)	β	r	b (cm)	h_c (cm)	δ (cm)	H_{min} (cm)	H (cm)	area (m ²)	peso (kN/m)	q_s	E (N/mm ²)	I_y (cm ⁴)	v_{max} (cm)	W_{max}	
5	2,50	2,00	2,00	46,25	2	92,50	450	391,30	28	15,87	0,38	2,46	30	34,29	5	39,29	45	0,14	3,38	30,88	21000	227813	0,13	1549,49	SI
				50,64	2,00	101,28	450,00	391,30	28,00	15,87	0,38	2,46	30,00	35,88	5,00	40,88	verificata								

Pilastro:



Il calcolo per il pilastro si svolge come nel caso del legno quindi considerando la compressione e verificando che non si incorra in instabilità. E' però necessario tener conto anche della flessione dovuta al momento in testa al pilastro per via delle travi.

Dobbiamo quindi verificare che $\sigma_{max} \leq f_{cd}$

Quindi verifichiamo la sezione a presso flessione imponendo:

$$N/A + M_t/W_{max} \leq f_{cd}$$

8,00	3,11	4,41	2,00	109,26	5,00	341,45	450,00	391,30	28,00	15,87	0,38	2,46	40,00	57,06	5,00	62,06	65,00	0,13	0,26	6,50
				117,71	5,00	367,86	450,00	391,30	28,00	15,87	0,38	2,46	40,00	59,22	5,00	64,22	verificata			

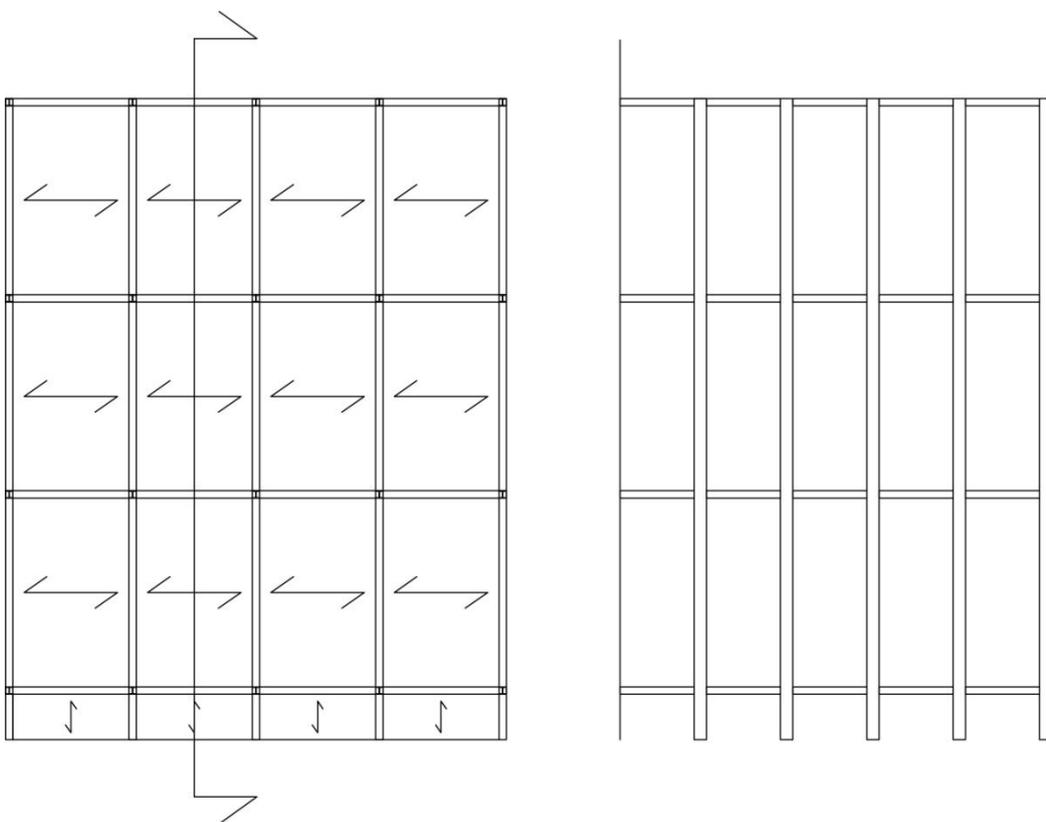
Dimensionamento trave secondaria

L_p	L_s	Area	trave _p	trave _s	Q _{trave}	q _s	q _p	q _a	Q _{solaio}	n _{piani}	N	f _{ck}	f _{cd}	A _{min}	b _{min}	E	β	l	λ*	ρ _{min}	b _{min}	b	h _{min}	h	A _{design}	I _{design}	I _{max}	W _{max}	q _t	M _t	σ _{max}	
m	m	m ²	kN/m	kN/m	kN	kN/mq	kN/mq	kN/mq	kN		kN	Mpa	Mpa	cm ²	cm	Mpa		m		cm	cm	cm	cm	cm	cm ²	cm ⁴	cm ⁴	cm ³	kN/m	kN*m	Mpa	
8,00	5,00	40,00	10,00	6,50	146,25	3,11	4,41	2,00	546,42	5	3463	28,0	15,9	2182,8	46,7	21000	1,00	3,50	114,29	3,06	10,61	50,00	43,66	50	3500	729167	1429167	40833,33	68,30	364,28	18,82	No

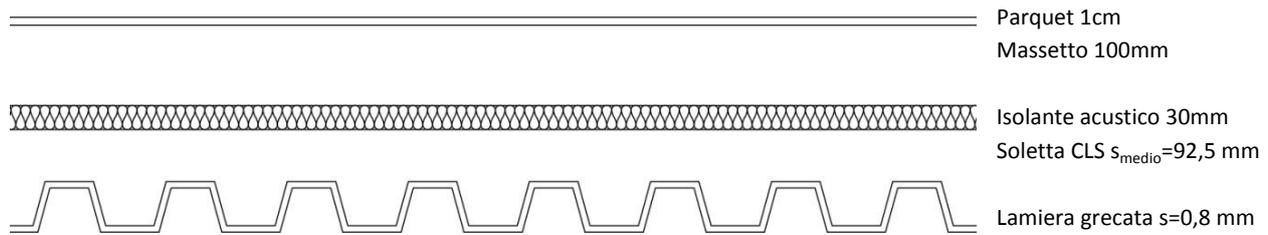
L_p	L_s	Area	trave _p	trave _s	Q _{trave}	q _s	q _p	q _a	Q _{solaio}	n _{piani}	N	f _{ck}	f _{cd}	A _{min}	b _{min}	E	β	l	λ*	ρ _{min}	b _{min}	b	h _{min}	h	A _{design}	I _{design}	I _{max}	W _{max}	q _t	M _t	σ _{max}	
m	m	m ²	kN/m	kN/m	kN	kN/mq	kN/mq	kN/mq	kN		kN	Mpa	Mpa	cm ²	cm	Mpa		m		cm	cm	cm	cm	cm	cm ²	cm ⁴	cm ⁴	cm ³	kN/m	kN*m	Mpa	
8,00	5,00	40,00	10,00	6,50	146,25	3,11	4,41	2,00	546,42	5	3463	28,0	15,9	2182,8	46,7	21000	1,00	3,50	114,29	3,06	10,61	70,00	31,18	70,00	4900	2000833	2000833	57166,67	68,30	364,28	13,44	Si

Acciaio

La struttura che inizialmente avevamo ipotizzato per progettare il telaio in acciaio aveva una campata con luci maggiori rispetto a quelle di legno e calcestruzzo pari a 8mx10m., tuttavia procedendo al calcolo il W_x necessario superava tutti quelli relativi alle IPE presenti nel prontuario, di conseguenza abbiamo svolto l'esercizio con lo stesso telaio usato nel caso del legno e del calcestruzzo. Considerate anche le dimensioni notevoli degli elementi strutturali dei due casi precedenti abbiamo capito di aver ipotizzato una luce eccessiva per un telaio piano soprattutto perché l'edificio ha destinazione residenziale quindi è meglio intervenire diminuendo le luci piuttosto che adottando tecnologie costruttive più costose.



Abbiamo scelto la tecnologia del solaio di cui riportiamo la stratigrafia



Calcolo del carico al m^2 :

Carichi strutturali Q_s :

-Incidenza della **lamiera grecata**:

Peso: $10,7 \text{ Kg}/m^2 = 0,103m \text{ KN}/m^2$

-Incidenza **soletta in cls**:

$\gamma = 25 \text{ KN}/m^3$

spessore medio= 92,5 mm

carico al m^2 : $25 * 0,0925 = 2,31 \text{ KN}/m^2$

TOT Q_s : 2,41 KN/m^2

Carichi permanenti Q_p :

-Incidenza **pavimento in parquet**:

$0,08 \text{ KN}/m^2$ (come negli altri casi)

-incidenza isolante acustico:

$0,03 \text{ KN}/m^2$

-Incidenza **massetto in malta di cemento**:

$\gamma = 20 \text{ KN}/m^3$

spessore= 100 mm

incidenza= $20 * 0,1 = 2 \text{ KN}/m^2$

-Incidenza **tramezzi**:

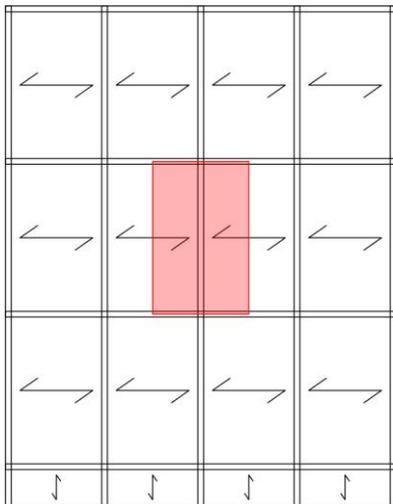
$1 \text{ KN}/m^2$

-Incidenza **impianti**:

0,5 KN/m²

TOT. Q_p: 3,61 KN/m²

Predimensionamento della trave più sollecitata:



Per quanto riguarda a trave il calcolo del momento massimo si ottiene come negli altri due casi .

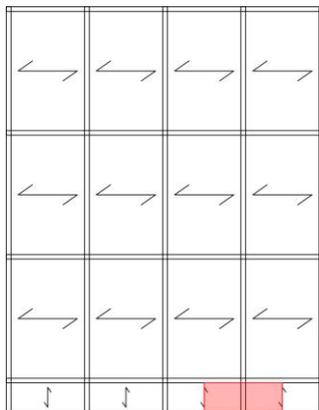
Per il dimensionamento però , una volta inseriti i dati che dipendono dal materiale, si ottiene il W_x minimo, determinato dal foglio di calcolo tramite la seguente equazione:

$$W_{x,min} = M_{max} / f_{yd}$$

Si sceglie quindi dalla tabella dei profilati IPE una sezione che abbia un modulo di resistenza a flessione superiore a quello minimo.

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)	f _{y,k} (N/mm ²)	f _d (N/mm ²)	W _{x,min} (cm ³)	W _x (cm ³)	
5,00	2,41	3,61	2,00	57,76	8,00	462,08	235,00	223,81	2064,59	2440,00	IPE550

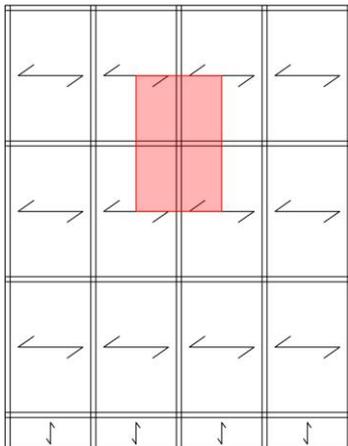
Sbalzi:



Per lo sbalzo il procedimento è lo stesso degli altri due casi, da un punto di vista operativo l'unica differenza è che nel foglio di excel bisogna inserire manualmente il I_x della sezione scelta, che è un dato fornito dai profilari.

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 _{y,k} (N/mm ²)	f _d (N/mm ²)	W _{x,min} (cm ³)	I _x (cm ⁴)	peso (kN/m)	q _e (kN/m)	E (N/mm ²)	V _{max} (cm)	I/V _{max}	
5	2,41	3,61	2,00	57,7595	2	115,519	235	223,81	516,15	8356	0,414	35,529	210000	0,405	493,895	Si
										IPE 300						

Pilastri:



Per i pilastri si procede come nel caso del legno. E' particolarmente importante prestare attenzione alle verifiche di instabilità, dato che l'acciaio è un materiale molto performante infatti per il solo sforzo normale potrebbero essere sufficienti delle sezioni snelle che rischiano però di essere soggette a fenomeni di instabilità.

8,00	2,41	3,61	2,00	92,42	5,00	288,80	235,00	223,81	1290,37	1500,00	IPE450
------	------	------	------	-------	------	--------	--------	--------	---------	---------	--------

Dimensionamento trave secondaria

L ₁	L ₂	Area	trave _p	trave _s	q _{trave}	q _s	q _p	q _a	q _{solaio}	n _{piani}	N	f _{yk}	γ _m	f _{yd}	A _{min}	E	β	I	λ*	ρ _{min}	I _{min}	A _{design}	I _{design}	ρ _{min}	λ	profilo
m	m	m ²	kN/m	kN/m	kN	kN/mq	kN/mq	kN/mq	kN		kN	Mpa		Mpa	cm ²	Mpa		m		cm	cm ⁴	cm ²	cm ⁴	cm		
8,00	5,00	40,00	1,04	0,76	15,76	2,41	3,61	2,00	462,08	5	2389	235,00	1,05	223,81	106,8	210000	1,00	3,50	96,23	3,64	1412	143	7887,00	7,43	47,11	HEA360

Dimensionamento pilastro