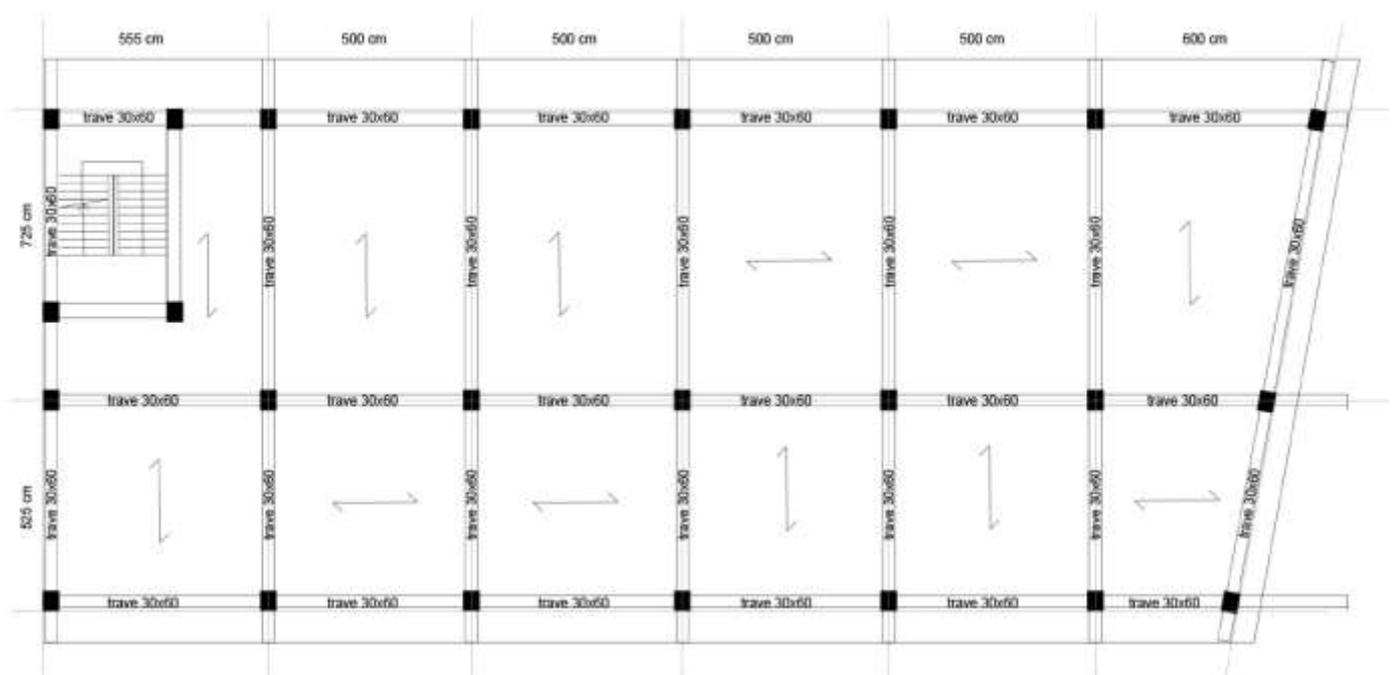
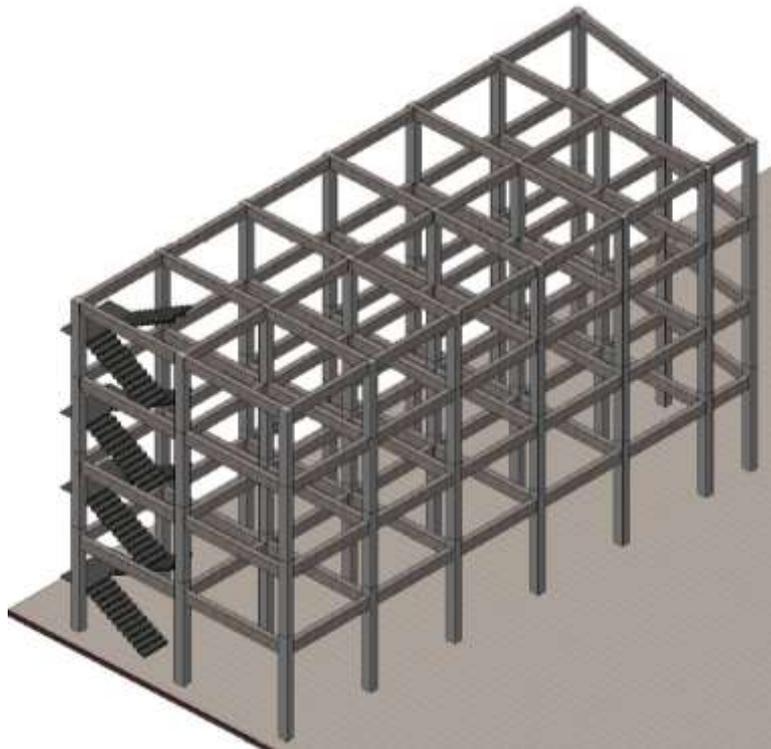


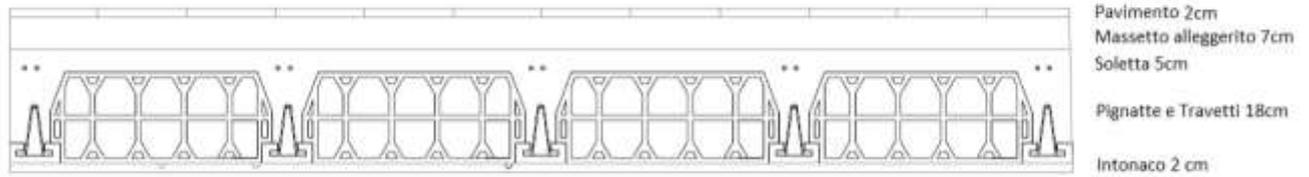
Dimensionamento di un telaio

Per la terza esercitazione è stato preso un edificio compatto in pianta e regolare in altezza in calcestruzzo armato, per arrivare al dimensionamento e alla verifica della trave e del pilastro maggiormente sollecitati.



L'edificio è formato da telai con luci i 7,25 m e 5,25 m, ed un'altezza complessiva di 4 piani. La scala è realizzata con travi a ginocchio in calcestruzzo armato.

Il primo passo è quello di fare l'analisi dei carichi, per poi calcolare il predimensionamento della trave e del pilastro più sollecitati.



Carico Strutturale

-Soletta $s=5$ cm

$$V=1 \times 1 \times 0,05=0,05 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

$$Q=0,05 \times 25=1,25 \text{ KN/m}^2$$

-Travetti

$$V=(1 \times 0,1 \times 0,18) \times 2=0,036 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

$$Q=0,036 \times 25=0,9 \text{ KN/m}^2$$

-Pignatte (40x18x25 cm)

Peso di una pignatta 10 Kg

In un metro quadro ci sono 8 pignatte perciò il carico è

$$Q=8 \times 10=80 \text{ kg/m}^2 \text{ ovvero } 0,8 \text{ KN/m}^2$$

$$Q_s=1,25+0,9+0,8= 2,95 \text{ KN/m}^2$$

Carico Permanente

-Pavimento in gres $s=2$ cm

$$V=1 \times 1 \times 0,05=0,05 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

$$Q=0,05 \times 20=0,4 \text{ KN/m}^2$$

-Massetto alleggerito $s=7$ cm

$$V=1 \times 1 \times 0,07=0,07 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

$$Q=0,07 \times 21=1,47 \text{ KN/m}^2$$

-Intonaco $s=2$ cm

$$V=1 \times 1 \times 0,02=0,02 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

$$Q=0,02 \times 18=0,36 \text{ KN/m}^2$$

-Impianti

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

-Tramezzi

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

$$Q_p=0,4+1,47+0,36+0,5+1= 3,73 \text{ KN/m}^2$$

Carico Accidentale

-Uffici non aperti al pubblico $Q_a=2 \text{ KN/m}^2$

Carico Ultimo

$$q=1,3 \times Q_s+1,5 \times Q_p+1,5 \times Q_a=1,3 \times 2,95+1,5 \times 3,73+1,5 \times 2=12,44 \text{ KN/m}^2$$

Il passo successivo è quello di dimensionare la trave, calcolando il momento massimo con il modello di trave doppiamente appoggiata e trovando i valori della tensione di progetto del calcestruzzo (f_{cd}) e dell'acciaio dell'armatura (f_{ck}). Dopo si calcolano i valori β ed r .

$$\beta = \left(\frac{f_{cd}}{f_{cd} + \frac{f_{yd}}{n}} \right) \quad r = \sqrt{\frac{2}{f_{cd} \left(1 - \frac{\beta}{3} \right) \beta}}$$

A questo punto fissata la base si trova il valore dell'altezza utile a cui si somma il copriferro ottenendo poi l'altezza minima della trave.

$$h_u = r \sqrt{\frac{M_{max}}{b}}$$

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
5,00	2,95	3,73	2,00	62,15	7,25	408,34	450,00	391,30	50,00	28,33	0,52	2,16
				68,00	7,25	446,78	450,00	391,30	50,00	28,33	0,52	2,16

b (cm)	h_u (cm)	δ (cm)	H_{min} (cm)	H	H/l	area (m ²)	peso unitario (KN/m)
30,00	47,25	5,00	52,25	60,00	0,07	0,18	4,50
30,00	49,43	5,00	54,43	verificata			

Trave 30x60 cm

Il terzo passo è il dimensionamento del pilastro considerando lo sforzo normale massimo e la tensione di progetto del calcestruzzo per trovare l'area minima della sezione.

Poi si calcola la snellezza del pilastro e la luce libera di inflessione per trovare il raggio d'inerzia minimo.

Da questo si trovano le dimensioni del pilastro fissando la base e calcolando l'altezza $h = \frac{A_{min}}{b}$

infine si controlla che $\sigma_{max} \leq f_{cd}$ con $\sigma_{max} = \frac{N}{A} + \frac{M_t}{W_{max}}$

L_p	L_s	Area	trave _p	trave _s	q_{max}	q_s	q_p	q_a	q_{colan}	n_{piani}	N	f_{ck}	f_{cd}	A_{min}	b_{min}	E	β	l	λ^*	ρ_{max}	b_{min}	b
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
6,00	5,10	30,60	5,00	5,00	72,15	2,95	3,73	2,00	380,36	4	1810	50,0	28,3	638,8	25,3	21000	0,70	4,00	85,53	3,27	11,34	40,00

b	h_{min}	h	A_{design}	I_{design}	I_{max}	W_{max}	q_t	M_t	σ_{max}
cm	cm	cm	cm ²	cm ⁴	cm ⁴	cm ³	kN/m	kN*m	Mpa
40,00	15,97	50,00	2000	266667	416667	16666,67	63,39	190,18	20,46

Pilastro 40x50 cm

Il passo successivo è la modellazione dell'edificio su SAP, assegnando le sezioni e definendo i casi di carico, il primo solo con i carichi verticali, il secondo con i carichi verticali e la forza sismica lungo l'asse x ed infine il terzo con i carichi verticali e la forza sismica lungo l'asse y.

La forza sismica ha uno schema lineare in alto, ovvero l'andamento di questa forza è lineare in h, aumenta all'aumentare dell'altezza.

$G = (q_s + q_p) \times \text{Apiano} \times n \text{ piani} = 12104,16 \text{ KN}$

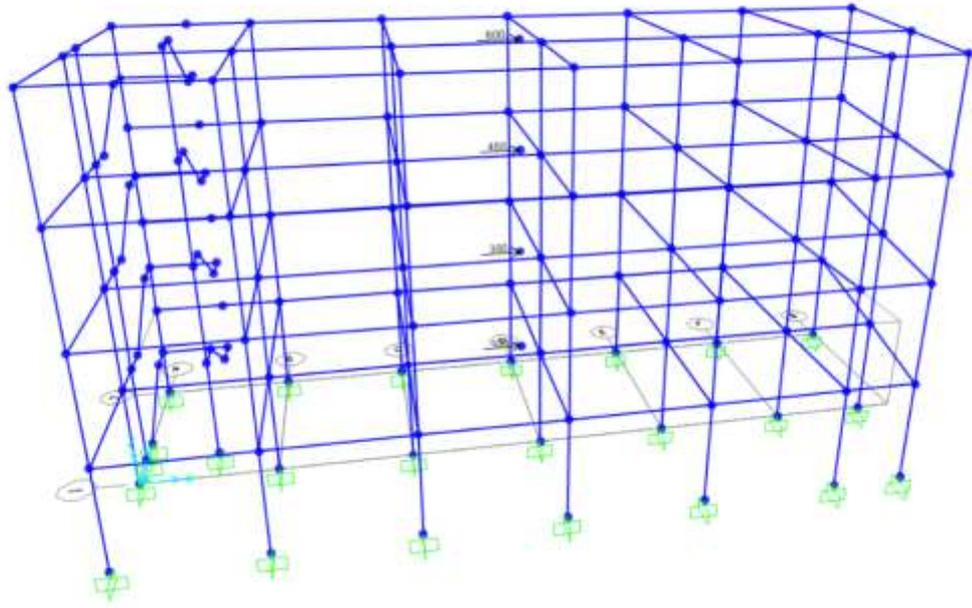
$Q = q_a \times \text{Apiano} \times n \text{ piani} = 3624 \text{ KN}$

$W = G + 0,8Q = 15003,36 \text{ KN}$

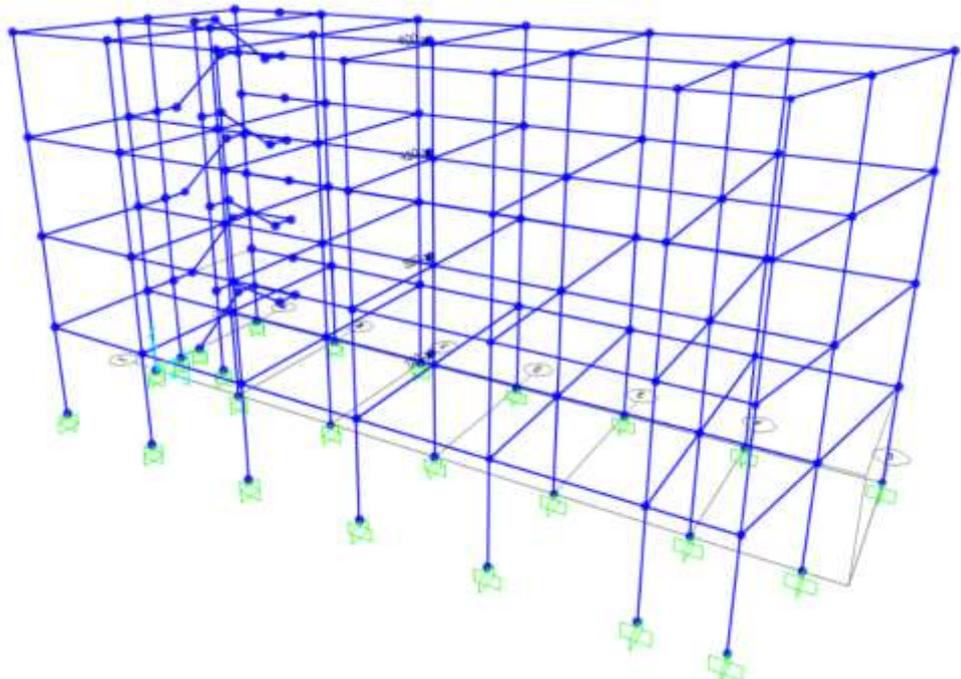
$F_s = W \times c = 1500,34 \text{ KN}$

Ad ogni piano arriva una parte della forza sismica totale $F_i = F_s \left(\frac{h_i}{\sum h_i} \right)$ che prima posizioniamo lungo l'asse x e poi lungo l'asse y nel baricentro.

Analysis Model - Joint Loads (orizzontale) (As Defined)

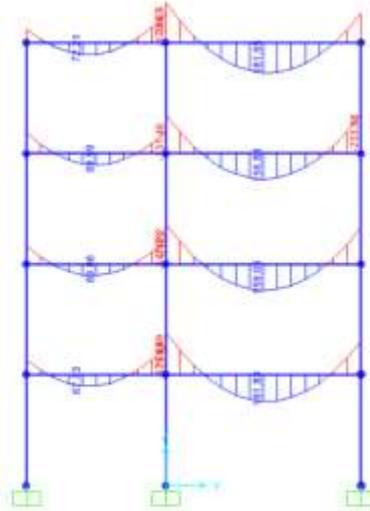


Joint Loads (orizzontale) (As Defined)

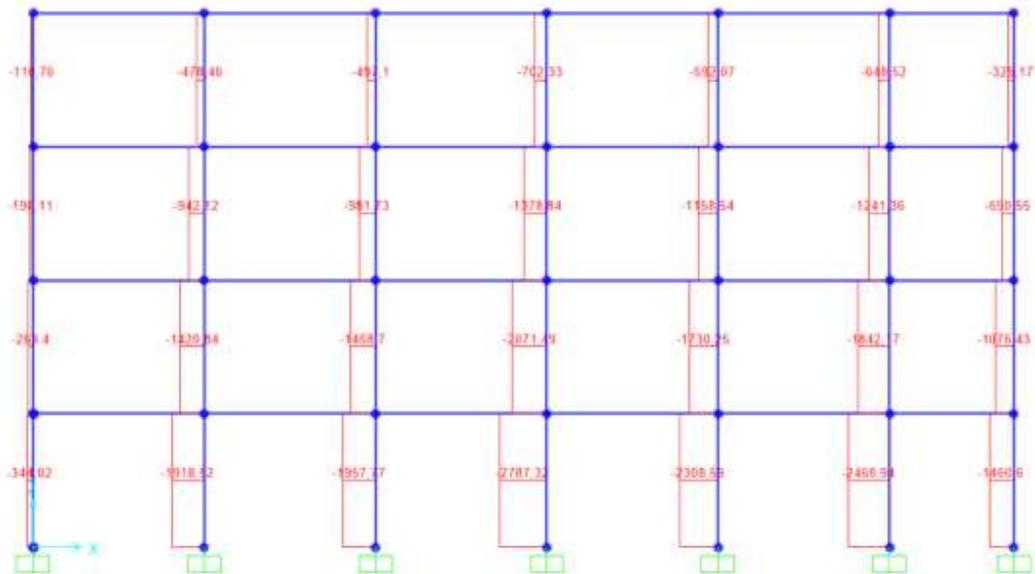


Dai tre casi di carico abbiamo estrapolato i valori maggiori delle sollecitazioni per dimensionare la trave e il pilastro.
 Per il primo caso analizzato solo con il carico verticale i risultati sono i seguenti:

Moment 3.3 Diagram (verticale)



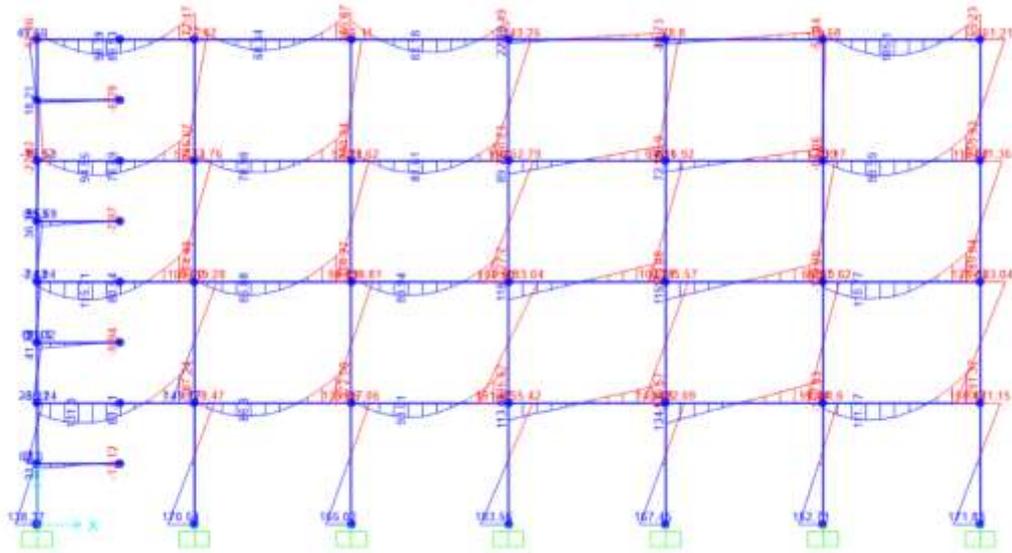
Axial Force Diagram (verticale + orizzontale)



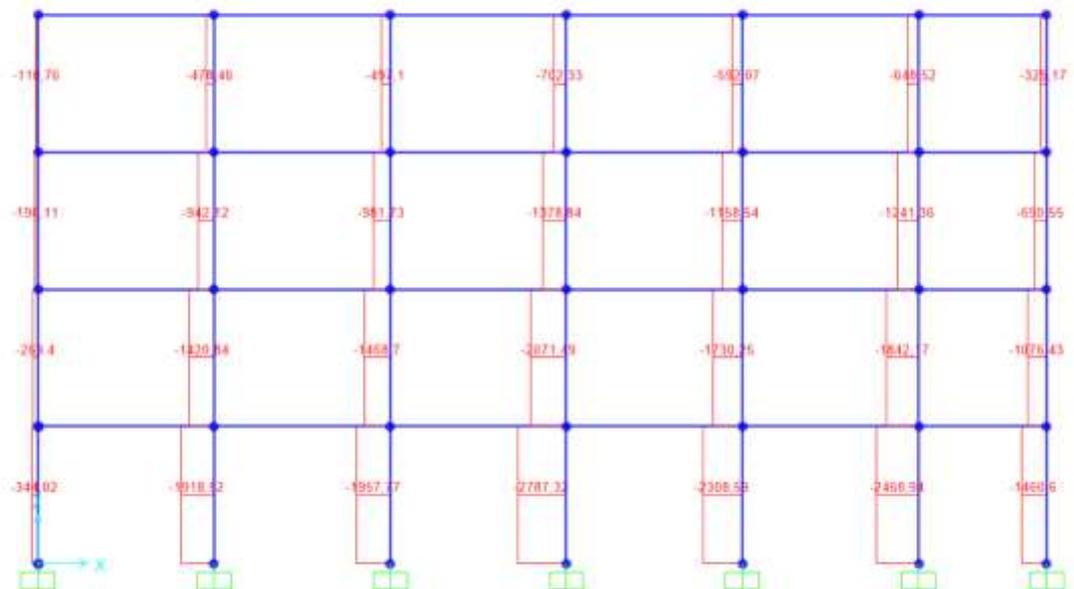
Il valore massimo del momento è -254,88 kNm ed il valore dello sforzo normale è -2787 kN

Mentre nel secondo caso analizzato con il carico verticale e la forza sismica lungo l'asse x i risultati sono i seguenti:

Moment 3-D Diagram (vertical + orizzontale)

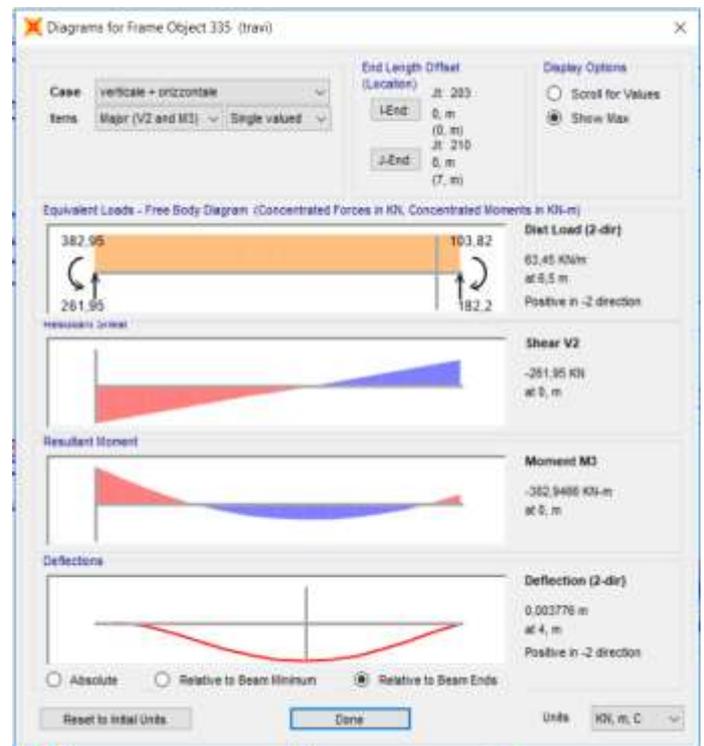
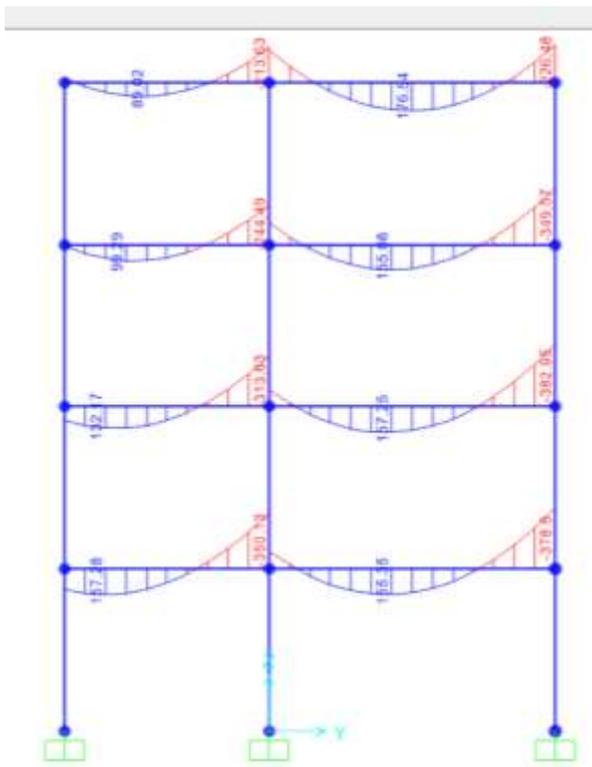


Axial Force Diagram (vertical + orizzontale)

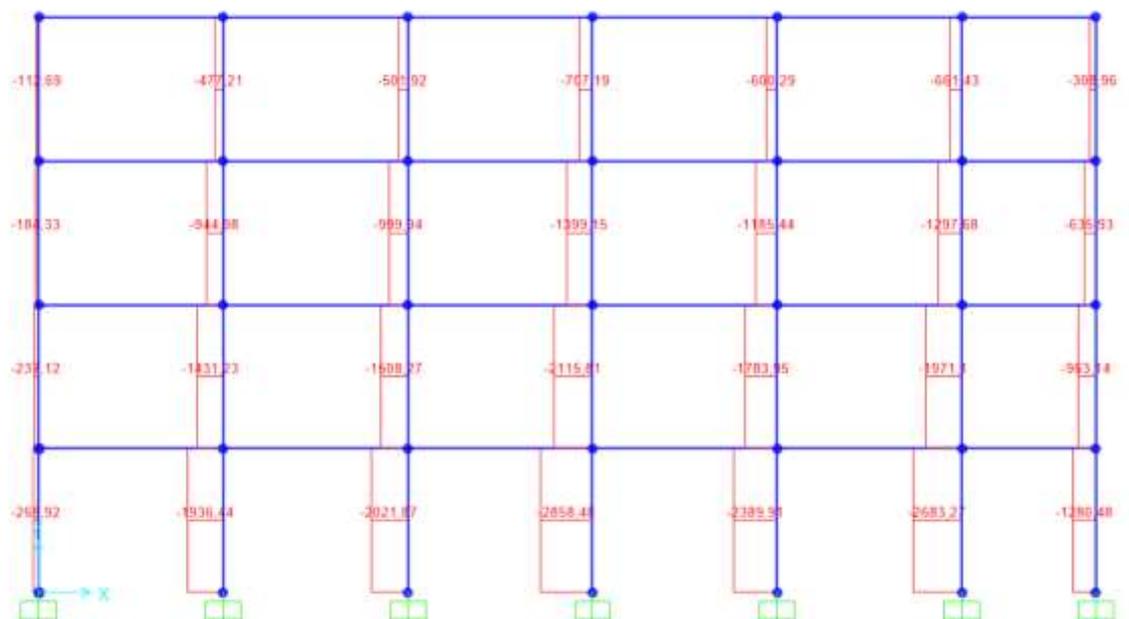


Il momento massimo è -291,36 kNm e lo sforzo normale massimo è 2787,32 kN

Infine dal terzo caso con il carico verticale e la forza sismica lungo y sono stati ottenuti i valori maggiori con i quali vengo verificate le dimensioni ottenute nel predimensionamento.



Axial Force Diagram (verticale + orizzontale)



Il valore del momento massimo nella trave è -382,94 kNm, mentre i valori massimi di sforzo normale e momento nel pilastro sono rispettivamente -2852,45 kN e 70,45 kNm.

Ricalcolando sia la trave che il pilastro con i valori appena ottenuti risultano entrambi verificati.

Trave 30 x 60 cm

interasse (m)	q_s (KN/m ²)	q_p (KN/m ²)	q_{si} (KN/m ²)	q_{si} (KN/m)	luce (m)	M_{max} (KN*m)	f_{yk} (N/mm ²)	f_{ytd} (N/mm ²)	f_{ck} (N/mm ²)	f_{cd} (N/mm ²)	β	r
5,10	2,95	3,73	2,00	63,39	7,25	382,94	450,00	391,30	50,00	28,33	0,52	2,16
				69,24	7,25	454,95	450,00	391,30	50,00	28,33	0,52	2,16

b (cm)	h_u (cm)	δ (cm)	H_{min} (cm)	H	H/l	area (m ²)	peso unitario (KN/m)
30,00	45,76	5,00	50,76	60,00	0,07	0,18	4,50
30,00	49,88	5,00	54,88	verificata			

Pilastro 40 x 50

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_s	M_t	σ_{max}	
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	
2852,5	50,0	28,3	1006,7	31,7	21000	0,70	4,00	85,53	3,27	11,34	40,00	25,17	50,00	2000	266667	416667	16666,67	63,39	70,45	18,49	SI