

TERZA ESERCITAZIONE _ MICHELENA, SACRISTAN.

CENTRO DELLE RIGIDEZZE E RIPARTIZIONE FORZA SISMICA.

INTRODUZIONE:

L'obiettivo di questa esercitazione è quello di capire e calcolare la ripartizione della forza sismica (forza orizzontale) su una struttura in c.a , partendo dal modello di edificio creato per la precedente esercitazione.

Per questa esercitazione partiamo quindi dall'edificio che presenta queste caratteristiche:

- 3 piani con luci ordinarie e presenza di aggetti di 2 metri sul lato sx
- Ogni piano ha 22 pilastri e gabbia scale centrale

Affinché il punto di partenza di questa esercitazione sia corretto, il modello in Sap deve avere inserite correttamente tutte le sezioni dei pilastri verificati a pressoflessione nella precedente esercitazione.

Nel nostro caso avevamo calcolato precedentemente i pilastri a pressoflessione per una combinazione di carico allo SLU + vento (la più sfavorevole) e risultavano essere tutti verificati.

Per capire il comportamento dell'edificio in una situazione di forza sismica, **introduciamo il modello Shear Type (modello matematico)**, che prevede abbastanza bene il comportamento del telaio in c.a. con travi alte in sommità.

Una delle caratteristiche del modello di Telaio Shear Type è che ha un traverso con rigidezza flessionale infinita, questo sta a significare che se applichiamo un momento la trave non si incurva.

Gli elementi del telaio Shear Type vengono modellati come impossibilitati ad allungarsi o accorciarsi e hanno una rigidezza assiale infinita.

Servono quindi a calcolare la flessione nei pilastri data una forza orizzontale.

Vedremo quindi in questa esercitazione dove si trova il centro di massa e il centro delle rigidezze del nostro edificio e verificheremo quindi se gli impalcati che lo compongono subiscono una rotazione.

Dobbiamo determinare sia il centro di massa che il centro delle rigidezze per capire a quale scenario corrisponde il comportamento del nostro edificio :

- Se il centro di massa corrisponde al centro delle rigidezze : l'edificio può traslare o in direzione verticale o in direzione orizzontale
- Se il centro di massa e di rigidezza non coincidono : l'edificio trasla orizzontalmente e ruota a causa del momento che si genera dovuto all'azione della forza agente esterna e il braccio rispetto al centro delle rigidezze .
- Se il centro di massa e di rigidezza non coincidono : l'edificio trasla verticalmente e ruota a causa del momento che si genera dovuto all'azione della forza agente esterna e il braccio rispetto al centro delle rigidezze.

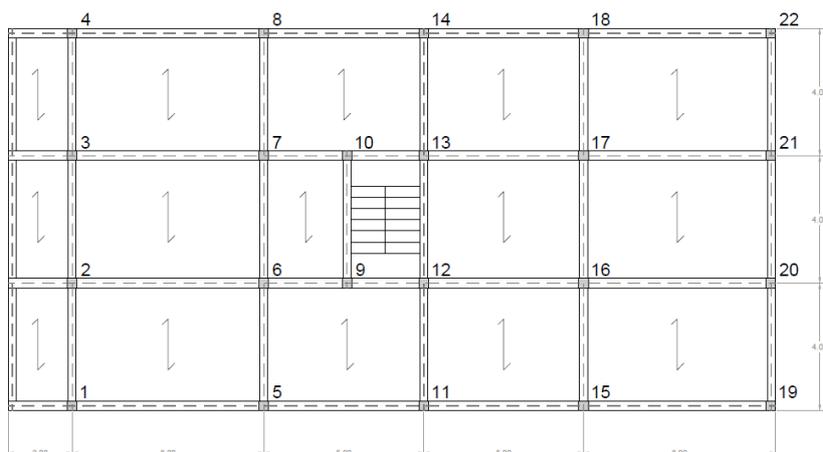
Nei passaggi successivi identificheremo , per ogni piano, i telai verticali (paralleli all'asse y) e i tali orizzontali (paralleli all'asse x).

Numerazione pilastri :

- Pilastri Piano Terra : (dal n° 1 al 22)
Dimensioni 40 x 40 cm
 $I_x = bh^3/12 = 213333,33 \text{ cm}^4$
- Pilastri Piano Primo : (dal n° 23 al 44)
Dimensioni 35 x 35 cm
 $I_x = bh^3/12 = 125052,08 \text{ cm}^4$
- Pilastri Piano Secondo : (dal n° 45 al 66)
Dimensioni 30 x 30 cm
 $I_x = bh^3/12 = 67500 \text{ cm}^4$

Nel nostro edificio possiamo identificare 5 telai verticali e 4 telai orizzontali .

Di seguito riportiamo da quali pilastri è composto ogni telaio verticale e orizzontale .



Telai Piano Terra :

Verticali :

- V1 composto dai pilastri 1,2,3,4
- V2 composto dai pilastri 5,6,7,8
- V3 composto dai pilastri 11,12,13,14
- V4 composto dai pilastri 15,16,17,18
- V5 composto dai pilastri 19,20,21,22.

Orizzontali :

- O1 composto dai pilastri 1,5,11,15,19
- O2 composto dai pilastri 2,6,9,12,16,20
- O3 composto dai pilastri 3,7,10,13,17,21
- O4 composto dai pilastri 4,8,14,18,22

Telai Piano Primo :

Verticali :

- V1 composto dai pilastri 23,24,25,26
- V2 composto dai pilastri 27,28,29,30
- V3 composto dai pilastri 33,34,35,36
- V4 composto dai pilastri 37,38,39,40
- V5 composto dai pilastri 41,42,43,44

Orizzontali :

- O1 composto dai pilastri 23,27,33,37,41
- O2 composto dai pilastri 24,28,31,34,38,42
- O3 composto dai pilastri 25,29,32,35,39,43
- O4 composto dai pilastri 26,30,36,40,44.

Telai Piano Secondo :

Verticali :

- V1 composto dai pilastri 45,46,47,48
- V2 composto dai pilastri 49,50,51,52
- V3 composto dai pilastri 55,56,57,58
- V4 composto dai pilastri 59,60,61,62
- V5 composto dai pilastri 63,64,65,66

Orizzontali :

- O1 composto dai pilastri 45,49,55,59,63
- O2 composto dai pilastri 46,50,53,56,60,64
- O3 composto dai pilastri 47,51,57,61,65
- O4 composto dai pilastri 48,52,58,62,66.

Abbiamo studiato che, se consideriamo un impalcato vincolato da due controventi, e la forza orizzontale agente è la forza sismica, questa investe l'impalcato dove c'è massa. L'equilibrio avviene per effetto dei tagli e se pensiamo ad un impalcato semplice vincolato solo da due controventi ipotizziamo che la forza sismica F possa ripartirsi in maniera simmetrica sia geometricamente che meccanicamente.

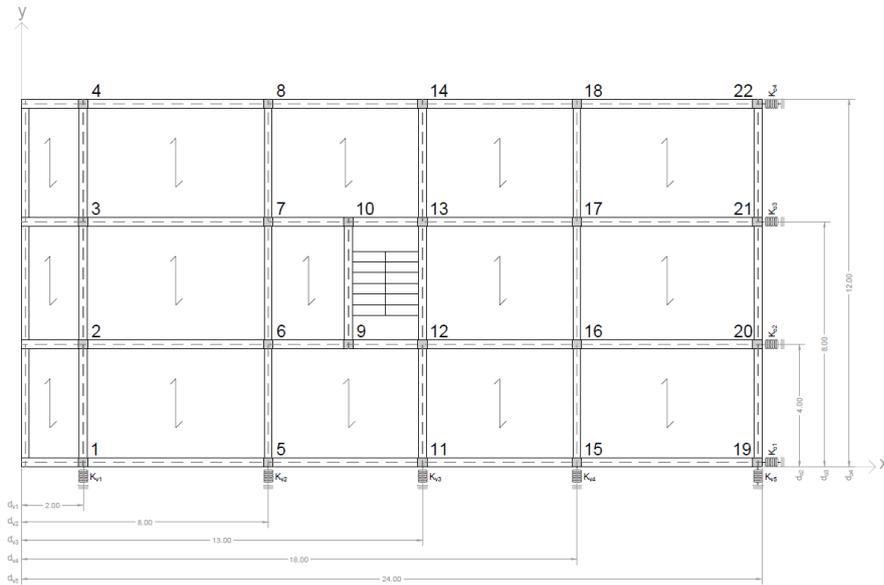
Sappiamo però che il nostro caso è differente in quanto l'edificio non può definirsi simmetrico e per capire quanto sia l'azione della forza sismica agente nel centro di massa, dobbiamo pensare ai controventi come vincoli cedevoli elasticamente, rappresentandoli come delle molle e chiamare in causa il centro delle rigidità.

Partendo allora dal modello di molla semplice, sappiamo che questa, soggetta ad una forza F , avrà un abbassamento $\delta = F/K$, dove K rappresenta la rigidità della molla.

Possiamo allora pensare ad ogni nostro controvento come fosse una molla e all'impalcato come un corpo rigido piano, quindi le molle saranno i suoi vincoli elastici. I controventi dovranno deformarsi per contrastare la forza orizzontale del sisma.

Pensando al comportamento della molla come vincolo elastico di un corpo rigido (impalcato), sappiamo che questa, spinta dalla forza esterna, a sua volta darà al corpo una reazione vincolare (reagisce spingendo) e garantisce così la situazione di equilibrio al corpo rigido.

Vedremo nei seguenti passaggi come queste considerazioni basate su modelli generici, prenderanno un significato più ampio rapportandoli alla realtà di un edificio come quello da noi disegnato.



Rappresentazione in pianta dell'edificio dopo le considerazioni sopra riportate.

STEP 1 – Calcolo delle rigidzze traslanti dei controventi dell'edificio

Dopo aver identificato tutti i controventi che compongono l'edificio, calcoliamo la loro rigidzza traslante. Ogni tabella corrisponde a un piano dell'edificio.

Sia $E = 21000,00 \text{ N/mm}^2$ e $h = 3 \text{ metri}$

$$K_T = 12EI_{tot} / h^3$$

	A	B	C	D	E	F	G	
1	Step 1: calcolo delle rigidzze traslanti dei controventi dell'edificio				PIANO TERRA			
2								
3								
4	Telaio 1v 1-4 pilastri che individuano il telaio				Telaio 1o 1-5-11-15-19 pilastri che individuano il telaio			
5	E (N/mm ²)	21000,00	modulo di Young	E	21000,00	modulo di Young		
6	H (m)	3,00	altezza dei pilastri	H	3,00	altezza dei pilastri		
7	L ₁ (cm ⁴)	213333,33	momento d'inerzia pilastro 1	L ₁	213333,33	momento d'inerzia pilastro 1		
8	L ₂	213333,33	momento d'inerzia pilastro 2	L ₂	213333,33	momento d'inerzia pilastro 2		
9	L ₃	213333,33	momento d'inerzia pilastro 3	L ₃	213333,33	momento d'inerzia pilastro 3		
10	L ₄	213333,33	momento d'inerzia pilastro 4	L ₄	213333,33	momento d'inerzia pilastro 4		
11	K_T (KN/m)	79644,44	rigidzza traslante telaio 1	L ₅	213333,33	momento d'inerzia pilastro 5		
12				K_T	39555,55	rigidzza traslante telaio 5		
13	Telaio 2v 5-8 pilastri che individuano il telaio				Telaio 2o 2-6-9-12-16-20 pilastri che individuano il telaio			
14	E	21000,00	modulo di Young	E	21000,00	modulo di Young		
15	H	3,00	altezza dei pilastri	H	3,00	altezza dei pilastri		
16	L ₁	213333,33	momento d'inerzia pilastro 1	L ₁	213333,33	momento d'inerzia pilastro 1		
17	L ₂	213333,33	momento d'inerzia pilastro 2	L ₂	213333,33	momento d'inerzia pilastro 2		
18	L ₃	213333,33	momento d'inerzia pilastro 3	L ₃	213333,33	momento d'inerzia pilastro 3		
19	L ₄	213333,33	momento d'inerzia pilastro 4	L ₄	213333,33	momento d'inerzia pilastro 4		
20	K_T	79644,44	rigidzza traslante telaio 2	L ₅	213333,33	momento d'inerzia pilastro 5		
21				L ₆	213333,33	momento d'inerzia pilastro 6		
22	Telaio 3v 11-14 pilastri che individuano il telaio				K_T			
23	E	21000,00	modulo di Young	K_T	119466,66	rigidzza traslante telaio 6		
24	H	3,00	altezza dei pilastri					
25	L ₁	213333,33	momento d'inerzia pilastro 1					
26	L ₂	213333,33	momento d'inerzia pilastro 2					
27	L ₃	213333,33	momento d'inerzia pilastro 3					
28	L ₄	213333,33	momento d'inerzia pilastro 4					
29	K_T	79644,44	rigidzza traslante telaio 3					
30								
31	Telaio 4v 15-18 pilastri che individuano il telaio				Telaio 3o 3-7-10-13-17-21 pilastri che individuano il telaio			
32	E	21000,00	modulo di Young	E	21000,00	modulo di Young		
33	H	3,00	altezza dei pilastri	H	3,00	altezza dei pilastri		
34	L ₁	213333,33	momento d'inerzia pilastro 1	L ₁	213333,33	momento d'inerzia pilastro 1		
35	L ₂	213333,33	momento d'inerzia pilastro 2	L ₂	213333,33	momento d'inerzia pilastro 2		
36	L ₃	213333,33	momento d'inerzia pilastro 3	L ₃	213333,33	momento d'inerzia pilastro 3		
37	L ₄	213333,33	momento d'inerzia pilastro 4	L ₄	213333,33	momento d'inerzia pilastro 4		
38	K_T	79644,44	rigidzza traslante telaio 4	L ₅	213333,33	momento d'inerzia pilastro 5		
39				L ₆	213333,33	momento d'inerzia pilastro 6		
40								
41	Telaio 5v 19-22 pilastri che individuano il telaio				Telaio 4o 4-8-14-18-22 pilastri che individuano il telaio			
42	E	21000,00	modulo di Young	E	21000,00	modulo di Young		
43	H	3,00	altezza dei pilastri	H	3,00	altezza dei pilastri		
44	L ₁	213333,33	momento d'inerzia pilastro 1	L ₁	213333,33	momento d'inerzia pilastro 1		
45	L ₂	213333,33	momento d'inerzia pilastro 2	L ₂	213333,33	momento d'inerzia pilastro 2		
46	L ₃	213333,33	momento d'inerzia pilastro 3	L ₃	213333,33	momento d'inerzia pilastro 3		
47	L ₄	213333,33	momento d'inerzia pilastro 4	L ₄	213333,33	momento d'inerzia pilastro 4		
48	K_T	79644,44	rigidzza traslante telaio 4	L ₅	213333,33	momento d'inerzia pilastro 5		
49				K_T	39555,55	rigidzza traslante telaio 8		

Step 1: calcolo delle rigidzze traslanti dei controventi dell'edificio			PIANO PRIMO		
53	Telaio 1v	23-26	pilastri che individuano il telaio		
54	E (N/mmq)	21000,00	modulo di Young		
55	H (m)	3,00	altezza dei pilastri		
56	L1 (cm/4)	125052,08	momento d'inerzia pilastro 1		
57	L2	125052,08	momento d'inerzia pilastro 2		
58	L3	125052,08	momento d'inerzia pilastro 3		
59	L4	125052,08	momento d'inerzia pilastro 4		
60	K_T (KN/m)	46686,11	rigidzza traslante telaio 1		
61					
62	Telaio 2v	27-30	pilastri che individuano il telaio		
63	E	21000,00	modulo di Young		
64	H	3,00	altezza dei pilastri		
65	L1	125052,08	momento d'inerzia pilastro 1		
66	L2	125052,08	momento d'inerzia pilastro 2		
67	L3	125052,08	momento d'inerzia pilastro 3		
68	L4	125052,08	momento d'inerzia pilastro 4		
69	K_T	46686,11	rigidzza traslante telaio 2		
70					
71	Telaio 3v	33-36	pilastri che individuano il telaio		
72	E	21000,00	modulo di Young		
73	H	3,00	altezza dei pilastri		
74	L1	125052,08	momento d'inerzia pilastro 1		
75	L2	125052,08	momento d'inerzia pilastro 2		
76	L3	125052,08	momento d'inerzia pilastro 3		
77	L4	125052,08	momento d'inerzia pilastro 4		
78	K_T	46686,11	rigidzza traslante telaio 3		
79					
80	Telaio 4v	37-40	pilastri che individuano il telaio		
81	E	21000,00	modulo di Young		
82	H	3,00	altezza dei pilastri		
83	L1	125052,08	momento d'inerzia pilastro 1		
84	L2	125052,08	momento d'inerzia pilastro 2		
85	L3	125052,08	momento d'inerzia pilastro 3		
86	L4	125052,08	momento d'inerzia pilastro 4		
87	K_T	46686,11	rigidzza traslante telaio 4		
88					
89	Telaio 5v	41-44	pilastri che individuano il telaio		
90	E	21000,00	modulo di Young		
91	H	3,00	altezza dei pilastri		
92	L1	125052,08	momento d'inerzia pilastro 1		
93	L2	125052,08	momento d'inerzia pilastro 2		
94	L3	125052,08	momento d'inerzia pilastro 3		
95	L4	125052,08	momento d'inerzia pilastro 4		
96	K_T	46686,11	rigidzza traslante telaio 4		

Telaio 1o	23-27-33-37-41	pilastri che individuano il telaio		
E	21000,00	modulo di Young		
H	3,00	altezza dei pilastri		
L1	125052,08	momento d'inerzia pilastro 1		
L2	125052,08	momento d'inerzia pilastro 2		
L3	125052,08	momento d'inerzia pilastro 3		
L4	125052,08	momento d'inerzia pilastro 4		
L5	125052,08	momento d'inerzia pilastro 5		
K_T	58357,64	rigidzza traslante telaio 5		
Telaio 2o	4-28-31-34-38-4	pilastri che individuano il telaio		
E	21000,00	modulo di Young		
H	3,00	altezza dei pilastri		
L1	125052,08	momento d'inerzia pilastro 1		
L2	125052,08	momento d'inerzia pilastro 2		
L3	125052,08	momento d'inerzia pilastro 3		
L4	125052,08	momento d'inerzia pilastro 4		
L5	125052,08	momento d'inerzia pilastro 5		
L6	125052,08	momento d'inerzia pilastro 6		
K_T	70029,16	rigidzza traslante telaio 6		
Telaio 3o	5-29-32-35-39-4	pilastri che individuano il telaio		
E	21000,00	modulo di Young		
H	3,00	altezza dei pilastri		
L1	125052,08	momento d'inerzia pilastro 1		
L2	125052,08	momento d'inerzia pilastro 2		
L3	125052,08	momento d'inerzia pilastro 3		
L4	125052,08	momento d'inerzia pilastro 4		
L5	125052,08	momento d'inerzia pilastro 5		
L6	125052,08	momento d'inerzia pilastro 6		
K_T	70029,16	rigidzza traslante telaio 7		
Telaio 4o	26-30-36-40-44	pilastri che individuano il telaio		
E	21000,00	modulo di Young		
H	3,00	altezza dei pilastri		
L1	125052,08	momento d'inerzia pilastro 1		
L2	125052,08	momento d'inerzia pilastro 2		
L3	125052,08	momento d'inerzia pilastro 3		
L4	125052,08	momento d'inerzia pilastro 4		
L5	125052,08	momento d'inerzia pilastro 5		
K_T	58357,64	rigidzza traslante telaio 8		

Step 1: calcolo delle rigidzze traslanti dei controventi dell'edificio			PIANO SECONDO		
102	Telaio 1v	45-48	pilastri che individuano il telaio		
103	E (N/mmq)	21000,00	modulo di Young		
104	H (m)	3,00	altezza dei pilastri		
105	L1 (cm/4)	67500,00	momento d'inerzia pilastro 1		
106	L2	67500,00	momento d'inerzia pilastro 2		
107	L3	67500,00	momento d'inerzia pilastro 3		
108	L4	67500,00	momento d'inerzia pilastro 4		
109	K_T (KN/m)	25200,00	rigidzza traslante telaio 1		
110					
111	Telaio 2v	49-52	pilastri che individuano il telaio		
112	E	21000,00	modulo di Young		
113	H	3,00	altezza dei pilastri		
114	L1	67500,00	momento d'inerzia pilastro 1		
115	L2	67500,00	momento d'inerzia pilastro 2		
116	L3	67500,00	momento d'inerzia pilastro 3		
117	L4	67500,00	momento d'inerzia pilastro 4		
118	K_T	25200,00	rigidzza traslante telaio 2		
119					
120	Telaio 3v	55-58	pilastri che individuano il telaio		
121	E	21000,00	modulo di Young		
122	H	3,00	altezza dei pilastri		
123	L1	67500,00	momento d'inerzia pilastro 1		
124	L2	67500,00	momento d'inerzia pilastro 2		
125	L3	67500,00	momento d'inerzia pilastro 3		
126	L4	67500,00	momento d'inerzia pilastro 4		
127	K_T	25200,00	rigidzza traslante telaio 3		
128					
129	Telaio 4v	59-62	pilastri che individuano il telaio		
130	E	21000,00	modulo di Young		
131	H	3,00	altezza dei pilastri		
132	L1	67500,00	momento d'inerzia pilastro 1		
133	L2	67500,00	momento d'inerzia pilastro 2		
134	L3	67500,00	momento d'inerzia pilastro 3		
135	L4	67500,00	momento d'inerzia pilastro 4		
136	K_T	25200,00	rigidzza traslante telaio 4		
137					
138	Telaio 5v	63-66	pilastri che individuano il telaio		
139	E	21000,00	modulo di Young		
140	H	3,00	altezza dei pilastri		
141	L1	67500,00	momento d'inerzia pilastro 1		
142	L2	67500,00	momento d'inerzia pilastro 2		
143	L3	67500,00	momento d'inerzia pilastro 3		
144	L4	67500,00	momento d'inerzia pilastro 4		
145	K_T	25200,00	rigidzza traslante telaio 4		

Telaio 1o	45-49-55-59-63	pilastri che individuano il telaio		
E	21000,00	modulo di Young		
H	3,00	altezza dei pilastri		
L1	67500,00	momento d'inerzia pilastro 1		
L2	67500,00	momento d'inerzia pilastro 2		
L3	67500,00	momento d'inerzia pilastro 3		
L4	67500,00	momento d'inerzia pilastro 4		
L5	67500,00	momento d'inerzia pilastro 5		
K_T	31500,00	rigidzza traslante telaio 5		
Telaio 2o	46-50-53-56-60-64	pilastri che individuano il telaio		
E	21000,00	modulo di Young		
H	3,00	altezza dei pilastri		
L1	67500,00	momento d'inerzia pilastro 1		
L2	67500,00	momento d'inerzia pilastro 2		
L3	67500,00	momento d'inerzia pilastro 3		
L4	67500,00	momento d'inerzia pilastro 4		
L5	67500,00	momento d'inerzia pilastro 5		
L6	67500,00	momento d'inerzia pilastro 6		
K_T	37800,00	rigidzza traslante telaio 6		
Telaio 3o	47-51-57-61-65	pilastri che individuano il telaio		
E	21000,00	modulo di Young		
H	3,00	altezza dei pilastri		
L1	67500,00	momento d'inerzia pilastro 1		
L2	67500,00	momento d'inerzia pilastro 2		
L3	67500,00	momento d'inerzia pilastro 3		
L4	67500,00	momento d'inerzia pilastro 4		
L5	67500,00	momento d'inerzia pilastro 5		
L6	67500,00	momento d'inerzia pilastro 6		
K_T	37800,00	rigidzza traslante telaio 7		
Telaio 4o	48-52-58-62-66	pilastri che individuano il telaio		
E	21000,00	modulo di Young		
H	3,00	altezza dei pilastri		
L1	67500,00	momento d'inerzia pilastro 1		
L2	67500,00	momento d'inerzia pilastro 2		
L3	67500,00	momento d'inerzia pilastro 3		
L4	67500,00	momento d'inerzia pilastro 4		
L5	67500,00	momento d'inerzia pilastro 5		
K_T	31500,00	rigidzza traslante telaio 8		

STEP 2 – Tabella sinottica controventi e distanze

Questo passaggio riassume le rigidezze traslanti K_T dei controventi orizzontali e verticali opra riportati e tutte le distanze dei controventi dal punto di origine scelto per il nostro sistema di riferimento .

Abbiamo creato una tabella per ogni piano dell'edificio.

Step 2: tabella sinottica controventi e distanze PIANO TERRA		
Kv1(KNm)	79644,44	rigidezza traslante contr.vert.1
Kv2	79644,44	rigidezza traslante contr.vert.2
Kv3	79644,44	rigidezza traslante contr.vert.3
Kv4	79644,44	rigidezza traslante contr.vert.4
Kv5	79644,44	rigidezza traslante contr.vert.5
dv1	2,00	distanza orizzontale controvento dal punto <input type="checkbox"/>
dv2	8,00	distanza orizzontale controvento dal punto <input type="checkbox"/>
dv3	13,00	distanza orizzontale controvento dal punto <input type="checkbox"/>
dv4	18,00	distanza orizzontale controvento dal punto <input type="checkbox"/>
dv5	24,00	distanza orizzontale controvento dal punto <input type="checkbox"/>
Ko1(KNm)	99555,55	rigidezza traslante contr.orizz.1
Ko2	119466,66	rigidezza traslante contr.orizz.2
Ko3	119466,66	rigidezza traslante contr.orizz.3
Ko4	99555,55	rigidezza traslante contr.orizz.4
do2	4,00	distanza verticale controvento punto <input type="checkbox"/>
do3	8,00	distanza verticale controvento punto <input type="checkbox"/>
do4	12,00	distanza verticale controvento punto <input type="checkbox"/>

Step 2: tabella sinottica controventi e distanze PIANO PRIMO		
Kv1(KNm)	46686,11	rigidezza traslante contr.vert.1
Kv2	46686,11	rigidezza traslante contr.vert.2
Kv3	46686,11	rigidezza traslante contr.vert.3
Kv4	125052,08	rigidezza traslante contr.vert.4
Kv5	46686,11	rigidezza traslante contr.vert.5
dv1	2,00	distanza orizzontale controvento dal punto <input type="checkbox"/>
dv2	8,00	distanza orizzontale controvento dal punto <input type="checkbox"/>
dv3	13,00	distanza orizzontale controvento dal punto <input type="checkbox"/>
dv4	18,00	distanza orizzontale controvento dal punto <input type="checkbox"/>
dv5	24,00	distanza orizzontale controvento dal punto <input type="checkbox"/>
Ko1(KNm)	58357,64	rigidezza traslante contr.orizz.1
Ko2	70029,16	rigidezza traslante contr.orizz.2
Ko3	70029,16	rigidezza traslante contr.orizz.3
Ko4	58357,64	rigidezza traslante contr.orizz.4
do2	4,00	distanza verticale controvento punto <input type="checkbox"/>
do3	8,00	distanza verticale controvento punto <input type="checkbox"/>
do4	12,00	distanza verticale controvento punto <input type="checkbox"/>

Step 2: tabella sinottica controventi e distanze PIANO SECONDO		
Kv1(KNm)	25200,00	rigidezza traslante contr.vert.1
Kv2	25200,00	rigidezza traslante contr.vert.2
Kv3	25200,00	rigidezza traslante contr.vert.3
Kv4	25200,00	rigidezza traslante contr.vert.4
Kv5	25200,00	rigidezza traslante contr.vert.5
dv1	2,00	distanza orizzontale controvento dal punto <input type="checkbox"/>
dv2	8,00	distanza orizzontale controvento dal punto <input type="checkbox"/>
dv3	13,00	distanza orizzontale controvento dal punto <input type="checkbox"/>
dv4	18,00	distanza orizzontale controvento dal punto <input type="checkbox"/>
dv5	24,00	distanza orizzontale controvento dal punto <input type="checkbox"/>
Ko1(KNm)	31500,00	rigidezza traslante contr.orizz.1
Ko2	37800,00	rigidezza traslante contr.orizz.2
Ko3	37800,00	rigidezza traslante contr.orizz.3
Ko4	31500,00	rigidezza traslante contr.orizz.4
do2	4,00	distanza verticale controvento punto <input type="checkbox"/>
do3	8,00	distanza verticale controvento punto <input type="checkbox"/>
do4	12,00	distanza verticale controvento punto <input type="checkbox"/>

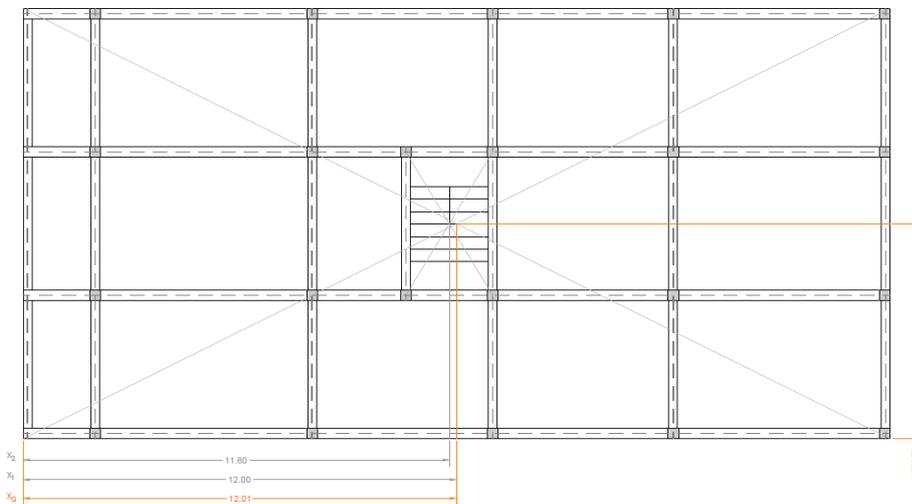
STEP 3 – Calcolo del centro di massa

In questo passaggio calcoliamo il centro di massa dei nostri telai piani. Dovremmo considerare che il nostro telaio ha un vuoto in corrispondenza delle scale che sposta il centro di massa dal centro geometrico e sottrae massa dal totale, quindi dobbiamo modificare la tabella dal passaggio 3 per sottrarre quest'area.

Siccome la scala si trova in posizione centrale, la misura in y non cambia rispetto al centro geometrico, ma si modifica di poco la misura lungo l'asse x, spostando quindi il centro di massa verso destra.

$$x_G = \frac{A_1x_1 - A_2x_2}{A_1 - A_2}$$

$$y_G = \frac{A_1y_1 - A_2y_2}{A_1 - A_2}$$



Step 3: calcolo del centro di massa

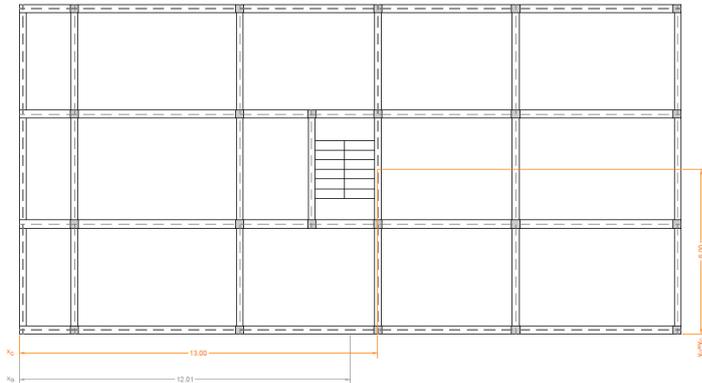
area_1 (mq)	288,00	misura dell'area superficie 1 area 1 (misura)
x_G1 (m)	12,00	coordinata X centro area 1
y_G1	6,00	coordinata Y centro area 1
area_2	9,60	misura dell'area superficie 2
x_G2	11,80	coordinata X centro area 2
y_G2	6,00	coordinata Y centro area 2
Area tot (mq)	278,40	Area totale impalcato
X_G	12,01	coordinata X centro d'area impalcato (centro massa)
Y_G	6,00	coordinata Y centro d'area impalcato (centro massa)

STEP 4 – Calcolo del centro di rigidezze e delle rigidezze globali

Dopo aver calcolato le coordinate del centro di massa, dobbiamo ora calcolare il centro delle rigidezze che rappresenta il punto rispetto a cui il momento statico viene annullato.

Per questo dobbiamo sapere il valore di rigidezza totale dei controventi (orizzontale e verticale) e la distanza dall'origine di ogni controvento.

Una volta conosciuto il centro delle rigidezze, possiamo calcolare la distanza tra ogni controvento e il centro.



Step 4: calcolo del centro di rigidezze e delle rigidezze globali PIANO TERRA

Ko_tot	438044,42	rigidezza totale orizzontale
Kv_tot	398222,22	rigidezza totale verticale
X_C (m)	13,00	coordinata X centro rigidezze
Y_C	6,00	coordinata Y centro rigidezze
dd_v1	-11,00	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_v2	-5,00	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_v3	0,00	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_v4	5,00	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_v5	11,00	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_o1	-6,00	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_o2	-2,00	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_o3	2,00	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_o4	6,00	distanze controvento dal centro rigidezze
K_φ (KN*m)	31379910,29	rigidezza torsionale totale

Step 4: calcolo del centro di rigidezze e delle rigidezze globali PIANO PRIMO

Ko_tot	256773,60	rigidezza totale orizzontale
Kv_tot	233430,55	rigidezza totale verticale
X_C (m)	13,00	coordinata X centro rigidezze
Y_C	6,00	coordinata Y centro rigidezze
dd_v1	-11,00	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_v2	-5,00	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_v3	0,00	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_v4	5,00	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_v5	11,00	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_o1	-6,00	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_o2	-2,00	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_o3	2,00	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_o4	6,00	distanze controvento dal centro rigidezze
K_φ (KN*m)	18394327,44	rigidezza torsionale totale

Step 4: calcolo del centro di rigidezze e delle rigidezze globali PIANO SECONDO		
Ko_tot	138600,00	rigidezze totale orizzontale
Kv_tot	126000,00	rigidezze totale verticale
X_C (m)	13,00	coordinata X centro rigidezze
Y_C	6,00	coordinata Y centro rigidezze
dd_v1	-11,00	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_v2	-5,00	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_v3	0,00	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_v4	5,00	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_v5	11,00	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_o1	-6,00	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_o2	-2,00	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_o3	2,00	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_o4	6,00	distanze controvento dal centro rigidezze
K_φ (KN*m)	9928800,00	rigidezze torsionale totale

STEP 5 – Analisi dei carichi sismici

Sapendo che , nel nostro caso :

$$Q_s = 3,28 \text{ kN/mq} \quad Q_p = 3,77 \text{ kN/mq} \quad Q_a = 2 \text{ kN/mq (residenziale)}$$

E sapendo che la forza sismica è espressa come la massa per l'accelerazione di trascinamento $F_s = M * a$ (edificio)

L'accelerazione che l'edificio prende dovuta al sisma dipende dalla storia sismica del luogo, da come è costruito l'edificio e se la struttura è in grado di dissipare bene la forza sismica agente.

Possiamo dire che la forza sismica è intesa come una porzione del peso dell'edificio e, più l'edificio è pesante, più sarà allora vulnerabile al sisma.

La formula che utilizzeremo per calcolare la forza sismica è $F_s = c Q_s + Q_p + (0,80 * Q_a)$

Dove :

c = coefficiente di forza sismica, esprime quanto è vulnerabile l'edificio $c < 1$ tenendo conto della sismicità del luogo

Q_s = carico strutturale

Q_p = carico permanente

Q_a = carico accidentale

0,80 = coefficiente di diffusione di Q_a

Step 5: analisi dei carichi sismici		
q_s (KN/mq)	3,28	carico permanente di natura strutturale
q_p	3,77	sovraccarico permanente
q_a	2,00	sovraccarico accidentale
G (KN)	1962,72	carico totale permanente
Q (KN)	556,80	carico totale accidentale
ψ	0,80	coefficiente di contemporaneità
W (KN)	2408,16	Pesi sismici
c	0,10	coefficiente di intensità sismica
F (KN)	240,82	Forza sismica orizzontale

STEP 6 – Ripartizione forza sismica lungo x

Step 6: ripartizione forza sismica lungo X		
M (KN*m)	-2,14E-13	momento torcente (positivo se antiorario)
u_o (m)	0,001	traslazione orizzontale
ψ	-6,81607E-21	rotazione impalcato (positiva se antioraria)
Fv1 (KN)	5,97E-15	Forza sul controvento verticale 1
Fv2	2,71E-15	Forza sul controvento verticale 2
Fv3	0,00	Forza sul controvento verticale 3
Fv4	-2,71E-15	Forza sul controvento verticale 4
Fv5	-5,97E-15	Forza sul controvento verticale 5
Fo1	54,73	Forza sul controvento orizzontale 1
Fo2	65,68	Forza sul controvento orizzontale 2
Fo3	65,68	Forza sul controvento orizzontale 3
Fo4	54,73	Forza sul controvento orizzontale 4
	240,82	
		54,73
		65,68
		65,68
		54,73
		240,82

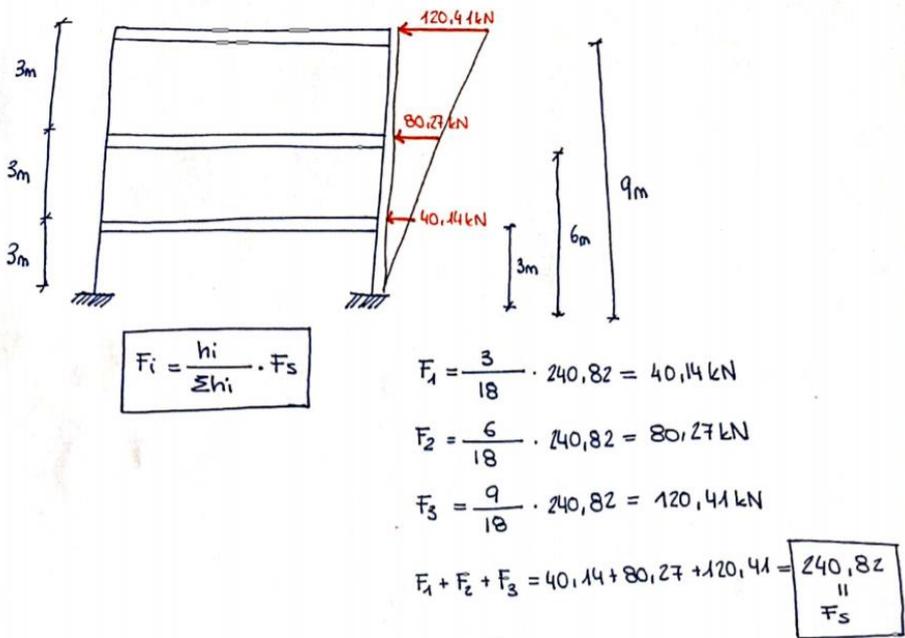
STEP 7 – Ripartizione forza sismica lungo y

Step 7: ripartizione forza sismica lungo Y		
M (KN*M)	239,16	momento torcente
v_o (KN)	0,001	traslazione verticale
ψ	0,00001	rotazione impalcato
Fv1 (KN)	41,49	Forza sul controvento verticale 1
Fv2	45,13	Forza sul controvento verticale 2
Fv3	48,16	Forza sul controvento verticale 3
Fv4	51,20	Forza sul controvento verticale 4
Fv5	54,84	Forza sul controvento verticale 5
Fo1	-4,55	Forza sul controvento orizzontale 1
Fo2	-1,82	Forza sul controvento orizzontale 2
Fo3	1,82	Forza sul controvento orizzontale 3
Fo4	4,55	Forza sul controvento orizzontale 4
	240,82	
		48,16
		48,16
		48,16
		48,16
		48,16
		240,82

Dopo aver trovato il valore della forza sismica orizzontale agente sull'edificio, dobbiamo ora capire come questa si ripartisce lungo x e y per i differenti piani.

Sappiamo che ogni piano prende parte della forza sismica e che i piani alti dell'edificio sono sempre soggetti a forza sismica maggiore in quanto lì c'è l'estremo libero.

Ogni piano prenderà :
$$F_i = \frac{h_i}{\sum h_i} \cdot f_s$$

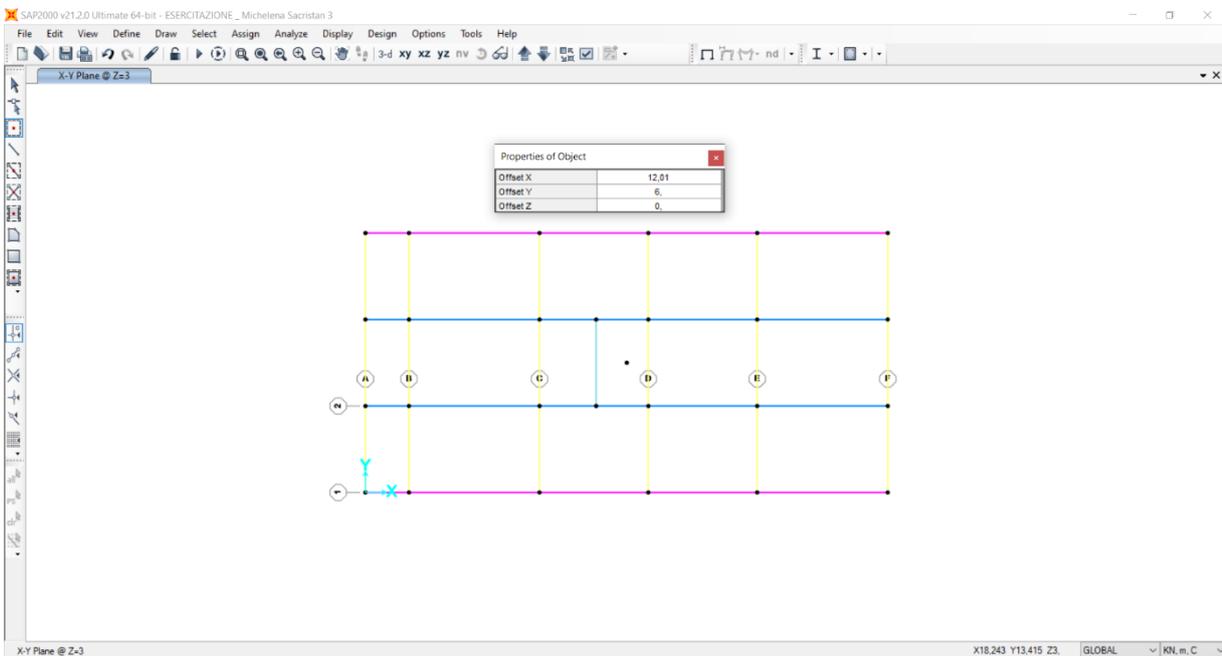


Inserimento Forza sismica sul modello Sap2000 :

Dobbiamo disegnare il centro di massa nel modello Sap con il comando Draw Special Joints.

View>Set 2D view> per z=3 , per z=6 e per z=9 .

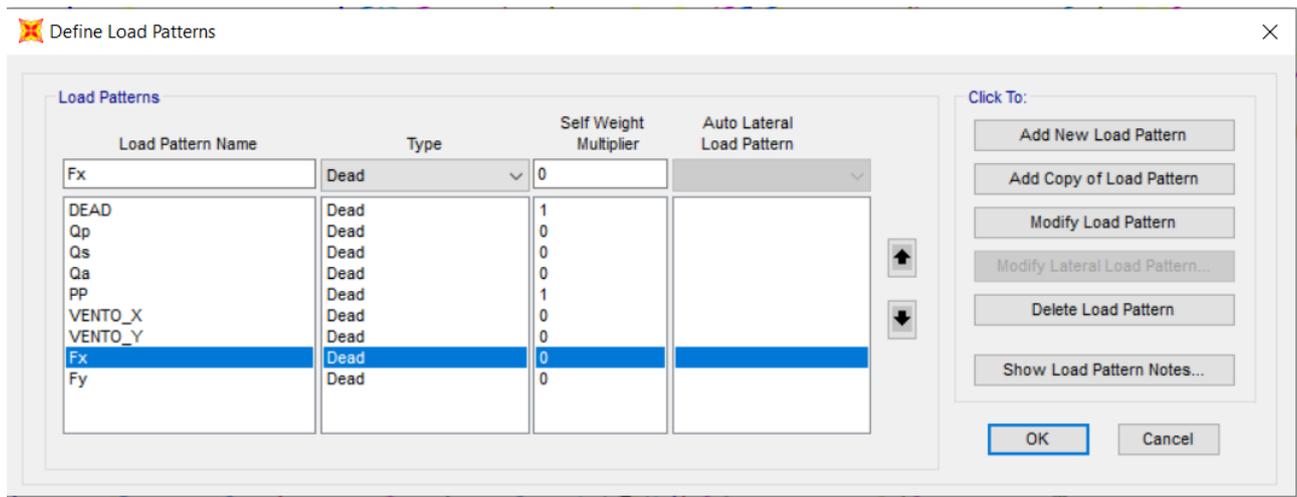
Disegno il punto per ogni piano e su questo applicheremo la forza sismica.



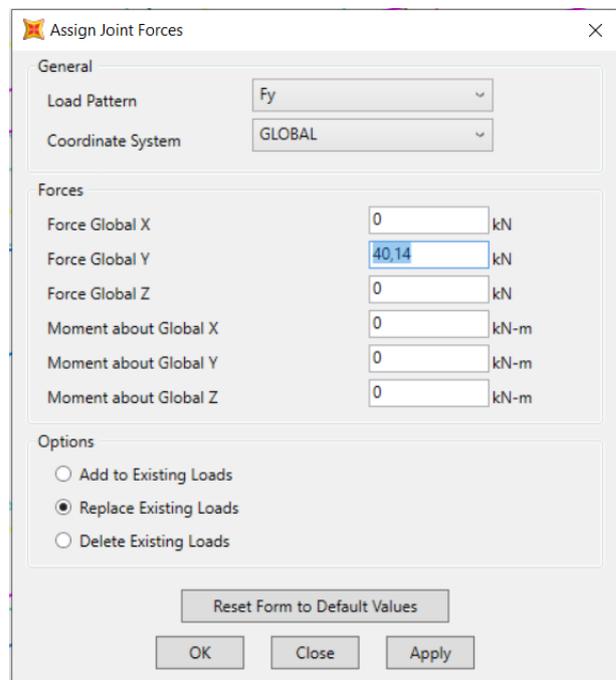
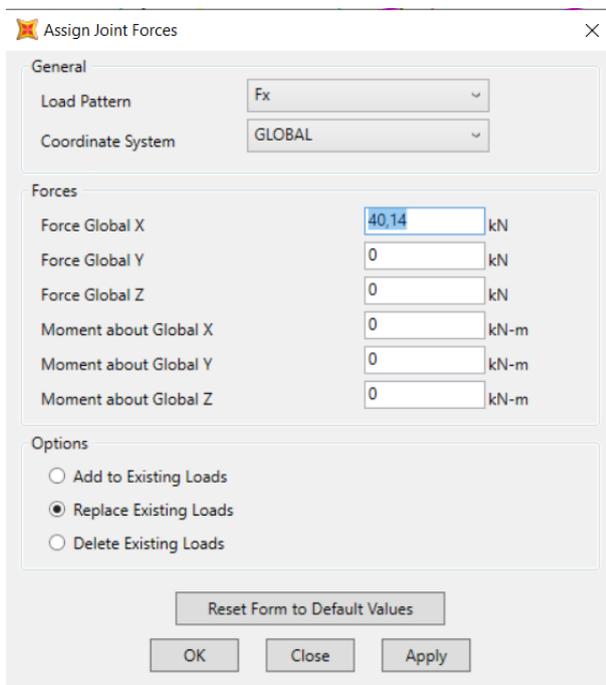
Applicazione Forza Sismica :

Define>Load Patterns Fx e Fy (self multiplier =0)

Creiamo il caso di carico per la forza sismica lungo x e lungo y.



Assign >Joint Loads>Froces>Fx >Force Global x > valore .



Faremo lo stesso per Fy , su tutti i punti che identificano il centro di massa per ogni piano del nostro edificio.

Vincolare i punti (Diaphragm)

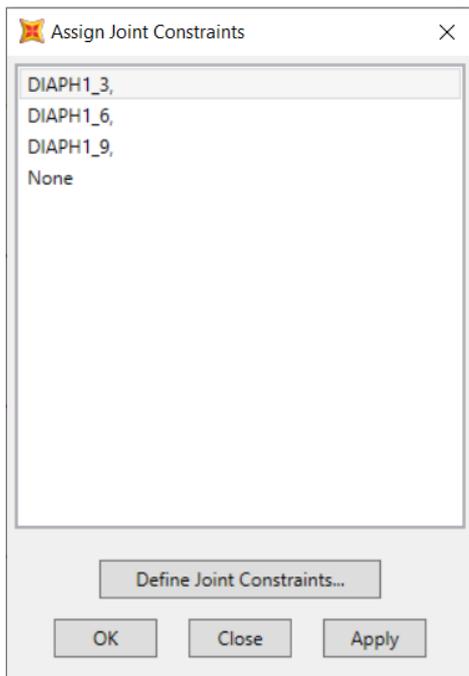
Vincoliamo tutti i punti di ogni impalcato imponendo la condizione di impalcato rigido .

Selezioniamo tutti gli elementi di ogni impalcato sul piano orizzontale.

Faremo questa operazione per ogni piano dicendo a Sap che tutte le rotazioni intorno all'asse z, di ogni punto dell'impalcato, sono uguali e che quindi ogni punto appartiene a questo.

Assign>joints>constraints>Diaphragm.

Si crea un Diaphragm per ogni valore di z .



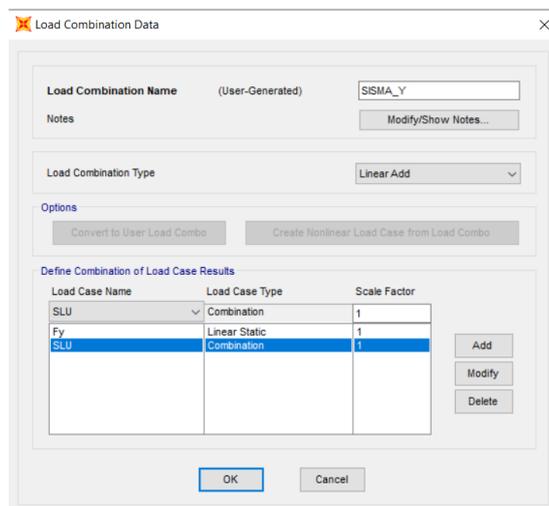
Analisi del modello in Sap 2000 :

Avviamo l'analisi e analizziamo il modello per combinazione di carico SLU+ Sisma_X e SLU + Sisma_Y.

Abbiamo precedentemente creato queste due combinazioni di carico : Define>LoadCombinations.

SLU + Sisma_X = SLU + Fx

SLU + Sisma Y = SLU + Fy



Set Load Cases to Run

Case Name	Type	Status	Action
DEAD	Linear Static	Not Run	Do not Run
MODAL	Modal	Not Run	Do not Run
Qp	Linear Static	Not Run	Run
Qs	Linear Static	Not Run	Run
Qa	Linear Static	Not Run	Run
PP	Linear Static	Not Run	Run
VENTO_X	Linear Static	Not Run	Do Not Run
VENTO_Y	Linear Static	Not Run	Do Not Run
Fx	Linear Static	Not Run	Run
Fy	Linear Static	Not Run	Do Not Run

Click to:

Run/Do Not Run Case

Show Case...

Delete Results for Case

Run/Do Not Run All

Delete All Results

Show Load Case Tree...

Analysis Monitor Options

Always Show

Never Show

Show After seconds

Model-Alive

Run Now

OK Cancel

Set Load Cases to Run

Case Name	Type	Status	Action
DEAD	Linear Static	Not Run	Do not Run
MODAL	Modal	Not Run	Do not Run
Qp	Linear Static	Finished	Run
Qs	Linear Static	Finished	Run
Qa	Linear Static	Finished	Run
PP	Linear Static	Finished	Run
VENTO_X	Linear Static	Not Run	Do not Run
VENTO_Y	Linear Static	Not Run	Do not Run
Fx	Linear Static	Finished	Do Not Run
Fy	Linear Static	Not Run	Run

Click to:

Run/Do Not Run Case

Show Case...

Delete Results for Case

Run/Do Not Run All

Delete All Results

Show Load Case Tree...

Analysis Monitor Options

Always Show

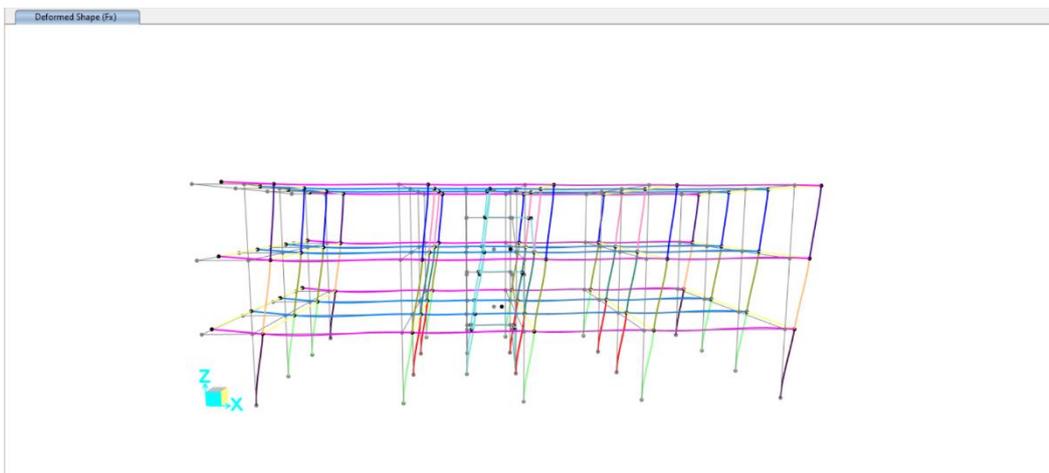
Never Show

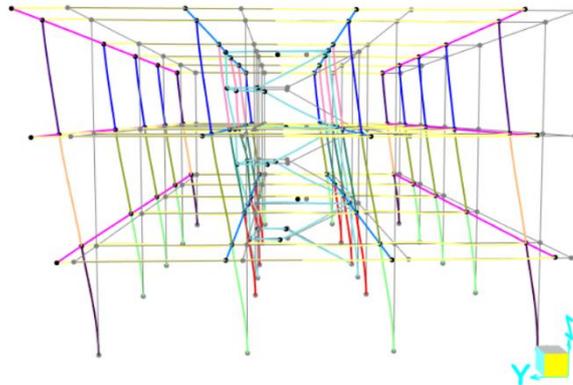
Show After seconds

Model-Alive

Run Now

OK Cancel





Esportazione Tabelle xls :

Selezioniamo i gruppi di pilastri per ogni piano, avvalendoci dei gruppi (centrali , perimetrali ed angolari) creati per la precedente esercitazione.

Esportiamo le tabelle per ogni combinazione di carico creata , le ordiniamo verificando quale combinazione di carico è la più sfavorevole.

Verifica Pilastri a Pressoflessione :

verificheremo ora il caso di eccentricità di ogni pilastro e, se differente da quelli identificati nella precedente esercitazione, ripeteremo il passaggio della verifica dei pilastri a pressoflessione.

Pressoflessione in casi di piccola eccentricità: $e=M/N \leq h/6$															
Piano Terra															
Pilastri	N°	f_{ck}	f_{cd}	b	h	A	I_x	Wx	N	Mx	e	h/6	σ_N	σ_M	σ_{max}
		Mpa	Mpa	cm	cm	cm ²	cm ⁴	cm ³	KN	KNm	cm	cm	Mpa	Mpa	Mpa
Angolari	4	28	16	40	40	1600	213333	10667	-548.13	-17.33	3.16	6.67	-3.43	-1.62	-5.05
Angolari	45	28	16	40	40	1600	213333	10667	-574.58	-20.86	3.63	6.67	-3.59	-1.96	-5.55
Centrali	19	28	16	40	40	1600	213333	10667	-879.70	-38.79	4.41	6.67	-5.50	-3.64	-9.13
Centrali	21	28	16	40	40	1600	213333	10667	-771.46	-18.00	2.33	6.67	-4.82	-1.69	-6.51
Centrali	23	28	16	40	40	1600	213333	10667	-1080.55	18.35	-1.70	6.67	-6.75	1.72	-5.03
Centrali	39	28	16	40	40	1600	213333	10667	-901.97	-38.65	4.28	6.67	-5.64	-3.62	-9.26
Centrali	40	28	16	40	40	1600	213333	10667	-837.19	-32.74	3.91	6.67	-5.23	-3.07	-8.30
Centrali	41	28	16	40	40	1600	213333	10667	-1080.32	-18.22	1.69	6.67	-6.75	-1.71	-8.46
Perimetrali	5	28	16	40	40	1600	213333	10667	-981.48	-20.53	2.09	6.67	-6.13	-1.92	-8.06
Perimetrali	20	28	16	40	40	1600	213333	10667	-594.74	-19.44	3.27	6.67	-3.72	-1.82	-5.54
Perimetrali	22	28	16	40	40	1600	213333	10667	-524.90	-16.09	3.07	6.67	-3.28	-1.51	-4.79
Perimetrali	24	28	16	40	40	1600	213333	10667	-614.67	-15.03	2.45	6.67	-3.84	-1.41	-5.25
Perimetrali	29	28	16	40	40	1600	213333	10667	-976.01	-21.53	2.21	6.67	-6.10	-2.02	-8.12
Perimetrali	55	28	16	40	40	1600	213333	10667	-607.99	-18.90	3.11	6.67	-3.80	-1.77	-5.57
Perimetrali	56	28	16	40	40	1600	213333	10667	-539.95	-18.00	3.33	6.67	-3.37	-1.69	-5.06
Perimetrali	57	28	16	40	40	1600	213333	10667	-625.57	-17.34	2.77	6.67	-3.91	-1.63	-5.54
Primo Piano															
Pilastri	N°	f_{ck}	f_{cd}	b	h	A	I_x	Wx	N	Mx	e	h/6	σ_N	σ_M	σ_{max}
		Mpa	Mpa	cm	cm	cm ²	cm ⁴	cm ³	KN	KNm	cm	cm	Mpa	Mpa	Mpa
Angolari	74	28	16	35	35	1225	125052	7146	-368.20	-15.70	4.26	5.83	-3.01	-2.20	-5.20
Angolari	113	28	16	35	35	1225	125052	7146	-382.64	13.37	-3.49	5.83	-3.12	1.87	-1.25
Centrali	90	28	16	35	35	1225	125052	7146	-504.52	29.21	-5.79	5.83	-4.12	4.09	-0.03
Centrali	92	28	16	35	35	1225	125052	7146	-719.23	-27.50	3.82	5.83	-5.87	-3.85	-9.72
Centrali	109	28	16	35	35	1225	125052	7146	-718.99	-26.01	3.62	5.83	-5.87	-3.64	-9.51
Perimetrali	75	28	16	35	35	1225	125052	7146	-653.91	-25.24	3.86	5.83	-5.34	-3.53	-8.87
Perimetrali	89	28	16	35	35	1225	125052	7146	-396.60	-17.81	4.49	5.83	-3.24	-2.49	-5.73
Perimetrali	91	28	16	35	35	1225	125052	7146	-350.74	-8.79	2.51	5.83	-2.86	-1.23	-4.09
Perimetrali	93	28	16	35	35	1225	125052	7146	-410.18	-20.32	4.95	5.83	-3.35	-2.84	-6.19
Perimetrali	98	28	16	35	35	1225	125052	7146	-650.63	-24.79	3.81	5.83	-5.31	-3.47	-8.78
Perimetrali	123	28	16	35	35	1225	125052	7146	-404.28	-17.37	4.30	5.83	-3.30	-2.43	-5.73
Perimetrali	124	28	16	35	35	1225	125052	7146	-360.07	9.78	-2.72	5.83	-2.94	1.37	-1.57
Perimetrali	125	28	16	35	35	1225	125052	7146	-416.31	-17.78	4.27	5.83	-3.40	-2.49	-5.89

Pressoflessione in casi di moderata eccentricità: $h/6 < e = M/N < h/2$

Piano Terra															
Pilastrì	N°	f_{ck}	f_{cd}	b	h	A	I_x	Wx	N	Mx	e	h/6	h/2	u	sigma_max
		Mpa	Mpa	cm	cm	cm ²	cm ⁴	cm ³	KN	KNm	cm	cm	cm	cm	Mpa
Angolari	26	28	16	40	40	1600	213333	10667	-341.37	-38.23	11.20	6.67	20.00	8.80	-6.46
Angolari	58	28	16	40	40	1600	213333	10667	-342.42	-37.85	11.05	6.67	20.00	8.95	-6.38
Perimetrali	25	28	16	40	40	1600	213333	10667	-575.09	-60.82	10.58	6.67	20.00	9.42	-10.17
Perimetrali	42	28	16	40	40	1600	213333	10667	-574.94	-60.70	10.56	6.67	20.00	9.44	-10.15
Primo Piano															
Pilastrì	N°	f_{ck}	f_{cd}	b	h	A	I_x	Wx	N	Mx	e	h/6	h/2	u	sigma_max
		Mpa	Mpa	cm	cm	cm ²	cm ⁴	cm ³	KN	KNm	cm	cm	cm	cm	Mpa
Centrali	88	28	16	35	35	1225	125052	7146	-584.36	-45.73	7.83	5.83	17.50	9.67	-11.51
Centrali	107	28	16	35	35	1225	125052	7146	-600.03	-45.36	-7.56	5.83	17.50	25.06	-4.56
Centrali	108	28	16	35	35	1225	125052	7146	-560.67	-47.95	8.55	5.83	17.50	8.95	-11.94
Secondo Piano															
Pilastrì	N°	f_{ck}	f_{cd}	b	h	A	I_x	Wx	N	Mx	e	h/6	h/2	u	sigma_max
		Mpa	Mpa	cm	cm	cm ²	cm ⁴	cm ³	KN	KNm	cm	cm	cm	cm	Mpa
Angolari	142	28	16	30	30	900	67500	4500	-184.15	21.21	-11.52	5.00	15.00	26.52	-1.54
Angolari	181	28	16	30	30	900	67500	4500	-189.05	18.77	-9.93	5.00	15.00	24.93	-1.69
Centrali	158	28	16	30	30	900	67500	4500	-244.87	36.47	-14.89	5.00	15.00	29.89	-1.82
Centrali	160	28	16	30	30	900	67500	4500	-366.83	36.93	-10.07	5.00	15.00	25.07	-3.25
Centrali	176	28	16	30	30	900	67500	4500	-273.21	35.91	-13.14	5.00	15.00	28.14	-2.16
Centrali	177	28	16	30	30	900	67500	4500	-366.59	35.27	-9.62	5.00	15.00	24.62	-3.31
Perimetrali	143	28	16	30	30	900	67500	4500	-326.47	35.61	-10.91	5.00	15.00	25.91	-2.80
Perimetrali	157	28	16	30	30	900	67500	4500	-199.55	-12.80	6.41	5.00	15.00	8.59	-5.16
Perimetrali	159	28	16	30	30	900	67500	4500	-173.07	10.22	-5.91	5.00	15.00	20.91	-1.84
Perimetrali	161	28	16	30	30	900	67500	4500	-208.69	26.50	-12.70	5.00	15.00	27.70	-1.67
Perimetrali	166	28	16	30	30	900	67500	4500	-324.89	34.83	-10.72	5.00	15.00	25.72	-2.81
Perimetrali	191	28	16	30	30	900	67500	4500	-202.26	-12.85	6.35	5.00	15.00	8.65	-5.20
Perimetrali	192	28	16	30	30	900	67500	4500	-176.90	11.74	-6.63	5.00	15.00	21.63	-1.82
Perimetrali	193	28	16	30	30	900	67500	4500	-211.06	24.48	-11.60	5.00	15.00	26.60	-1.76

Pressoflessione in casi di grande eccentricità: $e = M/N > h/2$

Primo Piano																	
Pilastrì	N°	f_{yk}	f_{yd}	f_{ck}	f_{cd}	b	h	N	Mx	e	h/2	β	r	h_u	δ	H_{min}	H
		Mpa	Mpa	Mpa	Mpa	cm	cm	KN	KNm	cm	cm			cm	cm	cm	cm
Angolari	95	450	391.30	28	15.87	35.00	35.00	-226.01	43.24	-19.13	17.50	0.38	2.46	21.71	5	26.71	40
Angolari	126	450	391.30	28	15.87	35.00	35.00	-226.54	43.04	-19.00	17.50	0.38	2.46	21.66	5	26.66	40
Perimetrali	94	450	391.30	28	15.87	35.00	35.00	-381.29	74.30	-19.49	17.50	0.38	2.46	28.45	5	33.45	40
Perimetrali	110	450	391.30	28	15.87	35.00	35.00	-381.26	74.23	-19.47	17.50	0.38	2.46	28.44	5	33.44	40
Secondo Piano																	
Pilastrì	N°	f_{yk}	f_{yd}	f_{ck}	f_{cd}	b	h	N	Mx	e	h/2	β	r	h_u	δ	H_{min}	H
		Mpa	Mpa	Mpa	Mpa	cm	cm	KN	KNm	cm	cm			cm	cm	cm	cm
Angolari	163	450	391.30	28	15.87	30.00	30.00	-109.90	-55.89	50.86	15.00	0.38	2.46	26.65	5	31.65	40
Angolari	194	450	391.30	28	15.87	30.00	30.00	-110.34	-55.95	50.70	15.00	0.38	2.46	26.67	5	31.67	40
Centrali	156	450	391.30	28	15.87	30.00	30.00	-298.80	-48.00	16.06	15.00	0.38	2.46	24.70	5	29.70	40
Centrali	175	450	391.30	28	15.87	30.00	30.00	-304.68	-47.63	15.63	15.00	0.38	2.46	24.61	5	29.61	40
Perimetrali	162	450	391.30	28	15.87	30.00	30.00	-185.89	-99.04	53.28	15.00	0.38	2.46	35.48	5	40.48	40
Perimetrali	178	450	391.30	28	15.87	30.00	30.00	-185.90	-99.07	53.29	15.00	0.38	2.46	35.49	5	40.49	40
Perimetrali	162	450	391.30	28	15.87	35.00	30.00	-185.89	-99.04	53.28	15.00	0.38	2.46	32.85	5	37.85	40
Perimetrali	178	450	391.30	28	15.87	35.00	30.00	-185.90	-99.07	53.29	15.00	0.38	2.46	32.86	5	37.86	40

Abbiamo sottolineato in verde tutti quei pilastri che presentano un caso di eccentricità diverso rispetto all'esercitazione precedente.

E in giallo i pilastri perimetrali del secondo piano per i quali siamo dovute intervenire cambiando la dimensione della sezione, affinché risultino verificati.

In allegato al testo del blog riportiamo il file xls finale con tutte le tabelle di classificazione di pilastri per gruppi, ogni loro caso di eccentricità e verifica a pressoflessione.

Come ultimo passaggio bisognerebbe modificare queste due sezioni in Sap e riavviare il processo di prova /errore.

Nicole Michelena e Marta Sacristan .

AA- 2020/21