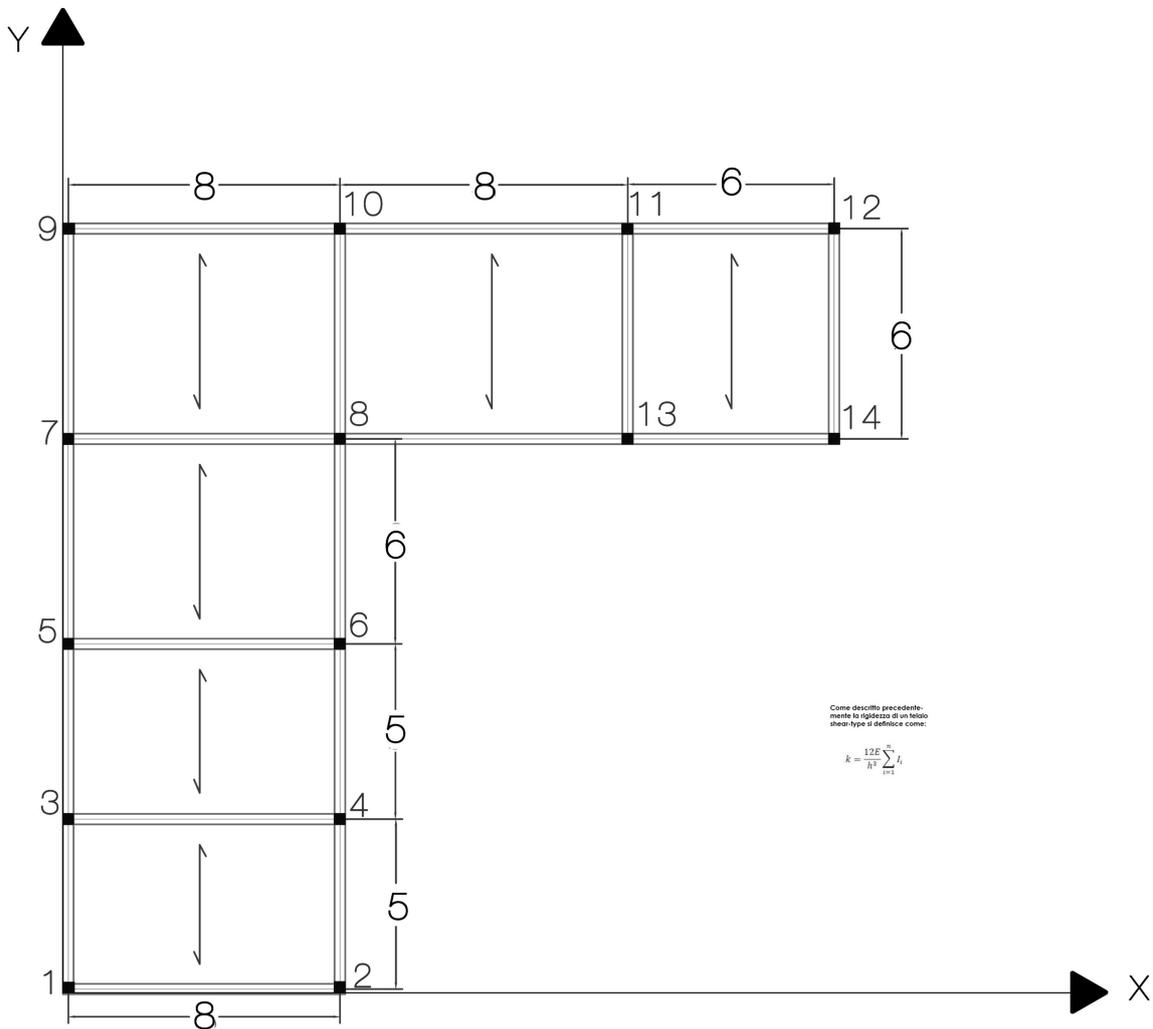


Esercitazione 2 - Progettazione strutturale

Ripartire una forza orizzontale (forza sismica) sui telai della struttura



1. Disegniamo una parte della struttura del progetto architettonico su un unico piano individuando i pilastri e l'orditura dei telai, in questo caso si tratta di un telaio Shear Type : travi infinitamente rigide a flessione e pilastri rigidi a flessione assiale

Numero dei pilastri : 14

Dimensioni : 30 cm x 30 cm

Altezza dei pilastri 3,50 mt

E = Modulo di Young del cls 21000 MPa

b = 30 cm
h = 30 cm

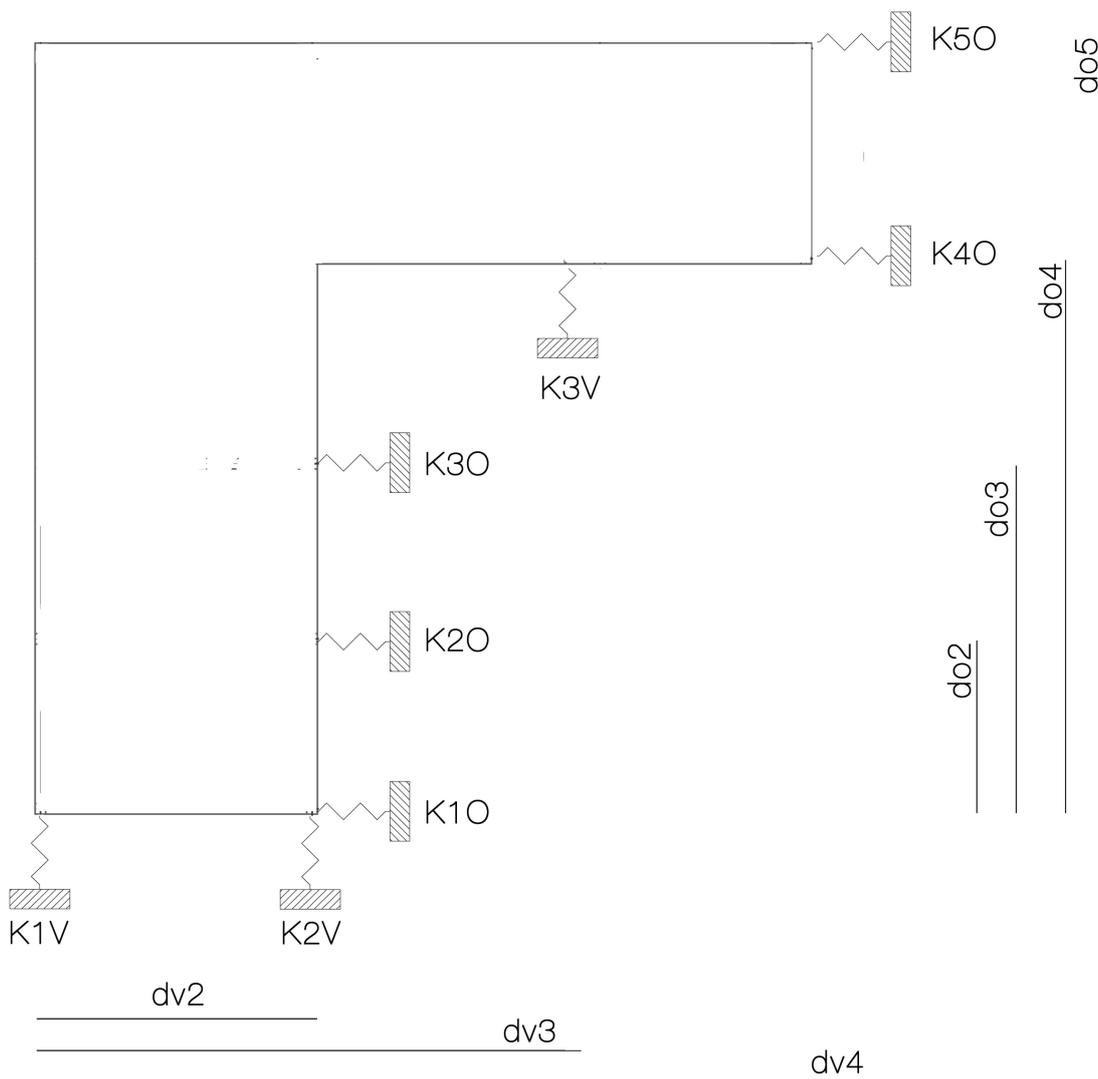


Quindi abbiamo :

Telaio 1 verticale : 1 - 3 - 5 - 7 - 9
Telaio 2 verticale : 2 - 4 - 6 - 8 - 10
Telaio 3 verticale : 13 - 11
Telaio 4 verticale : 14 - 12

Telaio 1 orizzontale : 1 - 2
Telaio 2 orizzontale : 3 - 4
Telaio 3 orizzontale : 5 - 6
Telaio 4 orizzontale : 7 - 8 - 13 - 14
Telaio 5 orizzontale : 9 - 10 - 11 - 12

Inseriamo adesso la simbologia per indicare i controventi



Tramite tabella excel calcoliamo i momenti di inerzia (x e y) della sezione del pilastro:

Step 1: calcolo delle rigidzze trasianti dei controventi dell'edificio		
1-3-5-7-9	pilastri che individuano il telaio	
21000,00	modulo di Young	
3,50	altezza dei pilastri	
67500,00	momento d'inerzia pilastro 1	
67500,00	momento d'inerzia pilastro 2	
67500,00	momento d'inerzia pilastro 3	
67500,00	momento d'inerzia pilastro 4	
67500,00	momento d'inerzia pilastro 5	
19836,73	rigidezza trasiente telaio 1	
2-4-6-8-10	pilastri che individuano il telaio	
21000,00	modulo di Young	
3,50	altezza dei pilastri	
67500,00	momento d'inerzia pilastro 1	
67500,00	momento d'inerzia pilastro 2	
67500,00	momento d'inerzia pilastro 3	
67500,00	momento d'inerzia pilastro 4	
67500,00	momento d'inerzia pilastro 5	
19836,73	rigidezza trasiente telaio 2	
13-11	pilastri che individuano il telaio	
21000,00	modulo di Young	
3,50	altezza dei pilastri	
67500,00	momento d'inerzia pilastro 1	
67500,00	momento d'inerzia pilastro 2	
7934,89	rigidezza trasiente telaio 3	
14-12	pilastri che individuano il telaio	
21000,00	modulo di Young	
3,50	altezza dei pilastri	
67500,00	momento d'inerzia pilastro 1	
67500,00	momento d'inerzia pilastro 2	
7934,89	rigidezza trasiente telaio 4	
Telaio 1o	1-2	pilastri che individuano il telaio
E	21000,00	modulo di Young
H	3,50	altezza dei pilastri
I, 1	67500,00	momento d'inerzia pilastro 1
I, 2	67500,00	momento d'inerzia pilastro 2
K, T	7934,89	rigidezza trasiente telaio 5
Telaio 2o	3-4	pilastri che individuano il telaio
E	21000,00	modulo di Young
H	3,50	altezza dei pilastri
I, 1	67500,00	momento d'inerzia pilastro 1
I, 2	67500,00	momento d'inerzia pilastro 2
K, T	7934,89	rigidezza trasiente telaio 6
Telaio 3o	5-6	pilastri che individuano il telaio
E	21000,00	modulo di Young
H	3,50	altezza dei pilastri
I, 1	67500,00	momento d'inerzia pilastro 1
I, 2	67500,00	momento d'inerzia pilastro 2
K, T	7934,89	rigidezza trasiente telaio 7
Telaio 4o	7-8-13-14	pilastri che individuano il telaio
E	21000,00	modulo di Young
H	3,50	altezza dei pilastri
I, 1	67500,00	momento d'inerzia pilastro 1
I, 2	67500,00	momento d'inerzia pilastro 2
I, 3	67500,00	momento d'inerzia pilastro 3
I, 4	67500,00	momento d'inerzia pilastro 4
K, T	15869,39	rigidezza trasiente telaio 7
Telaio 5o	9-10-11-12	pilastri che individuano il telaio
E	21000,00	modulo di Young
H	3,50	altezza dei pilastri
I, 1	67500,00	momento d'inerzia pilastro 1
I, 2	67500,00	momento d'inerzia pilastro 2
I, 3	67500,00	momento d'inerzia pilastro 3
I, 4	67500,00	momento d'inerzia pilastro 4
K, T	15869,39	rigidezza trasiente telaio 7

Definisco la rigidezza di un telaio shear-type :

$$k = \frac{12E}{h^3} \sum_{i=1}^n I_i$$

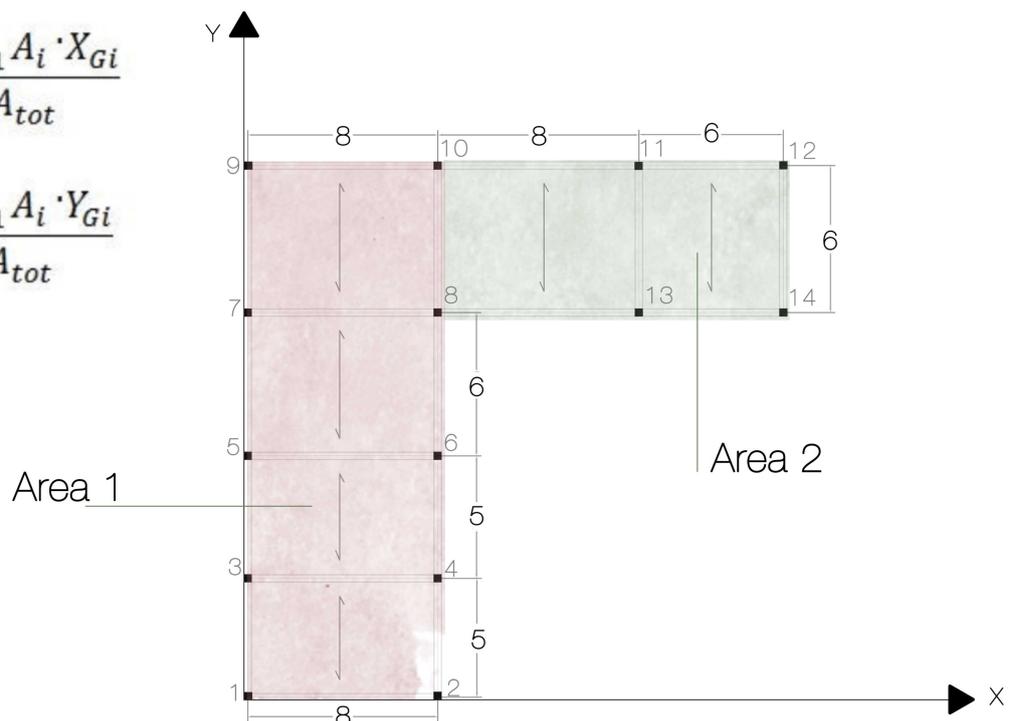
Nella seconda tabella vengono riportate le rigidizzedi tutti i controventi calcolati e le distanze di ogni controvento dall'origine degli assi x e y

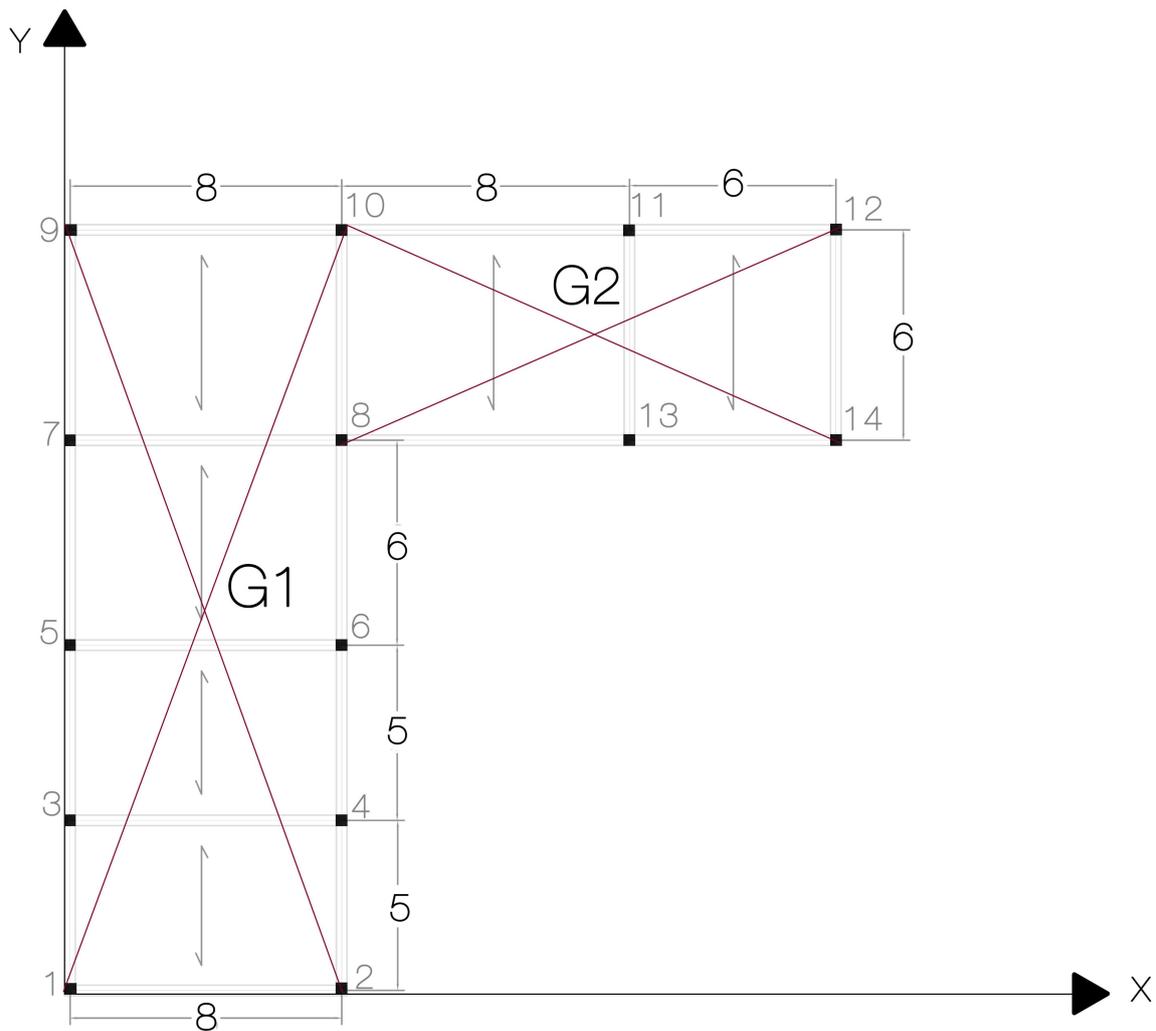
Step 2: tabella sinottica controventi e distanze		
Kv1(KN/m)	19836,73	rigidezza traslante contr.vert.1
Kv2	19836,73	rigidezza traslante contr.vert.2
Kv3	7934,69	rigidezza traslante contr.vert.3
Kv4	7934,69	rigidezza traslante contr.vert.4
dv2 (m)	8,00	distanza orizzontale controvento dal punto O
dv3	16,00	distanza orizzontale controvento dal punto O
dv4	22,00	distanza orizzontale controvento dal punto O
Ko1(KN/m)	7934,69	rigidezza traslante contr.orizz.1
Ko2	7934,69	rigidezza traslante contr.orizz.2
Ko3	7934,69	rigidezza traslante contr.orizz.3
Ko4	15869,39	rigidezza traslante telaio 7
Ko5	15869,39	rigidezza traslante telaio 7
do2	5,00	distanza verticale controvento punto O
do3	10,00	distanza verticale controvento punto O
do4	16,00	distanza verticale controvento punto O
do5	22,00	distanza verticale controvento punto O

Calcoliamo adesso il centro di massa della struttura andandola a dividere in due aree e utilizzando questa formula:

$$X_c = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \cdot X_{Gi}}{A_{tot}}$$

$$Y_c = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \cdot Y_{Gi}}{A_{tot}}$$





Step 3: calcolo del centro di massa		
area_1 (mq)	176,00	misura dell'area superficie 1 area 1 (misura)
x_G1 (m)	4,00	coordinata X centro area 1
y_G1	11,00	coordinata Y centro area 1
area_2	84,00	misura dell'area superficie 2
x_G2	7,00	coordinata X centro area 2
y_G2	3,00	coordinata Y centro area 2
Area tot (mq)	260,00	Area totale impalcato
X_G	4,97	coordinata X centro d'area impalcato (centro massa)
Y_G	8,42	coordinata Y centro d'area impalcato (centro massa)

Si calcola ora la rigidezza totale orizzontale che si ottiene dalla somma delle singole rigidezze dei controventi sia orizzontali che verticali

Step 4: calcolo del centro di rigidezze e delle rigidezze globali		
Ko_tot	55542,86	rigidezze totale orizzontale
Kv_tot	55542,85	rigidezze totale verticale
X_C (m)	8,29	coordinata X centro rigidezze
Y_C	13,00	coordinata Y centro rigidezze
dd_v1	-8,29	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_v2	-0,29	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_v3	7,71	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_v4	13,71	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_o1	-13,00	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_o2	-8,00	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_o3	-3,00	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_o4	3,00	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_o5	9,00	distanze controvento dal centro rigidezze
K_φ (KN*m)	6676478,34	rigidezze torsionale totale

Si calcola il carico totale permanente (G) e accidentale (Q) del solaio

Step 5: analisi dei carichi sismici		
q_s (KN/mq)	2,50	carico permanente di natura strutturale
q_p	2,50	sovraccarico permanente
q_a	5,00	sovraccarico accidentale
G (KN)	1300,00	carico totale permanente
Q (KN)	1300,00	carico totale accidentale
y	0,80	coefficiente di contemporaneità
W (KN)	2340,00	Pesi sismici
c	0,10	coefficiente di intensità sismica
F (KN)	234,00	Forza sismica orizzontale

Infine si considera l'azione della forza lungo X e Y

Step 6: ripartizione forza sismica lungo X			Step 7: ripartizione forza sismica lungo Y		
M (KN*m)	1072,80	momento torcente (positivo se antiorario)	M (KN*m)	-776,06	momento torcente
u_o (m)	0,004	traslazione orizzontale	v_o (KN)	0,004	traslazione verticale
φ	0,00016	rotazione impalcato (positiva se antioraria)	φ	-0,00012	rotazione impalcato
Fv1 (KN)	-26,41	Forza sul controvento verticale 1	Fv1 (KN)	102,68	Forza sul controvento verticale 1
Fv2	-0,91	Forza sul controvento verticale 2	Fv2	84,23	Forza sul controvento verticale 2
Fv3	9,84	Forza sul controvento verticale 3	Fv3	26,31	Forza sul controvento verticale 3
Fv4	17,49	Forza sul controvento verticale 4	Fv4	20,78	Forza sul controvento verticale 4
Fo1	16,85	Forza sul controvento orizzontale 1	Fo1	11,99	Forza sul controvento orizzontale 1
Fo2	23,23	Forza sul controvento orizzontale 2	Fo2	7,38	Forza sul controvento orizzontale 2
Fo3	29,60	Forza sul controvento orizzontale 3	Fo3	2,77	Forza sul controvento orizzontale 3
Fo4	74,51	Forza sul controvento orizzontale 4	Fo4	-5,53	Forza sul controvento orizzontale 4
Fo5	89,81	Forza sul controvento orizzontale 5	Fo5	-16,60	Forza sul controvento orizzontale 5
	234,00			234,00	
		33,43			83,57
		33,43			83,57
		33,43			33,43
		66,86			33,43
		66,86			
					234,00