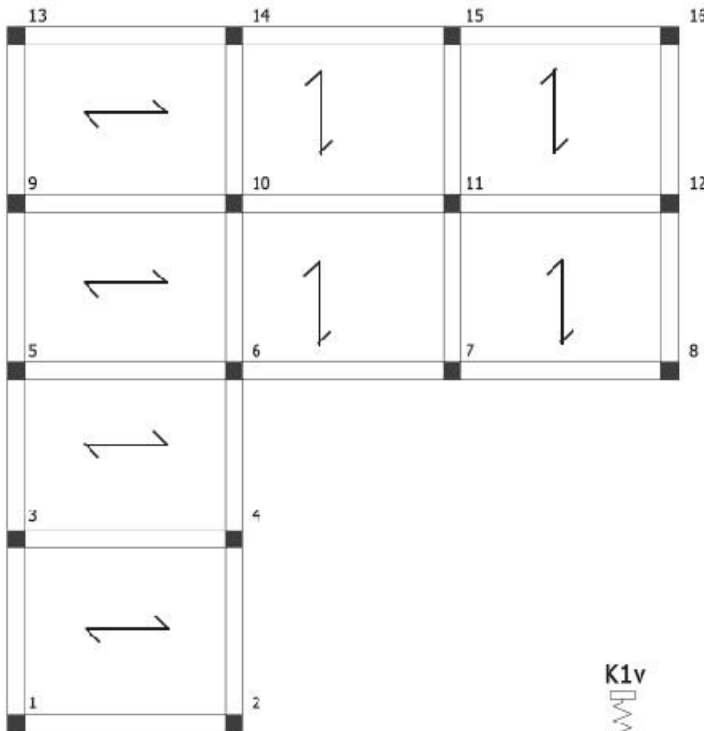


## ESERCITAZIONE 2

### CENTRO DELLE RIGIDENZE E RIPARTIZIONE DELLE FORZE SISMICHE

Per questa esercitazione consideriamo un impianto strutturale composto interamente da telai Shear-type; poi verifichiamo la posizione del centro delle masse e del centro delle rigidzze. Questi due punti devono trovarsi il più vicino possibile affinché l'impianto strutturale non ruoti.



L'impianto scelto è composto da 9 telai, 5 orizzontali e 4 verticali. Ogni modulo è di 5x6m e i pilastri sono di forma quadrata e di dimensioni 50x50cm.

Telaio 1v= pilastri 1-3-5-9-13

Telaio 2v= pilastri 2-4-6-10-14

Telaio 3v= pilastri 7-11-15

Telaio 4v= pilastri 8-12-16

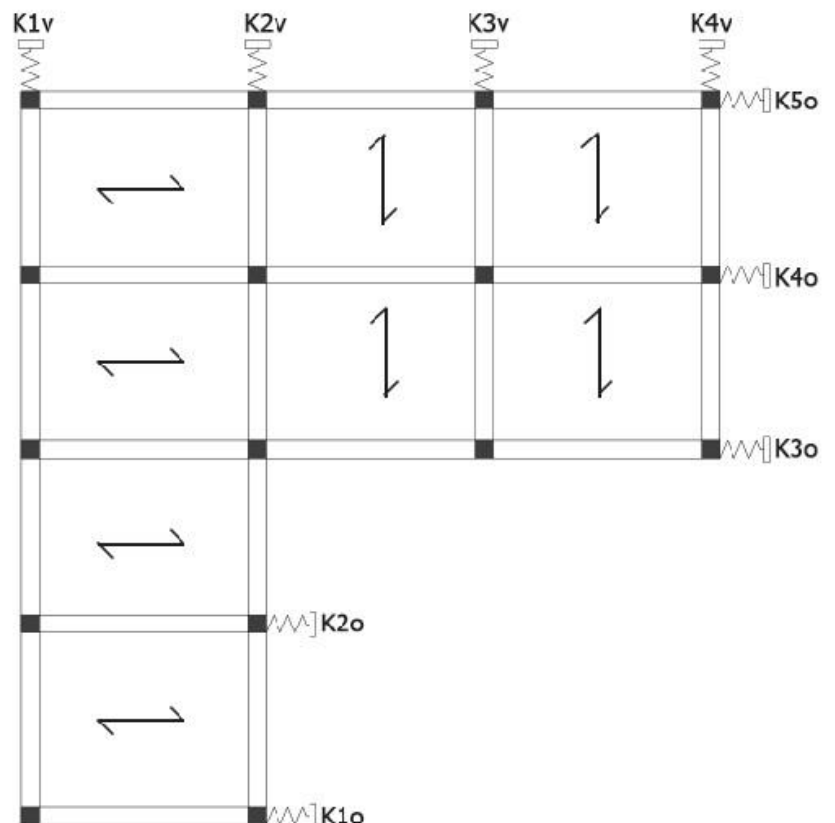
Telaio 1o= pilastri 1-2

Telaio 2o= pilastri 3-4

Telaio 3o= pilastri 5-6-7-8

Telaio 4o= pilastri 9-10-11-12

Telaio 5o= pilastri 13-14-15-16



## STEP 1: Calcolo delle rigidezze traslanti dei controventi dell'edificio

<b>Telaio 1v</b>	<b>1-3-5-9-13</b>	pilastri che individuano il telaio
E (N/mm <sup>2</sup> )	21000,00	modulo di Young
H (m)	3,00	altezza dei pilastri
I <sub>1</sub> (cm <sup>4</sup> )	520833,00	momento d'inerzia pilastro 1
I <sub>2</sub>	520833,00	momento d'inerzia pilastro 2
I <sub>3</sub>	520833,00	momento d'inerzia pilastro 3
I <sub>4</sub>	520833,00	momento d'inerzia pilastro 4
I <sub>5</sub>	520833,00	momento d'inerzia pilastro 5
<b>K<sub>T</sub> (KN/m)</b>	<b>243055,40</b>	<b>rigidezza traslante telaio 1</b>
<b>Telaio 2v</b>	<b>2-4-6-10-14</b>	pilastri che individuano il telaio
E	21000,00	modulo di Young
H	3,00	altezza dei pilastri
I <sub>1</sub>	520833,00	momento d'inerzia pilastro 1
I <sub>2</sub>	520833,00	momento d'inerzia pilastro 2
I <sub>3</sub>	520833,00	momento d'inerzia pilastro 3
I <sub>4</sub>	520833,00	momento d'inerzia pilastro 4
I <sub>5</sub>	520833,00	momento d'inerzia pilastro 5
<b>K<sub>T</sub></b>	<b>243055,40</b>	<b>rigidezza traslante telaio 2</b>
<b>Telaio 3v</b>	<b>7-11-15</b>	pilastri che individuano il telaio
E	21000,00	modulo di Young
H	3,00	altezza dei pilastri
I <sub>1</sub>	520833,00	momento d'inerzia pilastro 1
I <sub>2</sub>	520833,00	momento d'inerzia pilastro 2
I <sub>3</sub>	520833,00	momento d'inerzia pilastro 3
I <sub>4</sub>	0,00	momento d'inerzia pilastro 4
I <sub>5</sub>	0,00	momento d'inerzia pilastro 5
<b>K<sub>T</sub></b>	<b>145833,24</b>	<b>rigidezza traslante telaio 3</b>
<b>Telaio 4v</b>	<b>8-12-16</b>	pilastri che individuano il telaio
E	21000,00	modulo di Young
H	3,00	altezza dei pilastri
I <sub>1</sub>	520833,00	momento d'inerzia pilastro 1
I <sub>2</sub>	520833,00	momento d'inerzia pilastro 2
I <sub>3</sub>	520833,00	momento d'inerzia pilastro 3
I <sub>4</sub>	0,00	momento d'inerzia pilastro 4
I <sub>5</sub>	0,00	momento d'inerzia pilastro 5
<b>K<sub>T</sub></b>	<b>145833,24</b>	<b>rigidezza traslante telaio 4</b>

<b>Telaio 1o</b>	<b>1-2</b>	pilastri che individuano il telaio
E	21000,00	modulo di Young
H	3,00	altezza dei pilastri
I_1	520833,00	momento d'inerzia pilastro 1
I_2	520833,00	momento d'inerzia pilastro 2
I_3	0,00	momento d'inerzia pilastro 3
I_4	0,00	momento d'inerzia pilastro 4
I_5	0,00	momento d'inerzia pilastro 5
<b>K T</b>	<b>97222,16</b>	<b>rigidezza traslante telaio 5</b>

<b>Telaio 2o</b>	<b>3-4</b>	pilastri che individuano il telaio
E	21000,00	modulo di Young
H	3,00	altezza dei pilastri
I_1	520833,00	momento d'inerzia pilastro 1
I_2	520833,00	momento d'inerzia pilastro 2
I_3	0,00	momento d'inerzia pilastro 3
I_4	0,00	momento d'inerzia pilastro 4
I_5	0,00	momento d'inerzia pilastro 5
<b>K T</b>	<b>97222,16</b>	<b>rigidezza traslante telaio 6</b>

<b>Telaio 3o</b>	<b>5-6-7-8</b>	pilastri che individuano il telaio
E	21000,00	modulo di Young
H	3,00	altezza dei pilastri
I_1	520833,00	momento d'inerzia pilastro 1
I_2	520833,00	momento d'inerzia pilastro 2
I_3	520833,00	momento d'inerzia pilastro 3
I_4	520833,00	momento d'inerzia pilastro 4
I_5	0,00	momento d'inerzia pilastro 5
<b>K T</b>	<b>194444,32</b>	<b>rigidezza traslante telaio 7</b>

<b>Telaio 4o</b>	<b>9-10-11-12</b>	pilastri che individuano il telaio
E	21000,00	modulo di Young
H	3,00	altezza dei pilastri
I_1	520833,00	momento d'inerzia pilastro 1
I_2	520833,00	momento d'inerzia pilastro 2
I_3	520833,00	momento d'inerzia pilastro 3
I_4	520833,00	momento d'inerzia pilastro 4
I_5	0,00	momento d'inerzia pilastro 5
<b>K T</b>	<b>194444,32</b>	<b>rigidezza traslante telaio 8</b>

<b>Telaio 5o</b>	<b>9-10-11-12</b>	pilastri che individuano il telaio
E	21000,00	modulo di Young
H	3,00	altezza dei pilastri
I_1	520833,00	momento d'inerzia pilastro 1
I_2	520833,00	momento d'inerzia pilastro 2
I_3	520833,00	momento d'inerzia pilastro 3
I_4	520833,00	momento d'inerzia pilastro 4
I_5	0,00	momento d'inerzia pilastro 5
<b>K T</b>	<b>194444,32</b>	<b>rigidezza traslante telaio 9</b>

**STEP 2: Tabella sinottica controventi e distanze**

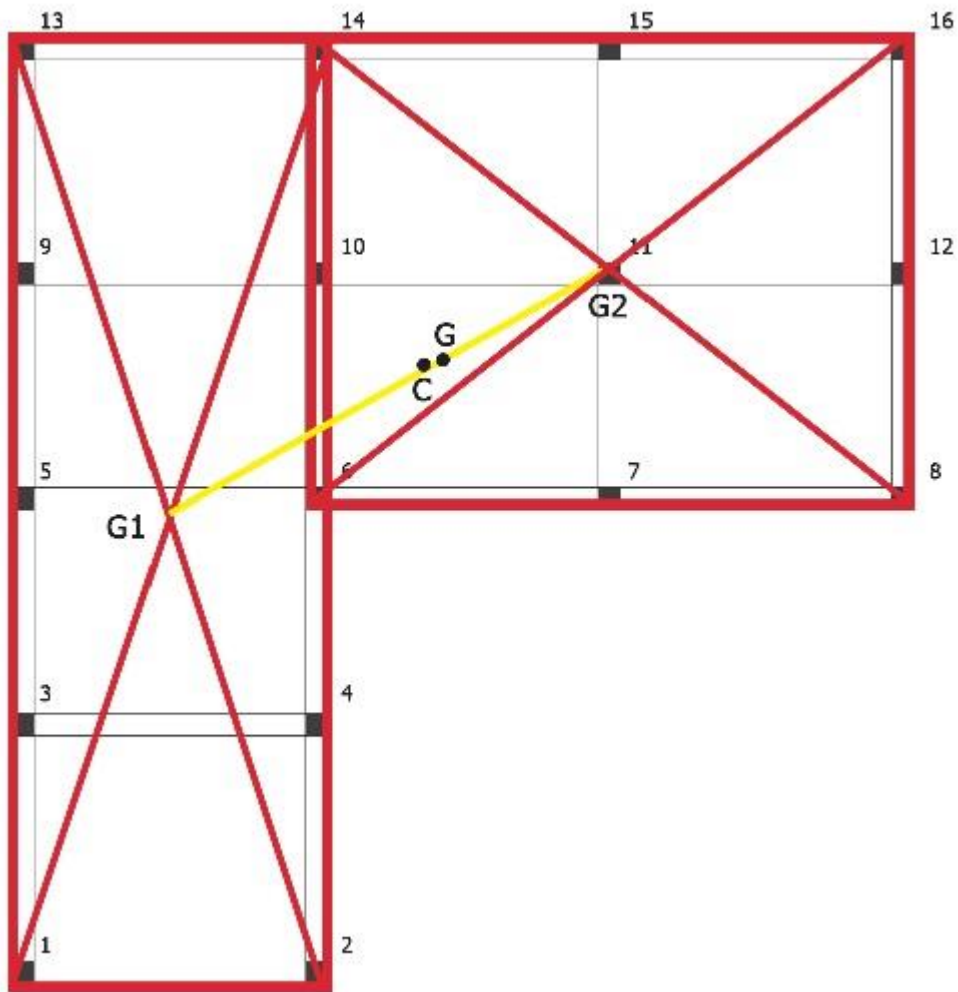
Kv1(KN/m)	243055,40	rigidezza traslante contr.vert. 1
Kv2	243055,40	rigidezza traslante contr.vert. 2
Kv3	145833,24	rigidezza traslante contr.vert. 3
Kv4	145833,24	rigidezza traslante contr.vert. 4
dv2 (m)	6,50	distanza orizzontale controvento dal punto O
dv3	13,00	distanza orizzontale controvento dal punto O
dv4	19,50	distanza orizzontale controvento dal punto O
Ko1(KN/m)	97222,16	rigidezza traslante contr.orizz. 1
Ko2	97222,16	rigidezza traslante contr.orizz. 2
Ko3	194444,32	rigidezza traslante contr.orizz. 3
Ko4	194444,32	rigidezza traslante contr.orizz. 4
Ko5	194444,32	rigidezza traslante contr.orizz. 5
do2	5,50	distanza verticale controvento punto O
do3	11,00	distanza verticale controvento punto O
do4	16,50	distanza verticale controvento punto O
do5	22,00	distanza verticale controvento punto O

**STEP 3: Calcolo del centro di massa**

area_1 (mq)	147,00	misura dell'area superficie 1 area 1 (misura)
x_G1 (m)	3,50	coordinata X centro area 1
y_G1	10,50	coordinata Y centro area 1
area_2	141,75	misura dell'area superficie 2
x_G2	13,25	coordinata X centro area 2
y_G2	15,75	coordinata Y centro area 2
Area tot (mq)	288,75	Area totale impalcato
X_G	8,29	coordinata X centro d'area impalcato (centro massa)
Y_G	13,08	coordinata Y centro d'area impalcato (centro massa)

**STEP 4: Calcolo del centro delle rigidezze e delle rigidezze globali**

Ko_tot	777777,28	rigidezza totale orizzontale
Kv_tot	777777,28	rigidezza totale verticale
X_C (m)	8,13	coordinata X centro rigidezze
Y_C	13,06	coordinata Y centro rigidezze
dd_v1	-8,13	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_v2	-1,63	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_v3	4,88	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_v4	11,38	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_o1	-13,06	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_o2	-7,56	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_o3	-2,06	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_o4	3,44	distanze controvento dal centro rigidezze
dd_o5	8,94	distanze controvento dal centro rigidezze
K_φ (KN*m)	79828507,94	rigidezza torsionale totale



**STEP 5:** Ipotizzo una stratigrafia di solaio e attuo l'analisi dei carichi

$q_s$ (KN/mq)	2,50	carico permanente di natura strutturale
$q_p$	2,50	sovraccarico permanente
$q_a$	5,00	sovraccarico accidentale
G (KN)	1443,75	carico totale permanente
Q (KN)	1443,75	carico totale accidentale
$\psi$	0,80	coefficiente di contemporaneità
W (KN)	2598,75	Pesi sismici
c	0,10	coefficiente di intensità sismica
F (KN)	259,88	Forza sismica orizzontale

## STEP 6: Ripartizione forza sismica lungo X

M (KN*m)	-3,84	momento torcente (positivo se antiorario)			
u_o (m)	0,000	traslazione orizzontale			
$\varphi$	0,00000	rotazione impalcato (positiva se antioraria)			
Fv1 (KN)	0,09	Forza sul controvento verticale 1			
Fv2	0,02	Forza sul controvento verticale 2			
Fv3	-0,03	Forza sul controvento verticale 3			
Fv4	-0,08	Forza sul controvento verticale 4			
Fo1	32,55	Forza sul controvento orizzontale 1			
Fo2	32,52	Forza sul controvento orizzontale 2	Fo4	64,89	Forza sul controvento orizzontale 4
Fo3	64,99	Forza sul controvento orizzontale 3	Fo5	64,89	Forza sul controvento orizzontale 5
	259,82				
		32,48			
		32,48	64,97		
		64,97	64,97		
			259,88		

## STEP 7: Ripartizione forza sismica lungo Y

M (KN*M)	41,93	momento torcente			
v_o (KN)	0,000	traslazione verticale			
$\varphi$	0,00000	rotazione impalcato			
Fv1 (KN)	80,17	Forza sul controvento verticale 1			
Fv2	81,00	Forza sul controvento verticale 2			
Fv3	49,10	Forza sul controvento verticale 3			
Fv4	49,60	Forza sul controvento verticale 4			
Fo1	-0,67	Forza sul controvento orizzontale 1			
Fo2	-0,39	Forza sul controvento orizzontale 2	Fo4	0,35	Forza sul controvento orizzontale 4
Fo3	-0,21	Forza sul controvento orizzontale 3	Fo5	0,91	Forza sul controvento orizzontale 5
	259,88				
		81,21			
		81,21			
		48,73			
		48,73			
			259,88		

Il centro delle rigidezze e il centro delle masse sono risultati molto vicini, quindi in buona posizione. In caso contrario tra i due centri si sarebbe formato un braccio e di conseguenza una rotazione.