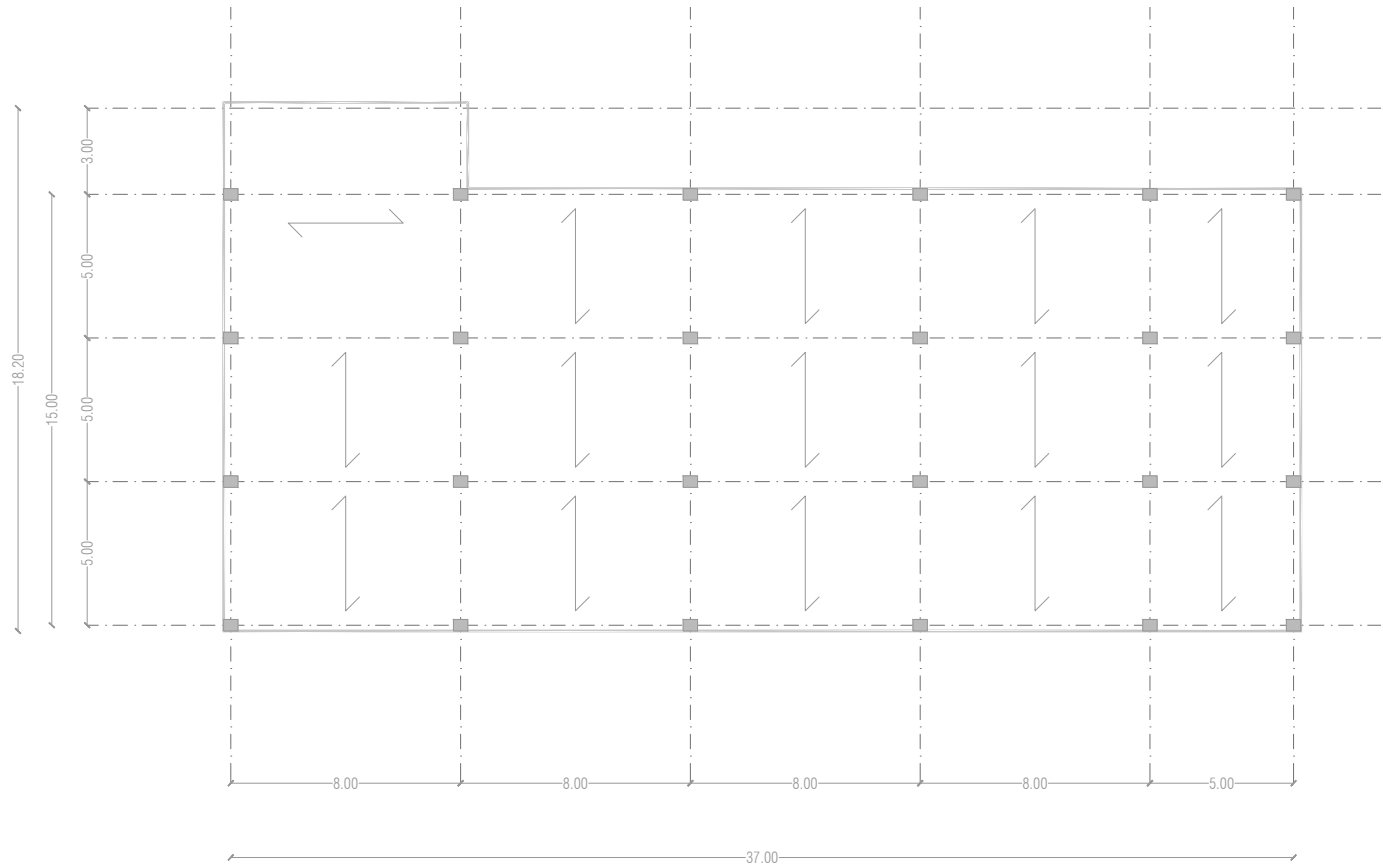


ESERCITAZIONE 4 _ DIMENSIONAMENTO DI UN EDIFICIO MULTIPIANO INTELAIATO IN CALCESTRUZZO ARMATO _

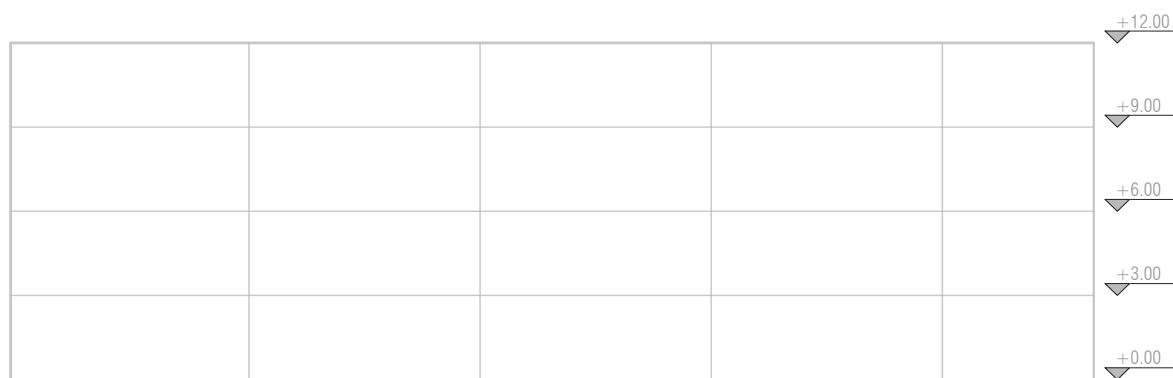
_ Elisabetta Moroni

L'esercitazione assegnata prevede il dimensionamento di un edificio intelaiato, di 3 piani fuori terra, da modellare con l'ausilio del software SAP 2000.

SCHEMA DI PIANTA DELL'EDIFICIO MULTIPIANO

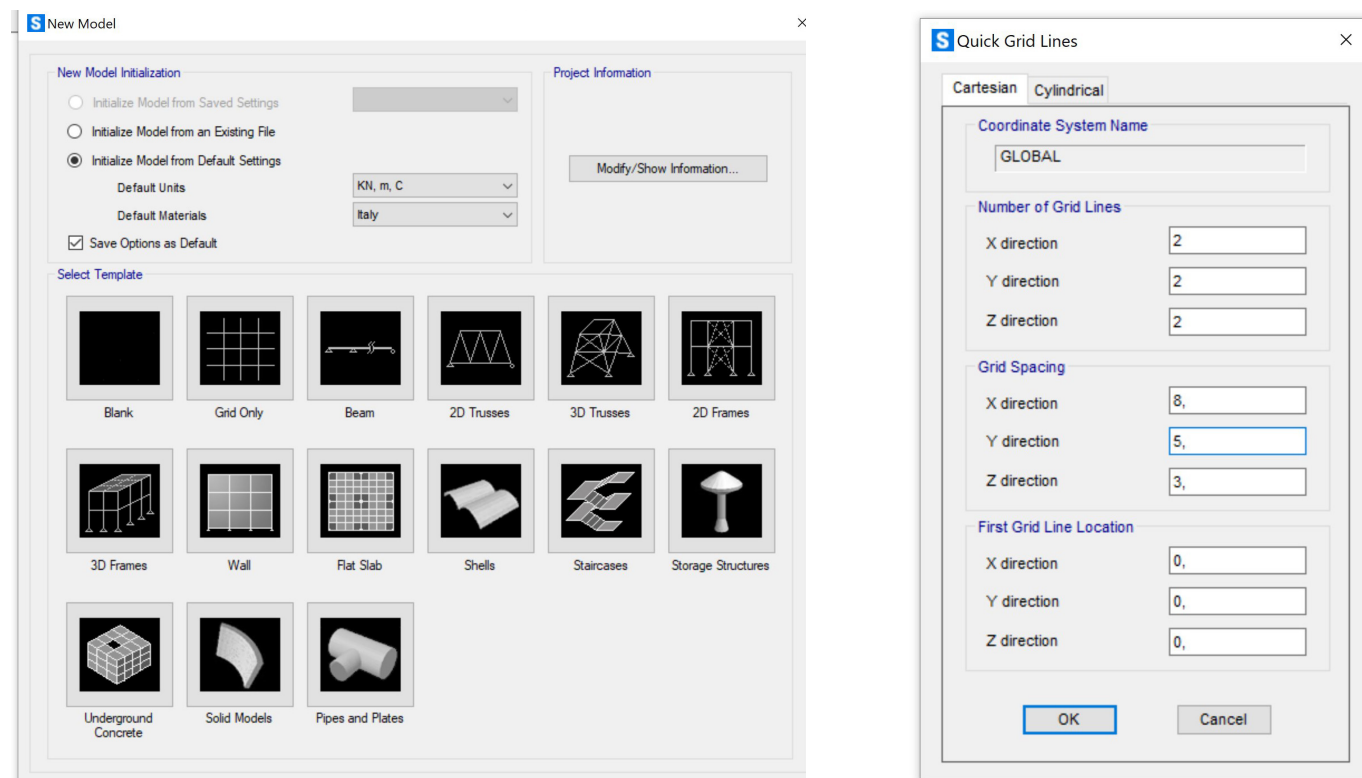


SCHEMA DI SEZIONE DELL'EDIFICIO MULTIPIANO



Apro un nuovo file, imposto le unità di misura (KN, m, C) e i materiali di default (Italy) e imposto la griglia (*File_ New Model_Grid only*).

Imposto le grid lines (numero di griglie 2 per gli assi globali x, y e z) ed il grid spacing che corrisponde al passo strutturale della campata principale – 8 m, in direzione x – e secondaria – 5 m, in direzione y – e l'altezza di interpiano – 3 m, in direzione z –.

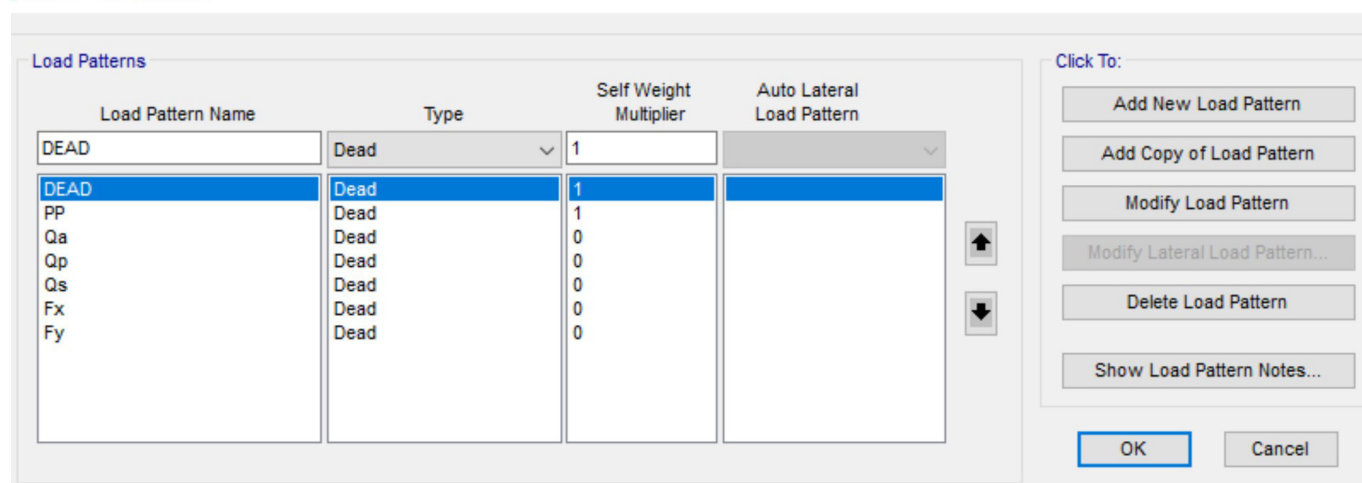


Prima di procedere alla modellazione di un singolo piano, così da replicarlo in funzione delle intenzioni di progetto:

--> Definisco i Load Pattern:

- **PP** (Peso proprio) moltiplicatore di peso proprio =1
- **Qs** (Carico strutturale) moltiplicatore di peso proprio =0
- **Qp** (Carico permanente) moltiplicatore di peso proprio =0
- **Qa** (Carico accidentale) moltiplicatore di peso proprio =0

Define Load Patterns



--> Definisco la **Combinazione di carico SLU** (*Define_Load Combination_Add new combo_linear Add_*)

- **PP** (Peso proprio) moltiplicato per il coefficiente di sicurezza (scale factor) 1,3
- **Qs** (Carico strutturale) moltiplicato per il coefficiente di sicurezza (scale factor) 1,3
- **Qp** (Carico permanente) moltiplicato per il coefficiente di sicurezza (scale factor) 1,5
- **Qa** (Carico accidentale) moltiplicato per il coefficiente di sicurezza (scale factor) 1,5

Load Combination Data

Load Combination Name (User-Generated): SLU

Notes: [Modify/Show Notes...]

Load Combination Type: Linear Add

Options: [Convert to User Load Combo] [Create Nonlinear Load Case from Load Combo]

Define Combination of Load Case Results

Load Case Name	Load Case Type	Mode	Scale Factor
PP	Linear Static		1,3
PP	Linear Static		1,3
Qs	Linear Static		1,3
Qp	Linear Static		1,5
Qa	Linear Static		1,5

[Add] [Modify] [Delete]

[OK] [Cancel]

Definisco il materiale (*Define_Materials_Add New Materials – "Italy, Concrete, NTC 2008, CLS 35/45"*) e le Sezioni (*Define_Section properties_Frame section*) distinguendole in Travi principali (0,8 x 0,3 m), secondarie (0,4 x 0,3 m), di bordo (0,4 x 0,3 m), a ginocchio (0,4 x 0,3m); i Pilastri angolari (0,4 x 0,3 m) perimetrali (0,5 x 0,3 m) e centrali (0,6 x 0,3) del piano 1, 2, 3 e 4 e i pilastri scala (0,3 x 0,3 m).

Define Materials

Materials:

- B450C
- C28/35
- C35/45
- S355
- Tendon

Click to:

[Add New Material...]

[Add Copy of Material...]

[Modify/Show Material...]

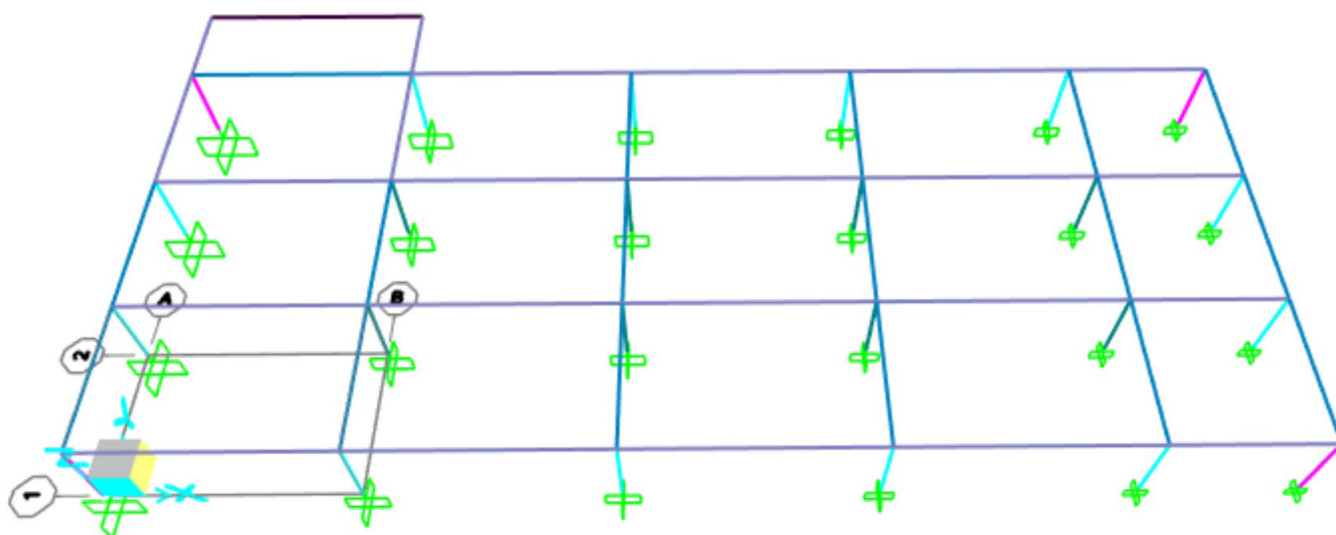
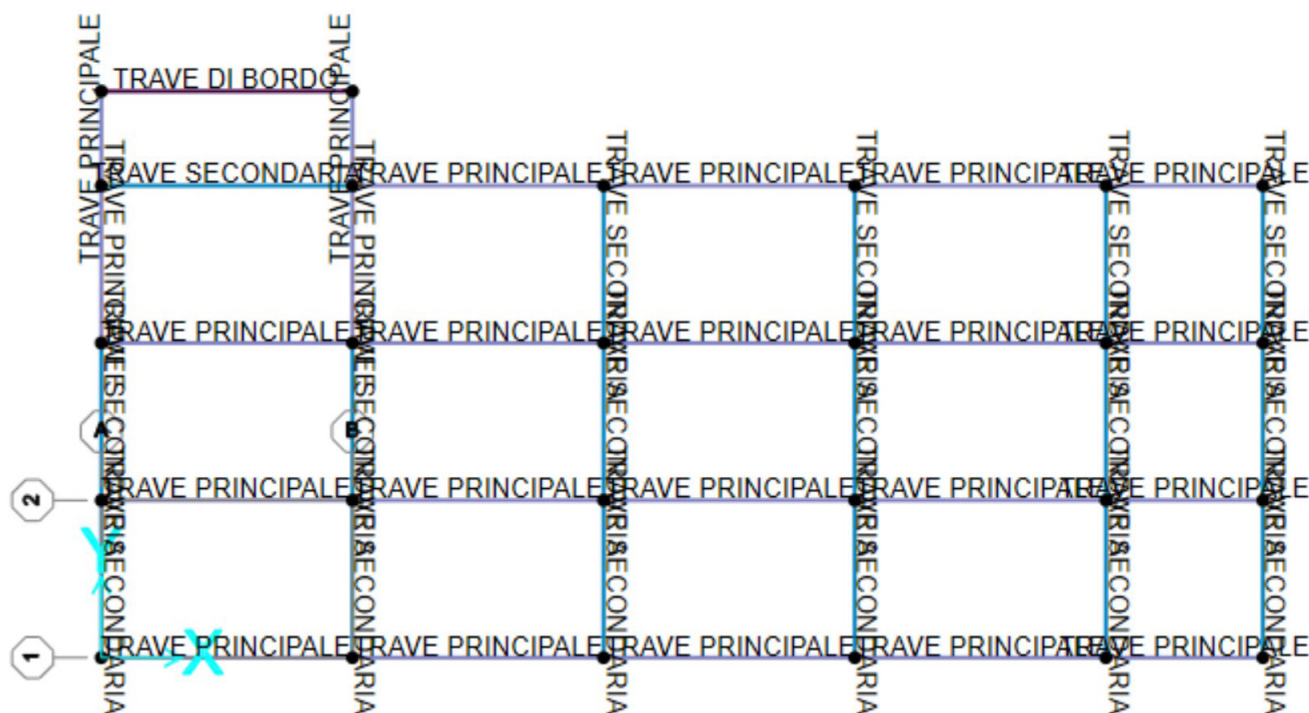
[Delete Material]

☐ Show Advanced Properties

[OK] [Cancel]

Disegno i pilastri e le travi del primo modulo (*Draw_Frame/Cable*) e le replico per il numero di campate desiderate in direzione x ed y, variando l'interasse strutturale dell'ultima campata (5 metri invece che 8) e modellando un oggetto di 3 m, costruendoli entrambi con l'offset e lo strumento di disegno *Special Joint*, poi disegno le travi.

Assegno le sezioni agli elementi strutturali del piano che ho disegnato (*Assign_Frame Section*) e i vincoli esterni (*Assign_Joint_Restraints_Incastro*).



Attribuisco i carichi.

Solaio in latero cemento.

ANALISI DEI CARICHI

GK1 (carico permanente strutturale_peso proprio solaio) TOT: 3,12 KN/m²

peso soletta c.a.: 1,00 KN/m²

peso travetti: 1,20 KN/m²

peso pignatte: 0,92 KN/m²

GK2 (carico permanente non strutturale) TOT: 4,83 KN/m²

pavimento in gress: 0,40 KN/m²

allettamento+massetto: 2,40 KN/m²

isolante: 0,030 KN/m²

tramezzi (incidenza): 1,60 KN/m²

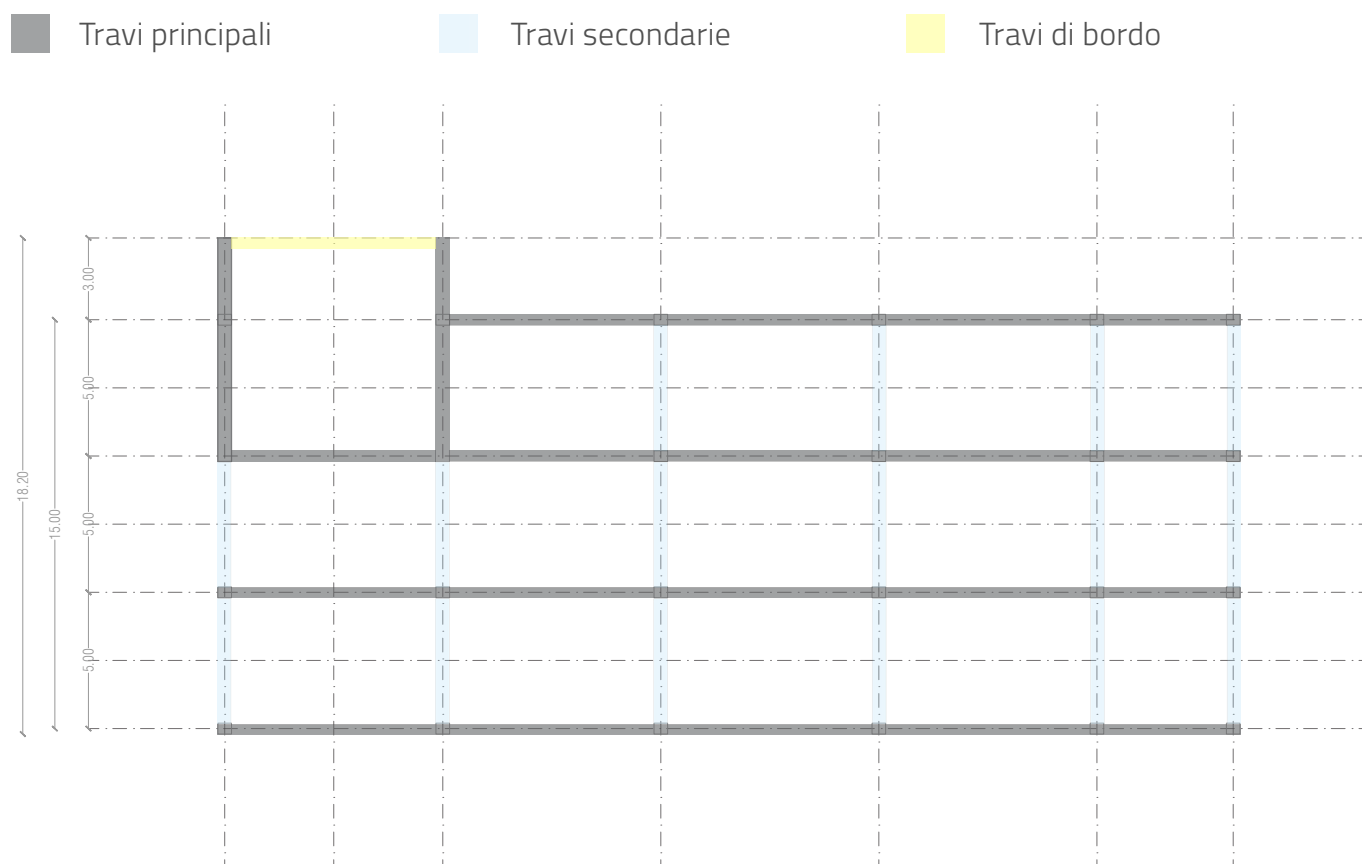
intonaco: 0,40 KN/m²

Qk (carico variabile) TOT: 5,00 KN/m²

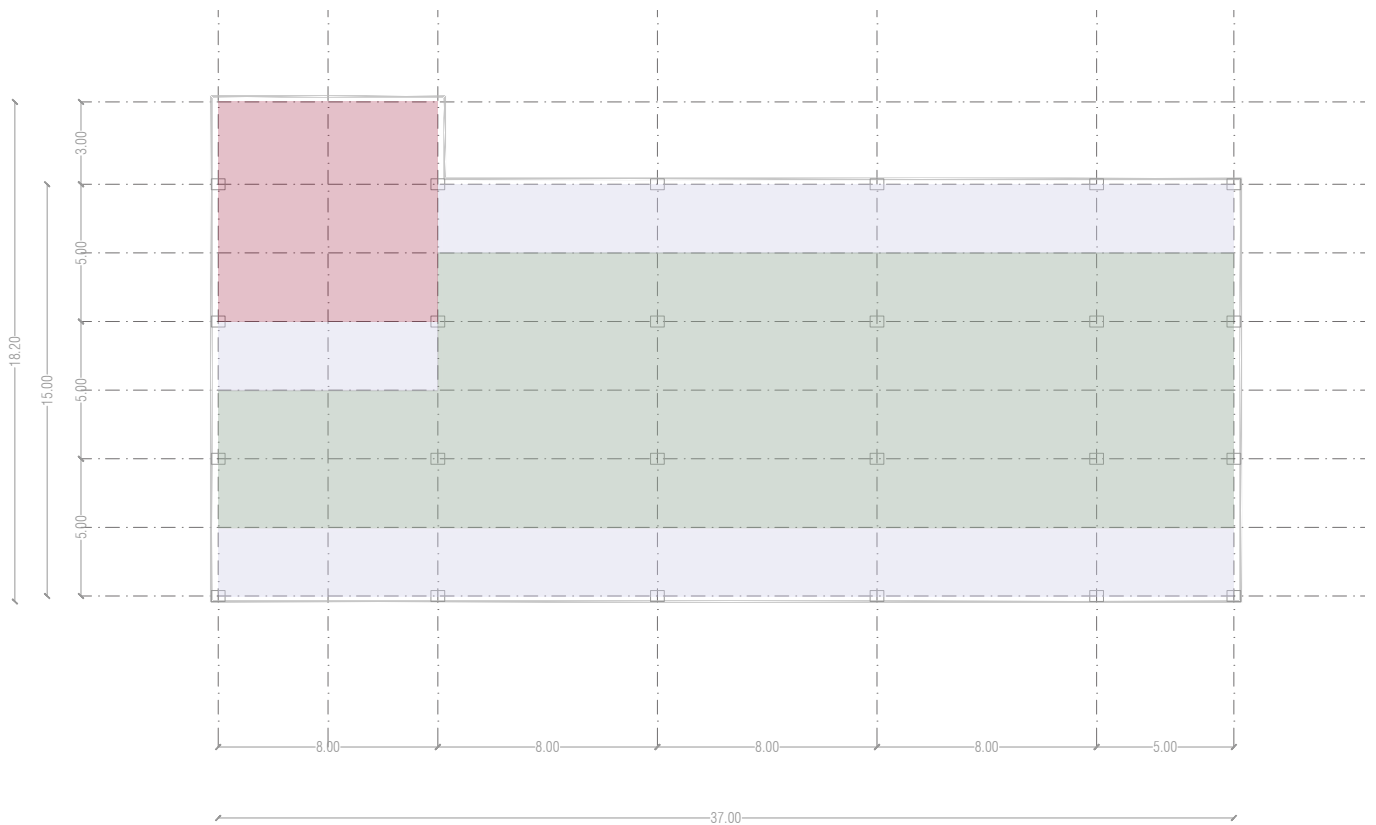
Cat. A (civile abitazione): 5,00 KN/m²

Per procedere all'analisi dei carichi valuto l'area di influenza delle travi principali centrali (5 m) perimetrali (2,5 m) e di quelle che portano l'aggetto (4 m) e assegno i carichi così determinati.

SCHEMA DELLA GERARCHIA DELLE TRAVI



SCHEMA DELLE AREE DI INFLUENZA



Area influenza 4 m



Area influenza 2,5 metri



Area Influenza 5 metri



Assegno dunque i relativi carichi (*Assign_Frame Loads_Distributed*)

Object Model - Line Information

Location Assignments **Loads** Design

Identification

Label Design Procedure Concrete Frame

Load Pattern	Qa
Distributed Force	
Coordinate System	GLOBAL
Load Direction	Gravity
Start Force/Length	25, at 0,
End Force/Length	25, at 8,
Load Pattern	Qp
Distributed Force	
Coordinate System	GLOBAL
Load Direction	Gravity
Start Force/Length	24,15 at 0,
End Force/Length	24,15 at 8,
Load Pattern	Qs
Distributed Force	
Coordinate System	GLOBAL
Load Direction	Gravity
Start Force/Length	15,6 at 0,
End Force/Length	15,6 at 8,

Assign Load...

KN, m, C

Reset All

Update Display

Modify Display

OK

Cancel

Object Model - Line Information

Location Assignments **Loads** Design

Identification

Label Design Procedure Concrete Frame

Load Pattern	Qa
Distributed Force	
Coordinate System	GLOBAL
Load Direction	Gravity
Start Force/Length	12,5 at 0,
End Force/Length	12,5 at 8,
Load Pattern	Qp
Distributed Force	
Coordinate System	GLOBAL
Load Direction	Gravity
Start Force/Length	12,1 at 0,
End Force/Length	12,1 at 8,
Load Pattern	Qs
Distributed Force	
Coordinate System	GLOBAL
Load Direction	Gravity
Start Force/Length	7,8 at 0,
End Force/Length	7,8 at 8,

Assign Load...

KN, m, C

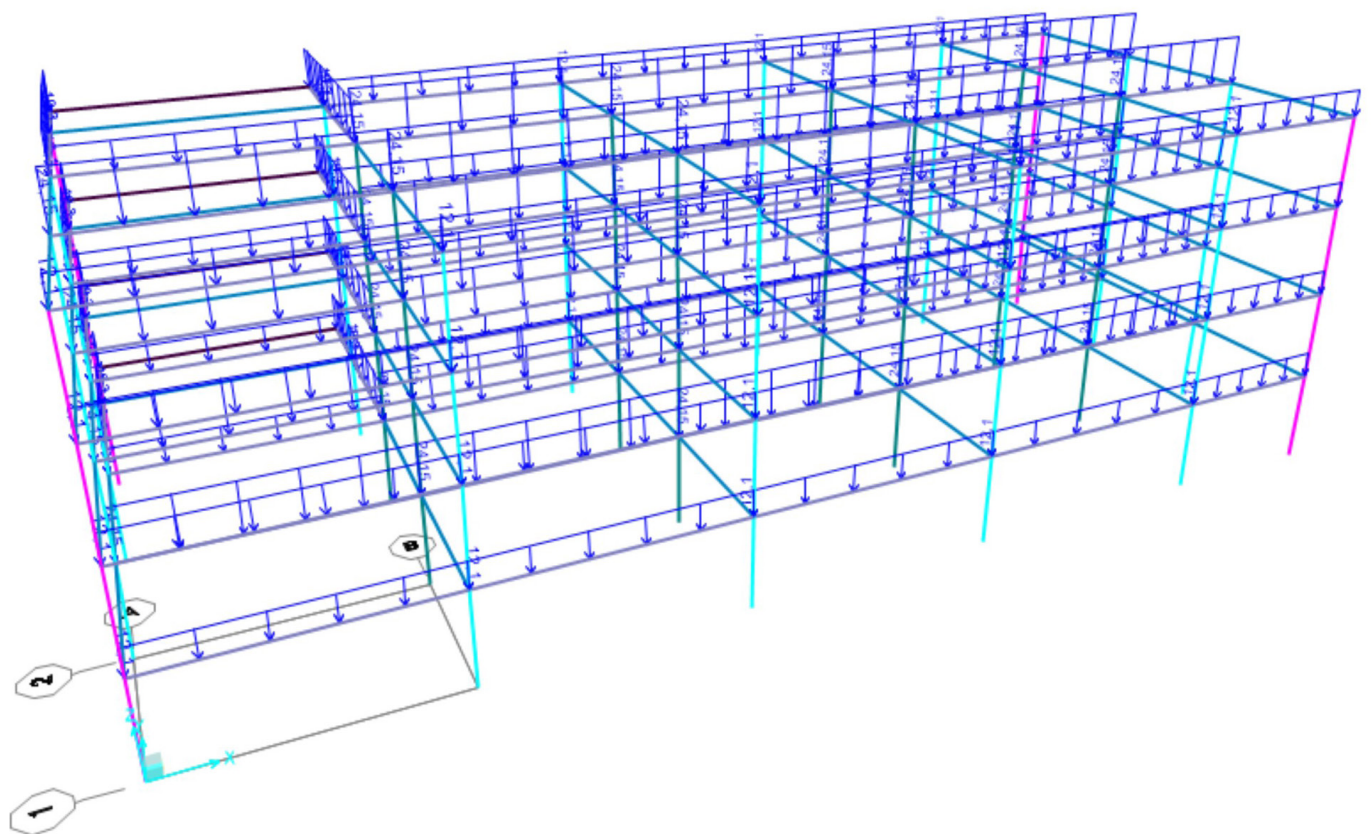
Reset All

Update Display

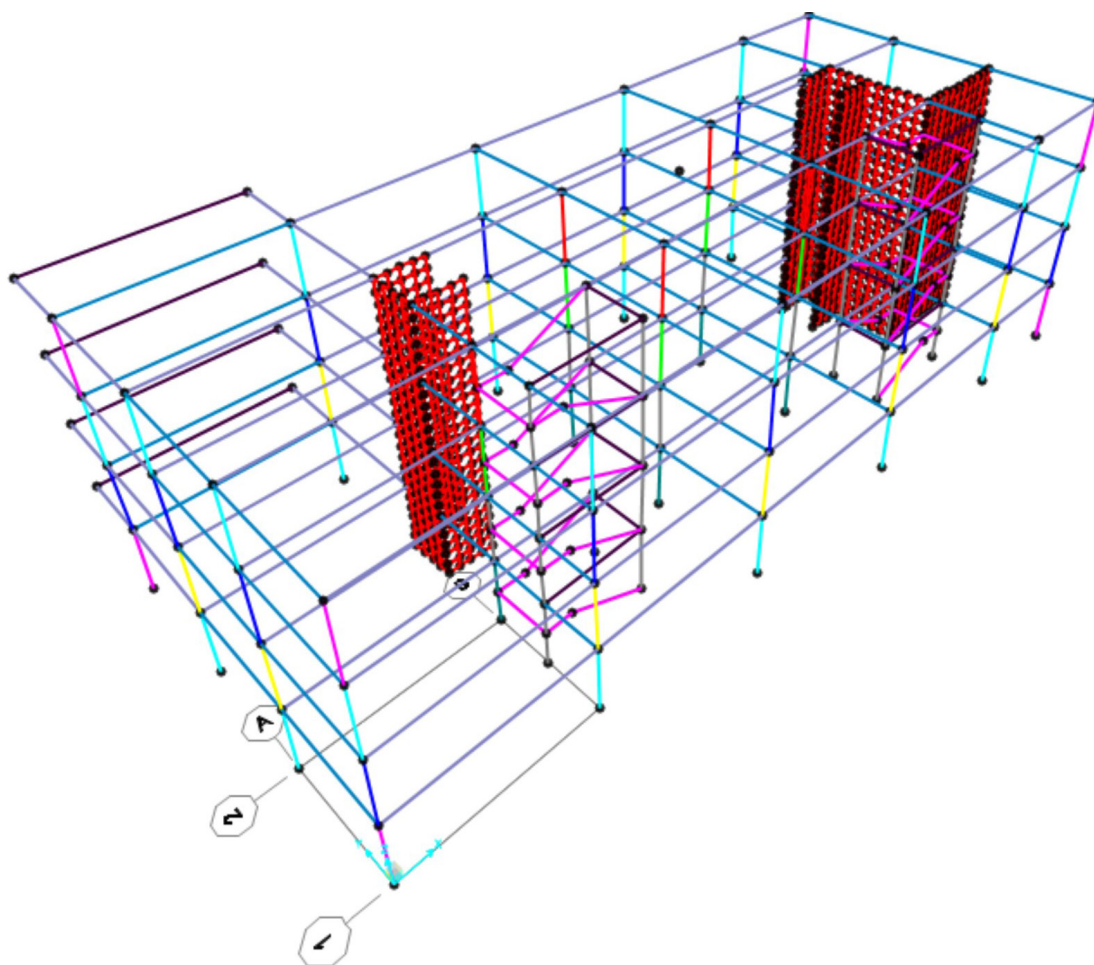
Modify Display

OK

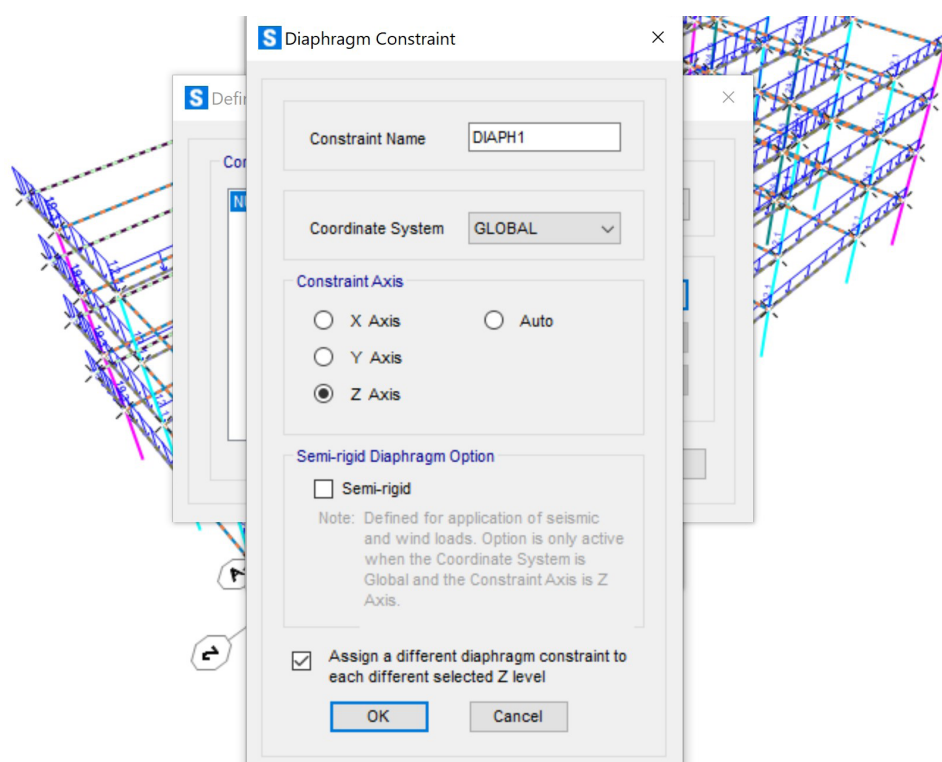
Cancel



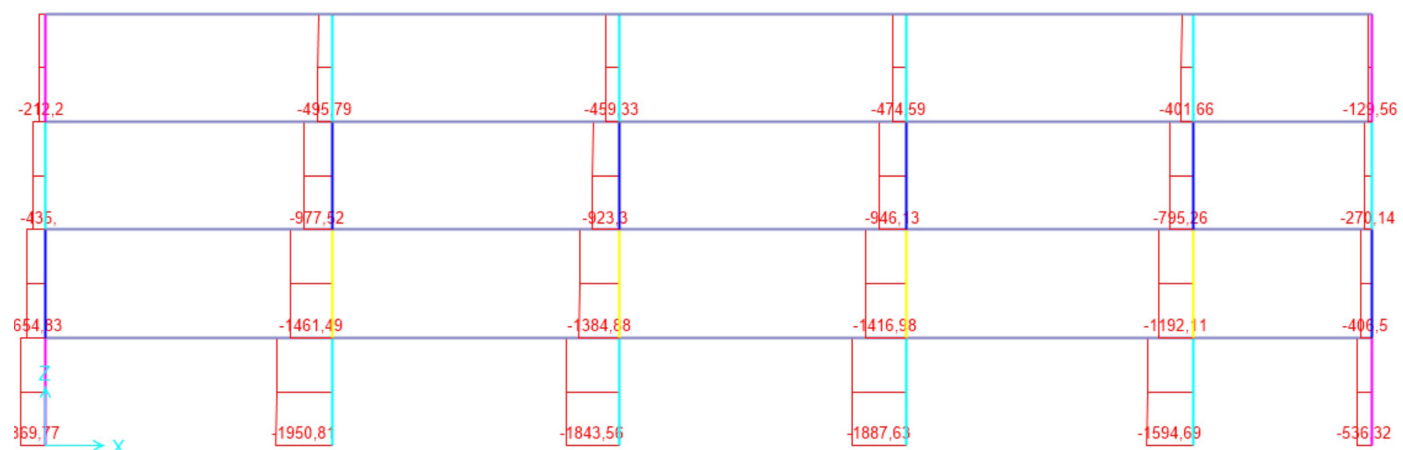
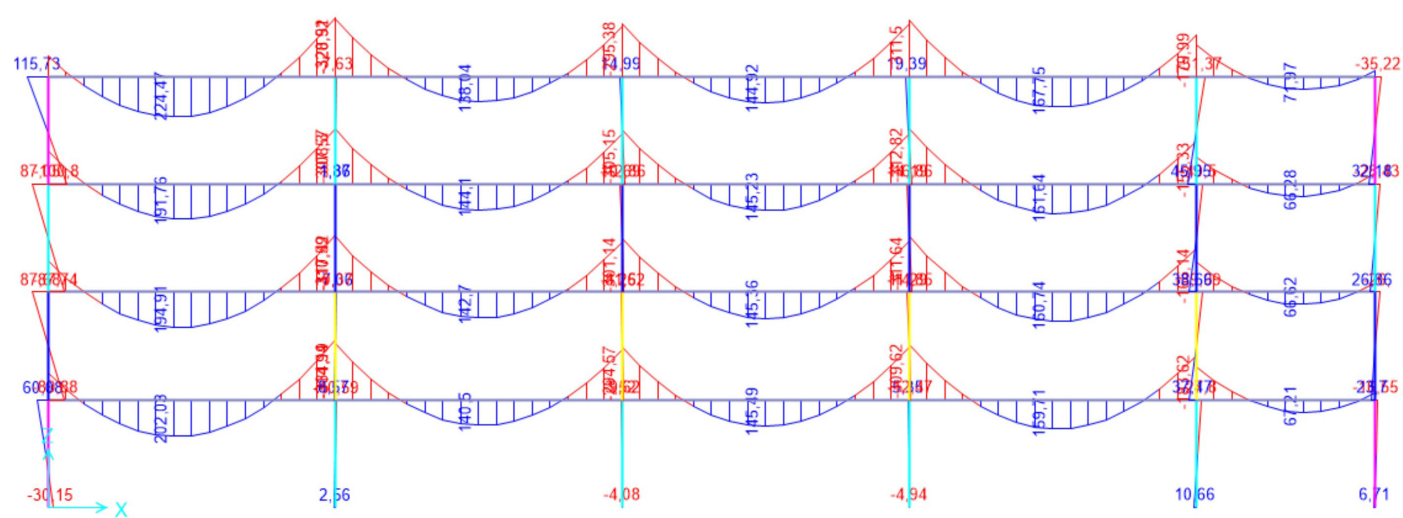
Disegno ora le scale e i nuclei ascensore (*draw poliarea*; discretizzo superficie: *Edit_Edit Area_Divide_Divide Area into objects of this maximum size 0,5-0,5*) ed assegno le opportune sezioni dei frame e dell'area, già definite (trave a ginocchio, pilastro scala e Setto).



Impongo a SAP la condizione dell'impalcato rigido (*Assign_Joint_Constraints_Define Joint constraints_Diaphragm_Assign a different Diaphragm constraint to each different selected Z level*).



Avvio l'analisi e esamino i risultati del Momento e della forza Assiale sull'impalcato per la combinazione di carico SLU.



SLU

1

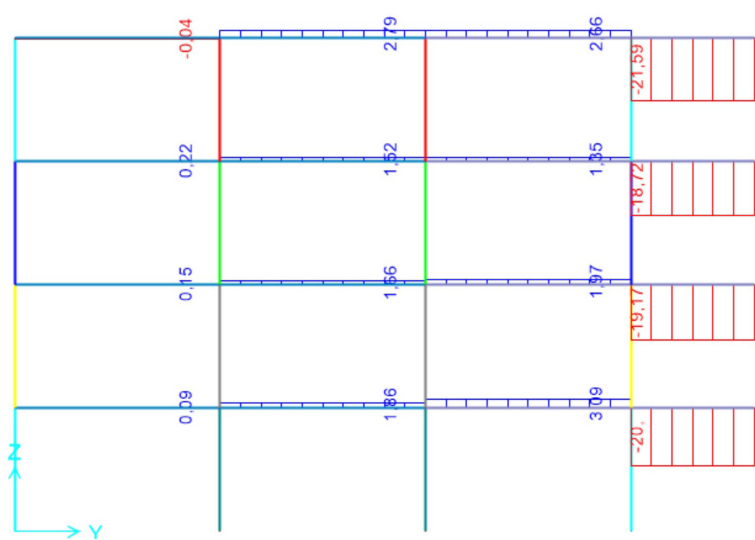
☐ Stress

☒ Torsion

☐ Moment 2-2

☐ Moment 3-3

☒ Show Values



Estraggo le tabelle per i singoli elementi strutturali (pilastri dei diversi piani, travi principali, secondarie, di bordo, travi a ginocchio, pilastri scala), le ordino e procedo al dimensionamento a presso-flessione per i pilastri e a flessione per le travi.

Pressoflessione in casi di piccola eccentricità: $e=M/N \leq h/6$														
f_{ck}	f_{cd}	b	h	A	I_x	W_x	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	
35,0	19,8	40	40	1600	213333	10667	2260,00	13,00	0,58	6,67	14,13	1,22	15,34	Pilastro angolare_1
35,0	19,8	40	50	2000	416667	16667	3050,00	50,00	1,64	8,33	15,25	3,00	18,25	Pilastro perimetrale_1
35,0	19,8	40	30	1200	90000	6000	1980,00	15,00	0,76	5,00	16,50	2,50	19,00	Pilastro perimetrale_1
35,0	19,8	40	50	2000	416667	16667	3220,00	18,00	0,56	8,33	16,10	1,08	17,18	Pilastro centrale_1
35,0	19,8	40	30	1200	90000	6000	1700,00	16,00	0,94	5,00	14,17	2,67	16,83	Pilastro angolare_2
35,0	19,8	40	50	2000	416667	16667	2300,00	70,00	3,04	8,33	11,50	4,20	15,70	Pilastro perimetrale_2
35,0	19,8	40	50	2000	416667	16667	2410,00	60,00	2,49	8,33	12,05	3,60	15,65	Pilastro centrali_2
35,0	19,8	30	30	900	67500	4500	1130,00	20,00	1,77	5,00	12,56	4,44	17,00	Pilastro angolare_3
35,0	19,8	30	40	1200	160000	8000	1520,00	54,00	3,55	6,67	12,67	6,75	19,42	Pilastro perimetrale_3
35,0	19,8	30	45	1350	227813	10125	1610,00	65,00	4,04	7,50	11,93	6,42	18,35	Pilastro centrale_3
35,0	19,8	30	30	900	67500	4500	566,00	18,00	3,18	5,00	6,29	4,00	10,29	Pilastro angolare_4
35,0	19,8	30	30	900	67500	4500	1100,00	5,00	0,45	5,00	12,22	1,11	13,33	Pilastro Scala
Pressoflessione in casi di moderata eccentricità: $h/6 < e=M/N < h/2$														
f_{ck}	f_{cd}	b	h	A	I_x	W_x	N	Mx	e	h/6	h/2	u	σ_{max}	
Mpa	Mpa	cm	cm	cm ²	cm ⁴	cm ³	KN	KNm	cm	cm	cm	cm	Mpa	
35,0	19,8	30	40	1200	160000	8000	765,00	58,00	7,58	6,67	20,00	12,42	13,69	Pilastro perimetrale_4
35,0	19,8	30	40	1200	160000	8000	810,00	80,00	9,88	6,67	20,00	10,12	17,78	Pilastro centrale_4

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)	eso unitario (KN/m)	
536,00	450,00	391,30	35,00	19,83	0,43	2,33	30,00	69,81	5,00	74,81	55,00	0,09	0,17	4,13	TRAVE PRINCIPALE 0,30*0,80
93,00	450,00	391,30	35,00	19,83	0,43	2,33	30,00	29,08	5,00	34,08	52,00	0,07	0,16	3,90	TRAVE SECONDARIA 0,30*0,40
40,00	450,00	391,30	35,00	19,83	0,43	2,33	30,00	19,07	5,00	24,07	52,00	0,07	0,16	3,90	TRAVE BORDO 0,30*0,40
73,00	450,00	391,30	35,00	19,83	0,43	2,33	30,00	25,76	5,00	30,76	80,00	0,10	0,24	6,00	TRAVE GINOCCHIO 0,30*0,40

Assegno le nuove sezioni dimensionate al modello.

Travi principali (0,8 x 0,3 m_Verificata), travi secondarie (0,4 x 0,3 m_Verificata), travi di bordo (0,4 x 0,3 m_Verificata), travi a ginocchio (0,4 x 0,3m_Verificata);

Pilastri angolari _1 (0,4 x 0,5 m)

Pilastri perimetrali_1 (0,4 x 0,5 m)

Pilastri centrali_1 (0,4 x 0,5)

Pilastri angolari _2 (0,3 x 0,4 m)

Pilastri perimetrali_2 (0,4 x 0,5 m)

Pilastri centrali_2 (0,4 x 0,5 m)

Pilastri angolari _3 (0,3 x 0,3 m)

Pilastri perimetrali_3 (0,3 x 0,4 m)

Pilastri centrali_3 (0,3 x 0,5m)

Pilastri angolari _4 (0,3 x 0,3 m)

Pilastri perimetrali_4 (0,3 x 0,4 m)

Pilastri centrali_4 (0,3 x 0,4 m)

Pilastri scala (0,3 x 0,3 m).

Definisco le due forze orizzontali F_x e F_y (*Define load pattern*, 1000 KN ciascuna) e le applico al punto che su $z=12$, con il dovuto constraints, coincide al centro di massa, per verificare che coincida con il centro delle rigidezze, affinché non si generino rotazioni dell'impalcato, determinate dalla presenza degli elementi di irrigidimento (scale e gabbie ascensori, setti).

Osservo che è presente rotazione e che quindi il centro delle rigidezze non coincide con il centro di massa.

