

ESERCITAZIONE 2

Progetto di massima di un edificio intelaiato in CA in zona non sismica

Nella seguente esercitazione andremo ad effettuare un progetto di massima di un edificio ad uso residenziale multipiano intelaiato in zona non sismica. La tecnologia scelta è quella del cemento armato.

Per prima cosa definiamo piante e sezioni:

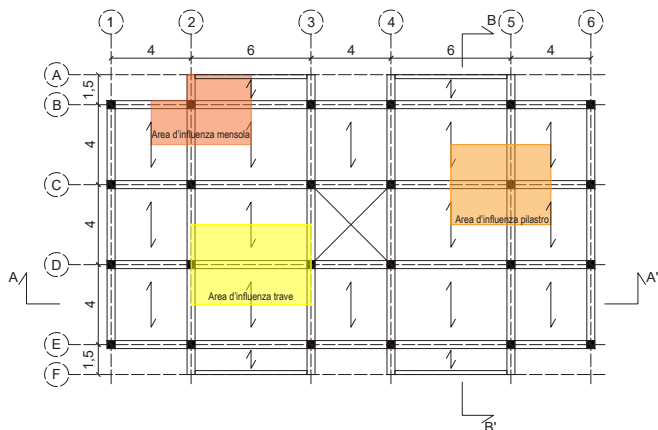


Fig. 1

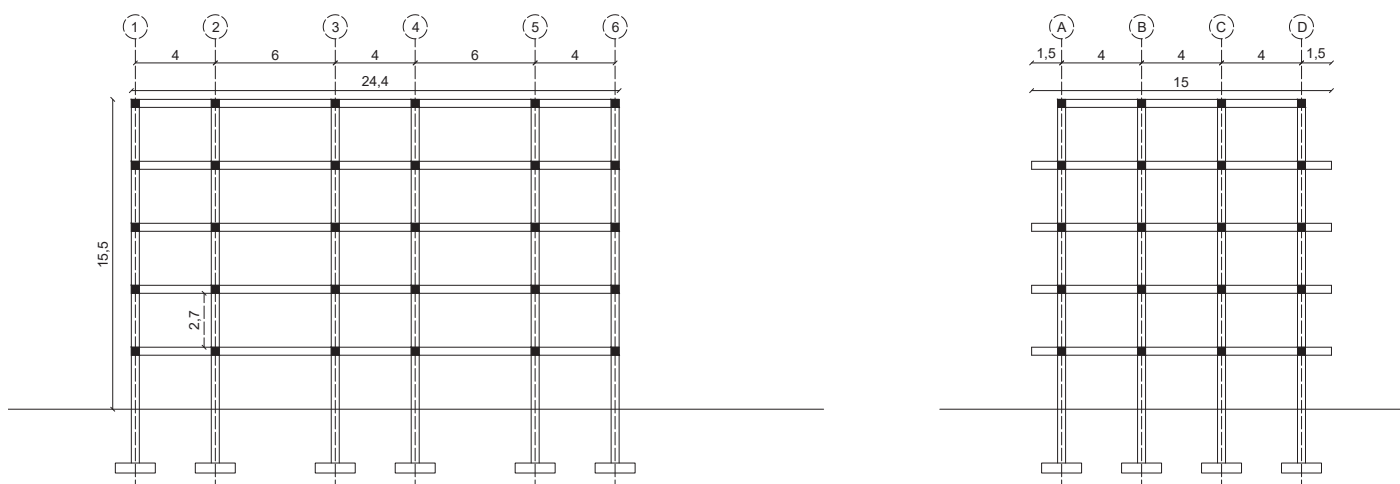
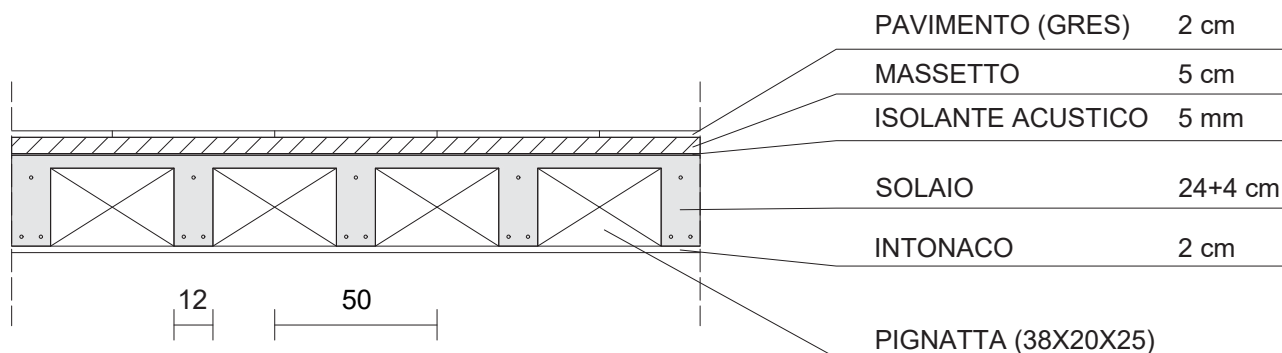


Fig. 2

Per il dimensionamento verranno presi in considerazione soltanto gli elementi trave, mensola e pilastro maggiormente sollecitati in base alle relative aree di influenza, come mostrato in Fig. 1.

Procediamo esplicitando la stratigrafia del solaio (in questo caso in laterocemento) e con l'analisi dei carichi.



ANALISI DEI CARICHI

Per l'esecuzione dell'analisi dei carichi si è scelto di utilizzare il programma di calcolo Excel, in quanto lo svolgimento manuale dei calcoli era già stato affrontato nell'esercitazione precedente.

Sono stati dunque definiti i carichi relativi al generico solaio interpiano:

SOLAIO INTERPIANO - CARICHI PERMANENTI STRUTTURALI G1						
Strato	Altezza (m)	Base (m)	Area (m ²)	Peso unitario (KN/m ³)	Peso (KN/m ²)	Carico lineare (KN/m)
Soletta	0,04	0,5	0,02	25	1	0,5
Pignatte	0,24	0,38	0,0912	6	1,44	0,5472
Travetti	0,24	0,12	0,0288	25	6	0,72
TOTALE G1 solaio	0,28				8,44	1,7672

SOLAIO INTERPIANO - CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI G2						
Strato	Altezza (m)	Base (m)	Area (m ²)	Peso unitario (KN/m ³)	Peso (KN/m ²)	Carico lineare (KN/m)
Pavimento (gres)	0,02	0,5	0,01	6	0,12	0,06
Massetto	0,05	0,5	0,025	20	1	0,5
Isolante acustico	0,003	0,5	0,0015	0,35	0,00105	0,000525
Intonaco	0,02	0,5	0,01	20	0,4	0,2
TOTALE G2	0,093				1,52105	0,760525

Muratura interna divisoria

Strato	Spessore (m)	Interpiano netto	Peso unitario (KN/m ³)	Peso (KN/m ²)	Carico lineare (KN/m)
intonaco civile	0,02	2,7	20	0,4	1,08
muratura in forati	0,06	2,7	6	0,36	0,972
intonaco civile	0,02	2,7	20	0,4	1,08
TOTALE G2					3,132
			Interasse solaio	Peso (KN/m ²) - norma	Carico lineare (KN/m)
CORRISPONDENTE g2 (kN/m)			0,5	1,6	0,8

SOLAIO INTERPIANO - CARICHI VARIABILI Q _k					
CARICO VARIABILE	Categoria		qk (kN/m ²)	Interasse solaio	qk (kN/m)
		Cat. A - Ambienti ad uso residenziale		2	0,5

Tabella riassuntiva carichi solaio interpiano	Permanente strutturale G1		Permanente strutturale G2		Permanente strutturale Q	
	KN/m ²	KN/m	KN/m ²	KN/m	KN/m ²	KN/m
G _k	8,44	1,7672	3,12	1,560525	2,00	1

e quelli relativi al balcone:

BALCONE - CARICHI G1_Ag						
Strato	Altezza (m)	Base (m)	Area (m ²)	Peso unitario (KN/m ³)	Peso (KN/m ²)	Carico lineare (KN/m)
Soletta	0,04	0,5	0,02	25	1	0,5
Pignatte	0,24	0,38	0,0912	6	1,44	0,5472
Travetti	0,24	0,12	0,0288	25	6	0,72
TOTALE G1	0,28				8,44	1,7672

BALCONE - CARICHI G2_Ag						
Strato	Altezza (m)	Base (m)	Area (m ²)	Peso unitario (KN/m ³)	Peso (KN/m ²)	Carico lineare (KN/m)
Pavimento (gres)	0,02	0,5	0,01	6	0,12	0,06
Massetto	0,05	0,5	0,025	20	1	0,5
Membrana impermeabilizzante	0,01	0,5	0,005	0,045	0,00045	0,000225
Isolante	0,05	0,5	0,025	0,7	0,035	0,0175
Intonaco	0,02	0,5	0,01	20	0,4	0,2
TOTALE G2	0,15				1,55545	0,77725

BALCONE - CARICHI QK_Ag					
CARICO VARIABILE	Categoria		qk (kN/m ²)	Interasse solaio	qk (kN/m)
		Cat. A - Scale comuni, balconi, ballatoi		4	0,5

AGGETTO - CARICHI C_Ag			
	interasse	Carico lineare (KN/m)	Carico concentrato (KN)
Parapetto (ringhiera metallica)			0,3

Tabella riassuntiva carichi balcone	Permanente strutturale G1		Permanente strutturale G2		Permanente strutturale Q	
	KN/m ²	KN/m	KN/m ²	KN/m	KN/m ²	KN/m
G _k _{balcone}	8,44	1,7672	1,56	0,77725	4,00	2

PILASTRI

Anche per i pilastri può essere fatta una distinzione in base alla loro area d'influenza, si arriva così a definire:

- pilastri centrali (maggiormente sollecitati)
- pilastri perimetrali
- pilastri angolari.

I valori riportati nella tabelle seguente si riferiscono alla pilastrata centrale riportata in Fig. 1.

L_p	L_s	Area	trave _p	trave _s	q _{trave}	q _s	q _p	q _a	q _{solaio}	η_{piani}	N	f _{ck}	f _{cd}	fcd*	A _{min}	b _{min}	E	β	l	λ^*	ρ_{min}	b _{min}	b	h _{min}	h	A _{design}
m	m	m ²	kN/m	kN/m	kN	kN/mq	kN/mq	kN/mq	kN		kN	Mpa	Mpa	Mpa	cm ²	cm	Mpa		m		cm	cm	cm	cm	cm ²	
5,00	4,00	20,00	6,00	2,19	50,38	8,44	3,12	2,00	373,07	5	2117	32,0	18,1	9,1	2335,2	48,3	33346	1,00	2,70	134,72	2,00	6,94	50,00	46,70	50,00	2500
5,00	4,00	20,00	6,00	2,19	50,38	8,44	3,12	2,00	373,07	4	1694	32,0	18,1	9,1	1868,1	43,2	33346	1,00	2,70	134,72	2,00	6,94	45,00	41,51	45,00	2025
5,00	4,00	20,00	6,00	2,19	50,38	8,44	3,12	2,00	373,07	3	1270	32,0	18,1	9,1	1401,1	37,4	33346	1,00	2,70	134,72	2,00	6,94	40,00	35,03	40,00	1600
5,00	4,00	20,00	6,00	2,19	50,38	8,44	3,12	2,00	373,07	2	847	32,0	18,1	9,1	934,1	30,6	33346	1,00	2,70	134,72	2,00	6,94	35,00	26,69	35,00	1225
5,00	4,00	20,00	6,00	2,19	50,38	8,44	3,12	2,00	373,07	1	423	32,0	18,1	9,1	467,0	21,6	33346	1,00	2,70	134,72	2,00	6,94	30,00	15,57	30,00	900

Il foglio di calcolo viene questa volta suddiviso come segue: una prima parte relativa ai carichi agenti (soffitto, trave principale, trave secondaria) sul pilastro in riferimento alla sua area d'influenza, che ci porta a definire uno sforzo normale centrato N massimo;

L_p	L_s	Area	trave _p	trave _s	q _{trave}	q _s	q _p	q _a	q _{solaio}	η_{piani}	N
m	m	m ²	kN/m	kN/m	kN	kN/mq	kN/mq	kN/mq	kN		kN
5,00	4,00	20,00	6,00	2,19	50,38	8,44	3,12	2,00	373,07	5	2117
5,00	4,00	20,00	6,00	2,19	50,38	8,44	3,12	2,00	373,07	4	1694
5,00	4,00	20,00	6,00	2,19	50,38	8,44	3,12	2,00	373,07	3	1270
5,00	4,00	20,00	6,00	2,19	50,38	8,44	3,12	2,00	373,07	2	847
5,00	4,00	20,00	6,00	2,19	50,38	8,44	3,12	2,00	373,07	1	423

una seconda parte che tiene conto della resistenza del pilastro fcd, da cui si ricava un'area minima affinché non si verifichino rotture per schiacciamento del materiale.

N	f _{ck}	f _{cd}	fcd*	A _{min}	b _{min}
kN	Mpa	Mpa	Mpa	cm ²	cm
2117	32,0	18,1	9,1	2335,2	48,3
1694	32,0	18,1	9,1	1868,1	43,2
1270	32,0	18,1	9,1	1401,1	37,4
847	32,0	18,1	9,1	934,1	30,6
423	32,0	18,1	9,1	467,0	21,6

Infine nella terza parte viene introdotto il concetto di snellezza, in quanto essendo i pilastri soggetti a pressoflessione potrebbero incontrare problemi legati all'instabilità.

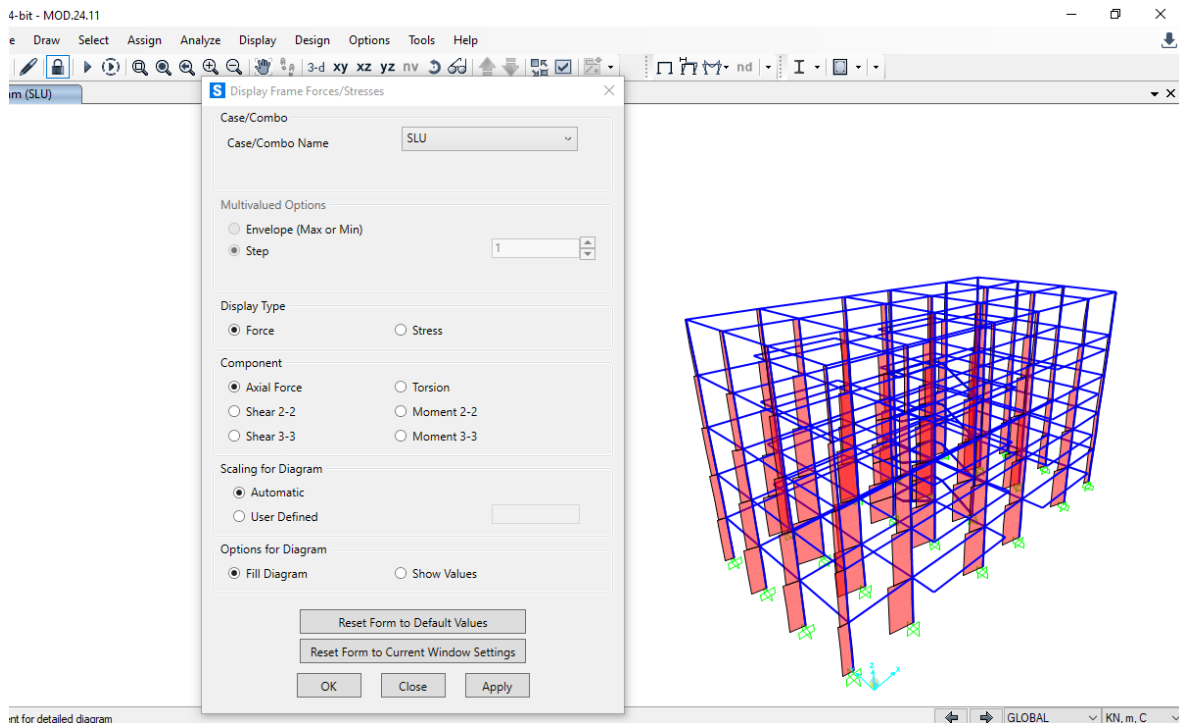
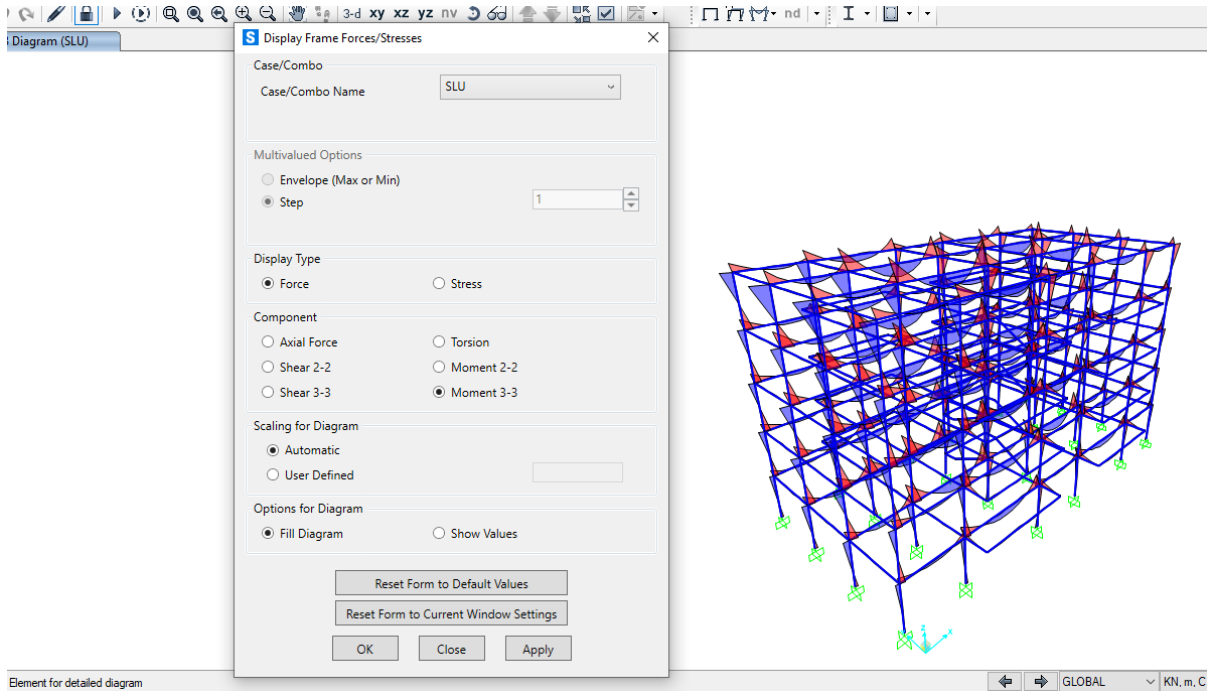
b _{min}	E	β	l	λ^*	ρ_{min}	b _{min}
cm	Mpa		m		cm	cm
48,3	33346	1,00	2,70	134,72	2,00	6,94
43,2	33346	1,00	2,70	134,72	2,00	6,94
37,4	33346	1,00	2,70	134,72	2,00	6,94
30,6	33346	1,00	2,70	134,72	2,00	6,94
21,6	33346	1,00	2,70	134,72	2,00	6,94

Una volta determinate base e altezza minima in funzione di tutti questi fattori è stata scelta una sezione di progetto.

b	h _{min}	h	A _{design}
cm	cm	cm	cm ²
50,00	46,70	50,00	2500
45,00	41,51	45,00	2025
40,00	35,03	40,00	1600
35,00	26,69	35,00	1225
30,00	15,57	30,00	900

MODELLO IN SAP2000

Definite le sezioni dei vari elementi possiamo modellare la struttura su SAP, caricarla opportunamente e far girare l'analisi, dalla quale andremo a leggere i valori del momento (per le travi) e sforzo normale + momento (per i pilastri) per poter procedere con le verifiche.



TRAVE PRINCIPALE E TRAVE SECONDARIA

Per la verifica di travi e mensole possiamo usare lo stesso foglio di calcolo usato in fase di predimensionamento, andando ad inserire nella seconda riga il momento massimo ricavato da SAP.

	interasse (m)	q _a (KN/m ²)	q _b (KN/m ²)	q _c (KN/m ²)	q _d (KN/m)	luce (m)	M _{max} (KN*m)	f _{yk} (N/mm ²)	f _{yk} (N/mm ²)	f _{ck} (N/mm ²)	f _{cd} (N/mm ²)	β	r	b (cm)	h ₀ (cm)	δ (cm)	H _{min} (cm)	H	H/l	area (m ²)	peso unitario (KN/m)
Travi principali	4,00	8,44	3,12	2,00	74,61	6,00	335,76	450,00	391,30	32,00	18,13	0,41	2,38	40,00	51,14	5,00	56,14	60,00	0,09	0,24	6,00
					82,41	6,00	239,72	450,00	391,30	32,00	18,13	0,41	2,38	40,00	43,21	5,00	48,21	verificata			
Travi secondarie	0,50	8,44	3,12	2,00	9,33	4,00	18,65	450,00	391,30	32,00	18,13	0,41	2,38	25,00	15,25	5,00	20,25	35,00	0,09	0,09	2,19
					12,17	4,00	28,61	450,00	391,30	32,00	18,13	0,41	2,38	25,00	18,88	5,00	23,88	verificata			

MENSOLA

	interasse (m)	q _a (kN/mq)	q _b (kN/mq)	q _c (kN/mq)	q _d (kN/m)	luce (m)	M _{max} (kN*m)	f _{yk} (N/mm ²)	f _{yk} (N/mm ²)	f _{ck} (N/mm ²)	f _{cd} (N/mm ²)	β	r	b (cm)	h ₀ (cm)	δ (cm)	H _{min} (cm)	H (cm)	area (m ²)	peso (kN/m)	q _e (kN/m)	E (N/mm ²)	I _x (cm ⁴)	V _{max} (cm)	W _{max}	
5	8,44	1,56	4,00	96,53	1,5	108,59	450	391,30	32	18,13	0,41	2,38	30	33,58	5	38,58	40	0,12	3,00	62,98	33346	160000	0,07	2008,15	SI	
				100,43	1,50	124,03	450,00	391,30	32,00	18,13	0,41	2,38	30,00	35,89	5,00	40,89	non verificato									

Poichè la sezione assegnata alla mensola non è risultata verificata, è stato necessario aumentare la sua base (40x40).

PILASTRO

Per i pilastri dobbiamo tenere conto che la tensione massima è fornita dallo sforzo normale di compressione e dal momento flettente trasmesso dalla trave al pilastro: $\sigma_{max} = N/A + M_{max}/W_{max}$.

La relazione da verificare sarà dunque: $\sigma_{max} \leq f_{cd}$.

Per poter verificare le sezioni assegnate ai pilastri andiamo quindi ad estrarre da SAP i valori dei momenti e degli sforzi normali agenti sui pilastri di ogni piano; mettendo in relazione tali valori troviamo in quale caso di eccentricità ricade il nostro pilastro (piccola, moderata o grande eccentricità).

PILASTRI CENTRALI

Pressoflessione in casi di piccola eccentricità: e=M/N <= h/6														
frame	f _{ck}	f _{cd}	b	h	A	I _x	W _x	N	M _x	e	h/6	sigma_N	sigma_M	sigma_max
	Mpa	Mpa	cm	cm	cm ²	cm ⁴	cm ³	KN	KNm	cm	cm	Mpa	Mpa	Mpa
16	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-2527,745	24,1263	-0,95	8,33	-10,11	1,16	-8,95
21	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-2491,647	0,1923	-0,01	8,33	-9,97	0,01	-9,96
22	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-2408,969	23,1648	-0,96	8,33	-9,64	1,11	-8,52
15	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-2408,51	0,4301	-0,02	8,33	-9,63	0,02	-9,61
10	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-2388,808	1,2352	-0,05	8,33	-9,56	0,06	-9,50
27	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-2388,577	2,2563	-0,09	8,33	-9,55	0,11	-9,45
9	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-2385,898	-0,2543	0,01	8,33	-9,54	-0,01	-9,56
28	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-2385,756	3,8692	-0,16	8,33	-9,54	0,19	-9,36
127	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-2006,624	19,5875	-0,98	8,33	-8,03	0,94	-7,09
130	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-1974,716	-4,7957	0,24	8,33	-7,90	-0,23	-8,13
131	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-1942,729	25,0346	-1,29	8,33	-7,77	1,20	-6,57
126	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-1937,796	-2,7466	0,14	8,33	-7,75	-0,13	-7,88
123	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-1896,686	2,5688	-0,14	8,33	-7,59	0,12	-7,46
134	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-1895,695	-1,3281	0,07	8,33	-7,58	-0,06	-7,65
135	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-1893,893	3,6697	-0,19	8,33	-7,58	0,18	-7,40
122	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-1893,314	-2,1319	0,11	8,33	-7,57	-0,10	-7,68
206	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-1492,23	14,2225	-0,95	8,33	-5,97	0,68	-5,29
209	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-1465,677	-4,7437	0,32	8,33	-5,86	-0,23	-6,09
210	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-1465,412	17,711	-1,21	8,33	-5,86	0,85	-5,01
205	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-1460,059	-3,4994	0,24	8,33	-5,84	-0,17	-6,01
202	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-1418,042	2,6647	-0,19	8,33	-5,67	0,13	-5,54
213	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-1417,418	-2,0329	0,14	8,33	-5,67	-0,10	-5,77

214	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-1415,77	3,1096	-0,22	8,33	-5,66	0,15	-5,51	SI
201	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-1415,553	-2,3705	0,17	8,33	-5,66	-0,11	-5,78	SI
285	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-984,133	9,3119	-0,95	8,33	-3,94	0,45	-3,49	SI
289	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-979,572	14,2787	-1,46	8,33	-3,92	0,69	-3,23	SI
284	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-976,186	-4,9917	0,51	8,33	-3,90	-0,24	-4,14	SI
288	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-964,112	-5,2142	0,54	8,33	-3,86	-0,25	-4,11	SI
281	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-947,243	3,3106	-0,35	8,33	-3,79	0,16	-3,63	SI
292	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-946,745	-3,2961	0,35	8,33	-3,79	-0,16	-3,95	SI
293	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-945,601	3,3942	-0,36	8,33	-3,78	0,16	-3,62	SI
280	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-945,464	-3,2937	0,35	8,33	-3,78	-0,16	-3,94	SI
368	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-487,478	6,8386	-1,40	8,33	-1,95	0,33	-1,62	SI
363	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-487,319	-3,2961	1,10	8,33	-1,95	-0,26	-2,21	SI
360	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-486,748	3,8907	-0,80	8,33	-1,95	0,19	-1,76	SI
371	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-486,479	-4,2473	0,87	8,33	-1,95	-0,20	-2,15	SI
372	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-485,828	3,7393	-0,77	8,33	-1,94	0,18	-1,76	SI
359	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-485,824	-4,0838	0,84	8,33	-1,94	-0,20	-2,14	SI
367	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-483,783	-3,873	0,80	8,33	-1,94	-0,19	-2,12	SI
364	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-483,031	4,3163	-0,89	8,33	-1,93	0,21	-1,72	SI

PILASTRI PERIMETRALI

Pressoflessione in casi di piccola eccentricità: $e=M/N \leq h/6$															
frame	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	
17	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-2026,87	-18,5374	0,91	8,33	-8,11	-0,89	-9,00	SI
20	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-2024,55	21,9069	-1,08	8,33	-8,10	1,05	-7,05	SI
23	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-2024,09	-18,0794	0,89	8,33	-8,10	-0,87	-8,96	SI
14	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-2022,8	21,344	-1,06	8,33	-8,09	1,02	-7,07	SI
29	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-1956,8	-16,151	0,83	8,33	-7,83	-0,78	-8,60	SI
8	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-1955,04	19,4763	-1,00	8,33	-7,82	0,93	-6,89	SI
11	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-1954,04	-18,5506	0,95	8,33	-7,82	-0,89	-8,71	SI
26	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-1952,44	21,8832	-1,12	8,33	-7,81	1,05	-6,76	SI
128	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-1591,04	-57,477	3,61	8,33	-6,36	-2,76	-9,12	SI
129	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-1589,44	58,3371	-3,67	8,33	-6,36	2,80	-3,56	SI
132	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-1589,19	-57,7708	3,64	8,33	-6,36	-2,77	-9,13	SI
125	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-1588,17	58,3695	-3,68	8,33	-6,35	2,80	-3,55	SI
136	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-1520,58	-54,764	3,60	8,33	-6,08	-2,63	-8,71	SI
121	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-1519,38	55,5028	-3,65	8,33	-6,08	2,66	-3,41	SI
124	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-1518,9	-55,2322	3,64	8,33	-6,08	-2,65	-8,73	SI
133	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-1517,81	55,9869	-3,69	8,33	-6,07	2,69	-3,38	SI
207	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-1154,08	-46,9509	4,07	8,33	-4,62	-2,25	-6,87	SI
208	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-1153,15	47,2847	-4,10	8,33	-4,61	2,27	-2,34	SI
211	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-1153,04	-47,268	4,10	8,33	-4,61	-2,27	-6,88	SI
204	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-1152,42	47,478	-4,12	8,33	-4,61	2,28	-2,33	SI
4	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-1107,56	0,0787	-0,01	8,33	-4,43	0,00	-4,43	SI
33	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-1107,37	3,45	-0,31	8,33	-4,43	0,17	-4,26	SI
3	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-1106,71	-0,3938	0,04	8,33	-4,43	-0,02	-4,45	SI
34	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-1106,46	3,9288	-0,36	8,33	-4,43	0,19	-4,24	SI
215	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-1096,38	-45,3848	4,14	8,33	-4,39	-2,18	-6,56	SI
200	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-1095,73	45,6079	-4,16	8,33	-4,38	2,19	-2,19	SI
203	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-1095,67	-45,4488	4,15	8,33	-4,38	-2,18	-6,56	SI
212	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-1095,08	45,6756	-4,17	8,33	-4,38	2,19	-2,19	SI
119	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-898,73	0,8773	-0,10	8,33	-3,59	0,04	-3,55	SI
138	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-898,709	0,4538	-0,05	8,33	-3,59	0,02	-3,57	SI
118	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-898,364	-0,952	0,11	8,33	-3,59	-0,05	-3,64	SI
139	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-898,072	2,2969	-0,26	8,33	-3,59	0,11	-3,48	SI
286	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-716,479	-53,7025	7,50	8,33	-2,87	-2,58	-5,44	SI
287	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-716,102	53,5638	-7,48	8,33	-2,86	2,57	-0,29	SI
290	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-716,001	-54,0691	7,55	8,33	-2,86	-2,60	-5,46	SI
283	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-715,73	53,8111	-7,52	8,33	-2,86	2,58	-0,28	SI
294	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-678,45	-51,6326	7,61	8,33	-2,71	-2,48	-5,19	SI
282	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-678,351	-51,4361	7,58	8,33	-2,71	-2,47	-5,18	SI
279	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-678,213	51,3788	-7,58	8,33	-2,71	2,47	-0,25	SI
291	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-678,111	51,189	-7,55	8,33	-2,71	2,46	-0,26	SI
198	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-677,367	1,4431	-0,21	8,33	-2,71	0,07	-2,64	SI
217	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-677,331	-0,7613	0,11	8,33	-2,71	-0,04	-2,75	SI
197	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-677,257	-1,3876	0,20	8,33	-2,71	-0,07	-2,78	SI
218	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-677,113	2,0716	-0,31	8,33	-2,71	0,10	-2,61	SI
276	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-449,718	-1,7582	0,39	8,33	-1,80	-0,08	-1,88	SI
297	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-449,659	1,8111	-0,40	8,33	-1,80	0,09	-1,71	SI
296	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-449,658	-1,6979	0,38	8,33	-1,80	-0,08	-1,88	SI
277	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-449,632	1,7463	-0,39	8,33	-1,80	0,08	-1,71	SI
365	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-277,293	-31,2722	11,28	8,33	-1,11	-1,50	-2,61	SI
355	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-214,222	-2,4944	1,16	8,33	-0,86	-0,12	-0,98	SI
376	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-214,22	2,1095	-0,98	8,33	-0,86	0,10	-0,76	SI
375	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-214,126	-2,8016	1,31	8,33	-0,86	-0,13	-0,99	SI
356	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-214,081	2,4165	-1,13	8,33	-0,86	0,12	-0,74	SI

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

frame	f_{ck}	f_{cd}	b	h	A	I_x	W_x	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
369	32,0	18,1	50	50	2500	520833	20833	-277,204	-31,7037	11,44	8,33	25,00	13,56	-2,73
366	32,0	18,1	50	50	2500	520833	20833	-277,139	30,8522	-11,13	8,33	25,00	36,13	-1,02
362	32,0	18,1	50	50	2500	520833	20833	-277,046	31,1964	-11,26	8,33	25,00	36,26	-1,02
361	32,0	18,1	50	50	2500	520833	20833	-266,118	-29,7752	11,19	8,33	25,00	13,81	-2,57
373	32,0	18,1	50	50	2500	520833	20833	-266,051	-30,119	11,32	8,33	25,00	13,68	-2,59
370	32,0	18,1	50	50	2500	520833	20833	-266,045	29,2666	-11,00	8,33	25,00	36,00	-0,99
358	32,0	18,1	50	50	2500	520833	20833	-265,999	29,6044	-11,13	8,33	25,00	36,13	-0,98

SI
SI
SI
SI
SI
SI
SI

PILASTRI ANGOLARI

Pressoflessione in casi di piccola eccentricità: $e=M/N \leq h/6$

frame	f_{ck}	f_{cd}	b	h	A	I_x	W_x	N	Mx	e	h/6	sigma_N	sigma_M	sigma_max
	Mpa	Mpa	cm	cm	cm ²	cm ⁴	cm ³	KN	KNm	cm	cm	Mpa	Mpa	Mpa
5	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-714,834	-12,104	1,69	8,33	-2,86	-0,58	-3,44
32	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-712,916	12,03	-1,69	8,33	-2,85	0,58	-2,27
35	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-712,597	10,905	-1,53	8,33	-2,85	0,52	-2,33
2	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-711,18	-10,977	1,54	8,33	-2,84	-0,53	-3,37
120	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-584,531	-25,725	4,40	8,33	-2,34	-1,23	-3,57
137	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-583,216	25,694	-4,41	8,33	-2,33	1,23	-1,10
140	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-583,076	24,619	-4,22	8,33	-2,33	1,18	-1,15
117	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-582,137	-24,65	4,23	8,33	-2,33	-1,18	-3,51
199	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-442,255	-30,346	6,86	8,33	-1,77	-1,46	-3,23
219	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-441,569	29,521	-6,69	8,33	-1,77	1,42	-0,35
216	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-441,532	30,281	-6,86	8,33	-1,77	1,45	-0,31
196	32,0	18,13	50	50	2500	520833	20833	-441,084	-29,586	6,71	8,33	-1,76	-1,42	-3,18

SI
SI
SI
SI
SI
SI
SI
SI
SI
SI
SI
SI
SI

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

frame	f_{ck}	f_{cd}	b	h	A	I_x	W_x	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
278	32,0	18,1	50	50	2500	520833	20833	-293,631	-32,189	10,96	8,33	25,00	14,04	-2,79
298	32,0	18,1	50	50	2500	520833	20833	-293,456	31,738	-10,82	8,33	25,00	35,82	-1,09
295	32,0	18,1	50	50	2500	520833	20833	-293,362	32,129	-10,95	8,33	25,00	35,95	-1,09
275	32,0	18,1	50	50	2500	520833	20833	-293,27	-31,797	10,84	8,33	25,00	14,16	-2,76

SI
SI
SI
SI

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

frame	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
377	450	391,30	32,0	18,13	50,00	50,00	-138,566	44,538	-32,14	25,00	0,41	2,38	16,66	4	20,66	50,00
357	450	391,30	32,0	18,13	50,00	50,00	-138,547	44,553	-32,16	25,00	0,41	2,38	16,66	4	20,66	50,00
354	450	391,30	32,0	18,13	50,00	50,00	-138,513	44,535	-32,15	25,00	0,41	2,38	16,66	4	20,66	50,00
374	450	391,30	32,0	18,13	50,00	50,00	-138,491	44,557	-32,17	25,00	0,41	2,38	16,66	4	20,66	50,00

SI
SI
SI
SI