

Descrizione della struttura

La presente relazione ha per oggetto l'analisi delle strutture, le considerazioni di merito, i calcoli svolti per l'edificio sito in

Norme di riferimento

Sono stati recepiti, per le analisi di cui in seguito, i principi e le regole riportate nelle normative seguenti:

- Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008 - "Norme tecniche per le Costruzioni"
- Ordinanza Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274
- Ordinanza Presidente del Consiglio dei Ministri n.3431
- Ordinanza Presidente del Consiglio dei Ministri n.3362

Descrizione del modello

Materiali

Muratura

Nome	E [N/mm2]	G [N/mm2]	Peso specifico [kN/m3]	fm [N/cm2]	T/fvm0 [N/cm2]
Muratura_LC1	3.150,00	945,00	11	222,22	7,41
Muratura in blocchi	7.000,00	2.800,00	10	1.000,00	28,57

Calcestruzzo

Nome	E [N/mm2]	G [N/mm2]	Peso specifico [kN/m3]	fcm [N/mm2]	fck [N/mm2]
C25/30_Esistente	31.476,00	13.115,00	25	27,50	25,00

Acciaio armatura

Nome	E [N/mm2]	G [N/mm2]	Peso specifico [kN/m3]	fym [N/mm2]	fyk [N/mm2]
B450	206.000,00	79.231,00	79	484,00	450,00

Elementi di struttura

Livello 1

Pannello murario

N.	Parete	Materiale	Rinforzo	Quota [cm]	Altezza [cm]	Spessore [cm]
13	7	Muratura_LC1	-	370	370	25,0
19	10	Muratura_LC1	-	370	370	25,0
25	13	Muratura_LC1	-	370	370	25,0
71	30	Muratura in blocchi	-	370	370	25,0
73	31	Muratura in blocchi	-	370	370	25,0

Pannello + Cordolo C.A. (1)

N.	Parete	Materiale pannello	Rinforzo	Quota pannello [cm]	Altezza [cm]	Spessore [cm]	Materiale calcestruzzo	Materiale acciaio	Quota cordolo [cm]	Base sezione [cm]	Altezza sezione [cm]
64	1	Muratura_LC1	-	370	370,0	25,0	C25/30_Esistente	B450	370	25,0	32,0
69	1	Muratura_LC1	-	370	370,0	25,0	C25/30_Esistente	B450	370	25,0	32,0
70	1	Muratura_LC1	-	370	370,0	25,0	C25/30_Esistente	B450	370	25,0	32,0
3	2	Muratura_LC1	-	370	370,0	25,0	C25/30_Esistente	B450	370	25,0	32,0
62	3	Muratura_LC1	-	370	370,0	25,0	C25/30_Esistente	B450	370	25,0	32,0
67	3	Muratura_LC1	-	370	370,0	25,0	C25/30_Esistente	B450	370	25,0	32,0
68	3	Muratura_LC1	-	370	370,0	25,0	C25/30_Esistente	B450	370	25,0	32,0
7	4	Muratura_LC1	-	370	370,0	25,0	C25/30_Esistente	B450	370	25,0	32,0
33	17	Muratura in blocchi	-	370	370,0	25,0	C25/30_Esistente	B450	370	100,0	32,0

Pannello + Cordolo C.A. (2)

N.	Parete	Area [cm2]	J [cm4]	Af intrad. [cm2]	Af estrad. [cm2]	N. barre intrad.	N. barre Estrad.	Copriferro [cm]	Passo staffe [cm]	Area staffe [cm2]	Porzione deformabile
64	1	800,00	68.266,66	6,03	6,03	3	3	3,0	20	1,57	0,50
69	1	800,00	68.266,66	6,03	6,03	3	3	3,0	20	1,57	0,50
70	1	800,00	68.266,66	6,03	6,03	3	3	3,0	20	1,57	0,50
3	2	800,00	68.266,66	6,03	6,03	3	3	3,0	20	1,57	0,50
62	3	800,00	68.266,66	6,03	6,03	3	3	3,0	20	1,57	0,50
67	3	800,00	68.266,66	6,03	6,03	3	3	3,0	20	1,57	0,50
68	3	800,00	68.266,66	6,03	6,03	3	3	3,0	20	1,57	0,50
7	4	800,00	68.266,66	6,03	6,03	3	3	3,0	20	1,57	0,50
33	17	3.200,00	273.066,66	14,07	8,04	7	4	3,0	20	2,01	0,00

Trave C.A. (1)

N.	Parete	Materiale calcestruzzo	Materiale acciaio	Quota I [cm]	Quota J [cm]	Base sezione [cm]	Altezza sezione [cm]	J [cm4]
66	1	C25/30_Esistente	B450	370	370	25,0	110,0	2.772.916,75
61	3	C25/30_Esistente	B450	370	370	25,0	110,0	2.772.916,75
9	5	C25/30_Esistente	B450	370	370	100,0	32,0	273.066,66
11	6	C25/30_Esistente	B450	370	370	100,0	32,0	273.066,66
15	8	C25/30_Esistente	B450	370	370	100,0	32,0	273.066,66
17	9	C25/30_Esistente	B450	370	370	100,0	32,0	273.066,66
21	11	C25/30_Esistente	B450	370	370	100,0	32,0	273.066,66
23	12	C25/30_Esistente	B450	370	370	100,0	32,0	273.066,66
27	14	C25/30_Esistente	B450	370	370	100,0	32,0	273.066,66
29	15	C25/30_Esistente	B450	370	370	100,0	32,0	273.066,66
31	16	C25/30_Esistente	B450	370	370	100,0	32,0	273.066,66

35	18	C25/30_Esistente	B450	370	370	20,0	63,0	416.745,00
37	19	C25/30_Esistente	B450	370	370	20,0	63,0	416.745,00
39	20	C25/30_Esistente	B450	370	370	20,0	63,0	416.745,00
41	21	C25/30_Esistente	B450	370	370	20,0	63,0	416.745,00
43	22	C25/30_Esistente	B450	370	370	20,0	63,0	416.745,00
45	23	C25/30_Esistente	B450	370	370	20,0	63,0	416.745,00
47	24	C25/30_Esistente	B450	370	370	20,0	63,0	416.745,00
49	25	C25/30_Esistente	B450	370	370	20,0	63,0	416.745,00
51	26	C25/30_Esistente	B450	370	370	20,0	63,0	416.745,00
53	27	C25/30_Esistente	B450	370	370	20,0	63,0	416.745,00
55	28	C25/30_Esistente	B450	370	370	20,0	63,0	416.745,00
57	29	C25/30_Esistente	B450	370	370	20,0	63,0	416.745,00

Catena

Trave C.A. (2)

N.	Parete	Af intradosso [cm2]	Af estradosso [cm2]	N. barre intradosso	N. barre estradosso	Copriferro [cm]	Passo staffe [cm]	Area staffe [cm2]
66	1	18,85	12,06	6	6	3,0	20	1,57
61	3	18,85	12,06	6	6	3,0	20	1,57
9	5	14,07	8,04	7	4	3,0	20	2,01
11	6	14,07	8,04	7	4	3,0	20	2,01
15	8	14,07	8,04	7	4	3,0	20	2,01
17	9	14,07	8,04	7	4	3,0	20	2,01
21	11	14,07	8,04	7	4	3,0	20	2,01
23	12	14,07	8,04	7	4	3,0	20	2,01
27	14	14,07	8,04	7	4	3,0	20	2,01
29	15	14,07	8,04	7	4	3,0	20	2,01
31	16	14,07	8,04	7	4	3,0	20	2,01
35	18	3,39	3,39	3	3	3,0	30	1,01
37	19	3,39	3,39	3	3	3,0	30	1,01
39	20	3,39	3,39	3	3	3,0	30	1,01
41	21	3,39	3,39	3	3	3,0	30	1,01
43	22	3,39	3,39	3	3	3,0	30	1,01
45	23	3,39	3,39	3	3	3,0	30	1,01
47	24	3,39	3,39	3	3	3,0	30	1,01
49	25	3,39	3,39	3	3	3,0	30	1,01
51	26	3,39	3,39	3	3	3,0	30	1,01
53	27	3,39	3,39	3	3	3,0	30	1,01
55	28	3,39	3,39	3	3	3,0	30	1,01
57	29	3,39	3,39	3	3	3,0	30	1,01

Solaio

N.	Quota [cm]	Spessore [cm]	G [N/mm2]	Ex [N/mm2]	Ey [N/mm2]	Scarico masse	Tipo
1	370	-	-	-	-	Monodirezionale	Impalcato rigido
2	370	-	-	-	-	Monodirezionale	Impalcato rigido
3	370	-	-	-	-	Monodirezionale	Impalcato rigido
4	370	-	-	-	-	Monodirezionale	Impalcato rigido
5	370	-	-	-	-	Monodirezionale	Impalcato rigido
6	370	-	-	-	-	Monodirezionale	Impalcato rigido

7	370	-	-	-	-	Monodirezionale	Impalcato rigido
8	370	-	-	-	-	Monodirezionale	Impalcato rigido
9	370	-	-	-	-	Monodirezionale	Impalcato rigido
10	370	-	-	-	-	Monodirezionale	Impalcato rigido
11	370	-	-	-	-	Monodirezionale	Impalcato rigido
12	370	-	-	-	-	Monodirezionale	Impalcato rigido
13	370	-	-	-	-	Monodirezionale	Impalcato rigido
14	370	-	-	-	-	Monodirezionale	Impalcato rigido
15	370	-	-	-	-	Monodirezionale	Impalcato rigido
16	370	-	-	-	-	Monodirezionale	Impalcato rigido

Geometria del modello

La modellazione dell'edificio viene realizzata mediante l'inserimento di pareti che vengono discretizzate in macroelementi, rappresentativi di maschi murari e fasce di piano deformabili; i nodi rigidi sono indicati nelle porzioni di muratura che tipicamente sono meno soggette al danneggiamento sismico. Solitamente i maschi e le fasce sono contigui alle aperture, i nodi rigidi rappresentano elementi di collegamento tra maschi e fasce. La concezione matematica che si nasconde nell'impiego di tale elemento, permette di riconoscere il meccanismo di danno, a taglio nella sua parte centrale o a pressoflessione sui bordi dell'elemento in modo da percepire la dinamica del danneggiamento così come si presenta effettivamente nella realtà.

I nodi del modello, sono nodi tridimensionali a 5 gradi di libertà (le tre componenti di spostamento nel sistema di riferimento globale e le rotazioni intorno agli assi X e Y) o nodi bidimensionali a 3 gradi di libertà (due traslazioni e la rotazione nel piano della parete). Quelli tridimensionali vengono usati per permettere il trasferimento delle azioni, da un primo muro a un secondo disposto trasversalmente rispetto al primo. I nodi di tipo bidimensionale hanno gradi di libertà nel solo piano della parete permettendo il trasferimento degli stati di sollecitazione tra i vari punti della parete.

Gli orizzontamenti, sono modellati con elementi solaio a tre nodi connessi ai nodi tridimensionali, sono caricabili perpendicolarmente al loro piano dai carichi accidentali e permanenti; le azioni sismiche caricano il solaio lungo la direzione del piano medio. Per questo l'elemento finito solaio viene definito con una rigidezza assiale, ma nessuna rigidezza flessionale, in quanto il comportamento meccanico principale che si intende sondare è quello sotto carico orizzontale dovuto al sisma.

Telaio equivalente

Parete : 1

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
1	-232	-35	0	0
84	168	-35	0	0
9	476	-35	0	0
13	791	-35	0	0
17	974	-35	0	0
21	1.255	-35	0	0
25	1.570	-35	0	0
29	1.709	-35	0	0
37	2.554	-35	0	0
41	2.693	-35	0	0
45	3.008	-35	0	0
88	3.179	-35	0	0

49	3.472	-35	0	0
53	3.787	-35	0	0
3	4.492	-35	0	0
2	-232	-35	370	1
85	168	-35	370	1
10	476	-35	370	1
14	791	-35	370	1
18	974	-35	370	1
22	1.255	-35	370	1
26	1.570	-35	370	1
30	1.709	-35	370	1
33	1.916	-35	370	1
35	2.346	-35	370	1
38	2.554	-35	370	1
42	2.693	-35	370	1
46	3.008	-35	370	1
89	3.179	-35	370	1
50	3.472	-35	370	1
54	3.787	-35	370	1
4	4.492	-35	370	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
4	Muratura_LC1	-	25,0	515,0	316,3	258	158	84	85
5	Muratura_LC1	-	25,0	565,5	316,3	923	158	13	14
2	Muratura_LC1	-	25,0	735,0	370,0	1.573	185	21	22
3	Muratura_LC1	-	25,0	1.938,0	370,0	3.755	185	49	50

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
1	Muratura_LC1	-	25,0	125,0	140,0	578	300	85	10

Parete : 2

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
3	4.492	-35	0	0
5	4.492	602	0	0
4	4.492	-35	370	1
6	4.492	602	370	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
7	Muratura_LC1	-	25,0	156,2	316,3	78	158	3	4
8	Muratura_LC1	-	25,0	195,8	316,3	539	158	5	6

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
6	Muratura_LC1	-	25,0	285,0	140,0	299	300	4	6

Parete : 3

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
7	-232	602	0	0
86	168	602	0	0
11	476	602	0	0
15	791	602	0	0
19	974	602	0	0
23	1.255	602	0	0
27	1.570	602	0	0
31	1.709	602	0	0
39	2.554	602	0	0
43	2.693	602	0	0
47	3.008	602	0	0
90	3.179	602	0	0
51	3.472	602	0	0
55	3.787	602	0	0
5	4.492	602	0	0
8	-232	602	370	1
87	168	602	370	1
12	476	602	370	1
16	791	602	370	1
20	974	602	370	1
24	1.255	602	370	1
28	1.570	602	370	1
32	1.709	602	370	1
34	1.916	602	370	1
36	2.346	602	370	1
40	2.554	602	370	1
44	2.693	602	370	1
48	3.008	602	370	1
91	3.179	602	370	1
52	3.472	602	370	1
56	3.787	602	370	1
6	4.492	602	370	1

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
92	4.284	0	0
93	4.284	370	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
14	Muratura_LC1	-	25,0	235,0	230,0	4.284	115	92	93
13	Muratura_LC1	-	25,0	1.290,5	316,3	3.431	158	90	91

15	Muratura_LC1	-	25,0	232,5	316,3	4.607	158	5	6
11	Muratura_LC1	-	25,0	1.205,5	370,0	603	185	11	12
12	Muratura_LC1	-	25,0	735,0	370,0	1.573	185	23	24

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
9	Muratura_LC1	-	25,0	90,0	140,0	4.121	300	56	93
10	Muratura_LC1	-	25,0	90,0	140,0	4.446	300	93	6

Parete : 4

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
1	-232	-35	0	0
7	-232	602	0	0
2	-232	-35	370	1
8	-232	602	370	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
17	Muratura_LC1	-	25,0	196,0	316,3	98	158	1	2
18	Muratura_LC1	-	25,0	196,0	316,3	539	158	7	8

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
16	Muratura_LC1	-	25,0	245,0	140,0	319	300	2	8

Parete : 5

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
9	476	-35	0	0
11	476	602	0	0
10	476	-35	370	1
57	476	225	370	1
59	476	342	370	1
12	476	602	370	1

Parete : 6

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
13	791	-35	0	0
15	791	602	0	0
14	791	-35	370	1
58	791	225	370	1
60	791	342	370	1

16	791	602	370	1
----	-----	-----	-----	---

Parete : 7

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
17	974	-35	0	0
19	974	602	0	0
18	974	-35	370	1
20	974	602	370	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
20	Muratura_LC1	-	25,0	150,0	316,3	75	158	17	18
21	Muratura_LC1	-	25,0	387,0	316,3	444	158	19	20

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
19	Muratura_LC1	-	25,0	100,0	140,0	200	300	18	20

Parete : 8

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
21	1.255	-35	0	0
23	1.255	602	0	0
22	1.255	-35	370	1
61	1.255	225	370	1
63	1.255	342	370	1
24	1.255	602	370	1

Parete : 9

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
25	1.570	-35	0	0
27	1.570	602	0	0
26	1.570	-35	370	1
62	1.570	225	370	1
64	1.570	342	370	1
28	1.570	602	370	1

Parete : 10

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
29	1.709	-35	0	0
31	1.709	602	0	0

30	1.709	-35	370	1
32	1.709	602	370	1

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
94	319	0	0
95	319	370	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
22	Muratura_LC1	-	25,0	637,0	370,0	319	185	94	95

Parete : 11

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
33	1.916	-35	370	1
67	1.916	105	370	1
69	1.916	284	370	1
65	1.916	462	370	1
34	1.916	602	370	1

Parete : 12

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
35	2.346	-35	370	1
68	2.346	105	370	1
70	2.346	284	370	1
66	2.346	462	370	1
36	2.346	602	370	1

Parete : 13

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
37	2.554	-35	0	0
39	2.554	602	0	0
38	2.554	-35	370	1
40	2.554	602	370	1

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
96	209	0	0
98	436	0	0
97	209	370	1
99	436	370	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
27	Muratura_LC1	-	25,0	130,0	230,0	209	115	96	97
28	Muratura_LC1	-	25,0	144,1	230,0	436	115	98	99
26	Muratura_LC1	-	25,0	53,5	316,3	27	158	37	38
29	Muratura_LC1	-	25,0	53,4	316,3	610	158	39	40

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
23	Muratura_LC1	-	25,0	90,0	140,0	99	300	38	97
24	Muratura_LC1	-	25,0	90,0	140,0	319	300	97	99
25	Muratura_LC1	-	25,0	76,0	140,0	546	300	99	40

Parete : 14

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
41	2.693	-35	0	0
43	2.693	602	0	0
42	2.693	-35	370	1
74	2.693	225	370	1
76	2.693	342	370	1
44	2.693	602	370	1

Parete : 15

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
45	3.008	-35	0	0
47	3.008	602	0	0
46	3.008	-35	370	1
75	3.008	225	370	1
77	3.008	342	370	1
48	3.008	602	370	1

Parete : 16

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
49	3.472	-35	0	0
51	3.472	602	0	0
50	3.472	-35	370	1
81	3.472	225	370	1
78	3.472	342	370	1
52	3.472	602	370	1

Parete : 17

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
53	3.787	-35	0	0
82	3.787	225	0	0
79	3.787	342	0	0
55	3.787	602	0	0
54	3.787	-35	370	1
83	3.787	225	370	1
80	3.787	342	370	1
56	3.787	602	370	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
30	Muratura in blocchi	-	25,0	637,0	370,0	319	185	82	83

Parete : 18

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
57	476	225	370	1
58	791	225	370	1

Parete : 19

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
59	476	342	370	1
60	791	342	370	1

Parete : 20

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
61	1.255	225	370	1
62	1.570	225	370	1

Parete : 21

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
63	1.255	342	370	1
64	1.570	342	370	1

Parete : 22

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
65	1.916	462	370	1
72	2.131	462	370	1

66	2.346	462	370	1
----	-------	-----	-----	---

Parete : 23

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
67	1.916	105	370	1
71	2.131	105	370	1
68	2.346	105	370	1

Parete : 24

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
69	1.916	284	370	1
73	2.131	284	370	1
70	2.346	284	370	1

Parete : 25

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
71	2.131	105	370	1
73	2.131	284	370	1
72	2.131	462	370	1

Parete : 26

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
74	2.693	225	370	1
75	3.008	225	370	1

Parete : 27

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
76	2.693	342	370	1
77	3.008	342	370	1

Parete : 28

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
79	3.787	342	0	0
78	3.472	342	370	1
80	3.787	342	370	1

Parete : 29

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
82	3.787	225	0	0
81	3.472	225	370	1
83	3.787	225	370	1

Parete : 30

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
84	168	-35	0	0
86	168	602	0	0
85	168	-35	370	1
87	168	602	370	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
32	Muratura in blocchi	-	25,0	256,0	316,3	128	158	84	85
33	Muratura in blocchi	-	25,0	256,0	316,3	509	158	86	87

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
31	Muratura in blocchi	-	25,0	125,0	140,0	319	300	85	87

Parete : 31

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
88	3.179	-35	0	0
90	3.179	602	0	0
89	3.179	-35	370	1
91	3.179	602	370	1

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
100	334	0	0
101	334	370	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
37	Muratura in blocchi	-	25,0	359,2	230,0	334	115	100	101
36	Muratura in blocchi	-	25,0	64,1	316,3	32	158	88	89
38	Muratura in blocchi	-	25,0	33,7	316,3	620	158	90	91

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
34	Muratura in blocchi	-	25,0	90,0	140,0	109	300	89	101
35	Muratura in blocchi	-	25,0	90,0	140,0	558	300	101	91

(*) Elementi di copertura

Carichi

Le verifiche allo stato limite ultimo (SLV) e allo stato limite di esercizio (SLD; SLO); devono essere effettuate per la seguente combinazione della azione sismica con le altre azioni [Norme Tecniche 2008 p.3.2.4].

$$E + G_1 + G_2 + \sum_i \Psi_{2i} Q_{Ki}$$

dove:

E azione sismica per lo stato limite in esame;

G1 peso proprio di tutti gli elementi strutturali;

G2 peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;

Ψ_{2i} coefficiente di combinazione;

Q_{Ki} valore caratteristico della azione variabile;

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \sum_i \Psi_{2i} Q_{Ki}$$

I valori dei vari coefficienti sono scelti in base alla destinazione d'uso dei vari solai secondo quanto indicato nella norma. [Norme Tecniche 2008 Tabella 2.5.1].

Si assume nella tabella seguente $G_k = G_1 + G_2$

N. Solaio	Gk [daN/m2]	Gk agg. [daN/m2]	Qk [daN/m2]	Ψ_2
1	400	100	80	0,00
2	400	100	80	0,00
3	400	100	80	0,00
4	400	100	80	0,00
5	400	100	80	0,00
6	400	100	80	0,00
7	400	100	80	0,00
8	400	100	80	0,00
9	400	100	80	0,00
10	400	100	80	0,00
11	400	100	80	0,00
12	400	100	80	0,00
13	400	100	80	0,00
14	400	100	80	0,00
15	400	100	80	0,00
16	400	100	80	0,00

Analisi incrementale a collasso (push-over)

Al fine di eseguire le dovute verifiche nei riguardi dell'edificio in questione, si è deciso di procedere con l'esecuzione di una analisi statica non lineare.

Le verifiche richieste si concretizzano nel confronto tra la curva di capacità per le diverse condizioni previste e la domanda di spostamento prevista dalla normativa.

La curva di capacità è individuata mediante un diagramma spostamento-taglio massimo alla base.

Secondo le prescrizioni da normativa [D.M. 14 gennaio 2008 p. 7.3.4.1.], le condizioni di carico che devono essere esaminate sono di due tipi:

- Distribuzione di forze proporzionale alle masse

$$F_i = \frac{m_i}{\sum_i m_i}$$

- Distribuzione di forze proporzionali al prodotto delle masse per la deformata corrispondente al primo modo di vibrare.

L'analisi, eseguita in controllo di spostamento, procede al calcolo della distribuzione di forze che genera il valore dello spostamento richiesto. L'analisi viene fatta continuare fino a che non si verifica il decadimento del taglio del 20% dal suo valore di picco. Si calcola così il valore dello spostamento massimo alla base dell'edificio generato da quella distribuzione di forze. Questo valore di spostamento costituisce il valore ultimo dell'edificio.

Lo spostamento preso in esame per il tracciamento della curva di capacità è quello di un punto dell'edificio detto nodo di controllo.

La normativa richiede il tracciamento di una curva di capacità bi-lineare di un sistema equivalente (SDOF). Il tracciamento di tale curva deve avvenire con una retta che, passando per l'origine interseca la curva del sistema reale in corrispondenza del 70% del valore di picco; la seconda retta risulterà parallela all'asse degli spostamenti tale da generare l'equivalenza delle aree tra i diagrammi del sistema reale e quello equivalente.

La determinazione della curva relativa al sistema equivalente, permette di determinare il periodo con cui ricavare lo spostamento massimo richiesto dal sisma, secondo gli spettri riportati sulla normativa .

La normativa definisce una eccentricità accidentale del centro delle masse pari al 5% della massima dimensione dell'edificio in direzione perpendicolare al sisma.

In base alla tipologia dell'edificio e alle scelte progettuali che si ritengono più idonee, si può decidere la condizione di carico sismico da prendere in esame.

Carico sismico: Individua quale delle due tipologie di distribuzioni (proporzionale alle masse o al primo modo) prendere in esame.

Direzione: Individua la direzione lungo cui viene caricata la struttura (X o Y del sistema globale) dal carico sismico.

Al fine di individuare la condizione di carico sismico più gravosa, si è deciso di eseguire le analisi distinte per tipologia di carico, direzione del sisma e di eventuali eccentricità accidentali.

N.	Dir. sisma	Carico sismico proporzionale	Eccentricità [cm]	Livello	Nodo
1	+X	Masse	0,0	1	2
2	+X	1° modo	0,0	1	2
3	-X	Masse	0,0	1	2
4	-X	1° modo	0,0	1	2
5	+Y	Masse	0,0	1	2
6	+Y	1° modo	0,0	1	2
7	-Y	Masse	0,0	1	2
8	-Y	1° modo	0,0	1	2
9	+X	Masse	31,9	1	2
10	+X	Masse	-31,9	1	2
11	+X	1° modo	31,9	1	2
12	+X	1° modo	-31,9	1	2
13	-X	Masse	31,9	1	2
14	-X	Masse	-31,9	1	2
15	-X	1° modo	31,9	1	2
16	-X	1° modo	-31,9	1	2
17	+Y	Masse	250,4	1	2
18	+Y	Masse	-250,4	1	2
19	+Y	1° modo	250,4	1	2
20	+Y	1° modo	-250,4	1	2
21	-Y	Masse	250,4	1	2
22	-Y	Masse	-250,4	1	2
23	-Y	1° modo	250,4	1	2
24	-Y	1° modo	-250,4	1	2

Spettro da normativa

Gli spettri di risposta, sono definiti in funzione del reticolo di riferimento definito nella “Tabella 1” (parametri spettrali) in allegato alle Norme Tecniche 14 gennaio 2008 .

Tale tabella fornisce, in funzione delle coordinate geografiche (latitudine, longitudine), i parametri necessari a tracciare lo spettro. I parametri forniti dal reticolo di riferimento sono:

- ag: accelerazione orizzontale massima del terreno;
- F0: valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T*C: periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

La trilogia di valori qui descritta, è definita per un periodo di ritorno assegnato(TR), definito in base alla probabilità di superamento di ciascuno degli stati limite.

Tali valori, saranno pertanto definiti per ciascuno degli stati limite esaminati (vedere tabella).
Lo spettro sismico dipende anche dalla “Classe del suolo” e dalla “categoria topografica” (vedere tabella).

	SLV	SLD	SLO
Ag	1,53	0,55	0,43

	SLV	SLD	SLO
Ss	1,80	1,80	1,80

F0	2,57	2,48	2,52
Tc*	0,28	0,28	0,27
Tr	712,00	75,00	45,00

Tb	0,22	0,22	0,22
Tc	0,66	0,66	0,65
Td	2,23	1,82	1,78

Risultati

Secondo le indicazioni da normativa si devono eseguire le seguenti verifiche:

Stato limite Ultimo (SLV):

$$D_{\max} \leq D_u$$

D_{max}: Spostamento massimo richiesto dalla normativa individuato dallo spettro elastico.

D_u: Spostamento massimo offerto dalla struttura corrispondente con il decadimento della curva Push-over di un valore pari al 20% di quello massimo.

$$q^* < 3$$

q*: rapporto tra la forza di risposta elastica e la forza di snervamento del sistema equivalente

Stato limite di Danno (SLD):

$$D_{\max}^{SLD} \leq D_d$$

D_{\max}^{SLD} : Spostamento massimo richiesto dalla normativa, calcolato in base allo spettro sismico definito per lo stato limite di danno.

D_d: Spostamento massimo corrispondente al valore che causa il superamento del valore massimo di drift di piano (0.003).

Stato limite di Operatività (SLO):

$$D_{\max}^{SLO} \leq D_o$$

D_{\max}^{SLO} : Spostamento massimo richiesto dalla normativa, calcolato in base allo spettro sismico definito per lo stato limite di operatività.

D_o: Spostamento massimo corrispondente al valore che causa il superamento del valore massimo di drift di piano (0.002).

O.P.C.M. 3362 dell' 8 luglio 2004:

Questa normativa prescrive il calcolo degli indicatori di rischio.

Il parametro (alpha)u e' considerato un indicatore del rischio di collasso, il parametro (alpha)e un indicatore del rischio di inagibilita' dell'opera.

Questi parametri vengono calcolati come indicato nel seguito:

PGADS :accelerazione stimata di danno severo

PGADL :accelerazione stimata di danno lieve

(alpha)u= PGADS/ PGA

(alpha)e= PGADL/ PGA

Dettaglio verifiche

SLV								SLD			SLO				
N.	Dir. sisma	Car. sismico prop.	Ecc. [cm]	DMax [cm]	Du [cm]	q* SLU	Ver.	DMax [cm]	Dd [cm]	Ver.	DMax [cm]	Do [cm]	Ver.	Alfa SLU	Alfa SLD
1	+X	Masse	0,0	0,07	1,38	0,50	Si	0,02	0,30	Si	0,02	0,30	Si	4,15	6,43
2	+X	1° modo	0,0	0,07	1,38	0,50	Si	0,02	0,30	Si	0,02	0,30	Si	4,15	6,43
3	-X	Masse	0,0	0,07	1,26	0,47	Si	0,02	0,34	Si	0,02	0,34	Si	4,08	7,03
4	-X	1° modo	0,0	0,07	1,26	0,47	Si	0,02	0,34	Si	0,02	0,34	Si	4,08	7,03
5	+Y	Masse	0,0	0,55	1,24	1,59	Si	0,07	0,93	Si	0,06	0,93	Si	1,63	3,84
6	+Y	1° modo	0,0	0,55	1,24	1,59	Si	0,07	0,93	Si	0,06	0,93	Si	1,63	3,84
7	-Y	Masse	0,0	0,42	1,31	1,43	Si	0,06	1,00	Si	0,05	0,80	Si	1,90	4,51
8	-Y	1° modo	0,0	0,42	1,31	1,43	Si	0,06	1,00	Si	0,05	0,80	Si	1,90	4,51
9	+X	Masse	31,9	0,07	1,38	0,51	Si	0,02	0,30	Si	0,02	0,30	Si	4,15	6,42
10	+X	Masse	-31,9	0,07	1,40	0,51	Si	0,02	0,28	Si	0,02	0,28	Si	4,18	6,31
11	+X	1° modo	31,9	0,07	1,38	0,51	Si	0,02	0,30	Si	0,02	0,30	Si	4,15	6,42
12	+X	1° modo	-31,9	0,07	1,40	0,51	Si	0,02	0,28	Si	0,02	0,28	Si	4,18	6,31
13	-X	Masse	31,9	0,07	1,26	0,47	Si	0,02	0,36	Si	0,02	0,36	Si	4,09	7,16
14	-X	Masse	-31,9	0,07	1,26	0,47	Si	0,02	0,34	Si	0,02	0,34	Si	4,06	6,99
15	-X	1° modo	31,9	0,07	1,26	0,47	Si	0,02	0,36	Si	0,02	0,36	Si	4,09	7,16
16	-X	1° modo	-31,9	0,07	1,26	0,47	Si	0,02	0,34	Si	0,02	0,34	Si	4,06	6,99
17	+Y	Masse	250,4	0,38	1,33	1,47	Si	0,05	0,98	Si	0,04	0,78	Si	2,04	4,76
18	+Y	Masse	-250,4	0,75	1,28	1,82	Si	0,10	0,73	Si	0,08	0,73	Si	1,40	2,82
19	+Y	1° modo	250,4	0,38	1,33	1,47	Si	0,05	0,98	Si	0,04	0,78	Si	2,04	4,76
20	+Y	1° modo	-250,4	0,75	1,28	1,82	Si	0,10	0,73	Si	0,08	0,73	Si	1,40	2,82
21	-Y	Masse	250,4	0,40	1,20	1,42	Si	0,06	0,50	Si	0,04	0,50	Si	1,84	3,16
22	-Y	Masse	-250,4	0,52	1,24	1,52	Si	0,07	0,95	Si	0,06	0,93	Si	1,65	3,98
23	-Y	1° modo	250,4	0,40	1,20	1,42	Si	0,06	0,50	Si	0,04	0,50	Si	1,84	3,16
24	-Y	1° modo	-250,4	0,52	1,24	1,52	Si	0,07	0,95	Si	0,06	0,93	Si	1,65	3,98