

CITTÀ DI VILLORBA

Provincia di Treviso

Oggetto dell'intervento:

LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA

PRIMARIA "E. DE AMICIS" DI FONTANE.

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

Relazione di calcolo adeguamento sismico

CORPO A

Progetto: Pivato studio tecnico s.s. – via Marmolada,1 – 31050 Povegliano

Descrizione della struttura

L'edificio oggetto del presente progetto Definitivo-Esecutivo è la scuola Primaria "De Amicis" sita in via Fontane n. 42, a Fontane frazione del comune di Villorba (TV).

Il complesso strutturale è stato oggetto, nel corso degli anni, di successivi interventi di ristrutturazione e ampliamento che hanno definito l'attuale aggregato edilizio caratterizzato da corpi di fabbrica di epoche costruttive differenti.

La prima edificazione è del 1938, a cui è seguito un primo ampliamento negli anni cinquanta con una generale riorganizzazione della scuola spostando il vano scale, realizzando uno scantinato e riconfigurando le aule scolastiche.

A questo intervento segue nel 1988 un piccolo ampliamento sempre a ridosso del corpo di fabbrica originario consistente nella realizzazione di un aula ed una nuova centrale termica esterna, spostando quella esistente dal sottosuolo.

Al '97 risale invece l'ampliamento corrispondente alla nuova sala d'ingresso, refettorio e servizi, tutto ad un piano e realizzato con un telaio in cemento armato esolaio del tipo a predalle.

L'intervento edilizio oggetto della progettazione consiste nell'adeguamento sismico dell'intero immobile così come descritto.

La struttura è formata da un unico corpo strutturale, realizzato come già detto in epoche differenti ed oltretutto tecniche costruttive assai differenti; in particolare vi è una parte "storica" (corpo A1) realizzato ad inizio del secolo scorso, anni 30, in muratura portante costituita da ciottoli di fiume e corsi regolari di mattoni pieni. È degli anni 50 del secolo scorso un ampliamento con realizzazione di un'ala servizi, in muratura di mattoni pieni (A2). L'aggiunta del '88 consiste in due aule e ed una centrale termica; struttura in blocchi forati di laterizio (A3).

Al 1996 risale l'ultimo ampliamento (corpo B) con la realizzazione di un corpo aule ad un piano, con struttura a telaio in c.a., accostata al corpo di fabbrica precedente; per consentire il collegamento di queste due strutture, sono state realizzate due aperture sul corpo di fabbrica "storico", sostenute da dei pilastri legati alle due strutture esistenti.

La copertura della parte storica, è in legno, mentre, gli ampliamenti successivi, hanno copertura in solaio piano di laterizio e muretti e tavelloni, mentre il corpo B, ha una copertura piana, in cemento alleggerito tipo Predalle.

Dai calcoli eseguiti, che evidenziano la vulnerabilità sismica del complesso, risulta necessario realizzare tre tipologie di macrointerventi:

- separare strutturalmente il corpo B dal corpo A, mediante la realizzazione di opportuni giunti
- consolidare le murature della parte storica del corpo A
- rifacimento della copertura in legno del corpo A, risultata inadatta a sopportare carichi sismici.
-

.....

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/mm ²]	G [N/mm ²]	Peso specifico [kN/m ³]	f _m [N/cm ²]	T/f _{m0} [N/cm ²]
Pietrame	830.00	279.00	19	140.00	2.60
Mattoni_Pieni	1 200.00	520.00	18	320.00	7.60
Blocchi_Laterizi_Semipieni	2 700.00	1 510.00	12	187.00	35.00

Calcestruzzo

Nome	E [N/mm ²]	G [N/mm ²]	Peso specifico [kN/m ³]	f _{cm} [N/mm ²]	f _{ck} [N/mm ²]
C16/20	28 608.00	11 920.00	25	24.00	16.00
C20/25	29 962.00	12 484.00	25	28.00	20.00
C25/30	31 476.00	13 115.00	25	33.00	25.00

Acciaio armatura

Nome	E [N/mm ²]	G [N/mm ²]	Peso specifico [kN/m ³]	f _{ym} [N/mm ²]	f _{yk} [N/mm ²]
B450	206 000.00	79 231.00	79	484.00	450.00

Acciaio strutturale

Nome	E [N/mm ²]	G [N/mm ²]	Peso specifico [kN/m ³]	f _{ym} [N/mm ²]	f _{yk} [N/mm ²]
S 235	210 000.00	80 769.00	79	231.00	215.00

Legno

Nome	E [N/mm ²]	G [N/mm ²]	Peso specifico [kN/m ³]	f _{wm} [N/mm ²]	f _{wk} [N/mm ²]
ACSS1 Conifere. pioppo (Abete centro sud 1)	11 000.00	690.00	3	46.00	32.00

Rinforzo armato

Nome	Ac [cm ²]	Dc [cm]	Ad [cm ²]	Sd [cm]	Materiale rinforzo verticale	Asw [cm ²]	S [cm]	α [°]	Arm. presso fless.	Materiale rinforzo trasversale
Betoncino	1.00	5	0.50	20	B450	0.50	20	0	Si	B450

Elementi di struttura

Livello 1

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]
57	1	Pietrame	Betoncino	400	400.0	36.0	C16/20	B450	400	30.0	25.0
60	1	Pietrame	Betoncino	400	400.0	20.0	C16/20	B450	400	30.0	25.0
53	2	Blocchi_Lateri	-	400	400.0	30.0	C16/20	B450	400	30.0	25.0

		zi_Semipieni										
54	2	Pietrame	Betoncino	400	400.0	36.0	C16/20	B450	400	30.0	25.0	
5	3	Blocchi_Laterizi_Semipieni	-	400	400.0	30.0	C16/20	B450	400	30.0	25.0	
48	4	Mattoni_Pieni	-	400	400.0	25.0	C16/20	B450	400	30.0	25.0	
51	4	Blocchi_Laterizi_Semipieni	-	400	400.0	30.0	C16/20	B450	400	30.0	25.0	
52	4	Mattoni_Pieni	-	400	400.0	36.0	C16/20	B450	400	30.0	25.0	
9	5	Pietrame	Betoncino	400	400.0	20.0	C16/20	B450	400	30.0	25.0	
35	6	Pietrame	Betoncino	400	400.0	36.0	C16/20	B450	400	30.0	25.0	
37	6	Pietrame	-	400	400.0	36.0	C16/20	B450	400	30.0	25.0	
44	6	Pietrame	Betoncino	400	400.0	36.0	C16/20	B450	400	30.0	25.0	
55	6	Pietrame	Betoncino	400	400.0	36.0	C16/20	B450	400	30.0	25.0	
56	6	Pietrame	Betoncino	400	400.0	36.0	C16/20	B450	400	30.0	25.0	
27	7	Pietrame	-	400	400.0	36.0	C16/20	B450	400	30.0	25.0	
29	7	Pietrame	-	400	400.0	36.0	C16/20	B450	400	30.0	25.0	
49	7	Pietrame	-	400	400.0	36.0	C16/20	B450	400	30.0	25.0	
50	7	Pietrame	-	400	400.0	36.0	C16/20	B450	400	30.0	25.0	
15	8	Blocchi_Laterizi_Semipieni	-	400	400.0	30.0	C16/20	B450	400	30.0	25.0	
41	9	Blocchi_Laterizi_Semipieni	-	400	400.0	30.0	C16/20	B450	400	30.0	25.0	
42	9	Mattoni_Pieni	-	400	400.0	25.0	C16/20	B450	400	30.0	25.0	
26	10	Mattoni_Pieni	-	400	400.0	25.0	C16/20	B450	400	30.0	25.0	
33	10	Mattoni_Pieni	-	400	400.0	25.0	C16/20	B450	400	30.0	25.0	
34	10	Mattoni_Pieni	-	400	400.0	25.0	C16/20	B450	400	30.0	25.0	
32	11	Mattoni_Pieni	-	400	400.0	25.0	C16/20	B450	400	30.0	25.0	
39	11	Mattoni_Pieni	-	400	400.0	25.0	C16/20	B450	400	30.0	25.0	
23	12	Mattoni_Pieni	-	400	400.0	25.0	C16/20	B450	400	30.0	25.0	

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
57	1	750.00	39 062.50	3.08	3.08	2	2	3.0	25	1.01	0.50
60	1	750.00	39 062.50	3.08	3.08	2	2	3.0	25	1.01	0.50
53	2	750.00	39 062.50	3.08	3.08	2	2	3.0	25	1.01	0.50
54	2	750.00	39 062.50	3.08	3.08	2	2	3.0	25	1.01	0.50
5	3	750.00	39 062.50	3.08	3.08	2	2	3.0	25	1.01	0.50
48	4	750.00	39 062.50	3.08	3.08	2	2	3.0	25	1.01	0.50
51	4	750.00	39 062.50	3.08	3.08	2	2	3.0	25	1.01	0.50
52	4	750.00	39 062.50	3.08	3.08	2	2	3.0	25	1.01	0.50
9	5	750.00	39 062.50	3.08	3.08	2	2	3.0	25	1.01	0.50
35	6	750.00	39 062.50	3.08	3.08	2	2	3.0	25	1.01	0.50
37	6	750.00	39 062.50	3.08	3.08	2	2	3.0	25	1.01	0.50
44	6	750.00	39 062.50	3.08	3.08	2	2	3.0	25	1.01	0.50
55	6	750.00	39 062.50	3.08	3.08	2	2	3.0	25	1.01	0.50
56	6	750.00	39 062.50	3.08	3.08	2	2	3.0	25	1.01	0.50
27	7	750.00	39 062.50	3.08	3.08	2	2	3.0	25	1.01	0.50
29	7	750.00	39 062.50	3.08	3.08	2	2	3.0	25	1.01	0.50

49	7	750.00	39 062.50	3.08	3.08	2	2	3.0	25	1.01	0.50
50	7	750.00	39 062.50	3.08	3.08	2	2	3.0	25	1.01	0.50
15	8	750.00	39 062.50	3.08	3.08	2	2	3.0	25	1.01	0.50
41	9	750.00	39 062.50	3.08	3.08	2	2	3.0	25	1.01	0.50
42	9	750.00	39 062.50	3.08	3.08	2	2	3.0	25	1.01	0.50
26	10	750.00	39 062.50	3.08	3.08	2	2	3.0	25	1.01	0.50
33	10	750.00	39 062.50	3.08	3.08	2	2	3.0	25	1.01	0.50
34	10	750.00	39 062.50	3.08	3.08	2	2	3.0	25	1.01	0.50
32	11	750.00	39 062.50	3.08	3.08	2	2	3.0	25	1.01	0.50
39	11	750.00	39 062.50	3.08	3.08	2	2	3.0	25	1.01	0.50
23	12	750.00	39 062.50	3.08	3.08	2	2	3.0	25	1.01	0.50

Trave C.A. (1)

N.	Parete	Materiale calcestruzzo	Materiale acciaio	Quota I [cm]	Quota J [cm]	Base sezione [cm]	Altezza sezione [cm]	J [cm4]
143	1	C20/25	B450	400	400	30.0	30.0	67 500.00

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]
143	1	6.03	4.62	3	3	3.0	25	1.01

Trave Acciaio / Legno

N.	Parete	Materiale	Quota I [cm]	Quota J [cm]	Area [cm2]	J [cm4]	W plastico [cm3]
144	1	S 235	400	400	231.00	96 400.00	4 388.00

Pilastro C.A. (1)

N.	Materiale calcestruzzo	Materiale acciaio	Quota [cm]	Base sezione [cm]	Altezza sezione [cm]	Area [cm2]	Angolo [°]	Altezza [cm]
145	C20/25	B450	400	40.0	40.0	1 600.00	0	400.0
146	C20/25	B450	400	40.0	40.0	1 600.00	0	400.0

Pilastro C.A. (2)

N.	Af lato b [cm2]	Af lato h [cm2]	N. barre lato b	N. barre lato h	Copriferro [cm]	Passo staffe [cm]	Area staffe [cm2]
145	6.03	6.03	3	3	2.5	15	1.01
146	6.03	6.03	3	3	2.5	15	1.01

Pilastro acciaio / legno (1)

N.	Materiale	Quota [cm]	Base sezione [cm]	Altezza sezione	Area [cm2]	Angolo [°]	Altezza [cm]
----	-----------	------------	-------------------	-----------------	------------	------------	--------------

				[cm]			
147	S 235	400	7.0	7.0	53.83	0	400.0

Pilastro acciaio / legno (2)

N.	Jx (prima della rotaz.) [cm4]	Jy (prima della rotaz.) [cm4]	Wx plastico [cm3]	Wy plastico [cm3]
147	3 692.00	1 336.00	429.50	203.80

Solaio

N.	Quota [cm]	Spessore [cm]	G [N/mm2]	Ex [N/mm2]	Ey [N/mm2]	Scarico masse	Tipo
1	400	5.0	10 416.67	34 800.00	25 000.00	Monodirezionale	Putrelle e tavelloni
2	400	5.0	10 416.67	51 833.33	25 000.00	Monodirezionale	Latero cemento
3	400	5.0	10 416.67	51 833.33	25 000.00	Monodirezionale	Latero cemento
4	400	5.0	10 416.67	51 833.33	25 000.00	Monodirezionale	Latero cemento
5	400	5.0	10 416.67	51 833.33	25 000.00	Monodirezionale	Latero cemento

Livello 2

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]
61	1	Pietrame	Betoncino	800	400.0	20.0	C16/20	B450	800	30.0	25.0
62	1	Pietrame	Betoncino	800	400.0	20.0	C16/20	B450	800	30.0	25.0
63	1	Pietrame	Betoncino	800	400.0	20.0	C16/20	B450	800	30.0	25.0
64	2	Blocchi_Laterizi_Semipieni	-	800	400.0	30.0	C16/20	B450	800	30.0	25.0
65	2	Pietrame	Betoncino	800	400.0	36.0	C16/20	B450	800	30.0	25.0
66	3	Blocchi_Laterizi_Semipieni	-	800	400.0	30.0	C16/20	B450	800	30.0	25.0
67	4	Blocchi_Laterizi_Semipieni	-	800	400.0	30.0	C16/20	B450	800	30.0	25.0
68	4	Mattoni_Pieni	-	800	400.0	36.0	C16/20	B450	800	30.0	25.0
70	4	Mattoni_Pieni	-	800	400.0	25.0	C16/20	B450	800	30.0	25.0
71	5	Pietrame	Betoncino	800	400.0	36.0	C16/20	B450	800	30.0	25.0
72	6	Pietrame	Betoncino	800	400.0	36.0	C16/20	B450	800	30.0	25.0
73	6	Pietrame	Betoncino	800	400.0	36.0	C16/20	B450	800	30.0	25.0
75	6	Pietrame	Betoncino	800	400.0	36.0	C16/20	B450	800	30.0	25.0
76	6	Pietrame	Betoncino	800	400.0	36.0	C16/20	B450	800	30.0	25.0
77	7	Pietrame	Betoncino	800	400.0	36.0	C16/20	B450	800	30.0	25.0
78	7	Pietrame	Betoncino	800	400.0	36.0	C16/20	B450	800	30.0	25.0
79	7	Pietrame	Betoncino	800	400.0	36.0	C16/20	B450	800	30.0	25.0
80	7	Pietrame	Betoncino	800	400.0	36.0	C16/20	B450	800	30.0	25.0
132	9	Mattoni_Pieni	-	800	400.0	25.0	C16/20	B450	800	30.0	25.0
135	9	Mattoni_Pieni	-	800	400.0	25.0	C16/20	B450	800	30.0	25.0
84	10	Mattoni_Pieni	-	800	400.0	25.0	C16/20	B450	800	30.0	25.0
85	10	Mattoni_Pieni	-	800	400.0	25.0	C16/20	B450	800	30.0	25.0

86	10	Mattoni_Pieni	-	800	400.0	25.0	C16/20	B450	800	30.0	25.0
87	11	Mattoni_Pieni	-	800	400.0	25.0	C16/20	B450	800	30.0	25.0
89	11	Mattoni_Pieni	-	800	400.0	25.0	C16/20	B450	800	30.0	25.0
90	12	Mattoni_Pieni	-	800	400.0	25.0	C16/20	B450	800	30.0	25.0

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
61	1	750.00	39 062.50	3.08	3.08	2	2	3.0	25	1.01	0.50
62	1	750.00	39 062.50	3.08	3.08	2	2	3.0	25	1.01	0.50
63	1	750.00	39 062.50	3.08	3.08	2	2	3.0	25	1.01	0.50
64	2	750.00	39 062.50	3.08	3.08	2	2	3.0	25	1.01	0.50
65	2	750.00	39 062.50	3.08	3.08	2	2	3.0	25	1.01	0.50
66	3	750.00	39 062.50	3.08	3.08	2	2	3.0	25	1.01	0.50
67	4	750.00	39 062.50	3.08	3.08	2	2	3.0	25	1.01	0.50
68	4	750.00	39 062.50	3.08	3.08	2	2	3.0	25	1.01	0.50
70	4	750.00	39 062.50	3.08	3.08	2	2	3.0	25	1.01	0.50
71	5	750.00	39 062.50	3.08	3.08	2	2	3.0	25	1.01	0.50
72	6	750.00	39 062.50	3.08	3.08	2	2	3.0	25	1.01	0.50
73	6	750.00	39 062.50	3.08	3.08	2	2	3.0	25	1.01	0.50
75	6	750.00	39 062.50	3.08	3.08	2	2	3.0	25	1.01	0.50
76	6	750.00	39 062.50	3.08	3.08	2	2	3.0	25	1.01	0.50
77	7	750.00	39 062.50	3.08	3.08	2	2	3.0	25	1.01	0.50
78	7	750.00	39 062.50	3.08	3.08	2	2	3.0	25	1.01	0.50
79	7	750.00	39 062.50	3.08	3.08	2	2	3.0	25	1.01	0.50
80	7	750.00	39 062.50	3.08	3.08	2	2	3.0	25	1.01	0.50
132	9	750.00	39 062.50	3.08	3.08	2	2	3.0	25	1.01	0.50
135	9	750.00	39 062.50	3.08	3.08	2	2	3.0	25	1.01	0.50
84	10	750.00	39 062.50	3.08	3.08	2	2	3.0	25	1.01	0.50
85	10	750.00	39 062.50	3.08	3.08	2	2	3.0	25	1.01	0.50
86	10	750.00	39 062.50	3.08	3.08	2	2	3.0	25	1.01	0.50
87	11	750.00	39 062.50	3.08	3.08	2	2	3.0	25	1.01	0.50
89	11	750.00	39 062.50	3.08	3.08	2	2	3.0	25	1.01	0.50
90	12	750.00	39 062.50	3.08	3.08	2	2	3.0	25	1.01	0.50

Trave C.A. (1)

N.	Parete	Materiale calcestruzzo	Materiale acciaio	Quota I [cm]	Quota J [cm]	Base sezione [cm]	Altezza sezione [cm]	J [cm4]
69	4	C20/25	B450	800	800	25.0	25.0	32 552.08
74	6	C20/25	B450	800	800	30.0	50.0	312 500.00
134	9	C16/20	B450	800	800	30.0	40.0	160 000.00
88	11	C20/25	B450	800	800	25.0	25.0	32 552.08

Catena

Trave C.A. (2)

N.	Parete	Af	Af	N. barre	N. barre	Copriferro	Passo	Area staffe
----	--------	----	----	----------	----------	------------	-------	-------------

		intradosso [cm2]	estradosso [cm2]	intradosso	estradosso	[cm]	staffe [cm]	[cm2]
69	4	4.02	4.02	2	2	3.0	25	1.01
74	6	6.03	6.03	3	3	3.0	25	1.01
134	9	6.03	6.03	3	3	3.0	25	1.01
88	11	4.02	4.02	2	2	3.0	25	1.01

Solaio

N.	Quota [cm]	Spessore [cm]	G [N/mm2]	Ex [N/mm2]	Ey [N/mm2]	Scarico masse	Tipo
7	760	5.0	10 416.67	51 833.33	25 000.00	Monodirezionale	Latero cemento
8	760	5.0	10 416.67	51 833.33	25 000.00	Monodirezionale	Latero cemento

Elementi di copertura

Livello 2

Trave Acciaio / Legno

N.	Parete	Materiale	Area [cm2]	J [cm4]	W plastico [cm3]
139	13	ACSS1Conifere. pioppo (Abete centro sud 1)	1 176.00	172 872.00	8 232.00
140	13	ACSS1Conifere. pioppo (Abete centro sud 1)	1 176.00	172 872.00	8 232.00
106	14	ACSS1Conifere. pioppo (Abete centro sud 1)	1 176.00	172 872.00	8 232.00
107	15	ACSS1Conifere. pioppo (Abete centro sud 1)	1 176.00	172 872.00	8 232.00
108	16	ACSS1Conifere. pioppo (Abete centro sud 1)	1 176.00	172 872.00	8 232.00
109	17	ACSS1Conifere. pioppo (Abete centro sud 1)	1 176.00	172 872.00	8 232.00

Pilastro C.A. (1)

N.	Materiale calcestruzzo	Materiale acciaio	Base sezione [cm]	Altezza sezione [cm]	Area [cm2]	Angolo [°]
136	C25/30	B450	25.0	30.0	750.00	0
141	C25/30	B450	25.0	30.0	750.00	0
142	C25/30	B450	25.0	30.0	750.00	0

Pilastro C.A. (2)

N.	Af lato b [cm2]	Af lato h [cm2]	N. barre lato b	N. barre lato h	Copriferro [cm]	Passo staffe [cm]	Area staffe [cm2]
136	4.02	4.02	2	2	2.5	15	1.01
141	4.02	4.02	2	2	2.5	15	1.01
142	4.02	4.02	2	2	2.5	15	1.01

Falda

N.	Quota min [cm]	Quota max [cm]	Spessore [cm]	G [N/mm2]	Ex [N/mm2]	Ey [N/mm2]	Scarico masse	Tipo
1	800	1 030	5.0	480.00	19 266.67	9 000.00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e

								tavolato doppio
2	800	1 030	5.0	480.00	19 266.67	9 000.00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e tavolato doppio
3	800	1 030	5.0	480.00	19 266.67	9 000.00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e tavolato doppio
4	800	1 030	5.0	480.00	19 266.67	9 000.00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e tavolato doppio

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 rigidità assiale, ma nessuna rigidità 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	24	1 804	0	0
44	724	1 804	0	0
56	1 061	1 804	0	0
13	1 787	1 804	0	0
4	2 492	1 804	0	0
2	24	1 804	400	1
45	724	1 804	400	1
57	1 061	1 804	400	1
14	1 787	1 804	400	1

5	2 492	1 804	400	1
3	24	1 804	800	2
46	724	1 804	800	2
58	1 061	1 804	800	2
15	1 787	1 804	800	2
6	2 492	1 804	800	2

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
71	350	0	0
73	2 044	0	0
75	2 243	0	0
72	350	400	1
79	1 240	400	1
81	1 440	400	1
74	2 044	400	1
76	2 243	400	1
77	245	800	2
78	440	800	2
80	1 240	800	2
82	1 440	800	2
83	2 044	800	2
84	2 243	800	2

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
111	Pietrame	Betoncino	36.0	699.9	400.0	350	200	71	72
112	Pietrame	Betoncino	20.0	121.0	300.0	1 824	200	13	14
113	Pietrame	Betoncino	20.0	78.8	200.0	2 044	200	73	74
114	Pietrame	Betoncino	20.0	80.0	200.0	2 243	200	75	76
115	Pietrame	Betoncino	20.0	64.9	300.0	2 435	200	4	5
116	Pietrame	Betoncino	20.0	90.0	300.0	45	600	2	3
117	Pietrame	Betoncino	20.0	70.0	200.0	245	600	72	77
118	Pietrame	Betoncino	20.0	80.0	200.0	440	600	72	78
119	Pietrame	Betoncino	20.0	169.9	200.0	685	600	45	46
120	Pietrame	Betoncino	20.0	130.0	200.0	1 015	600	57	58
121	Pietrame	Betoncino	20.0	80.0	200.0	1 240	600	79	80
122	Pietrame	Betoncino	20.0	80.0	200.0	1 440	600	81	82
123	Pietrame	Betoncino	20.0	284.2	200.0	1 742	600	14	15
124	Pietrame	Betoncino	20.0	78.8	200.0	2 044	600	74	83
125	Pietrame	Betoncino	20.0	80.0	200.0	2 243	600	76	84
126	Pietrame	Betoncino	20.0	64.9	300.0	2 435	600	5	6

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
----	-----------	----------	---------------	-----------	--------------	-------------------	-------------------	---------------	-------------

91	Pietrame	Betoncino	20.0	120.0	100.0	1 944	50	13	73
93	Pietrame	Betoncino	20.0	120.0	100.0	2 143	50	73	75
95	Pietrame	Betoncino	20.0	120.0	100.0	2 343	50	75	4
92	Pietrame	Betoncino	20.0	120.0	200.0	1 944	400	14	74
94	Pietrame	Betoncino	20.0	120.0	200.0	2 143	400	74	76
96	Pietrame	Betoncino	20.0	120.0	200.0	2 343	400	76	5
100	Pietrame	Betoncino	20.0	180.0	100.0	860	450	45	57
102	Pietrame	Betoncino	20.0	120.0	100.0	1 140	450	57	79
104	Pietrame	Betoncino	20.0	120.0	100.0	1 340	450	79	81
106	Pietrame	Betoncino	20.0	120.0	100.0	1 540	450	81	14
97	Pietrame	Betoncino	20.0	120.0	100.0	150	750	3	77
98	Pietrame	Betoncino	20.0	120.0	100.0	340	750	77	78
99	Pietrame	Betoncino	20.0	120.0	100.0	540	750	78	46
101	Pietrame	Betoncino	20.0	180.0	100.0	860	750	46	58
103	Pietrame	Betoncino	20.0	120.0	100.0	1 140	750	58	80
105	Pietrame	Betoncino	20.0	120.0	100.0	1 340	750	80	82
107	Pietrame	Betoncino	20.0	120.0	100.0	1 540	750	82	15
108	Pietrame	Betoncino	20.0	120.0	100.0	1 944	750	15	83
109	Pietrame	Betoncino	20.0	120.0	100.0	2 143	750	83	84
110	Pietrame	Betoncino	20.0	120.0	100.0	2 343	750	84	6

Parete : 2

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
7	2 492	253	0	0
19	2 492	829	0	0
28	2 492	1 068	0	0
4	2 492	1 804	0	0
8	2 492	253	400	1
20	2 492	829	400	1
29	2 492	1 068	400	1
5	2 492	1 804	400	1
9	2 492	253	800	2
21	2 492	829	800	2
30	2 492	1 068	800	2
6	2 492	1 804	800	2

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
85	280	0	0
86	280	400	1
87	280	800	2

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
----	-----------	----------	---------------	-----------	--------------	-------------------	-------------------	------------	------------

129	Pietrame	Betoncino	36.0	68.7	357.1	610	179	19	20
130	Pietrame	Betoncino	36.0	816.5	357.1	1 142	179	28	29
7	Blocchi_Laterizi_S emipieni	-	30.0	111.6	300.0	56	200	7	8
8	Blocchi_Laterizi_S emipieni	-	30.0	96.2	200.0	280	200	85	86
9	Blocchi_Laterizi_S emipieni	-	30.0	127.6	300.0	512	200	19	20
131	Pietrame	Betoncino	36.0	68.7	357.1	610	579	20	21
132	Pietrame	Betoncino	36.0	816.5	357.1	1 142	579	29	30
10	Blocchi_Laterizi_S emipieni	-	30.0	111.6	300.0	56	600	8	9
11	Blocchi_Laterizi_S emipieni	-	30.0	96.2	200.0	280	600	86	87
12	Blocchi_Laterizi_S emipieni	-	30.0	127.6	300.0	512	600	20	21

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
1	Blocchi_Laterizi_S emipieni	-	30.0	120.0	100.0	172	50	7	85
3	Blocchi_Laterizi_S emipieni	-	30.0	120.0	100.0	388	50	85	19
127	Pietrame	Betoncino	36.0	90.0	100.0	689	350	20	29
2	Blocchi_Laterizi_S emipieni	-	30.0	120.0	200.0	172	400	8	86
4	Blocchi_Laterizi_S emipieni	-	30.0	120.0	200.0	388	400	86	20
5	Blocchi_Laterizi_S emipieni	-	30.0	120.0	100.0	172	750	9	87
6	Blocchi_Laterizi_S emipieni	-	30.0	120.0	100.0	388	750	87	21
128	Pietrame	Betoncino	36.0	90.0	100.0	689	750	21	30

Parete : 3

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
10	1 787	253	0	0
7	2 492	253	0	0
11	1 787	253	400	1
8	2 492	253	400	1
12	1 787	253	800	2
9	2 492	253	800	2

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
88	352	0	0

89	352	400	1
90	352	800	2

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
13	Blocchi_Laterizi_S empieni	-	30.0	704.8	400.0	352	200	88	89
14	Blocchi_Laterizi_S empieni	-	30.0	704.8	400.0	352	600	89	90

Parete : 4

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
10	1 787	253	0	0
38	1 787	358	0	0
22	1 787	829	0	0
31	1 787	1 068	0	0
13	1 787	1 804	0	0
11	1 787	253	400	1
39	1 787	358	400	1
23	1 787	829	400	1
32	1 787	1 068	400	1
14	1 787	1 804	400	1
12	1 787	253	800	2
40	1 787	358	800	2
24	1 787	829	800	2
33	1 787	1 068	800	2
15	1 787	1 804	800	2

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
91	52	0	0
93	340	0	0
95	1 183	0	0
92	52	400	1
94	340	400	1
96	1 183	400	1
97	52	800	2
98	340	800	2
99	1 183	800	2

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
15	Blocchi_Laterizi_S	-	30.0	104.9	400.0	52	200	91	92

	emipieni								
16	Mattoni_Pieni	-	36.0	470.5	400.0	340	200	93	94
17	Mattoni_Pieni	-	25.0	735.3	400.0	1 183	200	95	96
18	Blocchi_Laterizi_S emipieni	-	30.0	104.9	400.0	52	600	92	97
19	Mattoni_Pieni	-	36.0	470.5	400.0	340	600	94	98
20	Mattoni_Pieni	-	25.0	735.3	400.0	1 183	600	96	99

Parete : 5

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
16	24	829	0	0
25	24	1 068	0	0
1	24	1 804	0	0
17	24	829	400	1
26	24	1 068	400	1
2	24	1 804	400	1
18	24	829	800	2
27	24	1 068	800	2
3	24	1 804	800	2

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
100	527	0	0
102	730	0	0
101	527	400	1
103	730	400	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
140	Pietrame	Betoncino	20.0	62.0	300.0	31	213	16	17
144	Pietrame	Betoncino	20.0	84.2	300.0	933	213	1	2
141	Pietrame	Betoncino	20.0	182.0	200.0	273	240	25	26
142	Pietrame	Betoncino	20.0	85.0	200.0	527	240	100	101
143	Pietrame	Betoncino	20.0	82.0	200.0	730	240	102	103
145	Pietrame	Betoncino	36.0	62.0	300.0	31	613	17	18
146	Pietrame	Betoncino	36.0	793.2	300.0	579	613	101	27

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
133	Pietrame	Betoncino	20.0	120.0	140.0	122	70	16	25
136	Pietrame	Betoncino	20.0	120.0	140.0	424	70	25	100
137	Pietrame	Betoncino	20.0	120.0	140.0	629	70	100	102
138	Pietrame	Betoncino	20.0	120.0	140.0	831	70	102	1

134	Pietrame	Betoncino	20.0	120.0	60.0	122	370	17	26
135	Pietrame	Betoncino	36.0	120.0	140.0	122	470	17	26
139	Pietrame	Betoncino	36.0	120.0	60.0	122	770	18	27

Parete : 6

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
16	24	829	0	0
36	382	829	0	0
47	724	829	0	0
59	1 061	829	0	0
68	1 445	829	0	0
22	1 787	829	0	0
19	2 492	829	0	0
17	24	829	400	1
37	382	829	400	1
48	724	829	400	1
60	1 061	829	400	1
69	1 445	829	400	1
23	1 787	829	400	1
20	2 492	829	400	1
18	24	829	800	2
49	724	829	800	2
61	1 061	829	800	2
70	1 445	829	800	2
24	1 787	829	800	2
21	2 492	829	800	2

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
155	Pietrame	Betoncino	36.0	277.4	240.0	1 761	120	22	23
22	Pietrame	-	36.0	110.5	340.0	755	170	47	48
23	Pietrame	-	36.0	127.2	340.0	974	170	59	60
154	Pietrame	Betoncino	36.0	484.8	340.0	1 280	170	68	69
156	Pietrame	Betoncino	36.0	468.1	340.0	2 234	170	19	20
153	Pietrame	Betoncino	36.0	699.9	400.0	350	200	36	37
158	Pietrame	Betoncino	36.0	280.4	240.0	670	520	48	49
161	Pietrame	Betoncino	36.0	277.4	240.0	1 761	520	23	24
157	Pietrame	Betoncino	36.0	440.0	340.0	220	570	37	18
159	Pietrame	Betoncino	36.0	127.2	340.0	974	570	60	61
160	Pietrame	Betoncino	36.0	101.2	340.0	1 472	570	69	70
162	Pietrame	Betoncino	36.0	468.1	340.0	2 234	570	20	21

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore	Base	Altezza	Baricentro X	Baricentro Z	Nodo	Nodo
----	-----------	----------	----------	------	---------	--------------	--------------	------	------

			[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	sinistro	destro
21	Pietrame	-	36.0	100.0	160.0	860	320	48	60
147	Pietrame	Betoncino	36.0	100.0	160.0	1 572	320	69	23
148	Pietrame	Betoncino	36.0	100.0	160.0	1 950	320	23	20
149	Pietrame	Betoncino	36.0	90.0	160.0	485	720	18	49
150	Pietrame	Betoncino	36.0	100.0	160.0	860	720	49	61
151	Pietrame	Betoncino	36.0	100.0	160.0	1 572	720	70	24
152	Pietrame	Betoncino	36.0	100.0	160.0	1 950	720	24	21

Parete : 7

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
25	24	1 068	0	0
50	724	1 068	0	0
62	1 061	1 068	0	0
31	1 787	1 068	0	0
28	2 492	1 068	0	0
26	24	1 068	400	1
51	724	1 068	400	1
63	1 061	1 068	400	1
32	1 787	1 068	400	1
29	2 492	1 068	400	1
27	24	1 068	800	2
52	724	1 068	800	2
64	1 061	1 068	800	2
33	1 787	1 068	800	2
30	2 492	1 068	800	2

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
28	Pietrame	-	36.0	564.5	240.0	1 269	120	62	63
29	Pietrame	-	36.0	615.7	240.0	1 959	120	31	32
27	Pietrame	-	36.0	751.3	340.0	376	170	50	51
30	Pietrame	-	36.0	101.5	340.0	2 417	170	28	29
168	Pietrame	Betoncino	36.0	184.9	240.0	757	520	51	52
169	Pietrame	Betoncino	36.0	610.9	240.0	1 245	520	63	64
170	Pietrame	Betoncino	36.0	615.7	240.0	1 959	520	32	33
167	Pietrame	Betoncino	36.0	575.0	340.0	288	570	26	27
171	Pietrame	Betoncino	36.0	101.5	340.0	2 417	570	29	30

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
24	Pietrame	-	36.0	159.4	160.0	883	320	51	63
25	Pietrame	-	36.0	100.0	160.0	1 601	320	63	32

26	Pietrame	-	36.0	100.0	160.0	2 316	320	32	29
163	Pietrame	Betoncino	36.0	90.0	160.0	620	720	27	52
164	Pietrame	Betoncino	36.0	90.0	160.0	895	720	52	64
165	Pietrame	Betoncino	36.0	100.0	160.0	1 601	720	64	33
166	Pietrame	Betoncino	36.0	100.0	160.0	2 316	720	33	30

Parete : 8

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
34	382	358	0	0
36	382	829	0	0
35	382	358	400	1
37	382	829	400	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
33	Blocchi_Laterizi_S empipeni	-	30.0	125.2	230.0	63	204	34	35
34	Blocchi_Laterizi_S empipeni	-	30.0	125.2	230.0	408	204	36	37

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
31	Blocchi_Laterizi_S empipeni	-	30.0	220.0	200.0	235	100	34	36
32	Blocchi_Laterizi_S empipeni	-	30.0	220.0	140.0	235	330	35	37

Parete : 9

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
34	382	358	0	0
41	724	358	0	0
53	1 061	358	0	0
65	1 445	358	0	0
38	1 787	358	0	0
35	382	358	400	1
42	724	358	400	1
54	1 061	358	400	1
66	1 445	358	400	1
39	1 787	358	400	1
43	724	358	800	2
55	1 061	358	800	2

67	1 445	358	800	2
40	1 787	358	800	2

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
104	449	0	0
106	559	0	0
108	945	0	0
110	1 181	0	0
112	1 294	0	0
105	449	400	1
107	559	400	1
109	945	400	1
111	1 181	400	1
113	1 294	400	1
114	449	800	2
115	559	800	2
116	1 181	800	2
117	1 294	800	2

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
58	Blocchi_Laterizi_S emipieni	-	30.0	196.1	336.1	98	168	34	35
59	Blocchi_Laterizi_S emipieni	-	30.0	65.8	336.1	309	168	41	42
61	Mattoni_Pieni	-	25.0	60.9	90.0	449	195	104	105
62	Mattoni_Pieni	-	25.0	58.8	90.0	559	195	106	107
63	Mattoni_Pieni	-	25.0	233.6	90.0	755	195	53	54
64	Mattoni_Pieni	-	25.0	47.3	90.0	945	195	108	109
65	Mattoni_Pieni	-	25.0	79.8	90.0	1 059	195	65	66
66	Mattoni_Pieni	-	25.0	65.3	90.0	1 181	195	110	111
67	Mattoni_Pieni	-	25.0	60.7	90.0	1 294	195	112	113
60	Mattoni_Pieni	-	25.0	26.4	245.0	355	199	41	42
68	Mattoni_Pieni	-	25.0	30.4	245.0	1 390	199	38	39
70	Mattoni_Pieni	-	25.0	60.9	90.0	449	595	105	114
71	Mattoni_Pieni	-	25.0	58.8	90.0	559	595	107	115
74	Mattoni_Pieni	-	25.0	65.3	90.0	1 181	595	111	116
75	Mattoni_Pieni	-	25.0	60.7	90.0	1 294	595	113	117
69	Mattoni_Pieni	-	25.0	26.4	245.0	355	599	42	43
72	Mattoni_Pieni	-	25.0	41.6	245.0	659	599	54	55
73	Mattoni_Pieni	-	25.0	35.5	245.0	1 081	599	66	67
76	Mattoni_Pieni	-	25.0	30.4	245.0	1 390	599	39	40

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore	Base	Altezza	Baricentro X	Baricentro Z	Nodo	Nodo
----	-----------	----------	----------	------	---------	--------------	--------------	------	------

			[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	sinistro	destro
36	Mattoni_Pieni	-	25.0	50.0	150.0	393	75	41	104
38	Mattoni_Pieni	-	25.0	50.0	150.0	504	75	104	106
40	Mattoni_Pieni	-	25.0	50.0	150.0	613	75	106	53
42	Mattoni_Pieni	-	25.0	50.0	150.0	897	75	53	108
44	Mattoni_Pieni	-	25.0	50.0	150.0	994	75	108	65
46	Mattoni_Pieni	-	25.0	50.0	150.0	1 124	75	65	110
48	Mattoni_Pieni	-	25.0	50.0	150.0	1 239	75	110	112
50	Mattoni_Pieni	-	25.0	50.0	150.0	1 350	75	112	38
35	Blocchi_Laterizi_S emipieni	-	30.0	80.0	180.0	236	310	35	42
43	Mattoni_Pieni	-	25.0	50.0	160.0	897	320	54	109
45	Mattoni_Pieni	-	25.0	50.0	160.0	994	320	109	66
37	Mattoni_Pieni	-	25.0	50.0	310.0	393	395	42	105
39	Mattoni_Pieni	-	25.0	50.0	310.0	504	395	105	107
41	Mattoni_Pieni	-	25.0	50.0	310.0	613	395	107	54
47	Mattoni_Pieni	-	25.0	50.0	310.0	1 124	395	66	111
49	Mattoni_Pieni	-	25.0	50.0	310.0	1 239	395	111	113
51	Mattoni_Pieni	-	25.0	50.0	310.0	1 350	395	113	39
52	Mattoni_Pieni	-	25.0	50.0	160.0	393	720	43	114
53	Mattoni_Pieni	-	25.0	50.0	160.0	504	720	114	115
54	Mattoni_Pieni	-	25.0	50.0	160.0	613	720	115	55
55	Mattoni_Pieni	-	25.0	50.0	160.0	1 124	720	67	116
56	Mattoni_Pieni	-	25.0	50.0	160.0	1 239	720	116	117
57	Mattoni_Pieni	-	25.0	50.0	160.0	1 350	720	117	40

Parete : 10

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
41	724	358	0	0
47	724	829	0	0
50	724	1 068	0	0
44	724	1 804	0	0
42	724	358	400	1
48	724	829	400	1
51	724	1 068	400	1
45	724	1 804	400	1
43	724	358	800	2
49	724	829	800	2
52	724	1 068	800	2
46	724	1 804	800	2

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
80	Mattoni_Pieni	-	25.0	59.9	230.0	700	115	50	51
79	Mattoni_Pieni	-	25.0	510.4	336.1	255	168	47	48

81	Mattoni_Pieni	-	25.0	595.3	340.0	1 148	170	44	45
82	Mattoni_Pieni	-	25.0	510.4	336.1	255	568	48	49
83	Mattoni_Pieni	-	25.0	775.2	336.1	1 058	568	51	52

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
77	Mattoni_Pieni	-	25.0	160.0	180.0	590	310	48	51
78	Mattoni_Pieni	-	25.0	160.0	180.0	590	710	49	52

Parete : 11

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
53	1 061	358	0	0
59	1 061	829	0	0
62	1 061	1 068	0	0
56	1 061	1 804	0	0
54	1 061	358	400	1
60	1 061	829	400	1
63	1 061	1 068	400	1
57	1 061	1 804	400	1
55	1 061	358	800	2
61	1 061	829	800	2
64	1 061	1 068	800	2
58	1 061	1 804	800	2

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
118	235	0	0
119	235	400	1
121	1 078	400	1
120	235	800	2
122	1 078	800	2

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
87	Mattoni_Pieni	-	25.0	20.0	340.0	720	170	62	63
88	Mattoni_Pieni	-	25.0	595.3	340.0	1 148	170	56	121
84	Mattoni_Pieni	-	25.0	470.5	400.0	235	200	118	119
85	Mattoni_Pieni	-	25.0	470.5	400.0	235	600	119	120
86	Mattoni_Pieni	-	25.0	735.3	400.0	1 078	600	121	122

Parete : 12

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
65	1 445	358	0	0
68	1 445	829	0	0
66	1 445	358	400	1
69	1 445	829	400	1
67	1 445	358	800	2
70	1 445	829	800	2

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
123	235	0	0
124	235	400	1
125	235	800	2

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
89	Mattoni_Pieni	-	25.0	470.5	400.0	235	200	123	124
90	Mattoni_Pieni	-	25.0	470.5	400.0	235	600	124	125

(*) 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/m ²]	Gk agg. [daN/m ²]	Qk [daN/m ²]	Ψ ₂
1	50	260	350	0.60
2	325	260	350	0.60
3	325	120	120	0.00
4	285	270	400	0.60
5	285	270	400	0.60
7	325	260	120	0.00
8	285	250	120	0.00

N. Falda	Gk [daN/m ²]	Gk agg. [daN/m ²]	Qk [daN/m ²]	Ψ ₂
1	30	120	120	0.00
2	30	120	120	0.00
3	30	120	120	0.00
4	30	120	120	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	2	3
2	+X	1° modo	0.0	2	3
3	-X	Masse	0.0	2	3
4	-X	1° modo	0.0	2	3
5	+Y	Masse	0.0	2	3
6	+Y	1° modo	0.0	2	3
7	-Y	Masse	0.0	2	3
8	-Y	1° modo	0.0	2	3
9	+X	Masse	77.5	2	3
10	+X	Masse	-77.5	2	3
11	+X	1° modo	77.5	2	3
12	+X	1° modo	-77.5	2	3
13	-X	Masse	77.5	2	3
14	-X	Masse	-77.5	2	3
15	-X	1° modo	77.5	2	3
16	-X	1° modo	-77.5	2	3
17	+Y	Masse	123.4	2	3
18	+Y	Masse	-123.4	2	3
19	+Y	1° modo	123.4	2	6
20	+Y	1° modo	-123.4	2	3
21	-Y	Masse	123.4	2	3
22	-Y	Masse	-123.4	2	3
23	-Y	1° modo	123.4	2	3
24	-Y	1° modo	-123.4	2	3

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
-----	-----	-----

SLV	SLD	SLO
-----	-----	-----

Ag	1.83	0.68	0.53
F0	2.48	2.44	2.48
Tc*	0.34	0.27	0.26
Tr	712.00	75.00	45.00

Ss	1.20	1.20	1.20
Tb	0.15	0.13	0.12
Tc	0.46	0.39	0.37
Td	2.35	1.88	1.81

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

N.	Dir. sisma	Car. sismico o prop.	Ecc. [cm]	SLV				SLD			SLO				
				Dmax [cm]	Du [cm]	q*	Ver.	Dmax [cm]	Dd [cm]	Ver.	Dmax [cm]	Do [cm]	Ver.	α SLU	α SLD
1	+X	Masse	0.0	1.11	2.31	0.98	Si	0.41	1.68	Si	0.32	1.68	Si	1.61	3.66
2	+X	1° modo	0.0	1.38	2.90	1.02	Si	0.50	2.08	Si	0.39	1.67	Si	1.69	3.76
3	-X	Masse	0.0	1.36	2.66	1.08	Si	0.48	1.94	Si	0.37	1.94	Si	1.60	3.61
4	-X	1° modo	0.0	1.73	3.08	1.07	Si	0.61	2.21	Si	0.48	1.58	Si	1.55	3.40
5	+Y	Masse	0.0	1.14	1.58	1.15	Si	0.37	1.44	Si	0.29	1.44	Si	1.23	3.29
6	+Y	1° modo	0.0	1.30	1.78	1.18	Si	0.43	1.65	Si	0.33	1.65	Si	1.23	3.35
7	-Y	Masse	0.0	1.15	1.52	1.23	Si	0.36	1.42	Si	0.28	1.42	Si	1.19	3.28
8	-Y	1° modo	0.0	1.32	1.82	1.25	Si	0.42	1.74	Si	0.33	1.74	Si	1.24	3.49
9	+X	Masse	77.5	1.01	2.30	1.02	Si	0.36	1.64	Si	0.29	1.64	Si	1.67	3.80
10	+X	Masse	-77.5	1.10	2.32	1.00	Si	0.40	1.70	Si	0.32	1.70	Si	1.61	3.69
11	+X	1° modo	77.5	1.24	2.82	1.04	Si	0.44	2.27	Si	0.35	1.95	Si	1.75	4.33
12	+X	1° modo	-77.5	1.46	2.90	1.03	Si	0.53	2.09	Si	0.41	1.42	Si	1.63	3.63
13	-X	Masse	77.5	1.33	2.62	1.06	Si	0.47	1.95	Si	0.37	1.95	Si	1.60	3.68
14	-X	Masse	-77.5	1.39	2.71	1.09	Si	0.48	1.96	Si	0.38	1.90	Si	1.60	3.60
15	-X	1° modo	77.5	1.63	2.97	1.07	Si	0.58	2.17	Si	0.45	1.81	Si	1.56	3.49
16	-X	1° modo	-77.5	1.77	3.18	1.10	Si	0.62	2.23	Si	0.49	1.41	Si	1.57	3.37
17	+Y	Masse	123.4	1.13	1.78	1.13	Si	0.38	1.78	Si	0.29	1.78	Si	1.34	3.86
18	+Y	Masse	-123.4	1.15	1.44	1.23	Si	0.36	1.23	Si	0.28	1.23	Si	1.15	2.96
19	+Y	1° modo	123.4	1.32	2.25	1.19	Si	0.43	1.92	Si	0.34	1.92	Si	1.45	3.74
20	+Y	1° modo	-123.4	1.29	1.58	1.25	Si	0.41	1.40	Si	0.32	1.40	Si	1.14	2.98
21	-Y	Masse	123.4	1.14	1.66	1.19	Si	0.36	1.80	Si	0.28	1.80	Si	1.27	3.92

22	-Y	Masse	-	1.17	1.49	1.33	Si	0.34	1.23	Si	0.27	1.23	Si	1.18	2.96
23	-Y	1° modo	123.4	1.34	2.11	1.21	Si	0.43	2.21	Si	0.34	2.14	Si	1.37	4.16
24	-Y	1° modo	123.4	1.32	1.65	1.32	Si	0.40	1.46	Si	0.31	1.46	Si	1.17	3.07

Verifiche in dettaglio

Verifica analisi

N.	Inserisci in relazione	Dir. sisma	Carico sismico proporzionale	Eccentricità [cm]	Dmax SLV [cm]	Du SLV [cm]	q* SLV	Dmax SLD [cm]	Du SLD [cm]	Dmax SLO [cm]	Do SLO [cm]	a SLV	a SLD	a SLO
1	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Masse	0.00	1.11	2.31	0.98	0.41	1.68	0.32	1.68	1.61	3.66	4.73
2	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	1° modo	0.00	1.38	2.90	1.02	0.50	2.08	0.39	1.67	1.69	3.76	4.07
3	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Masse	0.00	1.36	2.66	1.08	0.48	1.94	0.37	1.94	1.60	3.61	4.69
4	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	1° modo	0.00	1.73	3.08	1.07	0.61	2.21	0.48	1.58	1.55	3.40	3.29
5	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Masse	0.00	1.14	1.58	1.15	0.37	1.44	0.29	1.44	1.23	3.29	4.28
6	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	1° modo	0.00	1.30	1.78	1.18	0.43	1.65	0.33	1.65	1.23	3.35	4.35
7	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Masse	0.00	1.15	1.52	1.23	0.36	1.42	0.28	1.42	1.19	3.28	4.26
8	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	1° modo	0.00	1.32	1.82	1.25	0.42	1.74	0.33	1.74	1.24	3.49	4.55
9	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Masse	77.53	1.01	2.30	1.02	0.36	1.64	0.29	1.64	1.67	3.80	4.93
10	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Masse	-77.53	1.10	2.32	1.00	0.40	1.70	0.32	1.70	1.61	3.69	4.78
11	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	1° modo	77.53	1.24	2.82	1.04	0.44	2.27	0.35	1.95	1.75	4.33	4.98
12	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	1° modo	-77.53	1.46	2.90	1.03	0.53	2.09	0.41	1.42	1.63	3.63	3.44
13	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Masse	77.53	1.33	2.62	1.06	0.47	1.95	0.37	1.95	1.60	3.68	4.79
14	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Masse	-77.53	1.39	2.71	1.09	0.48	1.96	0.38	1.90	1.60	3.60	4.56
15	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	1° modo	77.53	1.63	2.97	1.07	0.58	2.17	0.45	1.81	1.56	3.49	3.87
16	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	1° modo	-77.53	1.77	3.18	1.10	0.62	2.23	0.49	1.41	1.57	3.37	2.90
17	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Masse	123.40	1.13	1.78	1.13	0.38	1.78	0.29	1.78	1.34	3.86	5.04
18	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Masse	-123.40	1.15	1.44	1.23	0.36	1.23	0.28	1.23	1.15	2.96	3.83
19	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	1° modo	123.40	1.32	2.25	1.19	0.43	1.92	0.34	1.92	1.45	3.74	4.87
20	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	1° modo	-123.40	1.29	1.58	1.25	0.41	1.40	0.32	1.40	1.14	2.98	3.87
21	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Masse	123.40	1.14	1.66	1.19	0.36	1.80	0.28	1.80	1.27	3.92	5.13
22	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Masse	-123.40	1.17	1.49	1.33	0.34	1.23	0.27	1.23	1.18	2.96	3.84
23	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	1° modo	123.40	1.34	2.11	1.21	0.43	2.21	0.34	2.14	1.37	4.16	5.32
24	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	1° modo	-123.40	1.32	1.65	1.32	0.40	1.46	0.31	1.46	1.17	3.07	4.00

Visualizza dettagli

Inserisci tutto in relazione

Cancela analisi

Piano-Soil

Esci

Legenda colori

■ Verificato ■ Non verificato ■ Non converge a p.p. ■ Analisi più gravosa

Dettaglio verifiche analisi 4

Dettaglio verifiche

Verifica SLV

Dmax 1.73 [cm] \leq Du 3.08 [cm]

q* 1.07 \leq 3 Du/Dmax = 1.78

La verifica è soddisfatta

Verifica SLD

Dmax 0.61 [cm] \leq Dd 2.21 [cm]

La verifica è soddisfatta

Valore limite per raggiungimento Valore di Picco

Verifica SLO

Dmax 0.48 [cm] \leq Do 1.58 [cm]

La verifica è soddisfatta

Vulnerabilità Sismica


	TR _C	TR _D	Q _{TR}	PGA _C [m/s ²]	PGA _D [m/s ²]	Q _{PGA}
SLV	> 2475	712	> 3.476	2.83	1.83	1.547
SLD	1131	75	15.080	2.32	0.68	3.395
SLO	613	45	13.622	1.73	0.52	3.290

Mostra PGA su roccia

Dettagli ... 

Parametri di Analisi

T* [s]	0.312
m* [kg]	566120.033
w [kg]	954031.64
m*/w [%]	59
Γ [m/s ²]	1.25
F*y [daN]	287911
d*y [cm]	1.25
d*u [cm]	2.46

Normativa 

Esci



Dettaglio verifiche analisi 20

Dettaglio verifiche

Verifica SLV

Dmax 1.29 [cm] \leq Du 1.58 [cm]

q* 1.25 \leq 3 Du/Dmax = 1.22

La verifica è soddisfatta

Verifica SLD

Dmax 0.41 [cm] \leq Dd 1.40 [cm]

La verifica è soddisfatta

Valore limite per raggiungimento Valore di Picco

Verifica SLO


Dmax 0.32 [cm] \leq Do 1.40 [cm]

La verifica è soddisfatta

Vulnerabilità Sismica


	TR _C	TR _D	α TR	PGA _C [m/s ²]	PGA _D [m/s ²]	α PGA
SLV	984	712	1.382	2.08	1.83	1.139
SLD	793	75	10.573	2.04	0.68	2.985
SLO	793	45	17.622	2.03	0.52	3.870

Mostra PGA su roccia

Dettagli ... 

Parametri di Analisi

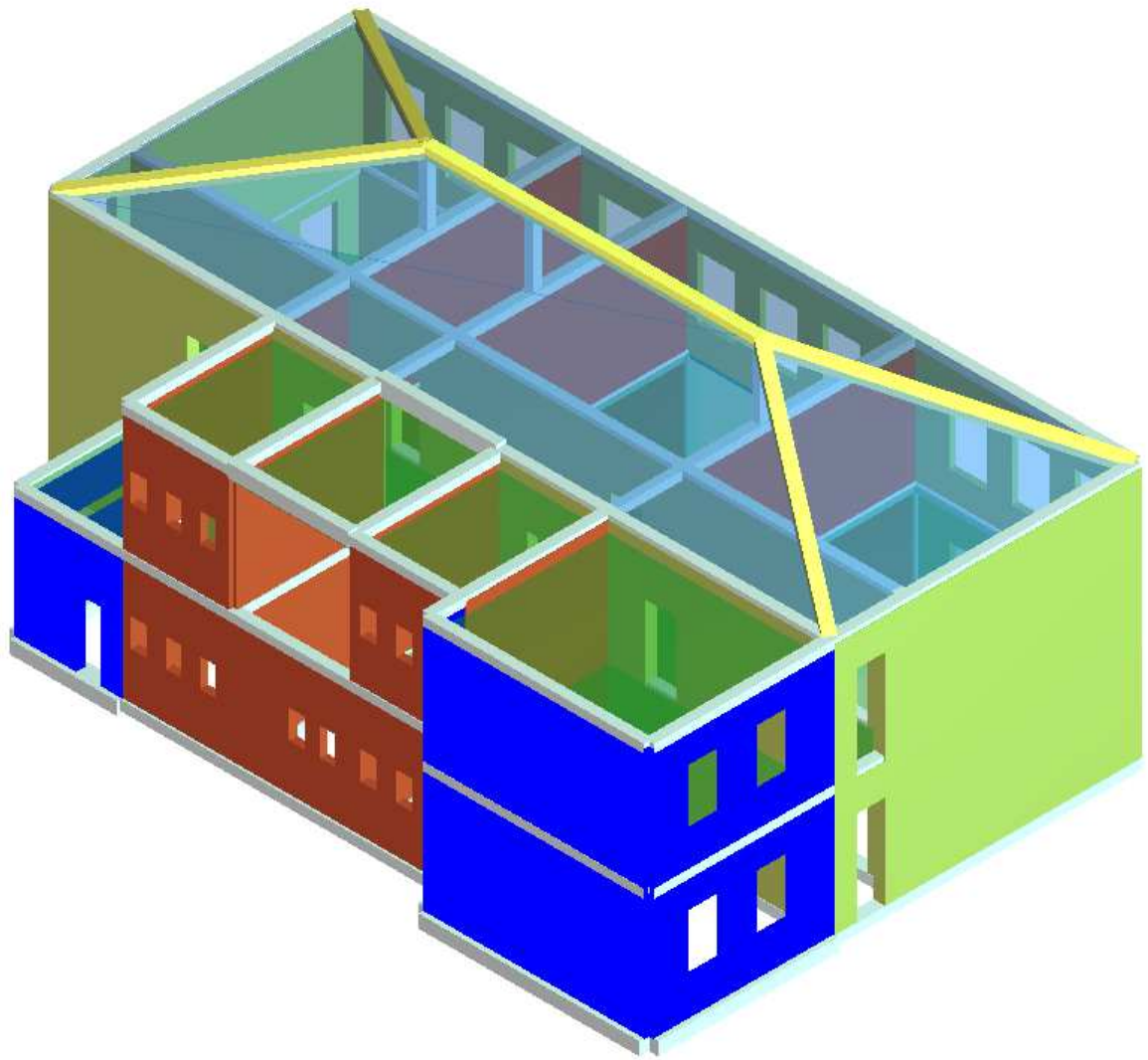
T* [s]	0.253
m* [kg]	600273.772
w [kg]	954031.64
m*/w [%]	63
Γ [m/s ²]	1.26
F*y [daN]	262458
d*y [cm]	0.71
d*u [cm]	1.25

Normativa 

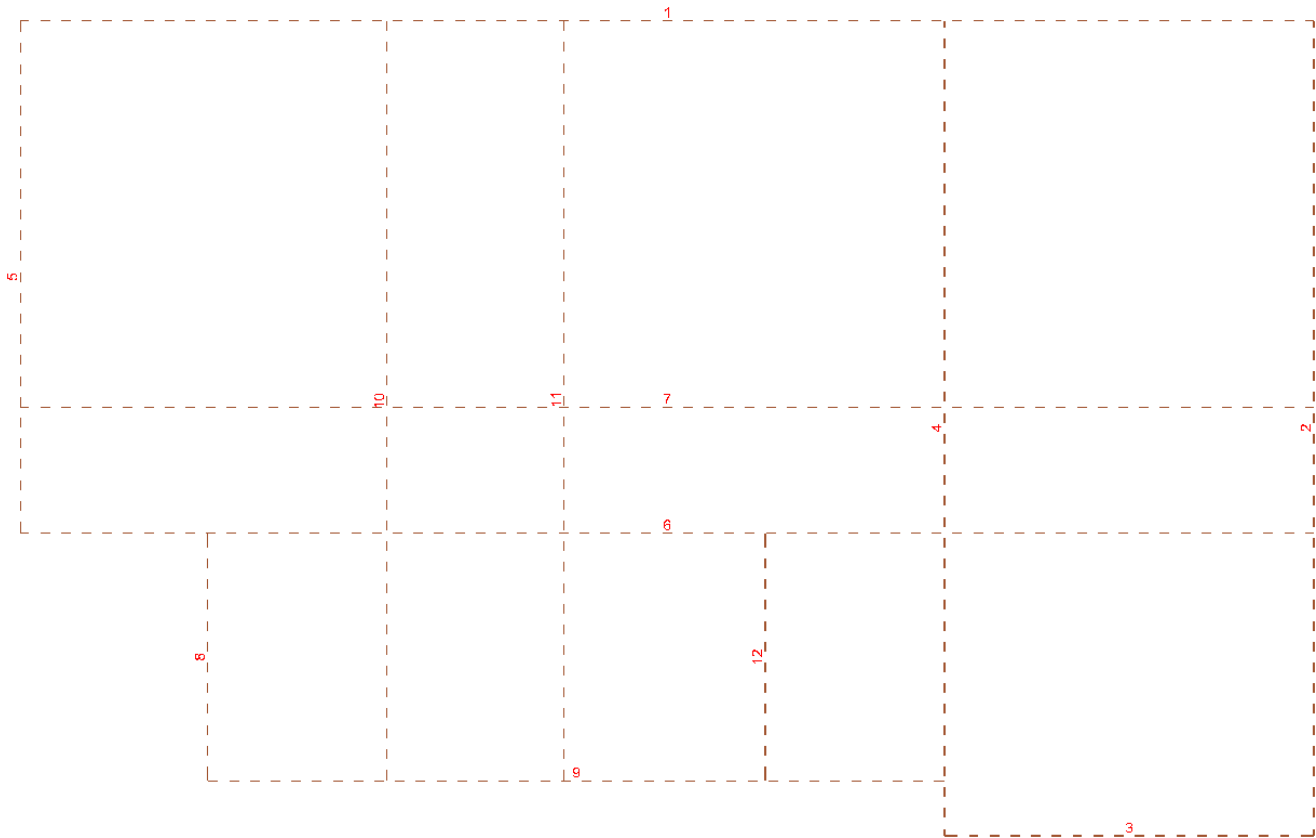
Esci



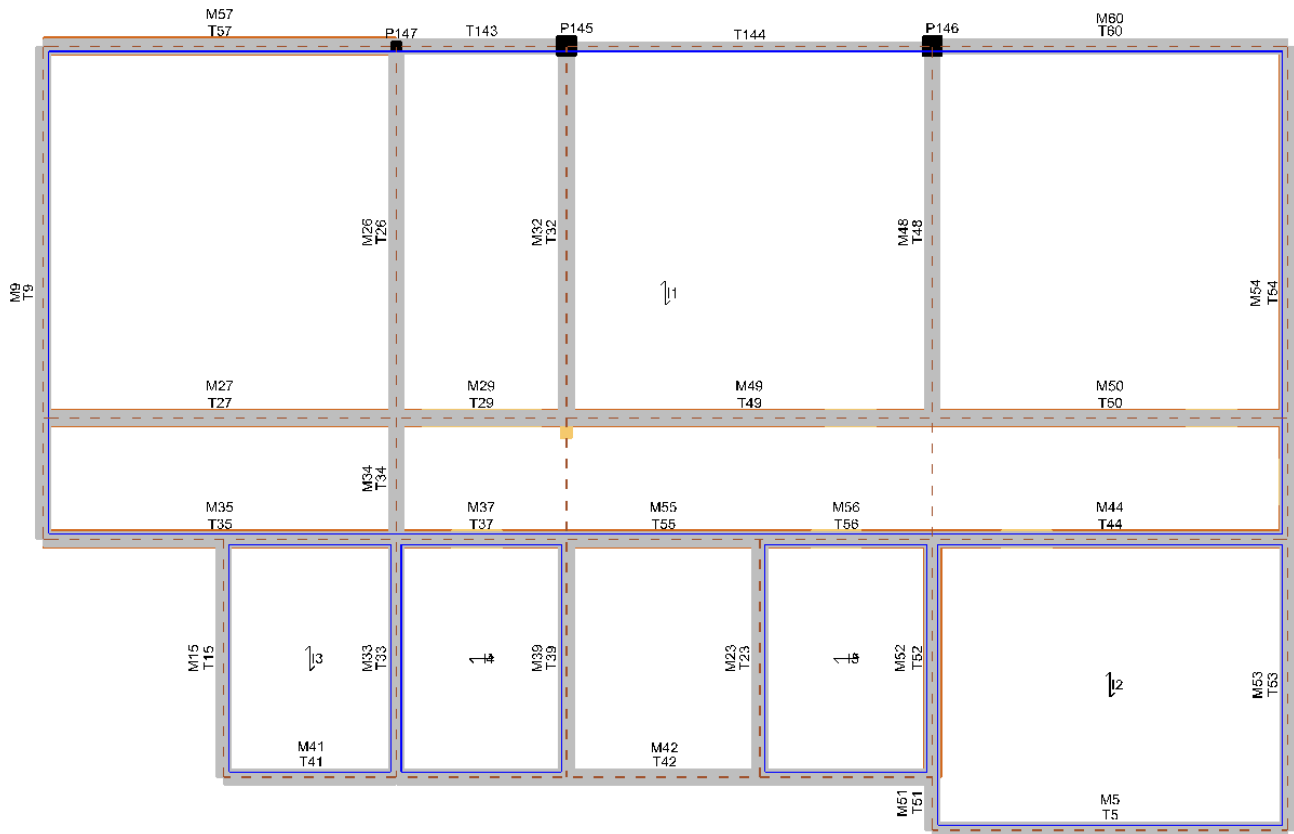
Tridimensionale



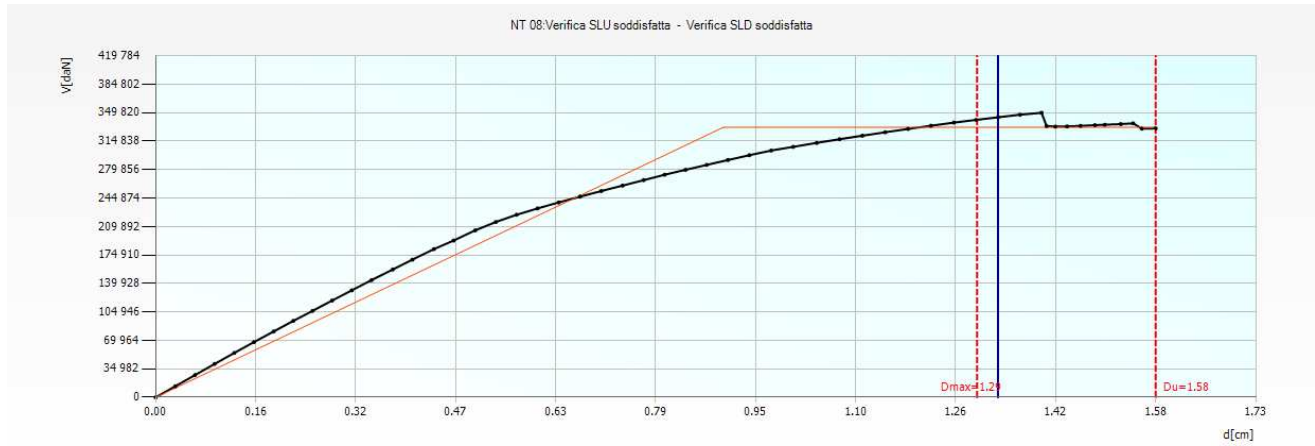
Numerazione Pareti



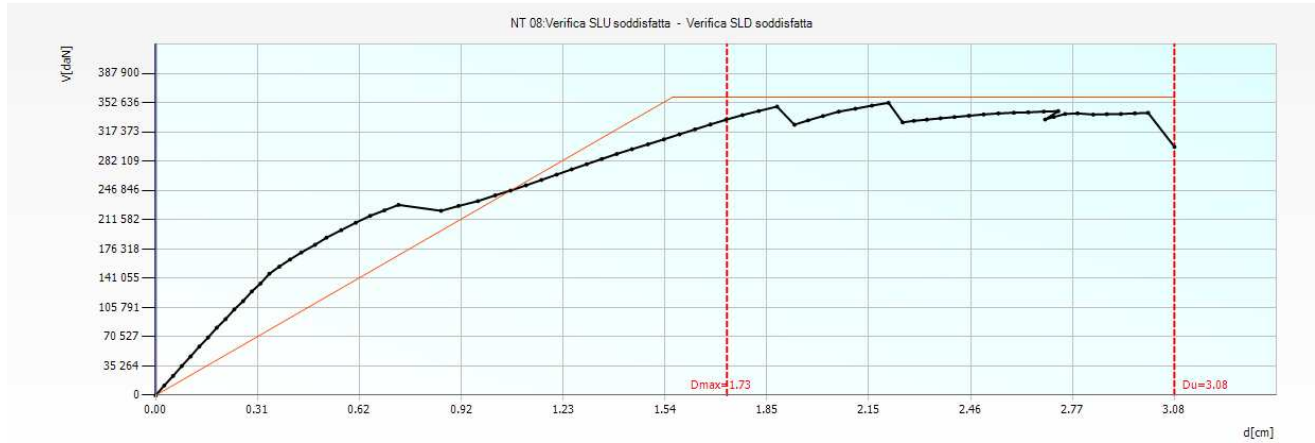
Numerazione Strutture



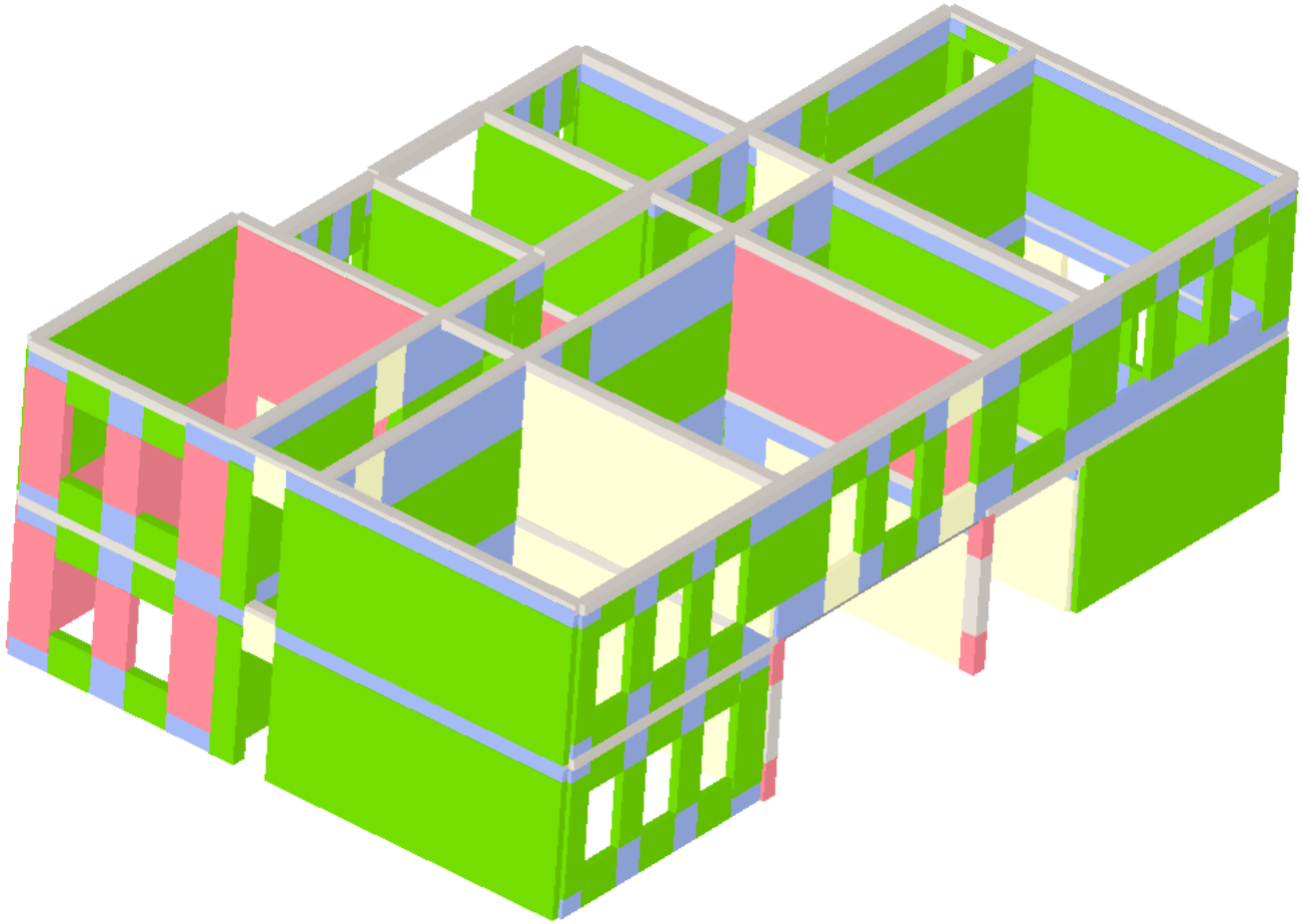
Pushover analisi 20



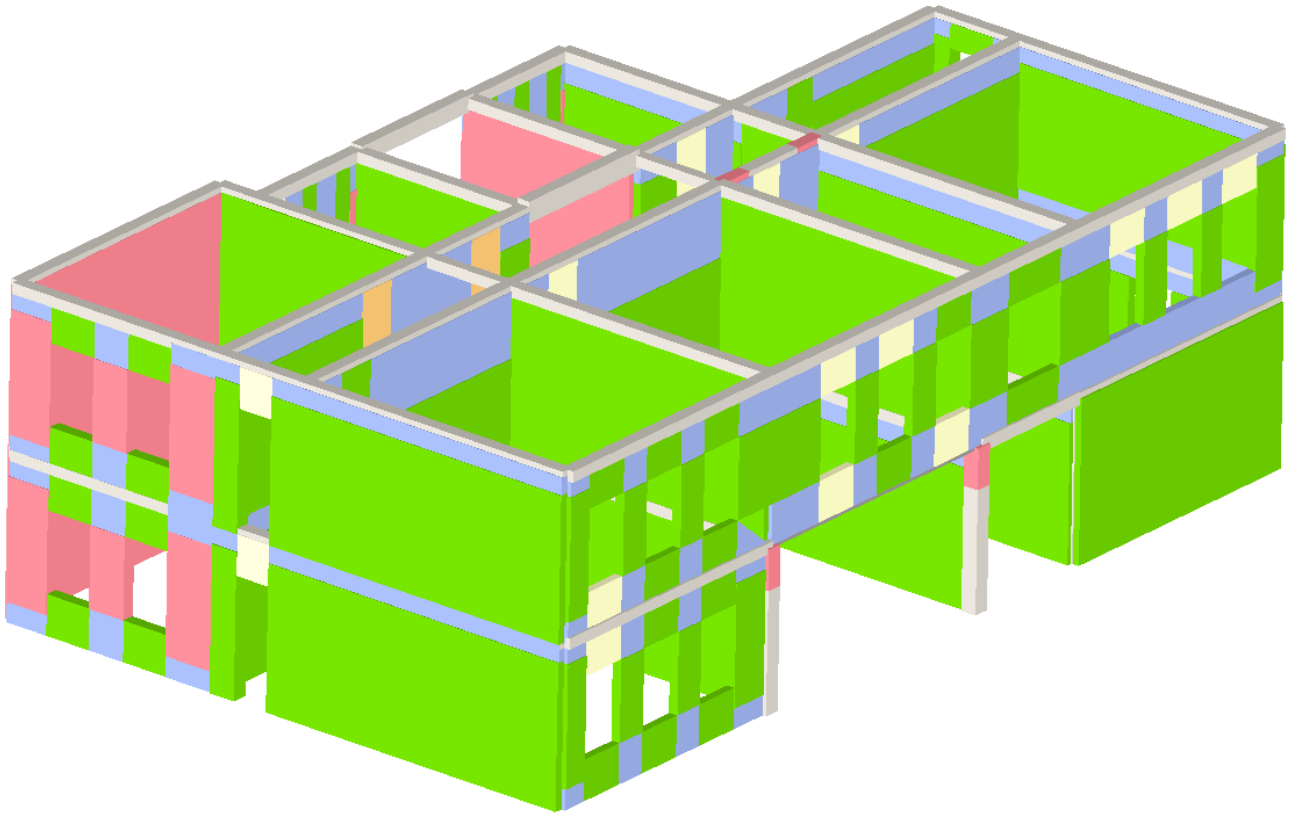
Pushover_Analisi_4



3d analisi 20 passo 41



3d analisi 4 passo 44



Povegliano, 08/04/2016

Il progettista strutturale

...

Per presa visione, il direttore dei lavori

...