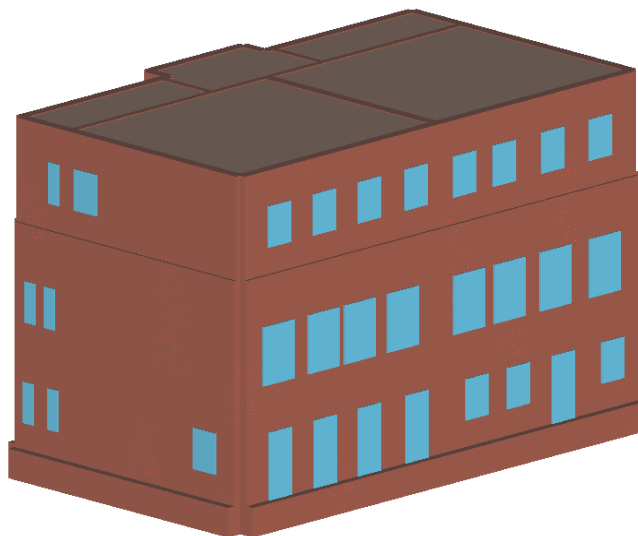

RISTRUTTURAZIONE SCUOLA DELL'INFANZIA E PRIMARIA

RELAZIONE DI VERIFICA SISMICA

Tipo di edificio	<input type="radio"/> Nuovo <input checked="" type="radio"/> Esistente
Destinazione d'uso	EDIFICIO SCOLASTICO PER SCUOLA MATERNA ED ALEMENTARE.
Indirizzo	VIA DON GIOCONDO CABODI 2
Motivi della verifica sismica	<input type="radio"/> cambio di destinazione d'uso <input type="radio"/> Ampliamento <input checked="" type="radio"/> RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO NORMATIVO.
COMUNE DI VARISELLA (TO)	COMUNE DI VARISELLA (TO)
Progetto eseguito da	ARCHINGEGNO ASSOCIATI - LEINI' (TO) ing. DARIO LUETTO
Responsabile progetto	U.T.C. VARISELLA



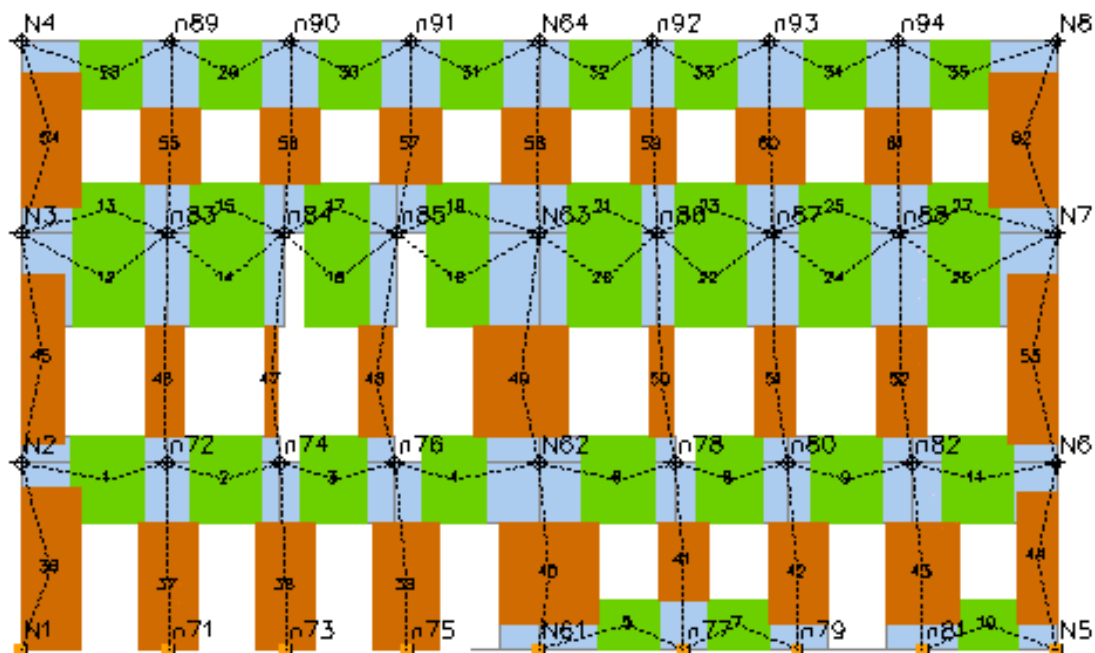
1. Generale

Descrizione dell'edificio

EDIFICIO IN MURATURA PORTANTE CON TIPOLOGIE DI SOLAIO DI TIPO VARIO

Livello di complessità della struttura

- ☐ Struttura semplice Geometricamente simmetrica per quanto riguarda il piano orizzontale e la sezione verticale, sistema strutturale semplice e ben definito, nessuna modifica precedente
- ☒ Struttura normale Asimmetrica sul piano orizzontale o di una sezione verticale, pareti con offset, sistema strutturale non ben definito
- ☐ Struttura complessa Asimmetrica sul piano orizzontale e/o di sezione verticale, pareti con offset, sistema strutturale vagamente definito, più modifiche precedenti



Parete 1

2. Dati di base

Piante

ORIGINARIE DELL'EDIFICIO

Controllo

VERIFICA A CAMPIONE IN SITO

Qualità dei dati di base

- | | |
|--|---|
| <input type="radio"/> Molto buono | I piani di costruzione sono disponibili, conoscenza dettagliata delle dimensioni e delle caratteristiche dei materiali, senza incertezze sul calcolo dei dati significativi e sulla qualità della costruzione |
| <input checked="" type="radio"/> Buono | Piante di costruzione parzialmente disponibili, buona conoscenza delle dimensioni e delle proprietà dei materiali, incertezze su alcuni dati di calcolo, sui rilievi e sulla qualità di costruzione |
| <input type="radio"/> Medio | Piante di costruzione parzialmente disponibili, conoscenza approssimativa delle dimensioni e delle proprietà dei materiali, sono necessari valori stimati per il calcolo |
| <input type="radio"/> Basso | Piante di costruzione non disponibili, conoscenza di base di dimensioni e caratteristiche dei materiali, notevoli incertezze sul il calcolo dei dati significativi e sulla qualità di costruzione |
| Osservazioni | VERIFICA A CAMPIONE IN SITO |

Normativa

- Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008 - "Norme tecniche per le Costruzioni"
- Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 – Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni"

3. Descrizione del progetto

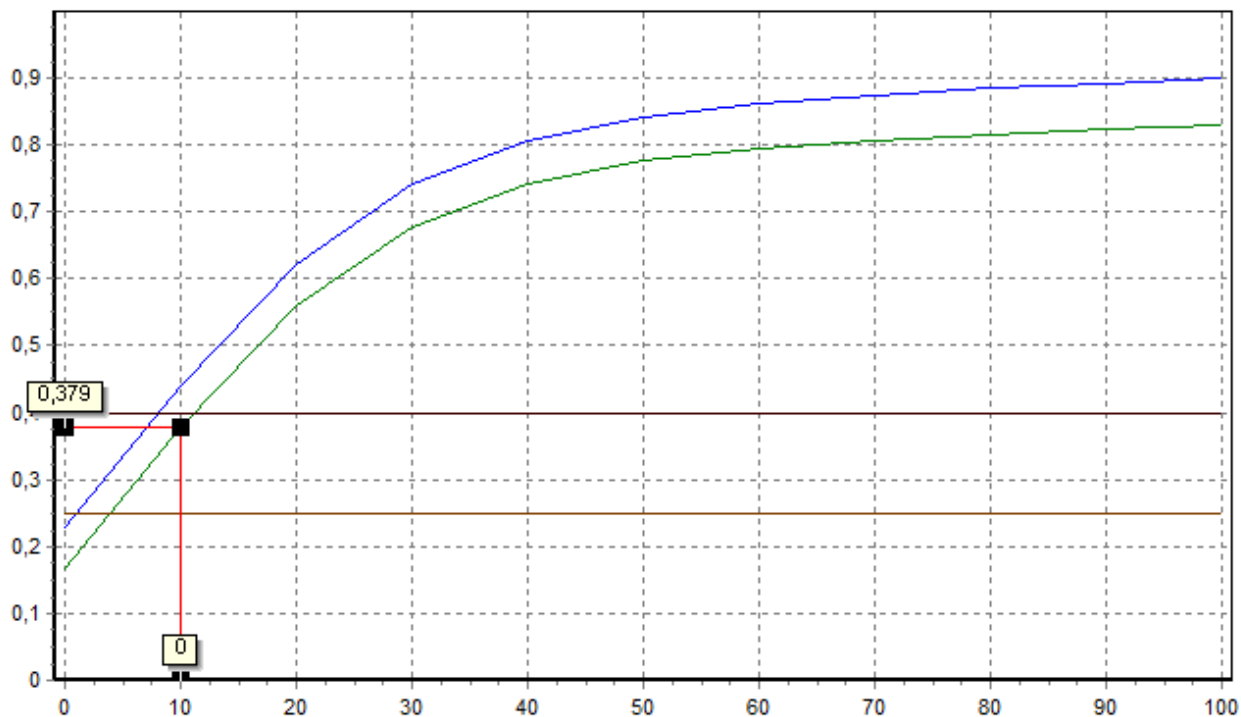
Geometria di base

Lunghezza dell'edificio	1.890 [cm]
Larghezza dell'edificio	1.160 [cm]
Numero di piani	3
Altezza totale	1.110 [cm]

Utilizzo

Destinazione d'uso	EDIFICIO ASCOLASTICO						
Classificazione della struttura	<table><tr><td>O</td><td>I nessuna presenza di grandi gruppi di persone , nessuna attrezzatura speciale per merci, nessun pericolo per l'ambiente</td></tr><tr><td>X</td><td>II probabili grandi gruppi di persone, presenza di apparecchiature speciali o beni di valore, importante funzione infrastrutturale, pericolo limitato per l'ambiente</td></tr><tr><td>O</td><td>III Essenziale funzione infrastrutturale, messa in pericolo considerevole dell'ambiente</td></tr></table>	O	I nessuna presenza di grandi gruppi di persone , nessuna attrezzatura speciale per merci, nessun pericolo per l'ambiente	X	II probabili grandi gruppi di persone, presenza di apparecchiature speciali o beni di valore, importante funzione infrastrutturale, pericolo limitato per l'ambiente	O	III Essenziale funzione infrastrutturale, messa in pericolo considerevole dell'ambiente
O	I nessuna presenza di grandi gruppi di persone , nessuna attrezzatura speciale per merci, nessun pericolo per l'ambiente						
X	II probabili grandi gruppi di persone, presenza di apparecchiature speciali o beni di valore, importante funzione infrastrutturale, pericolo limitato per l'ambiente						
O	III Essenziale funzione infrastrutturale, messa in pericolo considerevole dell'ambiente						

Orizzonte temporale del progetto 10 Anni



$\alpha_{eff} = 1,00$
 $\alpha_{adm} = 0,379$
 $\alpha_{min} = 0,250$

Richiesta di sicurezza sismica per le nuove costruzioni
Fattore di riduzione ammissibile, valutazione del confronto delle misure di adeguamento antisismico se il fattore di conformità è inferiore
Fattore di riduzione minimo, valutazione di ragionevolezza delle misure di adeguamento antisismico se il fattore di conformità è inferiore

Struttura di sostegno

Elementi verticali	MURATURE PORTANTI CON ASSENZA DI PILASTRI E DI NUCLEI IN C.A.
Strutture orizzontali	SOLAI IN PROFILI METALLICI E VOLTINE INTERVALLATI DA SPECCHIATURE IN C.A.
Pareti con Offset	<input type="radio"/> Si <input checked="" type="radio"/> No
Mezzanino	<input type="radio"/> Si <input checked="" type="radio"/> No
Interazioni con altri edifici o parti dell'edificio	<input type="radio"/> Si <input checked="" type="radio"/> No

Sistema statico per carichi verticali

Elementi di irrigidimento	ASSENTI
Livello di ancoraggio	

Misure di costruzione previste

SI DOVRA' PREVEDERE L'INSERIMENTO DI TELAI METALLICI DI IRRIGIDIMENTO DELLE APERTURE SULLA FACCIATA EST AL PIANO TERRENO E SEMINTERRATO PER AUMENTARNE LA RIGIDEZZA NEL PIANO DELLA PARETE.

4. PROPRIETÀ MECCANICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

Muratura

Nome	E [N/mm ²]	G [N/mm ²]	Peso specifico [kN/m ³]	f _m [N/cm ²]	Resistenza taglio [N/cm ²]
Muratura	5.000,00	2.000,00	12	715,00	29,00

Pannello murario

N.	Materiale	Spessore [cm]	Rinforzo
1	Muratura	25,0	0
2	Muratura	40,0	0
3	Muratura	50,0	0
4	Muratura	60,0	0

Solaio

N.	Spessore [cm]	G [N/mm ²]	E _x [N/mm ²]	E _y [N/mm ²]	Scarico masse	Tipo
1	20,0	13.000,00	30.000,00	30.000,00	Monodirezionale	Definizione utente

5. Azioni statiche

Carico

N.	Peso proprio[daN/m2]	Sovraccarico[daN/m2]	Carichi permanenti totali[daN/m2]	Carichi di esercizio[daN/m2]	ψ_2	ψ_0
1	300	0	300	100	0,30	0,70
2	300	0	300	100	0,60	0,70
3	500	0	500	400	0,60	0,70

6. AZIONI SISMICHE

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).

Classe del suolo: A

Categoria topografica: T2

	SLV	SLD	SLO
ag	0,7	0,3	0,3
F0	2,68	2,55	2,50
TC*	0,27	0,21	0,19
Tr	475	50	30
Ss	1,00	1,00	1,00
Tb	0,09	0,07	0,06
Tc	0,27	0,21	0,19
Td	1,89	1,74	1,71

7. METODO DI CALCOLO

Generale

Metodo di calcolo	Metodo PushOver (basato sugli spostamenti)
Modello	Il calcolo si basa su un modello stereoscopico utilizzando macro-elementi (FME - Macro Elementi Finiti). Il diagramma di capacità è calcolato sulla base del modello complessivo.
Fattore di conformità	Calcolo del fattore di conformità α_{uv} and α_{ed} $\alpha_{uv} = PGACLV / PGADLV$ $\alpha_{ed} = PGACLD / PGADLD$
DEformazione ultima	la deformazione critica (D_u) è definito per un crollo parziale dell'edificio. Un crollo parziale dell'edificio è considerato come una condizione che provoca il crollo di piani o parti di essi.
Richieste normative	Spostamento richiesto (nodo di controllo, D_{max})

Effetti considerati

- Comportamento non lineare del materiale della muratura
- Comportamento a fessurazione del calcestruzzo
- Ridistribuzione plastica di forze orizzontali
- Torsione a causa di eccentricità esistente (distanza tra baricentro e centro di taglio)
- Torsione a causa di eccentricità casuale (imprecisione di costruzione e modello, distribuzione non uniforme del carico di servizio)

8. Risultati del calcolo sismico

Riepilogo dei risultati

Analisi	Direzione	Distribuzione di carico	Eccentricità	Dmax [cm]	Du [cm]	α_{uv}	
1	+X	Masses	0	0,06	1,25	7,30	
2	+X	1°Mode	0	0,08	1,81	5,50	
3	-X	Masses	0	0,06	1,62	6,51	
4	-X	1°Mode	0	0,08	2,76	5,64	
5	+Y	Masses	0	0,06	0,85	3,86	
6	+Y	1°Mode	0	0,08	0,65	3,28	
7	-Y	Masses	0	0,06	1,16	5,14	
8	-Y	1°Mode	0	0,07	1,02	3,18	

9. VALUTAZIONE DEL RISCHIO SISMICO

IN CONCLUSIONE SI OSSERVA CHE L'EDIFICIO NEL SUO COMPLESSO RISPONDE POSITIVAMENTE ALLE VERIFICHE SISMICHE SLU ED SLD.

PER LE VALUTAZIONI DI DETTAGLIO SI RIMANDA ALL'ALLEGATA SCHEDA DI SINTESI DELLA VERIFICA SISMICA EFFETTUATA PREDISPOSTA DALLA REGIONE PIEMONTE

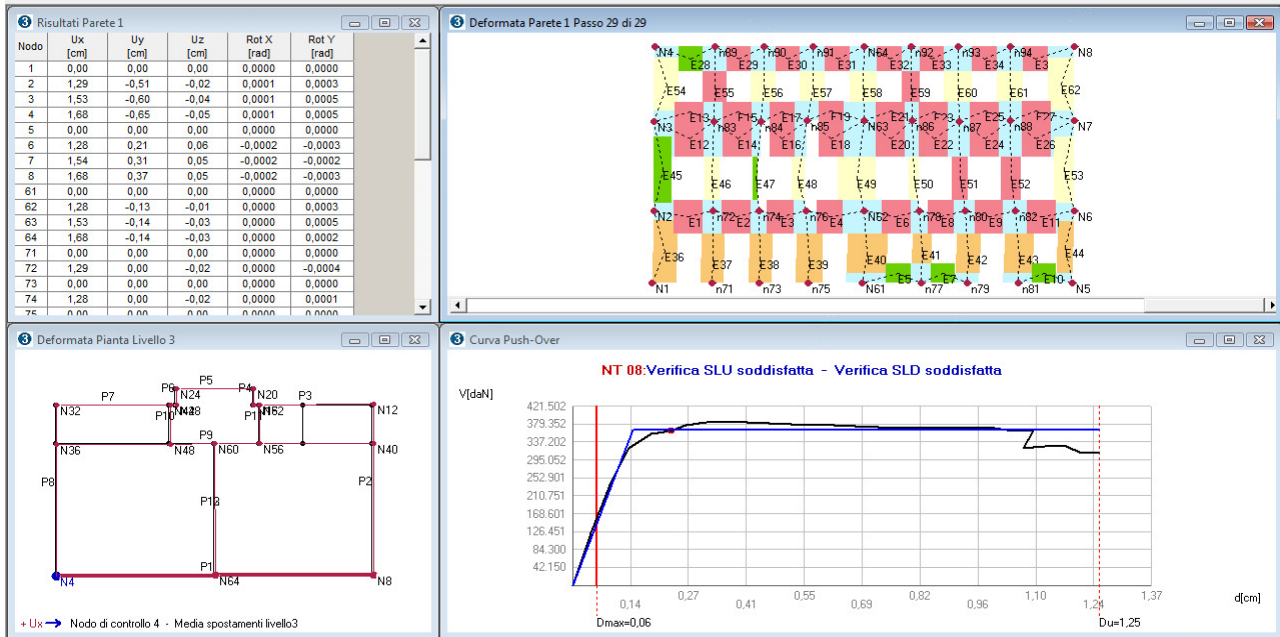
10. Conclusioni

SI DEFINISCE DI INTERVENIRE A LIVELLO LOCALE PER IRRIGIDIRE LE FORATURE PER FINESTRE E PORTE AI PIANI INTERRATO E TERRENO LATO EST AL FINE DI PREVENIRE LE ROTTURE DI TAGLIO CHE SI SONO EVIDENZIATE CON LA VERIFICA.

ALLEGATI

- IMMAGINI VIDEATE DI VERIFICA
- RELAZIONE DI VERIFICA SISMICA DETTAGLIATA
- RELAZIONE DI VERIFICA STATICA

IMMAGINI VIDEATE DI VERIFICA



RELAZIONE DI VERIFICA SISMICA ESTESA

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 VARISELLA (TO) , Via Don Giocondo Cabodi n° 2.

Per la descrizione della struttura si rimanda alla relazione generale che precede.

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

Muratura

Nome	E [N/mm ²]	G [N/mm ²]	Peso specifico [kN/m ³]	f _m [N/cm ²]	Resistenza taglio [N/cm ²]
Muratura	5.000,00	2.000,00	12	715,00	29,00

Livello 1

Pannello murario

N.	Parete	Materiale	Rinforzo	Quota [cm]	Altezza [cm]	Spessore [cm]
1	4	Muratura	-	340	340	60,0
4	5	Muratura	-	340	340	60,0
7	6	Muratura	-	340	340	60,0
10	7	Muratura	-	340	340	60,0
13	8	Muratura	-	340	340	60,0
16	9	Muratura	-	340	340	60,0
19	10	Muratura	-	340	340	60,0
22	11	Muratura	-	340	340	60,0
25	12	Muratura	-	340	340	40,0
28	13	Muratura	-	340	340	25,0
31	14	Muratura	-	340	340	25,0
34	15	Muratura	-	340	340	40,0
37	16	Muratura	-	340	340	25,0

Solaio

N.	Quota [cm]	Spessore [cm]	G [N/mm2]	Ex [N/mm2]	Ey [N/mm2]	Scarico masse	Tipo
14	340	-	-	-	-	Monodirezionale	Impalcato rigido
15	340	-	-	-	-	Monodirezionale	Impalcato rigido
16	340	-	-	-	-	Monodirezionale	Impalcato rigido

Livello 2

Pannello murario

N.	Parete	Materiale	Rinforzo	Quota [cm]	Altezza [cm]	Spessore [cm]
2	4	Muratura	-	760	420	60,0
5	5	Muratura	-	760	420	60,0
8	6	Muratura	-	760	420	60,0
11	7	Muratura	-	760	420	60,0
14	8	Muratura	-	760	420	60,0
17	9	Muratura	-	760	420	60,0
20	10	Muratura	-	760	420	60,0
23	11	Muratura	-	760	420	60,0
26	12	Muratura	-	760	420	50,0
29	13	Muratura	-	760	420	25,0
32	14	Muratura	-	760	420	25,0
35	15	Muratura	-	760	420	50,0
38	16	Muratura	-	760	420	25,0

Solaio

N.	Quota [cm]	Spessore [cm]	G [N/mm2]	Ex [N/mm2]	Ey [N/mm2]	Scarico masse	Tipo
17	760	-	-	-	-	Monodirezionale	Impalcato rigido
18	760	-	-	-	-	Monodirezionale	Impalcato rigido
19	760	-	-	-	-	Monodirezionale	Impalcato rigido

Livello 3

Pannello murario

N.	Parete	Materiale	Rinforzo	Quota [cm]	Altezza [cm]	Spessore [cm]
3	4	Muratura	-	1.110	350	40,0
6	5	Muratura	-	1.110	350	40,0
9	6	Muratura	-	1.110	350	40,0
12	7	Muratura	-	1.110	350	40,0
15	8	Muratura	-	1.110	350	40,0
18	9	Muratura	-	1.110	350	40,0
21	10	Muratura	-	1.110	350	40,0
24	11	Muratura	-	1.110	350	40,0
27	12	Muratura	-	1.110	350	25,0

30	13	Muratura	-	1.110	350	25,0
33	14	Muratura	-	1.110	350	25,0
36	15	Muratura	-	1.110	350	40,0

Solaio

N.	Quota [cm]	Spessore [cm]	G [N/mm ²]	Ex [N/mm ²]	Ey [N/mm ²]	Scarico masse	Tipo
12	1.110	-	-	-	-	Monodirezionale	Impalcato rigido
13	1.110	-	-	-	-	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	-437	12	0	0
61	508	12	0	0
5	1.453	12	0	0
2	-437	12	340	1
62	508	12	340	1
6	1.453	12	340	1
3	-437	12	760	2
63	508	12	760	2
7	1.453	12	760	2
4	-437	12	1.110	3
64	508	12	1.110	3
8	1.453	12	1.110	3

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
71	269	0	0
73	483	0	0
75	704	0	0
77	1.209	0	0
79	1.417	0	0
81	1.646	0	0
72	265	340	1
74	473	340	1
76	683	340	1
78	1.193	340	1
80	1.398	340	1
82	1.626	340	1
83	267	760	2
84	480	760	2
85	687	760	2
86	1.161	760	2
87	1.372	760	2
88	1.603	760	2
89	273	1.110	3
90	491	1.110	3
91	712	1.110	3
92	1.153	1.110	3
93	1.367	1.110	3
94	1.600	1.110	3

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
37	Muratura	-	60,0	104,0	230,0	269	115	71	72
38	Muratura	-	60,0	104,0	230,0	483	115	73	74
39	Muratura	-	60,0	118,3	230,0	704	115	75	76
40	Muratura	-	60,0	181,1	185,0	964	138	61	62
42	Muratura	-	60,0	106,9	185,0	1.417	138	79	80
43	Muratura	-	60,0	129,7	185,0	1.646	138	81	82
36	Muratura	-	60,0	106,7	295,6	53	148	1	2
41	Muratura	-	60,0	89,8	140,0	1.209	160	77	78
44	Muratura	-	60,0	69,6	240,0	1.855	167	5	6
46	Muratura	-	60,0	66,9	200,0	261	490	72	83
47	Muratura	-	60,0	24,3	200,0	457	490	74	84
48	Muratura	-	60,0	58,4	200,0	648	490	76	85
49	Muratura	-	60,0	168,9	200,0	912	490	62	63
50	Muratura	-	60,0	45,6	200,0	1.169	490	78	86
51	Muratura	-	60,0	71,1	200,0	1.377	490	80	87
52	Muratura	-	60,0	88,1	200,0	1.607	490	82	88
45	Muratura	-	60,0	77,5	310,0	39	531	2	3
53	Muratura	-	60,0	89,2	310,0	1.845	531	6	7
55	Muratura	-	40,0	106,9	140,0	273	920	83	89
56	Muratura	-	40,0	109,7	140,0	491	920	84	90
57	Muratura	-	40,0	112,6	140,0	712	920	85	91
58	Muratura	-	40,0	124,0	140,0	941	920	63	64
59	Muratura	-	40,0	81,2	140,0	1.153	920	86	92
60	Muratura	-	40,0	126,9	140,0	1.367	920	87	93
61	Muratura	-	40,0	118,3	140,0	1.600	920	88	94
54	Muratura	-	40,0	109,5	245,0	55	931	3	4
62	Muratura	-	40,0	120,9	245,0	1.830	931	7	8

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
5	Muratura	-	60,0	110,0	90,0	1.109	45	61	77
7	Muratura	-	60,0	110,0	90,0	1.309	45	77	79
10	Muratura	-	60,0	110,0	90,0	1.765	45	81	5
1	Muratura	-	60,0	130,0	160,0	157	310	2	72
2	Muratura	-	60,0	130,0	160,0	373	310	72	74
3	Muratura	-	60,0	123,0	160,0	570	310	74	76
4	Muratura	-	60,0	116,6	160,0	792	310	76	62
6	Muratura	-	60,0	130,0	160,0	1.090	310	62	78
8	Muratura	-	60,0	121,3	160,0	1.292	310	78	80
9	Muratura	-	60,0	127,7	160,0	1.508	310	80	82
11	Muratura	-	60,0	130,0	160,0	1.746	310	82	6
12	Muratura	-	60,0	130,0	170,0	159	675	3	83
14	Muratura	-	60,0	130,0	170,0	375	675	83	84
16	Muratura	-	60,0	114,6	170,0	576	675	84	85

18	Muratura	-	60,0	112,3	170,0	797	675	85	63
20	Muratura	-	60,0	130,0	170,0	1.064	675	63	86
22	Muratura	-	60,0	130,0	170,0	1.258	675	86	87
24	Muratura	-	60,0	130,0	170,0	1.487	675	87	88
26	Muratura	-	60,0	130,0	170,0	1.720	675	88	7
13	Muratura	-	40,0	130,0	90,0	159	805	3	83
15	Muratura	-	40,0	130,0	90,0	375	805	83	84
17	Muratura	-	40,0	114,6	90,0	576	805	84	85
19	Muratura	-	40,0	112,3	90,0	797	805	85	63
21	Muratura	-	40,0	130,0	90,0	1.064	805	63	86
23	Muratura	-	40,0	130,0	90,0	1.258	805	86	87
25	Muratura	-	40,0	130,0	90,0	1.487	805	87	88
27	Muratura	-	40,0	130,0	90,0	1.720	805	88	7
28	Muratura	-	40,0	110,0	120,0	165	1.050	4	89
29	Muratura	-	40,0	110,0	120,0	381	1.050	89	90
30	Muratura	-	40,0	110,0	120,0	601	1.050	90	91
31	Muratura	-	40,0	110,0	120,0	824	1.050	91	64
32	Muratura	-	40,0	110,0	120,0	1.058	1.050	64	92
33	Muratura	-	40,0	110,0	120,0	1.249	1.050	92	93
34	Muratura	-	40,0	110,0	120,0	1.486	1.050	93	94
35	Muratura	-	40,0	110,0	120,0	1.714	1.050	94	8

Parete : 2

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
5	1.453	12	0	0
37	1.453	829	0	0
9	1.453	1.072	0	0
6	1.453	12	340	1
38	1.453	829	340	1
10	1.453	1.072	340	1
7	1.453	12	760	2
39	1.453	829	760	2
11	1.453	1.072	760	2
8	1.453	12	1.110	3
40	1.453	829	1.110	3
12	1.453	1.072	1.110	3

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
95	928	0	0
96	931	340	1
97	934	760	2

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
71	Muratura	-	60,0	37,0	185,0	928	138	95	96
70	Muratura	-	60,0	849,6	295,6	425	148	37	38
72	Muratura	-	60,0	53,3	240,0	1.033	167	9	10
74	Muratura	-	60,0	47,0	140,0	934	500	96	97
73	Muratura	-	60,0	860,3	280,0	430	538	38	39
75	Muratura	-	60,0	52,6	280,0	1.034	538	10	11
77	Muratura	-	40,0	85,5	140,0	820	920	39	40
76	Muratura	-	40,0	667,7	245,0	334	931	7	8
78	Muratura	-	40,0	146,8	245,0	987	931	97	12

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
64	Muratura	-	60,0	60,0	90,0	977	45	95	9
63	Muratura	-	60,0	55,0	200,0	882	330	38	96
65	Muratura	-	60,0	55,0	200,0	980	330	96	10
66	Muratura	-	60,0	50,0	190,0	887	665	39	97
67	Muratura	-	40,0	50,0	90,0	887	805	39	97
68	Muratura	-	40,0	110,0	120,0	723	1.050	8	40
69	Muratura	-	40,0	50,0	120,0	888	1.050	40	12

Parete : 3

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
13	738	1.072	0	0
49	775	1.072	0	0
65	1.038	1.072	0	0
9	1.453	1.072	0	0
14	738	1.072	340	1
50	775	1.072	340	1
66	1.038	1.072	340	1
10	1.453	1.072	340	1
15	738	1.072	760	2
51	775	1.072	760	2
67	1.038	1.072	760	2
11	1.453	1.072	760	2
16	738	1.072	1.110	3
52	775	1.072	1.110	3
12	1.453	1.072	1.110	3

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
98	482	760	2
99	596	760	2

100	249	1.110	3
101	478	1.110	3
102	610	1.110	3

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
91	Muratura	-	60,0	715,0	340,0	358	170	65	66
93	Muratura	-	60,0	155,4	140,0	272	500	66	67
94	Muratura	-	60,0	51,3	140,0	486	500	66	98
95	Muratura	-	60,0	47,0	140,0	585	500	10	99
92	Muratura	-	60,0	84,5	280,0	42	538	50	51
96	Muratura	-	60,0	56,8	280,0	687	538	10	11
98	Muratura	-	40,0	108,0	140,0	249	920	67	100
99	Muratura	-	40,0	130,1	140,0	478	920	98	101
100	Muratura	-	40,0	35,6	140,0	610	920	99	102
97	Muratura	-	40,0	84,5	245,0	42	931	51	52
101	Muratura	-	40,0	36,8	245,0	697	931	11	12

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
79	Muratura	-	60,0	110,0	190,0	140	665	51	67
81	Muratura	-	60,0	110,0	190,0	381	665	67	98
83	Muratura	-	60,0	46,1	190,0	550	665	98	99
85	Muratura	-	60,0	48,9	190,0	644	665	99	11
80	Muratura	-	40,0	110,0	90,0	140	805	51	67
82	Muratura	-	40,0	110,0	90,0	381	805	67	98
84	Muratura	-	40,0	46,1	90,0	550	805	98	99
86	Muratura	-	40,0	48,9	90,0	644	805	99	11
87	Muratura	-	40,0	110,0	120,0	140	1.050	52	100
88	Muratura	-	40,0	110,0	120,0	358	1.050	100	101
89	Muratura	-	40,0	50,0	120,0	568	1.050	101	102
90	Muratura	-	40,0	50,0	120,0	653	1.050	102	12

Parete : 4

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
13	738	1.072	0	0
17	738	1.172	0	0
14	738	1.072	340	1
18	738	1.172	340	1
15	738	1.072	760	2
19	738	1.172	760	2
16	738	1.072	1.110	3
20	738	1.172	1.110	3

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
103	50	0	0
104	50	340	1
105	50	760	2
106	50	1.110	3

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
102	Muratura	-	60,0	100,0	340,0	50	170	103	104
103	Muratura	-	60,0	100,0	420,0	50	550	104	105
104	Muratura	-	40,0	100,0	350,0	50	935	105	106

Parete : 5

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
21	278	1.172	0	0
17	738	1.172	0	0
22	278	1.172	340	1
18	738	1.172	340	1
23	278	1.172	760	2
19	738	1.172	760	2
24	278	1.172	1.110	3
20	738	1.172	1.110	3

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
107	230	0	0
108	230	340	1
109	230	760	2
110	230	1.110	3

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
105	Muratura	-	60,0	460,0	340,0	230	170	107	108
106	Muratura	-	60,0	460,0	420,0	230	550	108	109
107	Muratura	-	40,0	460,0	350,0	230	935	109	110

Parete : 6

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
25	278	1.072	0	0
21	278	1.172	0	0

26	278	1.072	340	1
22	278	1.172	340	1
27	278	1.072	760	2
23	278	1.172	760	2
28	278	1.072	1.110	3
24	278	1.172	1.110	3

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
111	50	0	0
112	50	340	1
113	50	760	2
114	50	1.110	3

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
108	Muratura	-	60,0	100,0	340,0	50	170	111	112
109	Muratura	-	60,0	100,0	420,0	50	550	112	113
110	Muratura	-	40,0	100,0	350,0	50	935	113	114

Parete : 7

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
29	-437	1.072	0	0
41	242	1.072	0	0
25	278	1.072	0	0
30	-437	1.072	340	1
42	242	1.072	340	1
26	278	1.072	340	1
31	-437	1.072	760	2
43	242	1.072	760	2
27	278	1.072	760	2
32	-437	1.072	1.110	3
44	242	1.072	1.110	3
28	278	1.072	1.110	3

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
115	103	760	2
116	237	760	2
117	465	760	2
118	97	1.110	3
119	233	1.110	3
120	471	1.110	3

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
123	Muratura	-	60,0	715,0	340,0	358	170	41	42
125	Muratura	-	60,0	44,2	140,0	109	500	30	115
126	Muratura	-	60,0	121,5	140,0	242	500	30	116
127	Muratura	-	60,0	93,7	140,0	459	500	42	117
124	Muratura	-	60,0	36,8	280,0	18	538	30	31
128	Muratura	-	60,0	98,8	280,0	666	538	42	43
130	Muratura	-	40,0	32,8	140,0	97	920	115	118
131	Muratura	-	40,0	138,7	140,0	233	920	116	119
132	Muratura	-	40,0	116,5	140,0	471	920	117	120
129	Muratura	-	40,0	31,1	245,0	16	931	31	32
133	Muratura	-	40,0	76,0	245,0	677	931	43	44

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
111	Muratura	-	60,0	50,0	190,0	59	665	31	115
113	Muratura	-	60,0	50,0	190,0	147	665	115	116
115	Muratura	-	60,0	110,0	190,0	358	665	116	117
117	Muratura	-	60,0	110,0	190,0	573	665	117	43
112	Muratura	-	40,0	50,0	90,0	59	805	31	115
114	Muratura	-	40,0	50,0	90,0	147	805	115	116
116	Muratura	-	40,0	110,0	90,0	358	805	116	117
118	Muratura	-	40,0	110,0	90,0	573	805	117	43
119	Muratura	-	40,0	50,0	120,0	56	1.050	32	118
120	Muratura	-	40,0	50,0	120,0	139	1.050	118	119
121	Muratura	-	40,0	110,0	120,0	358	1.050	119	120
122	Muratura	-	40,0	110,0	120,0	584	1.050	120	44

Parete : 8

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
1	-437	12	0	0
33	-437	829	0	0
29	-437	1.072	0	0
2	-437	12	340	1
34	-437	829	340	1
30	-437	1.072	340	1
3	-437	12	760	2
35	-437	829	760	2
31	-437	1.072	760	2
4	-437	12	1.110	3
36	-437	829	1.110	3
32	-437	1.072	1.110	3

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
121	932	0	0
122	934	340	1
123	935	760	2

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
144	Muratura	-	60,0	653,4	140,0	522	160	33	34
145	Muratura	-	60,0	67,0	140,0	932	160	121	122
143	Muratura	-	60,0	85,5	240,0	43	167	1	2
146	Muratura	-	60,0	44,1	240,0	1.038	167	29	30
148	Muratura	-	60,0	44,2	140,0	935	500	122	123
147	Muratura	-	60,0	863,2	280,0	432	538	34	35
149	Muratura	-	60,0	52,6	280,0	1.034	538	30	31
151	Muratura	-	40,0	71,2	140,0	816	920	35	36
150	Muratura	-	40,0	670,5	245,0	335	931	3	4
152	Muratura	-	40,0	158,2	245,0	981	931	123	32

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
134	Muratura	-	60,0	110,0	90,0	141	45	1	33
135	Muratura	-	60,0	50,0	90,0	874	45	33	121
137	Muratura	-	60,0	50,0	90,0	991	45	121	29
136	Muratura	-	60,0	50,0	200,0	881	330	34	122
138	Muratura	-	60,0	50,0	200,0	987	330	122	30
139	Muratura	-	60,0	50,0	190,0	882	665	35	123
140	Muratura	-	40,0	50,0	90,0	882	805	35	123
141	Muratura	-	40,0	110,0	120,0	726	1.050	4	36
142	Muratura	-	40,0	50,0	120,0	877	1.050	36	32

Parete : 9

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
33	-437	829	0	0
45	242	829	0	0
57	508	829	0	0
53	775	829	0	0
68	1.038	829	0	0
37	1.453	829	0	0
34	-437	829	340	1
46	242	829	340	1
58	508	829	340	1
54	775	829	340	1
69	1.038	829	340	1

38	1.453	829	340	1
35	-437	829	760	2
47	242	829	760	2
59	508	829	760	2
55	775	829	760	2
70	1.038	829	760	2
39	1.453	829	760	2
36	-437	829	1.110	3
48	242	829	1.110	3
60	508	829	1.110	3
56	775	829	1.110	3
40	1.453	829	1.110	3

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
153	Muratura	-	40,0	1.890,0	340,0	945	170	57	58
154	Muratura	-	50,0	1.890,0	420,0	945	550	58	59
155	Muratura	-	25,0	1.890,0	350,0	945	935	59	60

Parete : 10

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
45	242	829	0	0
41	242	1.072	0	0
46	242	829	340	1
42	242	1.072	340	1
47	242	829	760	2
43	242	1.072	760	2
48	242	829	1.110	3
44	242	1.072	1.110	3

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
124	122	0	0
125	122	340	1
126	122	760	2
127	122	1.110	3

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
156	Muratura	-	25,0	243,1	340,0	122	170	124	125
157	Muratura	-	25,0	243,1	420,0	122	550	125	126
158	Muratura	-	25,0	243,1	350,0	122	935	126	127

Parete : 11

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
53	775	829	0	0
49	775	1.072	0	0
54	775	829	340	1
50	775	1.072	340	1
55	775	829	760	2
51	775	1.072	760	2
56	775	829	1.110	3
52	775	1.072	1.110	3

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
128	122	0	0
129	122	340	1
130	122	760	2
131	122	1.110	3

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
159	Muratura	-	25,0	243,1	340,0	122	170	128	129
160	Muratura	-	25,0	243,1	420,0	122	550	129	130
161	Muratura	-	25,0	243,1	350,0	122	935	130	131

Parete : 12

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
61	508	12	0	0
57	508	829	0	0
62	508	12	340	1
58	508	829	340	1
63	508	12	760	2
59	508	829	760	2
64	508	12	1.110	3
60	508	829	1.110	3

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
132	408	0	0
133	408	340	1
134	408	760	2
135	408	1.110	3

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
162	Muratura	-	40,0	816,9	340,0	408	170	132	133
163	Muratura	-	50,0	816,9	420,0	408	550	133	134
164	Muratura	-	40,0	816,9	350,0	408	935	134	135

Parete : 13

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
68	1.038	829	0	0
65	1.038	1.072	0	0
69	1.038	829	340	1
66	1.038	1.072	340	1
70	1.038	829	760	2
67	1.038	1.072	760	2

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
136	122	0	0
137	122	340	1
138	122	760	2

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
165	Muratura	-	25,0	243,1	340,0	122	170	136	137
166	Muratura	-	25,0	243,1	420,0	122	550	137	138

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 = G₁+G₂

N. Solaio	G _k [daN/m ²]	G _k agg. [daN/m ²]	Q _k [daN/m ²]	Ψ ₂
12	300	0	100	0,30
13	300	0	100	0,60
14	500	0	400	0,60
15	500	0	400	0,60
16	500	0	400	0,60
17	500	0	400	0,60
18	500	0	400	0,60
19	500	0	400	0,60

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	3	4
2	+X	1° modo	0,0	3	4
3	-X	Masse	0,0	3	4
4	-X	1° modo	0,0	3	4
5	+Y	Masse	0,0	3	4
6	+Y	1° modo	0,0	3	4
7	-Y	Masse	0,0	3	4
8	-Y	1° modo	0,0	3	4

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	0,70	0,33	0,27
F0	2,68	2,55	2,50
Tc*	0,27	0,21	0,19
Tr	475,00	50,00	30,00

	SLV	SLD	SLO
Ss	1,00	1,00	1,00
Tb	0,09	0,07	0,06
Tc	0,27	0,21	0,19
Td	1,89	1,74	1,71

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 u	Alfa e
1	+X	Masse	0,0	0,06	1,25	0,41	Si	0,03	0,36	Si	0,02	0,36	Si	7,30	9,00
2	+X	1° modo	0,0	0,08	1,81	0,55	Si	0,03	0,73	Si	0,03	0,73	Si	5,50	12,09
3	-X	Masse	0,0	0,06	1,62	0,46	Si	0,03	0,24	Si	0,02	0,24	Si	6,51	6,62
4	-X	1° modo	0,0	0,08	2,76	0,53	Si	0,04	0,73	Si	0,03	0,73	Si	5,64	12,39
5	+Y	Masse	0,0	0,06	0,85	0,78	Si	0,03	0,19	Si	0,02	0,19	Si	3,86	4,50
6	+Y	1° modo	0,0	0,08	0,65	0,91	Si	0,04	0,17	Si	0,03	0,17	Si	3,28	3,60
7	-Y	Masse	0,0	0,06	1,16	0,58	Si	0,03	1,06	Si	0,02	1,06	Si	5,14	11,23
8	-Y	1° modo	0,0	0,07	1,02	0,94	Si	0,03	0,12	Si	0,03	0,12	Si	3,18	2,91

RELAZIONE DI VERIFICA STATICA

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 VARISELLA (TO), Via Don Giocondo Cabodi n° 2 come da descrizione che precedono.

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"

Descrizione del modello

Muratura

Nome	E [N/mm ²]	G [N/mm ²]	Peso specifico [kN/m ³]	f _m [N/cm ²]	Resistenza taglio [N/cm ²]
Muratura	5.000,00	2.000,00	12	715,00	29,00

Livello 1

Pannello murario

N.	Parete	Materiale	Rinforzo	Quota [cm]	Altezza [cm]	Spessore [cm]
1	4	Muratura	-	340	340	60,0
4	5	Muratura	-	340	340	60,0
7	6	Muratura	-	340	340	60,0
10	7	Muratura	-	340	340	60,0
13	8	Muratura	-	340	340	60,0
16	9	Muratura	-	340	340	60,0
19	10	Muratura	-	340	340	60,0
22	11	Muratura	-	340	340	60,0
25	12	Muratura	-	340	340	40,0
28	13	Muratura	-	340	340	25,0
31	14	Muratura	-	340	340	25,0
34	15	Muratura	-	340	340	40,0
37	16	Muratura	-	340	340	25,0

Solaio

N.	Quota [cm]	Spessore [cm]	G [N/mm ²]	E _x [N/mm ²]	E _y [N/mm ²]	Scarico masse	Tipo
14	340	-	-	-	-	Monodirezionale	Impalcato rigido
15	340	-	-	-	-	Monodirezionale	Impalcato rigido
16	340	-	-	-	-	Monodirezionale	Impalcato rigido

Livello 2

Pannello murario

N.	Parete	Materiale	Rinforzo	Quota [cm]	Altezza [cm]	Spessore [cm]
2	4	Muratura	-	760	420	60,0
5	5	Muratura	-	760	420	60,0
8	6	Muratura	-	760	420	60,0
11	7	Muratura	-	760	420	60,0
14	8	Muratura	-	760	420	60,0
17	9	Muratura	-	760	420	60,0
20	10	Muratura	-	760	420	60,0
23	11	Muratura	-	760	420	60,0
26	12	Muratura	-	760	420	50,0
29	13	Muratura	-	760	420	25,0
32	14	Muratura	-	760	420	25,0
35	15	Muratura	-	760	420	50,0
38	16	Muratura	-	760	420	25,0

Solaio

N.	Quota [cm]	Spessore [cm]	G [N/mm2]	Ex [N/mm2]	Ey [N/mm2]	Scarico masse	Tipo
17	760	-	-	-	-	Monodirezionale	Impalcato rigido
18	760	-	-	-	-	Monodirezionale	Impalcato rigido
19	760	-	-	-	-	Monodirezionale	Impalcato rigido

Livello 3

Pannello murario

N.	Parete	Materiale	Rinforzo	Quota [cm]	Altezza [cm]	Spessore [cm]
3	4	Muratura	-	1.110	350	40,0
6	5	Muratura	-	1.110	350	40,0
9	6	Muratura	-	1.110	350	40,0
12	7	Muratura	-	1.110	350	40,0
15	8	Muratura	-	1.110	350	40,0
18	9	Muratura	-	1.110	350	40,0
21	10	Muratura	-	1.110	350	40,0
24	11	Muratura	-	1.110	350	40,0
27	12	Muratura	-	1.110	350	25,0
30	13	Muratura	-	1.110	350	25,0
33	14	Muratura	-	1.110	350	25,0
36	15	Muratura	-	1.110	350	40,0

Solaio

N.	Quota [cm]	Spessore [cm]	G [N/mm ²]	Ex [N/mm ²]	Ey [N/mm ²]	Scarico masse	Tipo
12	1.110	-	-	-	-	Monodirezionale	Impalcato rigido
13	1.110	-	-	-	-	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	-437	12	0	0
61	508	12	0	0
5	1.453	12	0	0
2	-437	12	340	1
62	508	12	340	1
6	1.453	12	340	1
3	-437	12	760	2
63	508	12	760	2
7	1.453	12	760	2
4	-437	12	1.110	3
64	508	12	1.110	3
8	1.453	12	1.110	3

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
71	269	0	0
73	483	0	0
75	704	0	0
77	1.209	0	0
79	1.417	0	0
81	1.646	0	0
72	265	340	1
74	473	340	1
76	683	340	1
78	1.193	340	1
80	1.398	340	1
82	1.626	340	1
83	267	760	2
84	480	760	2
85	687	760	2
86	1.161	760	2
87	1.372	760	2
88	1.603	760	2
89	273	1.110	3
90	491	1.110	3
91	712	1.110	3
92	1.153	1.110	3
93	1.367	1.110	3
94	1.600	1.110	3

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto	ρ
37	Muratura	-	60,0	104,0	230,0	269	115	71	72	1,00
38	Muratura	-	60,0	104,0	230,0	483	115	73	74	1,00
39	Muratura	-	60,0	118,3	230,0	704	115	75	76	1,00
40	Muratura	-	60,0	181,1	185,0	964	138	61	62	1,00
42	Muratura	-	60,0	106,9	185,0	1.417	138	79	80	1,00
43	Muratura	-	60,0	129,7	185,0	1.646	138	81	82	1,00
36	Muratura	-	60,0	106,7	295,6	53	148	1	2	1,00
41	Muratura	-	60,0	89,8	140,0	1.209	160	77	78	1,00
44	Muratura	-	60,0	69,6	240,0	1.855	167	5	6	1,00
46	Muratura	-	60,0	66,9	200,0	261	490	72	83	1,00
47	Muratura	-	60,0	24,3	200,0	457	490	74	84	1,00
48	Muratura	-	60,0	58,4	200,0	648	490	76	85	1,00
49	Muratura	-	60,0	168,9	200,0	912	490	62	63	1,00
50	Muratura	-	60,0	45,6	200,0	1.169	490	78	86	1,00
51	Muratura	-	60,0	71,1	200,0	1.377	490	80	87	1,00
52	Muratura	-	60,0	88,1	200,0	1.607	490	82	88	1,00
45	Muratura	-	60,0	77,5	310,0	39	531	2	3	1,00
53	Muratura	-	60,0	89,2	310,0	1.845	531	6	7	1,00

55	Muratura	-	40,0	106,9	140,0	273	920	83	89	1,00
56	Muratura	-	40,0	109,7	140,0	491	920	84	90	1,00
57	Muratura	-	40,0	112,6	140,0	712	920	85	91	1,00
58	Muratura	-	40,0	124,0	140,0	941	920	63	64	1,00
59	Muratura	-	40,0	81,2	140,0	1.153	920	86	92	1,00
60	Muratura	-	40,0	126,9	140,0	1.367	920	87	93	1,00
61	Muratura	-	40,0	118,3	140,0	1.600	920	88	94	1,00
54	Muratura	-	40,0	109,5	245,0	55	931	3	4	1,00
62	Muratura	-	40,0	120,9	245,0	1.830	931	7	8	1,00

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
5	Muratura	-	60,0	110,0	90,0	1.109	45	61	77
7	Muratura	-	60,0	110,0	90,0	1.309	45	77	79
10	Muratura	-	60,0	110,0	90,0	1.765	45	81	5
1	Muratura	-	60,0	130,0	160,0	157	310	2	72
2	Muratura	-	60,0	130,0	160,0	373	310	72	74
3	Muratura	-	60,0	123,0	160,0	570	310	74	76
4	Muratura	-	60,0	116,6	160,0	792	310	76	62
6	Muratura	-	60,0	130,0	160,0	1.090	310	62	78
8	Muratura	-	60,0	121,3	160,0	1.292	310	78	80
9	Muratura	-	60,0	127,7	160,0	1.508	310	80	82
11	Muratura	-	60,0	130,0	160,0	1.746	310	82	6
12	Muratura	-	60,0	130,0	170,0	159	675	3	83
14	Muratura	-	60,0	130,0	170,0	375	675	83	84
16	Muratura	-	60,0	114,6	170,0	576	675	84	85
18	Muratura	-	60,0	112,3	170,0	797	675	85	63
20	Muratura	-	60,0	130,0	170,0	1.064	675	63	86
22	Muratura	-	60,0	130,0	170,0	1.258	675	86	87
24	Muratura	-	60,0	130,0	170,0	1.487	675	87	88
26	Muratura	-	60,0	130,0	170,0	1.720	675	88	7
13	Muratura	-	40,0	130,0	90,0	159	805	3	83
15	Muratura	-	40,0	130,0	90,0	375	805	83	84
17	Muratura	-	40,0	114,6	90,0	576	805	84	85
19	Muratura	-	40,0	112,3	90,0	797	805	85	63
21	Muratura	-	40,0	130,0	90,0	1.064	805	63	86
23	Muratura	-	40,0	130,0	90,0	1.258	805	86	87
25	Muratura	-	40,0	130,0	90,0	1.487	805	87	88
27	Muratura	-	40,0	130,0	90,0	1.720	805	88	7
28	Muratura	-	40,0	110,0	120,0	165	1.050	4	89
29	Muratura	-	40,0	110,0	120,0	381	1.050	89	90
30	Muratura	-	40,0	110,0	120,0	601	1.050	90	91
31	Muratura	-	40,0	110,0	120,0	824	1.050	91	64
32	Muratura	-	40,0	110,0	120,0	1.058	1.050	64	92
33	Muratura	-	40,0	110,0	120,0	1.249	1.050	92	93
34	Muratura	-	40,0	110,0	120,0	1.486	1.050	93	94
35	Muratura	-	40,0	110,0	120,0	1.714	1.050	94	8

Parete : 2

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
5	1.453	12	0	0
37	1.453	829	0	0
9	1.453	1.072	0	0
6	1.453	12	340	1
38	1.453	829	340	1
10	1.453	1.072	340	1
7	1.453	12	760	2
39	1.453	829	760	2
11	1.453	1.072	760	2
8	1.453	12	1.110	3
40	1.453	829	1.110	3
12	1.453	1.072	1.110	3

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
95	928	0	0
96	931	340	1
97	934	760	2

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto	ρ
71	Muratura	-	60,0	37,0	185,0	928	138	95	96	1,00
70	Muratura	-	60,0	849,6	295,6	425	148	37	38	1,00
72	Muratura	-	60,0	53,3	240,0	1.033	167	9	10	1,00
74	Muratura	-	60,0	47,0	140,0	934	500	96	97	1,00
73	Muratura	-	60,0	860,3	280,0	430	538	38	39	1,00
75	Muratura	-	60,0	52,6	280,0	1.034	538	10	11	1,00
77	Muratura	-	40,0	85,5	140,0	820	920	39	40	1,00
76	Muratura	-	40,0	667,7	245,0	334	931	7	8	1,00
78	Muratura	-	40,0	146,8	245,0	987	931	97	12	1,00

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
64	Muratura	-	60,0	60,0	90,0	977	45	95	9
63	Muratura	-	60,0	55,0	200,0	882	330	38	96
65	Muratura	-	60,0	55,0	200,0	980	330	96	10
66	Muratura	-	60,0	50,0	190,0	887	665	39	97
67	Muratura	-	40,0	50,0	90,0	887	805	39	97
68	Muratura	-	40,0	110,0	120,0	723	1.050	8	40
69	Muratura	-	40,0	50,0	120,0	888	1.050	40	12

Parete : 3

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
13	738	1.072	0	0
49	775	1.072	0	0
65	1.038	1.072	0	0
9	1.453	1.072	0	0
14	738	1.072	340	1
50	775	1.072	340	1
66	1.038	1.072	340	1
10	1.453	1.072	340	1
15	738	1.072	760	2
51	775	1.072	760	2
67	1.038	1.072	760	2
11	1.453	1.072	760	2
16	738	1.072	1.110	3
52	775	1.072	1.110	3
12	1.453	1.072	1.110	3

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
98	482	760	2
99	596	760	2
100	249	1.110	3
101	478	1.110	3
102	610	1.110	3

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto	ρ
91	Muratura	-	60,0	715,0	340,0	358	170	65	66	1,00
93	Muratura	-	60,0	155,4	140,0	272	500	66	67	1,00
94	Muratura	-	60,0	51,3	140,0	486	500	66	98	1,00
95	Muratura	-	60,0	47,0	140,0	585	500	10	99	1,00
92	Muratura	-	60,0	84,5	280,0	42	538	50	51	1,00
96	Muratura	-	60,0	56,8	280,0	687	538	10	11	1,00
98	Muratura	-	40,0	108,0	140,0	249	920	67	100	1,00
99	Muratura	-	40,0	130,1	140,0	478	920	98	101	1,00
100	Muratura	-	40,0	35,6	140,0	610	920	99	102	1,00
97	Muratura	-	40,0	84,5	245,0	42	931	51	52	1,00
101	Muratura	-	40,0	36,8	245,0	697	931	11	12	1,00

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
79	Muratura	-	60,0	110,0	190,0	140	665	51	67
81	Muratura	-	60,0	110,0	190,0	381	665	67	98

83	Muratura	-	60,0	46,1	190,0	550	665	98	99
85	Muratura	-	60,0	48,9	190,0	644	665	99	11
80	Muratura	-	40,0	110,0	90,0	140	805	51	67
82	Muratura	-	40,0	110,0	90,0	381	805	67	98
84	Muratura	-	40,0	46,1	90,0	550	805	98	99
86	Muratura	-	40,0	48,9	90,0	644	805	99	11
87	Muratura	-	40,0	110,0	120,0	140	1.050	52	100
88	Muratura	-	40,0	110,0	120,0	358	1.050	100	101
89	Muratura	-	40,0	50,0	120,0	568	1.050	101	102
90	Muratura	-	40,0	50,0	120,0	653	1.050	102	12

Parete : 4

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
13	738	1.072	0	0
17	738	1.172	0	0
14	738	1.072	340	1
18	738	1.172	340	1
15	738	1.072	760	2
19	738	1.172	760	2
16	738	1.072	1.110	3
20	738	1.172	1.110	3

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
103	50	0	0
104	50	340	1
105	50	760	2
106	50	1.110	3

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto	ρ
102	Muratura	-	60,0	100,0	340,0	50	170	103	104	1,00
103	Muratura	-	60,0	100,0	420,0	50	550	104	105	1,00
104	Muratura	-	40,0	100,0	350,0	50	935	105	106	1,00

Parete : 5

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
21	278	1.172	0	0
17	738	1.172	0	0
22	278	1.172	340	1
18	738	1.172	340	1
23	278	1.172	760	2

19	738	1.172	760	2
24	278	1.172	1.110	3
20	738	1.172	1.110	3

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
107	230	0	0
108	230	340	1
109	230	760	2
110	230	1.110	3

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto	ρ
105	Muratura	-	60,0	460,0	340,0	230	170	107	108	1,00
106	Muratura	-	60,0	460,0	420,0	230	550	108	109	1,00
107	Muratura	-	40,0	460,0	350,0	230	935	109	110	1,00

Parete : 6

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
25	278	1.072	0	0
21	278	1.172	0	0
26	278	1.072	340	1
22	278	1.172	340	1
27	278	1.072	760	2
23	278	1.172	760	2
28	278	1.072	1.110	3
24	278	1.172	1.110	3

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
111	50	0	0
112	50	340	1
113	50	760	2
114	50	1.110	3

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto	ρ
108	Muratura	-	60,0	100,0	340,0	50	170	111	112	1,00
109	Muratura	-	60,0	100,0	420,0	50	550	112	113	1,00
110	Muratura	-	40,0	100,0	350,0	50	935	113	114	1,00

Parete : 7

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
29	-437	1.072	0	0
41	242	1.072	0	0
25	278	1.072	0	0
30	-437	1.072	340	1
42	242	1.072	340	1
26	278	1.072	340	1
31	-437	1.072	760	2
43	242	1.072	760	2
27	278	1.072	760	2
32	-437	1.072	1.110	3
44	242	1.072	1.110	3
28	278	1.072	1.110	3

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
115	103	760	2
116	237	760	2
117	465	760	2
118	97	1.110	3
119	233	1.110	3
120	471	1.110	3

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto	ρ
123	Muratura	-	60,0	715,0	340,0	358	170	41	42	1,00
125	Muratura	-	60,0	44,2	140,0	109	500	30	115	1,00
126	Muratura	-	60,0	121,5	140,0	242	500	30	116	1,00
127	Muratura	-	60,0	93,7	140,0	459	500	42	117	1,00
124	Muratura	-	60,0	36,8	280,0	18	538	30	31	1,00
128	Muratura	-	60,0	98,8	280,0	666	538	42	43	1,00
130	Muratura	-	40,0	32,8	140,0	97	920	115	118	1,00
131	Muratura	-	40,0	138,7	140,0	233	920	116	119	1,00
132	Muratura	-	40,0	116,5	140,0	471	920	117	120	1,00
129	Muratura	-	40,0	31,1	245,0	16	931	31	32	1,00
133	Muratura	-	40,0	76,0	245,0	677	931	43	44	1,00

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
111	Muratura	-	60,0	50,0	190,0	59	665	31	115
113	Muratura	-	60,0	50,0	190,0	147	665	115	116
115	Muratura	-	60,0	110,0	190,0	358	665	116	117
117	Muratura	-	60,0	110,0	190,0	573	665	117	43

112	Muratura	-	40,0	50,0	90,0	59	805	31	115
114	Muratura	-	40,0	50,0	90,0	147	805	115	116
116	Muratura	-	40,0	110,0	90,0	358	805	116	117
118	Muratura	-	40,0	110,0	90,0	573	805	117	43
119	Muratura	-	40,0	50,0	120,0	56	1.050	32	118
120	Muratura	-	40,0	50,0	120,0	139	1.050	118	119
121	Muratura	-	40,0	110,0	120,0	358	1.050	119	120
122	Muratura	-	40,0	110,0	120,0	584	1.050	120	44

Parete : 8

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
1	-437	12	0	0
33	-437	829	0	0
29	-437	1.072	0	0
2	-437	12	340	1
34	-437	829	340	1
30	-437	1.072	340	1
3	-437	12	760	2
35	-437	829	760	2
31	-437	1.072	760	2
4	-437	12	1.110	3
36	-437	829	1.110	3
32	-437	1.072	1.110	3

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
121	932	0	0
122	934	340	1
123	935	760	2

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto	ρ
144	Muratura	-	60,0	653,4	140,0	522	160	33	34	1,00
145	Muratura	-	60,0	67,0	140,0	932	160	121	122	1,00
143	Muratura	-	60,0	85,5	240,0	43	167	1	2	1,00
146	Muratura	-	60,0	44,1	240,0	1.038	167	29	30	1,00
148	Muratura	-	60,0	44,2	140,0	935	500	122	123	1,00
147	Muratura	-	60,0	863,2	280,0	432	538	34	35	1,00
149	Muratura	-	60,0	52,6	280,0	1.034	538	30	31	1,00
151	Muratura	-	40,0	71,2	140,0	816	920	35	36	1,00
150	Muratura	-	40,0	670,5	245,0	335	931	3	4	1,00
152	Muratura	-	40,0	158,2	245,0	981	931	123	32	1,00

Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
134	Muratura	-	60,0	110,0	90,0	141	45	1	33
135	Muratura	-	60,0	50,0	90,0	874	45	33	121
137	Muratura	-	60,0	50,0	90,0	991	45	121	29
136	Muratura	-	60,0	50,0	200,0	881	330	34	122
138	Muratura	-	60,0	50,0	200,0	987	330	122	30
139	Muratura	-	60,0	50,0	190,0	882	665	35	123
140	Muratura	-	40,0	50,0	90,0	882	805	35	123
141	Muratura	-	40,0	110,0	120,0	726	1.050	4	36
142	Muratura	-	40,0	50,0	120,0	877	1.050	36	32

Parete : 9

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
33	-437	829	0	0
45	242	829	0	0
57	508	829	0	0
53	775	829	0	0
68	1.038	829	0	0
37	1.453	829	0	0
34	-437	829	340	1
46	242	829	340	1
58	508	829	340	1
54	775	829	340	1
69	1.038	829	340	1
38	1.453	829	340	1
35	-437	829	760	2
47	242	829	760	2
59	508	829	760	2
55	775	829	760	2
70	1.038	829	760	2
39	1.453	829	760	2
36	-437	829	1.110	3
48	242	829	1.110	3
60	508	829	1.110	3
56	775	829	1.110	3
40	1.453	829	1.110	3

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto	ρ
153	Muratura	-	40,0	1.890,0	340,0	945	170	57	58	1,00
154	Muratura	-	50,0	1.890,0	420,0	945	550	58	59	1,00
155	Muratura	-	25,0	1.890,0	350,0	945	935	59	60	1,00

Parete : 10

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
45	242	829	0	0
41	242	1.072	0	0
46	242	829	340	1
42	242	1.072	340	1
47	242	829	760	2
43	242	1.072	760	2
48	242	829	1.110	3
44	242	1.072	1.110	3

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
124	122	0	0
125	122	340	1
126	122	760	2
127	122	1.110	3

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto	ρ
156	Muratura	-	25,0	243,1	340,0	122	170	124	125	1,00
157	Muratura	-	25,0	243,1	420,0	122	550	125	126	1,00
158	Muratura	-	25,0	243,1	350,0	122	935	126	127	1,00

Parete : 11

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
53	775	829	0	0
49	775	1.072	0	0
54	775	829	340	1
50	775	1.072	340	1
55	775	829	760	2
51	775	1.072	760	2
56	775	829	1.110	3
52	775	1.072	1.110	3

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
128	122	0	0
129	122	340	1
130	122	760	2
131	122	1.110	3

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto	ρ
159	Muratura	-	25,0	243,1	340,0	122	170	128	129	1,00
160	Muratura	-	25,0	243,1	420,0	122	550	129	130	1,00
161	Muratura	-	25,0	243,1	350,0	122	935	130	131	1,00

Parete : 12

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
61	508	12	0	0
57	508	829	0	0
62	508	12	340	1
58	508	829	340	1
63	508	12	760	2
59	508	829	760	2
64	508	12	1.110	3
60	508	829	1.110	3

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
132	408	0	0
133	408	340	1
134	408	760	2
135	408	1.110	3

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto	ρ
162	Muratura	-	40,0	816,9	340,0	408	170	132	133	1,00
163	Muratura	-	50,0	816,9	420,0	408	550	133	134	1,00
164	Muratura	-	40,0	816,9	350,0	408	935	134	135	1,00

Parete : 13

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
68	1.038	829	0	0
65	1.038	1.072	0	0
69	1.038	829	340	1
66	1.038	1.072	340	1
70	1.038	829	760	2
67	1.038	1.072	760	2

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
136	122	0	0
137	122	340	1
138	122	760	2

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto	ρ
165	Muratura	-	25,0	243,1	340,0	122	170	136	137	1,00
166	Muratura	-	25,0	243,1	420,0	122	550	137	138	1,00

Carichi

La verifica allo stato limite ultimo per carichi statici viene condotta secondo le prescrizioni riportate nelle norme vigenti.

Viene eseguita la seguente combinazione dei carichi:

$$gG \text{ Gk} + gG_{agg} \text{ Gk}_{agg} + gQ \text{ Y0 Qk}$$

assumendo:

gG ; gG_{agg} ; gQ : coefficienti parziali di sicurezza

Gk : carichi permanenti

Qk : carichi accidentali

y_0 : coefficiente di combinazione per i carichi variabili:

N. Solaio	Gk [daN/m ²]	Gk_{agg} [daN/m ²]	Qk [daN/m ²]	Copertura	ψ_0
12	300	0	100	No	0,70
13	300	0	100	No	0,70
14	500	0	400	No	0,70
15	500	0	400	No	0,70
16	500	0	400	No	0,70
17	500	0	400	No	0,70
18	500	0	400	No	0,70
19	500	0	400	No	0,70

Le verifiche statiche eseguite sulla struttura in questione sono le seguenti:

Snellezza della muratura

La verifica di snellezza è eseguita in accordo con quanto riportato al punto 4.5.4. del D.M.2008.

Si definisce snellezza di una muratura il rapporto h_0/t in cui:

h_0 : lunghezza libera di inflessione del muro pari a $r \cdot h$;

t: spessore del muro.

h: l'altezza interna di piano;

r: il fattore laterale di vincolo.

La verifica di snellezza risulta soddisfatta se risulta verificata la seguente:

$$h_0/t < 20$$

Eccentricità dei carichi

La verifica di snellezza è eseguita in accordo con quanto riportato al punto 4.5.6.2. del D.M.2008.

Tale verifica risulta soddisfatta qualora risultino verificate le seguenti condizioni:

$$e_1/t \leq 0.33$$

$$e_2/t \leq 0.33$$

in cui:

t: spessore del muro

$$e_1 = |e_s| + |e_a|$$

$$e_2 = \frac{e_1}{2} + |e_v|$$

e_s : eccentricità totale dei carichi verticali

e_a : $h/200$

e_v : eccentricità dovuta al vento $e_v = M_v / N$

Verifica a carichi verticali

La verifica di snellezza è eseguita in accordo con quanto riportato al punto 4.5.6.2. del D.M.2008.

Tale verifica risulta soddisfatta qualora risulti verificata la seguente:

$$N_d \leq N_r$$

in cui:

N_d : carico verticale agente

N_r : carico verticale resistente; $N_r = F_{fd} A$

A: area della sezione orizzontale del muro al netto delle aperture;

f_d : resistenza di calcolo della muratura;

F: coefficiente di riduzione della resistenza del muro

Queste verifiche sono state eseguite in ogni maschio murario della struttura, nelle tre sezioni principali (inferiore, centrale, superiore).

I valori dello sforzo normale resistente saranno calcolabili solamente se le verifiche di snellezza ed eccentricità dei carichi risultano soddisfatte.

Riportiamo nel seguito i dettagli di verifica per le singole pareti.

Parete : 1

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
42	340	60	5,667	0,174	0,091	0,167	Si
41	340	60	5,667	0,179	0,094	0,174	Si
40	340	60	5,667	0,138	0,074	0,132	Si
43	340	60	5,667	0,168	0,088	0,161	Si
46	420	60	7,000	0,262	0,128	0,249	Si
45	420	60	7,000	0,227	0,106	0,199	Si
44	340	60	5,667	0,137	0,074	0,127	Si
39	340	60	5,667	0,175	0,092	0,164	Si
38	340	60	5,667	0,202	0,104	0,189	Si
37	340	60	5,667	0,179	0,093	0,169	Si
36	340	60	5,667	0,154	0,084	0,134	Si
47	420	60	7,000	0,272	0,133	0,262	Si
58	350	40	8,750	0,316	0,146	0,271	Si
57	350	40	8,750	0,398	0,185	0,347	No
56	350	40	8,750	0,422	0,197	0,369	No
59	350	40	8,750	0,399	0,187	0,351	No
62	350	40	8,750	0,413	0,155	0,251	No
61	350	40	8,750	0,402	0,189	0,357	No
60	350	40	8,750	0,412	0,193	0,362	No
55	350	40	8,750	0,404	0,190	0,360	No
50	420	60	7,000	0,149	0,073	0,143	Si
49	420	60	7,000	0,155	0,075	0,145	Si
48	420	60	7,000	0,274	0,133	0,260	Si
51	420	60	7,000	0,260	0,127	0,248	Si
54	350	40	8,750	0,406	0,153	0,248	No
53	420	60	7,000	0,233	0,108	0,200	Si
52	420	60	7,000	0,253	0,123	0,239	Si

Maschio	Superiore				Centrale				Inferiore				Verificato
	Nd	Φ	Nr	Nd/Nr	Nd	Φ	Nr	Nd/Nr	Nd	Φ	Nr	Nd/Nr	
42	33.697	0,522	55.801	0,604	34.605	0,682	72.904	0,475	35.513	0,537	57.357	0,619	Si
41	31.444	0,512	45.955	0,684	32.022	0,677	60.775	0,527	32.599	0,522	46.892	0,695	Si
40	51.574	0,592	107.202	0,481	53.112	0,727	131.571	0,404	54.650	0,604	109.345	0,500	Si
43	40.599	0,533	69.173	0,587	41.701	0,687	89.165	0,468	42.802	0,547	70.976	0,603	Si
46	21.011	0,325	21.706	0,968	21.625	0,585	39.086	0,553	22.239	0,343	22.934	0,970	Si
45	13.124	0,389	30.166	0,435	14.227	0,627	48.589	0,293	15.330	0,445	34.477	0,445	Si
44	15.649	0,595	41.366	0,378	16.416	0,727	50.565	0,325	17.183	0,613	42.656	0,403	Si
39	30.954	0,520	61.512	0,503	32.203	0,681	80.533	0,400	33.452	0,541	64.036	0,522	Si
38	27.597	0,468	48.699	0,567	28.695	0,656	68.278	0,420	29.794	0,493	51.295	0,581	Si
37	30.628	0,513	53.314	0,574	31.727	0,678	70.535	0,450	32.825	0,532	55.362	0,593	Si
36	14.714	0,560	59.767	0,246	16.162	0,696	74.211	0,218	17.610	0,600	64.012	0,275	Si
47	9.632	0,310	7.546	1,276	9.855	0,574	13.965	0,706	10.078	0,325	7.914	1,273	No
58	5.365	0,205	16.980	0,316	5.896	0,515	42.612	0,138	6.427	0,270	22.333	0,288	Si
57	5.820	0,000	n / d	n / d	6.303	0,436	32.721	0,193	6.785	0,000	n / d	n / d	No

56	5.746	0,000	n / d	n / d	6.216	0,412	30.150	0,206	6.686	0,000	n / d	n / d	No
59	4.531	0,000	n / d	n / d	4.879	0,433	23.436	0,208	5.227	0,000	n / d	n / d	No
62	2.329	0,000	n / d	n / d	3.236	0,498	40.133	0,081	4.142	0,298	24.021	0,172	No
61	7.083	0,000	n / d	n / d	7.590	0,428	33.789	0,225	8.097	0,000	n / d	n / d	No
60	6.914	0,000	n / d	n / d	7.458	0,420	35.531	0,210	8.002	0,000	n / d	n / d	No
55	6.547	0,000	n / d	n / d	7.005	0,426	30.323	0,231	7.463	0,000	n / d	n / d	No
50	14.325	0,544	24.787	0,578	14.743	0,702	32.003	0,461	15.162	0,556	25.339	0,598	Si
49	33.057	0,532	89.835	0,368	34.608	0,696	117.519	0,294	36.159	0,552	93.181	0,388	Si
48	17.418	0,308	17.973	0,969	17.954	0,574	33.504	0,536	18.490	0,328	19.136	0,966	Si
51	21.748	0,327	23.246	0,936	22.401	0,586	41.687	0,537	23.054	0,347	24.648	0,935	Si
54	2.123	0,000	n / d	n / d	2.944	0,502	36.654	0,080	3.765	0,304	22.182	0,170	No
53	12.448	0,375	33.490	0,372	13.718	0,624	55.623	0,247	14.987	0,443	39.535	0,379	Si
52	24.758	0,338	29.804	0,831	25.567	0,594	52.350	0,488	26.376	0,364	32.043	0,823	Si

Parete : 2

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
73	420	60	7,000	0,035	0,035	0,035	Si
74	420	60	7,000	0,035	0,035	0,035	Si
71	340	60	5,667	0,028	0,028	0,028	Si
72	340	60	5,667	0,028	0,028	0,028	Si
77	350	40	8,750	0,044	0,044	0,044	Si
78	350	40	8,750	0,044	0,044	0,044	Si
75	420	60	7,000	0,035	0,035	0,035	Si
76	350	40	8,750	0,044	0,044	0,044	Si
70	340	60	5,667	0,028	0,028	0,028	Si

Superiore					Centrale				Inferiore				
Maschio	Nd	Φ	Nr	Nd/Nr	Nd	Φ	Nr	Nd/Nr	Nd	Φ	Nr	Nd/Nr	Verificato
73	53.628	0,818	704.172	0,076	64.687	0,818	704.172	0,092	75.746	0,818	704.172	0,108	Si
74	7.911	0,818	38.488	0,206	8.213	0,818	38.488	0,213	8.515	0,818	38.488	0,221	Si
71	9.833	0,867	32.114	0,306	10.147	0,867	32.114	0,316	10.462	0,867	32.114	0,326	Si
72	9.879	0,867	46.268	0,214	10.466	0,867	46.268	0,226	11.054	0,867	46.268	0,239	Si
77	7.725	0,755	43.037	0,180	8.092	0,755	43.037	0,188	8.458	0,755	43.037	0,197	Si
78	2.681	0,755	73.886	0,036	3.782	0,755	73.886	0,051	4.883	0,755	73.886	0,066	Si
75	4.179	0,818	43.081	0,097	4.855	0,818	43.081	0,113	5.531	0,818	43.081	0,128	Si
76	6.268	0,755	336.039	0,019	11.275	0,755	336.039	0,034	16.282	0,755	336.039	0,048	Si
70	107.306	0,867	736.961	0,146	118.836	0,867	736.961	0,161	130.366	0,867	736.961	0,177	Si

Parete : 3

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
94	420	60	7,000	0,092	0,045	0,088	Si
95	420	60	7,000	0,184	0,089	0,173	Si
93	420	60	7,000	0,115	0,055	0,107	Si
91	340	60	5,667	0,078	0,052	0,065	Si
92	420	60	7,000	0,141	0,062	0,111	Si

96	420	60	7,000	0,218	0,096	0,173	Si
100	350	40	8,750	0,277	0,123	0,221	Si
101	350	40	8,750	0,385	0,113	0,167	No
99	350	40	8,750	0,282	0,123	0,220	Si
97	350	40	8,750	0,220	0,074	0,118	Si
98	350	40	8,750	0,257	0,116	0,213	Si

Maschio	Superiore				Centrale				Inferiore				Verificato
	Nd	Φ	Nr	Nd/Nr	Nd	Φ	Nr	Nd/Nr	Nd	Φ	Nr	Nd/Nr	
94	8.204	0,653	33.487	0,245	8.533	0,788	40.395	0,211	8.863	0,661	33.905	0,261	Si
95	7.233	0,475	22.334	0,324	7.535	0,659	30.991	0,243	7.837	0,498	23.423	0,335	Si
93	18.617	0,609	94.663	0,197	19.616	0,756	117.415	0,167	20.615	0,624	96.976	0,213	Si
91	68.675	0,715	510.961	0,134	79.836	0,794	567.596	0,141	90.997	0,752	537.753	0,169	Si
92	5.595	0,560	47.343	0,118	6.682	0,736	62.256	0,107	7.768	0,617	52.140	0,149	Si
96	4.434	0,406	23.074	0,192	5.164	0,646	36.647	0,141	5.895	0,498	28.264	0,209	Si
100	982	0,262	6.211	0,158	1.135	0,559	13.281	0,085	1.287	0,360	8.544	0,151	Si
101	313	0,000	n / d	n / d	589	0,579	14.199	0,041	865	0,474	11.622	0,074	No
99	3.170	0,254	22.015	0,144	3.727	0,558	48.434	0,077	4.285	0,363	31.475	0,136	Si
97	927	0,364	20.516	0,045	1.560	0,663	37.374	0,042	2.194	0,568	32.041	0,068	Si
98	3.508	0,290	20.848	0,168	3.971	0,572	41.166	0,096	4.434	0,379	27.241	0,163	Si

Parete : 4

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
104	350	40	8,750	0,044	0,044	0,044	Si
103	420	60	7,000	0,035	0,035	0,035	Si
102	340	60	5,667	0,028	0,033	0,028	Si

Maschio	Superiore				Centrale				Inferiore				Verificato
	Nd	Φ	Nr	Nd/Nr	Nd	Φ	Nr	Nd/Nr	Nd	Φ	Nr	Nd/Nr	
104	511	0,755	50.329	0,010	1.509	0,755	50.329	0,030	2.580	0,755	50.329	0,051	Si
103	3.255	0,818	81.848	0,040	5.183	0,818	81.848	0,063	7.111	0,818	81.848	0,087	Si
102	8.396	0,867	86.739	0,097	9.957	0,853	85.325	0,117	11.518	0,867	86.739	0,133	Si

Parete : 5

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
107	350	40	8,750	0,544	0,129	0,178	No
106	420	60	7,000	0,035	0,035	0,035	Si
105	340	60	5,667	0,028	0,035	0,028	Si

Maschio	Superiore				Centrale				Inferiore				Verificato
	Nd	Φ	Nr	Nd/Nr	Nd	Φ	Nr	Nd/Nr	Nd	Φ	Nr	Nd/Nr	
107	3.583	0,000	n / d	n / d	8.397	0,548	168.118	0,050	13.325	0,451	138.251	0,096	No
106	14.651	0,818	376.501	0,039	23.521	0,818	376.501	0,062	32.391	0,818	376.501	0,086	Si
105	34.662	0,867	398.998	0,087	41.843	0,848	389.965	0,107	49.023	0,867	398.998	0,123	Si

Parete : 6

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
110	350	40	8,750	0,044	0,044	0,044	Sì
109	420	60	7,000	0,035	0,035	0,035	Sì
108	340	60	5,667	0,028	0,032	0,028	Sì

Superiore					Centrale				Inferiore				
Maschio	Nd	Φ	Nr	Nd/Nr	Nd	Φ	Nr	Nd/Nr	Nd	Φ	Nr	Nd/Nr	Verificato
110	517	0,755	50.329	0,010	1.527	0,755	50.329	0,030	2.598	0,755	50.329	0,052	Si
109	3.081	0,818	81.848	0,038	5.009	0,818	81.848	0,061	6.938	0,818	81.848	0,085	Si
108	8.787	0,867	86.739	0,101	10.347	0,855	85.544	0,121	11.908	0,867	86.739	0,137	Si

Parete : 7

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
126	420	60	7,000	0,178	0,085	0,163	Sì
127	420	60	7,000	0,160	0,078	0,151	Sì
125	420	60	7,000	0,197	0,095	0,182	Sì
123	340	60	5,667	0,106	0,067	0,084	Sì
124	420	60	7,000	0,245	0,104	0,181	Sì
128	420	60	7,000	0,143	0,062	0,112	Sì
132	350	40	8,750	0,262	0,117	0,212	Sì
133	350	40	8,750	0,220	0,074	0,119	Sì
131	350	40	8,750	0,278	0,122	0,218	Sì
129	350	40	8,750	0,395	0,111	0,164	No
130	350	40	8,750	0,279	0,123	0,221	Sì

Superiore					Centrale				Inferiore				
Maschio	Nd	Φ	Nr	Nd/Nr	Nd	Φ	Nr	Nd/Nr	Nd	Φ	Nr	Nd/Nr	Verificato
126	13.230	0,486	59.117	0,224	14.011	0,666	80.996	0,173	14.792	0,517	62.785	0,236	Sì
127	14.871	0,523	48.994	0,304	15.474	0,688	64.440	0,240	16.076	0,541	50.677	0,317	Sì
125	5.304	0,448	19.797	0,268	5.588	0,648	28.644	0,195	5.872	0,480	21.196	0,277	Sì
123	55.848	0,652	466.495	0,120	67.009	0,749	535.309	0,125	78.170	0,695	497.085	0,157	Sì
124	2.159	0,352	12.962	0,167	2.633	0,631	23.221	0,113	3.106	0,481	17.705	0,175	Sì
128	6.251	0,556	54.912	0,114	7.521	0,735	72.584	0,104	8.792	0,616	60.825	0,145	Sì
132	3.402	0,283	22.007	0,155	3.901	0,571	44.325	0,088	4.400	0,379	29.476	0,149	Sì
133	849	0,364	18.434	0,046	1.419	0,662	33.527	0,042	1.989	0,567	28.717	0,069	Sì
131	3.416	0,260	23.995	0,142	4.010	0,561	51.894	0,077	4.604	0,368	34.025	0,135	Sì
129	243	0,000	n / d	n / d	476	0,581	12.043	0,040	709	0,480	9.953	0,071	No
130	865	0,258	5.641	0,153	1.006	0,559	12.202	0,082	1.146	0,360	7.868	0,146	Sì

Parete : 8

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
146	340	60	5,667	0,028	0,028	0,028	Si
147	420	60	7,000	0,035	0,035	0,035	Si
144	340	60	5,667	0,028	0,028	0,028	Si
145	340	60	5,667	0,028	0,028	0,028	Si
148	420	60	7,000	0,035	0,035	0,035	Si
151	350	40	8,750	0,044	0,044	0,044	Si
152	350	40	8,750	0,044	0,044	0,044	Si
149	420	60	7,000	0,035	0,035	0,035	Si
150	350	40	8,750	0,044	0,044	0,044	Si
143	340	60	5,667	0,028	0,028	0,028	Si

Superiore					Centrale				Inferiore				Verificato
Maschio	Nd	Φ	Nr	Nd/Nr	Nd	Φ	Nr	Nd/Nr	Nd	Φ	Nr	Nd/Nr	
146	8.022	0,867	38.229	0,210	8.508	0,867	38.229	0,223	8.994	0,867	38.229	0,235	Si
147	59.884	0,818	706.507	0,085	70.981	0,818	706.507	0,100	82.077	0,818	706.507	0,116	Si
144	123.898	0,867	566.741	0,219	128.098	0,867	566.741	0,226	132.297	0,867	566.741	0,233	Si
145	16.576	0,867	58.115	0,285	17.006	0,867	58.115	0,293	17.437	0,867	58.115	0,300	Si
148	9.105	0,818	36.153	0,252	9.389	0,818	36.153	0,260	9.673	0,818	36.153	0,268	Si
151	7.149	0,755	35.856	0,199	7.454	0,755	35.856	0,208	7.759	0,755	35.856	0,216	Si
152	3.110	0,755	79.631	0,039	4.296	0,755	79.631	0,054	5.483	0,755	79.631	0,069	Si
149	3.415	0,818	43.081	0,079	4.091	0,818	43.081	0,095	4.767	0,818	43.081	0,111	Si
150	6.840	0,755	337.475	0,020	11.868	0,755	337.475	0,035	16.895	0,755	337.475	0,050	Si
143	11.723	0,867	74.194	0,158	12.665	0,867	74.194	0,171	13.607	0,867	74.194	0,183	Si

Parete : 9

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
155	350	25	14,000	0,274	0,104	0,173	Si
154	420	50	8,400	0,296	0,118	0,199	Si
153	340	40	8,500	0,168	0,078	0,147	Si

Superiore					Centrale				Inferiore				Verificato
Maschio	Nd	Φ	Nr	Nd/Nr	Nd	Φ	Nr	Nd/Nr	Nd	Φ	Nr	Nd/Nr	
155	25.723	0,000	n / d	n / d	38.236	0,467	367.733	0,104	50.890	0,334	262.869	0,194	No
154	98.031	0,242	381.225	0,257	128.401	0,575	906.344	0,142	158.771	0,415	653.466	0,243	Si
153	200.403	0,478	601.787	0,333	220.071	0,655	825.630	0,267	239.739	0,517	651.771	0,368	Si

Parete : 10

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
158	350	25	14,000	0,070	0,070	0,070	Si
157	420	25	16,800	0,084	0,084	0,084	Si
156	340	25	13,600	0,068	0,068	0,068	Si

Maschio	Superiore				Centrale				Inferiore				Verificato
	Nd	Φ	Nr	Nd/Nr	Nd	Φ	Nr	Nd/Nr	Nd	Φ	Nr	Nd/Nr	
158	2.160	0,541	54.797	0,039	3.730	0,541	54.797	0,068	5.357	0,541	54.797	0,098	Si
157	5.159	0,436	44.132	0,117	7.113	0,436	44.132	0,161	9.066	0,436	44.132	0,205	Si
156	13.048	0,557	56.441	0,231	14.629	0,557	56.441	0,259	16.210	0,557	56.441	0,287	Si

Parete : 11

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
161	350	25	14,000	0,070	0,070	0,070	Si
160	420	25	16,800	0,084	0,084	0,084	Si
159	340	25	13,600	0,068	0,068	0,068	Si

Maschio	Superiore				Centrale				Inferiore				Verificato
	Nd	Φ	Nr	Nd/Nr	Nd	Φ	Nr	Nd/Nr	Nd	Φ	Nr	Nd/Nr	
161	2.141	0,541	54.797	0,039	3.698	0,541	54.797	0,067	5.326	0,541	54.797	0,097	Si
160	5.121	0,436	44.132	0,116	7.074	0,436	44.132	0,160	9.027	0,436	44.132	0,205	Si
159	12.981	0,557	56.441	0,230	14.562	0,557	56.441	0,258	16.143	0,557	56.441	0,286	Si

Parete : 12

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
164	350	40	8,750	0,044	0,044	0,044	Si
163	420	50	8,400	0,042	0,042	0,042	Si
162	340	40	8,500	0,043	0,043	0,043	Si

Maschio	Superiore				Centrale				Inferiore				Verificato
	Nd	Φ	Nr	Nd/Nr	Nd	Φ	Nr	Nd/Nr	Nd	Φ	Nr	Nd/Nr	
164	9.555	0,755	411.115	0,023	17.119	0,755	411.115	0,042	25.870	0,755	411.115	0,063	Si
163	42.645	0,768	522.505	0,082	55.771	0,768	522.505	0,107	68.898	0,768	522.505	0,132	Si
162	80.472	0,764	416.034	0,193	88.973	0,764	416.034	0,214	97.474	0,764	416.034	0,234	Si

Parete : 13

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
166	420	25	16,800	0,084	0,084	0,084	Si
165	340	25	13,600	0,068	0,068	0,068	Si

Maschio	Superiore				Centrale				Inferiore				Verificato
	Nd	Φ	Nr	Nd/Nr	Nd	Φ	Nr	Nd/Nr	Nd	Φ	Nr	Nd/Nr	
166	4.688	0,436	44.132	0,106	6.641	0,436	44.132	0,150	8.594	0,436	44.132	0,195	Si
165	13.144	0,557	56.441	0,233	14.725	0,557	56.441	0,261	16.306	0,557	56.441	0,289	Si