



PNRR-M4C1-I1.1 RIQUALIFICAZIONE E MESSA IN SICUREZZA NIDO SOLE

CODICE INTERVENTO: A_29601
CUP_J88I22000420001

PROGETTO ESECUTIVO

(ai sensi dell'articolo 23 comma 3 Dlgs 18 aprile 2016, n. 50)

R.03.6 - VERIFICA VULNERABILITA' SISMICA PRE INTERVENTO

Responsabile Unico del Procedimento
Arch. Elena Melloni



Progettista
Ing. Carlo Lazzaretti

Coordinamento della Sicurezza in progettazione
Ing. Ermanno Panciroli



Via 7 Gennaio n 42
42011 Bagnolo in Piano (RE)
Tel/Fax 0522 957191 - Cell 339 5342670
email: az.ingegnere@gmail.com
pec: alberto.zen@ingpec.eu
P. IVA 01725590358
www.albertozen.ingegnere.it

Comune di REGGIO EMILIA
Provincia di Reggio Emilia

VERIFICA DELLA SICUREZZA

(ai sensi del D.M. Infrastrutture 17 gennaio 2018 e Circolare 02 febbraio 2009 n°617/C.S.LL.PP.)

localizzazione Intervento:

Via Caravaggio 2, 42122 Reggio Emilia (RE)

Committente : ASP "REGGIO EMILIA - Città delle Persone"
Via Marani n°9/1, 42122 Reggio Emilia(RE)

Progettista Architettonico:

Progettista Strutturale: Ing. ALBERTO ZEN – Via 7 Gennaio 42
42011 Bagnolo in Piano (RE)

0	14/01/2019	PRIMA EMISSIONE	AZ	
REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	REDAZIONE	Firma

Rel.1

Titolo del Progetto

Verifica della vulnerabilità sismica dell'edificio scolastico
“ nido comunale Sole” a Reggio Emilia

INDICE

ILLUSTRAZIONE SINTETICA ELEMENTI ESSENZIALI PROGETTO STRUTTURALE	3
PREMESSA	3
A) CARATTERISTICHE GEOLOGICHE, MORFOLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE DEL SITO	3
B) CARATTERISTICHE GENERALI STRUTTURE DI ELEVAZIONE	3
C) NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
D) AZIONE SISMICA ED AZIONI STATICHE DI PROGETTO.	3
E) CARATTERISTICHE MATERIALI E DISPOSITIVI STRUTTURALI DI PROGETTO	5
F) CRITERI DI MODELLAZIONE	5
F) CRITERI DI PROGETTAZIONE E MODELLAZIONE	5
G) COMBINAZIONI DI CARICO	6
H) METODI DI ANALISI ADOTTATI	7
I) CRITERI DI VERIFICA AGLI STATI LIMITE INDAGATI	8
COMBINAZIONI DI CARICO	8
H) METODI DI ANALISI ADOTTATI	8
J) SOLLECITAZIONI, DEFORMATE ED ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI	9
K) AFFIDABILITÀ DEL CODICE DI CALCOLO	11
L) QUADRO FESSURATIVO/DEFORMATIVO	11
M) LIVELLI DI CONOSCENZA	11
N) PARAMETRI DI CALCOLO	11
CARATTERISTICHE MECCANICHE MURATURA	12
O) ANALISI STORICO CRITICA	12
RISULTATI DELLE ELABORAZIONI E VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA	13
A - INDICATORE SINTETICO DEL RISCHIO DI COLLASSO	13
B - VALUTAZIONI QUALITATIVE	13
C - CONCLUSIONI	13
D - IPOTESI DI INTERVENTO	13
ALLEGATO 1 – INPUT-OUTPUT MODELLO DI CALCOLO SCUOLA SOLE	14
DESCRIZIONE DEL MODELLO	15
GEOMETRIA DEL MODELLO	15
ELEMENTI DI STRUTTURA	16
TELAIO EQUIVALENTE	23
CARICHI	39
SPETTRO DA NORMATIVA	40
ANALISI INCREMENTALE A COLLASSO (PUSHOVER)	41
RISULTATI	42
DETTAGLIO VERIFICHE	44
VERIFICHE FUORI PIANO: PRESSOFLESSIONE	46
VERIFICA	46
VERIFICA STATICA	50
RISULTATI	58
DETTAGLIO VERIFICHE	59
VERIFICA STATICA	72
ALLEGATO 2 - RISULTATI DELLE ELABORAZIONI E VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA	79
A – RISULTATI DELLE ELABORAZIONI	79
B - VALUTAZIONI QUALITATIVE	79
C - CONCLUSIONI	ERRORE. IL SEGNAIBRO NON È DEFINITO.
D - IPOTESI DI INTERVENTO	ERRORE. IL SEGNAIBRO NON È DEFINITO.
ALLEGATO 3 - ANALISI MODALE E VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA	80

Verifica Sismica Scuola Sole

ILLUSTRAZIONE SINTETICA ELEMENTI ESSENZIALI PROGETTO STRUTTURALE

Premessa

La presente relazione ha per oggetto le verifiche di vulnerabilità sismica e la conseguente valutazione della sicurezza della scuola Sole in via Caravaggio, 2 a Reggio Emilia

Di concerto con i tecnici di ASP si sono effettuate le ricognizioni nei luoghi con riscontro delle dimensioni progettuali, verifiche puntuali delle strutture (indagini sclerometriche e dimensionali oltre a indagini sulle caratteristiche dei materiali), raccolta della documentazione sulle strutture in oggetto.

a) Caratteristiche geologiche, morfologiche ed idrogeologiche del sito

Il fabbricato oggetto di verifica è ubicato in via Caravaggio, 2 a Reggio Emilia, dove in base alla Relazione Geologica è possibile classificare sismicamente il terreno in classe C:

- Il lotto è situato in una zona pianeggiante posta ad una quota media di 57 m s.l.m., con coordinate geografiche di Latitudine: 44,4111 Longitudine: 10,3905

b) Caratteristiche generali strutture di elevazione

Le strutture della scuola sono state realizzate in struttura mista di muri in laterizio e telai di travi e pilastri in c.a.

La scuola venne realizzata tra il mese di maggio del 1975 ed il mese di aprile del 1976.

Il Risultato complessivo è quindi una unità strutturale ad un solo piano fuori terra di pianta rettangolare (dim. 22 x 36 m)

c) Normativa di riferimento

- Legge 64/1974 del 02/02/1974 "Provvedimenti per le costruzioni in particolare per le zone sismiche"
- Geo/05/87449 Progr.n°1677/2005 Giunta Regionale Emilia Romagna "Prime indicazioni applicative in merito al Decreto 14/09/2005 Norme Tecniche per le costruzioni"
- Allegato 2 dell'OPCM 20/03/2003 n.3274: "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" come modificato dall'OPCM 3431 del 03/05/2005 e 3362 del 08/07/2004.
- Decreto Ministero delle Infrastrutture e trasporti 14/01/2008 "Approvazione delle nuove Norme Tecniche per le costruzioni"
- Circolare n°617/CSLLPP del 02-02-2009
- Decreto Ministero delle Infrastrutture e trasporti 17/01/2018 "Approvazione delle nuove Norme Tecniche per le costruzioni".

d) Azione sismica ed azioni statiche di progetto.

Carichi

Carico Sismico:

Le verifiche allo stato limite ultimo (SLV) e allo stato limite di esercizio (SLD; SLO); devono essere effettuate per la seguente combinazione [Norme Tecniche 2018 §2.5.3].

$$E + G_{k1} + G_{k2} + \sum_i \Psi_{2i} Q_{ki}$$

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

$$G_{k1} + G_{k2} + \sum_i \Psi_{2i} Q_{ki}$$

Carico Statico:

La verifica allo stato limite ultimo per carichi statici viene condotta con la seguente combinazione dei carichi.

$$\gamma_{G1} G_{k1} + \gamma_{G2} G_{k2} + \gamma_Q \Psi_0 Q_k$$

Verifica Sismica Scuola Sole

dove:

E azione sismica per lo stato limite in esame;
 G_{k1} peso proprio di tutti gli elementi strutturali;
 G_{k2} peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;
 Q_{ki} valore caratteristico della azione variabile;

Ψ_2 coefficiente di combinazione;

Ψ_0 coefficiente di combinazione per i carichi variabili

$\gamma_{G1}, \gamma_{G2}, \gamma_Q$ coefficienti parziali di sicurezza

I valori dei vari coefficienti sono scelti in base alla destinazione d'uso dei vari solai secondo quanto indicato nella norma. [Norme Tecniche 2018 Tabella 2.5.1].

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.

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:

a_g : accelerazione orizzontale massima del terreno;

F_0 : 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" (C) e dalla "categoria topografica" (T1).

	SLC	SLV	SLD	SLO
Ag [m/s ²]	2,22	1,73	0,68	0,54
F0	2,42	2,39	2,49	2,50
Tc* [s]	0,31	0,30	0,27	0,26
Tr	1462,00	712,00	75,00	45,00

	SLC	SLV	SLD	SLO
Ss	1,37	1,45	1,50	1,50
Tb [s]	0,16	0,16	0,15	0,14
Tc [s]	0,48	0,47	0,44	0,43
Td [s]	2,50	2,31	1,88	1,82

N.	Dir. sisma	Carico sismico proporzionale	Eccentricità [cm]	Livello	Nodo
1	+X	Uniforme	0,0	1	2
2	+X	Forze statiche	0,0	1	2
3	-X	Uniforme	0,0	1	2
4	-X	Forze statiche	0,0	1	2
5	+Y	Uniforme	0,0	1	2
6	+Y	Forze statiche	0,0	1	2
7	-Y	Uniforme	0,0	1	2
8	-Y	Forze statiche	0,0	1	2
9	+X	Uniforme	110,2	1	2
10	+X	Uniforme	-110,2	1	2
11	+X	Forze statiche	110,2	1	2
12	+X	Forze statiche	-110,2	1	2
13	-X	Uniforme	110,2	1	2
14	-X	Uniforme	-110,2	1	2
15	-X	Forze statiche	110,2	1	2
16	-X	Forze statiche	-110,2	1	2
17	+Y	Uniforme	245,7	1	2
18	+Y	Uniforme	-245,7	1	2
19	+Y	Forze statiche	245,7	1	2
20	+Y	Forze statiche	-245,7	1	2
21	-Y	Uniforme	245,7	1	2
22	-Y	Uniforme	-245,7	1	2
23	-Y	Forze statiche	245,7	1	2
24	-Y	Forze statiche	-245,7	1	2

Verifica Sismica Scuola Sole

Valori caratteristici dei carichi statici

A seguito del rilievo strutturale si è ricostruita l'analisi dei carichi del fabbricato:

Copertura in travetti e pignatte H=20+16 cm

(doppio solaio con soprastanti falde in paretine e tavelloni)

Carichi Permanenti

Peso proprio g_1 = 370 daN / m²

Permanenti portati: g_2 = 180 daN / m²

tot. permanenti (g_1+g_2) = 550 daN / m²

Carichi accidentali (neve): = 120 daN / m² ($p_{s0,0}=0.5$ - $p_{s1,1}=0.2$ - $p_{s2,2}=0.0$)

Vento (da applicare nelle verifiche statiche)

- velocità di riferimento:

$$v_b = 25 \text{ m/s}^2$$

- pressione cinetica di riferimento:

$$p_b = 391 \text{ N/m}^2$$

- coeff. esposizione (zona 2, categ. Esposiz. V, $ct=1$):

$$c_e = 1.5$$

sovraccarico caratt. da vento: $p = 0.58 \text{ kN/m}^2$ coeff. Comb: $\Psi_{s2} = 0.0$ $\Psi_{s0} = 0.6$

Copertura porticati in travetti e pignatte H=20 cm

(solaio singolo con soprastanti falde in paretine e tavelloni)

Carichi Permanenti

Peso proprio g_1 = 220 daN / m²

Permanenti portati: g_2 = 180 daN / m²

tot. permanenti (g_1+g_2) = 400 daN / m²

Carichi accidentali (neve): = 120 daN / m² ($p_{s0,0}=0.5$ - $p_{s1,1}=0.2$ - $p_{s2,2}=0.0$)

Neve

- carico caratteristico di neve al suolo (zona I mediterranea; 200 m.s.l.m.): $q_{sk} = 1,5 \text{ kN/m}^2$

- coefficiente di esposizione (esposizione normale): $C_e = 1$

- coefficiente di forma (pendenza > 30°):

$$\mu = 0,8$$

sovraccarico caratt. da neve: $q_s = 1,2 \text{ kN/m}^2$ coeff. Comb: $\Psi_{s2} = 0.0$ $\Psi_{s0} = 0.5$

e) Caratteristiche materiali e dispositivi strutturali di progetto

Non pertinente in quanto si tratta di una verifica tecnica su fabbricato esistente.

f) Criteri di modellazione

La modellazione dell'aggregato strutturale è stata implementata con un software che consente una analisi Statica Non Lineare, per tenere conto delle diverse tipologie di strutture portanti (muratura e Telai c.a.):

- 1) La parte struttura mista è stata studiata con Verifiche Locali sulle singole pareti (analisi cinematiche) e Verifiche Globali sull'intera Unità Strutturale con "Analisi Statiche Non Lineare" (metodo delle Curve di Capacità su telaio equivalente).

f) Criteri di progettazione e modellazione

La presente relazione di calcolo si riferisce alla verifica del miglioramento sismico operato sulle strutture della scuola Sole: in particolare si tratta di un fabbricato in struttura mista con impalcati in latero-cemento, su un solo piano fuori terra.

Il calcolo è stato svolto con un modello teso alla verifica degli spostamenti sugli elementi misti dello "STATO ATTUALE".

La verifica globale del fabbricato viene eseguita costruendo un modello di calcolo che tiene conto dei setti di muratura, dei pilastri e delle travi in c.a. e dei solai in latero-cemento.

Il software utilizzato (3Muri di Sta Data -vedansi riferimenti sottoportati- consente di eseguire una analisi statica non lineare degli edifici in muratura con eventuale presenza di elementi strutturali in cemento armato, acciaio e legno. L'edificio reale viene schematizzato in un telaio tridimensionale equivalente, costituito da maschi murari, architravi, fasce di piano, travi, catene, solai e pilastri. L'analisi statica non lineare consiste nel costruire la curva push-over ("taglio"- "spostamento") dell'intero telaio. Su tale curva vengono quindi eseguite le verifiche:

Verifica Sismica Scuola Sole

Stato limite ultimo - confrontando lo spostamento imposto dal sisma di progetto (Dmax) con lo spostamento massimo consentito dal sistema (Du pari per convenzione all'80% dello spostamento di picco), e verificando anche che q^* (rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento del modello) sia inferiore al valore massimo consentito dalla normativa per la tipologia di fabbricato in esame (convenzionalmente $q_{max} = 3$).

Stato limite di danno - confrontando Dmax di danno con lo spostamento massimo accettabile Dd (il minore tra spostamento corrispondente al valore di picco della resistenza, e spostamento corrispondente al massimo drift¹ di piano consentito dalla normativa al punto 4.11.2 dell'ordinanza 3294/03).

g) Combinazioni di carico

Il fabbricato in muratura è stato calcolato combinando le seguenti condizioni di carico:

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 2018 p.2.5.3].

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

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 2018 Tabella 2.5.1].

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

Soali di piano

No. Floor	Gk1 [daN/m2]	Gk2 [daN/m2]	Qk [daN/m2]	ψ_2	tipologia
1	280	200	200	0,30	1°solaio
2	280	200	200	0,30	1°solaio
3	280	200	200	0,30	1°solaio
4	400	250	400	0,30	scala
7	280	200	200	0,30	1°solaio
9	250	150	100	0,00	sottotetto
10	250	150	100	0,00	sottotetto

Carichi copertura

No. Roof slope	Gk1 [daN/m2]	Gk2 [daN/m2]	Qk [daN/m2]	ψ_2	
1	150	100	120	0,00	falda
2	150	100	120	0,00	falda

¹ Spostamento relativo tra due punti sulla stessa verticale, appartenenti a due piani consecutivi (punto 8.1.5.4 dell'ordinanza 3274/03)

Verifica Sismica Scuola Sole

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 2018 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.

h) Metodi di analisi adottati

Le murature portanti sono state verificate con un'analisi statica non lineare (push-over) con il metodo del telaio equivalente. Si sono eseguite poi delle verifiche locali fuori piano sui setti più snelli del primo piano.

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. 11 gennaio 2018 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.

Per quanto riguarda l'analisi agli elementi finiti, su cui si basa la seconda modellazione strutturale, nasce dalla necessità di approssimare le equazioni differenziali, che governano lo stato di un sistema continuo, con un sistema di equazioni algebriche in un numero finito di incognite. In quest'ottica, la discretizzazione del continuo è il primo passo e consiste nel suddividerlo in sottodomini, detti elementi finiti, e di scegliere dei punti di contatto, detti nodi strutturali, tra elementi contigui o all'interno degli elementi stessi.

Le misure degli spostamenti nodali (metodo degli spostamenti) o delle forze nodali (metodo duale delle forze) sono assunte come incognite del problema e le equazioni algebriche risolventi sono generate impiegando, in generale, un principio variazionale. Impostato così il problema, è evidente che un elemento finito non è che un modello matematico atto a simulare il comportamento della struttura reale e, data la discrezionalità con la quale si procede alla discretizzazione del continuo, è altresì

Verifica Sismica Scuola Sole

evidente che, per una stessa struttura, si possono creare più modelli, ognuno con un proprio grado di affidabilità anche in relazione allo specifico problema in esame. Ad esempio una trave può schematizzarsi con un singolo elemento beam, con più elementi beam in serie ovvero con una mesh di elementi piani o solidi in funzione del tipo di problema studiato (calcolo delle azioni interne, ricerca delle concentrazioni di tensione in corrispondenza degli appoggi, trasferimento del calore, ecc...).

Un elemento finito è "classificabile" in base a:

- la sua geometria (x,y,z);
- il campo di spostamenti che copre (v);
- il legame deformazioni-spostamenti $\epsilon=f(v)$ che adotta;

la legge costitutiva del materiale che è in grado di approssimare $\sigma = g(\epsilon)$.

i) Criteri di verifica agli stati limite indagati

Descrizione del modello di calcolo

La verifica globale del fabbricato viene eseguita costruendo un modello di calcolo che tenga conto dei setti di muratura, dei solai e delle travi previste nel progetto complessivo.

Il software utilizzato (vedansi riferimenti sottoriportati) consente di eseguire una analisi statica non lineare degli edifici in muratura con eventuale presenza di elementi strutturali in cemento armato, acciaio e legno. L'edificio reale viene schematizzato in un telaio tridimensionale equivalente, costituito da maschi murari, architravi, fasce di piano, travi, catene, solai e pilastri. L'analisi statica non lineare consiste nel costruire la curva push-over ("taglio"- "spostamento") dell'intero telaio. Su tale curva vengono quindi eseguite le verifiche:

Stato limite ultimo - confrontando lo spostamento imposto dal sisma di progetto (Dmax) con lo spostamento massimo consentito dal sistema (Du pari per convenzione all'80% dello spostamento di picco), e verificando anche che q^* (rapporto tra forza di risposta elastica e forza di snervamento del modello) sia inferiore al valore massimo consentito dalla normativa per la tipologia di fabbricato in esame (convenzionalmente $q_{max} = 3$).

Stato limite di danno – confrontando Dmax di danno con lo spostamento massimo accettabile Dd (il minore tra spostamento corrispondente al valore di picco della resistenza, e spostamento corrispondente al massimo drift2 di piano consentito dalla normativa al punto 4.11.2 dell'ordinanza 3294/03).

Inquadramento dei risultati

Dal calcolo emerge che le strutture non superano le verifiche nelle combinazioni di carico con sisma in direzione Y (vedasi dettaglio delle verifiche in allegato 1). Questo consente di affermare che le strutture sono carenti nei controventi. Per una analisi sintetica dei risultati si forniscono in appendice gli schemi di deformazione delle pareti per due combinazioni di carico sismico (sisma X e sisma Y), evidenziando i seguenti aspetti:

La curva di "capacità" del modello (detta anche curva di "Push-over") sintetizza la deformazione complessiva del modello, in funzione del taglio alla base del sistema equivalente, fino al collasso.

Gli schemi di deformazione dei maschi murari, con riferimento alla legenda dei colori in ultima pagina, forniscono informazioni sui setti che si plasticizzano (per pressoflessione o per taglio).

Combinazioni di carico

Per gli stati limite Ultimi da indagare si distinguono le seguenti combinazioni di carico:

- Combinazione di carico sismica (SLV):

$$E + G_1 + G_2 + \psi_2 Q_k = 1 \cdot \text{sisma} + 1 \cdot (p.p. + \text{perm.}) + 0,6 \cdot \text{aule} + 0,0 \cdot (\text{neve})$$

- Combinazioni di carico statiche (SLU): $\gamma_1 \times G_1 + \gamma_2 \times G_2 + \gamma_{q1} \times Q_1 + \sum \gamma_{qj} \times \psi_{02j} \times Q_j$

$$1) \quad 1.3(\text{peso proprio}) + 1.5(\text{perm.}) + 1.50(\text{aule}) + 0.75(\text{neve})$$

$$2) \quad 1.3(\text{peso proprio}) + 1.5(\text{perm.}) + 1.05(\text{aule}) + 1,50(\text{neve})$$

h) Metodi di analisi adottati

Per la verifica delle strutture si è fatto ricorso ad una analisi lineare agli elementi finiti.

Il metodo degli elementi finiti, su cui si basa la modellazione strutturale, nasce dalla necessità di approssimare le equazioni differenziali, che governano lo stato di un sistema continuo, con un sistema di equazioni algebriche in un numero finito di incognite. In quest'ottica, la discretizzazione del continuo è il primo passo e consiste nel suddividerlo in sottodomini, detti elementi finiti, e di scegliere dei punti di contatto, detti nodi strutturali, tra elementi contigui o all'interno degli elementi stessi. Le misure degli spostamenti nodali (metodo degli spostamenti) o delle forze nodali (metodo duale delle forze) sono assunte come incognite del problema e le equazioni algebriche risolventi sono generate impiegando, in generale, un principio variazionale. Impostato così il problema, è evidente che un elemento finito non è che un modello matematico atto a simulare il comportamento della struttura reale e, data la discrezionalità con la quale si procede alla discretizzazione del continuo, è altresì

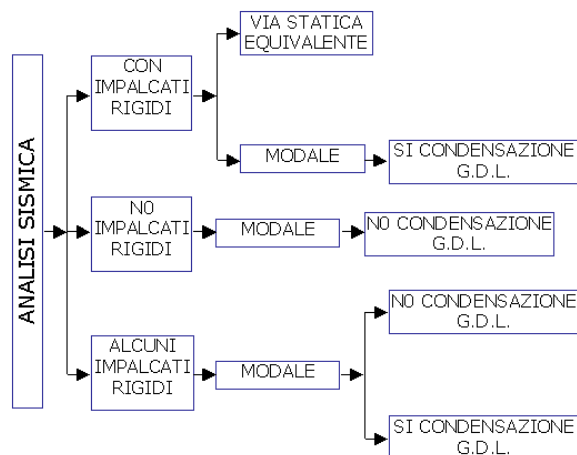
Verifica Sismica Scuola Sole

evidente che, per una stessa struttura, si possono creare più modelli, ognuno con un proprio grado di affidabilità anche in relazione allo specifico problema in esame.

L'analisi condotta in questa progettazione è di tipo Lineare modale con condensazione dei gradi di libertà.

L'edificio per la sua forma regolare e compatta può essere considerato regolare in pianta ma irregolare in altezza.

Il calcolo è stato svolto in due parti: un primo modello realizzato in campo elastico agli elementi finiti, teso alla progettazione degli elementi in calcestruzzo eseguendo un'analisi modale lineare con pilastri incastrati alla base, ed una seconda parte con lo scopo di verificare e progettare le strutture di fondazione implementando sulle stesse le azioni che derivano dalla strutture soprastanti ed eseguendo una verifica statica (le azioni trasmesse hanno già la componente dinamica).



Lo stato limite che verrà indagato è quello di Salvaguardia della Vita (S.L.V.).

j) Sollecitazioni, deformate ed accettabilità dei risultati

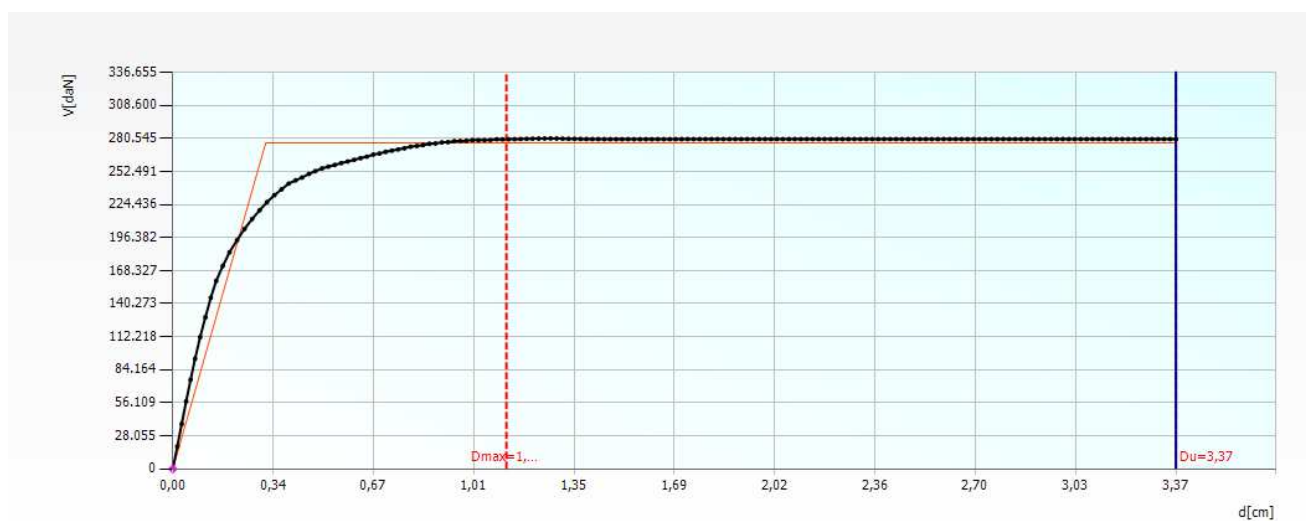
Dettaglio verifiche

N.	Dir. sisma	Car. sismico prop.	Ecc. [cm]	α SLV
1	+X	Uniforme	0,0	2,013
2	+X	Forze statiche	0,0	2,013
3	-X	Uniforme	0,0	1,767
4	-X	Forze statiche	0,0	1,767
5	+Y	Uniforme	0,0	1,023
6	+Y	Forze statiche	0,0	1,023
7	-Y	Uniforme	0,0	0,913
8	-Y	Forze statiche	0,0	0,913
9	+X	Uniforme	110,2	2,026
10	+X	Uniforme	-110,2	2,001
11	+X	Forze statiche	110,2	2,026
12	+X	Forze statiche	-110,2	2,001
13	-X	Uniforme	110,2	1,776
14	-X	Uniforme	-110,2	1,759
15	-X	Forze statiche	110,2	1,776
16	-X	Forze statiche	-110,2	1,759
17	+Y	Uniforme	245,7	0,988
18	+Y	Uniforme	-245,7	1,054
19	+Y	Forze statiche	245,7	0,988
20	+Y	Forze statiche	-245,7	1,054
21	-Y	Uniforme	245,7	0,903
22	-Y	Uniforme	-245,7	0,908
23	-Y	Forze statiche	245,7	0,903
24	-Y	Forze statiche	-245,7	0,908

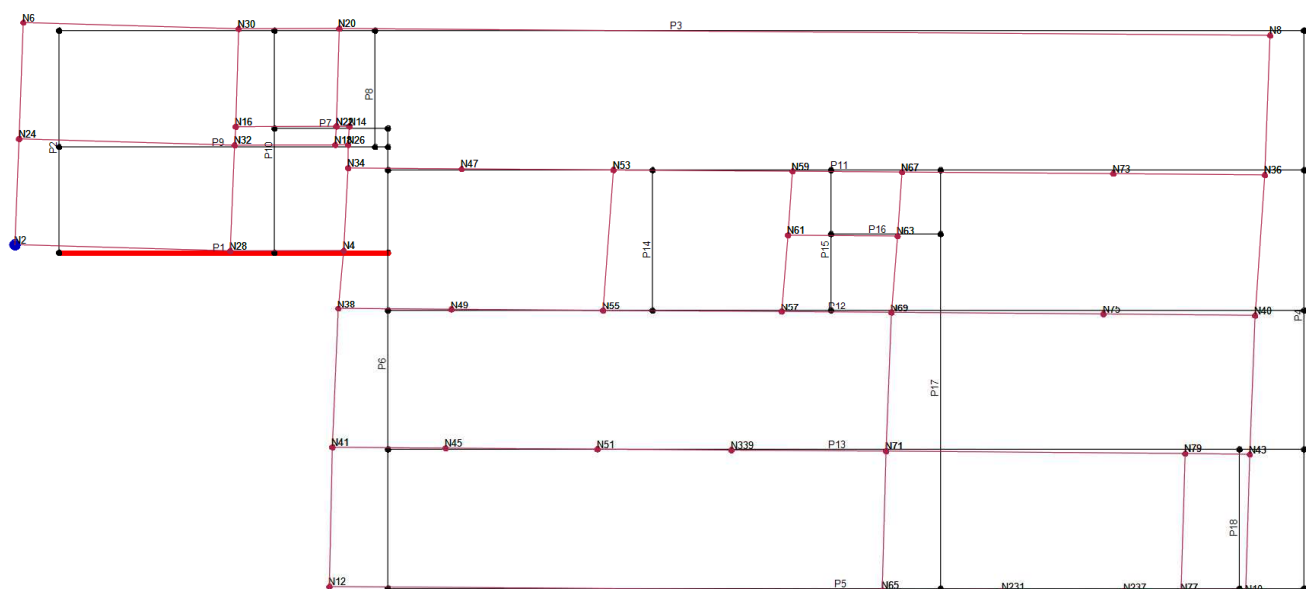
Il modello non riesce a superare le verifiche SLV in 8 su 24 combinazioni di carico (α u x min= 1,7; α u y min= 0.903). Le carenze murarie sono evidenziate nella direzione Y (che effettivamente è carente di controventi).

Verifica Sismica Scuola Sole

SISMA X

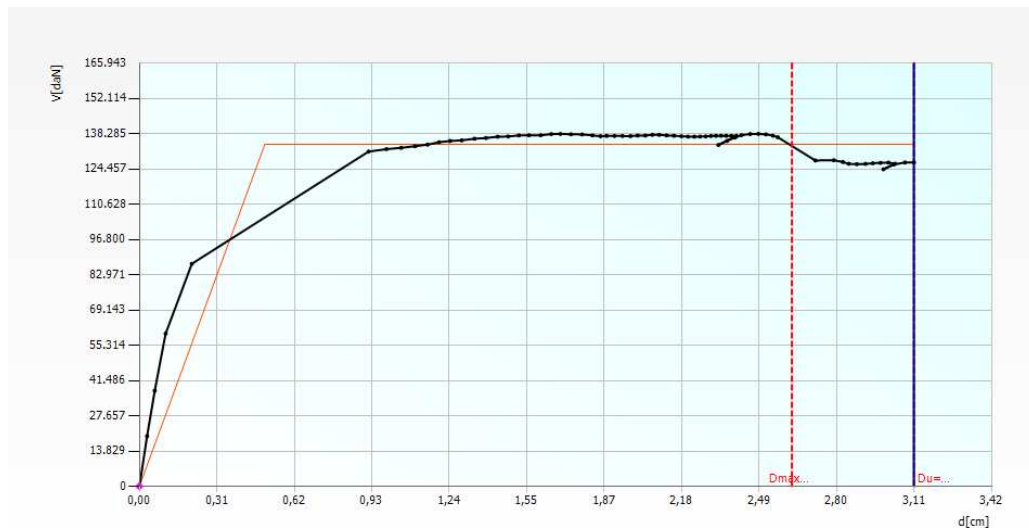


COMB.16. CURVA DI CAPACITÀ CON SISMA -X



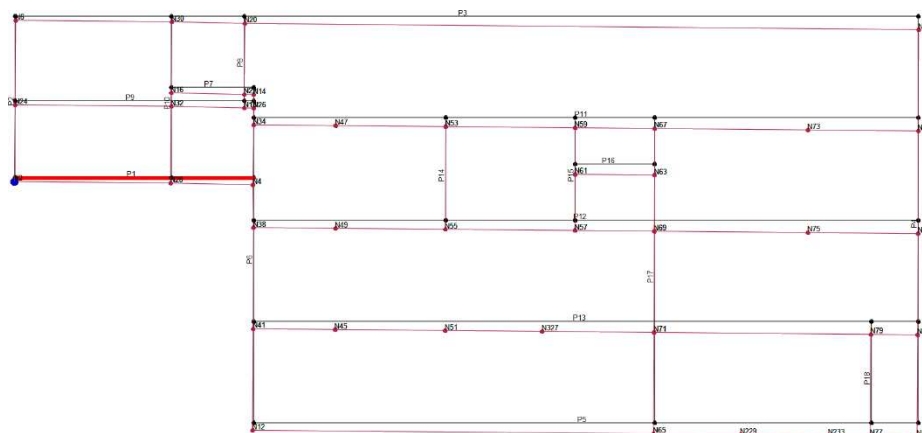
COMB.16. DEFORMATA IN PIANTA CON SISMA -X

SISMA IN DIREZIONE -Y



COMB.23. CURVA CAPACITÀ SISMA -Y

Verifica Sismica Scuola Sole



COMB.23. DEFORMATA IN PIANTA

k) Affidabilità del codice di calcolo

Per la verifica globale delle strutture in muratura si è adottato un codice di calcolo "non lineare" con metodo del telaio equicalente, implementato in collaborazione dall'università di Genova (prof. Lagomarsino) con la società Sta Data di Torino nel software commerciale "3muri", che ha fornito apposito manuale di validazione.

l) Quadro fessurativo/deformativo

Non si sono rilevati danneggiamenti e/o deformazioni dovuti ai movimenti sismici del maggio 2012.

In corrispondenza dei nuovi tamponamenti che hanno chiuso il vecchio porticato di rilevano delle fessurazioni collegate a piccoli cedimenti differenziali nelle fondazioni; infatti dai documenti del progetto originario si evince che le fondazioni originarie sono posate in profondità per superare lo strato superficiale di riporto, mentre il tamponamento del porticato aggiunto di recente è stato fondato con un cordolo più superficiale.

m) Livelli di conoscenza

Sulla base degli approfondimenti effettuati nelle fasi conoscitive sopra riportate, si sono individuati i "livelli di conoscenza" dei diversi parametri coinvolti nel modello (geometria, dettagli costruttivi e materiali), e definiti i correlati fattori di confidenza, utilizzati come ulteriori coefficienti parziali di sicurezza che tengono conto delle carenze nella conoscenza dei parametri del modello.

Ai fini della scelta del tipo di analisi e dei valori dei fattori di confidenza, richiamati in C8.7.2.1, si distinguono i tre livelli di conoscenza seguenti:

- LC1: Conoscenza Limitata;
- LC2: Conoscenza Adeguata;
- LC3: Conoscenza Accurata.

Gli aspetti che definiscono i livelli di conoscenza sono:

- geometria, ossia le caratteristiche geometriche degli elementi strutturali,
- dettagli strutturali, ossia la quantità e disposizione delle armature, compreso il passo delle staffe e la loro chiusura, per il c.a., i collegamenti tra elementi strutturali diversi, la consistenza degli elementi non strutturali collaboranti, i materiali, ossia le proprietà meccaniche dei materiali.

Il livello di conoscenza acquisito determina il metodo di analisi e i fattori di confidenza da applicare alle proprietà dei materiali.

Nel caso in esame si assume di aver raggiunto un livello LC2 e di conseguenza si adatterà un Fattore di Confidenza $FC= 1.2$

n) Parametri di calcolo

Per la definizione dei parametri di calcolo si applicherà il D.M. D.M. 14.01.2008, con le "istruzioni applicative" di cui alla circolare C.S.LL.PP. n. 617 del 2 febbraio 2009.

Questo comporta di definire i seguenti parametri per arrivare ad individuare lo spettro elastico di accelerazione sismica al suolo:

- Vita nominale del fabbricato = 50 anni
- Classe d'uso = III (edifici soggetti a grandi affollamenti, infrastrutture importanti)

Verifica Sismica Scuola Sole

Con le coordinate geografiche di Reggio Emilia (longitud.= 10,3905, latitud.= 44.4111) si ottengono i seguenti coefficienti della forma spettrale:

	SLV
Ag [m/s ²]	1,73
F0	2,39
Tc* [s]	0,30
Tr	712,00

	SLV
Ss	1,45
Tb [s]	0,16
Tc [s]	0,47
Td [s]	2,31

Caratteristiche meccaniche muratura

Con riferimento alla tabella C8A.2.1 contenuta nell'appendice C8A2 della Circolare M.I.T. n. 617 del 2 febbraio 2009 (istruzioni per l'applicazione del D.M. 14/01/2008), si possono definire le caratteristiche meccaniche della muratura presente (sia quella originaria sia quella dell'ampliamento):

muratura semipiena e malta bastarda:

Muratura di mattoni semipieni e malta bastarda	f _m (N/cm ²)	Tau ₀ (N/cm ²)	E (N/mm ²)	G (N/mm ²)	γ KN/m ³
Valori medi del range	500	24	6000	1500	12
Fattore confidenza (:1.20)	:1.2	:1.2	:1.2	:1.2	
Valori nel modello	416	20	5000	1250	12

o) Analisi storico critica

Ai fini di una corretta individuazione del sistema strutturale esistente e del suo stato di sollecitazione è importante ricostruire il processo di realizzazione e le successive modificazioni subite nel tempo dal manufatto, nonché gli eventi che lo hanno interessato. Si è raccolta tutta la documentazione del progetto strutturale depositata all'ufficio tecnico del Comune di Reggio Emilia nel 1975, unitamente anche al progetto architettonico.

Il fabbricato originale risale al 1975 ed è stato costruito in muratura portante con telai in c.a. in corrispondenza dei porticati e delle parti interne, l'edificio non ha subito modifiche dalla sua costruzione ad oggi, se non quando vi è stata la chiusura del porticato posto sul lato sud ovest del fabbricato e qualche modifica ad alcune finestre.

Verifica Sismica Scuola Sole

Risultati delle elaborazioni e valutazione della sicurezza

A - Indicatore sintetico del rischio di collasso

Per rendere la lettura dei risultati omogenea a livello regionale tutte le verifiche forniscono al termine un "indicatore di rischio", $\alpha V = PGADS V / a_g \text{ Rif}$

Rapporto tra l'accelerazione sismica che produce la crisi della struttura, e l'accelerazione del sisma di progetto SLV (Stato Limite di Salvaguardia della Vita; PGADS V :accelerazione stimata di danno severo).

Calcolando tale coefficiente per ogni verifica effettuata si riesce a quantificare in maniera intuitiva il livello di vulnerabilità del meccanismo di collasso indagato.

A1 – Verifiche globali

Dalle verifiche sismiche effettuate sulle murature in campo Statico Non Lineare si ottiene che le strutture non superano le verifiche SLV in 10 combinazioni di carico sulle 24 previste:

- **Sisma X $\alpha_{vmin} = 1,7$**
- **Sisma Y $\alpha_{vmin} = 0,9$**

A2 – Verifiche Locali

Dalle verifiche statiche sulle murature in campo Statico si ottiene che le strutture superano le verifiche SLU. Così come anche le verifiche sismiche a Pressoflessione fuori piano hanno fornito risultati positivi.

B - Valutazioni qualitative

Al termine dei rilievi, i principali punti di attenzione, individuati nel fabbricato in base alla sensibilità strutturale acquisita, sono i seguenti:

- Mancanza di controventi trasversali – la assenza di pareti intermedie nella pianta allungata della scuola giustifica la debolezza calcolata in direzione Y.
- I nuovi tamponamenti hanno le fondazioni troppo superficiali. Questo giustifica le lesioni rilevate in corrispondenza delle nuove pareti in laterizio costruite per delimitare la centrale termica.

C - Conclusioni

Al termine dei sopralluoghi e dei calcoli effettuati si deve concludere che le strutture della Scuola Sole presentano livelli di resistenza alle azioni sismiche di poco inferiori ai livelli previsti dalle nuove Norme Tecniche 2018 per il sito di costruzione; tuttavia i livelli di sicurezza raggiunti sono tali da non richiedere interventi urgenti.

D - Ipotesi di intervento

Interventi consigliati da effettuarsi in una prima fase

Indipendentemente dagli aspetti legati alla resistenza complessiva della struttura nei confronti delle azioni sismiche, comunque garantita prevalentemente dai maschi murari, visto che le prove sui calcestruzzi hanno evidenziato caratteristiche del materiale non particolarmente performanti, di cui si è tenuto conto nella verifica, si consiglia di mettere in atto un'estensione della campagna di indagine mediante prove di pull-out su tutti i pilastri. Una volta acquisito il quadro generale, si potrà valutare nel dettaglio la necessità o meno di intervenire e la tipologia di intervento da effettuarsi, ad esempio una cerchiatura dei pilastri con materiale fibrorinforzato.

Interventi consigliati programmabili

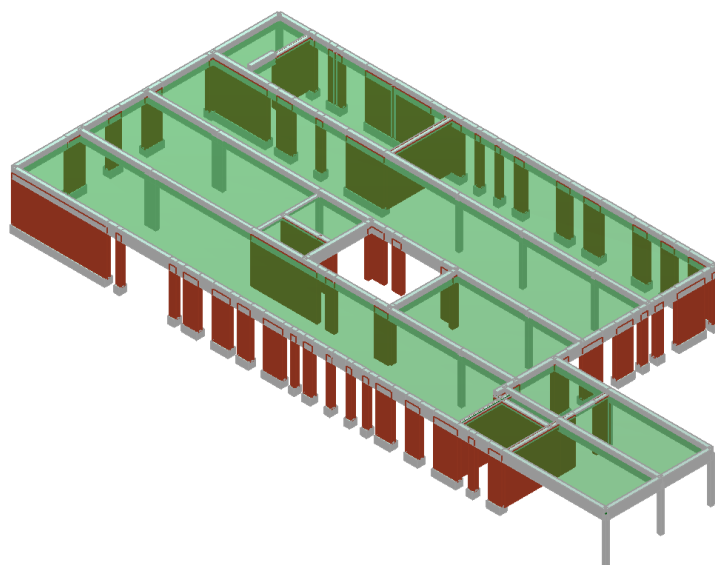
In caso di ristrutturazioni si consiglia di valutare l'opportunità di inserire ulteriori maschi murari in direzione Y o comunque di incrementare la rigidità della struttura in tale direzione, per renderla rispondente alle azioni previste dalla normativa vigente in ipotesi di adeguamento sismico. Sempre in caso di futuri interventi si suggerisce di valutare la sistemazione locale del quadro fessurativo sui nuovi tamponamenti legati all'ampliamento, con interventi che potranno riguardare il consolidamento delle fondazioni e/o l'alleggerimento delle strutture di tamponamento.

ALLEGATI

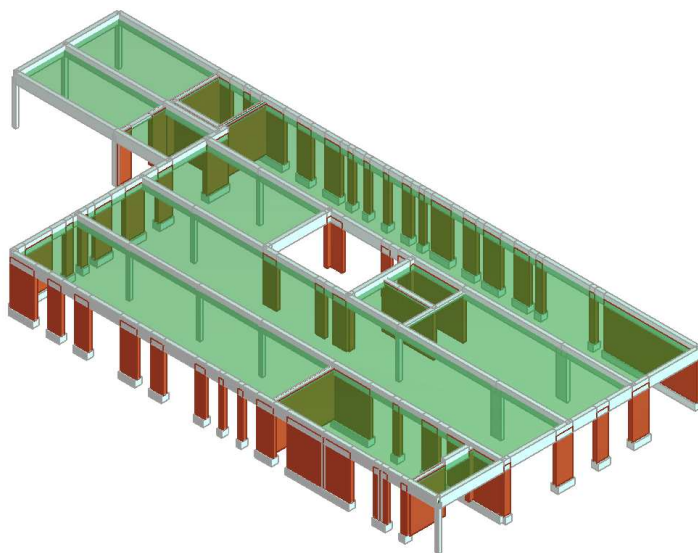
1. Verifica Statica e Sismica Murature.
2. Sintesi dei risultati e valutazione della Sicurezza
3. Indagini specialistiche sui materiali.
4. Indagine Geologica

Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture

Allegato 1 – INPUT-OUTPUT Modello di calcolo Scuola Sole



Vista 3D



Vista 3D (2)

Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture

*Descrizione del modello**Materiali**Muratura*

Nome	E [N/mm ²]	G [N/mm ²]	Peso specifico [kN/m ³]	f _m [N/cm ²]	τ f _{vm0} [N/cm ²]
Muratura	4.550,00	1.137,50	15	541,67	23,33
Nuovo	4.500,00	1.350,00	12	416,67	29,17

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]
C20/25	29.962,00	12.484,00	25	28,0	20,00

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]
Fe B 44k	206.000,00	79.231,00	79	484,0	450,00

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.

Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture

*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]
88	3	Muratura	-	370	370,0	28,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	78,0
92	3	Muratura	-	370	370,0	28,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	78,0
96	3	Muratura	-	370	370,0	28,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	78,0
100	3	Muratura	-	370	370,0	28,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	78,0
104	3	Muratura	-	370	370,0	28,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	78,0
108	3	Muratura	-	370	370,0	28,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	78,0
112	3	Muratura	-	370	370,0	28,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	78,0
116	3	Muratura	-	370	370,0	28,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	78,0
120	3	Muratura	-	370	370,0	28,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	78,0
124	3	Muratura	-	370	370,0	28,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	78,0
128	3	Muratura	-	370	370,0	28,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	78,0
132	3	Muratura	-	370	370,0	28,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	78,0
136	3	Muratura	-	370	370,0	28,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	78,0
140	3	Muratura	-	370	370,0	28,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	78,0
144	3	Muratura	-	370	370,0	28,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	78,0
148	3	Muratura	-	370	370,0	28,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	78,0
151	3	Muratura	-	370	370,0	28,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	78,0
155	4	Muratura	-	370	370,0	28,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	78,0
159	4	Muratura	-	370	370,0	28,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	78,0
163	4	Muratura	-	370	370,0	28,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	78,0
284	4	Muratura	-	370	370,0	28,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	78,0
185	5	Muratura	-	370	370,0	28,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	78,0
189	5	Muratura	-	370	370,0	28,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	78,0
193	5	Muratura	-	370	370,0	28,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	78,0
197	5	Muratura	-	370	370,0	28,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	78,0
201	5	Muratura	-	370	370,0	28,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	78,0
205	5	Muratura	-	370	370,0	28,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	78,0
209	5	Muratura	-	370	370,0	28,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	78,0
210	5	Muratura	-	370	370,0	28,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	78,0
328	5	Muratura	-	370	370,0	28,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	78,0
339	5	Nuovo	-	370	370,0	25,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	78,0
340	5	Muratura	-	370	370,0	25,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	78,0
212	6	Muratura	-	370	370,0	28,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	78,0
216	6	Muratura	-	370	370,0	28,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	78,0
220	6	Muratura	-	370	370,0	28,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	78,0
224	6	Muratura	-	370	370,0	28,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	78,0
228	6	Muratura	-	370	370,0	28,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	78,0
234	6	Muratura	-	370	370,0	28,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	78,0
282	6	Muratura	-	370	370,0	28,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	78,0
285	6	Muratura	-	370	370,0	28,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	78,0
13	7	Muratura	-	370	370,0	28,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	20,0
15	8	Muratura	-	370	370,0	28,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	20,0
236	10	Muratura	-	370	370,0	28,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	20,0
242	10	Muratura	-	370	370,0	28,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	20,0
243	10	Muratura	-	370	370,0	28,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	20,0

Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture

246	11	Muratura	-	370	370,0	28,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	78,0
250	11	Muratura	-	370	370,0	28,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	78,0
291	11	Muratura	-	370	370,0	28,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	78,0
265	12	Muratura	-	370	370,0	28,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	78,0
266	12	Muratura	-	370	370,0	28,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	78,0
287	12	Muratura	-	370	370,0	28,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	78,0
305	13	Muratura	-	370	370,0	28,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	78,0
309	13	Muratura	-	370	370,0	28,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	78,0
313	13	Muratura	-	370	370,0	28,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	78,0
330	13	Muratura	-	370	370,0	28,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	78,0
331	13	Nuovo	-	370	370,0	25,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	78,0
268	15	Muratura	-	370	370,0	28,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	78,0
271	15	Muratura	-	370	370,0	28,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	78,0
255	16	Muratura	-	370	370,0	28,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	78,0
258	16	Muratura	-	370	370,0	28,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	78,0
256	17	Muratura	-	370	370,0	28,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	20,0
257	17	Muratura	-	370	370,0	28,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	20,0
43	18	Muratura	-	370	370,0	28,0	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	78,0
334	20	Nuovo	-	370	370,0	25,0	C20/25	Fe B 44 k	370	25,0	20,0
337	20	Nuovo	-	370	370,0	25,0	C20/25	Fe B 44 k	370	25,0	20,0

Pannello + Cordolo C.A. (2)

N.	Parete	Area [cm ²]	J [cm ⁴]	Af intrad. [cm ²]	Af estrad. [cm ²]	N. barre intrad.	N. barre Estrad.	Copriferro [cm]	Passo staffe [cm]	Area staffe [cm ²]	Porzione deformabile
88	3	2.184,00	1.107.288,00	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05	0,50
92	3	2.184,00	1.107.288,00	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05	0,50
96	3	2.184,00	1.107.288,00	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05	0,50
100	3	2.184,00	1.107.288,00	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05	0,50
104	3	2.184,00	1.107.288,00	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05	0,50
108	3	2.184,00	1.107.288,00	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05	0,50
112	3	2.184,00	1.107.288,00	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05	0,50
116	3	2.184,00	1.107.288,00	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05	0,50
120	3	2.184,00	1.107.288,00	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05	0,50
124	3	2.184,00	1.107.288,00	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05	0,50
128	3	2.184,00	1.107.288,00	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05	0,50
132	3	2.184,00	1.107.288,00	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05	0,50
136	3	2.184,00	1.107.288,00	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05	0,50
140	3	2.184,00	1.107.288,00	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05	0,50
144	3	2.184,00	1.107.288,00	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05	0,50
148	3	2.184,00	1.107.288,00	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05	0,50
151	3	2.184,00	1.107.288,00	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05	0,50
155	4	2.184,00	1.107.288,00	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05	0,50
159	4	2.184,00	1.107.288,00	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05	0,50
163	4	2.184,00	1.107.288,00	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05	0,50
284	4	2.184,00	1.107.288,00	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05	0,50
185	5	2.184,00	1.107.288,00	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05	0,50
189	5	2.184,00	1.107.288,00	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05	0,50
193	5	2.184,00	1.107.288,00	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05	0,50
197	5	2.184,00	1.107.288,00	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05	0,50
201	5	2.184,00	1.107.288,00	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05	0,50
205	5	2.184,00	1.107.288,00	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05	0,50
209	5	2.184,00	1.107.288,00	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05	0,50
210	5	2.184,00	1.107.288,00	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05	0,50
328	5	2.184,00	1.107.288,00	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05	0,50
339	5	2.184,00	1.107.288,00	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05	0,00

Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture

340	5	2.184,00	1.107.288,00	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05	0,00
212	6	2.184,00	1.107.288,00	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05	0,50
216	6	2.184,00	1.107.288,00	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05	0,50
220	6	2.184,00	1.107.288,00	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05	0,50
224	6	2.184,00	1.107.288,00	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05	0,50
228	6	2.184,00	1.107.288,00	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05	0,50
234	6	2.184,00	1.107.288,00	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05	0,50
282	6	2.184,00	1.107.288,00	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05	0,50
285	6	2.184,00	1.107.288,00	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05	0,50
13	7	560,00	18.666,67	4,00	4,00	2	2	2,5	25	10,05	0,50
15	8	560,00	18.666,67	4,00	4,00	2	2	2,5	25	10,05	0,50
236	10	560,00	18.666,67	4,00	4,00	2	2	2,5	25	10,05	0,50
242	10	560,00	18.666,67	4,00	4,00	2	2	2,5	25	10,05	0,50
243	10	560,00	18.666,67	4,00	4,00	2	2	2,5	25	10,05	0,50
246	11	2.184,00	1.107.288,00	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05	0,00
250	11	2.184,00	1.107.288,00	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05	0,00
291	11	2.184,00	1.107.288,00	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05	0,00
265	12	2.184,00	1.107.288,00	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05	0,00
266	12	2.184,00	1.107.288,00	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05	0,00
287	12	2.184,00	1.107.288,00	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05	0,00
305	13	2.184,00	1.107.288,00	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05	0,50
309	13	2.184,00	1.107.288,00	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05	0,50
313	13	2.184,00	1.107.288,00	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05	0,50
330	13	2.184,00	1.107.288,00	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05	0,50
331	13	2.184,00	1.107.288,00	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05	0,00
268	15	2.184,00	1.107.288,00	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05	0,00
271	15	2.184,00	1.107.288,00	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05	0,00
255	16	2.184,00	1.107.288,00	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05	0,00
258	16	2.184,00	1.107.288,00	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05	0,00
256	17	560,00	18.666,67	4,00	4,00	2	2	2,5	20	10,05	0,50
257	17	560,00	18.666,67	4,00	4,00	2	2	2,5	20	10,05	0,50
43	18	2.184,00	1.107.288,00	4,00	4,00	2	2	2,5	25	10,05	0,50
334	20	500,00	16.666,67	4,00	4,00	2	2	2,5	20	10,05	0,50
337	20	500,00	16.666,67	4,00	4,00	2	2	2,5	20	10,05	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 [cm ⁴]
55	1	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
56	1	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
51	2	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
52	2	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
86	3	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
90	3	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
94	3	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
98	3	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
102	3	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
106	3	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
110	3	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
114	3	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
118	3	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
122	3	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
126	3	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00

Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture

130	3	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
134	3	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
138	3	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
142	3	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
146	3	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
150	3	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
153	4	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
157	4	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
161	4	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
165	4	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
283	4	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
183	5	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
187	5	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
191	5	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
195	5	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
199	5	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
203	5	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
207	5	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
211	5	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
326	5	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
338	5	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
341	5	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
214	6	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
218	6	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
222	6	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
226	6	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
230	6	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
281	6	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
286	6	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
240	9	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
241	9	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
238	10	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	20,0	18.666,67
58	11	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
244	11	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
248	11	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
252	11	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
295	11	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
296	11	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
66	12	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
67	12	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
263	12	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
267	12	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
288	12	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
303	12	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
304	12	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
61	13	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
69	13	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
77	13	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
78	13	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
307	13	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
311	13	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
315	13	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
270	15	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
259	16	C20/25	Fe B 44 k	370	370	28,0	78,0	1.107.288,00
289	18	C20/25	Fe B 44 k	370	370	24,0	20,0	16.000,00
336	20	C20/25	Fe B 44 k	370	370	25,0	20,0	16.666,67

Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture

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]
55	1	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
56	1	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
51	2	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
52	2	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
86	3	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
90	3	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
94	3	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
98	3	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
102	3	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
106	3	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
110	3	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
114	3	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
118	3	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
122	3	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
126	3	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
130	3	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
134	3	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
138	3	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
142	3	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
146	3	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
150	3	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
153	4	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
157	4	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
161	4	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
165	4	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
283	4	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
183	5	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
187	5	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
191	5	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
195	5	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
199	5	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
203	5	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
207	5	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
211	5	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
326	5	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
338	5	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
341	5	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
214	6	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
218	6	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
222	6	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
226	6	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
230	6	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
281	6	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
286	6	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
240	9	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
241	9	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
238	10	4,00	4,00	2	2	2,5	20	10,05
58	11	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
244	11	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
248	11	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
252	11	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
295	11	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05

Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture

296	11	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
66	12	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
67	12	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
263	12	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
267	12	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
288	12	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
303	12	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
304	12	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
61	13	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
69	13	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
77	13	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
78	13	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
307	13	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
311	13	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
315	13	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
270	15	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
259	16	6,00	6,00	3	3	2,5	20	10,05
289	18	2,00	2,00	2	2	2,5	20	5,65
336	20	4,00	4,00	2	2	2,5	20	10,05

Pilastro C.A. (1)

N.	Materiale calcestruzzo	Materiale acciaio	Quota [cm]	Base sezione [cm]	Altezza sezione [cm]	Area [cm ²]	Angolo [°]	Altezza [cm]
50	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	28,0	784,00	0	370,0
53	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	28,0	784,00	0	370,0
54	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	28,0	784,00	0	370,0
57	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	28,0	784,00	0	370,0
60	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	28,0	784,00	0	370,0
63	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	28,0	784,00	0	370,0
68	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	28,0	784,00	0	370,0
71	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	28,0	784,00	0	370,0
76	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	28,0	784,00	0	370,0
83	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	28,0	784,00	0	370,0
84	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	28,0	784,00	0	370,0
85	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	28,0	784,00	0	370,0
280	C20/25	Fe B 44 k	370	28,0	28,0	784,00	0	370,0
297	C20/25	Fe B 44 k	370	88,0	28,0	2.464,00	0	370,0
302	C20/25	Fe B 44 k	370	88,0	28,0	2.464,00	0	370,0

Pilastro C.A. (2)

N.	Af lato b [cm ²]	Af lato h [cm ²]	N. barre lato b	N. barre lato h	Copriferro [cm]	Passo staffe [cm]	Area staffe [cm ²]
50	4,00	4,00	2	2	2,5	25	10,05
53	4,00	4,00	2	2	2,5	25	10,05
54	4,00	4,00	2	2	2,5	25	10,05
57	4,00	4,00	2	2	2,5	25	10,05
60	4,00	4,00	2	2	2,5	25	10,05
63	4,00	4,00	2	2	2,5	25	10,05

Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture

68	4,00	4,00	2	2	2,5	25	10,05
71	4,00	4,00	2	2	2,5	25	10,05
76	4,00	4,00	2	2	2,5	25	10,05
83	4,00	4,00	2	2	2,5	25	10,05
84	4,00	4,00	2	2	2,5	25	10,05
85	4,00	4,00	2	2	2,5	25	10,05
280	4,00	4,00	2	2	2,5	25	10,05
297	10,00	4,00	5	2	2,5	25	20,11
302	10,00	4,00	5	2	2,5	25	20,11

Solaio

N.	Quota [cm]	Spessore [cm]	G [N/mm2]	Ex [N/mm2]	Ey [N/mm2]	Scarico masse	Tipo
2	370	4,0	1.000,00	42.750,00	0,00	Monodirezionale	Latero cemento
3	370	4,0	1.000,00	42.750,00	0,00	Monodirezionale	Latero cemento
4	370	4,0	1.000,00	42.750,00	0,00	Monodirezionale	Latero cemento
5	370	4,0	1.000,00	42.750,00	0,00	Monodirezionale	Latero cemento
6	370	4,0	1.000,00	42.750,00	0,00	Monodirezionale	Latero cemento
7	370	4,0	1.000,00	42.750,00	0,00	Monodirezionale	Latero cemento
8	370	4,0	1.000,00	42.750,00	0,00	Monodirezionale	Latero cemento

Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture

*Telaio equivalente**Parete : 1**Nodi 3D*

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
1	-1.298	1.330	0	0
27	-448	1.330	0	0
3	0	1.330	0	0
2	-1.298	1.330	370	1
28	-448	1.330	370	1
4	0	1.330	370	1

*Parete : 2**Nodi 3D*

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
1	-1.298	1.330	0	0
23	-1.298	1.746	0	0
5	-1.298	2.204	0	0
2	-1.298	1.330	370	1
24	-1.298	1.746	370	1
6	-1.298	2.204	370	1

*Parete : 3**Nodi 3D*

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
5	-1.298	2.204	0	0
29	-448	2.204	0	0
19	-51	2.204	0	0
7	3.616	2.204	0	0
6	-1.298	2.204	370	1
30	-448	2.204	370	1
20	-51	2.204	370	1
8	3.616	2.204	370	1

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
144	904	0	0
80	958	0	0
82	1.075	0	0
146	1.100	0	0
84	1.126	0	0

Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture

86	1.216	0	0
88	1.413	0	0
90	1.530	0	0
148	1.587	0	0
92	1.644	0	0
94	1.761	0	0
150	1.826	0	0
96	1.891	0	0
98	1.956	0	0
152	1.980	0	0
100	2.003	0	0
102	2.093	0	0
154	2.117	0	0
104	2.141	0	0
106	2.258	0	0
156	2.281	0	0
108	2.304	0	0
110	2.421	0	0
158	2.457	0	0
112	2.492	0	0
114	2.558	0	0
160	2.580	0	0
116	2.601	0	0
118	2.666	0	0
162	2.747	0	0
120	2.828	0	0
122	2.935	0	0
164	2.988	0	0
124	3.040	0	0
126	3.105	0	0
166	3.177	0	0
128	3.248	0	0
130	3.365	0	0
168	3.428	0	0
132	3.491	0	0
134	3.551	0	0
170	3.579	0	0
136	3.606	0	0
138	4.006	0	0
172	4.028	0	0
140	4.049	0	0
142	4.126	0	0
174	4.520	0	0
145	904	370	1
81	958	370	1
83	1.075	370	1
147	1.100	370	1
85	1.126	370	1
87	1.216	370	1
89	1.413	370	1
91	1.530	370	1
149	1.587	370	1
93	1.644	370	1
95	1.761	370	1
151	1.826	370	1
97	1.891	370	1

Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture

99	1.956	370	1
153	1.980	370	1
101	2.003	370	1
103	2.093	370	1
155	2.117	370	1
105	2.141	370	1
107	2.258	370	1
157	2.281	370	1
109	2.304	370	1
111	2.421	370	1
159	2.457	370	1
113	2.492	370	1
115	2.558	370	1
161	2.580	370	1
117	2.601	370	1
119	2.666	370	1
163	2.747	370	1
121	2.828	370	1
123	2.935	370	1
165	2.988	370	1
125	3.040	370	1
127	3.105	370	1
167	3.177	370	1
129	3.248	370	1
131	3.365	370	1
169	3.428	370	1
133	3.491	370	1
135	3.551	370	1
171	3.579	370	1
137	3.606	370	1
139	4.006	370	1
173	4.028	370	1
141	4.049	370	1
143	4.126	370	1
175	4.520	370	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
1	Muratura	-	28,0	108,0	370,0	904	185	144	145
2	Muratura	-	28,0	51,0	370,0	1.100	185	146	147
3	Muratura	-	28,0	197,0	370,0	1.315	185	19	20
4	Muratura	-	28,0	114,0	370,0	1.587	185	148	149
5	Muratura	-	28,0	130,0	370,0	1.826	185	150	151
6	Muratura	-	28,0	47,0	370,0	1.980	185	152	153
7	Muratura	-	28,0	48,0	370,0	2.117	185	154	155
8	Muratura	-	28,0	46,0	370,0	2.281	185	156	157
9	Muratura	-	28,0	71,0	370,0	2.457	185	158	159
10	Muratura	-	28,0	43,0	370,0	2.580	185	160	161
11	Muratura	-	28,0	162,0	370,0	2.747	185	162	163
12	Muratura	-	28,0	105,0	370,0	2.988	185	164	165
13	Muratura	-	28,0	143,0	370,0	3.177	185	166	167
14	Muratura	-	28,0	126,0	370,0	3.428	185	168	169

Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture

15	Muratura	-	28,0	55,0	370,0	3.579	185	170	171
16	Muratura	-	28,0	43,0	370,0	4.028	185	172	173
17	Muratura	-	28,0	788,0	370,0	4.520	185	174	175

Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture

Parete : 4

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
9	3.616	0	0	0
42	3.616	550	0	0
39	3.616	1.099	0	0
35	3.616	1.655	0	0
7	3.616	2.204	0	0
10	3.616	0	370	1
43	3.616	550	370	1
40	3.616	1.099	370	1
36	3.616	1.655	370	1
8	3.616	2.204	370	1

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
176	538	0	0
178	594	0	0
180	984	0	0
182	1.126	0	0
184	1.325	0	0
192	1.377	0	0
186	1.428	0	0
188	1.627	0	0
190	1.770	0	0
177	538	370	1
179	594	370	1
181	984	370	1
183	1.126	370	1
185	1.325	370	1
193	1.377	370	1
187	1.428	370	1
189	1.627	370	1
191	1.770	370	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
18	Muratura	-	28,0	56,0	370,0	566	185	42	43
19	Muratura	-	28,0	142,0	370,0	1.055	185	39	40
20	Muratura	-	28,0	103,0	370,0	1.377	185	192	193
21	Muratura	-	28,0	143,0	370,0	1.699	185	35	36

Parete : 5

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
------	--------	--------	--------	---------

Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture

11	0	0	0	0
64	2.182	0	0	0
228	2.655	0	0	0
232	3.136	0	0	0
76	3.361	0	0	0
9	3.616	0	0	0
12	0	0	370	1
65	2.182	0	370	1
229	2.655	0	370	1
233	3.136	0	370	1
77	3.361	0	370	1
10	3.616	0	370	1

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
234	102	0	0
194	204	0	0
196	321	0	0
236	377	0	0
198	432	0	0
200	549	0	0
238	607	0	0
202	665	0	0
204	934	0	0
240	1.003	0	0
206	1.072	0	0
208	1.189	0	0
242	1.244	0	0
210	1.299	0	0
212	1.568	0	0
244	1.610	0	0
214	1.651	0	0
216	1.768	0	0
246	1.788	0	0
218	1.808	0	0
220	1.930	0	0
248	1.951	0	0
222	1.972	0	0
224	2.089	0	0
250	2.135	0	0
226	2.345	0	0
252	2.500	0	0
254	2.769	0	0
230	2.883	0	0
235	102	370	1
195	204	370	1
197	321	370	1
237	377	370	1
199	432	370	1
201	549	370	1
239	607	370	1
203	665	370	1
205	934	370	1
241	1.003	370	1

Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture

207	1.072	370	1
209	1.189	370	1
243	1.244	370	1
211	1.299	370	1
213	1.568	370	1
245	1.610	370	1
215	1.651	370	1
217	1.768	370	1
247	1.788	370	1
219	1.808	370	1
221	1.930	370	1
249	1.951	370	1
223	1.972	370	1
225	2.089	370	1
251	2.135	370	1
227	2.345	370	1
253	2.500	370	1
255	2.769	370	1
231	2.883	370	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
22	Muratura	-	28,0	204,0	370,0	102	185	234	235
23	Muratura	-	28,0	111,0	370,0	377	185	236	237
24	Muratura	-	28,0	116,0	370,0	607	185	238	239
25	Muratura	-	28,0	138,0	370,0	1.003	185	240	241
26	Muratura	-	28,0	110,0	370,0	1.244	185	242	243
27	Muratura	-	28,0	83,0	370,0	1.610	185	244	245
28	Muratura	-	28,0	40,2	370,0	1.788	185	246	247
29	Muratura	-	28,0	42,0	370,0	1.951	185	248	249
30	Muratura	-	28,0	92,5	370,0	2.135	185	250	251
31	Nuovo	-	25,0	310,0	370,0	2.500	185	252	253
32	Muratura	-	25,0	228,0	370,0	2.769	185	254	255

Parete : 6

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
11	0	0	0	0
37	0	1.099	0	0
3	0	1.330	0	0
33	0	1.655	0	0
25	0	1.746	0	0
13	0	1.819	0	0
12	0	0	370	1
41	0	550	370	1
38	0	1.099	370	1
4	0	1.330	370	1
34	0	1.655	370	1
26	0	1.746	370	1
14	0	1.819	370	1

Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
284	18	0	0
256	36	0	0
258	100	0	0
286	214	0	0
260	327	0	0
262	443	0	0
288	475	0	0
264	508	0	0
266	572	0	0
290	600	0	0
268	628	0	0
270	692	0	0
292	761	0	0
272	830	0	0
274	947	0	0
276	1.110	0	0
278	1.226	0	0
280	1.347	0	0
282	1.637	0	0
285	18	370	1
257	36	370	1
259	100	370	1
287	214	370	1
261	327	370	1
263	443	370	1
289	475	370	1
265	508	370	1
267	572	370	1
291	600	370	1
269	628	370	1
271	692	370	1
293	761	370	1
273	830	370	1
275	947	370	1
277	1.110	370	1
279	1.226	370	1
281	1.347	370	1
283	1.637	370	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
33	Muratura	-	28,0	36,0	370,0	18	185	284	285
34	Muratura	-	28,0	227,0	370,0	214	185	286	287
35	Muratura	-	28,0	64,5	370,0	475	185	288	289
36	Muratura	-	28,0	55,5	370,0	600	185	290	291
37	Muratura	-	28,0	138,0	370,0	761	185	292	293
38	Muratura	-	28,0	163,0	370,0	1.029	185	37	38
39	Muratura	-	28,0	121,0	370,0	1.286	185	3	4
40	Muratura	-	28,0	182,0	370,0	1.728	185	25	26

Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture

Parete : 7

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
15	-448	1.819	0	0
21	-51	1.819	0	0
13	0	1.819	0	0
16	-448	1.819	370	1
22	-51	1.819	370	1
14	0	1.819	370	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
41	Muratura	-	28,0	448,0	370,0	224	185	21	22

Parete : 8

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
17	-51	1.746	0	0
21	-51	1.819	0	0
19	-51	2.204	0	0
18	-51	1.746	370	1
22	-51	1.819	370	1
20	-51	2.204	370	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
42	Muratura	-	28,0	458,0	370,0	229	185	21	22

Parete : 9

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
23	-1.298	1.746	0	0
31	-448	1.746	0	0
17	-51	1.746	0	0
25	0	1.746	0	0
24	-1.298	1.746	370	1
32	-448	1.746	370	1
18	-51	1.746	370	1
26	0	1.746	370	1

Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture

Parete : 10

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
27	-448	1.330	0	0
31	-448	1.746	0	0
15	-448	1.819	0	0
29	-448	2.204	0	0
28	-448	1.330	370	1
32	-448	1.746	370	1
16	-448	1.819	370	1
30	-448	2.204	370	1

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
298	59	0	0
294	117	0	0
296	292	0	0
299	59	370	1
295	117	370	1
297	292	370	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
43	Muratura	-	28,0	117,0	370,0	59	185	298	299
44	Muratura	-	28,0	582,0	370,0	583	185	15	16

Parete : 11

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
33	0	1.655	0	0
46	446	1.655	0	0
52	1.044	1.655	0	0
58	1.749	1.655	0	0
66	2.182	1.655	0	0
72	3.017	1.655	0	0
35	3.616	1.655	0	0
34	0	1.655	370	1
47	446	1.655	370	1
53	1.044	1.655	370	1
59	1.749	1.655	370	1
67	2.182	1.655	370	1
73	3.017	1.655	370	1
36	3.616	1.655	370	1

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
------	---------------	--------	---------

Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture

308	1.101	0	0
300	1.157	0	0
302	1.490	0	0
310	1.526	0	0
304	1.562	0	0
306	1.635	0	0
309	1.101	370	1
301	1.157	370	1
303	1.490	370	1
311	1.526	370	1
305	1.562	370	1
307	1.635	370	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
45	Muratura	-	28,0	112,5	370,0	1.101	185	308	309
46	Muratura	-	28,0	72,0	370,0	1.526	185	310	311
47	Muratura	-	28,0	546,5	370,0	1.908	185	58	59

Parete : 12

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
37	0	1.099	0	0
48	446	1.099	0	0
54	1.044	1.099	0	0
56	1.749	1.099	0	0
68	2.182	1.099	0	0
74	3.017	1.099	0	0
39	3.616	1.099	0	0
38	0	1.099	370	1
49	446	1.099	370	1
55	1.044	1.099	370	1
57	1.749	1.099	370	1
69	2.182	1.099	370	1
75	3.017	1.099	370	1
40	3.616	1.099	370	1

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
320	1.101	0	0
312	1.157	0	0
314	1.490	0	0
322	1.526	0	0
316	1.562	0	0
318	1.635	0	0
324	1.692	0	0
321	1.101	370	1
313	1.157	370	1

Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture

315	1.490	370	1
323	1.526	370	1
317	1.562	370	1
319	1.635	370	1
325	1.692	370	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
48	Muratura	-	28,0	112,5	370,0	1.101	185	320	321
49	Muratura	-	28,0	72,0	370,0	1.526	185	322	323
50	Muratura	-	28,0	114,0	370,0	1.692	185	324	325

Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture

Parete : 13

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
44	446	550	0	0
50	1.044	550	0	0
326	1.572	550	0	0
70	2.182	550	0	0
78	3.361	550	0	0
42	3.616	550	0	0
41	0	550	370	1
45	446	550	370	1
51	1.044	550	370	1
327	1.572	550	370	1
71	2.182	550	370	1
79	3.361	550	370	1
43	3.616	550	370	1

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
340	2.339	0	0
328	2.497	0	0
330	2.693	0	0
342	2.720	0	0
332	2.746	0	0
334	2.942	0	0
344	3.007	0	0
336	3.072	0	0
338	3.152	0	0
346	3.257	0	0
348	3.489	0	0
341	2.339	370	1
329	2.497	370	1
331	2.693	370	1
343	2.720	370	1
333	2.746	370	1
335	2.942	370	1
345	3.007	370	1
337	3.072	370	1
339	3.152	370	1
347	3.257	370	1
349	3.489	370	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
51	Muratura	-	28,0	315,5	370,0	2.339	185	340	341
52	Muratura	-	28,0	53,0	370,0	2.720	185	342	343
53	Muratura	-	28,0	130,0	370,0	3.007	185	344	345
54	Muratura	-	28,0	209,0	370,0	3.257	185	346	347
55	Nuovo	-	25,0	255,0	370,0	3.489	185	348	349

Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture

Parete : 14

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
54	1.044	1.099	0	0
52	1.044	1.655	0	0
55	1.044	1.099	370	1
53	1.044	1.655	370	1

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
354	571	0	0
350	593	0	0
352	1.064	0	0
356	1.085	0	0
355	571	370	1
351	593	370	1
353	1.064	370	1
357	1.085	370	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
56	Muratura	-	28,0	44,5	370,0	571	185	354	355
57	Muratura	-	28,0	41,0	370,0	1.085	185	356	357

Parete : 15

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
56	1.749	1.099	0	0
60	1.749	1.403	0	0
58	1.749	1.655	0	0
57	1.749	1.099	370	1
61	1.749	1.403	370	1
59	1.749	1.655	370	1

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
362	22	0	0
358	44	0	0
360	515	0	0
364	536	0	0

Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture

363	22	370	1
359	44	370	1
361	515	370	1
365	536	370	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
58	Muratura	-	28,0	44,5	370,0	22	185	362	363
59	Muratura	-	28,0	41,0	370,0	536	185	364	365

Parete : 16

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
60	1.749	1.403	0	0
62	2.182	1.403	0	0
61	1.749	1.403	370	1
63	2.182	1.403	370	1

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
366	216	0	0
367	216	370	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
60	Muratura	-	28,0	432,5	370,0	216	185	366	367

Parete : 17

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
64	2.182	0	0	0
70	2.182	550	0	0
68	2.182	1.099	0	0
62	2.182	1.403	0	0
66	2.182	1.655	0	0
65	2.182	0	370	1
71	2.182	550	370	1
69	2.182	1.099	370	1
63	2.182	1.403	370	1

Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture

67	2.182	1.655	370	1
----	-------	-------	-----	---

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
368	275	0	0
369	275	370	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
61	Muratura	-	28,0	550,0	370,0	275	185	368	369

Parete : 18

Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
76	3.361	0	0	0
78	3.361	550	0	0
77	3.361	0	370	1
79	3.361	550	370	1

Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
374	149	0	0
370	297	0	0
372	500	0	0
376	525	0	0
375	149	370	1
371	297	370	1
373	500	370	1
377	525	370	1

Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
62	Nuovo	-	25,0	297,0	370,0	149	185	374	375
63	Nuovo	-	25,0	50,0	370,0	525	185	376	377

(*) Elementi di copertura

Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture

Carichi

Carico Sismico:

Le verifiche allo stato limite ultimo (SLV) e allo stato limite di esercizio (SLD; SLO); devono essere effettuate per la seguente combinazione [Norme Tecniche 2018 §2.5.3].

$$E + G_{k1} + G_{k2} + \sum_i \Psi_{2i} Q_{ki}$$

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

$$G_{k1} + G_{k2} + \sum_i \Psi_{2i} Q_{ki}$$

Carico Statico:

La verifica allo stato limite ultimo per carichi statici viene condotta con la seguente combinazione dei carichi.

$$\gamma_{G1} G_{k1} + \gamma_{G2} G_{k2} + \gamma_Q \Psi_0 Q_k$$

dove:

E azione sismica per lo stato limite in esame;

G_{k1} peso proprio di tutti gli elementi strutturali;

G_{k2} peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;

Q_{ki} valore caratteristico della azione variabile;

Ψ_2 coefficiente di combinazione;

Ψ_0 coefficiente di combinazione per i carichi variabili

γ_{G1} ; γ_{G2} ; γ_Q : coefficienti parziali di sicurezza

I valori dei vari coefficienti sono scelti in base alla destinazione d'uso dei vari solai secondo quanto indicato nella norma. [Norme Tecniche 2018 Tabella 2.5.1].

N. Carico	Livello	Tipo	Gk1 [daN/m2]	Gk2 [daN/m2]	Qk [daN/m2]	ψ_0	ψ_2	Note
1	1	Lineare [daN/m]	600	0	150	0,00	0,50	-
2	1	Lineare [daN/m]	450	0	150	0,00	0,50	-
3	1	Lineare [daN/m]	450	0	150	0,00	0,50	-
4	1	Lineare [daN/m]	450	0	150	0,00	0,50	-
5	1	Lineare [daN/m]	450	0	150	0,00	0,50	-
6	1	Lineare [daN/m]	450	0	150	0,00	0,50	-
7	1	Lineare [daN/m]	450	0	150	0,00	0,50	-

N. Solaio	Gk1 [daN/m2]	Gk2 [daN/m2]	Qk [daN/m2]	Copertura	ψ_0	ψ_2
2	370	180	120	Sì	1,00	0,00
3	370	180	120	Sì	1,00	0,00
4	370	180	120	Sì	1,00	0,00
5	220	180	120	Sì	1,00	0,30
6	220	180	120	Sì	1,00	0,30
7	370	180	120	Sì	1,00	0,30
8	370	180	120	No	1,00	0,30

Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture

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.

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:

a_g : accelerazione orizzontale massima del terreno;

F_0 : 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).

	SLC	SLV	SLD	SLO
A_g [m/s ²]	2,22	1,73	0,68	0,54
F_0	2,42	2,39	2,49	2,50
T_c^* [s]	0,31	0,30	0,27	0,26
Tr	1462,00	712,00	75,00	45,00

	SLC	SLV	SLD	SLO
S_s	1,37	1,45	1,50	1,50
T_b [s]	0,16	0,16	0,15	0,14
T_c [s]	0,48	0,47	0,44	0,43
T_d [s]	2,50	2,31	1,88	1,82

Analisi incrementale a collasso (pushover)

Descrizione analisi pushover

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, le condizioni di carico da esaminare devono considerare almeno due distribuzioni di forze d'inerzia, ricadenti l'una nelle distribuzioni principali (Gruppo 1) e l'altra nelle distribuzioni secondarie (Gruppo 2) appresso illustrate.

- distribuzione proporzionale alle Forze statiche (Gruppo 1)
- distribuzione uniforme di forze, da intendersi come derivata da una distribuzione uniforme di accelerazioni lungo l'altezza della costruzione (Gruppo 2);

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 al 80% 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	Uniforme	0,0	1	2
2	+X	Forze statiche	0,0	1	2
3	-X	Uniforme	0,0	1	2
4	-X	Forze statiche	0,0	1	2
5	+Y	Uniforme	0,0	1	2
6	+Y	Forze statiche	0,0	1	2
7	-Y	Uniforme	0,0	1	2
8	-Y	Forze statiche	0,0	1	2
9	+X	Uniforme	110,2	1	2
10	+X	Uniforme	-110,2	1	2
11	+X	Forze statiche	110,2	1	2
12	+X	Forze statiche	-110,2	1	2
13	-X	Uniforme	110,2	1	2
14	-X	Uniforme	-110,2	1	2
15	-X	Forze statiche	110,2	1	2
16	-X	Forze statiche	-110,2	1	2
17	+Y	Uniforme	245,7	1	2
18	+Y	Uniforme	-245,7	1	2

Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture

19	+Y	Forze statiche	245,7	1	2
20	+Y	Forze statiche	-245,7	1	2
21	-Y	Uniforme	245,7	1	2
22	-Y	Uniforme	-245,7	1	2
23	-Y	Forze statiche	245,7	1	2
24	-Y	Forze statiche	-245,7	1	2

Risultati

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

Stato limite Collasso (SLC):

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

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

D_u^{SLC} : Spostamento massimo offerto dalla struttura corrispondente con il decadimento della curva Push-over a un valore pari al 80% di quello massimo.

$$q^* < 4,0$$

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

Stato limite Vita (SLV):

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

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

D_u^{SLV} : Spostamento massimo offerto dalla struttura individuato in corrispondenza di $0,75 \cdot D_u^{SLC}$.
 $q^* < 3,0$

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

Stato limite di Danno (SLD):

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

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

D_u^{SLD} : Spostamento massimo corrispondente al valore che causa il superamento del valore massimo di drift di piano (0,0020).

Stato limite di Operatività (SLO):

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

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

D_u^{SLO} : Spostamento massimo corrispondente al valore che causa il superamento del valore massimo di drift di piano (0,0013).

Vulnerabilità sismica

Per ciascuno stato limite eseguito viene calcolato l'indice di rischio α (α_{SLC} , α_{SLV} , α_{SLD} , α_{SLO}). Questi parametri vengono calcolati come indicato nel seguito:

$$\alpha_{SLC} = \frac{PGA_{CLC}}{PGA_{DLC}};$$

Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture

$$\alpha_{SLV} = \frac{PGA_{CLV}}{PGA_{DLV}} ;$$

$$\alpha_{SLD} = \frac{PGA_{CLD}}{PGA_{DLD}} ;$$

$$\alpha_{SLO} = \frac{PGA_{CLO}}{PGA_{DLO}} ;$$

Accelerazioni di capacità: l'entità massima delle azioni, considerate nelle combinazioni di progetto previste, che la struttura è capace di sostenere.

- PGA_{CLC} : accelerazione di capacità corrispondente a SLC
- PGA_{CLV} : accelerazione di capacità corrispondente a SLV
- PGA_{CLD} : accelerazione di capacità corrispondente a SLD
- PGA_{CLO} : accelerazione di capacità corrispondente a SLO

Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture

Accelerazioni di domanda : Valori di riferimento delle accelerazioni dell'azione sismica
Tali valori vengono definiti a partire dal carico sismico definito nella forma dello spettro.

- PGA_{DLC} : accelerazione di picco al suolo corrispondente a SLC
- PGA_{DLV} : accelerazione di picco al suolo corrispondente a SLV
- PGA_{DLD} : accelerazione di picco al suolo corrispondente a SLD
- PGA_{DLO} : accelerazione di picco al suolo corrispondente a SLO

Dettaglio verifiche

N.	Dir. sisma	Car. sismico prop.	Ecc. [cm]	Dmax SLC [cm]	Du SLC [cm]	q* SLC	SLC ver.	Dmax SLV [cm]	Du SLV [cm]	q* SLV	SLV ver.
1	+X	Uniforme	0,0	1,17	3,40	1,49	Sì	0,84	2,55	1,49	Sì
2	+X	Forze statiche	0,0	1,17	3,40	1,49	Sì	0,84	2,55	1,49	Sì
3	-X	Uniforme	0,0	1,16	3,48	1,70	Sì	0,84	2,61	1,70	Sì
4	-X	Forze statiche	0,0	1,16	3,48	1,70	Sì	0,84	2,61	1,70	Sì
5	+Y	Uniforme	0,0	1,98	2,85	2,93	Sì	1,54	2,14	2,93	Sì
6	+Y	Forze statiche	0,0	1,98	2,85	2,93	Sì	1,54	2,14	2,93	Sì
7	-Y	Uniforme	0,0	2,15	3,34	3,29	No	1,68	2,50	3,29	No
8	-Y	Forze statiche	0,0	2,15	3,34	3,29	No	1,68	2,50	3,29	No
9	+X	Uniforme	110,2	1,11	3,55	1,48	Sì	0,79	2,66	1,48	Sì
10	+X	Uniforme	-110,2	1,28	3,29	1,50	Sì	0,93	2,47	1,50	Sì
11	+X	Forze statiche	110,2	1,11	3,55	1,48	Sì	0,79	2,66	1,48	Sì
12	+X	Forze statiche	-110,2	1,28	3,29	1,50	Sì	0,93	2,47	1,50	Sì
13	-X	Uniforme	110,2	1,07	3,64	1,69	Sì	0,77	2,73	1,69	Sì
14	-X	Uniforme	-110,2	1,28	3,33	1,71	Sì	0,94	2,50	1,71	Sì
15	-X	Forze statiche	110,2	1,07	3,64	1,69	Sì	0,77	2,73	1,69	Sì
16	-X	Forze statiche	-110,2	1,28	3,33	1,71	Sì	0,94	2,50	1,71	Sì
17	+Y	Uniforme	245,7	2,18	2,35	3,04	Sì	1,70	1,76	3,04	No
18	+Y	Uniforme	-245,7	1,87	3,36	2,85	Sì	1,45	2,52	2,85	Sì
19	+Y	Forze statiche	245,7	2,18	2,35	3,04	Sì	1,70	1,76	3,04	No
20	+Y	Forze statiche	-245,7	1,87	3,36	2,85	Sì	1,45	2,52	2,85	Sì
21	-Y	Uniforme	245,7	2,62	3,11	3,32	No	2,06	2,33	3,32	No
22	-Y	Uniforme	-245,7	1,82	3,42	3,30	No	1,41	2,56	3,30	No
23	-Y	Forze statiche	245,7	2,62	3,11	3,32	No	2,06	2,33	3,32	No
24	-Y	Forze statiche	-245,7	1,82	3,42	3,30	No	1,41	2,56	3,30	No

N.	Dir. sisma	Car. sismico prop.	Ecc. [cm]	Dmax SLD [cm]	Dd SLD [cm]	SLD ver.	Dmax SLO [cm]	Do SLO [cm]	SLO ver.
1	+X	Uniforme	0,0	0,25	0,63	Sì	0,20	0,41	Sì
2	+X	Forze statiche	0,0	0,25	0,63	Sì	0,20	0,41	Sì
3	-X	Uniforme	0,0	0,22	0,62	Sì	0,18	0,39	Sì
4	-X	Forze statiche	0,0	0,22	0,62	Sì	0,18	0,39	Sì
5	+Y	Uniforme	0,0	0,50	0,53	Sì	0,36	0,46	Sì
6	+Y	Forze statiche	0,0	0,50	0,53	Sì	0,36	0,46	Sì
7	-Y	Uniforme	0,0	0,57	0,59	Sì	0,43	0,34	Sì
8	-Y	Forze statiche	0,0	0,57	0,59	Sì	0,43	0,34	Sì
9	+X	Uniforme	110,2	0,23	0,72	Sì	0,18	0,47	Sì
10	+X	Uniforme	-110,2	0,28	0,57	Sì	0,22	0,36	Sì
11	+X	Forze statiche	110,2	0,23	0,72	Sì	0,18	0,47	Sì
12	+X	Forze statiche	-110,2	0,28	0,57	Sì	0,22	0,36	Sì
13	-X	Uniforme	110,2	0,20	0,72	Sì	0,16	0,45	Sì
14	-X	Uniforme	-110,2	0,26	0,54	Sì	0,21	0,36	Sì
15	-X	Forze statiche	110,2	0,20	0,72	Sì	0,16	0,45	Sì
16	-X	Forze statiche	-110,2	0,26	0,54	Sì	0,21	0,36	Sì
17	+Y	Uniforme	245,7	0,58	0,70	Sì	0,43	0,70	Sì
18	+Y	Uniforme	-245,7	0,46	0,64	Sì	0,33	0,43	Sì
19	+Y	Forze statiche	245,7	0,58	0,70	Sì	0,43	0,70	Sì

Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture

20	+Y	Forze statiche	-245,7	0,46	0,64	Sì	0,33	0,43	Sì
21	-Y	Uniforme	245,7	0,76	0,92	Sì	0,58	0,92	Sì
22	-Y	Uniforme	-245,7	0,46	0,56	Sì	0,33	0,44	Sì
23	-Y	Forze statiche	245,7	0,76	0,92	Sì	0,58	0,92	Sì
24	-Y	Forze statiche	-245,7	0,46	0,56	Sì	0,33	0,44	Sì

N.	Dir. sisma	Car. sismico prop.	Ecc. [cm]	α SLC	α SLV	α SLD	α SLO
1	+X	Uniforme	0,0	2,186	2,013	2,023	2,024
2	+X	Forze statiche	0,0	2,186	2,013	2,023	2,024
3	-X	Uniforme	0,0	1,919	1,767	2,005	1,934
4	-X	Forze statiche	0,0	1,919	1,767	2,005	1,934
5	+Y	Uniforme	0,0	1,111	1,023	1,044	1,176
6	+Y	Forze statiche	0,0	1,111	1,023	1,044	1,176
7	-Y	Uniforme	0,0	0,991	0,913	1,018	0,832
8	-Y	Forze statiche	0,0	0,991	0,913	1,018	0,832
9	+X	Uniforme	110,2	2,200	2,026	2,287	2,259
10	+X	Uniforme	-110,2	2,097	2,001	1,802	1,623
11	+X	Forze statiche	110,2	2,200	2,026	2,287	2,259
12	+X	Forze statiche	-110,2	2,097	2,001	1,802	1,623
13	-X	Uniforme	110,2	1,929	1,776	2,320	2,217
14	-X	Uniforme	-110,2	1,910	1,759	1,717	1,724
15	-X	Forze statiche	110,2	1,929	1,776	2,320	2,217
16	-X	Forze statiche	-110,2	1,910	1,759	1,717	1,724
17	+Y	Uniforme	245,7	1,069	0,988	1,160	1,455
18	+Y	Uniforme	-245,7	1,145	1,054	1,271	1,204
19	+Y	Forze statiche	245,7	1,069	0,988	1,160	1,455
20	+Y	Forze statiche	-245,7	1,145	1,054	1,271	1,204
21	-Y	Uniforme	245,7	0,981	0,903	1,182	1,485
22	-Y	Uniforme	-245,7	0,986	0,908	1,165	1,218
23	-Y	Forze statiche	245,7	0,981	0,903	1,182	1,485
24	-Y	Forze statiche	-245,7	0,986	0,908	1,165	1,218

Verifiche fuori piano: PRESSOFLESSIONE

Nelle vigenti normative tecniche, il capitolo dedicato ai metodi di analisi riporta l'applicabilità dei vari metodi di calcolo:

- Analisi lineare statica
- Analisi dinamica modale
- Analisi statica non lineare
- Analisi dinamica non lineare

Nel caso specifico di analisi statica non lineare non si trova alcun riferimento a procedure per eseguire verifiche fuori piano della muratura, per trovare maggiori informazioni è necessario fare riferimento ai capitoli di analisi lineare statica e analisi dinamica modale che suggeriscono l'utilizzo del metodo di calcolo attualmente impiegato per gli elementi non strutturali.

Metodo di calcolo

Momento sollecitante

Le verifiche fuori piano possono essere eseguite separatamente assumendo $q_a = 3$. Più precisamente l'azione sismica ortogonale alla parete può essere rappresentata da una forza orizzontale pari a S_a/q_a volte il carico verticale.

Per le pareti resistenti al sisma si può assumere per S_a la seguente espressione:

$$S_a = \alpha \cdot S \cdot [1.5 \cdot (1 - Z/H) - 0.5] \geq \alpha \cdot S$$

dove:

α : rapporto tra accelerazione massima del terreno a_g su sottosuolo tipo A per lo stato limite in esame e l'accelerazione di gravità g ;

S : coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;

Z : quota del baricentro dell'elemento non strutturale misurata a partire dal piano di fondazione

H : altezza della costruzione misurata a partire dal piano di fondazione;

Si assume quindi una forza orizzontale F_h definita $F_h = N \cdot S_a/q_a$ dove N è il peso del maschio murario.

Tale forza deve però essere assunta uniformemente distribuita lungo l'altezza del pannello murario calcolata come $q_h = F_h/h_e$ ipotizzando che il pannello murario sia incernierato in corrispondenza dei solai, il momento sollecitante massimo sarà a metà

altezza del maschio definito come $M_{ed} = q_h \cdot h_e^2 / coef$ dove h_e è l'altezza equivalente di calcolo del maschio pari all'altezza del livello e $coef=8$.

Momento resistente

Per procedere al calcolo del momento ultimo M_{rd} è necessario che sia superata la verifica a compressione centrata:

$$N \leq N_{Rd} = 0.85 \cdot f_d \cdot l \cdot t$$

Dove:

f_d : resistenza di progetto della muratura

l : lunghezza del pannello murario

t : spessore della muratura

Il momento ultimo sarà calcolato con la seguente formulazione:

$$M_{Rd} = \left(t^2 \cdot l \cdot \frac{\sigma_0}{2} \right) \cdot \left(1 - \frac{\sigma_0}{0.85 \cdot f_d} \right)$$

σ_0 è definita come la tensione media nel maschio

Verifica

La verifica viene condotta mediante il confronto $M_{ed} \leq M_{Rd}$, il corrispondente coefficiente di sicurezza sarà individuato

mediante il rapporto M_{Rd}/M_{ed} . La verifica sarà pertanto da ritenersi superata qualora il coefficiente di sicurezza risulti maggiore di uno.

Con PGAc si intende l'accelerazione di capacità che porterebbe al raggiungimento della condizione limite il maschio in esame.

Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture

Dettaglio verifiche

Parete: 3

N.	Ned [daN]	NRd [daN]	Sa [m/s ²]	Med [daNcm]	MRd [daNcm]	PGAc [m/s ²]	MRd/Med	Verificato
1	5.467	139.230	0,54	14.029	73.531	11,61	5,24	Si
2	1.037	65.747	0,54	6.625	14.289	4,78	2,16	Si
3	5.848	253.958	0,54	25.589	79.980	6,92	3,13	Si
4	5.621	146.964	0,54	14.808	75.684	11,32	5,11	Si
5	7.914	167.582	0,54	16.886	105.565	13,85	6,25	Si
6	3.272	60.591	0,54	6.105	43.338	15,72	7,10	Si
7	3.726	61.880	0,54	6.235	49.018	17,41	7,86	Si
8	3.649	59.302	0,54	5.975	47.946	17,77	8,02	Si
9	4.920	91.531	0,54	9.223	65.175	15,65	7,07	Si
10	2.599	55.434	0,54	5.586	34.679	13,75	6,21	Si
11	8.451	208.845	0,54	21.043	113.523	11,95	5,39	Si
12	4.904	135.363	0,54	13.639	66.168	10,75	4,85	Si
13	7.035	184.326	0,54	18.573	94.727	11,30	5,10	Si
14	8.787	162.435	0,54	16.367	116.359	15,75	7,11	Si
15	5.230	70.904	0,54	7.144	67.821	21,03	9,49	Si
16	3.427	55.434	0,54	5.586	45.014	17,85	8,06	Si
17	33.391	1.015.869	0,54	102.360	452.107	9,78	4,42	Si

Parete: 4

N.	Ned [daN]	NRd [daN]	Sa [m/s ²]	Med [daNcm]	MRd [daNcm]	PGAc [m/s ²]	MRd/Med	Verificato
18	2.898	72.193	0,54	7.274	38.949	11,86	5,35	Si
19	11.388	183.062	0,54	18.445	149.511	17,95	8,11	Si
20	7.691	132.787	0,54	13.380	101.432	16,79	7,58	Si
21	11.747	184.348	0,54	18.575	153.980	18,36	8,29	Si

Parete: 5

N.	Ned [daN]	NRd [daN]	Sa [m/s ²]	Med [daNcm]	MRd [daNcm]	PGAc [m/s ²]	MRd/Med	Verificato
22	7.275	262.990	0,54	26.499	99.030	8,28	3,74	Si
23	6.743	143.098	0,54	14.419	89.951	13,82	6,24	Si
24	8.726	149.543	0,54	15.068	115.035	16,91	7,63	Si
25	10.442	177.905	0,54	17.926	137.604	17,00	7,68	Si
26	9.011	141.808	0,54	14.289	118.140	18,31	8,27	Si
27	8.134	107.001	0,54	10.782	105.223	21,62	9,76	Si
28	3.599	51.849	0,54	5.224	46.894	19,88	8,98	Si
29	2.905	54.145	0,54	5.456	38.489	15,63	7,05	Si
30	3.301	119.248	0,54	12.016	44.932	8,28	3,74	Si
31	5.403	274.483	0,54	28.763	66.209	5,10	2,30	Si
32	4.288	262.432	0,54	26.443	52.726	4,42	1,99	Si

Parete: 6

N.	Ned [daN]	NRd [daN]	Sa [m/s ²]	Med [daNcm]	MRd [daNcm]	PGAc [m/s ²]	MRd/Med	Verificato
33	895	46.410	0,54	4.676	12.291	5,82	2,63	Si
34	7.516	292.641	0,54	29.487	102.518	7,70	3,48	Si
35	3.160	83.151	0,54	8.378	42.559	11,25	5,08	Si
36	2.826	71.549	0,54	7.209	37.997	11,67	5,27	Si
37	6.170	177.905	0,54	17.926	83.383	10,30	4,65	Si

Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture

38	8.548	210.134	0,54	21.173	114.808	12,01	5,42	Si
39	8.085	155.967	0,54	15.715	107.317	15,13	6,83	Si
40	6.672	234.651	0,54	23.644	90.754	8,50	3,84	Si

Parete: 7

N.	Ned [daN]	NRd [daN]	Sa [m/s ²]	Med [daNcm]	MRd [daNcm]	PGAc [m/s ²]	MRd/Med	Verificato
41	15.251	577.547	0,54	58.194	207.878	7,91	3,57	Si

Parete: 8

N.	Ned [daN]	NRd [daN]	Sa [m/s ²]	Med [daNcm]	MRd [daNcm]	PGAc [m/s ²]	MRd/Med	Verificato
42	10.530	590.438	0,54	59.493	144.784	5,39	2,43	Si

Parete: 10

N.	Ned [daN]	NRd [daN]	Sa [m/s ²]	Med [daNcm]	MRd [daNcm]	PGAc [m/s ²]	MRd/Med	Verificato
43	3.476	150.833	0,54	15.198	47.549	6,93	3,13	Si
44	31.192	750.295	0,54	75.600	418.529	12,26	5,54	Si

Parete: 11

N.	Ned [daN]	NRd [daN]	Sa [m/s ²]	Med [daNcm]	MRd [daNcm]	PGAc [m/s ²]	MRd/Med	Verificato
45	12.718	145.031	0,54	14.613	162.440	24,62	11,12	Si
46	1.317	92.820	0,54	9.353	18.176	4,30	1,94	Si
47	37.924	704.530	0,54	70.989	502.357	15,68	7,08	Si

Parete: 12

N.	Ned [daN]	NRd [daN]	Sa [m/s ²]	Med [daNcm]	MRd [daNcm]	PGAc [m/s ²]	MRd/Med	Verificato
48	14.013	145.031	0,54	14.613	177.230	26,86	12,13	Si
49	5.048	92.820	0,54	9.353	66.823	15,83	7,14	Si
50	6.806	146.965	0,54	14.808	90.870	13,59	6,14	Si

Parete: 13

N.	Ned [daN]	NRd [daN]	Sa [m/s ²]	Med [daNcm]	MRd [daNcm]	PGAc [m/s ²]	MRd/Med	Verificato
51	20.691	406.732	0,54	40.983	274.936	14,86	6,71	Si
52	4.816	68.326	0,54	6.885	62.670	20,16	9,10	Si
53	9.451	167.592	0,54	16.887	124.851	16,38	7,39	Si
54	11.674	269.435	0,54	27.149	156.358	12,76	5,76	Si
55	11.830	225.785	0,54	23.660	140.122	13,12	5,92	Si

Parete: 14

N.	Ned [daN]	NRd [daN]	Sa [m/s ²]	Med [daNcm]	MRd [daNcm]	PGAc [m/s ²]	MRd/Med	Verificato
56	6.119	57.358	0,54	5.779	76.529	29,33	13,24	Si
57	5.441	52.856	0,54	5.326	68.334	28,42	12,83	Si

Parete: 15

N.	Ned [daN]	NRd [daN]	Sa [m/s ²]	Med [daNcm]	MRd [daNcm]	PGAc [m/s ²]	MRd/Med	Verificato
58	2.466	57.358	0,54	5.779	33.035	12,66	5,72	Si
59	1.571	52.856	0,54	5.326	21.342	8,88	4,01	Si

Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture

Parete: 16

N.	Ned [daN]	NRd [daN]	Sa [m/s ²]	Med [daNcm]	MRd [daNcm]	PGAc [m/s ²]	MRd/Med	Verificato
60	12.784	557.565	0,54	56.181	174.872	6,89	3,11	Sì

Parete: 17

N.	Ned [daN]	NRd [daN]	Sa [m/s ²]	Med [daNcm]	MRd [daNcm]	PGAc [m/s ²]	MRd/Med	Verificato
61	24.577	709.042	0,54	71.444	332.150	10,30	4,65	Sì

Parete: 18

N.	Ned [daN]	NRd [daN]	Sa [m/s ²]	Med [daNcm]	MRd [daNcm]	PGAc [m/s ²]	MRd/Med	Verificato
62	5.194	262.969	0,54	27.557	63.643	5,12	2,31	Sì
63	1.851	44.271	0,54	4.639	22.169	10,59	4,78	Sì

Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture

Verifica statica

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.2018.

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

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

t : spessore del muro.

h : l'altezza interna di piano;

p : 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.2018.

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

$$e_1 = |e_s| + |e_a| \quad ; \quad e_2 = \frac{e_1}{2} + |e_v|$$

e_s : eccentricità totale dei carichi verticali

$$e_s = h/200$$

$$e_v = \text{eccentricità dovuta al vento } e_v = M_v / N$$

Verifica a carichi verticali

La verifica di snellezza è eseguita in accordo con quanto riportato al punto 4.5.6.2. del D.M.2018.

Tale verifica risulta soddisfatta qualora risulti verificata la seguente:

$$N_d \leq N_r$$

in cui:

N_d : carico verticale agente

$$N_r = \phi f_d A$$

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

f_d : resistenza di calcolo della muratura;

ϕ : 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 : 3

Maschio	h_0 [cm]	t [cm]	h_0/t	e_1/t Inferiore	e_2/t Centrale	e_1/t Superiore	Verificato
1	370	28	13,214	0,352	0,204	0,285	No
2	370	28	13,214	0,221	0,218	0,134	Sì
3	370	28	13,214	0,205	0,168	0,153	Sì
4	370	28	13,214	0,176	0,127	0,150	Sì
5	370	28	13,214	0,174	0,119	0,154	Sì
6	370	28	13,214	0,174	0,115	0,155	Sì
7	370	28	13,214	0,173	0,112	0,157	Sì
8	370	28	13,214	0,173	0,112	0,157	Sì
9	370	28	13,214	0,173	0,115	0,155	Sì
10	370	28	13,214	0,174	0,119	0,153	Sì
11	370	28	13,214	0,174	0,124	0,150	Sì
12	370	28	13,214	0,174	0,128	0,148	Sì
13	370	28	13,214	0,174	0,124	0,150	Sì

Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture

14	370	28	13,214	0,174	0,115	0,155	Sì
15	370	28	13,214	0,172	0,109	0,157	Sì
16	370	28	13,214	0,175	0,114	0,158	Sì
17	370	28	13,214	0,170	0,132	0,142	Sì

Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture

Superiore				Centrale				Inferiore					
Maschio	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Verificato
1	7.072	0,000	n / d	n / d	8.163	0,294	16.047	0,509	9.254	0,000	n / d	n / d	No
2	805	0,261	6.733	0,120	1.320	0,266	6.871	0,192	1.835	0,429	11.058	0,166	Sì
3	6.713	0,293	29.136	0,230	8.703	0,365	36.326	0,240	10.692	0,392	39.054	0,274	Sì
4	7.637	0,349	20.112	0,380	8.789	0,442	25.502	0,345	9.940	0,398	22.928	0,434	Sì
5	11.041	0,351	23.096	0,478	12.354	0,458	30.085	0,411	13.667	0,391	25.728	0,531	Sì
6	4.631	0,353	8.379	0,553	5.106	0,466	11.073	0,461	5.581	0,388	9.217	0,605	Sì
7	5.281	0,353	8.572	0,616	5.766	0,471	11.439	0,504	6.251	0,385	9.350	0,669	Sì
8	5.143	0,354	8.222	0,626	5.608	0,472	10.982	0,511	6.073	0,385	8.956	0,678	Sì
9	6.869	0,353	12.684	0,542	7.586	0,465	16.706	0,454	8.303	0,389	13.964	0,595	Sì
10	3.595	0,353	7.676	0,468	4.029	0,458	9.949	0,405	4.464	0,393	8.550	0,522	Sì
11	11.463	0,353	28.913	0,396	13.100	0,448	36.672	0,357	14.736	0,399	32.674	0,451	Sì
12	6.751	0,352	18.704	0,361	7.811	0,441	23.421	0,334	8.872	0,402	21.337	0,416	Sì
13	10.196	0,352	25.408	0,401	11.640	0,448	32.354	0,360	13.085	0,397	28.733	0,455	Sì
14	12.409	0,353	22.460	0,552	13.681	0,466	29.681	0,461	14.954	0,388	24.708	0,605	Sì
15	6.624	0,355	9.879	0,671	7.180	0,476	13.241	0,542	7.735	0,385	10.696	0,723	Sì
16	4.492	0,349	7.596	0,591	4.927	0,467	10.159	0,485	5.361	0,384	8.338	0,643	Sì
17	42.874	0,360	143.606	0,299	50.833	0,433	172.354	0,295	58.793	0,414	165.090	0,356	Sì

Parete : 4

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
18	370	28	13,214	0,066	0,081	0,066	Sì
19	370	28	13,214	0,066	0,066	0,066	Sì
20	370	28	13,214	0,066	0,066	0,066	Sì
21	370	28	13,214	0,066	0,066	0,066	Sì

Superiore				Centrale				Inferiore					
Maschio	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Verificato
18	3.636	0,573	16.219	0,224	4.202	0,534	15.105	0,278	4.767	0,573	16.219	0,294	Sì
19	15.627	0,573	41.127	0,380	17.061	0,573	41.127	0,415	18.496	0,573	41.127	0,450	Sì
20	10.639	0,573	29.832	0,357	11.679	0,573	29.832	0,392	12.720	0,573	29.832	0,426	Sì
21	16.206	0,573	41.416	0,391	17.650	0,573	41.416	0,426	19.094	0,573	41.416	0,461	Sì

Parete : 5

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
22	370	28	13,214	0,168	0,142	0,136	Sì
23	370	28	13,214	0,174	0,119	0,153	Sì
24	370	28	13,214	0,174	0,114	0,155	Sì
25	370	28	13,214	0,174	0,114	0,156	Sì
26	370	28	13,214	0,174	0,112	0,157	Sì
27	370	28	13,214	0,173	0,108	0,159	Sì
28	370	28	13,214	0,172	0,108	0,158	Sì
29	370	28	13,214	0,170	0,114	0,151	Sì
30	370	28	13,214	0,162	0,139	0,131	Sì
31	370	25	14,800	0,148	0,074	0,116	Sì
32	370	25	14,800	0,168	0,074	0,123	Sì

Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture

Superiore				Centrale				Inferiore					
Maschio	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Verificato
22	8.804	0,363	37.435	0,235	10.865	0,414	42.745	0,254	12.925	0,426	43.901	0,294	Sì
23	9.253	0,352	19.753	0,468	10.374	0,457	25.646	0,405	11.495	0,393	22.028	0,522	Sì
24	11.524	0,353	20.712	0,556	12.696	0,467	27.366	0,464	13.868	0,388	22.760	0,609	Sì
25	14.085	0,353	24.633	0,572	15.479	0,468	32.643	0,474	16.873	0,387	27.017	0,625	Sì
26	12.232	0,353	19.633	0,623	13.343	0,472	26.235	0,509	14.454	0,385	21.401	0,675	Sì
27	11.052	0,354	14.870	0,743	11.891	0,480	20.130	0,591	12.729	0,381	16.006	0,795	Sì
28	5.107	0,355	7.228	0,707	5.513	0,478	9.728	0,567	5.919	0,384	7.798	0,759	Sì
29	3.991	0,361	7.659	0,521	4.415	0,468	9.934	0,444	4.840	0,396	8.400	0,576	Sì
30	4.004	0,376	17.572	0,228	4.939	0,420	19.637	0,252	5.873	0,434	20.307	0,289	Sì
31	5.996	0,361	38.875	0,154	8.233	0,509	54.778	0,150	10.470	0,422	45.404	0,231	Sì
32	4.351	0,322	33.181	0,131	6.363	0,509	52.373	0,121	8.420	0,410	42.159	0,200	Sì

Parete : 6

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
33	370	28	13,214	0,066	0,133	0,066	Sì
34	370	28	13,214	0,066	0,108	0,066	Sì
35	370	28	13,214	0,066	0,083	0,066	Sì
36	370	28	13,214	0,066	0,081	0,066	Sì
37	370	28	13,214	0,066	0,088	0,066	Sì
38	370	28	13,214	0,066	0,080	0,066	Sì
39	370	28	13,214	0,066	0,070	0,066	Sì
40	370	28	13,214	0,066	0,066	0,066	Sì

Superiore				Centrale				Inferiore					
Maschio	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Verificato
33	923	0,573	10.427	0,088	1.286	0,431	7.842	0,164	1.650	0,573	10.427	0,158	Sì
34	8.462	0,573	65.745	0,129	10.755	0,478	54.869	0,196	13.048	0,573	65.745	0,198	Sì
35	3.931	0,573	18.681	0,210	4.582	0,526	17.164	0,267	5.234	0,573	18.681	0,280	Sì
36	3.554	0,573	16.074	0,221	4.115	0,532	14.927	0,276	4.675	0,573	16.074	0,291	Sì
37	7.544	0,573	39.968	0,189	8.938	0,517	36.070	0,248	10.332	0,573	39.968	0,259	Sì
38	10.803	0,573	47.209	0,229	12.450	0,536	44.154	0,282	14.096	0,573	47.209	0,299	Sì
39	10.625	0,573	35.040	0,303	11.847	0,564	34.468	0,344	13.069	0,573	35.040	0,373	Sì
40	7.773	0,573	52.717	0,147	9.611	0,573	52.717	0,182	11.450	0,573	52.717	0,217	Sì

Parete : 7

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
41	370	28	13,214	0,289	0,122	0,215	Sì

Superiore				Centrale				Inferiore					
Maschio	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Verificato
41	18.095	0,000	n / d	n / d	22.620	0,452	102.271	0,221	27.146	0,273	61.926	0,438	No

Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture

Parete : 8

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
42	370	28	13,214	0,066	0,066	0,066	Sì

Superiore				Centrale				Inferiore					
Maschio	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Verificato
42	10.077	0,573	132.649	0,076	14.704	0,573	132.649	0,111	19.330	0,573	132.649	0,146	Sì

Parete : 10

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
43	370	28	13,214	0,214	0,170	0,159	Sì
44	370	28	13,214	0,207	0,138	0,177	Sì

Superiore				Centrale				Inferiore					
Maschio	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Verificato
43	4.059	0,276	16.326	0,249	5.241	0,360	21.298	0,246	6.422	0,381	22.514	0,285	Sì
44	42.266	0,288	84.734	0,499	48.145	0,421	123.860	0,389	54.023	0,347	102.181	0,529	Sì

Parete : 11

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
45	370	28	13,214	0,196	0,094	0,182	Sì
46	370	28	13,214	0,066	0,066	0,066	Sì
47	370	28	13,214	0,127	0,066	0,116	Sì

Superiore				Centrale				Inferiore					
Maschio	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Verificato
45	18.508	0,310	17.610	1,051	19.644	0,505	28.743	0,683	20.780	0,337	19.170	1,084	No
46	1.169	0,573	20.853	0,056	1.896	0,573	20.853	0,091	2.623	0,573	20.853	0,126	Sì
47	54.749	0,443	122.478	0,447	60.269	0,573	158.281	0,381	65.789	0,463	127.869	0,515	Sì

Parete : 12

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
48	370	28	13,214	0,197	0,095	0,184	Sì
49	370	28	13,214	0,176	0,082	0,154	Sì
50	370	28	13,214	0,183	0,085	0,159	Sì

Superiore				Centrale				Inferiore					
Maschio	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Verificato
48	19.773	0,307	17.477	1,131	20.909	0,504	28.656	0,730	22.046	0,333	18.961	1,163	No
49	5.803	0,349	12.706	0,457	6.530	0,531	19.319	0,338	7.257	0,391	14.244	0,510	Sì
50	9.025	0,335	19.292	0,468	10.176	0,523	30.163	0,337	11.328	0,381	21.933	0,516	Sì

Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture

Parete : 13

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
51	370	28	13,214	0,082	0,066	0,079	Sì
52	370	28	13,214	0,083	0,066	0,080	Sì
53	370	28	13,214	0,083	0,066	0,080	Sì
54	370	28	13,214	0,082	0,066	0,079	Sì
55	370	25	14,800	0,085	0,074	0,083	Sì

Superiore				Centrale				Inferiore					
Maschio	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Verificato
51	28.168	0,529	84.394	0,334	31.355	0,573	91.377	0,343	34.542	0,537	85.683	0,403	Sì
52	6.738	0,528	14.160	0,476	7.273	0,573	15.350	0,474	7.808	0,535	14.323	0,545	Sì
53	13.307	0,527	34.633	0,384	14.620	0,573	37.652	0,388	15.933	0,535	35.130	0,454	Sì
54	16.047	0,529	55.868	0,287	18.159	0,573	60.532	0,300	20.270	0,538	56.839	0,357	Sì
55	15.731	0,483	42.723	0,368	17.571	0,509	45.060	0,390	19.411	0,487	43.104	0,450	Sì

Parete : 14

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
56	370	28	13,214	0,066	0,066	0,066	Sì
57	370	28	13,214	0,066	0,066	0,066	Sì

Superiore				Centrale				Inferiore					
Maschio	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Verificato
56	9.169	0,573	12.886	0,712	9.618	0,573	12.886	0,746	10.068	0,573	12.886	0,781	Sì
57	8.402	0,573	11.875	0,708	8.816	0,573	11.875	0,742	9.230	0,573	11.875	0,777	Sì

Parete : 15

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
58	370	28	13,214	0,066	0,066	0,066	Sì
59	370	28	13,214	0,066	0,066	0,066	Sì

Superiore				Centrale				Inferiore					
Maschio	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Verificato
58	3.329	0,573	12.886	0,258	3.778	0,573	12.886	0,293	4.228	0,573	12.886	0,328	Sì
59	1.896	0,573	11.875	0,160	2.310	0,573	11.875	0,195	2.724	0,573	11.875	0,229	Sì

Parete : 16

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
60	370	28	13,214	0,078	0,066	0,074	Sì

Superiore				Centrale				Inferiore					
Maschio	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Verificato
60	15.329	0,540	117.972	0,130	19.697	0,573	125.264	0,157	24.066	0,552	120.619	0,200	Sì

Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture

Parete : 17

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
61	370	28	13,214	0,066	0,066	0,066	Sì

Superiore				Centrale				Inferiore					
Maschio	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Verificato
61	31.742	0,573	159.295	0,199	37.298	0,573	159.295	0,234	42.853	0,573	159.295	0,269	Sì

Parete : 18

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
62	370	25	14,800	0,074	0,074	0,074	Sì
63	370	25	14,800	0,074	0,074	0,074	Sì

Superiore				Centrale				Inferiore					
Maschio	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Nd	F	Nr	Nd/Nr	Verificato
62	5.494	0,509	52.480	0,105	7.637	0,509	52.480	0,146	9.780	0,509	52.480	0,186	Sì
63	2.426	0,509	8.835	0,275	2.787	0,509	8.835	0,315	3.147	0,509	8.835	0,356	Sì

(*) Elementi di copertura

Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture

N.	Dir. sisma	Carico sismico proporzionale	Eccentricità [cm]	Livello	Nodo
1	+X	Uniforme	0,0	1	2
2	+X	Forze statiche	0,0	1	2
3	-X	Uniforme	0,0	1	2
4	-X	Forze statiche	0,0	1	2
5	+Y	Uniforme	0,0	1	2
6	+Y	Forze statiche	0,0	1	2
7	-Y	Uniforme	0,0	1	2
8	-Y	Forze statiche	0,0	1	2
9	+X	Uniforme	110,2	1	2
10	+X	Uniforme	-110,2	1	2
11	+X	Forze statiche	110,2	1	2
12	+X	Forze statiche	-110,2	1	2
13	-X	Uniforme	110,2	1	2
14	-X	Uniforme	-110,2	1	2
15	-X	Forze statiche	110,2	1	2
16	-X	Forze statiche	-110,2	1	2
17	+Y	Uniforme	245,7	1	2
18	+Y	Uniforme	-245,7	1	2
19	+Y	Forze statiche	245,7	1	2
20	+Y	Forze statiche	-245,7	1	2
21	-Y	Uniforme	245,7	1	2
22	-Y	Uniforme	-245,7	1	2
23	-Y	Forze statiche	245,7	1	2
24	-Y	Forze statiche	-245,7	1	2

Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture

Risultati

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

Stato limite Collasso (SLC):

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

D_{max}^{SLC}

: Spostamento massimo richiesto dalla normativa individuato dallo spettro elastico.

D_u^{SLC}

: Spostamento massimo offerto dalla struttura corrispondente con il decadimento della curva Push-over a un valore pari al 80% di quello massimo.

$$q^* < 4,0$$

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

Stato limite Vita (SLV):

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

D_{max}^{SLV}

: Spostamento massimo richiesto dalla normativa individuato dallo spettro elastico.

D_u^{SLV}

: Spostamento massimo offerto dalla struttura individuato in corrispondenza di $0,75 \cdot D_u^{SLC}$.

$$q^* < 3,0$$

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

Stato limite di Danno (SLD):

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

D_{max}^{SLD}

: Spostamento massimo richiesto dalla normativa, calcolato in base allo spettro sismico definito per lo stato limite di danno.

D_u^{SLD}

: Spostamento massimo corrispondente al valore che causa il superamento del valore massimo di drift di piano (0,0020).

Stato limite di Operatività (SLO):

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

D_{max}^{SLO}

: Spostamento massimo richiesto dalla normativa, calcolato in base allo spettro sismico definito per lo stato limite di operatività.

D_u^{SLO}

: Spostamento massimo corrispondente al valore che causa il superamento del valore massimo di drift di piano (0,0013).

Vulnerabilità sismica

Per ciascuno stato limite eseguito viene calcolato l'indice di rischio α (α_{SLC} , α_{SLV} , α_{SLD} , α_{SLO}). Questi parametri vengono calcolati come indicato nel seguito:

$$\alpha_{SLC} = \frac{PGA_{CLC}}{PGA_{DLC}} ;$$

$$\alpha_{SLV} = \frac{PGA_{CLV}}{PGA_{DLV}} ;$$

$$\alpha_{SLD} = \frac{PGA_{CLD}}{PGA_{DLD}} ;$$

$$\alpha_{SLO} = \frac{PGA_{CLO}}{PGA_{DLO}} ;$$

Accelerazioni di capacità: l'entità massima delle azioni, considerate nelle combinazioni di progetto previste, che la struttura è capace di sostenere.

- PGA_{CLC} : accelerazione di capacità corrispondente a SLC
- PGA_{CLV} : accelerazione di capacità corrispondente a SLV
- PGA_{CLD} : accelerazione di capacità corrispondente a SLD
- PGA_{CLO} : accelerazione di capacità corrispondente a SLO

Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture

Accelerazioni di domanda : Valori di riferimento delle accelerazioni dell'azione sismica

Tali valori vengono definiti a partire dal carico sismico definito nella forma dello spettro.

- PGA_{DLC} : accelerazione di picco al suolo corrispondente a SLC
- PGA_{DLV} : accelerazione di picco al suolo corrispondente a SLV
- PGA_{DLD} : accelerazione di picco al suolo corrispondente a SLD
- PGA_{DLO} : accelerazione di picco al suolo corrispondente a SLO

Dettaglio verifiche

N.	Dir. sisma	Car. sismico prop.	Ecc. [cm]	Dmax SLC [cm]	Du SLC [cm]	q* SLC	SLC ver.	Dmax SLV [cm]	Du SLV [cm]	q* SLV	SLV ver.
1	+X	Uniforme	0,0	1,17	3,40	1,49	Sì	0,84	2,55	1,49	Sì
2	+X	Forze statiche	0,0	1,17	3,40	1,49	Sì	0,84	2,55	1,49	Sì
3	-X	Uniforme	0,0	1,16	3,48	1,70	Sì	0,84	2,61	1,70	Sì
4	-X	Forze statiche	0,0	1,16	3,48	1,70	Sì	0,84	2,61	1,70	Sì
5	+Y	Uniforme	0,0	1,98	2,85	2,93	Sì	1,54	2,14	2,93	Sì
6	+Y	Forze statiche	0,0	1,98	2,85	2,93	Sì	1,54	2,14	2,93	Sì
7	-Y	Uniforme	0,0	2,15	3,34	3,29	No	1,68	2,50	3,29	No
8	-Y	Forze statiche	0,0	2,15	3,34	3,29	No	1,68	2,50	3,29	No
9	+X	Uniforme	110,2	1,11	3,55	1,48	Sì	0,79	2,66	1,48	Sì
10	+X	Uniforme	-110,2	1,28	3,29	1,50	Sì	0,93	2,47	1,50	Sì
11	+X	Forze statiche	110,2	1,11	3,55	1,48	Sì	0,79	2,66	1,48	Sì
12	+X	Forze statiche	-110,2	1,28	3,29	1,50	Sì	0,93	2,47	1,50	Sì
13	-X	Uniforme	110,2	1,07	3,64	1,69	Sì	0,77	2,73	1,69	Sì
14	-X	Uniforme	-110,2	1,28	3,33	1,71	Sì	0,94	2,50	1,71	Sì
15	-X	Forze statiche	110,2	1,07	3,64	1,69	Sì	0,77	2,73	1,69	Sì
16	-X	Forze statiche	-110,2	1,28	3,33	1,71	Sì	0,94	2,50	1,71	Sì
17	+Y	Uniforme	245,7	2,18	2,35	3,04	Sì	1,70	1,76	3,04	No
18	+Y	Uniforme	-245,7	1,87	3,36	2,85	Sì	1,45	2,52	2,85	Sì
19	+Y	Forze statiche	245,7	2,18	2,35	3,04	Sì	1,70	1,76	3,04	No
20	+Y	Forze statiche	-245,7	1,87	3,36	2,85	Sì	1,45	2,52	2,85	Sì
21	-Y	Uniforme	245,7	2,62	3,11	3,32	No	2,06	2,33	3,32	No
22	-Y	Uniforme	-245,7	1,82	3,42	3,30	No	1,41	2,56	3,30	No
23	-Y	Forze statiche	245,7	2,62	3,11	3,32	No	2,06	2,33	3,32	No
24	-Y	Forze statiche	-245,7	1,82	3,42	3,30	No	1,41	2,56	3,30	No

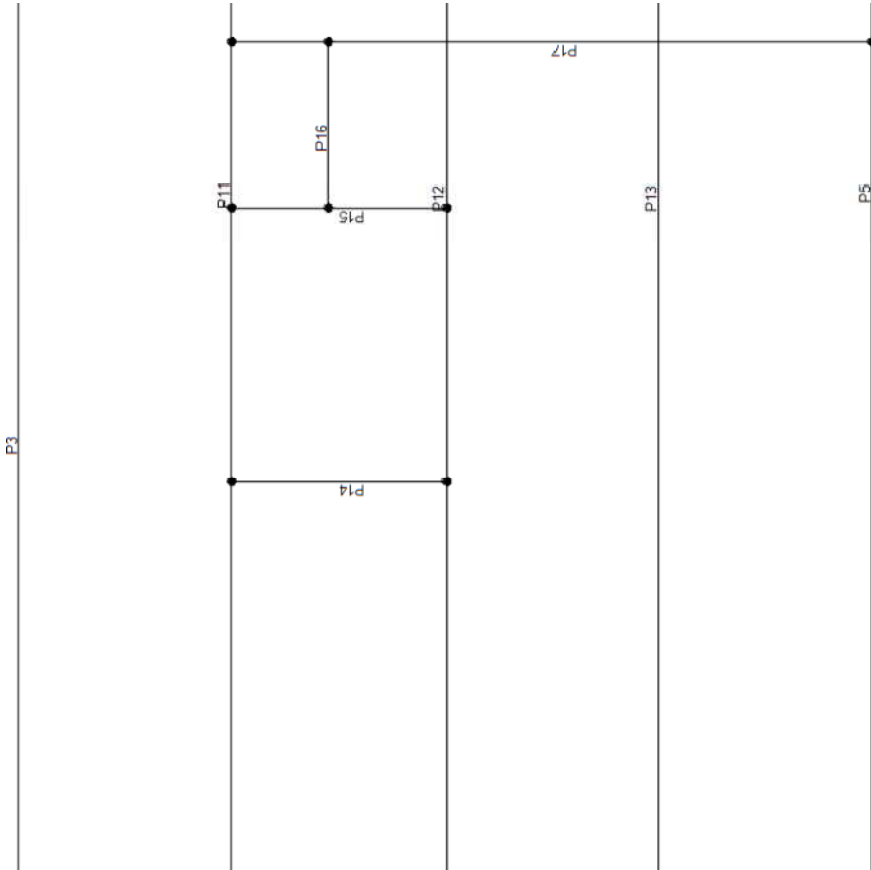
N.	Dir. sisma	Car. sismico prop.	Ecc. [cm]	Dmax SLD [cm]	Dd SLD [cm]	SLD ver.	Dmax SLO [cm]	Do SLO [cm]	SLO ver.
1	+X	Uniforme	0,0	0,25	0,63	Sì	0,20	0,41	Sì
2	+X	Forze statiche	0,0	0,25	0,63	Sì	0,20	0,41	Sì
3	-X	Uniforme	0,0	0,22	0,62	Sì	0,18	0,39	Sì
4	-X	Forze statiche	0,0	0,22	0,62	Sì	0,18	0,39	Sì
5	+Y	Uniforme	0,0	0,50	0,53	Sì	0,36	0,46	Sì
6	+Y	Forze statiche	0,0	0,50	0,53	Sì	0,36	0,46	Sì
7	-Y	Uniforme	0,0	0,57	0,59	Sì	0,43	0,34	Sì
8	-Y	Forze statiche	0,0	0,57	0,59	Sì	0,43	0,34	Sì
9	+X	Uniforme	110,2	0,23	0,72	Sì	0,18	0,47	Sì
10	+X	Uniforme	-110,2	0,28	0,57	Sì	0,22	0,36	Sì
11	+X	Forze statiche	110,2	0,23	0,72	Sì	0,18	0,47	Sì
12	+X	Forze statiche	-110,2	0,28	0,57	Sì	0,22	0,36	Sì
13	-X	Uniforme	110,2	0,20	0,72	Sì	0,16	0,45	Sì
14	-X	Uniforme	-110,2	0,26	0,54	Sì	0,21	0,36	Sì
15	-X	Forze statiche	110,2	0,20	0,72	Sì	0,16	0,45	Sì
16	-X	Forze statiche	-110,2	0,26	0,54	Sì	0,21	0,36	Sì
17	+Y	Uniforme	245,7	0,58	0,70	Sì	0,43	0,70	Sì
18	+Y	Uniforme	-245,7	0,46	0,64	Sì	0,33	0,43	Sì

Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture

19	+Y	Forze statiche	245,7	0,58	0,70	Sì	0,43	0,70	Sì
20	+Y	Forze statiche	-245,7	0,46	0,64	Sì	0,33	0,43	Sì
21	-Y	Uniforme	245,7	0,76	0,92	Sì	0,58	0,92	Sì
22	-Y	Uniforme	-245,7	0,46	0,56	Sì	0,33	0,44	Sì
23	-Y	Forze statiche	245,7	0,76	0,92	Sì	0,58	0,92	Sì
24	-Y	Forze statiche	-245,7	0,46	0,56	Sì	0,33	0,44	Sì

N.	Dir. sisma	Car. sismico prop.	Ecc. [cm]	α SLC	α SLV	α SLD	α SLO
1	+X	Uniforme	0,0	2,186	2,013	2,023	2,024
2	+X	Forze statiche	0,0	2,186	2,013	2,023	2,024
3	-X	Uniforme	0,0	1,919	1,767	2,005	1,934
4	-X	Forze statiche	0,0	1,919	1,767	2,005	1,934
5	+Y	Uniforme	0,0	1,111	1,023	1,044	1,176
6	+Y	Forze statiche	0,0	1,111	1,023	1,044	1,176
7	-Y	Uniforme	0,0	0,991	0,913	1,018	0,832
8	-Y	Forze statiche	0,0	0,991	0,913	1,018	0,832
9	+X	Uniforme	110,2	2,200	2,026	2,287	2,259
10	+X	Uniforme	-110,2	2,097	2,001	1,802	1,623
11	+X	Forze statiche	110,2	2,200	2,026	2,287	2,259
12	+X	Forze statiche	-110,2	2,097	2,001	1,802	1,623
13	-X	Uniforme	110,2	1,929	1,776	2,320	2,217
14	-X	Uniforme	-110,2	1,910	1,759	1,717	1,724
15	-X	Forze statiche	110,2	1,929	1,776	2,320	2,217
16	-X	Forze statiche	-110,2	1,910	1,759	1,717	1,724
17	+Y	Uniforme	245,7	1,069	0,988	1,160	1,455
18	+Y	Uniforme	-245,7	1,145	1,054	1,271	1,204
19	+Y	Forze statiche	245,7	1,069	0,988	1,160	1,455
20	+Y	Forze statiche	-245,7	1,145	1,054	1,271	1,204
21	-Y	Uniforme	245,7	0,981	0,903	1,182	1,485
22	-Y	Uniforme	-245,7	0,986	0,908	1,165	1,218
23	-Y	Forze statiche	245,7	0,981	0,903	1,182	1,485
24	-Y	Forze statiche	-245,7	0,986	0,908	1,165	1,218

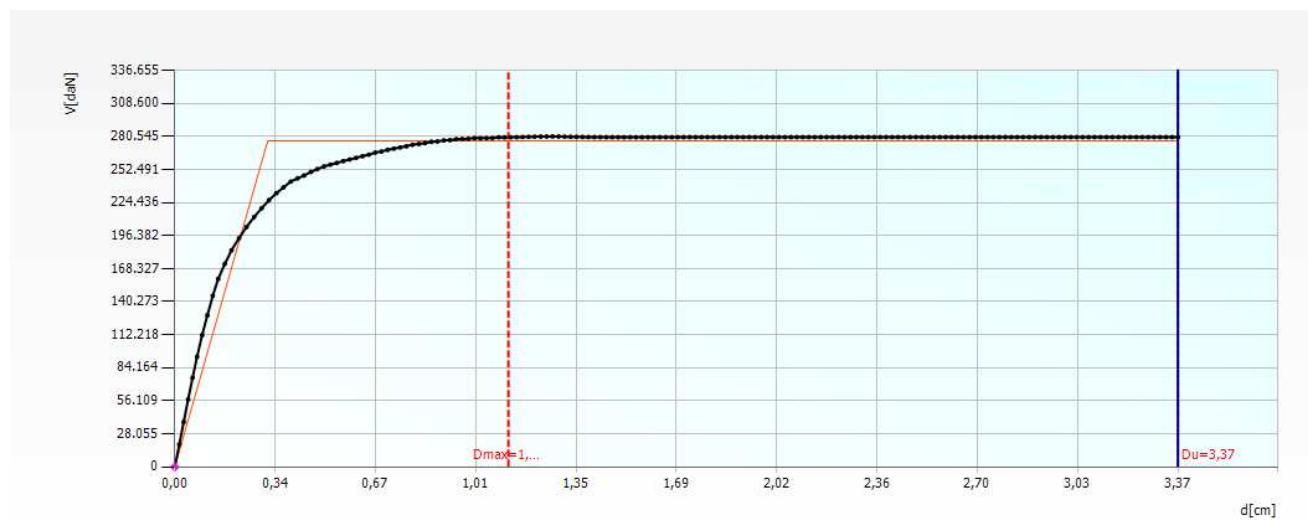
Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture



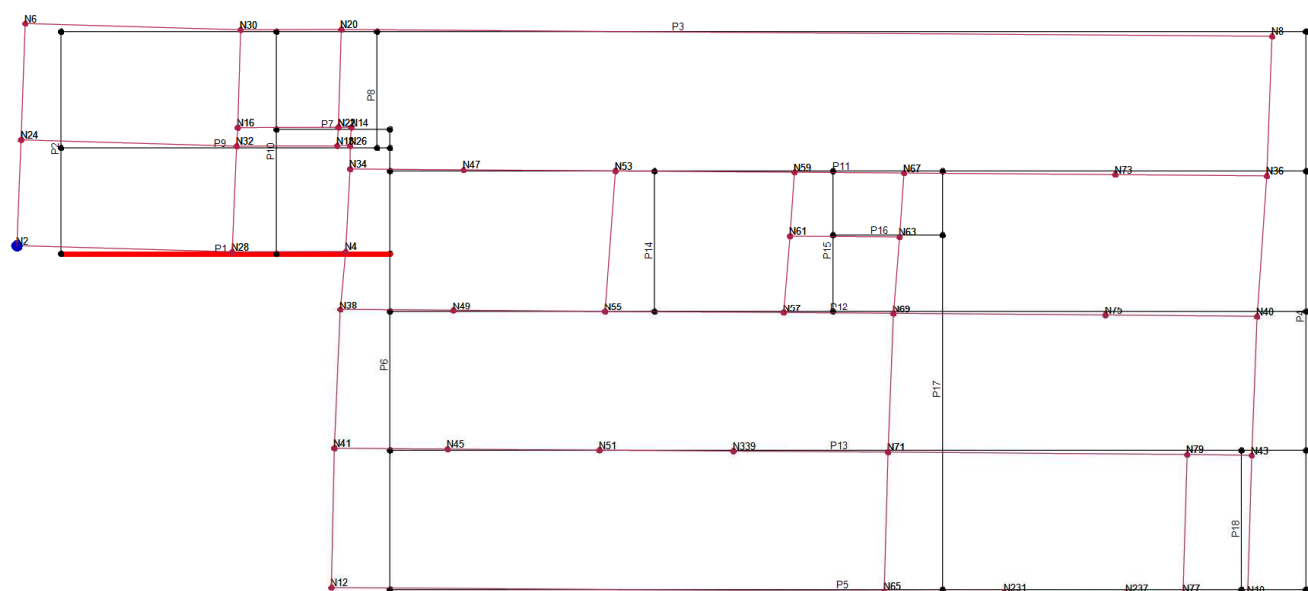
Legenda Numerazione Pareti

Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture

SISMA X



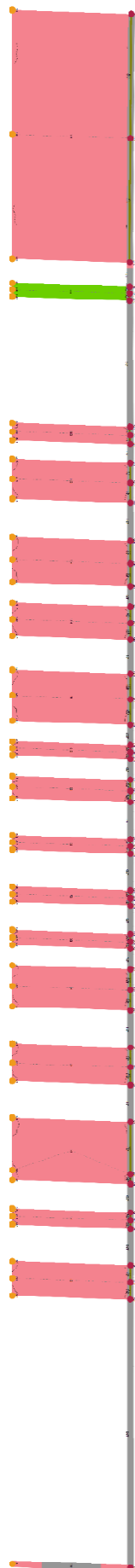
COMB.16. CURVA DI CAPACITÀ CON SISMA -X



COMB.16. DEFORMATA IN PIANTA CON SISMA -X

Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture

Comb.16. Deformata P3:



Spostamento Nodi P3:

Normativa : NT18 Analisi : 16

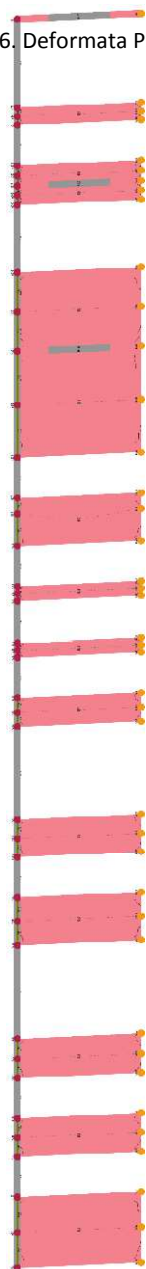
Livello 1

Risultati Parete 3

Nodo	Ux [cm]	Uy [cm]	Uz [cm]	Rot X [rad]	Rot Y [rad]
5	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
6	-0,87	0,19	-0,02	0,0000	0,0004
7	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
8	-0,83	-0,12	0,16	0,0005	-0,0004
19	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
20	-0,87	0,05	-0,02	0,0000	0,0000
29	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
30	-0,87	0,04	-0,05	0,0000	-0,0002
80	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
81	-0,87	0,00	-0,03	0,0000	0,0002
82	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
83	-0,87	0,00	-0,02	0,0000	0,0000
84	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
85	-0,87	0,00	-0,02	0,0000	0,0000
86	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
87	-0,87	0,00	-0,02	0,0000	0,0000
88	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
89	-0,87	0,00	-0,02	0,0000	0,0000
90	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
91	-0,87	0,00	-0,03	0,0000	0,0000
92	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
93	-0,87	0,00	-0,03	0,0000	0,0000
94	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
95	-0,86	0,00	-0,03	0,0000	0,0000
96	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
97	-0,86	0,00	-0,03	0,0000	0,0000
98	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
99	-0,86	0,00	-0,04	0,0000	0,0000
100	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
101	-0,86	0,00	-0,04	0,0000	0,0000
102	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
103	-0,86	0,00	-0,04	0,0000	0,0000
104	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
105	-0,86	0,00	-0,04	0,0000	0,0000
106	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
107	-0,86	0,00	-0,05	0,0000	0,0000
108	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
109	-0,86	0,00	-0,05	0,0000	0,0000
110	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
111	-0,85	0,00	-0,05	0,0000	0,0000
112	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
113	-0,85	0,00	-0,04	0,0000	0,0000
114	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
115	-0,85	0,00	-0,04	0,0000	0,0000

Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture

Comb.16. Deformata P5:



Spostamento Nodi P5:

Normativa : NT18 Analisi : 16

Livello 1

Risultati Parete 5

Nodo	Ux [cm]	Uy [cm]	Uz [cm]	Rot X [rad]	Rot Y [rad]
9	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
10	-1,42	-0,12	-0,01	0,0001	-0,0003
11	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
12	-1,43	0,05	-0,02	0,0000	0,0000
64	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
65	-1,42	-0,04	-0,02	0,0000	-0,0001
76	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
77	-1,42	-0,10	-0,03	0,0001	0,0001
194	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
195	-1,43	0,00	-0,02	0,0000	0,0000
196	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
197	-1,43	0,00	-0,03	0,0000	0,0000
198	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
199	-1,43	0,00	-0,03	0,0000	0,0000
200	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
201	-1,43	0,00	-0,04	0,0000	0,0000
202	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
203	-1,43	0,00	-0,04	0,0000	0,0000
204	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
205	-1,43	0,00	-0,05	0,0000	0,0001
206	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
207	-1,43	0,00	-0,04	0,0000	0,0001
208	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
209	-1,43	0,00	-0,04	0,0000	0,0000
210	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
211	-1,43	0,00	-0,04	0,0000	0,0000
212	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
213	-1,43	0,00	-0,05	0,0000	0,0000
214	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
215	-1,43	0,00	-0,05	0,0000	0,0000
216	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
217	-1,43	0,00	-0,05	0,0000	0,0000
218	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
219	-1,43	0,00	-0,05	0,0000	0,0000
220	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
221	-1,43	0,00	-0,04	0,0000	0,0001
222	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
223	-1,43	0,00	-0,04	0,0000	0,0001
224	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
225	-1,42	0,00	-0,03	0,0000	0,0001
226	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
227	-1,42	0,00	-0,02	0,0000	0,0001
228	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
229	-1,42	0,00	-0,02	0,0000	0,0000

Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture

Comb. 16. Deformata P11

Spostamento Nodi P11:



Normativa : NT18 Analisi : 16

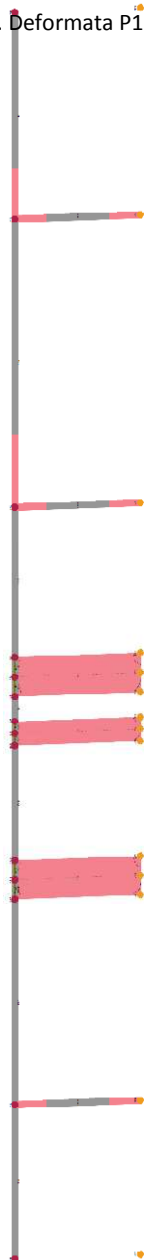
Livello 1

Risultati Parete 11

Nodo	Ux [cm]	Uy [cm]	Uz [cm]	Rot X [rad]	Rot Y [rad]
33	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
34	-0,97	0,05	-0,02	0,0001	0,0002
35	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
36	-0,96	-0,12	-0,04	0,0002	0,0000
46	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
47	-0,97	0,03	-0,03	-0,0001	0,0000
52	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
53	-0,95	0,00	-0,08	0,0000	-0,0002
58	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
59	-0,94	-0,03	-0,05	0,0003	-0,0001
66	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
67	-0,94	-0,05	-0,02	-0,0007	-0,0001
72	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
73	-0,95	-0,09	-0,01	0,0003	-0,0015
312	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
313	-0,95	0,00	-0,06	0,0000	0,0002
314	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
315	-0,94	0,00	-0,06	0,0000	0,0000
316	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
317	-0,94	0,00	-0,06	0,0000	0,0000
318	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
319	-0,94	0,00	-0,06	0,0000	0,0001
320	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
321	-0,95	0,00	-0,07	0,0000	0,0002
322	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
323	-0,94	0,00	-0,06	0,0000	0,0000

Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture

Comb.16. Deformata P12



Spostamento Nodi P12:

Normativa : NT18 Analisi : 16

Livello 1

Risultati Parete 12

Nodo	Ux [cm]	Uy [cm]	Uz [cm]	Rot X [rad]	Rot Y [rad]
37	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
38	-1,21	0,05	-0,03	-0,0001	0,0002
39	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
40	-1,19	-0,12	-0,04	0,0000	-0,0001
48	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
49	-1,21	0,03	-0,03	-0,0001	0,0000
54	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
55	-1,21	0,00	-0,08	0,0000	-0,0002
56	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
57	-1,21	-0,03	-0,04	-0,0003	0,0000
68	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
69	-1,20	-0,05	-0,04	0,0003	0,0003
74	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
75	-1,19	-0,09	-0,01	0,0003	-0,0018
324	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
325	-1,21	0,00	-0,06	0,0000	0,0002
326	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
327	-1,21	0,00	-0,04	0,0000	0,0000
328	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
329	-1,21	0,00	-0,04	0,0000	0,0000
330	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
331	-1,21	0,00	-0,04	0,0000	0,0000
332	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
333	-1,21	0,00	-0,07	0,0000	0,0002
334	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
335	-1,21	0,00	-0,04	0,0000	0,0000
336	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
337	-1,21	0,00	-0,04	0,0000	0,0000

Allegato Tecnico delle Strutture

Comb. 16. Deformata P13



Comb. 16. Spostamenti P13

Normativa : NT18 Analisi : 16

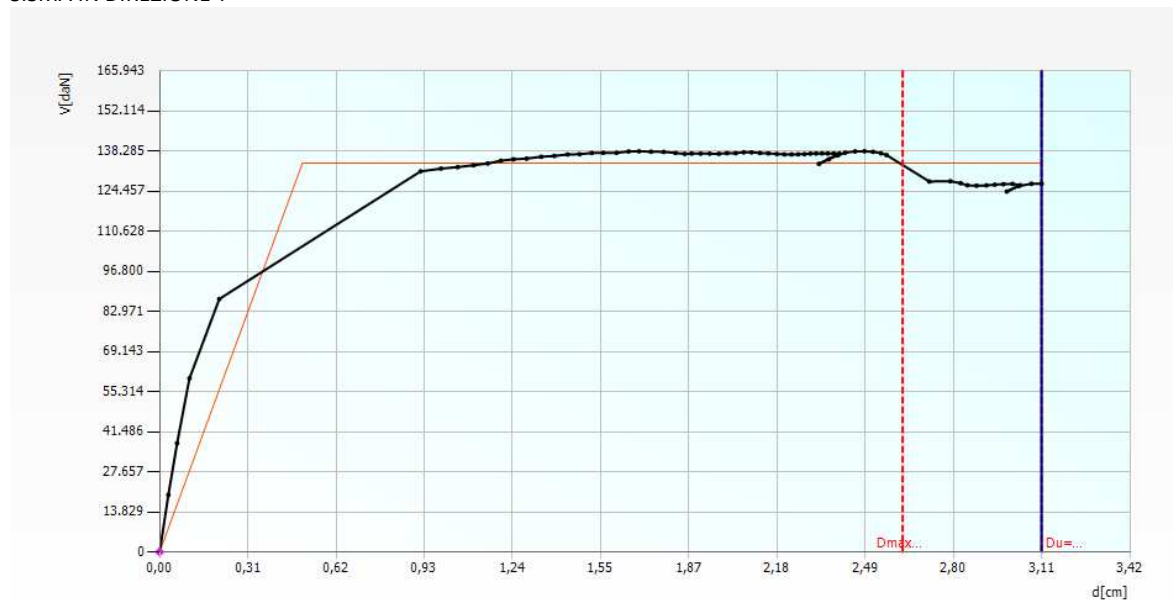
Livello 1

Risultati Parete 13

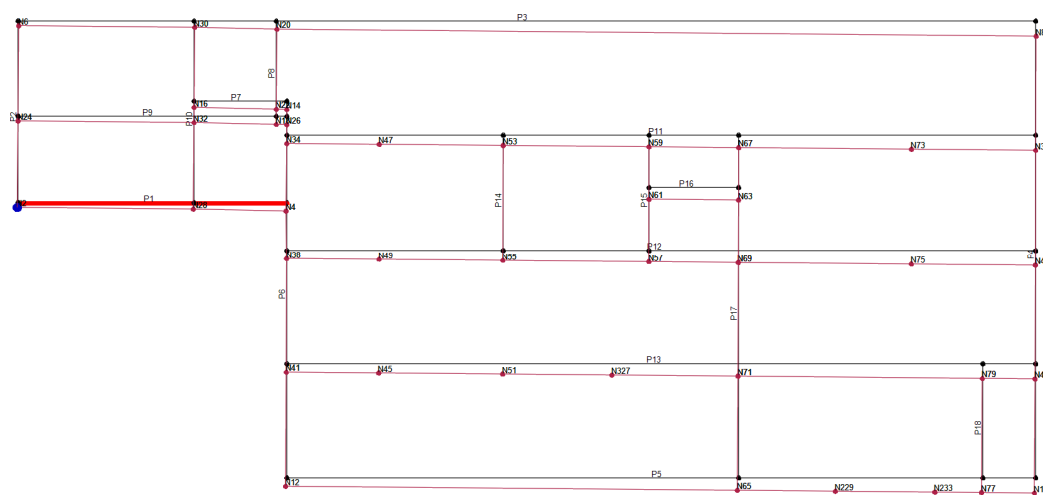
Nodo	Ux [cm]	Uy [cm]	Uz [cm]	Rot X [rad]	Rot Y [rad]
41	-1,36	0,05	-0,03	0,0000	0,0002
42	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
43	-1,32	-0,12	0,02	-0,0001	-0,0002
44	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
45	-1,35	0,03	-0,03	-0,0001	-0,0001
50	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
51	-1,35	0,00	-0,03	0,0000	-0,0002
70	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
71	-1,33	-0,04	-0,04	0,0000	0,0000
78	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
79	-1,32	-0,10	-0,03	-0,0002	-0,0002
338	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
339	-1,34	-0,02	-0,03	-0,0006	0,0000
340	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
341	-1,33	0,00	-0,03	0,0000	0,0000
342	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
343	-1,33	0,00	-0,05	0,0000	-0,0002
344	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
345	-1,33	0,00	-0,06	0,0000	-0,0002
346	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
347	-1,32	0,00	-0,08	0,0000	0,0001
348	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
349	-1,32	0,00	-0,07	0,0000	0,0001
350	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
351	-1,32	0,00	-0,06	0,0000	0,0002
352	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
353	-1,33	0,00	-0,03	0,0000	0,0000
354	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
355	-1,33	0,00	-0,06	0,0000	-0,0002
356	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
357	-1,32	0,00	-0,07	0,0000	0,0001

Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture

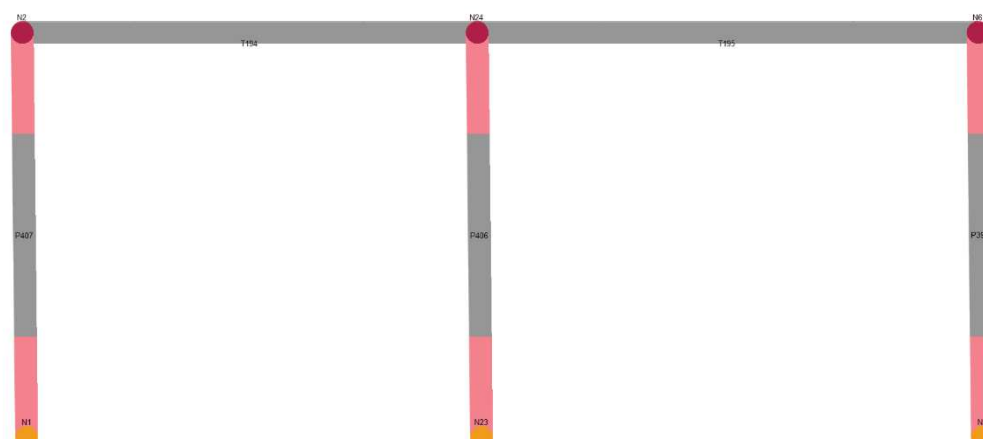
SISMA IN DIREZIONE Y



COMB.23. CURVA CAPACITÀ SISMA - Y

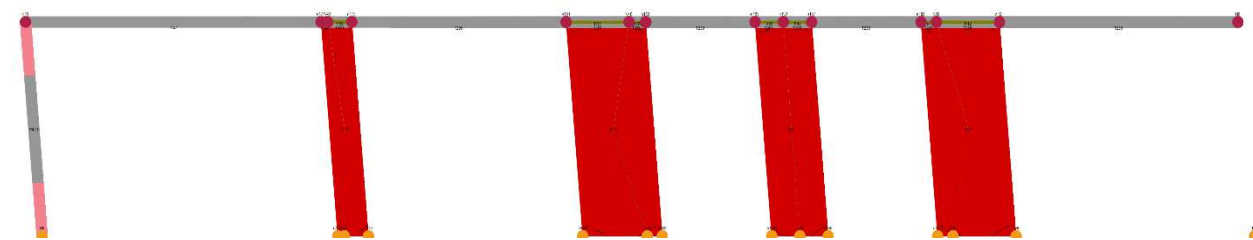


COMB.23. DEFORMATA IN PIANTA



comb.23. deformata P2

Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture



comb.23. deformata P4

Normativa : NT18 Analisi : 23

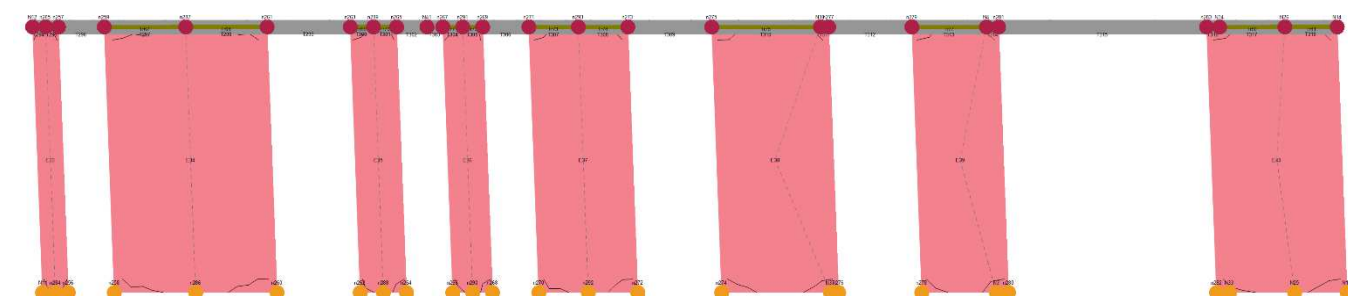
Livello 1

Risultati Parete 4

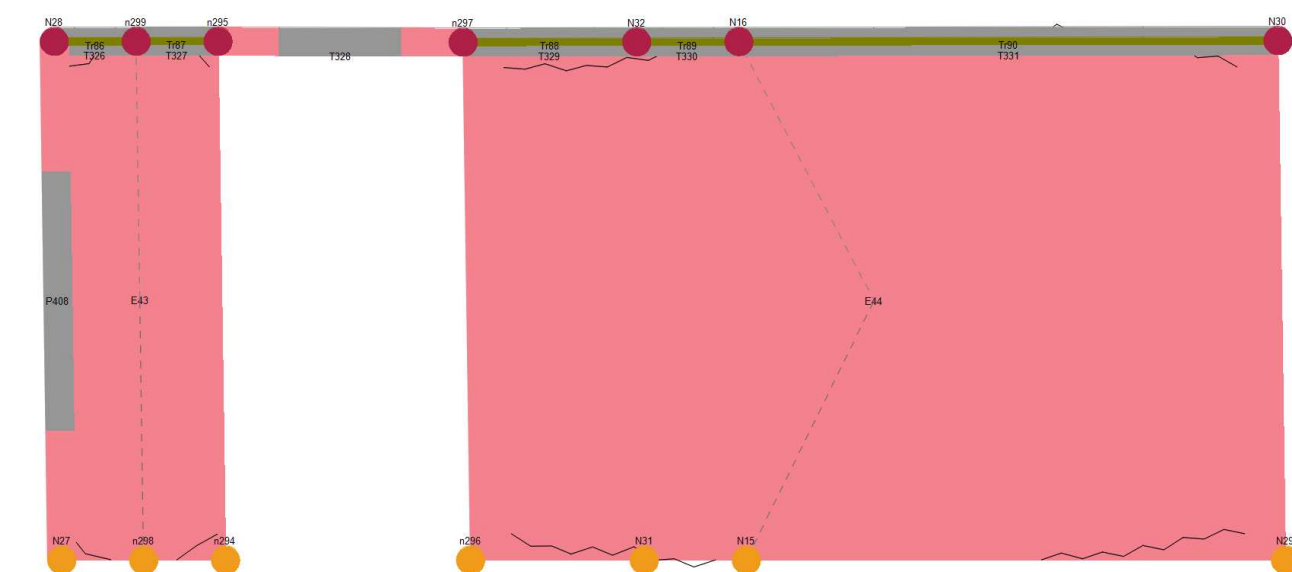
Nodo	Ux [cm]	Uy [cm]	Uz [cm]	Rot X [rad]	Rot Y [rad]
7	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
8	0,13	-3,97	-0,04	0,0001	0,0000
9	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
10	-0,29	-3,97	-0,01	0,0002	-0,0002
35	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
36	0,01	-3,97	-0,05	0,0000	-0,0003
39	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
40	-0,04	-3,97	-0,05	0,0000	-0,0003
42	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
43	-0,11	-3,97	-0,01	-0,0001	-0,0001
176	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
177	-3,97	0,00	-0,01	0,0000	-0,0001
178	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
179	-3,97	0,00	-0,02	0,0000	-0,0001
180	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
181	-3,97	0,00	-0,05	0,0000	0,0000
182	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
183	-3,97	0,00	-0,05	0,0000	0,0000
184	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
185	-3,97	0,00	-0,04	0,0000	0,0000
186	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
187	-3,97	0,00	-0,04	0,0000	0,0000
188	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
189	-3,97	0,00	-0,05	0,0000	0,0000
190	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
191	-3,97	0,00	-0,05	0,0000	0,0000
192	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
193	-3,97	0,00	-0,04	0,0000	0,0000

Comb. 23. Spostamento Nodi Parete P4

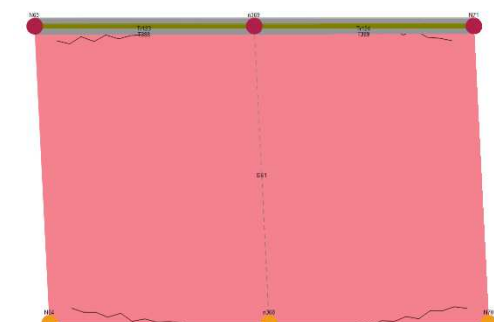
Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture



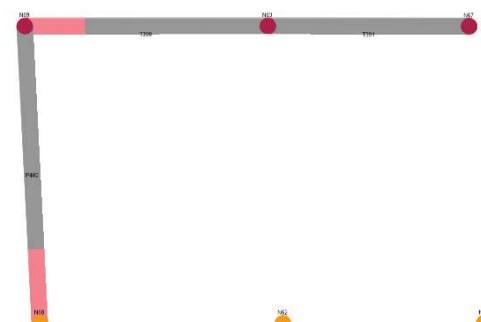
comb.23. deformata P6



comb.23. deformata P10

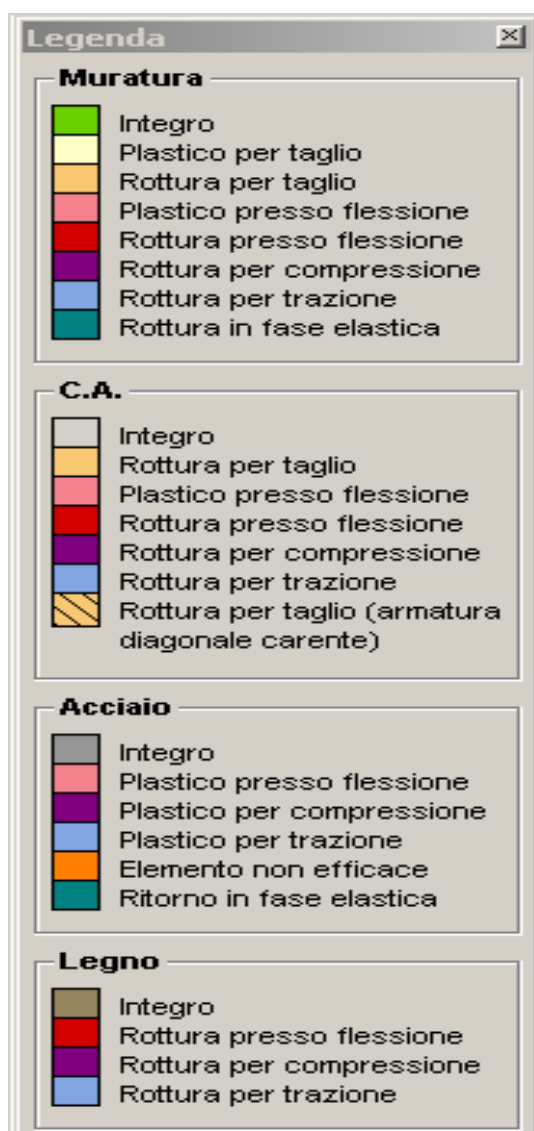


comb.23. deformata P17



Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture

LEGENDA STATO DI DEFORMAZIONE ELEMENTI



Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture

Verifica statica

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.2018.

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

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

t : spessore del muro.

h : l'altezza interna di piano;

p : 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.2018.

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

$$e_1 = |e_s| + |e_a| \quad ; \quad e_2 = \frac{e_1}{2} + |e_v|$$

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.2018.

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; $N_r = \phi f_d A$

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

f_d : resistenza di calcolo della muratura;

ϕ : 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.

Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture

Parete : 3

Maschio	h _o [cm]	t [cm]	h _o /t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
1	370	28	13,214	0,158	0,120	0,137	Sì
2	370	28	13,214	0,101	0,198	0,080	Sì
3	370	28	13,214	0,166	0,153	0,128	Sì
4	370	28	13,214	0,176	0,127	0,150	Sì
5	370	28	13,214	0,174	0,119	0,153	Sì
6	370	28	13,214	0,174	0,115	0,155	Sì
7	370	28	13,214	0,173	0,112	0,157	Sì
8	370	28	13,214	0,173	0,112	0,157	Sì
9	370	28	13,214	0,173	0,115	0,155	Sì
10	370	28	13,214	0,173	0,119	0,152	Sì
11	370	28	13,214	0,173	0,124	0,149	Sì
12	370	28	13,214	0,174	0,128	0,148	Sì
13	370	28	13,214	0,174	0,124	0,150	Sì
14	370	28	13,214	0,174	0,115	0,155	Sì
15	370	28	13,214	0,172	0,109	0,157	Sì
16	370	28	13,214	0,175	0,114	0,157	Sì
17	370	28	13,214	0,170	0,132	0,141	Sì

Superiore				Centrale				Inferiore					
Maschio	Nd	ξ	Nr	Nd/Nr	Nd	ξ	Nr	Nd/Nr	Nd	ξ	Nr	Nd/Nr	Verificato
1	7.101	0,383	20.895	0,340	8.192	0,456	24.889	0,329	9.283	0,424	23.165	0,401	Sì
2	658	0,492	12.687	0,052	1.173	0,305	7.871	0,149	1.688	0,536	13.820	0,122	Sì
3	6.573	0,369	36.705	0,179	8.563	0,392	39.016	0,219	10.553	0,441	43.880	0,240	Sì
4	7.668	0,349	20.118	0,381	8.819	0,443	25.520	0,346	9.971	0,398	22.924	0,435	Sì
5	11.026	0,352	23.118	0,477	12.339	0,458	30.091	0,410	13.653	0,392	25.748	0,530	Sì
6	4.614	0,353	8.390	0,550	5.089	0,466	11.073	0,460	5.564	0,388	9.228	0,603	Sì
7	5.258	0,354	8.584	0,612	5.743	0,471	11.440	0,502	6.227	0,386	9.363	0,665	Sì
8	5.121	0,354	8.233	0,622	5.585	0,472	10.983	0,509	6.050	0,386	8.969	0,675	Sì
9	6.840	0,354	12.701	0,539	7.557	0,465	16.707	0,452	8.275	0,390	13.983	0,592	Sì
10	3.581	0,354	7.686	0,466	4.015	0,458	9.949	0,404	4.450	0,394	8.561	0,520	Sì
11	11.417	0,354	28.952	0,394	13.054	0,448	36.668	0,356	14.690	0,399	32.716	0,449	Sì
12	6.722	0,353	18.730	0,359	7.783	0,441	23.417	0,332	8.844	0,402	21.364	0,414	Sì
13	10.152	0,352	25.443	0,399	11.596	0,448	32.349	0,358	13.041	0,398	28.770	0,453	Sì
14	12.355	0,353	22.491	0,549	13.628	0,466	29.681	0,459	14.900	0,388	24.741	0,602	Sì
15	6.596	0,356	9.892	0,667	7.152	0,476	13.242	0,540	7.707	0,385	10.710	0,720	Sì
16	4.477	0,350	7.607	0,589	4.911	0,467	10.160	0,483	5.346	0,384	8.349	0,640	Sì
17	42.717	0,361	143.800	0,297	50.677	0,433	172.324	0,294	58.636	0,415	165.288	0,355	Sì

Parete : 4

Maschio	h _o [cm]	t [cm]	h _o /t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
18	370	28	13,214	0,066	0,086	0,066	Sì
19	370	28	13,214	0,066	0,066	0,066	Sì
20	370	28	13,214	0,066	0,066	0,066	Sì
21	370	28	13,214	0,066	0,066	0,066	Sì

Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture

Superiore			Centrale				Inferiore						
Maschio	Nd	$\frac{e}{h}$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\frac{e}{h}$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\frac{e}{h}$	Nr	Nd/Nr	Verificato
18	3.220	0,573	16.219	0,199	3.786	0,521	14.763	0,256	4.352	0,573	16.219	0,268	Sì
19	15.408	0,573	41.127	0,375	16.843	0,573	41.127	0,410	18.277	0,573	41.127	0,444	Sì
20	10.635	0,573	29.832	0,356	11.675	0,573	29.832	0,391	12.716	0,573	29.832	0,426	Sì
21	16.213	0,573	41.416	0,391	17.657	0,573	41.416	0,426	19.101	0,573	41.416	0,461	Sì

Parete : 5

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
22	370	28	13,214	0,168	0,142	0,136	Sì
23	370	28	13,214	0,174	0,119	0,153	Sì
24	370	28	13,214	0,173	0,114	0,155	Sì
25	370	28	13,214	0,173	0,114	0,156	Sì
26	370	28	13,214	0,173	0,112	0,157	Sì
27	370	28	13,214	0,173	0,108	0,158	Sì
28	370	28	13,214	0,173	0,110	0,158	Sì
29	370	28	13,214	0,172	0,117	0,152	Sì
30	370	28	13,214	0,133	0,136	0,109	Sì
31	370	28	13,214	0,184	0,193	0,124	Sì
32	370	28	13,214	0,197	0,190	0,134	Sì
33	370	28	13,214	0,197	0,198	0,135	Sì
34	370	28	13,214	0,197	0,192	0,135	Sì
35	370	28	13,214	0,184	0,166	0,137	Sì

Superiore			Centrale				Inferiore						
Maschio	Nd	$\frac{e}{h}$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\frac{e}{h}$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\frac{e}{h}$	Nr	Nd/Nr	Verificato
22	8.767	0,363	37.482	0,234	10.827	0,414	42.725	0,253	12.888	0,426	43.952	0,293	Si
23	9.217	0,353	19.782	0,466	10.338	0,457	25.646	0,403	11.459	0,393	22.058	0,519	Si
24	11.478	0,354	20.740	0,553	12.650	0,467	27.367	0,462	13.821	0,389	22.790	0,606	Si
25	14.044	0,354	24.670	0,569	15.438	0,468	32.649	0,473	16.832	0,388	27.053	0,622	Si
26	12.207	0,354	19.671	0,621	13.318	0,472	26.248	0,507	14.430	0,385	21.437	0,673	Si
27	10.838	0,355	14.881	0,728	11.676	0,479	20.104	0,581	12.515	0,382	16.035	0,780	Si
28	4.872	0,355	7.209	0,676	5.278	0,476	9.680	0,545	5.684	0,384	7.806	0,728	Si
29	3.651	0,357	7.581	0,482	4.075	0,462	9.800	0,416	4.499	0,395	8.393	0,536	Si
30	5.032	0,432	30.335	0,166	6.436	0,425	29.848	0,216	7.840	0,477	33.554	0,234	Si
31	5.988	0,333	52.242	0,115	9.120	0,315	49.399	0,185	12.251	0,449	70.378	0,174	Si
32	4.993	0,308	35.522	0,141	7.280	0,322	37.083	0,196	9.584	0,429	49.418	0,194	Si
33	1.164	0,308	8.492	0,137	1.647	0,307	8.454	0,195	2.197	0,427	11.754	0,187	Si
34	1.283	0,308	9.158	0,140	1.853	0,318	9.450	0,196	2.447	0,428	12.714	0,192	Si
35	1.511	0,334	8.383	0,180	2.013	0,369	9.266	0,217	2.515	0,424	10.654	0,236	Si

Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture

Parete : 6

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
36	370	28	13,214	0,066	0,133	0,066	Sì
37	370	28	13,214	0,066	0,109	0,066	Sì
38	370	28	13,214	0,066	0,083	0,066	Sì
39	370	28	13,214	0,066	0,081	0,066	Sì
40	370	28	13,214	0,066	0,088	0,066	Sì
41	370	28	13,214	0,066	0,080	0,066	Sì
42	370	28	13,214	0,066	0,070	0,066	Sì
43	370	28	13,214	0,066	0,066	0,066	Sì

Superiore			Centrale				Inferiore						
Maschio	Nd	?	Nr	Nd/Nr	Nd	?	Nr	Nd/Nr	Nd	?	Nr	Nd/Nr	Verificato
36	918	0,573	10.427	0,088	1.282	0,430	7.830	0,164	1.645	0,573	10.427	0,158	Sì
37	8.444	0,573	65.745	0,128	10.737	0,478	54.841	0,196	13.030	0,573	65.745	0,198	Sì
38	3.925	0,573	18.681	0,210	4.577	0,526	17.160	0,267	5.228	0,573	18.681	0,280	Sì
39	3.549	0,573	16.074	0,221	4.109	0,532	14.922	0,275	4.670	0,573	16.074	0,291	Sì
40	7.519	0,573	39.968	0,188	8.913	0,517	36.050	0,247	10.307	0,573	39.968	0,258	Sì
41	10.632	0,573	47.209	0,225	12.278	0,534	44.009	0,279	13.925	0,573	47.209	0,295	Sì
42	10.354	0,573	35.040	0,295	11.576	0,561	34.327	0,337	12.799	0,573	35.040	0,365	Sì
43	7.150	0,573	52.717	0,136	8.989	0,573	52.717	0,171	10.827	0,573	52.717	0,205	Sì

Parete : 7

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
44	370	28	13,214	0,142	0,066	0,116	Sì

Superiore			Centrale				Inferiore						
Maschio	Nd	?	Nr	Nd/Nr	Nd	?	Nr	Nd/Nr	Nd	?	Nr	Nd/Nr	Verificato
44	17.241	0,414	93.851	0,184	21.766	0,573	129.753	0,168	26.291	0,464	105.172	0,250	Sì

Parete : 8

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
45	370	28	13,214	0,066	0,066	0,066	Sì

Superiore			Centrale				Inferiore						
Maschio	Nd	?	Nr	Nd/Nr	Nd	?	Nr	Nd/Nr	Nd	?	Nr	Nd/Nr	Verificato
45	8.692	0,573	132.649	0,066	13.318	0,573	132.649	0,100	17.945	0,573	132.649	0,135	Sì

Parete : 10

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
46	370	28	13,214	0,066	0,113	0,066	Sì
47	370	28	13,214	0,066	0,075	0,066	Sì

Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture

Superiore			Centrale				Inferiore						
Maschio	Nd	$\frac{e}{t}$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\frac{e}{t}$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\frac{e}{t}$	Nr	Nd/Nr	Verificato
46	4.050	0,573	33.886	0,120	5.231	0,469	27.769	0,188	6.413	0,573	33.886	0,189	Sì
47	43.167	0,573	168.563	0,256	49.045	0,548	161.126	0,304	54.924	0,573	168.563	0,326	Sì

Parete : 11

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
48	370	28	13,214	0,196	0,094	0,182	Sì
49	370	28	13,214	0,066	0,066	0,066	Sì
50	370	28	13,214	0,127	0,066	0,116	Sì

Superiore			Centrale				Inferiore						
Maschio	Nd	$\frac{e}{t}$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\frac{e}{t}$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\frac{e}{t}$	Nr	Nd/Nr	Verificato
48	18.420	0,310	17.629	1,045	19.556	0,506	28.754	0,680	20.692	0,337	19.193	1,078	No
49	1.169	0,573	20.853	0,056	1.896	0,573	20.853	0,091	2.623	0,573	20.853	0,126	Sì
50	54.448	0,443	122.510	0,444	59.968	0,573	158.281	0,379	65.489	0,463	127.920	0,512	Sì

Parete : 12

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
51	370	28	13,214	0,197	0,095	0,184	Sì
52	370	28	13,214	0,175	0,082	0,153	Sì
53	370	28	13,214	0,183	0,085	0,159	Sì

Superiore			Centrale				Inferiore						
Maschio	Nd	$\frac{e}{t}$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\frac{e}{t}$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\frac{e}{t}$	Nr	Nd/Nr	Verificato
51	19.674	0,308	17.495	1,125	20.810	0,504	28.666	0,726	21.946	0,334	18.984	1,156	No
52	5.778	0,350	12.723	0,454	6.505	0,531	19.331	0,337	7.232	0,392	14.262	0,507	Sì
53	8.981	0,335	19.318	0,465	10.133	0,524	30.178	0,336	11.284	0,381	21.963	0,514	Sì

Parete : 13

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
54	370	28	13,214	0,066	0,066	0,066	Sì
55	370	28	13,214	0,066	0,066	0,066	Sì
56	370	28	13,214	0,066	0,066	0,066	Sì
57	370	28	13,214	0,066	0,066	0,066	Sì

Superiore				Centrale				Inferiore					
Maschio	Nd	$\frac{e}{t}$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\frac{e}{t}$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\frac{e}{t}$	Nr	Nd/Nr	Verificato
54	29.380	0,572	91.293	0,322	32.567	0,573	91.377	0,356	35.754	0,572	91.308	0,392	Sì
55	7.623	0,572	15.336	0,497	8.158	0,573	15.350	0,531	8.693	0,572	15.338	0,567	Sì
56	14.777	0,572	37.616	0,393	16.090	0,573	37.652	0,427	17.403	0,572	37.621	0,463	Sì
57	32.984	0,572	134.275	0,246	37.670	0,573	134.388	0,280	42.357	0,573	134.300	0,315	Sì

Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture

Parete : 14

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
58	370	28	13,214	0,066	0,066	0,066	Sì
59	370	28	13,214	0,066	0,066	0,066	Sì

Superiore			Centrale				Inferiore						
Maschio	Nd	$\frac{e}{t}$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\frac{e}{t}$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\frac{e}{t}$	Nr	Nd/Nr	Verificato
58	9.122	0,573	12.886	0,708	9.572	0,573	12.886	0,743	10.021	0,573	12.886	0,778	Sì
59	8.360	0,573	11.875	0,704	8.774	0,573	11.875	0,739	9.188	0,573	11.875	0,774	Sì

Parete : 15

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
60	370	28	13,214	0,066	0,066	0,066	Sì
61	370	28	13,214	0,066	0,066	0,066	Sì

Superiore			Centrale				Inferiore						
Maschio	Nd	$\frac{e}{t}$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\frac{e}{t}$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\frac{e}{t}$	Nr	Nd/Nr	Verificato
60	3.313	0,573	12.886	0,257	3.763	0,573	12.886	0,292	4.212	0,573	12.886	0,327	Sì
61	1.889	0,573	11.875	0,159	2.303	0,573	11.875	0,194	2.717	0,573	11.875	0,229	Sì

Parete : 16

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
62	370	28	13,214	0,078	0,066	0,074	Sì

Superiore			Centrale				Inferiore						
Maschio	Nd	?	Nr	Nd/Nr	Nd	?	Nr	Nd/Nr	Nd	?	Nr	Nd/Nr	Verificato
62	15.251	0,540	117.983	0,129	19.619	0,573	125.264	0,157	23.988	0,552	120.635	0,199	Sì

Parete : 17

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
63	370	28	13,214	0,066	0,066	0,066	Sì

Superiore			Centrale				Inferiore						
Maschio	Nd	?	Nr	Nd/Nr	Nd	?	Nr	Nd/Nr	Nd	?	Nr	Nd/Nr	Verificato
63	30.871	0,573	159.295	0,194	36.426	0,573	159.295	0,229	41.982	0,573	159.295	0,264	Sì

Parete : 18

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
64	370	28	13,214	0,066	0,066	0,066	Sì
65	370	28	13,214	0,066	0,066	0,066	Sì

Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture

Superiore			Centrale				Inferiore						
Maschio	Nd	$\frac{N_r}{N_d}$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\frac{N_r}{N_d}$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\frac{N_r}{N_d}$	Nr	Nd/Nr	Verificato
64	8.760	0,573	86.019	0,102	11.760	0,573	86.019	0,137	14.760	0,573	86.019	0,172	Sì
65	3.312	0,573	14.481	0,229	3.817	0,573	14.481	0,264	4.322	0,573	14.481	0,298	Sì

Allegato 2 - Risultati delle elaborazioni e valutazione della sicurezza

A – Risultati delle elaborazioni

Per rendere la lettura dei risultati omogenea a livello regionale tutte le verifiche forniscono al termine un “indicatore di rischio”, alfa V = PGADS V / ag Rif

Rapporto tra l’accelerazione sismica che produce la crisi della struttura, e l’accelerazione del sisma di progetto SLV (Stato Limite di Salvaguardia della Vita; PGADS V : accelerazione stimata di danno severo).

Calcolando tale coefficiente per ogni verifica effettuata si riesce a quantificare in maniera intuitiva il livello di vulnerabilità del meccanismo di collasso indagato.

A1 – Verifiche globali

Dalle verifiche sismiche effettuate sulle murature in campo Statico Non Lineare si ottiene che le strutture non superano le verifiche SLV in 10 combinazioni di carico sulle 24 previste:

- **Sisma X α_{vmin} = 1,7**
- **Sisma Y α_{vmin} = 0,9**

A2 – Verifiche Locali

Dalle verifiche statiche sulle murature in campo Statico si ottiene che le strutture superano le verifiche SLU.

Così come anche le verifiche sismiche a Pressoflessione fuori piano hanno fornito risultati positivi.

B - Valutazioni qualitative

Al termine dei rilievi, i principali punti di attenzione, individuati nel fabbricato in base alla sensibilità strutturale acquisita, sono i seguenti:

- Mancanza di controventi trasversali – la assenza di pareti intermedie nella pianta allungata della scuola giustifica la debolezza calcolata in direzione Y.
- I nuovi tamponamenti hanno le fondazioni troppo superficiali. Questo giustifica le lesioni rilevate in corrispondenza delle nuove pareti in laterizio costruite per delimitare la centrale termica.

C - Conclusioni

Al termine dei sopralluoghi e dei calcoli effettuati si deve concludere che le strutture della Scuola Sole presentano livelli di resistenza alle azioni sismiche di poco inferiori ai livelli previsti dalle nuove Norme Tecniche 2018 per il sito di costruzione; tuttavia i livelli di sicurezza raggiunti sono tali da non richiedere interventi urgenti.

D - Ipotesi di intervento

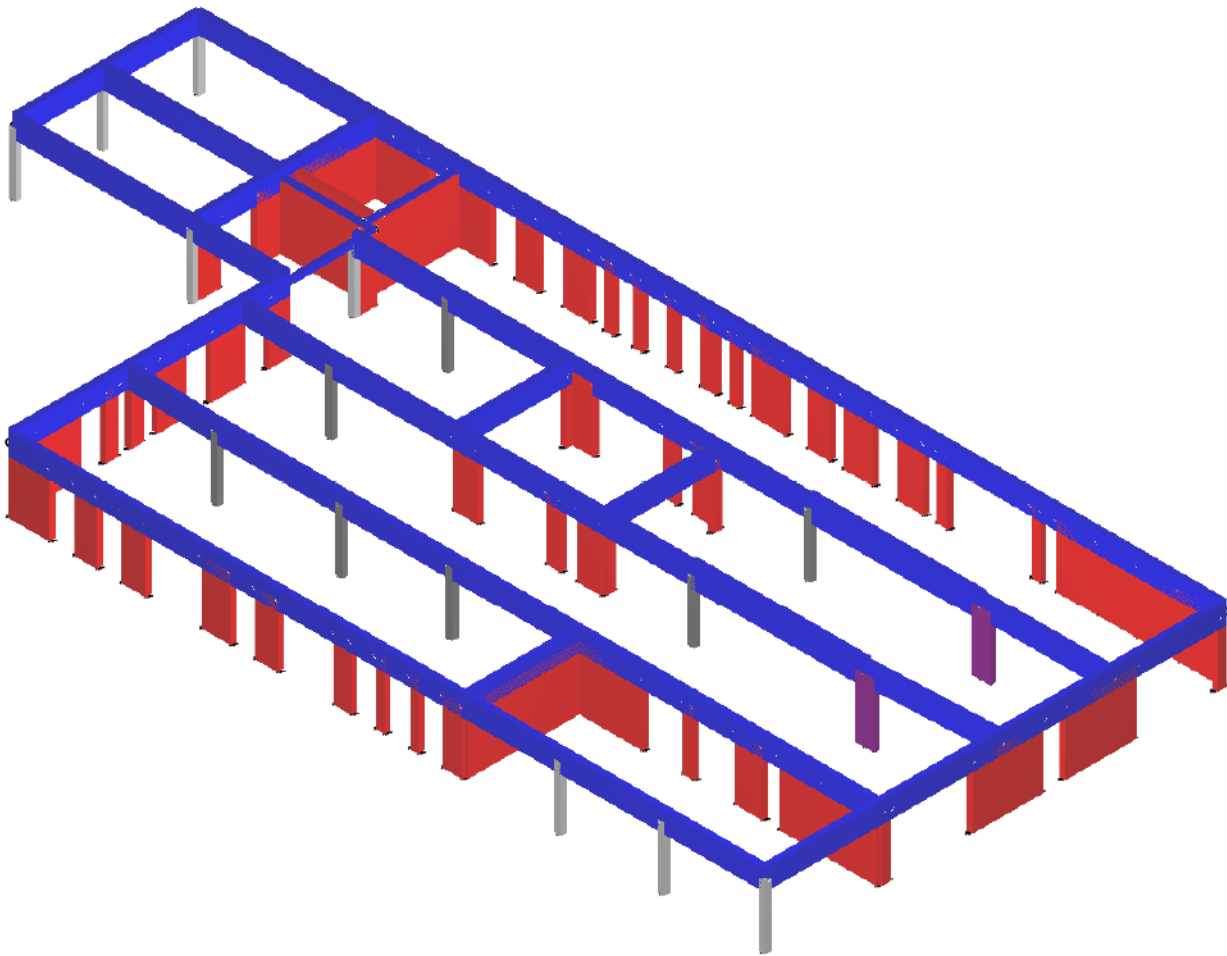
Interventi consigliati da effettuarsi in una prima fase

Indipendentemente dagli aspetti legati alla resistenza complessiva della struttura nei confronti delle azioni sismiche, comunque garantita prevalentemente dai maschi murari, visto che le prove sui calcestruzzi hanno evidenziato caratteristiche del materiale non particolarmente performanti, di cui si è tenuto conto nella verifica, si consiglia di mettere in atto un’estensione della campagna di indagine mediante prove di pull-out su tutti i pilastri. Una volta acquisito il quadro generale, si potrà valutare nel dettaglio la necessità o meno di intervenire e la tipologia di intervento da effettuarsi, ad esempio una cerchiatura dei pilastri con materiale fibrorinforzato.

Interventi consigliati programmabili

In caso di ristrutturazioni si consiglia di valutare l’opportunità di inserire ulteriori maschi murari in direzione Y o comunque di incrementare la rigidità della struttura in tale direzione, per renderla rispondente alle azioni previste dalla normativa vigente in ipotesi di adeguamento sismico. Sempre in caso di futuri interventi si suggerisce di valutare la sistemazione locale del quadro fessurativo sui nuovi tamponamenti legati all’ampliamento, con interventi che potranno riguardare il consolidamento delle fondazioni e/o l’alleggerimento delle strutture di tamponamento.

Allegato 3 - Analisi modale e valutazione della sicurezza

**Spettro in accordo con TU 2018**

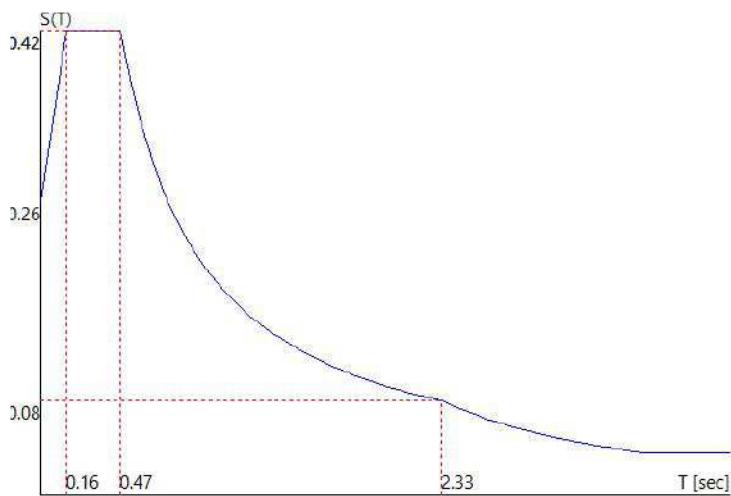
- Via Caravaggio, 2, 42122 Reggio Emilia RE, Italia Longitudine 10.6524 Latitudine 44.6865
- Tipo di Terreno C
- Coefficiente di amplificazione topografica (S_T) 1.0000
- Vita nominale della costruzione (V_N) 50.0 anni
- Classe d'uso III coefficiente C_U 1.5
- Classe di duttilità impostata Bassa
- Fattore di duttilità α_w/α_1 per sisma orizzontale 1.00
- Fattore riduttivo regolarità in altezza K_R 1.00
- Fattore riduttivo per la presenza di setti K_W 1.00

Stato	C		
Limite	$q_0 = C \alpha_w / \alpha_1$	q_H	q_V
SLV	1.50	1.50	1.50
SLD	1.50	1.50	1.50
SLC	1.50	1.50	1.50
SLO	1.00	1.00	1.50

- Smorzamento Viscoso (0.05 = 5%) 0.05

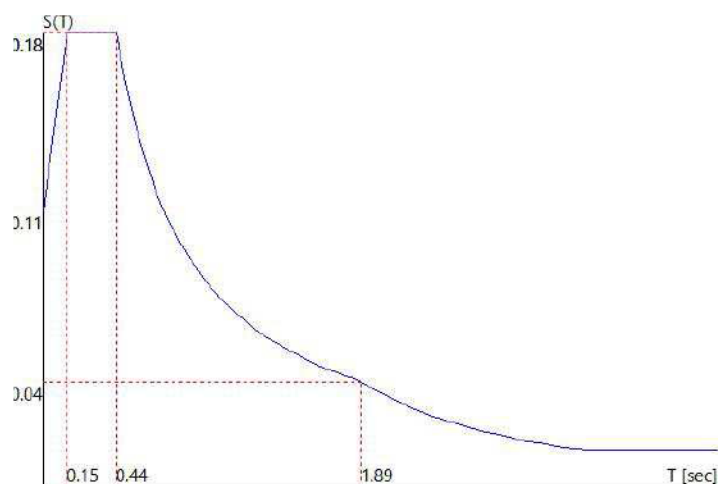
TU 2018 SLV H

- Probabilità di superamento (P_{VR}) 10.0 e periodo di ritorno (T_R) 712 (anni)
- S_s 1.441
- T_B 0.156 [sec]
- T_C 0.467 [sec]
- T_D 2.326 [sec]
- a_g/g 0.1815
- F_o 2.3824
- T_C^* 0.2981

TU 2018 SLV H**TU 2018 SLD H**

- Probabilità di superamento (P_{VR}) 63.0 e periodo di ritorno (T_R) 75 (anni)
- S_s 1.500
- T_B 0.146 [sec]
- T_C 0.437 [sec]
- T_D 1.889 [sec]
- a_g/g 0.0723
- F_o 2.4752
- T_C^* 0.2705

TU 2018 SLD H



- Rotazioni valutate nel riferimento '*convected*'

Legenda

Θ_G Rotazione carichi gravitazionali

Θ_E Rotazione carichi sismici

Θ_U Rotazione ultima

α Moltiplicatore critico

Sintesi dei risultati SLV per direzione d'ingresso del sisma.

Analisi Modale via Vettori di Ritz

Direzione d'ingresso	Modo Principale	Periodo [sec]	Massa Modale Modo Principale	Massa Modale Totale
0.00 [°] + SLV	2	0.049	59.9	100.0
0.00 [°] - SLV	8	0.046	72.9	100.0
90.00 [°] + SLV	13	0.065	85.3	99.9
90.00 [°] - SLV	19	0.060	96.9	99.9
180.00 [°] + SLV	26	0.046	72.9	100.0
180.00 [°] - SLV	32	0.049	59.9	100.0
270.00 [°] + SLV	37	0.060	96.9	99.9
270.00 [°] - SLV	43	0.065	85.3	99.9

A3.1 - Valutazione moltiplicatori meccanismi duttili (pressoflessione)

Dati di verifica

- γ_{EL} 1.50
- ϵ_u travi 4.00%
- ϵ_u pilastri 4.00%

Coefficienti γ_{Rd} degli elementi impiegati

γ_{Rd} Nuovo

γ_{Rd} Esistente

Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture

Pilastri Travi Travi di fondazione Setti Plinti (Bicchiere) Pilastri Travi Travi di fondazione Setti Plinti (Bicchiere)

1.10 1.10 1.10 1.20 1.20 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00

y Materiali sezioni Pilastro

Sezione	Duttile Flessionalmente	γ Acciaio	F.C. Acciaio	γ Calcestruzzo	F.C. Calcestruzzo	α_{cc} Calcestruzzo	γ Rare Calcestruzzo	γ Frequenti Calcestruzzo	γ Q.Permanenti Calcestruzzo	γ Rare Acciaio
1 Rett. 30x28 [cm]		1.15	1.20	1.50	1.20	0.85	0.60	0.45	0.45	0.80
2 Rett. 35x28 [cm]		1.15	1.20	1.50	1.20	0.85	0.60	0.45	0.45	0.80
3 Rett. 88x28 [cm]		1.15	1.20	1.50	1.20	0.85	0.60	0.45	0.45	0.80

y Materiali sezioni Trave

Sezione	Duttile Flessionalmente	γ Acciaio	F.C. Acciaio	γ Calcestruzzo	F.C. Calcestruzzo	α_{cc} Calcestruzzo	γ Rare Calcestruzzo	γ Frequenti Calcestruzzo	γ Q.Permanenti Calcestruzzo	γ Rare Acciaio
1 Rett. 28x100 [cm]		1.15	1.20	1.50	1.20	0.85	0.60	0.45	0.45	0.80
2 Rett. 28x120 [cm]		1.15	1.20	1.50	1.20	0.85	0.60	0.45	0.45	0.80
3 Rett. 25x25 [cm]		1.15	1.20	1.50	1.20	0.85	0.60	0.45	0.45	0.80

Danno Severo : Pilastri

N.B. I momenti resistenti nei due piani sono valutati indipendentemente assumendo per N il valore dell'azione assiale nelle combinazioni di carico analizzate.

Pilastro Nodi	Sezione	Comb. Critica	Mx					α	Comb. Critica	My					α
			N [kg]	M _G [kgm]	M _E [kgm]	M _R [kgm]	N [kg]			M _G [kgm]	M _E [kgm]	M _R [kgm]			
19 245	1	6	-10337	-16	-247	-2923	11.75	13	-8831	-34	-277	-3015	10.74		
20 246	1	17	-11707	12	317	3056	9.61	13	-11327	-45	-242	-3283	13.38		
21 247	1	17	-6759	-127	-509	-2570	4.80	2	-6324	200	232	2742	10.95		
27 253	2	14	-21956	63	239	3998	16.47	13	-20323	-247	-341	-5013	13.97		
28 128	2	14	-21950	23	203	3997	19.59	2	-21879	-59	-311	-5158	16.37		
29 129	2	17	-21943	24	205	3997	19.41	13	-22441	-242	-386	-5208	12.86		
46 146	2	14	-22507	61	233	4037	17.03	11	-22193	-323	-358	-5186	13.58		
53 153	2	17	-26640	29	245	4300	17.46	11	-24691	-666	-334	-5395	14.14		
54 154	3	17	-33151	274	725	7294	9.68	4	-31857	-1780	-3316	-23454	6.54		
61 161	1	14	-8107	-88	-286	-2704	9.15	4	-7739	-943	189	-2897	10.34		
62 162	1	9	-6990	-15	-238	-2593	10.83	12	-7500	272	-154	2871	16.86		
70 170	1	9	740	-8	-183	-1810	9.85	10	-1341	-246	-153	-2190	12.71		
71 171	2	9	-24520	1	-168	-4171	24.78	10	-23593	-538	-312	-5306	15.29		
77 177	2	17	-25936	-11	245	4259	17.45	10	-24799	-666	-349	-5404	13.57		
78 178	3	6	-32666	-7	-706	-7246	10.26	5	-31858	-1739	-3287	-23454	6.61		
80 180	1	14	-13278	-13	-296	-3206	10.78	5	-12986	-1173	234	-3457	9.75		
127 227	1	9	-8720	101	283	2764	9.41	5	-8040	-971	254	-2929	7.71		

Pilastro più sollecitato**Pilastro 21 247 α_{Min} 4.798****A3.2 - Valutazione moltiplicatori meccanismi fragili (taglio)****Danno Severo****Pilastri**

Nodi	Sezione	Luce [m]	Piano 1-2 Base				Piano 1-3 Base				Piano 1-2 Sommità				Piano 1-3 Sommità			
			V _G [kg]	V _E [kg]	V _R [kg]	α	V _G [kg]	V _E [kg]	V _R [kg]	α	V _G [kg]	V _E [kg]	V _R [kg]	α	V _G [kg]	V _E [kg]	V _R [kg]	α
19 245	1	3.050	14	177	5555	31.337	20	275	6016	21.792	14	177	5555	31.337	20	275	6016	21.792
20 246	1	3.050	14	258	5555	21.506	25	252	6016	23.784	14	258	5555	21.506	25	252	6016	23.784
21 247	1	3.050	60	524	5555	10.487	94	279	6016	21.208	60	524	5555	10.487	94	279	6016	21.208
27 253	2	3.050	64	208	4166	19.678	126	394	5376	13.336	64	208	4166	19.678	126	394	5376	13.336

Allegato 1. Verifica Sismica delle Strutture

28 128	2	3.050	24	133	4166	31.107	71	336	5376	15.783	24	133	4166	31.107	71	336	5376	15.783
29 129	2	3.050	26	136	4166	30.431	123	425	5376	12.360	26	136	4166	30.431	123	425	5376	12.360
46 146	2	3.050	61	199	4166	20.632	163	414	5376	12.585	61	199	4166	20.632	163	414	5376	12.585
53 153	2	3.050	32	172	4166	24.077	330	478	5376	10.552	32	172	4166	24.077	330	478	5376	10.552
54 154	3	3.050	280	587	4166	6.618	2185	4033	14539	3.063	280	587	4166	6.618	2185	4033	14539	3.063
61 161	1	3.050	43	306	5555	18.014	465	414	6016	13.408	43	306	5555	18.014	465	414	6016	13.408
62 162	1	3.050	14	209	5555	26.451	129	225	6016	26.214	14	209	5555	26.451	129	225	6016	26.214
70 170	1	3.050	8	124	5555	44.665	124	219	6016	26.929	8	124	5555	44.665	124	219	6016	26.929
71 171	2	3.050	2	72	4166	57.541	269	433	5376	11.797	2	72	4166	57.541	269	433	5376	11.797
77 177	2	3.050	9	161	4166	25.879	331	491	5376	10.267	9	161	4166	25.879	331	491	5376	10.267
78 178	3	3.050	1	417	4166	9.985	2151	3978	14539	3.114	1	417	4166	9.985	2151	3978	14539	3.114
80 180	1	3.050	6	295	5555	18.795	577	505	6016	10.771	6	295	5555	18.795	577	505	6016	10.771
127 227	1	3.050	49	307	5555	17.936	479	471	6016	11.748	49	307	5555	17.936	479	471	6016	11.748

Pilastro più sollecitato**Pilastro 54 154 α_{Min} 3.063**