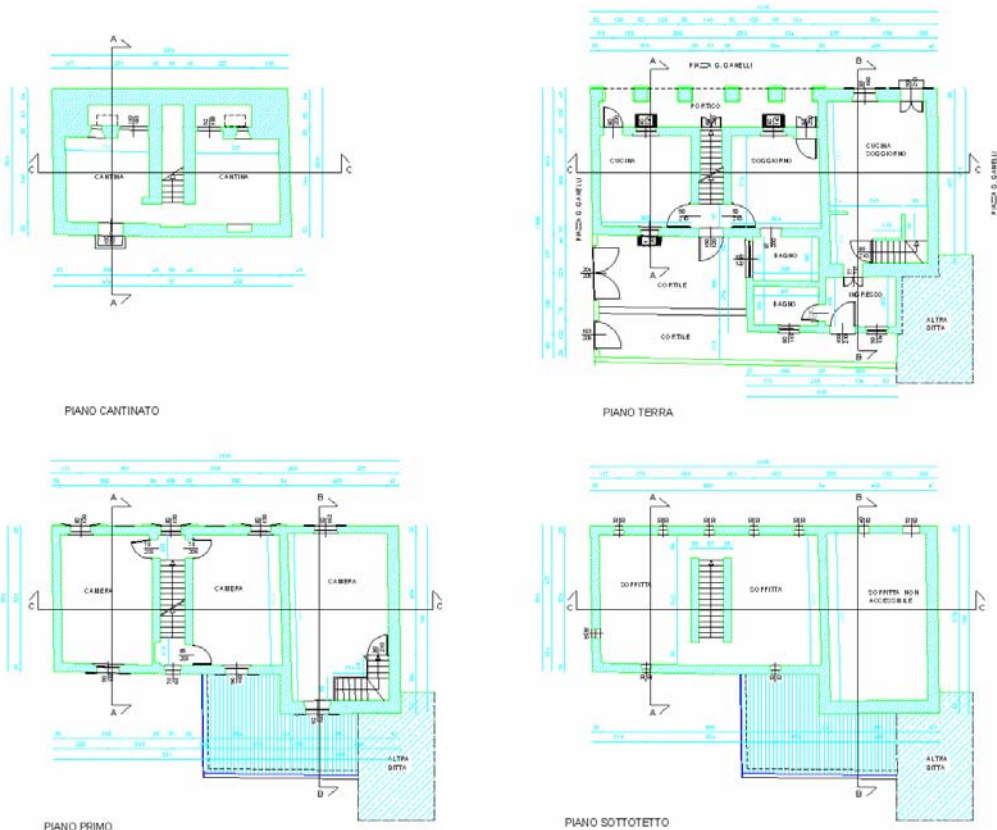


# VERIFICA DI VULNERABILITA' SISMICA

## Identificazione Edificio



Fabbricato VI.CA. s.r.l. – Piazza Ganelli - Codogno

## Premessa

L'edificio oggetto del presente studio ha mostrato una assoluta carenza di documentazione tecnica ed amministrativa che ha comportato una intensa campagna di rilievo geometrico e di diagnostica strutturale di primo livello al fine di pervenire ad un attendibile modello di riferimento per la messa a punto del progetto,

architettonico e strutturale, nel suo complesso.

I professionisti incaricati hanno inteso redigere un approfondito studio, combinando soluzioni tecniche che possano al massimo rispettare i principi architettonici e storici della struttura, ma non potranno evitare di incontrare una situazione di oggettiva difficoltà: l'edificio è stato progettato per resistere in condizioni statiche e si trova a far fronte a risponderne ad azioni orizzontali anche di una certa consistenza.

Il progetto di adeguamento sismico segue due fasi fondamentali:

1. Rapporto di vulnerabilità sismica dell'edificio nel suo stato di fatto;
2. Analisi di risposta sismica a seguito degli interventi di progetto.

## Descrizione Edificio

Il fabbricato VI.CA. s.r.l., ubicato in piazza Ganelli nel comune di Codogno, è un manufatto realizzato nella prima metà del 900 e presenta una conformazione planimetrica di base rettangolare, con una doppia quota fondale, la prima, comprendente un piano cantinato, sito a -250 cm dall'attuale piano stradale, l'altro si attesta in prossimità dell'attuale piano di campagna.

Risultano evidenti successivi interventi di allargamento planimetrico che ne hanno reso più complessa la gestione architettonica e strutturale in termini di risposta sismica dell'intero complesso.

La struttura principale si presenta disposta su tre livelli fuori terra, con interpiano non superiore ai 300 cm, con murature portanti realizzate in mattoni pieni con malta legante a base cementizia, che, peraltro, si presenta in uno stato di serio ammaloramento; lo spessore della gran parte delle murature è non superiore ai 35 cm per il 70 % della superficie resistente.

Sono presenti setti di maggiori dimensioni, ma essi non garantiscono un positivo effetto antisismico, dal momento che il loro posizionamento, è causa di aumento dell'eccentricità accidentale dell'edificio.

Anche i piani superiori sono stati realizzati con una muratura di spessore non superiore a quello indicato.

I solai di piano, realizzati con travetti in legno sui quali è disposto un tavolato con successivo getto di cemento, si presentano in condizioni di oggettivo degrado, manifestando forature nella caldana superiore ed evidenziando fenomeni di deterioramento per le nervature lignee: a parere dello scrivente, le attuali condizioni non garantirebbero neanche la risposta statica sotto i carichi previsti dalla normativa per le civili abitazioni:

- 100 Kg/mq per massetto e pavimentazioni  $A=1$
- 100 Kg/mq per eventuali tramezzature;  $A=1$
- 200 Kg/mq per carichi accidentali.  $A=0.33$

E' assolutamente assente qualsiasi cordolatura di piano che possa garantire un adeguato ammassamento tra le pareti tra essi ortogonali e tra i solai e le murature stesse.

Discorso addirittura peggiore può essere svolto per la copertura in legno, dove evidenti segni di degrado strutturale per i travetti in legno sono accompagnati da visibili fenomeni di degrado della muratura portante; anche qui non si rinviene alcun cordolo di piano.

In corrispondenza di tutte le aperture sono assenti piattabande e mazzette.

Nella definizione del modello strutturale è stata ipotizzata la condizione di rigidezza dei solai nel loro piano.

## Analisi di vulnerabilità eseguita

L'azione sismica è stata valutata in conformità alle indicazioni riportate al capitolo 3.2 del D.M. 14 gennaio 2008 "Norme tecniche per le Costruzioni".

In particolare il procedimento per la definizione degli spettri di progetto per i vari Stati Limite per cui sono state effettuate le verifiche è stato il seguente:

## **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Le fasi di analisi e verifica della struttura sono state condotte in accordo alle seguenti disposizioni normative, per quanto applicabili in relazione al criterio di calcolo adottato dal progettista, evidenziato nel prosieguo della presente relazione:

**Legge 5 novembre 1971 n. 1086 (G. U. 21 dicembre 1971 n. 321)**

"Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica".

**Legge 2 febbraio 1974 n. 64 (G. U. 21 marzo 1974 n. 76)**

"Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".

Indicazioni progettive per le nuove costruzioni in zone sismiche a cura del Ministero per la Ricerca scientifica - Roma 1981.

**Decreto Ministero Infrastrutture Trasporti 14 gennaio 2008 (G. U. 4 febbraio 2008, n. 29 - Suppl.Ord.)**

"Norme tecniche per le Costruzioni".

Definizione della Vita Nominale e della Classe d'Uso della struttura, il cui uso combinato ha portato alla definizione del Periodo di Riferimento dell'azione sismica.

Individuazione, tramite latitudine e longitudine, dei parametri sismici di base  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_c$  per tutti e quattro gli Stati Limite previsti (SLO, SLD, SLV e SLC); l'individuazione è stata effettuata interpolando tra i 4 punti più vicini al punto di riferimento dell'edificio.

Determinazione dei coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica.

Calcolo del periodo  $T_c$  corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello Spettro.

## Parametri: dell'azione sismica su sito di riferimento

### Parametri Edificio

Classe dell'edificio

Vita Nominale della Struttura

Periodo di Riferimento per l'azione sismica

#### Coordinate geografiche Edificio

Latitudine  Altitudine

Longitudine



### Parametri di pericolosità Sismica

Descrizione "Stato Limite"	Tr	Ag	Fo	T*c
Stato Limite Operatività	30	0.0298	2.532	0.200
Stato Limite Danno	50	0.0363	2.572	0.220
Stato Limite salvaguardia Vita	475	0.0804	2.573	0.290
Stato Limite prevenzione Collasso	975	0.1026	2.543	0.300

Tr = Periodo di ritorno dell'azione sismica (espresso in anni)

Ag = Accelerazione orizzontale massima del terreno

F0 = Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale

T\*c = Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

I dati così calcolati sono stati utilizzati per determinare gli Spettri di Progetto nelle verifiche agli Stati Limite considerate.

### Verifiche di regolarità

Sia per la scelta del metodo di calcolo, sia per la valutazione del fattore di struttura adottato, deve essere effettuato il controllo della regolarità della struttura.

La tabella seguente riepiloga, per la struttura in esame, le condizioni di regolarità in pianta ed in altezza soddisfatte.

REGOLARITÀ DELLA STRUTTURA IN PIANTA	
La configurazione in pianta è compatta e approssimativamente simmetrica rispetto a due direzioni ortogonali, in relazione alla distribuzione di masse e rigidzze	NO
Il rapporto tra i lati di un rettangolo in cui la costruzione risulta inscritta è inferiore a 4	SI
Nessuna dimensione di eventuali rientri o sporgenze supera il 25 % della dimensione totale della costruzione nella corrispondente direzione	NO
Gli orizzontamenti possono essere considerati infinitamente rigidi nel loro piano rispetto agli elementi verticali e sufficientemente resistenti	NO

REGOLARITÀ DELLA STRUTTURA IN ALTEZZA	
Tutti i sistemi resistenti verticali (quali telai e pareti) si estendono per tutta l'altezza della costruzione	NO
Massa e rigidzza rimangono costanti o variano gradualmente, senza bruschi cambiamenti, dalla base alla sommità della costruzione (le variazioni di massa da un orizzontamento all'altro non superano il 25 %, la rigidzza non si riduce da un orizzontamento a quello sovrastante più del 30% e non aumenta più del 10%); ai fini della rigidzza si possono considerare regolari in altezza strutture dotate di pareti o nuclei in c.a. o pareti e nuclei in muratura di sezione costante sull'altezza o di telai controventati in acciaio, ai quali sia affidato almeno il 50% dell'azione sismica alla base	SI
Nelle strutture intelaiate progettate in CD "B" il rapporto tra resistenza effettiva <sup>3</sup> e resistenza richiesta dal calcolo non è significativamente diverso per orizzontamenti diversi (il rapporto fra la resistenza effettiva e quella richiesta, calcolata ad un generico orizzontamento, non deve differire più del 20% dall'analogo rapporto determinato per un altro orizzontamento); può fare eccezione l'ultimo orizzontamento di strutture intelaiate di almeno tre orizzontamenti	NO
Eventuali restringimenti della sezione orizzontale della costruzione avvengono in modo graduale da un orizzontamento al successivo, rispettando i seguenti limiti: ad ogni orizzontamento il rientro non supera il 30% della dimensione corrispondente al primo orizzontamento, né il 20% della dimensione corrispondente all'orizzontamento immediatamente sottostante. Fa eccezione l'ultimo orizzontamento di costruzioni di almeno quattro piani per il quale non sono previste limitazioni di restringimento	NO

La rigidzza è calcolata come rapporto fra il taglio complessivamente agente al piano e  $\Delta$ , spostamento relativo di piano (Il taglio di piano è la sommatoria delle azioni orizzontali agenti al di sopra del piano considerato).

Tutti i valori calcolati ed utilizzati per le verifiche sono riportati nei tabulati di calcolo nella relativa sezione.

La struttura è pertanto:

- NON REGOLARE in pianta
- NON REGOLARE in altezza

Caratteristiche dei materiali
Dai risultati delle prove e delle indagini (vedi relazione) si sono stimate le seguenti caratteristiche dei materiali: Muratura in mattoni pieni
Resistenza caratteristica a compressione orizzontale (fko)

Resistenza caratteristica a taglio senza compressione ( $f_{vko}$ )  
 Resistenza caratteristica a trazione ( $f_{kt}$ )  
 Modulo elastico normale (E)  
 Modulo elastico tangenziale (G)  
 Coefficiente di sicurezza allo Stato Limite Ultimo del materiale ( $\gamma_m$ )  
 Resistenza caratteristica a compressione ( $f_k$ )  
 Peso Specifico  
 Coefficiente di dilatazione termica

**Materiali: Muratura**

Caratteristiche Lineari | Caratteristiche non Lineari | Grafica

**Caratteristiche Generiche**

Descrizione: Muratura in mattoni pieni

Sigla caratteristica del materiale: M.M.P.

Peso specifico: [N/m<sup>3</sup>] 18'000

Coefficiente di dilatazione termica: [1/°C] 0.00001

Modulo elastico normale: [N/mm<sup>2</sup>] 3'150

Modulo di Poisson: 0.25

**Altre Caratteristiche**

$f_{mk}$  Resistenza caratteristica a compressione [N/mm<sup>2</sup>] 3.45

$\gamma_m$  Coefficiente di sicurezza allo SLU 2.50

ridFmk Percentuale di riduzione di R<sub>c</sub>F<sub>mk</sub> [%] 85

$f_{ctd}$  Resistenza caratteristica a trazione [N/mm<sup>2</sup>] 0.11

$f_{cm}$  Resistenza caratt. a compressione orizzontale [N/mm<sup>2</sup>] 3.45

$\tau_{rd}$  Resist. carat. a taglio senza compressione [N/mm<sup>2</sup>] 0.114

$\mu$  Coefficiente di attrito 0.40

**Tipo di Rottura a TAGLIO**

MASCHI: Rottura a TAGLIO per scorrimento

FASCE: Rottura a TAGLIO per fessurazione diagonale

### Metodo di analisi

Per la verifica di idoneità statica : Metodo degli Stati Limite Ultimi  
 Per la verifica vulnerabilità sismica : Analisi dinamica lineare –

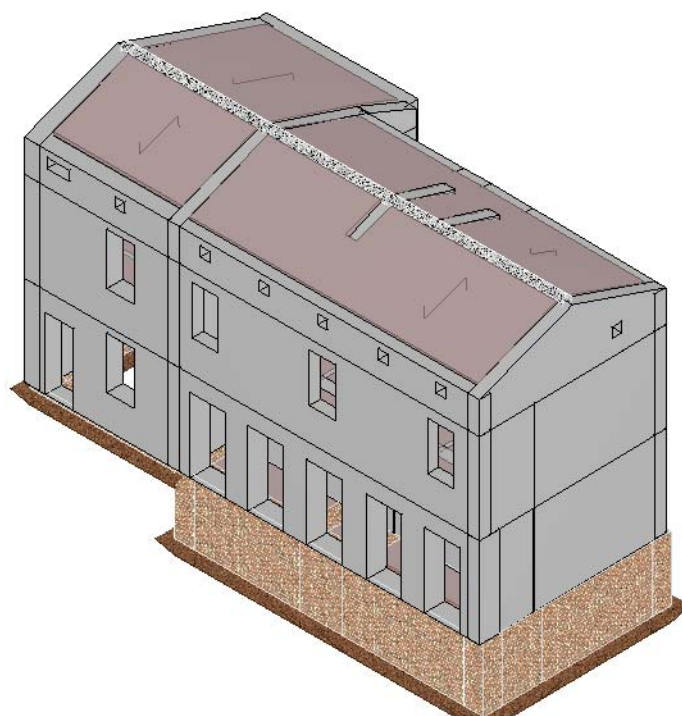
### Modello adottato

Modello tridimensionale agli

**Fabbricato VI.CA.**

elementi finiti con ipotesi di impalcati infinitamente rigidi nel proprio piano.

Software utilizzato:  
EDILUS C.A.+MU



**Struttura portante : muratura**

Piano	Muratura	Travi	Solai	Quota	Destinazione
<b>Terra</b>	<b>35/50</b>	<b>legno</b>	<b>legno</b>	<b>0.0</b>	<b>Uffici</b>
<b>Primo</b>	<b>35/45</b>	<b>legno</b>	<b>legno</b>	<b>+ 3.0</b>	<b>Abitazione</b>
<b>Sottotetto</b>	<b>35</b>	<b>legno</b>	<b>legno</b>	<b>+ 6.0</b>	<b>Abitazione</b>

**Valutazione degli spetti**

**Spettri di Progetto per S.L.U. e S.L.D.**

L'edificio è stato progettato per una Vita Nominale pari a 50 e per Classe d'Uso pari a 2.

In base alle indagini geognostiche effettuate si è classificato il suolo di fondazione di categoria D, cui corrispondono i seguenti valori per i parametri necessari alla costruzione degli spettri di risposta orizzontale e verticale:

Stato Limite	Coef. Ampl. Strat.
Stato limite di operatività	1.80
Stato limite di danno	1.80
Stato limite salvaguardia della vita	1.80
Stato limite prevenzione collasso	1.80

Per la definizione degli spettri di risposta, oltre all'accelerazione  $a_g$  al suolo occorre determinare il Fattore di Struttura  $q$ .

Il Fattore di struttura  $q$  è un fattore riduttivo delle forze elastiche, introdotto per tenere conto delle capacità dissipative della struttura, che dipende dal sistema costruttivo adottato, dalla Classe di Duttilità e dalla regolarità in altezza.

Si è inoltre assunto il Coefficiente di Amplificazione Topografica  $ST$  pari a 1,00.

L'edificio è stato progettato per appartenere alla Classe 2.

Tali succitate caratteristiche sono riportate negli allegati tabulati di calcolo al punto "DATI GENERALI ANALISI SISMICA".

Per la struttura in esame sono stati determinati i seguenti valori:

Stato Limite di salvaguardia della Vita

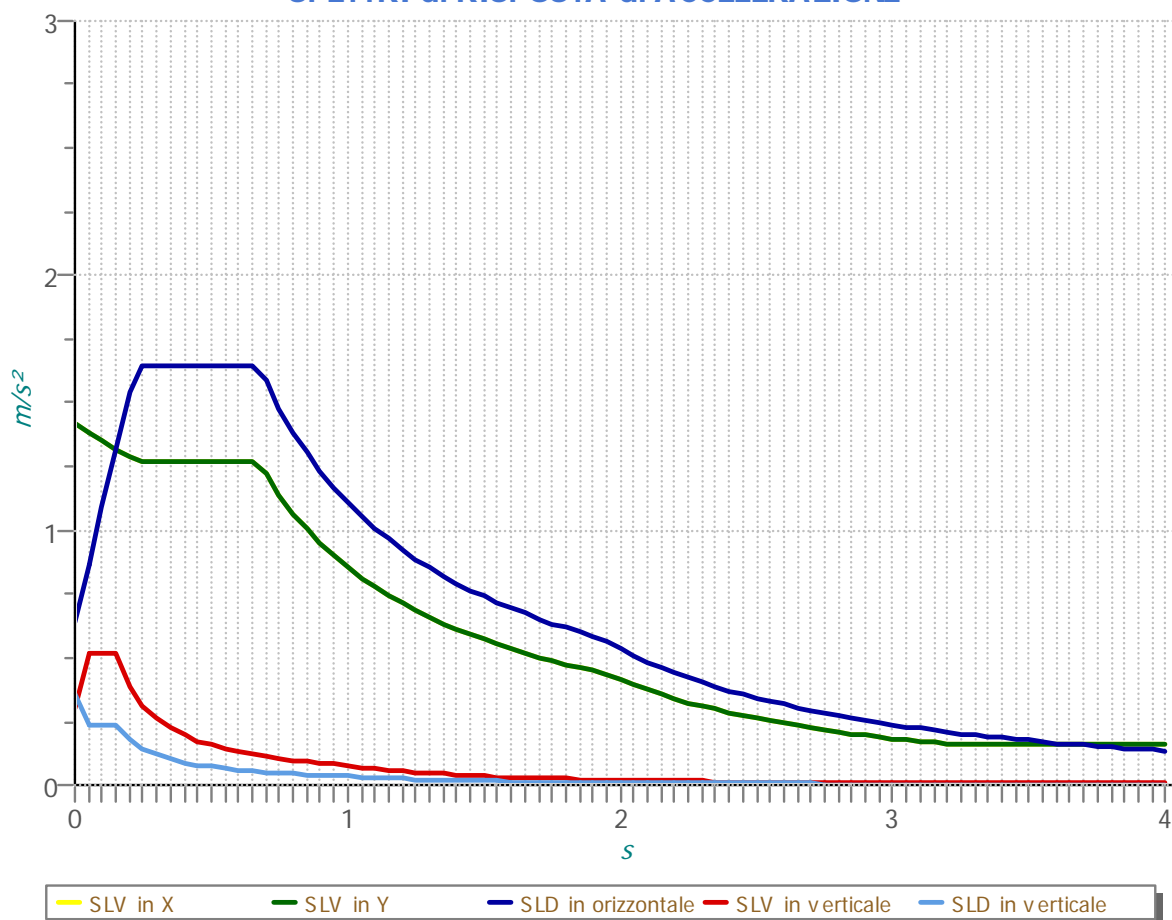
Fattore di Struttura q per sisma orizzontale in direzione X: 2,88

Fattore di Struttura q per sisma orizzontale in direzione Y: 2,88

Fattore di Struttura q per sisma verticale: 1,50

Gli spettri utilizzati sono riportati nella successiva figura.

### SPETTRI di RISPOSTA di ACCELERAZIONE



### Metodo di Analisi

Il calcolo delle azioni sismiche è stato eseguito in analisi dinamica modale, considerando il comportamento della struttura in regime elastico lineare.

Il numero di modi di vibrazione considerato (15) ha consentito, nelle varie condizioni, di mobilitare le seguenti percentuali delle masse della struttura:



Stato Limite	Direzione Sisma	%
salvaguardia della vita	X	90,8
salvaguardia della vita	Y	90,8
salvaguardia della vita	Z	100,0
di Danno	X	90,8
di Danno	Y	90,8
di Danno	Z	100,0

Per valutare la risposta massima complessiva di una generica caratteristica E, conseguente alla sovrapposizione dei modi, si è utilizzata una tecnica di combinazione probabilistica definita CQC (Complete Quadratic Combination - Combinazione Quadratica Completa):

$$E = \sqrt{\sum_{i,j=1,n} \rho_{ij} \cdot E_i \cdot E_j}$$

con:

$$\rho_{ij} = \frac{8\xi^2 \cdot (1 + \beta_{ij}) \cdot \beta_{ij}^{\frac{3}{2}}}{(1 - \beta_{ij}^2)^2 + 4\xi^2 \cdot \beta_{ij} \cdot (1 + \beta_{ij}^2)} \quad \beta_{ij} = \frac{\omega_i}{\omega_j}$$

dove:

- n è il numero di modi di vibrazione considerati;
- $\xi$  è il coefficiente di smorzamento viscoso equivalente espresso in percentuale;
- $\beta_{ij}$  è il rapporto tra le frequenze di ciascuna coppia i-j di modi di vibrazione.

Le sollecitazioni derivanti da tali azioni sono state composte poi con quelle derivanti da carichi verticali, orizzontali non sismici secondo le varie combinazioni di carico probabilistiche.

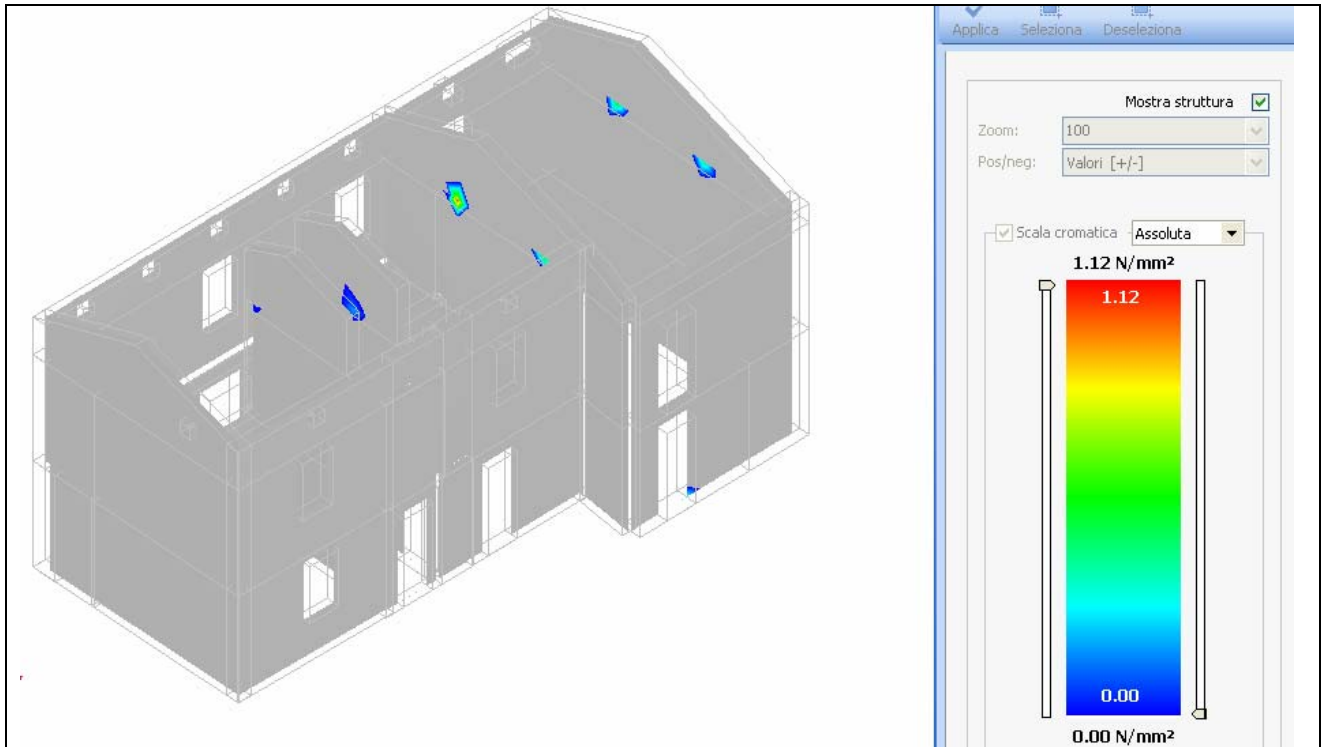
Il calcolo è stato effettuato mediante un programma agli elementi finiti le cui caratteristiche verranno descritte nel seguito.

- Il calcolo degli effetti dell'azione sismica è stato eseguito con riferimento alla struttura spaziale, tenendo cioè conto degli elementi interagenti fra loro secondo l'effettiva realizzazione escludendo i tamponamenti. Non ci sono approssimazioni su tetti inclinati, piani sfalsati o scale, solette, pareti irrigidenti e nuclei.
- Si è tenuto conto delle deformabilità taglianti e flessionali degli elementi monodimensionali; pareti, setti, solette sono stati correttamente schematizzati tramite elementi finiti a tre/quattro nodi con comportamento sia a piastra che a lastra.
- Sono stati considerati sei gradi di libertà per nodo; in ogni nodo della struttura sono state applicate le forze sismiche derivanti dalle masse circostanti.

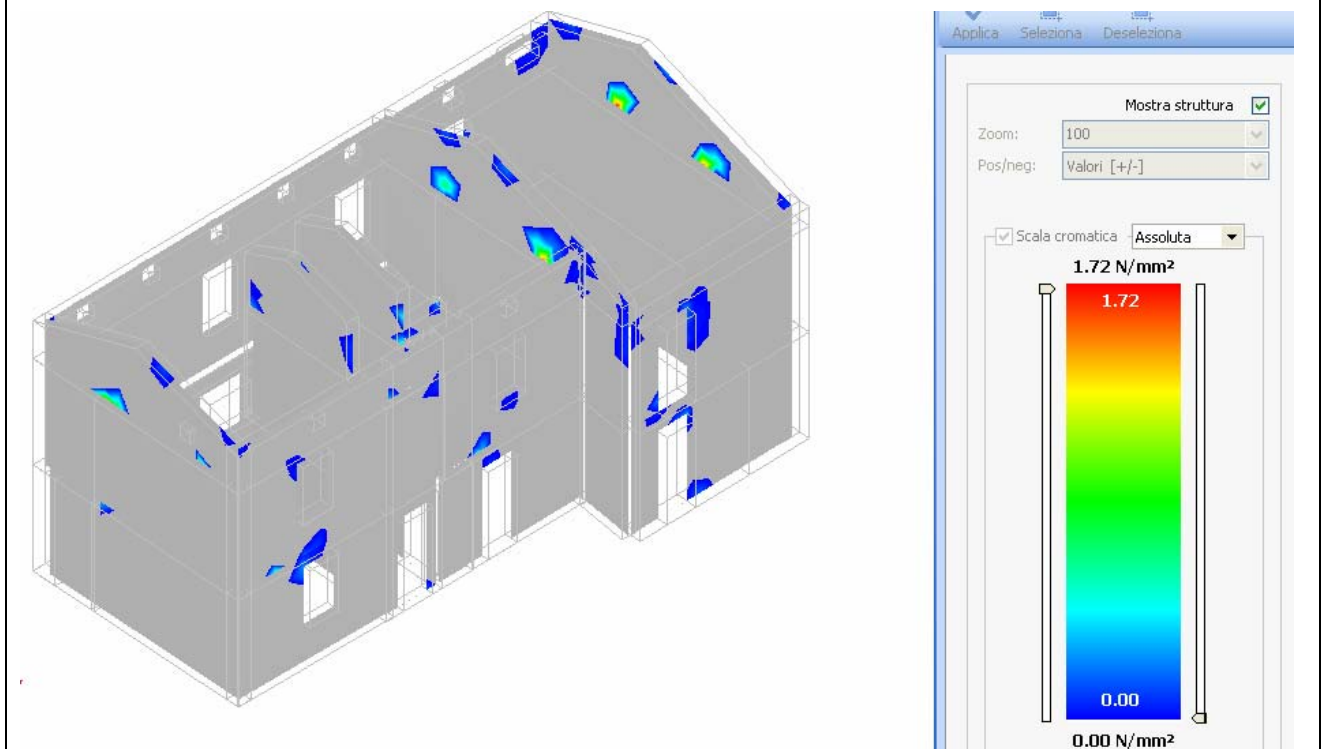
Le sollecitazioni derivanti da tali forze sono state poi combinate con quelle derivanti dagli altri carichi come prima specificato.

### Risultati dell'analisi di vulnerabilità

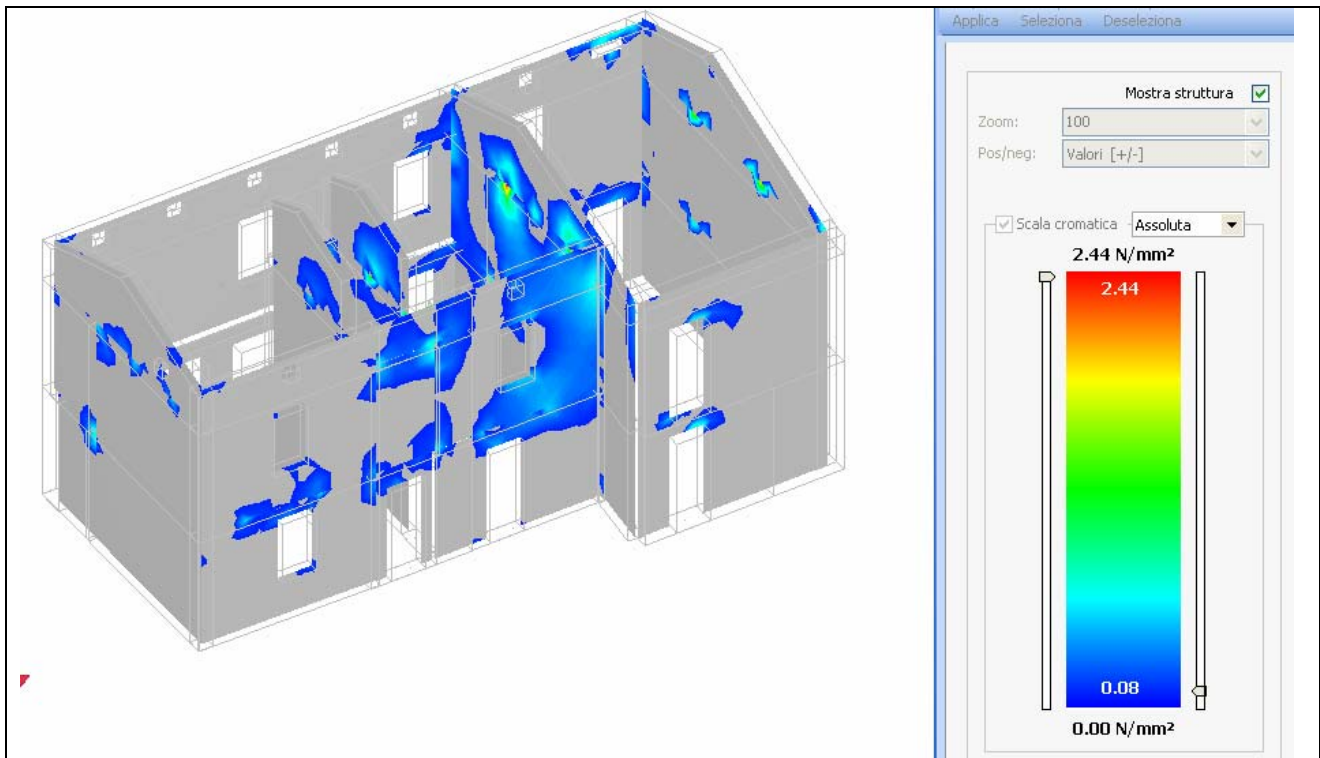
Di seguito vengono riportate le sintesi dei risultati in termini di sollecitazioni sulle murature esistenti, in termini di compressione, trazione (in direzione verticale ed orizzontale), pressioni sul terreno e spostamenti.



**TENSIONE DI COMPRESIONE ECCEDENTE LE RESISTENZE DI CALCOLO**



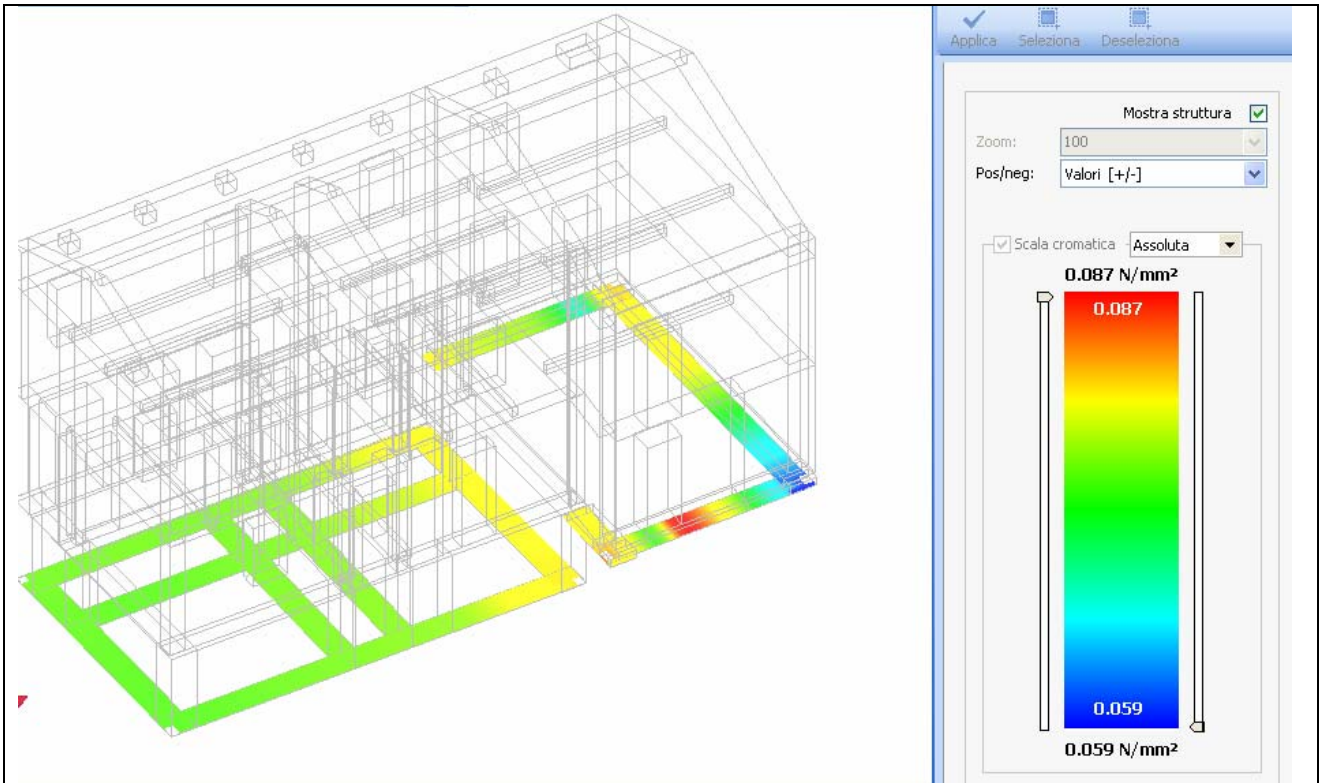
**TENSIONE DI TRAZIONE (DIREZIONE VERTICALE) ECCEDENTE LE RESISTENZE DI CALCOLO**



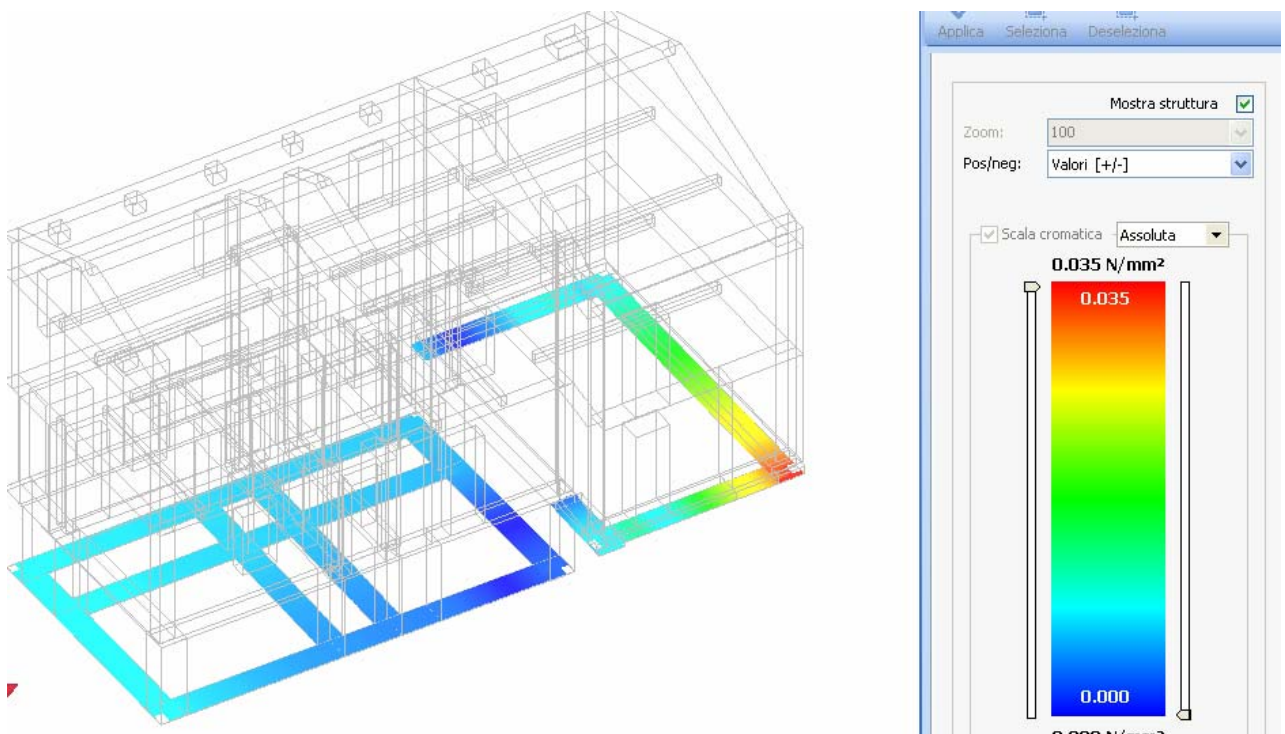
*TENSIONE DI TRAZIONE (DIREZIONE ORIZZONTALE) ECCEDENTE LE RESISTENZE DI CALCOLO*

L'analisi ha mostrato alcune peculiarità importanti:

- *La muratura resiste bene alle sollecitazioni di compressione, evidenziando piccole anomalie sono il prossimità di appoggio delle travi;*
- *La muratura ha delle grosse difficoltà in termini di trazione per ovvie carenze di sezioni resistenti (35 cm in mattoni pieni sono uno spessore non idoneo a supportare 3 livelli di costruzione)*
- *Le massime sollecitazioni di trazione si hanno in corrispondenza degli interpiani e dei tagli delle aperture e sarebbero quindi assorbibili con l'inserimento di strutture resistenti a trazione (cordoli di piano e piattabande)*

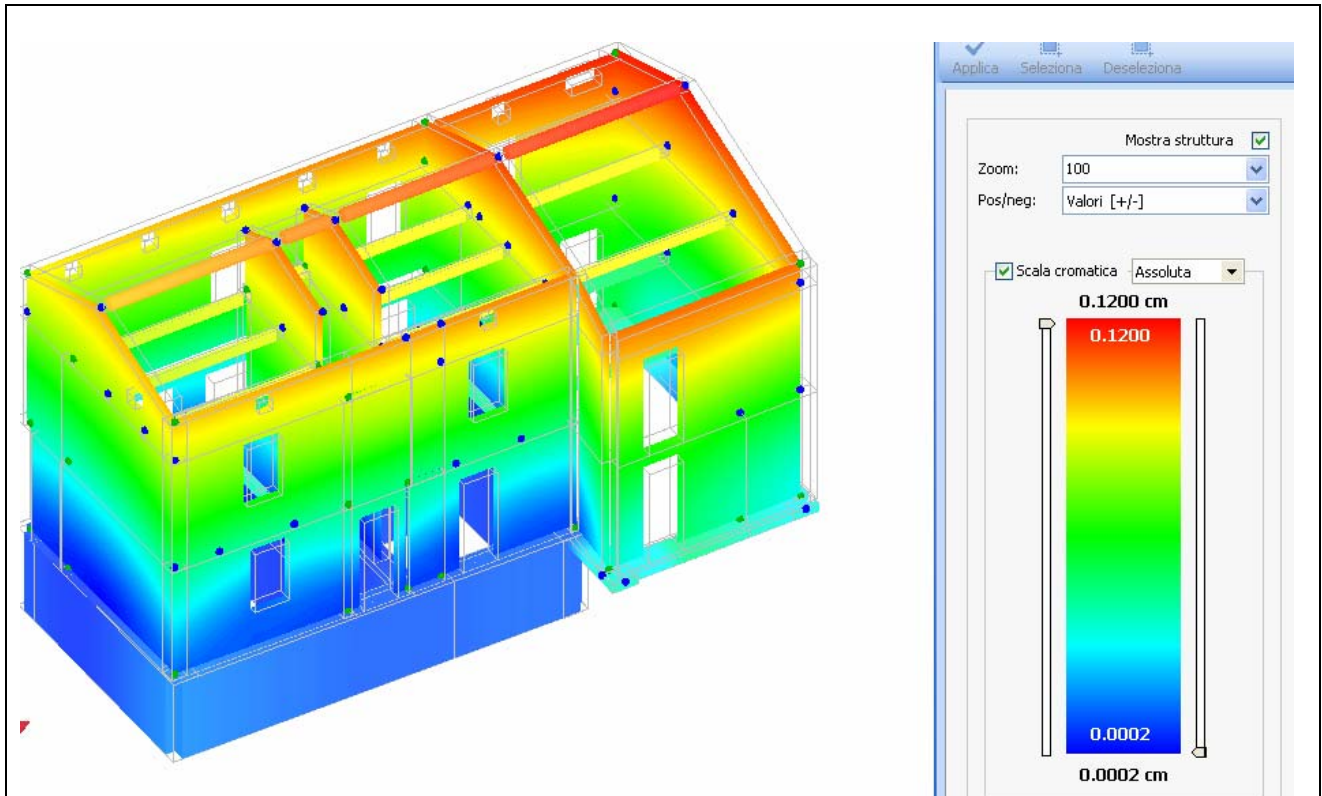


*PRESSIONI SUL TERRENO DOVUTE AI CARICHI STATICI*

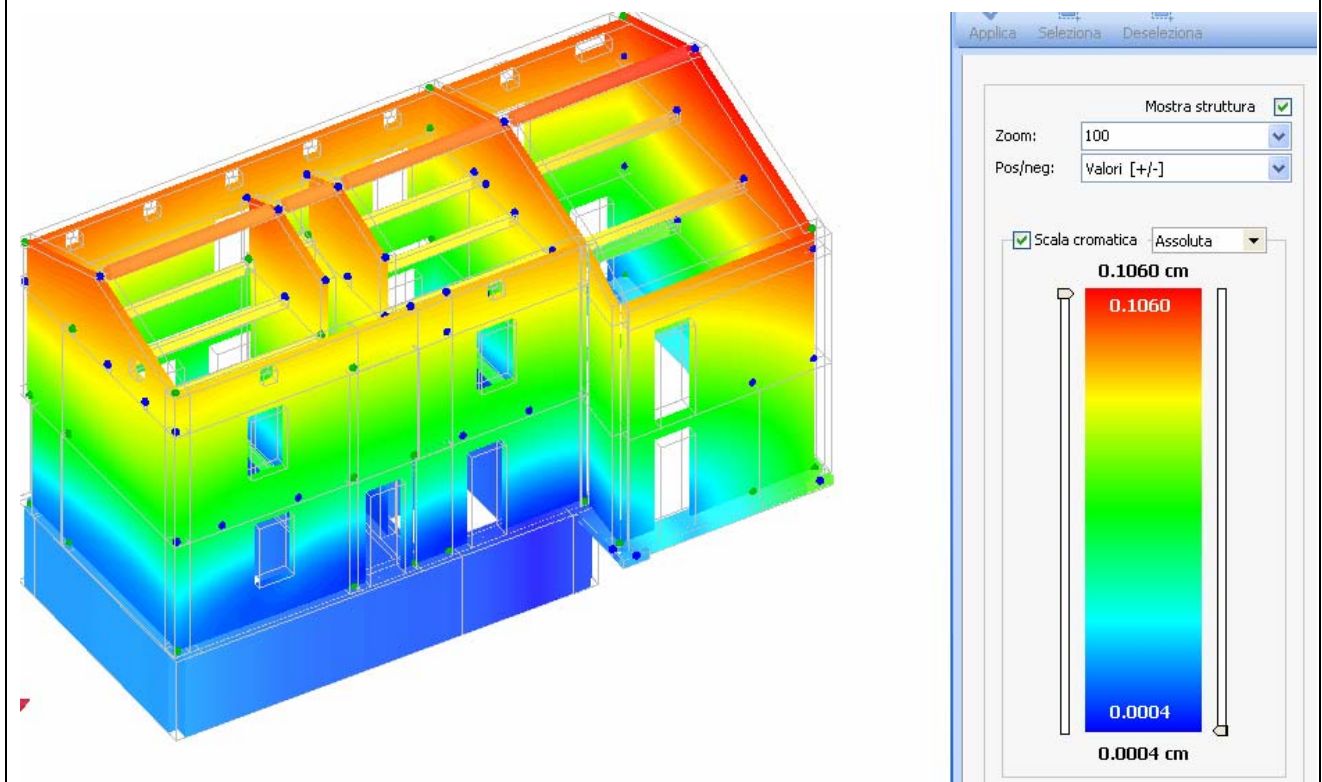


*PRESSIONI SUL TERRENO DOVUTE ALLE SOLLECITAZIONI SISMICHE*

L'analisi ha evidenziato una buona risposta del fabbricato in termini di pressioni di esercizio sul terreno con un valido coefficiente di sicurezza anche in chiave antisismica.



**SPOSTAMENTI IN DIREZIONE Y SOTTO AZIONE SISMICA**



**SPOSTAMENTI IN DIREZIONE X SOTTO AZIONE SISMICA**

Il modello di calcolo evidenzia una buona distribuzione degli spostamenti sotto azione orizzontale, con maggiori spostamenti sotto sisma in direzione Y.

## Programma degli interventi di miglioramento sismico

Per l'edificio oggetto di studio, al fine di pervenire ad un miglioramento sismico, si rendono necessari interventi strutturali da dimensionare sulla base dei livelli prestazionali che si intendono raggiungere, nel rispetto di quanto indicato dalla vigente normativa.

Si riportano di seguito degli stralci relativi alle NTC 2008:

### **8.4.2 INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO**

Rientrano negli interventi di miglioramento tutti gli interventi che siano comunque finalizzati ad accrescere la capacità di resistenza delle strutture esistenti alle azioni considerate.

È possibile eseguire interventi di miglioramento nei casi in cui non ricorrano le condizioni specificate al paragrafo 8.4.1.

### **8.4.1 INTERVENTO DI ADEGUAMENTO**

È fatto obbligo di procedere alla valutazione della sicurezza e, qualora necessario, all'adeguamento della costruzione, a chiunque intenda:

- a) sopraelevare la costruzione;
- b) ampliare la costruzione mediante opere strutturalmente connesse alla costruzione;
- c) apportare variazioni di classe e/o di destinazione d'uso che comportino incrementi dei carichi globali in fondazione superiori al 10%; resta comunque fermo l'obbligo di procedere alla verifica locale delle singole parti e/o elementi della struttura, anche se interessano porzioni limitate della costruzione;
- d) effettuare interventi strutturali volti a trasformare la costruzione mediante un insieme sistematico di opere che portino ad un organismo edilizio diverso dal precedente.

In ogni caso, il progetto dovrà essere riferito all'intera costruzione e dovrà riportare le verifiche dell'intera struttura post-intervento, secondo le indicazioni del presente capitolo.

Una variazione dell'altezza dell'edificio, per la realizzazione di cordoli sommitali, sempre che resti immutato il numero di piani, non è considerata sopraelevazione o ampliamento, ai sensi dei punti a) e

b). In tal caso non è necessario procedere all'adeguamento, salvo che non ricorrano le condizioni di cui ai precedenti punti c) o d).

Il progetto e la valutazione della sicurezza dovranno essere estesi a tutte le parti della struttura potenzialmente interessate da modifiche di comportamento, nonché alla struttura nel suo insieme.

Occorre ricordare che la struttura è stata realizzata per resistere alle sole condizioni statiche e gli interventi di progetto avranno una funzione di migliorare il comportamento sismico dell'edificio sotto l'azione di forze orizzontali.

Il modello di calcolo acquista la sua validità se viene rispettata una prima ed imprescindibile condizione che possa evitare di verificare le pareti in maniera isolata: un'adeguata rigidezza dei solai nel loro piano; questa condizione è perseguibile innanzi tutto con il ripristino della soletta (caldana) superiore, di spessore non inferiore a 4 cm, armata con rete elettrosaldata ed ammorsata nelle murature. Questa condizione risolve due gravi problemi attualmente esistenti:

- Ripristino delle condizioni di risposta statica degli elementi orizzontali sotto i carichi previsti dalla normativa;
- Adeguata ripartizione delle azioni orizzontali tra le murature.

L'intervento sui solai prevede:

- la completa sostituzione dei travetti in legno, posti ad una distanza non superiore ai 60 cm garantendo un adeguato ammorsamento nella muratura degli stessi (non inferiore ai 10 cm);
- disposizione di una rete elettrosaldata  $\Phi 8/15$  cm nella soletta superiore di spessore di almeno 4.5 cm;

A livello di interpiano è stata evidenziata nel modello di calcolo la presenza di un'azione tagliante superiore alle resistenze caratteristiche della muratura; l'effetto potrà essere abbattuto nella quasi totalità dalla realizzazione di un cordolo di piano che ha la possibilità di garantire un'adeguata risposta alle sollecitazioni di trazione e taglio.

Discorso analogo va eseguito per le tensioni di trazione e taglio in corrispondenza dei vani aperti nella muratura: esse sono assorbibili con il posizionamento di piattabande e mazzette, laddove non presenti.

La situazione del tetto merita un appunto particolare: la struttura esistente, a due falde, si presenta in condizioni assolutamente preoccupanti: a meno di non voler tentare un massiccio ed antieconomico intervento di risanamento dei travetti lignei, è auspicabile un completo rifacimento dello stesso accompagnato dalla realizzazione di un cordolo di copertura, realizzato con profilo in acciaio che possa garantire una migliore compattezza della muratura di estremità; dal momento che è prevista la realizzazione di un tetto in legno, ventilato, ma con rigidezza nel suo piano limitata, si inseriranno in ogni campata due tiranti di controventatura a croce di S.Andrea del diametro del  $\Phi 16$  mm.

Un ultimo, ma non in ordine di importanza, approfondimento ricade sulle murature: l'analisi ha mostrato come la stessa soprattutto in alcuni suoi maschi sia carente in termini di area resistente (lo spessore di 35 cm in zona sismica sarebbe adottabile solo negli ultimi piani di un edificio, mentre nel nostro caso lo si ritrova dalla fondazione all'ultimo livello). E' assolutamente da prevedersi un potenziamento della stessa attuabile in due modi con il miglioramento delle capacità resistenti della muratura, utilizzando tecnologie di rinforzo della muratura esistente.

L'adozione della indicata soluzione sarà progettata prevedendo un intonaco armato realizzabile con una composizione di calce e cemento fibrorinforzato dello spessore non inferiore ai 4 cm per lato di muratura, con

elementi di collegamento in misura non inferiore ai 4 per mq.

Ad ogni buon conto, tutte le murature vanno comunque riprese nella loro completezza con adeguati rinzaffi di malta idraulica ed operazioni di cuci e scuci nei tratti di lesione degli elementi lapidei.

Un' ipotesi di intervento così articolata lascia prevedere un miglioramento nei confronti dell'azione sismica prossimo al 50%; è prescrivibile, ad ogni buon conto, un controllo costante, da parte della direzione lavori, delle attività di cantiere e verifiche in sito, corredate da dimensionamenti progettuali, di eventuali interventi che si discostino dalla presente progettazione.