

CITTÀ DI SANT'ELPIDIO A MARE (FM)

RESIDENZA PROTETTA PER ANZIANI ALL'INTERNO

DI PALAZZO MONTALTO NANNERINI



PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICA STRUTTURALE

PROGETTO DI MIGLIORAMENTO SISMICO

(Fascicolo dei calcoli allegato su supporto informatico)

Redatto da:

ino Pellei – Macerata

er i calcoli strutturali:

San Pietrangeli (FM)

coott. ing. Lucia Evandri - Fermo









Aprile 2015

Settembre 2015

1. Analisi della vulnerabilità sismica

1.1. Riferimenti normativi

Lo studio di vulnerabilità sismica viene condotta nel rispetto di quanto indicato all'interno dei seguenti riferimenti normativi:

- D.M. 14/01/2008 *Nuove norme tecniche per le costruzioni* e relativa Circolare del 02/02/2009
- DPCM 9/02/2011 *Valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle Norme tecniche per la costruzione di cui al D.M. 14/01/2008*
- *Linee guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14/01/2008.*

1.2 Principi progettuali adottati

Palazzo Montalto Nannerini, situato nel Comune di Sant'Elpidio a Mare (FM), è un bene tutelato dalla Soprintendenza per i Beni Architettonici e per il Paesaggio della Regione Marche. Per i beni culturali tutelati è sufficiente attenersi ad interventi di miglioramento, a riparazioni o ad interventi locali (punto 8.4 delle NTC): *“nel caso di intervento di miglioramento sismico, la valutazione della sicurezza riguarderà, necessariamente, la struttura nel suo insieme, oltre che i possibili meccanismi locali. Ricadono in questa categoria tutti gli interventi che fanno variare significativamente la rigidezza, la resistenza e/o la duttilità dei singoli elementi o parti strutturali e/o introducono nuovi elementi strutturali, così che il comportamento strutturale locale e globale, particolarmente rispetto alle azioni sismiche, ne sia significativamente migliorato.”*

Il termine **miglioramento sismico** contempla tutte le opere in grado di far conseguire all'edificio un maggior grado di sicurezza rispetto alle condizioni attuali, con un livello di protezione sismica non necessariamente uguale a quello previsto per l'adeguamento delle costruzioni, ovvero con un indice di sicurezza **Is** finale non necessariamente maggiore o uguale al valore unitario (**Is**≤1).

Poiché verrà effettuato un intervento di miglioramento sismico si deve far riferimento ad un livello di valutazione di tipo **LV3**, il quale *“prevede un progetto di interventi diffusi nella costruzione, che per quanto possibile non dovrebbero modificare il funzionamento strutturale accertato attraverso il percorso della conoscenza; le valutazioni devono riguardare l'intero manufatto, e possono utilizzare un modello strutturale globale, nei casi in cui questo possa essere ritenuto attendibile, o i metodi di analisi locale, purché applicati in modo generalizzato su tutti gli elementi della costruzione (...).”*(punto 2.2 Linee Guida).

È comunque ammissibile, vista la complessità del corpo di fabbrica del Palazzo Nannerini, un modello di calcolo non rigorosamente fedele alla realtà al fine di valutare il comportamento strutturale globale poiché, a seguito dell'intervento, viene conservato il comportamento originario.

La procedura seguita in applicazione ai concetti espressi all'interno delle Linee Guida è la seguente:

- ✓ valutazione dell'indice di sicurezza sismica nella situazione attuale (funzionamento accertato): verrà ripreso l'indice di sicurezza I_s derivante dagli ultimi studi realizzati sullo stesso fabbricato svolti nel 2013;
- ✓ valutazione dell'indice di sicurezza sismica al quale il manufatto può essere portato con interventi compatibili con le esigenze di tutela: considerati gli interventi migliorativi nei confronti del comportamento sismico già fatti in epoche precedenti sull'intero complesso di fabbrica e, volendo evitare opere eccessivamente invasive nel rispetto del criterio del minimo intervento, si prevede un indice di sicurezza finale inferiore a quello auspicabile per un reale adeguamento.

Pur non raggiungendo in indice $I_s \geq 1$, *“L'adozione del miglioramento, in deroga all'adeguamento, in linea di principio consiste semplicemente nell'accettare per l'edificio una vita nominale più breve ...”* (punto 2.2 Linee Guida). Il progetto potrà fare riferimento ad una vita nominale più breve (anche inferiore a 50 anni) la quale consentirà comunque di certificare la sicurezza di un intervento meno invasivo, in quanto questo tutelerà la costruzione in termini probabilistici per un numero minore di anni. Quanto detto trova riscontro all'interno delle NTC in cui si richiede che *“Il Progettista dovrà esplicitare, in un'apposita relazione, i livelli di sicurezza attuali o raggiunti con l'intervento e le eventuali conseguenti limitazioni da imporre nell'uso della costruzione”* (punto 8.3 delle NTC).

Essendo Palazzo Montalto Nannerini un bene architettonico di interesse storico artistico, l'acquisizione di un sufficiente livello di protezione e sicurezza nei confronti del rischio sismico è garantita attraverso il rispetto di due stati limite. Il primo è lo Stato Limite di Danno SLD, il quale viene *“richiesto, a livello complessivo, per i manufatti tutelati di cui si vuole sostanzialmente garantire la funzionalità dopo il terremoto, in relazione al loro uso”*; il secondo è lo Stato Limite di salvaguardia della Vita SLV *“richiesto per ciascun manufatto tutelato, anche se non soggetto ad uso, in quanto garantisce non solo la salvaguardia degli occupanti ma anche la conservazione stessa del manufatto.”* (punto 2.3 Linee Guida). Esiste un terzo stato limite per i beni architettonici, ovvero lo Stato Limite di danno dei beni Artistici SLA, il quale è richiesto, esclusivamente a livello locale, nelle parti della costruzione in cui sono presenti elementi di particolare valore storico artistico: poiché all'interno delle parti del Palazzo Montalto Nannerini considerate da progetto non sono presenti beni artistici pittorici o beni immobili di pregio (pale d'altare, statue, fonti battesimali, pavimentazioni ecc.) non verrà effettuata la verifica di questo ultimo stato limite.

Coerentemente con il fatto che per un bene culturale non è prescritto il raggiungimento di un prefissato livello di sicurezza, garantire l'intervento per una vita nominale minore significa accettare di dover provvedere ad una nuova verifica entro tale termine, oltre a prevedere un idoneo programma di monitoraggio.

2. Valutazione dell'indice di sicurezza sismica nello stato attuale

Per valutazione della vulnerabilità sismica attuale di Palazzo Montalto Nannerini si procede tramite una raccolta di dati pregressi riguardanti interventi fatti sul corpo di fabbrica successivi al sisma del 26/09/1997 e uno studio di vulnerabilità sismica svolto nel 2013 dalla Provincia di Fermo.

Nell'anno 2001 (con successive integrazioni apportate nell'anno 2007), venne fatta una serie di interventi di restauro e miglioramento sismico dopo che, a seguito degli eventi sismici del terremoto Umbria-Marche '97 il fabbricato aveva riportato danneggiamenti diffusi e un connotato di vulnerabilità globale. Venne redatta, quindi, una relazione progettuale contenente dati su tipologia e caratteristiche dei materiali, analisi dei carichi, descrizione di interventi, calcoli strutturali e testimonianze fotografiche; essendo però antecedente all'entrata in vigore delle NTC del 2008, tale progetto può ritenersi tutt'oggi valido in tutte le sue parti tranne che nei calcoli per le verifiche strutturali e di vulnerabilità.

Gli interventi principali svolti a fine della precedente progettazione sono:

- incatenamento con cordolature di piano per vincolare le murature agli orizzontamenti;
- alleggerimento della struttura con eliminazione del doppio pavimento;
- controventamento orizzontale a tutti i livelli per rendere ogni piano rigido;
- cucì e scucì;
- eliminazione delle spinte in copertura;
- eliminazione ribaltamento facciata principale con inserimento di tiranti metallici;
- ascensore con strutture separata;
- consolidamento della maggior parte delle volte in muratura ad un foglio;
- ripristino murature trasversali;
- inserimento di profilati in acciaio per sostenere murature portanti in falso sulle volte.

Tenendo conto dell'esistenza di tali interventi nel 2013 la Provincia di Fermo svolse uno studio di vulnerabilità sismica del Palazzo Montalto Nannerini sia con analisi statica lineare sia con analisi statica non lineare (push-over) dal quale emerge i seguenti risultati:

Tra tutte e 16 le combinazioni dei modi, la più sfavorevole risulta essere quella che considera il sisma in direzione +Y secondo deformata modale con +ecc.5% da cui risulta una PGA_{SLV} di 0,112. Il valori dell' I_s è quindi:

$$I_s = 0,112 / 0,212 = 0,526$$

Considerando un valore minimo di I_s pari a **0,65** per poter considerare la struttura sismicamente idonea ad essere utilizzata, si evince come gli interventi apportati in precedenza non possano essere considerati sufficienti per un miglioramento sismico accettabile.

3. Valutazione dell'indice di sicurezza sismica a seguito degli interventi previsti nel presente progetto.

Il progetto di miglioramento sismico oggetto di questa relazione viene svolto a partire da determinati parametri definiti a monte del processo di modellazione e di calcolo.

3.1. Aspetti geologici e geomorfologici dell'area

3.1.1. Stratigrafia del suolo

È stata esaminata la relazione geologica-geotecnica realizzata in occasione del primo progetto di ristrutturazione, redatta dal Dott. Geol. Enrico Salomoni. Una nuova relazione geologica verrà redatta poiché la precedente risale all'anno 2000 e le indagini devono essere volte alla nuova destinazione d'uso in conformità alle NTC 2008.

Secondo le indagini prese in esame in via preliminare, il terreno riporta la seguente stratigrafia:

- Limi sabbiosi argillosi con ghiaietto frammisto (da 0m a -4,2m)
- Sabbie con intercalati livelli limosi e limoso-argillosi (da -4,2m a -7,0m)
- Ghiaia (da -7,0m)

Le caratteristiche idrologiche, sismiche locali, la parametrizzazione geotecnica dei terreni, le sezioni geologiche sono riportate nella relazione geologica depositata.

3.1.2. Caratterizzazione del suolo

Dall'analisi dei valori fisico-meccanici e considerando le condizioni litostratigrafiche del suolo, si è potuto classificare il suolo, secondo le NTC 2008, del tipo "C".

3.2. Destinazione d'uso e sovraccarichi variabili dovuti alle azioni antropiche e sismiche

Secondo il presente progetto, il piano terra e i piani secondo, terzo e quarto di Palazzo Montalto Nannerini saranno utilizzati come sede di una nuova residenza protetta per anziani; il fabbricato dovrà quindi essere considerato appartenente alla **classe d'uso III**, nella quale rientrano "Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi" come indicato dalle NTC 2008 nel capitolo 2.4.2.

Per la determinazione dell'entità e della distribuzione spaziale e temporale dei sovraccarichi variabili si farà riferimento alla tabella Tab. 3.1.II. delle NTC 2008 in funzione della destinazione d'uso; in questo caso si considera un ambiente di categoria C1.

Si riporta di seguito l'analisi dei carichi per i diversi orizzontamenti:

- Volte in muratura (costituenti la maggior parte dei solai di piano)
 - peso proprio volte in muratura+riempimento G_1 6,36 [kN/m²]
 - peso pavimento G_2 0,64 [kN/m²]
 - peso accidentale di piano q_k 3,0 [kN/m²]
- Solai misti (locali attività occupazionali e palestra)
 - peso proprio solai misti G_1 3,5 [kN/m²]
 - peso permanente G_2 1,5[kN/m²]
 - peso accidentale di piano q_k 3,0 [kN/m²]
- Copertura
 - peso proprio copertura G_1 2 [kN/m²]
 - peso permanente G_2 1,2[kN/m²]
 - peso accidentale di piano q_k 0 [kN/m²]
 - carico neve q_s 0,83[kN/m²]

CARICO NEVE q_s – zona II

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t$$

dove:

q_s è il carico neve sulla copertura

μ_i è coefficiente di forma della copertura

q_{sk} è il valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo

C_E è il coefficiente di esposizione = 1

C_t è il coefficiente termico = 1

$$q_{sk} = 0,85 \left[1 + \left(\frac{a_s}{481} \right)^2 \right] \quad \text{per } a_s = 230 \text{ m}$$

$$q_{sk} = 1,04 \text{ KN/m}^2 \quad \text{con } \mu_i = 0,8$$

$$q_s = 0,83 \text{ KN/m}^2 = 83,2 \text{ Kg/m}^2$$

3.3. Analisi di regolarità dell'edificio

Occorre ora stabilire se il complesso edilizio in esame sia o no regolare in pianta e in altezza, in base a quanto dispongono le NTC 2008 al capitolo 7.2.2.

Le valutazioni di regolarità possono essere desunte da quanto dichiarato nello studio di vulnerabilità sismica già svolto nel 2013; il palazzo risulta infatti globalmente **non regolare** né in pianta, per la sua forma non simmetrica rispetto alle due direzioni ortogonali e distante dalla configurazione di un rettangolo pressoché regolare, né in altezza, soprattutto per la differenza tra i sistemi resistenti verticali tra il piano interrato e il piano terra e la presenza di piani ammezzati nei livelli più alti.

3.4. Caratteristiche dei materiali

3.4.1. Definizione del Livello di Conoscenza LC e Fattore di Confidenza FC

La definizione del livello di conoscenza, porta ad individuare il fattore di confidenza FC che, come specificano le stesse NTC 2008, serve per la:

- a) Definizione delle resistenze dei materiali;
- b) Definizione delle sollecitazioni trasmesse agli elementi.

Per un edificio in muratura, come nel caso di Palazzo Montalto Nannerini, esistono tre livelli di conoscenza LC con associato un valore di fattore di confidenza FC.

Partendo dai risultati di indagini pregresse che possono tuttora essere considerate attendibili in merito alla natura dei materiali, da un rilievo geometrico esaustivo e documentazioni fotografiche che attestano la conformazione degli elementi strutturali, si può arrivare ad livello di conoscenza

LC2 così come definito in Tab. C8A.1.1. Da esso ne deriva un fattore di confidenza **FC=1,2**. Per confermare l'attuale livello di conoscenza ed eventualmente migliorarlo si effettueranno prove con doppio martinetto piatto sulle murature.

Per quanto riguarda le proprietà delle murature definibili piene e parte a "sacco", sono stati considerati sia i valori di riferimento dei parametri meccanici del materiale, sia i coefficienti correttivi dei parametri meccanici (cap.C8A.2. delle NTC 2008). Dalla documentazione fotografica risalente al periodo in cui sono stati svolti i lavori dei primi interventi strutturali si può vedere come il sacco interno alle due cortine delle murature portanti sia costituito da laterizio con l'inserimento di diatoni che garantiscono la monoliticità dell'intero pannello murario; per questo motivo in sede di modellazione strutturale è stata scelta come tipologia muraria prevalente una *muratura in mattoni pieni e malta di calce*.

3.5. Interventi di progetto.

Partendo dai risultati dell'ultimo studio svolto su Palazzo Montalto Nannerini si è ipotizzata una serie di interventi principalmente per poter aumentare la rigidezza globale del complesso in caso di azioni sismiche.

Tali interventi sono di seguito elencati.

- **ALLINEAMENTO VERTICALE DELLE APERTURE INTERNE**

Si tratta di chiusura o apertura di vani porta e vani finestra in modo da poter raggiungere un allineamento più verticale possibile delle stesse e garantire la presenza di fasce murarie distinguibili per tutta l'altezza del fabbricato. Questo intervento viene praticato laddove esigenze architettoniche, strutturali e realizzative lo permettano. Esempi di interventi di questo tipo si hanno in tutti i piani del palazzo che saranno utilizzati come da progetto.

- **RIPRISTINO MURATURE ESISTENTI**

In alcuni punti del piano terra, piano secondo, piano terzo e piano quarto verranno ripristinate delle porzioni di muro. Con questo intervento si intende: tamponature di nicchie, chiusura di aperture non necessariamente finalizzate al loro allineamento verticale ed ispessimento di murature per creare congruenza degli stessi elementi tra i vari piani.

- **INSERIMENTO DI PROFILI METALLICI A SOSTEGNO DI NUOVI PARAMENTI MURARI**

Per ragioni architettoniche è necessario inserire dei paramenti murari nella porzione SUD-EST compresa tra il muro di facciata e il muro divisorio del corridoio; tali paramenti servono a creare nuovi locali adibiti a camere da letto e, pertanto, devono avere proprietà fonoisolanti appropriate. A tal fine si prevede la realizzazione di questi divisori in muratura con spessore adeguato, i quali appoggiando su punti intermedi delle volte sottostanti, devono scaricare il proprio peso nelle corrispondenti murature portanti d'ambito. Per far questo si è deciso di utilizzare lo stesso metodo adottato per gli interventi precedenti, ovvero porre alla base di ciascun paramento un doppio profilo metallico IPE270.

Tale pannelli murari vengono inseriti a tutti i piani considerati da progetto e corrispondenti a tutti i livelli.

- RINFORZO DI MURATURE TRASVERSALI ESISTENTI CON MATERIALE COMPOSITO

Nella porzione Nord-Ovest nell'intero fabbricato si vogliono migliorare le caratteristiche meccaniche delle murature esistenti che si sviluppano trasversalmente per aumentare il contributo delle stesse alla resistenza globale nei confronti di azioni sismiche in direzione Y. Le murature interne vengono rinforzate in entrambi le superfici tramite apposizione di maglia in materiale fibrorinforzato FRP. Nelle murature esterne invece, poiché la superficie esterna deve essere lasciata con muratura faccia a vista, si applicherà la rete di FRP solo sulla superficie interna, avendo cura di migliorare la connessione delle due cortine della muratura a sacco con l'inserimento di barre anch'esse in FRP che svolgono funzioni di diatoni.

Anche questo tipo di intervento viene fatto al piano terra, piano secondo, terzo e quarto.

- CERCHIATURE DI VANI PORTA

Si prevede l'inserimento di cerchiature metalliche lungo il perimetro delle aperture di alcune porte presenti nella parte Nord-Ovest del palazzo. I profili in acciaio strutturale utilizzati variano da HEA 180 a HEA 200 che possono essere utilizzati singolarmente o accoppiati a seconda dello spessore della muratura in cui si inserisce l'apertura. Con questo intervento si vuole garantire la rigidezza nel piano di pannelli murari con lunghezza particolarmente importante, come accade nei locali adibiti ad attività libere e soggiorno. Questo intervento viene eseguito a tutti i piani contemplati da progetto.

- CERCHIATURE ED IRRIGIDIMENTO ORIZZONTALI DELL'ULTIMO PIANO DEL CORPO NORD-OVEST E RINFORZO DELLE VOLTE IN MURATURA

Dai sopralluoghi eseguiti si è constatato che l'intervento di cordolatura di piano e di controventamento orizzontale è assente nell'ultimo piano del corpo di fabbrica a Nord-Ovest; è necessario quindi realizzare questo tipo di intervento con la stessa tecnica utilizzata in quelli precedenti nelle altre parti del complesso edilizio così da poter garantire connessione di tutti gli orizzontamenti alle murature portanti e il conseguente comportamento scatolare.

L'individuazione puntuale di tutti gli interventi descritti fino ad ora è riportata negli elaborati grafici di progetto.

È opportuno ricordare che in questo progetto i piani considerati per realizzare i locali della casa protetta sono solo il piano terra, piano secondo, piano terzo e piano quarto; ovviamente nell'analisi strutturale di vulnerabilità sismica è necessario considerare tutto il fabbricato nel suo intero, valutando quindi anche i piani interrato e piano primo. È auspicabile che tutti gli interventi fatti al piano secondo vengano realizzati anche al piano primo per garantire una adeguata continuità a tutti i livelli dei miglioramenti apportati in termini di vulnerabilità sismica. Per quanto riguarda invece il piano interrato, di pertinenza della contrada San Giovanni, si prevede un irrigidimento del colonnato centrale con l'inserimento di perforazioni armate nelle murature per garantire la collaborazione dei materiali che costituiscono il nucleo centrale e quelli che costituiscono le lesene.

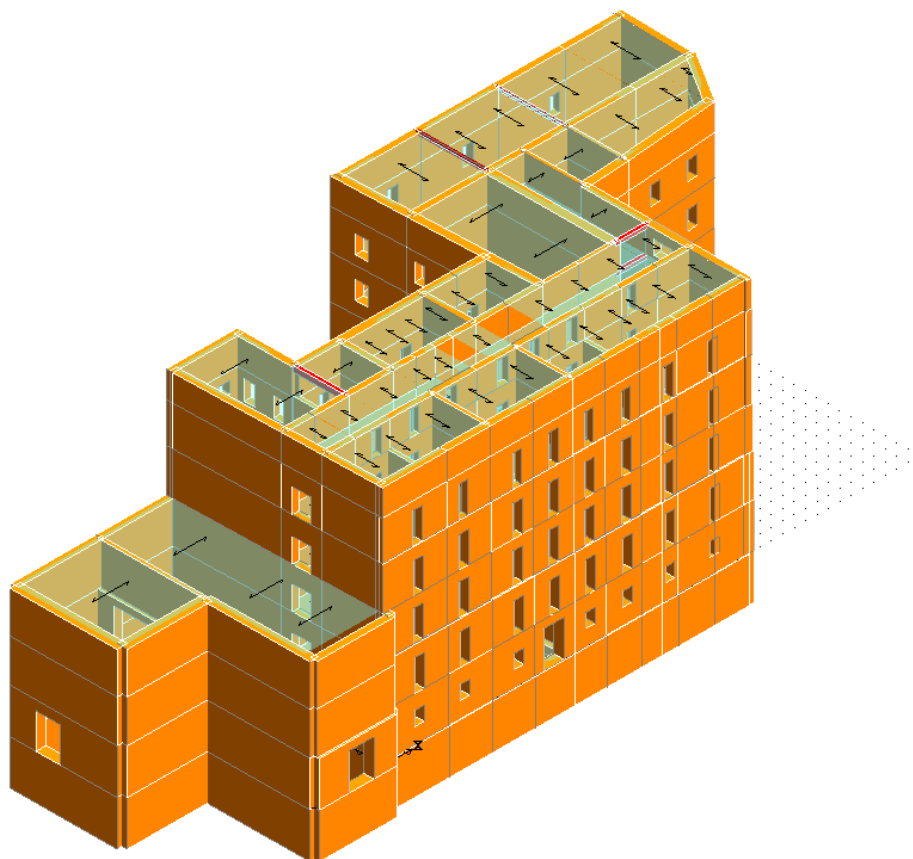
3.6. Metodo di analisi

Le NTC 2008 attualmente costituisce il principale riferimento normativo in materia di progettazione antisismica delle strutture nuove e di verifica di quelle esistenti e prevede l'utilizzo dell'**Analisi Statica Non-Lineare** per la valutazione del comportamento delle strutture sotto sisma.

Nel presente studio si fa riferimento a tale analisi (***pushover analysis***), prevista dalla citata normativa e generalmente utilizzata per la valutazione del comportamento di una struttura soggetta ad azioni orizzontali. Secondo le NTC *“l'analisi statica non lineare è applicabile agli edifici in muratura anche nei casi in cui la massa partecipante del primo modo di vibrare sia inferiore al 75% della massa totale ma comunque superiore al 60%”*.

Nel nostro caso la massa partecipante è pari al 66,09% in direzione Y e 78,66 in direzione X della massa totale.

Questa prevede l'applicazione incrementale al modello strutturale di particolari distribuzioni di carico orizzontali, al fine di spingere in campo non lineare la struttura. Di seguito viene riportata un immagine del fabbricato così come modellata da programma.



La schematizzazione fatta nel programma di calcolo è molto semplificata rispetto alla reale configurazione della struttura poiché l'edificio è molto complesso sia dal punto di vista geometrico sia strutturale. Si fa presente che è stato considerato nel calcolo della chiesa adiacente sul lato SUD-OVEST ma, non essendo esso parte del progetto di miglioramento sismico, è stato inserito come insieme di elementi SOLO SISMORESISTENTI, ovvero la sua massa non partecipa al

comportamento globale della struttura creando solo azioni di punzonamento al corpo di fabbrica principale. Inoltre le nuove murature divisorie nella zona SUD-EST non avendo funzione strutturale, sono state inserite come elemento NON SISMORESISTENTI, contribuendo comunque alla massa totale del fabbricato.

3.6.1. Metodo di analisi e risultati della verifica strutturale

NORMATIVA DI RIFERIMENTO: **D.M. 14/01/2008**

SOFTWARE DI CALCOLO UTILIZZATO: **CDSWIN S.L.U. Rel. 2010 Lic. 19954**

Vita nominale (p. 2.4.1 D.M. 08)

⇒ $V_N > 50$ anni

Come viene definito al punto 2.4.1 del DM 08, la vita nominale V_N è intesa come il numero di anni nel quale la struttura deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata: Tipo di costruzione di importanza normale.

Classe d'uso (p. 2.4.2 D.M. 08)

⇒ **Classe d'uso III**

Edifici il cui uso preveda affollamenti significativi.

Categoria di sottosuolo (p. 3.2.2 D.M. 08)

⇒ **Categoria C**

Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180m/s e 360m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fine).

Categoria topografica (p. 3.2.2 D.M. 08)

⇒ **Categoria T1**

Pendio con inclinazione media $i < 15^\circ$

Longitudine est

⇒ **13,69000 °**

Latitudine nord

⇒ **43,22000 °**

Tipologia strutturale: struttura in muratura portante a più piani in mattoni pieni e a sacco, non regolare in pianta e non regolare in altezza.

Fattore di struttura $q = 2,10$

Livello di conoscenza (tabella 11.1 OPCM)

La definizione del livello di conoscenza, porta ad individuare il fattore di confidenza FC, che, come specifica la stessa norma, serve per la:

- a) definizione delle resistenze dei materiali;
- b) definizione delle sollecitazioni trasmesse agli elementi.

Nel caso in esame si ha:

Livello di conoscenza LC2 - Fattore di confidenza=1,2

Risultati del Push-Over

PUSH-OVER N.ro		1	-DISTRIB. FORZE SECONDO DEFORMATA MODALE +Ecc5%	
Angolo Inqr. Sisma (Grd)	0		Numero collassi totali	2
Numero passo Resist.Max.	123		Numero passi significativi	123
Massa SDOF (t)	6271,56		Taoglio alla base max. (t)	1773,16
Coeff. Partecipazione	1,40		Resistenza SDOF (t)	1188,53
Rigidezza SDOF (t/m)	55093,21		Spostam. Snervam. SDOF mm	22
Periodo SDOF (sec)	0,68		Rapporto di incrudimento	0,000
Rapporto Alfau/alfa1	116,990		Fattore struttura	2,135
Coeff Smorzam.Equival.	21,000		Duttilita	2,135
S T A T O L I M I T E D I D A N N O				
D O M A N D A			C A P A C I T A'	
Spostamento mm	22,432		Spostamento mm	10,216
S.L. Danno	NON VERIFICA		Numero passo precedente	55
PqaLD/q	0,050		PqaLD/Pqa 63%	0,652
Rapporto $q^*=F_e/F_y$	1,04		Asta3D Nro	
-----			TrCLD	22,000
-----			(TrCLD/TDLD) ^a	0,604
S T A T O L I M I T E D I S A L V A G U A R D I A D E L L A V I T A				
D O M A N D A			C A P A C I T A'	
Spostamento mm	59,942		Spostamento mm	46,065
S.L. Salvaguardia Vita	NON VERIFICA		Numero passo precedente	123
PqaLV/q	0,159		PqaLV/Pqa 10%	0,750
Rapporto $q^*=F_e/F_y$	2,78		Asta3D Nro	
-----			TrCLV	342,000
-----			(TrCLV/TDLV) ^a	0,740

PUSH-OVER N.ro		2	-DISTRIB. FORZE SECONDO DEFORMATA MODALE +Ecc5%	
Angolo Inqr. Sisma (Grd)	180		Numero collassi totali	2
Numero passo Resist.Max.	123		Numero passi significativi	123
Massa SDOF (t)	6271,56		Taoglio alla base max. (t)	1819,87
Coeff. Partecipazione	1,40		Resistenza SDOF (t)	1208,48
Rigidezza SDOF (t/m)	57870,81		Spostam. Snervam. SDOF mm	21
Periodo SDOF (sec)	0,66		Rapporto di incrudimento	0,000
Rapporto Alfau/alfa1	1460,752		Fattore struttura	2,171
Coeff Smorzam.Equival.	22,000		Duttilita	2,171
S T A T O L I M I T E D I D A N N O				
D O M A N D A			C A P A C I T A'	
Spostamento mm	21,887		Spostamento mm	23,956
S.L. Danno	VERIFICATO		Numero passo precedente	98
PqaLD/q	0,084		PqaLD/Pqa 63%	1,085
Rapporto $q^*=F_e/F_y$	1,05		Asta3D Nro	
-----			TrCLD	87,000
-----			(TrCLD/TDLD) ^a	1,063
S T A T O L I M I T E D I S A L V A G U A R D I A D E L L A V I T A				
D O M A N D A			C A P A C I T A'	
Spostamento mm	58,486		Spostamento mm	45,329
S.L. Salvaguardia Vita	NON VERIFICA		Numero passo precedente	123
PqaLV/q	0,160		PqaLV/Pqa 10%	0,757
Rapporto $q^*=F_e/F_y$	2,80		Asta3D Nro	
-----			TrCLV	349,000
-----			(TrCLV/TDLV) ^a	0,746

PUSH-OVER N.ro		3	-DISTRIB. FORZE SECONDO DEFORMATATA MODALE +Ecc5%	
Anqolo Inqr. Sisma (Grd)	90	Numero collassi totali		16
Numero passo Resist.Max.	96	Numero passi significativi		123
Massa SDOF (t)	5386,13	Taglio alla base max. (t)		1290,07
Coeff. Partecipazione	1,51	Resistenza SDOF (t)		825,69
Rigidezza SDOF (t/m)	32410,51	Spostam. Snervam. SDOF mm		25
Periodo SDOF (sec)	0,82	Rapporto di incrudimento		0,000
Rapporto Alfau/alfal	122640,344	Fattore struttura		1,976
Coeff Smorzam.Equival.	20,000	Duttilita		1,976
S T A T O L I M I T E D I D A N N O				
D O M A N D A		C A P A C I T A'		
Spostamento mm	27,103	Spostamento mm	5,231	
S.L. Danno	NON VERIFICA	Numero passo precedente	23	
PqaLD/q	0,050	PqaLD/Pqa 63%	0,652	
Rapporto $q^*=Fe/Fy$	1,06	Asta3D Nro		
-----		TrCLD	10,000	
-----		(TrCLD/TDLD) ^a	0,436	
S T A T O L I M I T E D I S A L V A G U A R D I A D E L L A V I T A				
D O M A N D A		C A P A C I T A'		
Spostamento mm	72,425	Spostamento mm	50,334	
S.L. Salvaguardia Vita	NON VERIFICA	Numero passo precedente	123	
PqaLV/q	0,143	PqaLV/Pqa 10%	0,675	
Rapporto $q^*=Fe/Fy$	2,84	Asta3D Nro		
-----		TrCLV	267,000	
-----		(TrCLV/TDLV) ^a	0,668	

PUSH-OVER N.ro		4	-DISTRIB. FORZE SECONDO DEFORMATATA MODALE +Ecc5%	
Anqolo Inqr. Sisma (Grd)	270	Numero collassi totali		4
Numero passo Resist.Max.	125	Numero passi significativi		125
Massa SDOF (t)	5386,13	Taglio alla base max. (t)		1557,48
Coeff. Partecipazione	1,51	Resistenza SDOF (t)		978,15
Rigidezza SDOF (t/m)	36809,29	Spostam. Snervam. SDOF mm		27
Periodo SDOF (sec)	0,77	Rapporto di incrudimento		0,000
Rapporto Alfau/alfal	104133,555	Fattore struttura		1,997
Coeff Smorzam.Equival.	20,000	Duttilita		1,997
S T A T O L I M I T E D I D A N N O				
D O M A N D A		C A P A C I T A'		
Spostamento mm	25,432	Spostamento mm	9,456	
S.L. Danno	NON VERIFICA	Numero passo precedente	50	
PqaLD/q	0,050	PqaLD/Pqa 63%	0,652	
Rapporto $q^*=F_e/F_y$	0,96	Asta3D Nro		
-----		TrCLD	18,000	
-----		(TrCLD/TDLD) ^a	0,556	
S T A T O L I M I T E D I S A L V A G U A R D I A D E L L A V I T A				
D O M A N D A		C A P A C I T A'		
Spostamento mm	67,960	Spostamento mm	53,060	
S.L. Salvaguardia Vita	NON VERIFICA	Numero passo precedente	125	
PqaLV/q	0,162	PqaLV/Pqa 10%	0,762	
Rapporto $q^*=F_e/F_y$	2,56	Asta3D Nro		
-----		TrCLV	355,000	
-----		(TrCLV/TDLV) ^a	0,751	

PUSH-OVER N.ro		5	-DISTRIB. FORZE PROPORZIONALE ALLE MASSE +Ecc5%	
Angolo Inqr. Sisma (Grd)	0	Numero collassi totali		1
Numero passo Resist.Max.	146	Numero passi significativi		146
Massa SDOF (t)	11040,23	Taiglio alla base max. (t)	2471,99	
Coeff. Partecipazione	1,00	Resistenza SDOF (t)	2346,54	
Rigidezza SDOF (t/m)	82610,45	Spostam. Snervam. SDOF mm	28	
Periodo SDOF (sec)	0,73	Rapporto di incrudimento	0,000	
Rapporto Alfau/alfa1	5375,092	Fattore struttura	1,682	
Coeff Smorzam.Equival.	17,000	Duttilita	1,682	
S T A T O L I M I T E D I D A N N O				
D O M A N D A		C A P A C I T A'		
Spostamento mm	24,305	Spostamento mm	15,655	
S.L. Danno	NON VERIFICA	Numero passo precedente	73	
PqaLD/q	0,052	PqaLD/Pqa 63%	0,682	
Rapporto $q^*=F_e/F_y$	0,86	Asta3D Nro		
-----		TrCLD	33,000	
-----		(TrCLD/TDLD) ^a	0,713	
S T A T O L I M I T E D I S A L V A G U A R D I A D E L L A V I T A				
D O M A N D A		C A P A C I T A'		
Spostamento mm	64,948	Spostamento mm	47,766	
S.L. Salvaguardia Vita	NON VERIFICA	Numero passo precedente	146	
PqaLV/q	0,152	PqaLV/Pqa 10%	0,716	
Rapporto $q^*=F_e/F_y$	2,29	Asta3D Nro		
-----		TrCLV	307,000	
-----		(TrCLV/TDLV) ^a	0,707	

PUSH-OVER N.ro		6	-DISTRIB. FORZE PROPORZIONALE ALLE MASSE +Ecc5%	
Angolo Inqr. Sisma (Grd)	180	Numero collassi totali		1
Numero passo Resist.Max.	132	Numero passi significativi		132
Massa SDOF (t)	11040,23	Taiglio alla base max. (t)	2370,68	
Coeff. Partecipazione	1,00	Resistenza SDOF (t)	2249,43	
Rigidezza SDOF (t/m)	87281,08	Spostam. Snervam. SDOF mm	26	
Periodo SDOF (sec)	0,71	Rapporto di incrudimento	0,000	
Rapporto Alfau/alfa1	1357,344	Fattore struttura	1,379	
Coeff Smorzam.Equival.	13,000	Duttilita	1,379	
S T A T O L I M I T E D I D A N N O				
D O M A N D A		C A P A C I T A'		
Spostamento mm	23,646	Spostamento mm	24,261	
S.L. Danno	VERIFICATO	Numero passo precedente	102	
PqaLD/q	0,079	PqaLD/Pqa 63%	1,026	
Rapporto $q^*=F_e/F_y$	0,92	Asta3D Nro		
-----		TrCLD	78,000	
-----		(TrCLD/TDLD) ^a	1,016	
S T A T O L I M I T E D I S A L V A G U A R D I A D E L L A V I T A				
D O M A N D A		C A P A C I T A'		
Spostamento mm	63,186	Spostamento mm	35,551	
S.L. Salvaguardia Vita	NON VERIFICA	Numero passo precedente	132	
PqaLV/q	0,116	PqaLV/Pqa 10%	0,548	
Rapporto $q^*=F_e/F_y$	2,45	Asta3D Nro		
-----		TrCLV	166,000	
-----		(TrCLV/TDLV) ^a	0,549	

PUSH-OVER N.ro		7	-DISTRIB. FORZE PROPORZIONALE ALLE MASSE +Ecc5%	
Angolo Inqr. Sisma (Grd)	90	Numero collassi totali		3
Numero passo Resist.Max.	133	Numero passi significativi		133
Massa SDOF (t)	11040,23	Taoglio alla base max. (t)	2071,98	
Coeff. Partecipazione	1,00	Resistenza SDOF (t)	1954,75	
Rigidezza SDOF (t/m)	50117,50	Spostam. Snervam. SDOF mm	39	
Periodo SDOF (sec)	0,94	Rapporto di incrudimento	0,000	
Rapporto Alfau/alfal	112292,828	Fattore struttura	1,564	
Coeff Smorzam.Equival.	16,000	Duttilita	1,564	
S T A T O L I M I T E D I D A N N O				
D O M A N D A		C A P A C I T A'		
Spostamento mm	31,205	Spostamento mm	8,453	
S.L. Danno	NON VERIFICA	Numero passo precedente	30	
PqaLD/q	0,050	PqaLD/Pqa 63%	0,652	
Rapporto $q^*=F_e/F_y$	0,80	Asta3D Nro		
-----		TrCLD	13,000	
-----		(TrCLD/TDLD) ^a	0,486	
S T A T O L I M I T E D I S A L V A G U A R D I A D E L L A V I T A				
D O M A N D A		C A P A C I T A'		
Spostamento mm	83,385	Spostamento mm	61,009	
S.L. Salvaguardia Vita	NON VERIFICA	Numero passo precedente	133	
PqaLV/q	0,151	PqaLV/Pqa 10%	0,712	
Rapporto $q^*=F_e/F_y$	2,14	Asta3D Nro		
-----		TrCLV	303,000	
-----		(TrCLV/TDLV) ^a	0,704	

PUSH-OVER N.ro		8	-DISTRIB. FORZE PROPORZIONALE ALLE MASSE +Ecc5%	
Angolo Inqr. Sisma (Grd)	270	Numero collassi totali		3
Numero passo Resist.Max.	156	Numero passi significativi		156
Massa SDOF (t)	11040,23	Taoglio alla base max. (t)	2350,59	
Coeff. Partecipazione	1,00	Resistenza SDOF (t)	2224,90	
Rigidezza SDOF (t/m)	59661,00	Spostam. Snervam. SDOF mm	37	
Periodo SDOF (sec)	0,86	Rapporto di incrudimento	0,000	
Rapporto Alfau/alfal	97480,977	Fattore struttura	1,670	
Coeff Smorzam.Equival.	17,000	Duttilita	1,670	
S T A T O L I M I T E D I D A N N O				
D O M A N D A		C A P A C I T A'		
Spostamento mm	28,600	Spostamento mm	15,945	
S.L. Danno	NON VERIFICA	Numero passo precedente	62	
PqaLD/q	0,050	PqaLD/Pqa 63%	0,652	
Rapporto $q^*=F_e/F_y$	0,77	Asta3D Nro		
-----		TrCLD	27,000	
-----		(TrCLD/TDLD) ^a	0,657	
S T A T O L I M I T E D I S A L V A G U A R D I A D E L L A V I T A				
D O M A N D A		C A P A C I T A'		
Spostamento mm	76,425	Spostamento mm	62,284	
S.L. Salvaguardia Vita	NON VERIFICA	Numero passo precedente	156	
PqaLV/q	0,169	PqaLV/Pqa 10%	0,798	
Rapporto $q^*=F_e/F_y$	2,05	Asta3D Nro		
-----		TrCLV	395,000	
-----		(TrCLV/TDLV) ^a	0,785	

PUSH-OVER N.ro		9	-DISTRIB. FORZE SECONDO DEFORMATA MODALE -Ecc5%		
Angolo Inqr. Sisma (Grd)		0	Numero collassi totali		4
Numero passo Resist.Max.		121	Numero passi significativi		121
Massa SDOF (t)		6271,56	Taglio alla base max. (t)		1744,16
Coeff. Partecipazione		1,40	Resistenza SDOF (t)		1167,37
Rigidzza SDOF (t/m)		57398,56	Spostam. Snervam. SDOF mm		20
Periodo SDOF (sec)		0,66	Rapporto di incrudimento		0,000
Rapporto Alfau/alfal		1415,051	Fattore struttura		2,116
Coeff Smorzam.Equival.		21,000	Duttilita		2,116
S T A T O L I M I T E D I D A N N O					
D O M A N D A			C A P A C I T A'		
Spostamento mm		21,977	Spostamento mm		22,407
S.L. Danno		VERIFICATO	Numero passo precedente		96
PqaLD/q		0,079	PqaLD/Pqa 63%		1,020
Rapporto $q^*=F_e/F_y$		1,08	Asta3D Nro		
-----			TrCLD		77,000
-----			(TrCLD/TDLD) ^a		1,011
S T A T O L I M I T E D I S A L V A G U A R D I A D E L L A V I T A					
D O M A N D A			C A P A C I T A'		
Spostamento mm		58,726	Spostamento mm		43,033
S.L. Salvaguardia Vita		NON VERIFICA	Numero passo precedente		121
PqaLV/q		0,151	PqaLV/Pqa 10%		0,713
Rapporto $q^*=F_e/F_y$		2,89	Asta3D Nro		
-----			TrCLV		304,000
-----			(TrCLV/TDLV) ^a		0,705

PUSH-OVER N.ro		10	-DISTRIB. FORZE SECONDO DEFORMATA MODALE -Ecc5%		
Angolo Inqr. Sisma (Grd)		180	Numero collassi totali		3
Numero passo Resist.Max.		115	Numero passi significativi		115
Massa SDOF (t)		6271,56	Taglio alla base max. (t)		1808,19
Coeff. Partecipazione		1,40	Resistenza SDOF (t)		1202,36
Rigidzza SDOF (t/m)		56128,43	Spostam. Snervam. SDOF mm		21
Periodo SDOF (sec)		0,67	Rapporto di incrudimento		0,000
Rapporto Alfau/alfal		227,112	Fattore struttura		2,090
Coeff Smorzam.Equival.		21,000	Duttilita		2,090
S T A T O L I M I T E D I D A N N O					
D O M A N D A			C A P A C I T A'		
Spostamento mm		22,224	Spostamento mm		10,531
S.L. Danno		NON VERIFICA	Numero passo precedente		51
PqaLD/q		0,050	PqaLD/Pqa 63%		0,652
Rapporto $q^*=F_e/F_y$		1,04	Asta3D Nro		
-----			TrCLD		23,000
-----			(TrCLD/TDLD) ^a		0,615
S T A T O L I M I T E D I S A L V A G U A R D I A D E L L A V I T A					
D O M A N D A			C A P A C I T A'		
Spostamento mm		59,387	Spostamento mm		44,763
S.L. Salvaguardia Vita		NON VERIFICA	Numero passo precedente		115
PqaLV/q		0,156	PqaLV/Pqa 10%		0,735
Rapporto $q^*=F_e/F_y$		2,77	Asta3D Nro		
-----			TrCLV		326,000
-----			(TrCLV/TDLV) ^a		0,725

PUSH-OVER N.ro		11	-DISTRIB. FORZE SECONDO DEFORMATA MODALE -Ecc5%	
Anqolo Inqr. Sisma (Grd)	90	Numero collassi totali		16
Numero passo Resist.Max.	118	Numero passi significativi		131
Massa SDOF (t)	5386,13	Taqlio alla base max. (t)	1541,04	
Coeff. Partecipazione	1,51	Resistenza SDOF (t)	965,93	
Riqidezza SDOF (t/m)	37337,31	Spostam. Snervam. SDOF mm	26	
Periodo SDOF (sec)	0,76	Rapporto di incrudimento	0,000	
Rapporto Alfau/alfal	105011,961	Fattore struttura	2,243	
Coeff Smorzam.Equival.	22,000	Duttilita	2,243	
S T A T O L I M I T E D I D A N N O				
D O M A N D A		C A P A C I T A'		
Spostamento mm	25,252	Spostamento mm	8,959	
S.L. Danno	NON VERIFICA	Numero passo precedente	37	
PqaLD/q	0,050	PqaLD/Pqa 63%	0,652	
Rapporto $q^*=Fe/Fy$	0,98	Asta3D Nro		
-----		TrCLD	17,000	
-----		(TrCLD/TDLD) ^a	0,543	
S T A T O L I M I T E D I S A L V A G U A R D I A D E L L A V I T A				
D O M A N D A		C A P A C I T A'		
Spostamento mm	67,478	Spostamento mm	58,015	
S.L. Salvaguardia Vita	NON VERIFICA	Numero passo precedente	131	
PqaLV/q	0,179	PqaLV/Pqa 10%	0,843	
Rapporto $q^*=Fe/Fy$	2,61	Asta3D Nro		
-----		TrCLV	450,000	
-----		(TrCLV/TDLV) ^a	0,828	

PUSH-OVER N.ro		12	-DISTRIB. FORZE SECONDO DEFORMATA MODALE -Ecc5%	
Anqolo Inqr. Sisma (Grd)	270	Numero collassi totali		16
Numero passo Resist.Max.	119	Numero passi significativi		134
Massa SDOF (t)	5386,13	Taqlio alla base max. (t)	1350,23	
Coeff. Partecipazione	1,51	Resistenza SDOF (t)	858,88	
Rigidezza SDOF (t/m)	31314,01	Spostam. Snervam. SDOF mm	27	
Periodo SDOF (sec)	0,83	Rapporto di incrudimento	0,000	
Rapporto Alfau/alfal	66,105	Fattore struttura	1,837	
Coeff Smorzam.Equival.	19,000	Duttilita	1,837	
S T A T O L I M I T E D I D A N N O				
D O M A N D A		C A P A C I T A'		
Spostamento mm	27,574	Spostamento mm	5,399	
S.L. Danno	NON VERIFICA	Numero passo precedente	31	
PqaLD/q	0,050	PqaLD/Pqa 63%	0,652	
Rapporto $q^*=Fe/Fy$	1,01	Asta3D Nro		
-----		TrCLD	10,000	
-----		(TrCLD/TDLD) ^a	0,436	
S T A T O L I M I T E D I S A L V A G U A R D I A D E L L A V I T A				
D O M A N D A		C A P A C I T A'		
Spostamento mm	73,682	Spostamento mm	50,397	
S.L. Salvaguardia Vita	NON VERIFICA	Numero passo precedente	134	
PqaLV/q	0,141	PqaLV/Pqa 10%	0,664	
Rapporto $q^*=Fe/Fy$	2,69	Asta3D Nro		
-----		TrCLV	257,000	
-----		(TrCLV/TDLV) ^a	0,657	

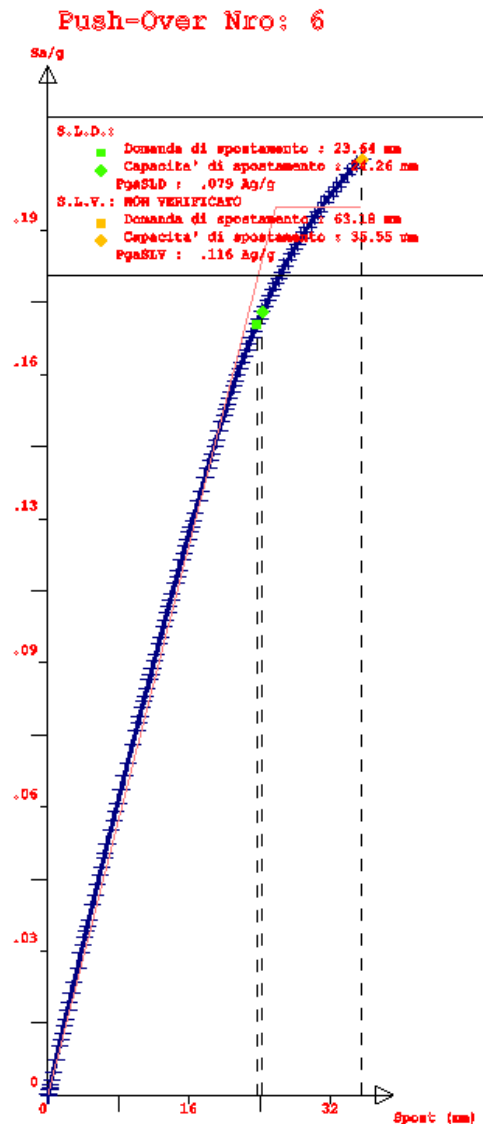
PUSH-OVER N.ro		13	-DISTRIB. FORZE PROPORZIONALE ALLE MASSE -Ecc5%	
Angolo Inqr. Sisma (Grd)	0	Numero collassi totali		1
Numero passo Resist.Max.	148	Numero passi significativi		148
Massa SDOF (t)	11040,23	Taoglio alla base max. (t)	2515,64	
Coeff. Partecipazione	1,00	Resistenza SDOF (t)	2370,60	
Rigidezza SDOF (t/m)	84457,54	Spostam. Snervam. SDOF mm	28	
Periodo SDOF (sec)	0,73	Rapporto di incrudimento	0,000	
Rapporto Alfau/alfal	1404,300	Fattore struttura	1,830	
Coeff Smorzam.Equival.	19,000	Duttilita	1,830	
S T A T O L I M I T E D I D A N N O				
D O M A N D A		C A P A C I T A'		
Spostamento mm	24,038	Spostamento mm	22,979	
S.L. Danno	NON VERIFICA	Numero passo precedente	99	
PqaLD/q	0,074	PqaLD/Pqa 63%	0,959	
Rapporto $q^*=F_e/F_y$	0,86	Asta3D Nro		
-----		TrCLD	68,000	
-----		(TrCLD/TDLD) ^a	0,960	
S T A T O L I M I T E D I S A L V A G U A R D I A D E L L A V I T A				
D O M A N D A		C A P A C I T A'		
Spostamento mm	64,234	Spostamento mm	51,363	
S.L. Salvaguardia Vita	NON VERIFICA	Numero passo precedente	148	
PqaLV/q	0,166	PqaLV/Pqa 10%	0,782	
Rapporto $q^*=F_e/F_y$	2,29	Asta3D Nro		
-----		TrCLV	377,000	
-----		(TrCLV/TDLV) ^a	0,770	

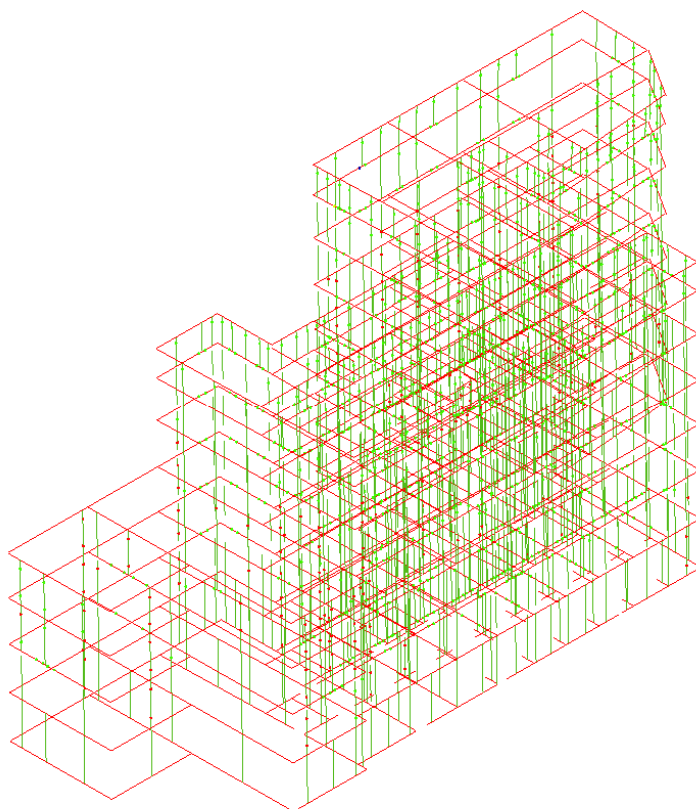
PUSH-OVER N.ro		14	-DISTRIB. FORZE PROPORZIONALE ALLE MASSE -Ecc5%	
Angolo Inqr. Sisma (Grd)	180	Numero collassi totali		1
Numero passo Resist.Max.	155	Numero passi significativi		155
Massa SDOF (t)	11040,23	Taoglio alla base max. (t)	2593,93	
Coeff. Partecipazione	1,00	Resistenza SDOF (t)	2439,65	
Rigidezza SDOF (t/m)	83087,33	Spostam. Snervam. SDOF mm	29	
Periodo SDOF (sec)	0,73	Rapporto di incrudimento	0,000	
Rapporto Alfau/alfal	538,793	Fattore struttura	1,801	
Coeff Smorzam.Equival.	19,000	Duttilita	1,801	
S T A T O L I M I T E D I D A N N O				
D O M A N D A		C A P A C I T A'		
Spostamento mm	24,235	Spostamento mm	15,905	
S.L. Danno	NON VERIFICA	Numero passo precedente	73	
PqaLD/q	0,053	PqaLD/Pqa 63%	0,691	
Rapporto $q^*=F_e/F_y$	0,83	Asta3D Nro		
-----		TrCLD	34,000	
-----		(TrCLD/TDLD) ^a	0,722	
S T A T O L I M I T E D I S A L V A G U A R D I A D E L L A V I T A				
D O M A N D A		C A P A C I T A'		
Spostamento mm	64,761	Spostamento mm	52,885	
S.L. Salvaguardia Vita	NON VERIFICA	Numero passo precedente	155	
PqaLV/q	0,169	PqaLV/Pqa 10%	0,799	
Rapporto $q^*=F_e/F_y$	2,21	Asta3D Nro		
-----		TrCLV	397,000	
-----		(TrCLV/TDLV) ^a	0,786	

PUSH-OVER N.ro		15	-DISTRIB. FORZE PROPORZIONALE ALLE MASSE -Ecc5%	
Angolo Inqr. Sisma (Grd)	90	Numero collassi totali		3
Numero passo Resist.Max.	146	Numero passi significativi		146
Massa SDOF (t)	11040,23	Taoglio alla base max. (t)	2335,60	
Coeff. Partecipazione	1,00	Resistenza SDOF (t)	2200,63	
Rigidezza SDOF (t/m)	58844,23	Spostam. Snervam. SDOF mm	37	
Periodo SDOF (sec)	0,87	Rapporto di incrudimento	0,000	
Rapporto Alfau/alfal	98674,867	Fattore struttura	1,650	
Coeff Smorzam.Equival.	17,000	Duttilita	1,650	
S T A T O L I M I T E D I D A N N O				
D O M A N D A		C A P A C I T A'		
Spostamento mm	28,798	Spostamento mm	14,874	
S.L. Danno	NON VERIFICA	Numero passo precedente	50	
PqaLD/q	0,050	PqaLD/Pqa 63%	0,652	
Rapporto $q^*=F_e/F_y$	0,77	Asta3D Nro		
-----		TrCLD	25,000	
-----		(TrCLD/TDLD) ^a	0,636	
S T A T O L I M I T E D I S A L V A G U A R D I A D E L L A V I T A				
D O M A N D A		C A P A C I T A'		
Spostamento mm	76,954	Spostamento mm	61,691	
S.L. Salvaguardia Vita	NON VERIFICA	Numero passo precedente	146	
PqaLV/q	0,166	PqaLV/Pqa 10%	0,784	
Rapporto $q^*=F_e/F_y$	2,06	Asta3D Nro		
-----		TrCLV	379,000	
-----		(TrCLV/TDLV) ^a	0,771	

PUSH-OVER N.ro		16	-DISTRIB. FORZE PROPORZIONALE ALLE MASSE -Ecc5%	
Angolo Inqr. Sisma (Grd)	270	Numero collassi totali		3
Numero passo Resist.Max.	135	Numero passi significativi		135
Massa SDOF (t)	11040,23	Taoglio alla base max. (t)	2008,07	
Coeff. Partecipazione	1,00	Resistenza SDOF (t)	1902,07	
Rigidezza SDOF (t/m)	51943,09	Spostam. Snervam. SDOF mm	37	
Periodo SDOF (sec)	0,93	Rapporto di incrudimento	0,000	
Rapporto Alfau/alfal	106431,367	Fattore struttura	1,495	
Coeff Smorzam.Equival.	15,000	Duttilita	1,495	
S T A T O L I M I T E D I D A N N O				
D O M A N D A		C A P A C I T A'		
Spostamento mm	30,651	Spostamento mm	8,723	
S.L. Danno	NON VERIFICA	Numero passo precedente	36	
PqaLD/q	0,050	PqaLD/Pqa 63%	0,652	
Rapporto $q^*=F_e/F_y$	0,84	Asta3D Nro		
-----		TrCLD	14,000	
-----		(TrCLD/TDLD) ^a	0,501	
S T A T O L I M I T E D I S A L V A G U A R D I A D E L L A V I T A				
D O M A N D A		C A P A C I T A'		
Spostamento mm	81,907	Spostamento mm	54,740	
S.L. Salvaguardia Vita	NON VERIFICA	Numero passo precedente	135	
PqaLV/q	0,137	PqaLV/Pqa 10%	0,651	
Rapporto $q^*=F_e/F_y$	2,24	Asta3D Nro		
-----		TrCLV	243,000	
-----		(TrCLV/TDLV) ^a	0,642	

Come si evince dai risultati dei pushover riportati, la combinazione 6, secondo la quale si considera il sisma in direzione -X con applicazione di forze proporzionate alle masse con eccentricità pari a +5%, risulta essere la più sfavorevole; per la verifica allo SLV il rapporto tra $P_{gaLV}/P_{ga10\%}$ vale **0,548**. Tale valore scaturisce dalla formazione di una cerniera plastica all'ultimo livello, corrispondente al piano sottotetto, come mostrato in figura.



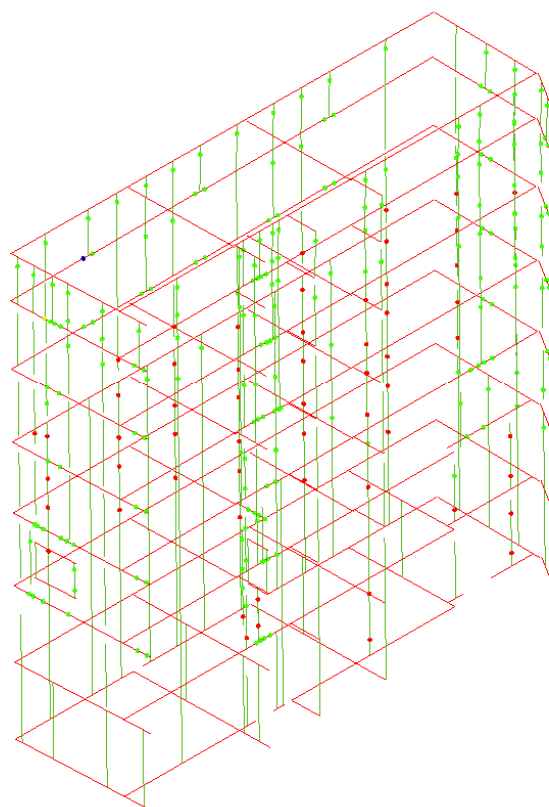


Impegno plastico
Push 6 - passo 132

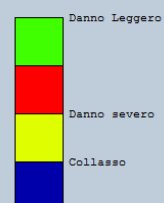


Spost. max. 38.02 mm

Rapp. $Au/A1 = 1357.34$
Coe.smorz.eq = 13
Fatt.Strutt. = 1.38



Impegno plastico
Push 6 - passo 132



Spost. max. 38.02 mm

Rapp. $Au/A1 = 1357.34$
Coe.smorz.eq = 13
Fatt.Strutt. = 1.38

Poiché la cerniera plastica formatasi non è significativa affinché pregiudichi la resistenza totale del fabbricato al sisma, possiamo considerare il valore dell'indice di sicurezza I_s pari al minimo ammissibile 0,65.

Consideriamo quindi come secondo pushover più basso il n.16 con un I_s pari a 0,651; ad esso viene associato un tempo di ritorno minore al tempo di ritorno nominale T_r in condizioni ordinarie, ovvero $T_{r,clv}=243$ anni contro $T_r=712$ anni.

Come definito nelle Linee Guida al paragrafo 2.4, si può calcolare il valore V_N della vita nominale come:

$$V_N = -\frac{T_{r,clv}}{C_u} \ln(1 - P_{VR})$$

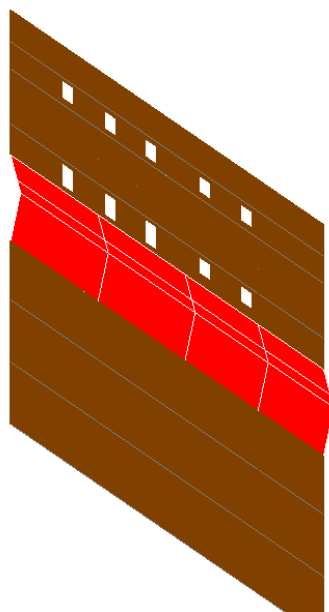
Dove C_u è il coefficiente d'uso e vale 1,5 e P_{VR} è la probabilità di superamento dello stato limite nel periodo di riferimento pari al 10% per lo SLV.

Otteniamo un $V_N \approx 17$ anni.

Ciò vuol dire che la struttura di Palazzo Montalto Nannerini soddisfa la verifica di vulnerabilità sismica per un periodo di tempo di circa 17 anni, al termine del quale è opportuna una nuova verifica strutturale.

Verifiche Locali

Le verifiche locali sono state effettuate nella parete esterna libera del locale situato a Nord-Est destinato a deposito/lavanderia/riabilitazione. Questo elemento strutturale infatti ha uno sviluppo in lunghezza di 25,97m e un'altezza apri a 20,68m, mentre l'altezza media di interpiano varia dai 4m ai 5m. Potendo considerare i solai rigidi ad ogni livello si è studiato il meccanismo di FLESSIONE VERTICALE (come indicato nell'immagine seguente) per il quale si sono ottenuti i seguenti risultati:



Cinematismo di flessione verticale

VERIFICHE MECCANISMI LOCALI MURATURE: MECCANISMO 1

DATI DI MECCANISMO		
Descrizione del meccanismo di collasso		parete nord
Tipologia meccanismo		Flessione Verticale
Analisi cinematica lineare con fattore $q = 2$		
Parete a doppia cortina		
Cordoli efficacemente ancorati alla muratura		
Si tiene conto della resistenza a schiacciamento		
Massa complessiva	(t)	314,58
Altezza del baricentro	(m)	14,14
Dimensione X porzione di struttura	(m)	24,97
Dimensione Y porzione di struttura	(m)	0,00
Dimensione Z porzione di struttura	(m)	14,50
Ascissa punto iniziale asse cerniera inferiore	(m)	22,04
Ordinata punto iniziale asse cerniera inferiore	(m)	26,42
Quota punto iniziale asse cerniera inferiore	(m)	11,50
Ascissa punto finale asse cerniera inferiore	(m)	46,91
Ordinata punto finale asse cerniera inferiore	(m)	26,42
Quota punto finale asse cerniera inferiore	(m)	11,50
Ascissa punto iniziale asse cerniera superiore	(m)	22,04
Ordinata punto iniziale asse cerniera superiore	(m)	26,37
Quota punto iniziale asse cerniera superiore	(m)	26,00
Ascissa punto finale asse cerniera superiore	(m)	46,91
Ordinata punto finale asse cerniera superiore	(m)	26,37
Quota punto finale asse cerniera superiore	(m)	16,50
Ascissa punto iniziale asse cerniera intermedia	(m)	22,04
Ordinata punto iniziale asse cerniera intermedia	(m)	26,37
Quota punto iniziale asse cerniera intermedia	(m)	14,50
Ascissa punto finale asse cerniera intermedia	(m)	46,91
Ordinata punto finale asse cerniera intermedia	(m)	26,37
Quota punto finale asse cerniera intermedia	(m)	14,50
Momento Ribaltante Forze sismiche ($A_q/q=1$)	(tm)	282,84
Momento Ribaltante Forze statiche	(tm)	0,00
Momento Stabilizzante forze peso e carichi	(tm)	123,27
Momento Stabilizzante massimo dovuto ai tiranti	(tm)	0,00
Momento Stabilizzante massimo dovuto ai cordoli	(tm)	0,00
Moltiplicatore di collasso		0,44
Massa partecipante	(t)	185,70
Fattore di massa partecipante		0,59
Accelerazione spettrale di attivazione	m/s ²	6,04
Verifica allo SLD (non obbligatoria)		
Accelerazione limite di progetto	m/s ²	1,13
Pga domanda	A_q/q	0,08
Pga capacità	A_q/q	0,41
Tempo di ritorno PGA capacità	Anni	2375,00
Indicatore di rischio SLD		5,33
Verifica allo SLV		
Accelerazione limite di progetto	m/s ²	1,50
Pga domanda	A_q/q	0,21
Pga capacità	A_q/q	0,85
Tempo di ritorno PGA capacità	Anni	2375,00
Indicatore di rischio SLV		4,02
LA VERIFICA SLV DEL MECCANISMO RISULTA		SODDISFATTA

Risultati della verifica

4. Conclusioni

Il Palazzo Montalto Nannerini è un bene architettonico vincolato dalla Soprintendenza per i Beni Architettonici e per il Paesaggio della Regione Marche ed ha uno sviluppo in pianta di circa 600mq ripetuto su 6 livelli; la struttura portante è in muratura di mattoni pieni e a sacco che si presenta in ottimo stato di conservazione, non regolare in pianta e non regolare in altezza. Con questo progetto si vuole usufruire del piano terra, piano secondo, piano terzo e piano quarto ed utilizzarli come residenza protetta per anziani.

A partire da una verifica di vulnerabilità sismica eseguita nel 2013 che ha dato un valore di indice di rischio $I_s=0,526$, si è constatato che il fabbricato risulta vulnerabile alle azioni sismiche in direzione ortogonale rispetto al suo sviluppo geometrico perché carente di elementi rigidi in grado di assorbire sollecitazioni di taglio. Tuttavia si considera il valore dell'indice I_s ottenuto buono ma non sufficiente per considerare il fabbricato idoneo per un utilizzo pubblico.

Gli interventi attualmente adottati in fase di progetto risultano essere migliorativi nei confronti del comportamento globale dell'intero corpo di fabbrica. Poiché si tratta di un bene architettonico vincolato, secondo le NTC 2008 non è richiesto un progetto di adeguamento sismico dal quale si dovrebbe ricavare un $I_s \geq 1$, ma è sufficiente arrivare ad un miglioramento sismico per il quale si pone come valore minimo di I_s 0,65.

Allo stato attuale non si riscontrano lesioni riconducibili a cinematismi di cedimento fondale e quindi, considerato che i carichi rimangono invariati, non sono previsti interventi strutturali in fondazione.

I risultati finali del progetto restituiscono valori dell'indice I_s pari a 0,657 con il quale si garantisce una tempo di vita utile pari a 20 anni; entro questo termine è auspicabile svolgere una nuova verifica di vulnerabilità sismica.

In questa relazione sono riportati i risultati finali del progetto di miglioramento sismico. Il fascicolo dei calcoli è allegato su supporto informatico che costituisce parte integrante della relazione di miglioramento sismico.

Fanno parte della relazione di calcolo gli elaborati e i tabulati relativi ad una nuova struttura in c.a. completamente separata da giunti sismici dal fabbricato principale, posizionata all'interno del cortile Nord, per l'alloggiamento di un ascensore monta lettighe del tipo antincendio.

Aprile, 2015

Redatto da: Ing Diego Damen
Collaborazione: Ing Lucia Evandri

The block contains two handwritten signatures and two official circular stamps. The top signature is in blue ink and is positioned over a circular stamp from the 'PROVINCIA di FERMO' with the text 'ORDINE degli INGEGNERI a civile ambientale' and the number 'A577'. The bottom signature is in black ink and is positioned over a similar circular stamp, also from the 'PROVINCIA di FERMO', with the name 'Lucia EVANDRI' and the number 'A577' clearly visible.