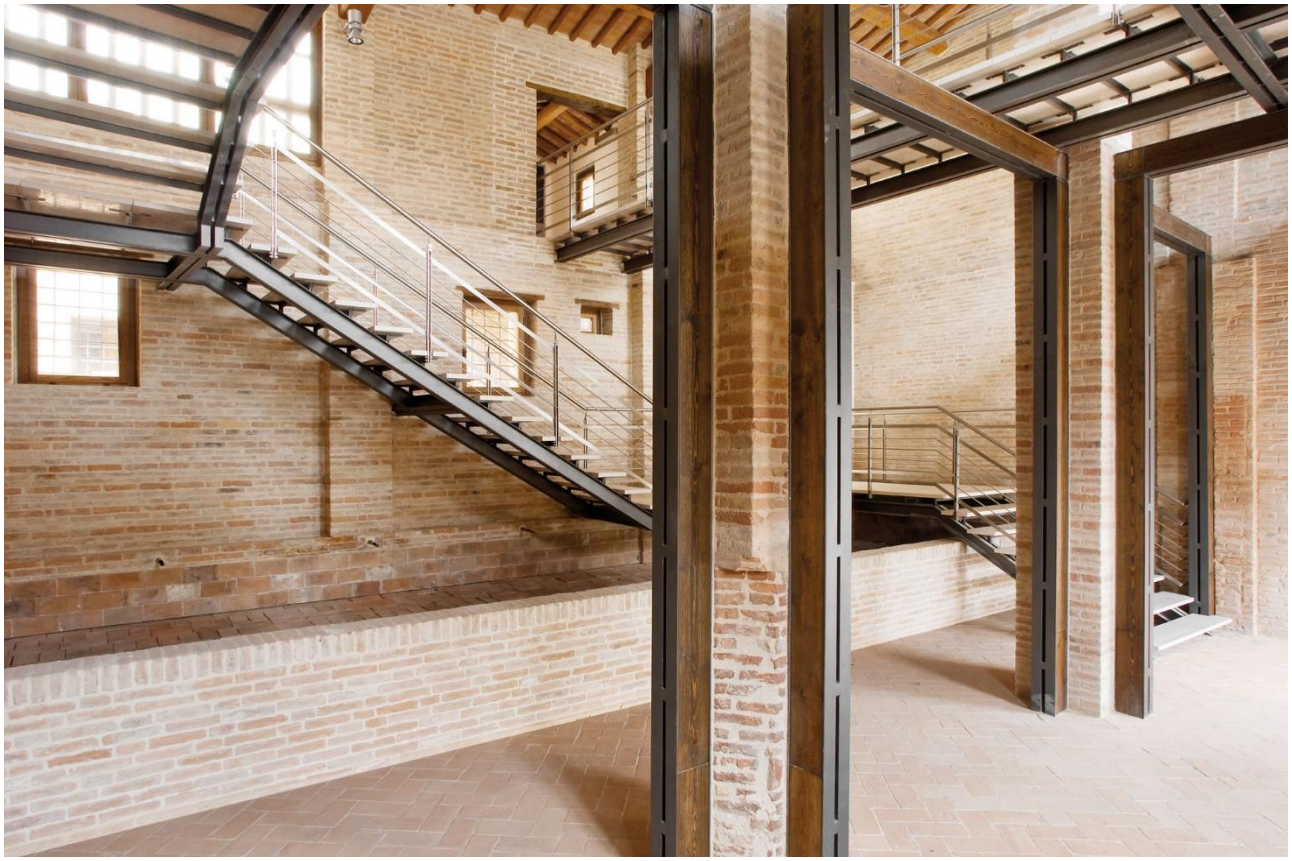
QUADERNI DI PROGETTAZIONE STRUTTURALE

7: INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO E ADEGUAMENTO SISMICO CON L'ACCIAIO

Parte 3



Fondazione
Promozione Acciaio

CRESCE L'ACCIAIO, CRESCE IL PAESE.

Sommario

1) VALUTAZIONE DEL RISCHIO SISMICO: METODO SEMPLIFICATO 3

1) Individuazione della tipologia strutturale 4

2) Assegnazione della classe media di vulnerabilità 4

3) Individuazione delle eventuali peculiarità negative 4

4) Valutazione dell'eventuale scostamento di classe 4

5) Assegnazione della classe di vulnerabilità media dell'edificio 4

2) ESEMPIO DI CLASSIFICAZIONE DEL RISCHIO SISMICO SU EDIFICIO IN MURATURA 8

Analisi storico-critica e rilievo 8

Caratterizzazione meccanica materiali 13

Valutazione del rischio sismico: metodo semplificato 13

Scelte progettuali 14

Conclusioni 19

RIFERIMENTI NORMATIVI E BIBLIOGRAFICI 20

CREDITS 21

1) VALUTAZIONE DEL RISCHIO SISMICO: METODO SEMPLIFICATO

Le linee guida per la classificazione del rischio sismico delle costruzioni [1] consentono di adottare un metodo semplificato, facendo riferimento alla procedura descritta in questo paragrafo, in alternativa al metodo convenzionale, per l'attribuzione della Classe di Rischio degli edifici limitatamente ad alcune tipologie costruttive in muratura.

Sulla base delle caratteristiche della costruzione viene determinata la Classe di Rischio di appartenenza, a partire dalla classe di vulnerabilità definita dalla Scala Macrosismica Europea EMS-98 [2], riportata nella figura seguente:

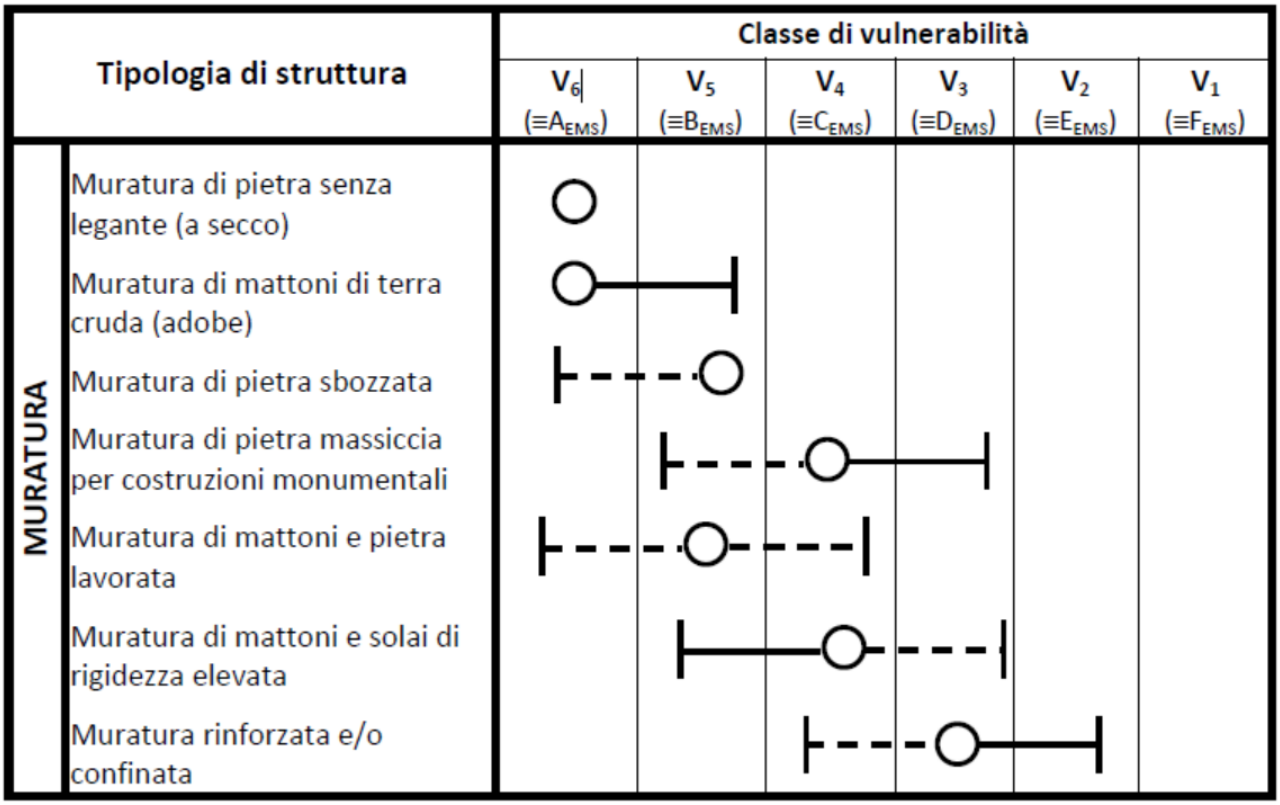


Fig. 1 – Approccio semplificato per l'attribuzione della Classe di Vulnerabilità agli edifici in muratura – Linee Guida, Figura 2

L'EMS-98 individua 7 tipologie di edifici in muratura (identificate principalmente in base alla struttura verticale), fissa la vulnerabilità media di ciascuna individuando 6 classi di vulnerabilità, indicate con vulnerabilità crescente da V1 a V6; per ogni tipologia e ogni classe di vulnerabilità, individua il valore più credibile (cerchio) e la dispersione intorno a tale valore, espressa con i valori più probabili (linee continue) e meno probabili o addirittura eccezionali (linee tratteggiate).

La valutazione della classe di vulnerabilità, necessaria per la determinazione della Classe di Rischio della costruzione in esame mediante il metodo semplificato, deve essere condotta in questi passi successivi:

1) Individuazione della tipologia strutturale

2) Assegnazione della classe media di vulnerabilità

3) Individuazione delle eventuali peculiarità negative

In seguito alcune tipiche criticità riscontrabili negli edifici esistenti in muratura:

- Elevato degrado e/o danneggiamento degli elementi strutturali
- Elevata irregolarità in pianta e/o in altezza
- Scarsa qualità costruttiva
- Scarsa qualità dei materiali leganti
- Assenza ammorsamento fra pannelli murari
- Orizzontamenti male ammorsati alle pareti
- Scarsa rigidezza e resistenza solai lignei
- Assenza di cordoli
- Grandi e/o numerose aperture e pareti deboli

4) Valutazione dell'eventuale scostamento di classe

Le linee guida forniscono indicazioni, sottoforma di tabelle suddivise per le tipologie costruttive, per la determinazione della classe di vulnerabilità media e dell'eventuale scostamento, valido solo nel caso peggiorativo.

È possibile scegliere uno scostamento che determina una classe di vulnerabilità maggiore a causa di un elevato degrado, scarsa qualità costruttiva o per la presenza di peculiarità che possono innescare meccanismi di collasso locale per azioni orizzontali modeste.

5) Assegnazione della classe di vulnerabilità media dell'edificio

Per la determinazione della classe di vulnerabilità media e per la valutazione dell'eventuale scostamento, utile riferimento può essere fatto alle indicazioni riportate nella seguente tabella. Si sottolinea come, nell'ambito di queste linee guida, sia previsto lo scostamento dalla classe media solo nel verso di un aumento della vulnerabilità.

TIPOLOGIA STRUTTURALE	PECULIARITÀ CARATTERISTICHE DELLA TIPOLOGIA STRUTTURALE	CLASSE MEDIA DI VULNE-RABILITÀ GLOBALE	POSSIBILI MECCANISMI LOCALI	PECULIARITÀ NEGATIVE PER LA VULNERABILITÀ LOCALE/GLOBALE	PAS-SAGGIO DI CLASSE
MURATURA					
INERTI / MAGLIA MURARIA	• Legante di cattiva qualità e/o assente • Orizzontamenti di legno o comunque caratterizzati da scarsa rigidezza e/o resistenza nel proprio piano medio e scarsamente collegati con le pareti portanti				
pietra grezza	• Orizzontamenti di legno o comunque caratterizzati da scarsa rigidezza e/o resistenza nel proprio piano medio e scarsamente collegati con le pareti portanti	V_6			
mattoni di terra cruda (adobe)	• Orizzontamenti di legno o di mattoni ma comunque caratterizzati da scarsa rigidezza e/o resistenza nel proprio piano medio e scarsamente collegati con le pareti portanti • Eventuale presenza di telai di legno	V_6			
pietra sbozzata	• Accorgimenti per aumentare la resistenza (ad es. listature). • Orizzontamenti di legno o comunque caratterizzati da scarsa rigidezza e/o resistenza nel proprio piano medio e scarsamente collegati con le pareti portanti	V_5	Ribaltamento delle pareti	• Scarsa qualità costruttiva • Elevato degrado e/o danneggiamento • Spinte orizzontali non contrastate • Pannelli murari male ammorsati tra loro • Orizzontamenti male ammorsati alle pareti • Aperture di elevate dimensioni intervallate da maschi di ridotte dimensioni	da V_5 a V_6
mattoni o pietra lavorata	• Orizzontamenti di mattoni o di legno caratterizzati da scarsa rigidezza nel proprio piano medio e scarsamente collegati con le pareti portanti	V_5			
pietra massiccia per costruzioni monumentali	• Orizzontamenti a volta o di legno caratterizzati da scarsa rigidezza e/o resistenza nel proprio piano medio	V_4	Meccanismi parziali o di piano	• Presenza di numerose nicchie che riducono significativamente l'area resistente della muratura • Pareti di elevate dimensioni (larghezza e altezza) non controventate a sufficienza	da V_4 a V_5
mattoni + solai d'elevata rigidezza nel proprio piano medio	• Funzionamento scatolare della costruzione • Orizzontamenti di calcestruzzo armato o comunque caratterizzati da elevata rigidezza nel proprio piano medio ben collegati alla muratura	V_4	Ribaltamento delle pareti Meccanismi parziali o di piano	• Scarsa qualità costruttiva • Elevato degrado e/o danneggiamento • Pannelli murari male ammorsati tra loro • Orizzontamenti male ammorsati alle pareti • Pannelli murari a doppio strato con camera d'aria • Assenza totale o parziale di cordoli • Aperture di elevate dimensioni intervallate da maschi di ridotte dimensioni • Presenza di numerose nicchie che riducono significativamente l'area resistente della muratura • Pareti di elevate dimensioni (larghezza e altezza) non controventate a sufficienza	da V_4 a V_5
armata e/o confinata	• Elevata qualità delle muratura, rinforzata da reti o barre di acciaio, e/o realizzata tra travi e colonne che la racchiudono in corrispondenza di tutti e quattro i lati • Orizzontamenti di calcestruzzo armato o comunque caratterizzati da elevata rigidezza nel proprio piano medio	V_5	Meccanismi dovuti, ad esempio, ad un'errata disposizione degli elementi non strutturali che possono ridurre la duttilità globale	• Scarsa qualità costruttiva • Elevato degrado o danneggiamento • Elevata irregolarità in pianta e/o in altezza • Presenza numerosa di elementi non-strutturali che modificano negativamente il comportamento locale e/o globale • Aperture di elevanti dimensioni intervallate da maschi di ridotte dimensioni • Pareti di elevate dimensioni (larghezza e altezza) non controventate a sufficienza	da V_5 a V_4

Tab. 1 – Costruzioni in muratura: classi medie di vulnerabilità globale e passaggi di classe – Linee Guida, Tabella 4

La classe di vulnerabilità è correlata alla classe di rischio sismico in funzione del tipo di struttura e della pericolosità del sito, diversa a seconda della zona sismica considerata

Per semplicità, la pericolosità del sito è individuata attraverso la zona sismica di appartenenza così come definita dall'O.P.C.M. 3274 del 20/03/2003 [3] e successive modifiche e integrazioni.

È così possibile definire le corrispondenze tra classi di vulnerabilità e classi di rischio, come indicato nella seguente tabella.

Classe di Rischio	PAM	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
A+*	PAM ≤ 0,50%				$V_1 \div V_2$
A*	0,50%<PAM≤1,0%			$V_1 \div V_2$	$V_3 \div V_4$
B*	1,0%<PAM≤1,5%	V_1	$V_1 \div V_2$	V_3	V_5
C*	1,5%<PAM≤2,5%	V_2	V_3	V_4	V_6
D*	2,5%<PAM≤3,5%	V_3	V_4	$V_5 \div V_6$	
E*	3,5%<PAM≤4,5%	V_4	V_5		
F*	4,5%<PAM≤7,5%	V_5	V_6		
G*	7,5%≤PAM	V_6			

Tab. 2 – Classe PAM attribuita in funzione della classe di vulnerabilità assegnata all'edificio e della zona sismica in cui lo stesso è situato – Linee Guida, Tabella 5

Per distinguere l'attribuzione di classe mediante il metodo semplificato da quella ottenuta mediante il metodo convenzionale, le classi ottenute con il metodo semplificato sono contrassegnate da un asterisco (A+*, A*, B*, ecc.).

NOTE

Nel caso di valutazioni finalizzate all'esecuzione di interventi sugli edifici volti alla riduzione del rischio, è consentito l'impiego del metodo semplificato nei soli casi in cui si adottino interventi di rafforzamento locale; in tal caso è ammesso il passaggio di una sola Classe di Rischio.

In ogni caso, l'attribuzione della Classe di Rischio mediante il metodo semplificato è da ritenersi una stima attendibile ma non sempre coerente con la valutazione ottenuta con il metodo convenzionale, che rappresenta, allo stato attuale, il necessario riferimento omogeneo e convenzionale.

Laddove si preveda l'esecuzione di interventi volti alla riduzione del rischio, l'attribuzione della Classe di Rischio pre- e post-intervento deve essere effettuata utilizzando il medesimo metodo e con le stesse modalità di analisi e di verifica, tra quelle consentite dalle vigenti Norme Tecniche per le Costruzioni [4].

Si sottolinea che, per quanto riguarda gli sgravi fiscali, gli interventi che, pur riducendo il rischio, non consentono il passaggio alla Classe di Rischio minore, non rientrano nel sisma bonus.

La scala macrosismica precedentemente citata, come le altre scale macrosismiche, differisce da quelle di magnitudo in quanto classificano gli eventi sismici sulla base dei danni riscontrati.

Sempre premettendo che le linee guida consentono l'uso del metodo semplificato limitatamente alle costruzioni in muratura, si segnala che questo metodo può essere comunque un valido elemento di valutazione preliminare indicativa per tutte le altre tipologie di edifici non menzionate nelle stesse linee guida ma indicati nelle EMS-98.

L'EMS-98 individua 16 tipologie strutturali, divise in 4 macroclassi in funzione della struttura verticale e, per ciascuna classe, ne indica la vulnerabilità media, definendo 6 classi. Le classi di vulnerabilità, da non confondersi con le 6 classi di rischio A-G, vengono indicate con vulnerabilità decrescente da A_{EMS} a F_{EMS}.

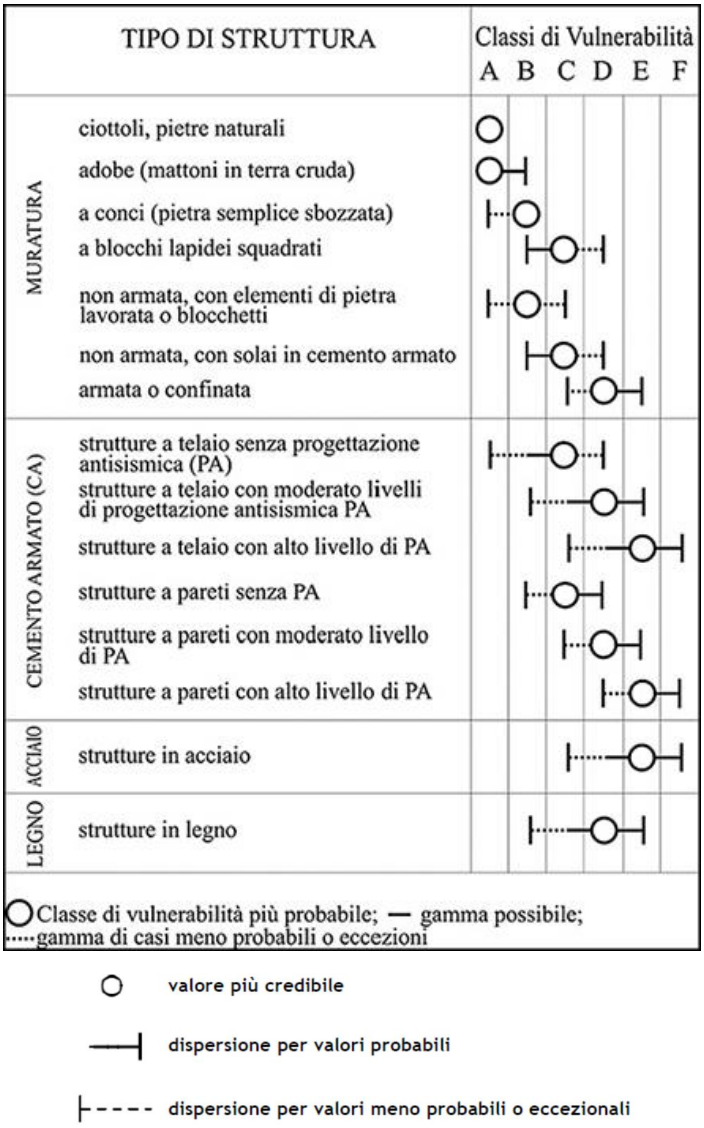


Fig. 2 – Suddivisione delle strutture in classi di vulnerabilità – EMS-98

La Classe di Rischio associata ad una singola unità immobiliare non sempre coincide con quella di un intero edificio: il fattore inerente alla sicurezza strutturale deve essere quello relativo alla struttura dell'edificio nella sua interezza. Per questi casi più articolati, come ad esempio per gli aggregati edilizi in cui l'individuazione dell'unità strutturale è più complessa, può farsi riferimento per maggiore facilità al metodo semplificato.

2) ESEMPIO DI CLASSIFICAZIONE DEL RISCHIO SISMICO SU EDIFICIO IN MURATURA

Si ripropone il medesimo esempio riguardante la classificazione del rischio sismico di un edificio in muratura ad uso residenziale, valutato nel precedente quaderno col metodo convenzionale, ed adesso attraverso il metodo semplificato, con lo scopo di mettere a confronto in maniera critica i due metodi.

Fig. 3 – Edificio pre-intervento

Analisi storico-critica e rilievo

Sulla base del progetto edilizio, a disposizione, con cui è stato costruito l'edificio, è stato effettuato un rilievo geometrico per convalidare la documentazione in possesso.

L'edificio, di due piani fuori terra e risalente agli anni '50, presenta una struttura costituita da muratura portante in mattoni molto regolare, solai in laterocemento con cordoli perimetrali in c.a. ed una copertura in legno costituita da travi principali e secondarie in legno massiccio uso fiume e a completamento tavelle in laterizio.

Su tutto il fabbricato è dunque stato effettuato un accurato rilievo geometrico con rispettiva documentazione fotografica. Non sono state effettuate indagini diagnostiche e ispettive sul fabbricato.

È stato considerato, perciò, un livello di confidenza LC1, (il quale si intende raggiunto quando siano effettuati il rilievo geometrico con verifiche in situ limitate), con il corrispondente fattore di confidenza FC pari a 1,35.

Le dimensioni del fabbricato sono di 11,50 x 10,10 m in pianta e 6,50 m in altezza dalla gronda.

La struttura portante in muratura è costituita da pareti in mattoni pieni dello spessore di 30 cm per i muri perimetrali e quello centrale, mentre a delimitazione del vano scala sono presenti due pareti portanti dello spessore al finito di 15 cm.

Per quanto riguarda il rilievo geometrico delle strutture in muratura, sono state effettuate limitate indagini in situ e sono stati individuati tutti i carichi gravanti su ogni elemento di parete e la tipologia delle fondazioni.

Fig. 4 – Indagini in situ per strutture in muratura

Non essendo disponibili i dettagli costruttivi dai disegni progettuali, questi sono stati ricavati sulla base di un progetto simulato eseguito secondo la pratica dell'epoca della costruzione.

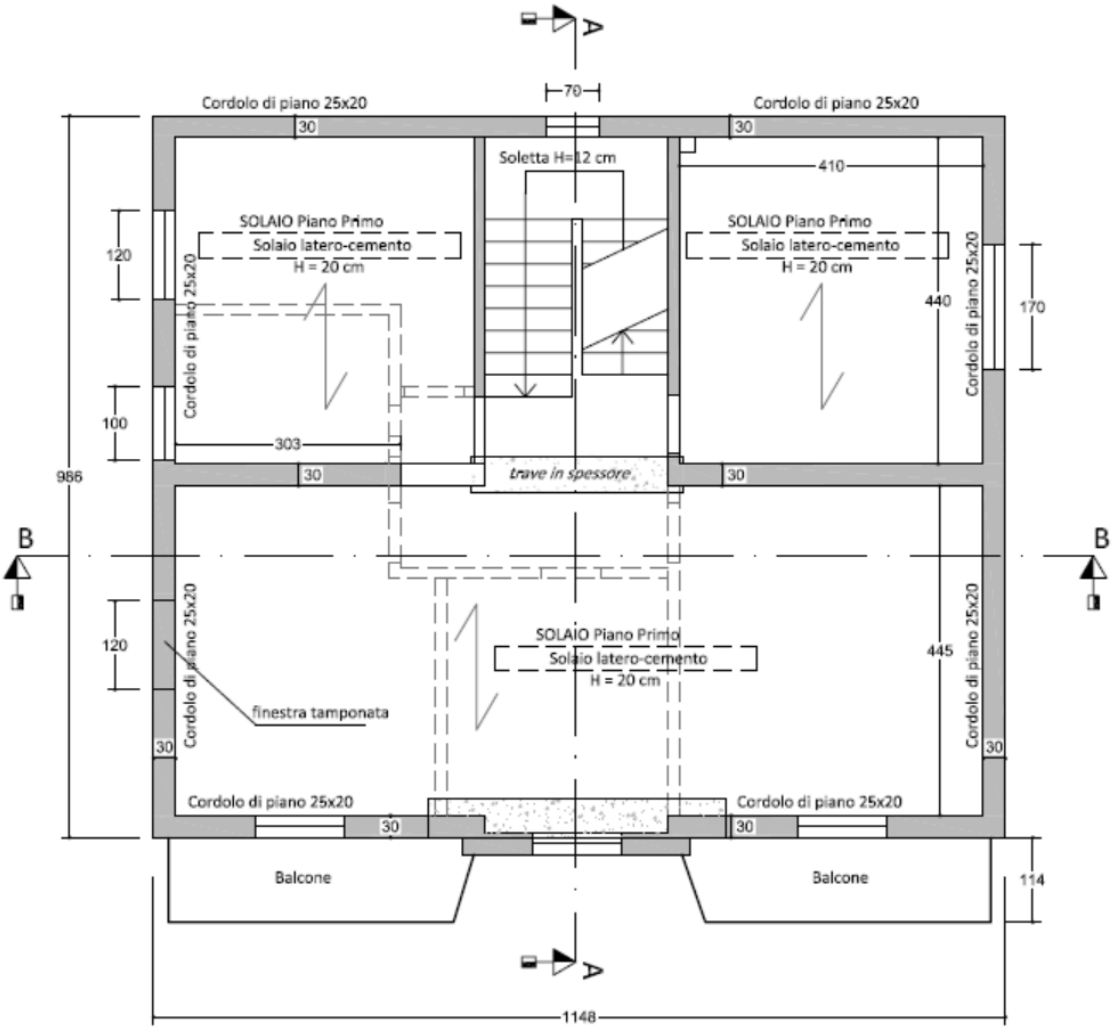


Fig. 5 – Pianta piano primo edificio esistente

L'altezza all'intradosso dei solai risulta di 3,00 m mentre quella dal solaio di sottotetto al colmo di 2,16 m.

Il solaio del piano terra è in parte costituito da una soletta appoggiata a terra e in parte da un solaio a travetti varesi e tavelle. I solai del piano primo sono del tipo latero cemento con travetti e pignatte posti ad interasse di 40 cm.

Sulle fondazioni in conglomerato cementizio è stato realizzato un cordolo in c.a. di dimensioni 30x30 cm su cui sono appoggiati i setti murari.

Essendo nota la geometrica sulla base dei disegni originali è stato effettuato un rilievo visivo a campione per verificare l'effettiva corrispondenza del costruito con i disegni progettuali.

Non essendo disponibili i dettagli costruttivi, questi sono stati ricavati sulla base di un progetto simulato eseguito secondo la pratica dell'epoca della costruzione. È stata eseguita una limitata verifica in situ delle armature e dei collegamenti presenti negli elementi portanti.

Fig. 6 – Rilievo geometrico diametro e interassi ferri armatura

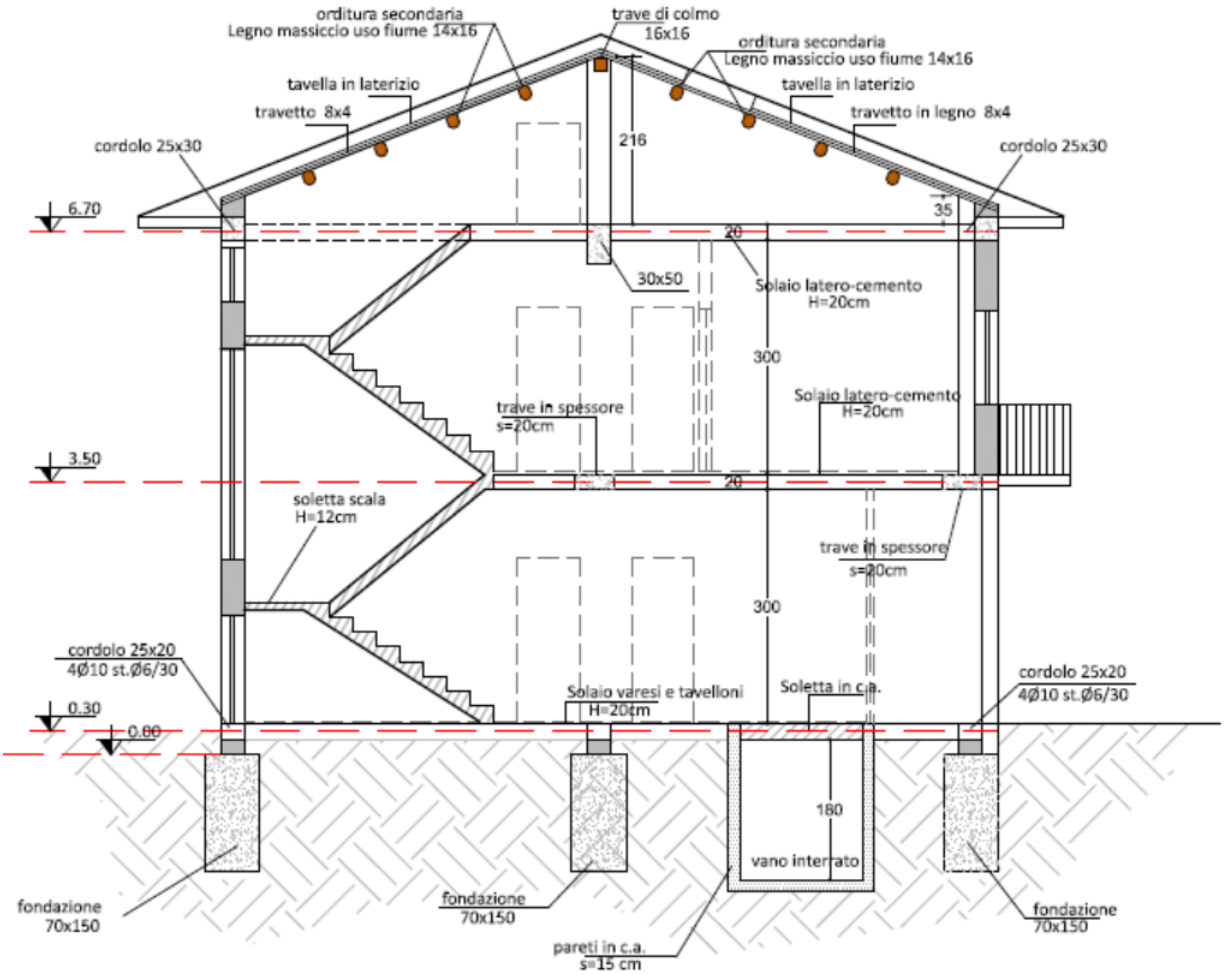


Fig. 7 – Sezione edificio esistente

La copertura è costituita da travi in legno uso fiume, con facce contigue ortogonali tra loro e con angoli smussati. Tutte le travi si presentano in buono stato di conservazione, non essendo visibili degradi superficiali prodotti da funghi o insetti, fessurazioni apprezzabili o sconnessioni tra gli elementi.

Fig. 8 – Rilievo travi copertura esistente

L'orditura principale della copertura lignea, a padiglione, presenza una sezione media di 18x20 e 20x22 cm e appoggia sui muri perimetrali e su quello centrale.

L'orditura secondaria è costituita da travi in legno massiccio uso fiume di sezione 14x16 cm, con passo di circa 90 cm, posizionate ortogonalmente alla linea di pendenza. All'estradosso di queste è posizionata un'ulteriore orditura di sezione 8x4 cm a passo di circa 44 cm con sopra le tavelle in laterizio.

Dal rilievo si è riscontrato che la porzione del muro centrale su cui scaricano le travi di copertura risulta in falso, essendo stato realizzato sulla trave in c.a. di sezione 30x50 cm posta a livello del solaio di sottotetto.

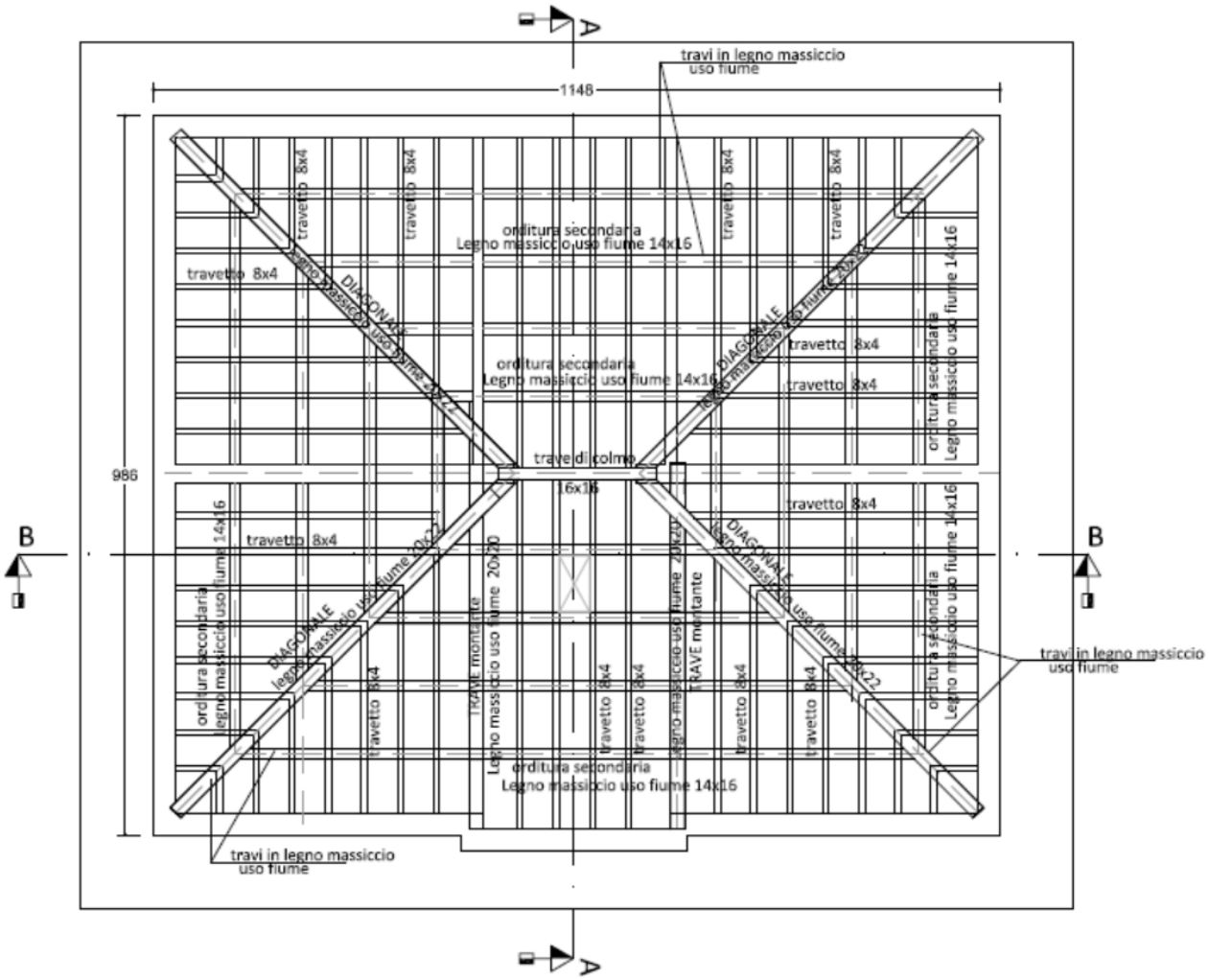


Fig. 9 – Pianta copertura esistente

Dal sopralluogo, infine, non sono emerse situazioni di degrado né per quanto riguarda lo stato manutentivo né per quanto riguarda lesioni statiche, sismiche o cedimenti fondali.

Caratterizzazione meccanica materiali

Non essendo disponibili informazioni sulle caratteristiche meccaniche dei materiali, né dai disegni costruttivi né da certificati di prova, sono stati adottati valori usuali per la pratica costruttiva dell'epoca.

Per la muratura si è deciso di non ricorrere a prove per la determinazione diretta delle caratteristiche meccaniche, poiché i saggi diretti hanno evidenziato tipologie ricorrenti delle zone in cui sorge il fabbricato, ricorrendo ai valori proposti per la "muratura in mattoni piena e malta di calce" dalla Tabella C8A.2.1 della Circolare del 2 febbraio 2009, n. 617 [5] per l'applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2008 [6], a quel tempo in vigore.

Non è stata effettuata nessuna prova per gli elementi in cemento armato, in quanto l'esperienza su edifici simili ha consentito la classificazione del calcestruzzo, attribuendone cautelativamente una classe pari a C16/C20. Considerando la tipologia di armature riscontrate durante i sondaggi svolti e considerando l'epoca costruttiva, è stato considerato a favore di sicurezza una classe di acciaio FeB22k per le barre d'armatura.

Per quanto riguarda il legno in copertura, non essendo visibili degradi superficiali prodotti da funghi o insetti, fessurazioni apprezzabili o sconnessioni tra gli elementi, è stata assegnata la classe S2 secondo le UNI 11035 [7], corrispondente alla classe di resistenza C24 della UNI EN 338 [8].

Si precisa che tutto questo lavoro preventivo di caratterizzazione avrebbe potuto essere inutile nel caso si fosse proceduto solamente con il metodo semplificato, ma in questo caso si è scelto di applicare anche il metodo convenzionale, in accordo con la committenza.

Valutazione del rischio sismico: metodo semplificato

Trattandosi di una struttura in muratura di mattoni con solai di rigidezza elevata è stata identificata una classe di vulnerabilità V4 attraverso la Figura 2 delle Linee Guida (D.M. 07/03/2017 n. 65), di seguito riportata.

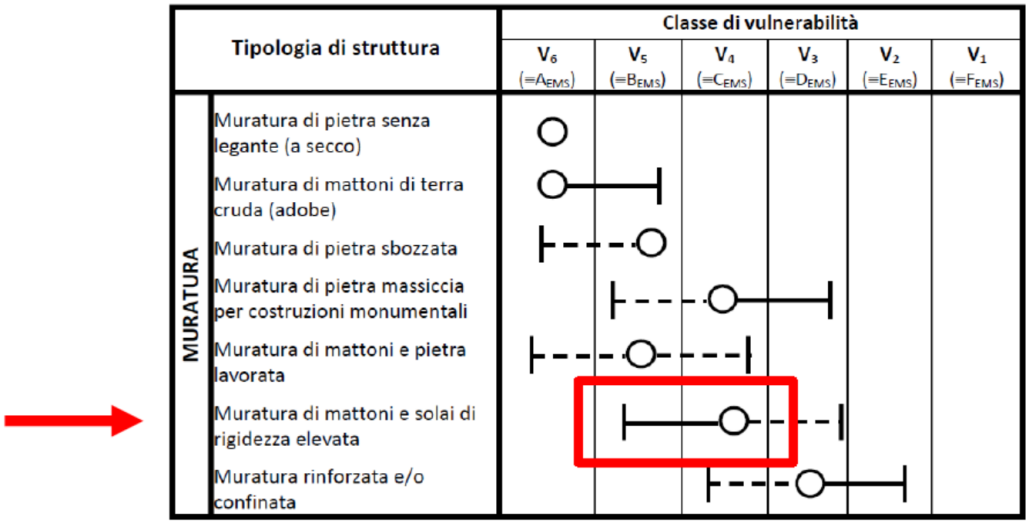


Fig. 10 – Attribuzione della Classe di Vulnerabilità agli edifici in muratura con il metodo semplificato – Linee Guida, Figura 2

Le principali vulnerabilità strutturali derivano dal fatto che l'edificio è stato progettato per i soli carichi verticali, senza alcuno specifico ritegno per le azioni orizzontali.

Un altro elemento di vulnerabilità è risultato essere la copertura, caratterizzata da un impalcato non rigido. Le travi in legno che definiscono l'orditura principale risultano semplicemente appoggiate alla muratura perimetrale e centrale, quindi in caso di evento sismico possono uscire dalla loro sede e i muri di spina centrali possono essere soggetti a meccanismi locali come il ribaltamento fuori dal piano anche per basse entità dell'azione sismica.

A causa della presenza di queste problematiche individuate e riscontrato che i pannelli murari risultavano male ammorsati fra loro, la classe di vulnerabilità è diventata V5, applicando le indicazioni della Tabella 4 delle Linee Guida per i passaggi di classe in base alle criticità e ottenendo infine le classe di rischio sismico E*.

Classe di Rischio	PAM	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
A+*	PAM ≤ 0,50%				$V_1 \div V_2$
A*	0,50%<PAM≤1,0%			$V_1 \div V_2$	$V_3 \div V_4$
B*	1,0%<PAM≤1,5%	V_1	$V_1 \div V_2$	V_3	V_5
C*	1,5%<PAM≤2,5%	V_2	V_3	V_4	V_6
D*	2,5%<PAM≤3,5%	V_3	V_4	$V_5 \div V_6$	
E*	3,5%<PAM≤4,5%	V_4	V_5		
F*	4,5%<PAM≤7,5%	V_5	V_6		
G*	7,5%≤PAM	V_6			

Tab. 3 – Attribuzione della classe PAM in funzione della classe di vulnerabilità assegnata all'edificio e della zona sismica in cui lo stesso è situato – Linee Guida, Tabella 5

Scelte progettuali

L'intervento di riparazione locale progettato per l'edificio ha previsto la verifica in ambito sismico delle travi di copertura e la realizzazione di idonei collegamenti fra le travi e il pannello murario.

I collegamenti progettati, che consistono in elementi realizzati in carpenteria metallica, sono in grado di trasferire l'azione sismica alla muratura garantendo un buon grado di ammorsamento tra le travi e la muratura stessa. Viene così eliminato il meccanismo locale di ribaltamento fuori dal piano per le porzioni di muratura che si elevano al di sopra del sottotetto.

I nuovi collegamenti in acciaio, principalmente realizzati con l'impiego di profili angolari e piastre ma anche elementi tubolari, garantiscono un comportamento scatolare tra copertura e murature.

Il corretto ammorsamento delle travi lignee alla muratura, descritto in precedenza, e la realizzazione di appositi collegamenti in acciaio tra i vari elementi in legno in grado di assorbire l'azione sismica permettono inoltre di impedire l'instaurarsi del meccanismo locale di ribaltamento fuori dal piano delle porzioni di muratura che si innalzano al di spora del sottotetto.

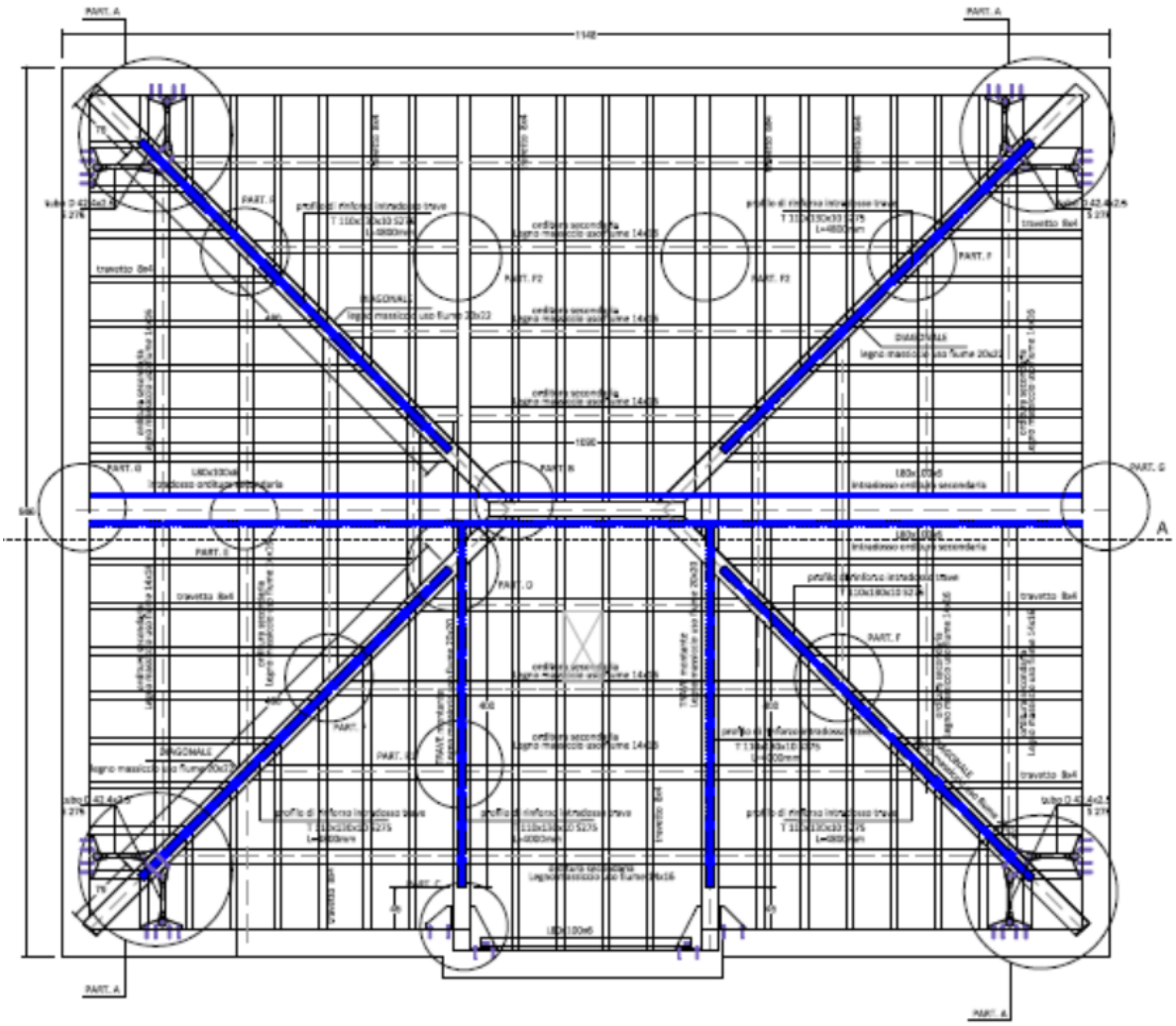


Fig. 11 – Pianta copertura interventi di consolidamento

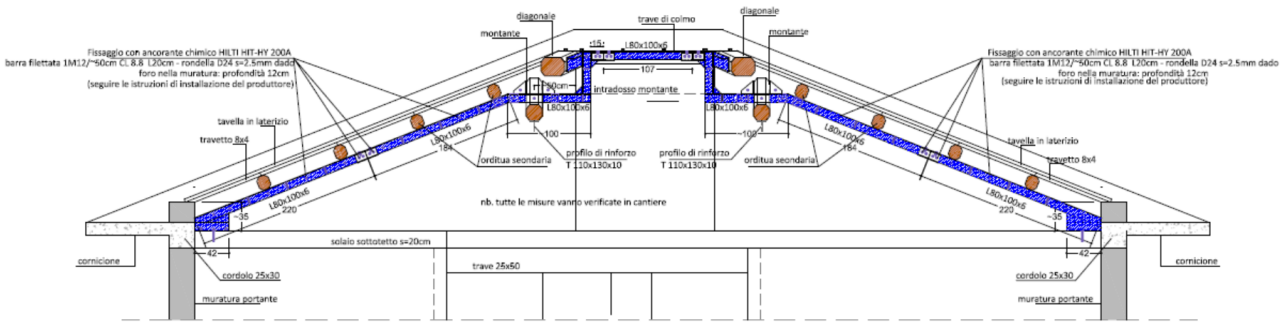


Fig. 12 – Sezione copertura interventi di consolidamento

Grazie all'introduzione poco invasiva degli elementi metallici, è stato possibile eliminare le spinte e le labilità presenti nelle travi di copertura che risultavano essere in semplice appoggio, aventi quindi un comportamento carrello-carrello in caso di sisma, generando dunque un nuovo sistema di vincolo cerniera-cerniera.

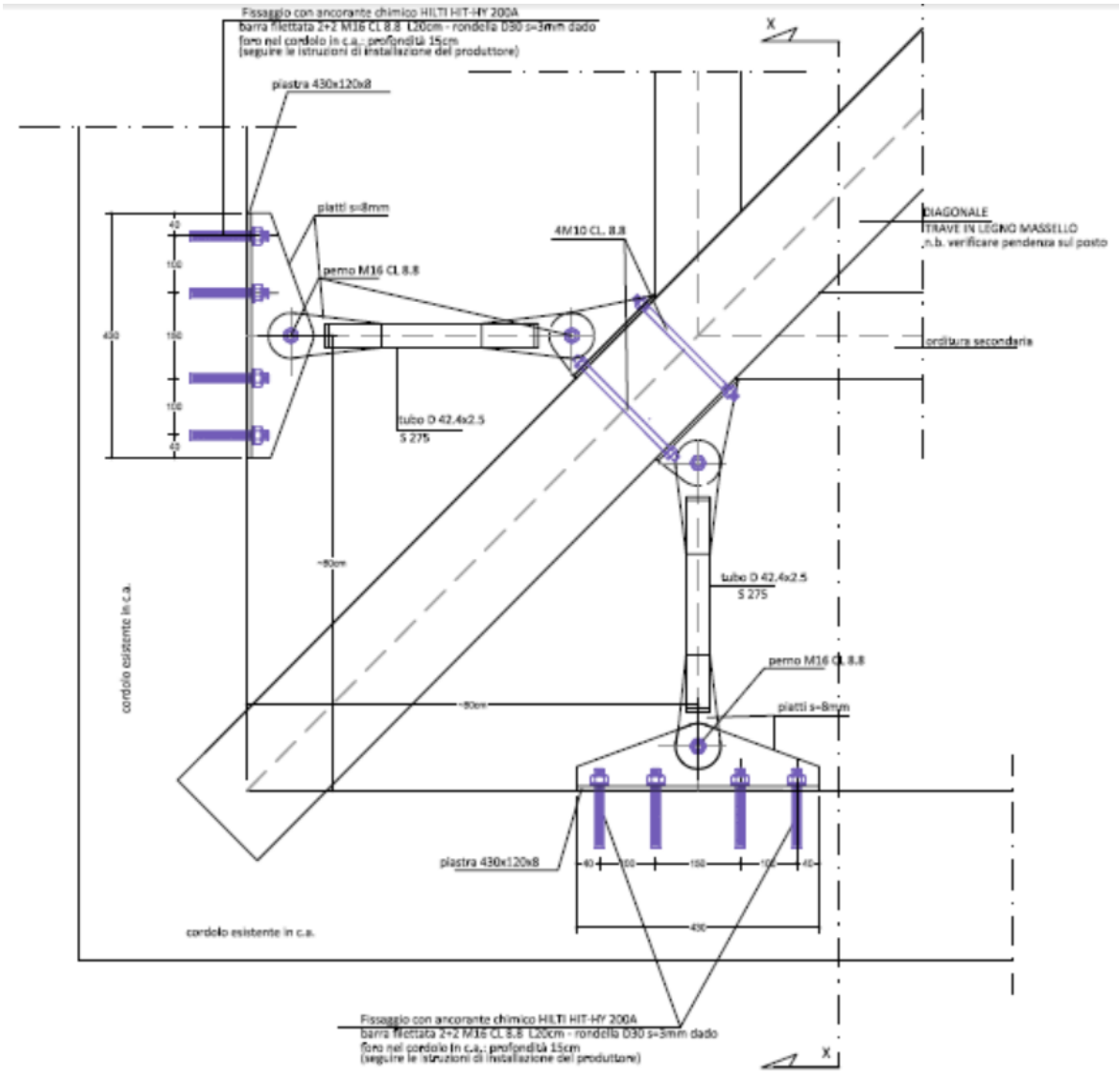


Fig. 13 – Dettaglio costruttivo d'angolo fra i diagonali lignei di copertura e il cordolo in c.a. attraverso elementi in acciaio

Fig. 14 – Intervento di consolidamento in copertura con profili in acciaio

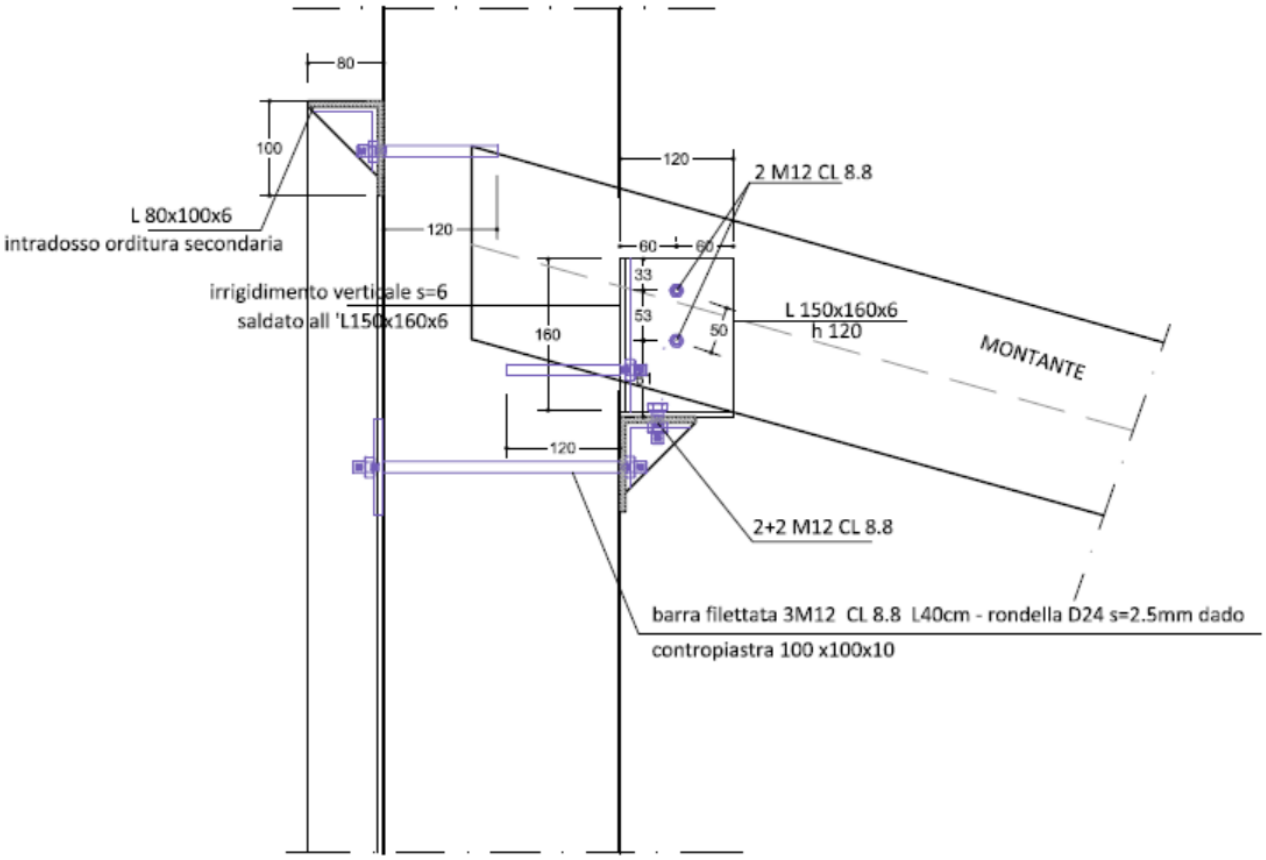


Fig. 15 – Dettaglio collegamento fra i montanti e il muro di spina con profili angolari in acciaio

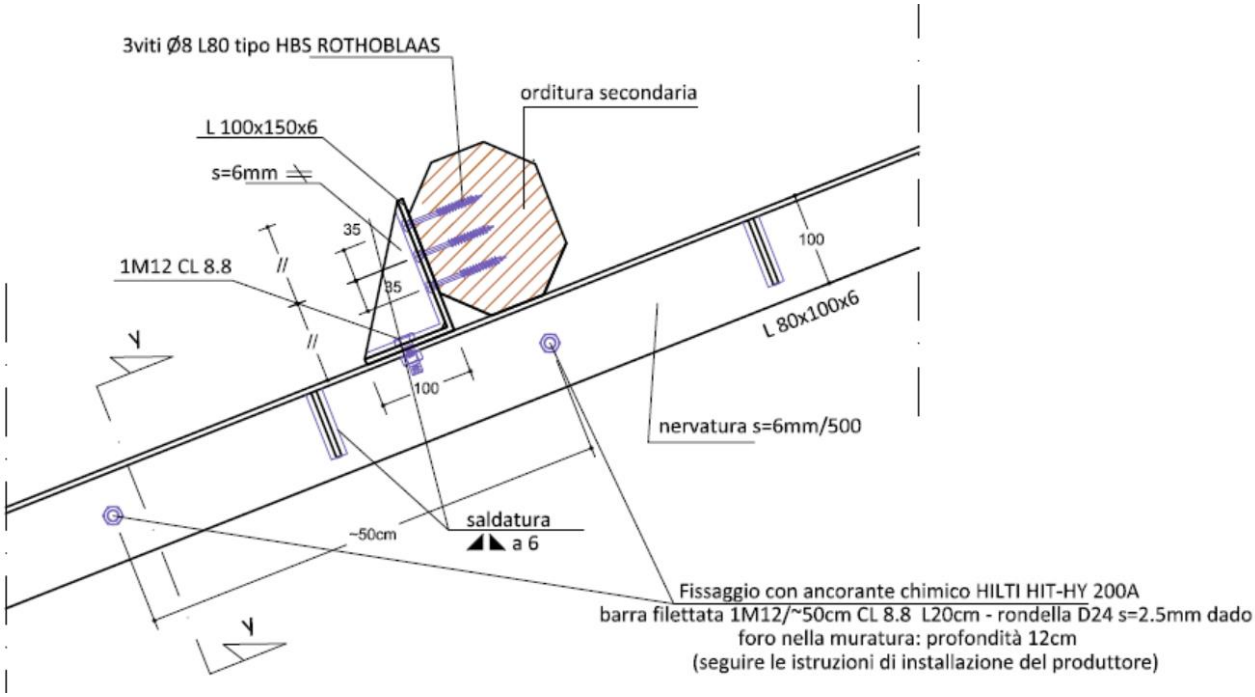


Fig. 16 – Dettaglio collegamento in acciaio dell'orditura secondaria

Gli interventi di natura locale descritti in precedenza, essendo eseguiti sull'intera unità strutturale, hanno consentito sia l'eliminazione di una vulnerabilità di tipo locale, sia l'eliminazione delle spinte a vuoto e di conseguenza il passaggio ad una classe di rischio superiore, da V5 a V4, consentendo l'accesso ai bonus fiscali, come indicato nella seguente tabella delle linee guida.

TIPOLOGIA STRUTTURALE	INTERVENTI DI RAFFORZAMENTO LOCALE	FINALITÀ DELL'INTERVENTO	PASSAGGIO DI CLASSE DI VULNERABILITA'
MURATURA			
INERTI/MAGLIA MURARIA			
mattoni o pietra lavorata	ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITA' STRUTTURALE • Ripristino delle zone danneggiate e/o degradate • Messa in sicurezza di elementi non strutturali	• Perseguire un comportamento "regolare" e "scatolare". (9) • Ridurre al minimo il rischio di danno agli elementi non strutturali	da V_5 a V_4
mattoni + solai di elevata rigidezza nel proprio piano	ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITA' STRUTTURALE • Ripristino delle zone danneggiate e/o degradate • Eliminazione delle spinte a vuoto • Stabilizzazione fuori piano delle pareti di elevate dimensioni (larghezza e altezza) • Stabilizzazione del paramento interno dei pannelli murari con camera d'aria INTERVENTI AUSPICATI MA NON OBBLIGATORI • Riduzione delle aperture di elevate dimensioni (soprattutto se intervallate da maschi di ridotte dimensioni)	• Perseguire un comportamento "regolare" e "scatolare". (10) • Garantire un'adeguata ridistribuzione dell'azione orizzontale tra i pannelli murari • Posticipare i meccanismi locali e/o fuori del piano, rispetto all'attivazione dei meccanismi globali	da V_5 a V_4
	ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITA' STRUTTURALE • Ripristino delle zone danneggiate e/o degradate • Messa in sicurezza di elementi non strutturali	• Perseguire un comportamento regolare della struttura. (10) • Minimizzare il danno agli elementi non strutturali	da V_4 a V_3
rinforzata e/o confinata	ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITA' STRUTTURALE • Ripristino delle zone danneggiate e/o degradate • Stabilizzazione fuori piano delle pareti di elevate dimensioni (larghezza e altezza) INTERVENTI AUSPICATI MA NON OBBLIGATORI • Riduzione delle aperture di elevate dimensioni (soprattutto se intervallate da maschi di ridotte dimensioni)	• Perseguire un comportamento regolare della struttura. (10) • Posticipare l'attivazione dei meccanismi locali e/o fuori piano, rispetto all'attivazione dei meccanismi globali	da V_4 a V_3
	ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITA' STRUTTURALE • Ripristino delle zone danneggiate e/o degradate • Messa in sicurezza di elementi non strutturali	• Perseguire un comportamento regolare della struttura. (10) • Ridurre al minimo il rischio di danno agli elementi non strutturali	da V_3 a V_2

Tab. 4 – Approccio semplificato per gli interventi sulle le costruzioni di muratura - Interventi locali necessari per ridurre la vulnerabilità di una sola classe – Linee Guida, Tabella 6

Conclusioni

Riassumendo, la classificazione del rischio sismico dell'edificio eseguita attraverso i due metodi ha condotto a risultati completamente differenti.

L'impiego del solo metodo semplificato potrebbe risultare poco affidabile dal momento che si basa su una classificazione macrosismica e quindi non si fonda su alcun dato qualitativo inerente la costruzione analizzata. Sarebbe buona prassi accompagnare l'uso di tale metodo con quello convenzionale, poiché quest'ultimo si basa invece sugli indici di sicurezza delle NTC e richiede un'analisi dell'edifico esistente di gran lunga più approfondita.

Nello specifico caso preso in esame, il metodo semplificato appena descritto ha condotto alla classe E, mentre il metodo convenzionale, descritto nel precedente quaderno, ha permesso di indentificare per l'edificio la classe C per il comportamento globale e la classe G per diversi cinematismi locali.

Intervenire con il metodo convenzionale avrebbe imposto di eliminare ciascuno di quei cinematismi locali che portavano alla classe G, per ricondursi esclusivamente ad un unico comportamento globale, il quale in realtà era già di classe C. Questa scelta avrebbe condotto dunque ad interventi piuttosto onerosi per placcare alcune pareti, consentendo dall'altra parte un miglioramento anche di quattro classi.

In questo caso si è scelto di intervenire attraverso il metodo semplificato, che ha permesso comunque il miglioramento di una classe di rischio a fronte di una spesa più contenuta ed un intervento molto meno invasivo, grazie al semplice impiego di elementi in carpenteria metallica in copertura.

RIFERIMENTI NORMATIVI E BIBLIOGRAFICI

[1] D.M. 07/03/2017 n. 65 – Linee guida per la classificazione del rischio sismico delle costruzioni;

[2] CONSEIL DE L'EUROPE, Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie, Volume 15, European Macroseismic Scale 1998, Editor G. GRÜNTHAL, Luxembourg 1998;

[3] O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003 – Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica;

[4] D.M. 17 gennaio 2018 – Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»;

[5] Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 – Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008 (Tale riferimento normativo risulta non essere l'ultima versione aggiornata);

[6] D.M. 14 gennaio 2008 – Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni (Tale riferimento normativo risulta non essere l'ultima versione aggiornata);

[7] UNI 11035-1:2010 – Legno strutturale - Classificazione a vista dei legnami secondo la resistenza meccanica - Parte 1: Terminologia e misurazione delle caratteristiche;

[8] UNI EN 338:2009 – Legno strutturale - Classi di resistenza (Tale riferimento normativo risulta non essere l'ultima versione aggiornata);

CREDITS

- Tab. 1/2/3/4 – D.M. 07/03/2017 n. 65 – Linee guida per la classificazione del rischio sismico delle costruzioni;

- Fig. 1/10 – D.M. 07/03/2017 n. 65 – Linee guida per la classificazione del rischio sismico delle costruzioni;
- Fig. 2 – EMS-98 – CONSEIL DE L'EUROPE, Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie, Volume 15, European Macroseismic Scale 1998, Editor G. GRÜNTHAL, Luxembourg 1998;
- Fig. 3/4/5/6/7/8/9/11/12/13/14/15/16 – Gentile concessione Ing. Andrea Barocci, Ingegneria Delle Strutture;

- Esempio progettuale – gentile concessione Ing. Andrea Barocci, Ingegneria Delle Strutture

- Copertina: Intervento per il riuso delle ex concerie di Fabriano (AN). FOTO: Paolo Semprucci.

Redazione e pubblicazione: Febbraio 2021
Documento a cura di Fondazione Promozione Acciaio - Tutti i diritti riservati.

Immagini e disegni salvo diversamente specificato sono di proprietà esclusiva di Fondazione Promozione Acciaio, ogni riproduzione parziale o totale è esplicitamente vietata.