

CASO STUDIO - PROGETTO SISMA BONUS 110% CON SISTEMA OLYMPUS SISMA JOINT[®]

OLYMPUS ha ingegnerizzato e brevettato un sistema di consolidamento strutturale **OLYMPUS SISMA JOINT[®]** n. di presentazione brevetto **20202100004007** che consente il miglioramento sismico di edifici esistenti in linea con le **NTC 2018** mediante l'utilizzo di materiali compositi innovativi AFRP e CFRP certificati **CVT 00002472019** presso il CSLPP **lavorando solo sull'involucro esterno delle strutture.**

**BREVETTATO*****Vantaggi***

- ✓ **Rinforzo degli edifici senza accesso all'interno delle unità abitative**
- ✓ **Rapidità di applicazione**
- ✓ **Aumento di resistenza e duttilità**
- ✓ **Assenza di variazioni di peso e geometria della struttura**
- ✓ **Assenza di variazioni di massa e rigidità degli elementi strutturali**
- ✓ **Compatibile con i sistemi di efficientamento energetico**

Si riporta di seguito un caso studio relativo ad uno degli oltre cento progetti di miglioramento realizzati con il sistema SISMA JOINT[®].

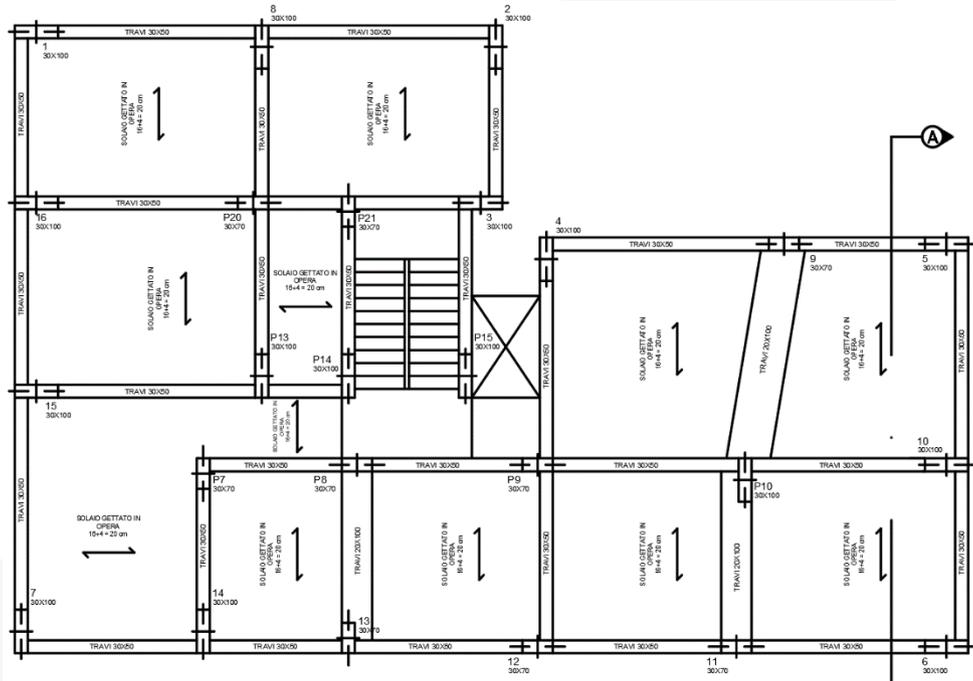
***Normative di riferimento:***

- **D.M. 17.01.2018:** "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni"
- **Circolare 21.01.2019, n. 07:** "Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17.01.2018.
- **CNR-DT 200 R1/2013** "Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati. Materiali, strutture di c.a. e di c.a.p., strutture murarie"
- **CNR DT 215/2018** "Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati a Matrice Inorganica"
- **D.M. n. 58 del 28.02.2017** "Sisma Bonus";
- **Allegato A: Linee Guida per la Classificazione del Rischio Sismico delle Costruzioni;**
- **Allegato B: Modello per Asseverazione;**
- **Commissione consultiva per il monitoraggio dell'applicazione del d.m. 28/02/2017 n. 58 e delle linee guida ad esso allegate 3/2021 quesiti esaminati – marzo 2021;**

Caratteristiche generali dell'edificio

L'edificio oggetto di studio è composto da nove piani fuori terra, con struttura portante con telai in calcestruzzo armato per un'altezza totale di circa 28,10 metri.

Si riportano di seguito le piante e i prospetti dell'edificio in questione.



Operazioni preliminari per la valutazione della sicurezza e la redazione dei progetti

Rilievo

È stato effettuato il rilievo geometrico dell'intero edificio, con l'individuazione delle tipologie strutturali che lo caratterizzano.

Caratterizzazione meccanica dei materiali e livello di conoscenza

Facendo riferimento alla Tabella C8.5.IV sotto riportata il livello di conoscenza è stato acquisito in base ai rilievi, alle indagini sui dettagli strutturali e alle prove sui materiali per la determinazione del valore del fattore di confidenza da applicare alle proprietà dei materiali.

Livello di conoscenza	Geometrie (carpenterie)	Dettagli strutturali	Proprietà dei materiali	Metodi di analisi	FC (*)
LC1	Da disegni di carpenteria originali con rilievo visivo a campione; in alternativa rilievo completo ex-novo	Progetto simulato in accordo alle norme dell'epoca e <i>indagini limitate</i> in situ	Valori usuali per la pratica costruttiva dell'epoca e <i>prove limitate</i> in situ	Analisi lineare statica o dinamica	1,35
LC2		Elaborati progettuali incompleti con <i>indagini limitate</i> in situ; in alternativa <i>indagini estese</i> in situ	Dalle specifiche originali di progetto o dai certificati di prova originali, con <i>prove limitate</i> in situ; in alternativa da <i>prove estese</i> in situ	Tutti	1,20
LC3		Elaborati progettuali completi con <i>indagini limitate</i> in situ; in alternativa <i>indagini esaustive</i> in situ	Dai certificati di prova originali o dalle specifiche originali di progetto, con <i>prove estese</i> in situ; in alternativa da <i>prove esaustive</i> in situ	Tutti	1,00

(*) A meno delle ulteriori precisazioni già fornite nel § C8.5.4.

Tabella C8.5.IV – Livelli di conoscenza in funzione dell'informazione disponibile e conseguenti metodi di analisi ammessi e valori dei fattori di confidenza, per edifici in calcestruzzo armato o in acciaio.

La quantità e il tipo di informazioni richieste per conseguire uno dei tre livelli di conoscenza previsti, sono, a titolo esclusivamente orientativo, ulteriormente precisati nel seguito.

LC1: si intende raggiunto quando sia stata effettuata l'analisi storico-critica commisurata al livello considerato (con riferimento al § C8.5.1), la geometria della struttura sia nota in base ai disegni originali

(effettuando un rilievo visivo a campione per verificare l'effettiva corrispondenza del costruito ai disegni) o a un rilievo, poiché non si dispone dei disegni costruttivi i dettagli costruttivi siano stati ricavati sulla base di un progetto simulato (con riferimento al § C8.5.2) e con **indagini limitate** in-situ sulle armature e sui collegamenti presenti negli elementi più importanti (i dati raccolti devono essere tali da consentire verifiche locali di resistenza), poiché non si dispone di informazioni sulle caratteristiche meccaniche dei materiali (provenienti dai disegni costruttivi o dai certificati di prova) si siano adottati i valori usuali della pratica costruttiva dell'epoca, convalidati da **prove limitate** in-situ sugli elementi più importanti (con riferimento al § C8.5.3); il corrispondente fattore di confidenza è **FC=1,35**. La valutazione della sicurezza è, in genere, eseguita mediante analisi lineare, statica o dinamica; le informazioni raccolte devono consentire la messa a punto di un modello strutturale idoneo.

Livello di Indagini e Prove	Rilievo(dei dettagli costruttivi) ^(a)	Prove (sui materiali) ^{(b)(c)(d)}
	Per ogni elemento "primario" (trave, pilastro)	
<i>limitato</i>	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 15% degli elementi	1 provino di cls. per 300 m ² di piano dell'edificio, 1 campione di armatura per piano dell'edificio
<i>esteso</i>	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 35% degli elementi	2 provini di cls. per 300 m ² di piano dell'edificio, 2 campioni di armatura per piano dell'edificio
<i>esaustivo</i>	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 50% degli elementi	3 provini di cls. per 300 m ² di piano dell'edificio, 3 campioni di armatura per piano dell'edificio

Per la struttura in oggetto, in base alla Tabella C8.5.I e alle informazioni raccolte nelle indagini visive, possiamo assumere un Livello di Conoscenza LC1 con Fattore di Confidenza 1.35.

Analisi dei carichi

Carichi non sismici

L'analisi dei carichi verticali, per l'esecuzione delle verifiche tecniche, è stata condotta considerando le "Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018, e precisamente:

Carichi Permanenti

Azioni che agiscono durante tutta la vita nominale della costruzione, la cui variazione di intensità nel tempo è così piccola e lenta da poterle considerare con sufficiente approssimazione costanti nel tempo, quali quelli relativi a tamponature esterne, divisori interni, massetti, isolamenti, pavimenti, intonaci ed altro. Tali carichi, valutati sulla base delle dimensioni effettive delle opere e dei pesi per unità di volume dei materiali, sono quelli riportati nelle tabelle a seguire. Per la scelta dei coefficienti di combinazione per i diversi stati limite il DM 2018 suddivide tale categoria in carichi permanenti strutturali e carichi permanenti non strutturali (portati).

Sovraccarichi Accidentali:

I sovraccarichi variabili sono stati valutati nel rispetto della Tab. 3.1.II del DM 2018:

Sovraccarico accidentale: 2,00 KN/m²

Cat.	Ambienti	q _k [kN/m ²]	Q _k [kN]	H _k [kN/m]
A	Ambienti ad uso residenziale			
	Aree per attività domestiche e residenziali; sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi (ad esclusione delle aree soggette ad affollamento), camere di degenza di ospedali.	2,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi, ballatoi	4,00	4,00	2,00
B	Uffici			
	Cat. B1 Uffici non aperti al pubblico	2,00	2,00	1,00
	Cat. B2 Uffici aperti al pubblico	3,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	4,00	4,00	2,00
C	Ambienti suscettibili di affollamento			
	Cat. C1 Aree con tavoli, quali scuole, caffè, ristoranti, sale per banchetti, lettura e ricevimento	3,00	3,00	1,00
	Cat. C2 Aree con posti a sedere fissi, quali chiese, teatri, cinema, sale per conferenze e attesa, aule universitarie e aule magne	4,00	4,00	2,00
	Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli al movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, aree d'accesso a uffici, ad alberghi e ospedali, ad atri di stazioni ferroviarie	5,00	5,00	3,00
	Cat. C4. Aree con possibile svolgimento di attività fisiche, quali sale da ballo, palestre, palcoscenici.	5,00	5,00	3,00
	Cat. C5. Aree suscettibili di grandi affollamenti, quali edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune, gradinate e piattaforme ferroviarie.	5,00	5,00	3,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	Secondo categoria d'uso servita, con le seguenti limitazioni		
	≥ 4,00	≥ 4,00	≥ 2,00	

Per la valutazione delle azioni agenti sui singoli pilastri si sono valutati i pesi statici dovuti al peso dello scheletro in c.a., al peso della tamponatura ed al peso degli impalcati, utilizzando in via precauzionale l'approccio delle aree di influenza.

Si è quindi valutato lo sforzo normale in testa a ciascun pilastro come somma dei seguenti contributi:

$$G_{pil} = g_{cls} \times b_c \times h_c \times H_{interpiano} \times n_{piani}$$

$$G_t = g_{cls} \times b_t \times h_t \times \text{Dimensioni area di influenza} \times n_{piani}$$

$$G_{sol} = (G_k + Q_k) \times A_{infl} \times n_{piani}$$

$$G_{tamp} \times L_{tamp} \times n_{piani}$$

Assumendo indicativamente i seguenti valori:

$$G_k = 5 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_k = 2 \text{ kN/m}^2$$

$$G_{tamp} = 5 \text{ kN/m}$$

Carico sismico

Trattandosi di costruzioni il cui uso prevede normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali: la **Vita Nominale** è ≥ 50 anni secondo il par. 2.4.1 del DM 17 /01/2018. La **classe d'uso** è la **II** secondo il par. 2.4.2 del DM 17 /01/2018. Il Coefficiente d'Uso è $C_u = 1.00$ e la $VR = V_N \cdot C_u = 50$ anni, par. 2.4.3 NTC 2018.

Le Coordinate Geografiche del sito sono:

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE
14,2767

LATITUDINE
40,863

Ricerca per comune

REGIONE
Campania

PROVINCIA
Napoli

COMUNE
Napoli

Elaborazioni grafiche

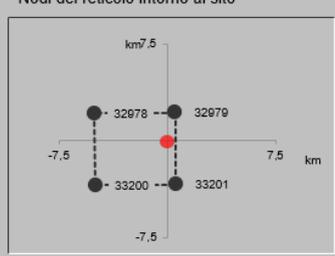
Grafici spettri di risposta ▶▶▶

Variabilità dei parametri ▶▶▶

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri ▶▶▶

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento



Controllo sul reticolo

Sito esterno al reticolo

Interpolazione su 3 nodi

Interpolazione corretta

Interpolazione

superficie rigata ▼

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

I parametri spettrali sono riportati nelle figure seguenti.

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	60	0,066	2,331	0,317
SLD	101	0,086	2,329	0,328
SLV	949	0,212	2,444	0,343
SLC	1950	0,261	2,540	0,344

Combinazioni di carico

Essendo l'edificio in oggetto in Classe II vengono di seguito riportate solo verifiche allo SLU e SLV.

La combinazione delle azioni allo Stato Limite Ultimo è stata implementata nel rispetto di quanto previsto al par. 2.5.3 delle DM 17/01/2018.

Per cui si sono applicate le seguenti combinazione delle azioni:

Combinazione fondamentale (SLU):

$$\gamma_{G1}G_1 + \gamma_{G2}G_2 + \gamma_{Q1}Q_{k1} + \gamma_{Q2}\Psi_{02}Q_{k2} + \gamma_{Q3}\Psi_{03}Q_{k3} + \dots$$

dove:

G_1 è il peso proprio di tutti gli elementi strutturali;

G_2 è il peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;

Q_k è il valore caratteristico delle azioni variabili;

γ_{Gi} γ_{Qj} sono i coefficienti parziali di sicurezza per i carichi che nel rispetto della Tab. 2.6.I presi secondo l'Approccio 2 del par. 2.6.1 del D.M: 17/01/2018.

Ψ_{0j} , Ψ_{1j} , Ψ_{2j} , sono i coefficienti di combinazione delle azioni variabili Q_k , e i valori sono forniti dalla tab. 2.5.I del DM 17/01/2018.

La combinazione di carico sismica è quella del par. 2.5.3 del D.M. 17/01/2018:

$$G_1 + G_2 + E + \sum_j \Psi_{2j} Q_{kj}$$

Dove E è l'azione sismica di progetto allo stato limite considerato SLV.

Riparazione – intervento locale

Come chiarito dalla Commissione consultiva per il monitoraggio dell'applicazione del d.m. 28/02/2017 n. 58 e delle linee guida ad esso allegate 3/2021 quesiti esaminati – marzo 2021:

Quesito 1.

“Interventi di riparazione o locali”

La commissione ha convenuto sulla necessità di eliminare ogni forma di incertezza sulla tipologia degli interventi strutturali ammissibili al beneficio fiscale -superbonus 110%- di cui all'art 119 del decreto legge 34/2020, come convertito con legge 77/2020 e s.m.i....la Commissione ritiene che gli “interventi di riparazione o locali”, di cui al p.to 8.4 del DM 17 gennaio 2018, con le precisazioni sotto riportate, rientrino a pieno titolo tra quelli disciplinati dal richiamato art. 16 bis, comma 1, lett. i) del DPR 17/1986 e, pertanto, siano conformi al comma 4 dell'art. 119 del decreto legge 34/2020. A questo proposito appare opportuno richiamare qui le parti delle sopra menzionate norme tecniche e relativa circolare riguardanti tale fattispecie di interventi. In particolare, le norme tecniche (D.M. 17 gennaio 2018), specificano al par. 8.4.1 che *“Gli interventi di questo tipo riguarderanno singole parti e/o elementi della struttura.*

Le **NTC 18**, al par. 8.4.1 descrivono la “Riparazione o Intervento Locale”, affermando che ***“gli interventi di questo tipo riguarderanno singole parti e/o elementi della struttura e interesseranno porzioni limitate della costruzione. Il progetto e la valutazione della sicurezza potranno essere riferiti alle sole parti e/o elementi interessati e documentare che, rispetto alla configurazione precedente al danno, non siano prodotte sostanziali modifiche al comportamento delle altre parti e della struttura nel suo insieme e che gli interventi comportino un miglioramento delle condizioni di sicurezza preesistenti. La relazione di cui al par. 8.2, che in questi casi potrà essere limitata alle sole parti interessate dall'intervento ed a quelle con esse interagenti, dovrà documentare le carenze strutturali riscontrate, risolte...”***

La Circolare 7/2019 al par. C8.4.1 precisa che ***“rientrano in questa tipologia tutti gli interventi di riparazione, rafforzamento o sostituzione di singoli elementi strutturali (travi, architravi, porzioni di solaio, pilastri, pannelli murari) o parti di essi, non adeguati alla funzione strutturale che debbono svolgere, a condizione che l'intervento non cambi significativamente il comportamento globale della struttura, soprattutto ai fini della resistenza alle azioni sismiche, a causa di una variazione non trascurabile di rigidità o di peso.***

Gli interventi sugli elementi in calcestruzzo armato sono:

- Rinforzo dei pannelli di nodo a taglio con applicazione di tessuto quadriassiale in fibra di carbonio;
- Rinforzo dei pannelli di nodo per l'azione generata dalla tamponatura con applicazione di tessuto uniassiale in fibra di aramide

Interventi di questo tipo rientrano nella tipologia degli interventi locali o riparazione come specificato al par. C8.4.1 della Circolare 07/2019.

L'allegato A alle “Linee Guida per la classificazione del rischio sismico delle costruzioni” DM 64 del 7 marzo 2017, specifica che ***“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.....L'entità degli interventi deve essere tale da non produrre sostanziali modifiche al***

*comportamento della struttura nel suo insieme e da consentire quindi l'inquadramento come **interventi locali**, con riferimento alle murature."*

Interventi progettati per il miglioramento di una classe sismica ai sensi delle linee guida DM 65 del 7/03/2017

Per gli edifici in calcestruzzo armato è prevista la possibilità di ritenere valido il passaggio alla Classe di Rischio immediatamente superiore, eseguendo solamente interventi locali di rafforzamento ed anche in assenza di una preventiva attribuzione della Classe di Rischio. Gli interventi previsti sono:

- **Confinamento dei nodi perimetrali non confinati dell'edificio**
- **Applicazione di presidi antiribaltamento delle tamponature, compiute su tutte le tamponature perimetrali presenti sulle facciate;**
- **Ripristino elementi degradati in cls**

L'obiettivo di un intervento di rinforzo su nodi trave-pilastro è quello di prevenire i meccanismi fragili legati alla rottura per taglio della regione nodale.

I nodi che presentano le maggiori criticità dal punto di vista del comportamento sismico sono quelli esterni, in particolare i nodi d'angolo, data la mancanza di confinamento su almeno una faccia, alla spinta non equilibrata dei tamponamenti.

L'azione di taglio esercitata dalla tamponatura può causare fessurazione diagonale del pannello nodale, oppure una lesione orizzontale in testa al pilastro inferiore come rappresentato in figura.

L'azione orizzontale, H_0 , che corrisponde alla crisi della tamponatura (rottura diagonale per trazione ovvero rottura per schiacciamento locale degli spigoli) rappresenta la massima azione addizionale che può gravare sul pilastro e può essere calcolata come:

$$H_0 = \min \left\{ \frac{f_{vko} \cdot l \cdot t}{0.6 \cdot \phi}; 0.8 \cdot \frac{f_k}{\phi} \cdot \cos^2 \theta \cdot \sqrt[4]{\frac{E_c}{E_m} \cdot I \cdot h \cdot t^3} \right\}$$

Si affida al rinforzo esterno con tessuti inclinati lo sforzo massimo tra il 50% di tale azione e quello che si ottiene scorporando da esso il taglio portato per attrito dal pilastro soggetto allo sforzo normale N :

$$H = \max \left(\frac{H_0}{2}, H_0 - 0.4 \cdot N_{sd} \right)$$

L'inclinazione delle fibre rispetto all'asse della trave si progetta a 30°. Si calcola dunque la forza in direzione delle fibre per assorbire la azione H_0 pari a $H_0 / \cos \gamma$. Pertanto, si ha:

$$H_d = \frac{H}{\gamma}$$

Mentre la forza resistente (H_{Rd}) del rinforzo selezionato è pari a:

$$H_{Rd} = n_s \cdot t_f \cdot b_f \cdot f_{fdd}$$

I risultati delle verifiche sono riportati nella relazione di calcolo.

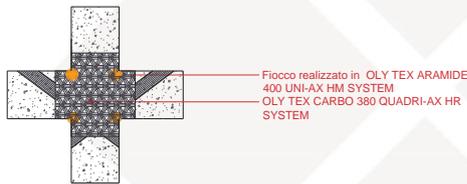
L'incremento di resistenza a taglio del pannello di nodo può essere conseguito, nel caso di utilizzo di materiali compositi, mediante disposizione di tessuto quadriassiale in carbonio (secondo quanto mostrato nella seguente figura).

DETTAGLI COSTRUTTIVI

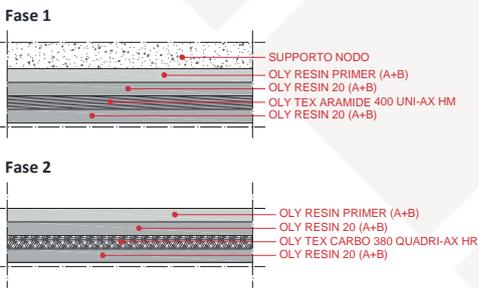
Fase 1 - Rinforzo per assorbire le azioni esercitate dalla tamponatura



Fase 2 - Incremento della resistenza a taglio nel nodo



Stratigrafia

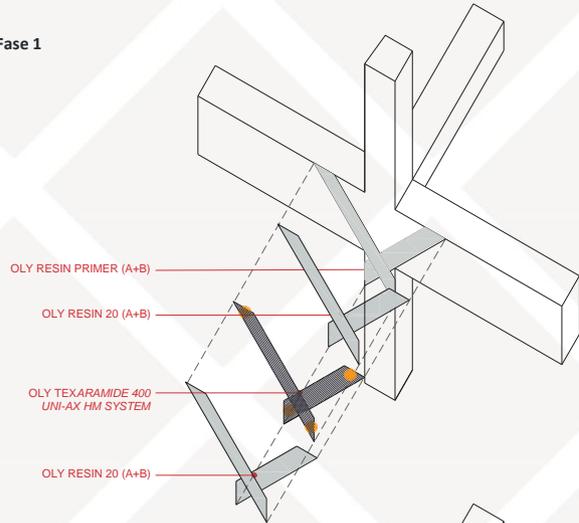


Legenda

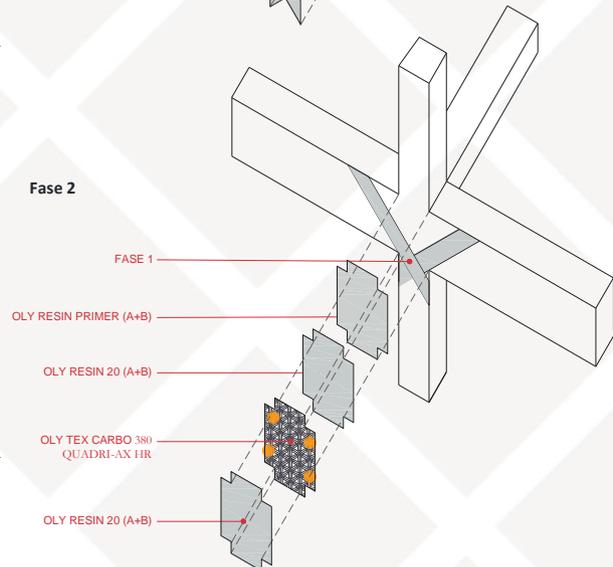


Modello assonometrico

Fase 1



Fase 2



Si fa riferimento alle verifiche di resistenza dei nodi trave-pilastro (paragrafo 7.4.4.3.1 del D.M. 14/01/18), in cui la resistenza del nodo a seguito della fessurazione diagonale, può essere garantita integralmente da staffe orizzontali. L'effetto di tali staffe, assenti o non sufficienti nel nodo in esame, viene fornito da un equivalente rinforzo esterno, qui ipotizzato essere un tessuto quadriassiale in fibra di carbonio. La verifica di resistenza deve essere eseguita solo per i nodi non interamente confinati come definiti al § 7.4.4.3 delle NTC. Deve essere verificata sia la resistenza a trazione diagonale che quella a compressione diagonale. Per la verifica si possono adottare le seguenti espressioni:

- per la resistenza a trazione:

$$\sigma_{jt} = \left[\frac{N_{sd}}{2 \cdot A_j} - \sqrt{\left(\frac{N_{sd}}{2 \cdot A_j} \right)^2 + \left(\frac{v_j}{A_j} \right)^2} \right] \leq 0.3 \cdot \sqrt{f_c}$$

- per la resistenza a compressione:

$$\sigma_{jc} = \frac{N_{sd}}{2 \cdot A_j} + \sqrt{\left(\frac{N_{sd}}{2 \cdot A_j}\right)^2 + \left(\frac{v_j}{A_j}\right)^2} \leq 0.5 \cdot f_c$$

dove N indica l'azione assiale presente nel pilastro superiore, V_j indica il taglio totale agente sul nodo, ottenuto come somma algebrica del taglio trasmesso dal pilastro superiore e degli sforzi orizzontali trasmessi dalle parti superiori delle travi, $A_j = b_j \cdot h_{jc}$ dove b_j e h_{jc} sono rispettivamente la base e l'altezza del nodo, definiti come al § 7.4.4.3.1 delle NTC. Trattandosi di interventi locali, in assenza di una modellazione dell'edificio, il progetto del rinforzo e la verifica dei nodi sono effettuati secondo modelli di capacità, ovvero considerando le massime sollecitazioni che possono interessare il nodo, tenendo conto della capacità degli elementi costituenti lo stesso, quali travi e pilastri. In particolare, si considerano quattro possibili condizioni di equilibrio.

I risultati delle verifiche effettuate sono riportati di seguito nei tabulati di calcolo.

Dati	Azione tamponatura	Taglio compressione	Taglio trazione						strati 380	strati aramide	larghezza aramide
			Non rinforzato		Rinforzato						
Nodo	H _{ed}	H _{Rd}	p _c	0,5*f _{cd}	p _t	0,3*f _{cd}	v _{jb}	v _{jh,f}			
[-]	[kN]	[kN]	[N/mm ²]	[-]	[-]	[mm]					
1	578,20	670,80	0,81	4,94	0,42	0,94	0,58	1,39	1	3	400
1	578,20	670,80	1,99	4,94	1,02	0,94	1,43	1,81	1	3	400
2	353,30	670,80	3,73	4,94	0,09	0,94	0,58	2,39	1	3	400
2	353,30	670,80	8,92	4,94	0,23	0,94	1,43	3,74	1	3	400
3	204,40	670,80	5,86	4,94	0,06	0,94	0,58	2,91	1	3	400
3	204,40	670,80	14,42	4,94	0,14	0,94	1,43	4,66	1	3	400
4	204,40	670,80	5,86	4,94	0,06	0,94	0,58	2,91	1	3	400
4	204,40	670,80	14,42	4,94	0,14	0,94	1,43	4,66	1	3	400
5	332,60	670,80	3,62	4,94	0,09	0,94	0,58	2,39	1	3	400
5	332,60	670,80	8,93	4,94	0,23	0,94	1,43	3,74	1	3	400
6	270,20	670,80	1,48	4,94	0,03	0,94	0,22	1,59	1	3	400
6	270,20	670,80	9,72	4,94	0,21	0,94	1,43	3,89	1	3	400
7	339,50	670,80	7,25	4,94	0,28	0,94	1,43	3,67	1	3	400
7	339,50	670,80	6,88	4,94	0,30	0,94	1,43	3,73	1	3	400
8	353,00	670,80	5,14	4,94	0,18	0,94	0,97	2,73	1	3	400
9	100,76	670,80	3,71	4,94	0,11	0,94	0,65	2,33	1	3	400
10	332,60	670,80	5,60	4,94	0,17	0,94	0,97	2,83	1	3	400
11	163,00	670,80	11,64	4,94	0,49	0,94	2,38	4,48	1	3	400
12	163,00	670,80	10,60	4,94	0,53	0,94	2,38	4,28	1	3	400
13	270,20	670,80	5,47	4,94	0,17	0,94	0,97	2,80	1	3	400
14	270,20	670,80	5,12	4,94	0,18	0,94	0,97	2,72	1	3	400
15	339,50	670,80	3,48	4,94	0,27	0,94	0,97	2,31	1	3	400
16	339,50	670,80	3,48	4,94	0,27	0,94	0,97	2,31	1	3	400

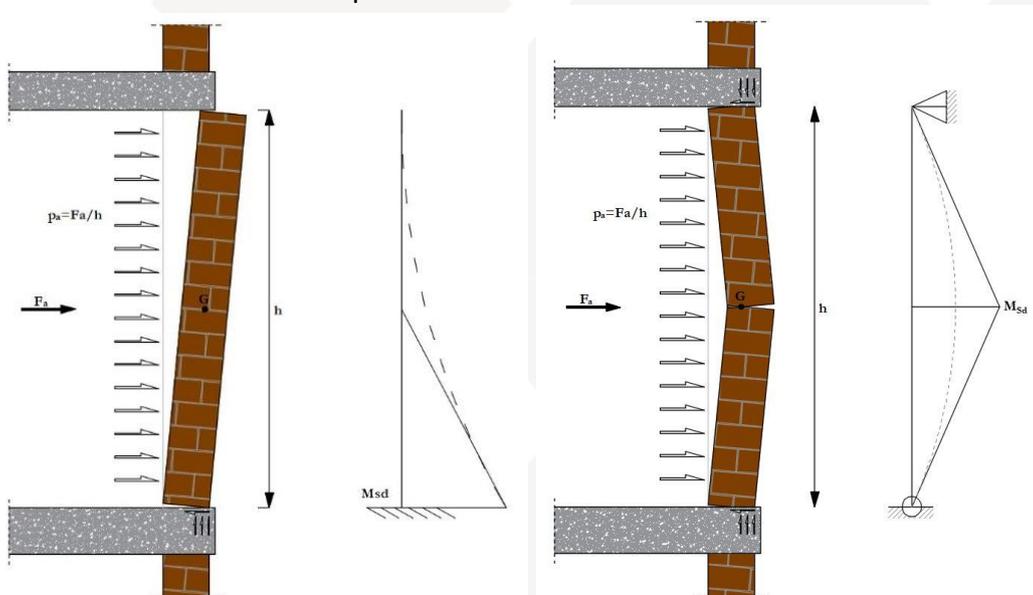
Per conferire al nodo una maggiore capacità resistenza nei confronti del meccanismo descritto si propone l'utilizzo di **OLY TEX ARAMIDE 400 UNI-AX HM**, un tessuto unidirezionale in fibra di aramide disposto a incrocio sul pannello di nodo. Al fine di contrastare il fenomeno della delaminazione, vengono inoltre posizionati dei **connettori realizzati con tessuto in fibra di aramide OLY TEX ARAMIDE 400 UNI-AX HM in possesso di CVT rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale**.

L'incremento della resistenza a taglio del pannello di nodo può essere ottenuto mediante l'utilizzo di **OLY TEX CARBO 380 QUADRI-AX HR**, un tessuto quadriassiale in fibra di carbonio. Al fine di contrastare il fenomeno della delaminazione, vengono inoltre posizionati dei **connettori realizzati con tessuto in fibra**

di aramide OLY TEX ARAMIDE 400 UNI-AX HM in possesso di CVT rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale.

Applicazione di presidi antiribaltamento delle tamponature, compiute su tutte le tamponature perimetrali presenti sulle facciate

Negli edifici esistenti le tamponature si presentano non collegate al telaio circostante cioè libere in sommità e alle estremità laterali. E' possibile dunque schematizzare l'elemento bidimensionale tamponatura come una trave a mensola soggetta al carico sismico orizzontale. Il meccanismo di collasso prevede la rotazione rigida del pannello di tamponatura attorno alla cerniera orizzontale alla base, formatasi a causa di sollecitazioni fuori piano.



La metodologia di verifica più appropriata a questo caso è la verifica del cinematismo per ribaltamento semplice della parete, che consiste nel confronto tra il momento ribaltante dovuto alle azioni sismiche ortogonali al piano e il momento stabilizzante dovuto ai pesi gravanti sul tamponamento. In seguito alla solidarizzazione della tamponatura al telaio circostante, nel pannello potrà dunque instaurarsi una nuova tipologia di meccanismo di collasso, del tipo illustrato nella figura sottostante:

Il tamponamento può essere dunque schematizzato come una trave appoggiata alla base e in sommità su cui agisce la forza sismica orizzontale e la cui sezione più sollecitata a flessione risulta essere quella di mezzera. Per eseguire la verifica a pressoflessione di quest'ultima, bisogna calcolarne la resistenza flessionale con la formula relativa alla muratura portante e confrontarla con la sollecitazione dovuta al carico sismico orizzontale.

La trattazione del comportamento ad arco e la relativa formula di verifica della resistenza viene fornita al §6.3.2 dell'EC6:

$$q_{lat d} = f_d \left(\frac{t}{l_a} \right)^2$$

Dove:

- $q_{lat d}$ è la resistenza laterale di progetto per unità di area di tamponature;
- f_d è la resistenza a compressione di progetto della tamponatura nella direzione della spinta dell'arco;

- l_a è la lunghezza o altezza del muro tra gli appoggi in grado di resistere alla spinta dell'arco, nel nostro caso l'altezza;
- t è lo spessore del muro.

Con questa schematizzazione, anziché confrontare il momento agente con quello resistente, risulta più immediato verificare che la resistenza laterale di progetto, $q_{lat d}$, risulti maggiore della forza agente distribuita sulla superficie del muro $F_a/(l \cdot h)$.

Inoltre, per tenere conto del degrado della resistenza fuori piano in funzione dello spostamento nel piano, è necessario effettuare prove combinate nel piano e fuori piano al fine di calibrare un coefficiente di riduzione, β_a , da utilizzare nella precedente formulazione:

$$q_{lat d} = \beta_a f_d \left(\frac{t}{l_a} \right)^2$$

dove, β_a , è appunto un coefficiente riduttivo che considera il danneggiamento nel piano della tamponatura.

Rispetto alla formulazione per pressoflessione presente nelle NTC2018, questo approccio è in grado di descrivere il comportamento fuori piano di una tamponatura esistente collegata al telaio circostante in modo più realistico.

Nonostante ciò, in questa sede non verrà seguita la seconda metodologia di verifica di espulsione delle tamponature in quanto, per le tamponature esistenti risulterebbe particolarmente oneroso stimare il valore della resistenza a compressione di progetto della tamponatura nella direzione della spinta dell'arco, f_d , ed il valore del coefficiente riduttivo che considera il danneggiamento accumulato nel piano dalla stessa, β_a .

Il calcolo della domanda sismica può essere eseguito come suggerito al §7.2.3 delle Norme Tecniche

$$F_a = \frac{(S_a W_a)}{q_a}$$

F_a è la forza sismica orizzontale distribuita o agente nel centro di massa dell'elemento non strutturale, nella direzione più sfavorevole, risultante delle forze distribuite proporzionali alla massa;

S_a è l'accelerazione massima, adimensionalizzata rispetto a quella di gravità, che l'elemento non strutturale subisce durante il sisma e corrisponde allo stato limite in esame (v. §3.2.1);

W_a è il peso dell'elemento;

q_a è il fattore di comportamento dell'elemento.

Sostanzialmente, in alternativa all'utilizzo di specifici spettri di risposta di piano e nell'ipotesi di andamento delle accelerazioni strutturali linearmente crescenti con l'altezza, l'accelerazione massima $S_a(T_a)$ può essere determinata attraverso la seguente espressione:

$$S_a(T_a) = \begin{cases} \alpha S \left(1 + \frac{z}{H}\right) \left[\frac{a_p}{1 + (a_p - 1) \left(1 - \frac{T_a}{aT_1}\right)^2} \right] \geq \alpha S & \text{per } T_a < aT_1 \\ \alpha S \left(1 + \frac{z}{H}\right) a_p & \text{per } aT_1 \leq T_a < bT_1 \\ \alpha S \left(1 + \frac{z}{H}\right) \left[\frac{a_p}{1 + (a_p - 1) \left(1 - \frac{T_a}{bT_1}\right)^2} \right] \geq \alpha S & \text{per } T_a \geq bT_1 \end{cases}$$

Figura 1 - Circolare n.7 del 2019: Espressione [C.7.2.11]

La verifica del cinematico per ribaltamento semplice della parete consiste nel confronto tra il momento ribaltante, M_R , dovuto alla forza sismica ortogonale al piano e il momento stabilizzante, M_S , dovuto alla forza peso gravante sul tamponamento.

$$M_R = F_a \cdot \frac{h}{2}$$

$$M_S = W \cdot \frac{t}{2}$$

La verifica di ribaltamento semplice della tamponatura risulta ovviamente soddisfatta nel caso in cui sia verificata la seguente disuguaglianza:

$$M_R \geq M_S$$

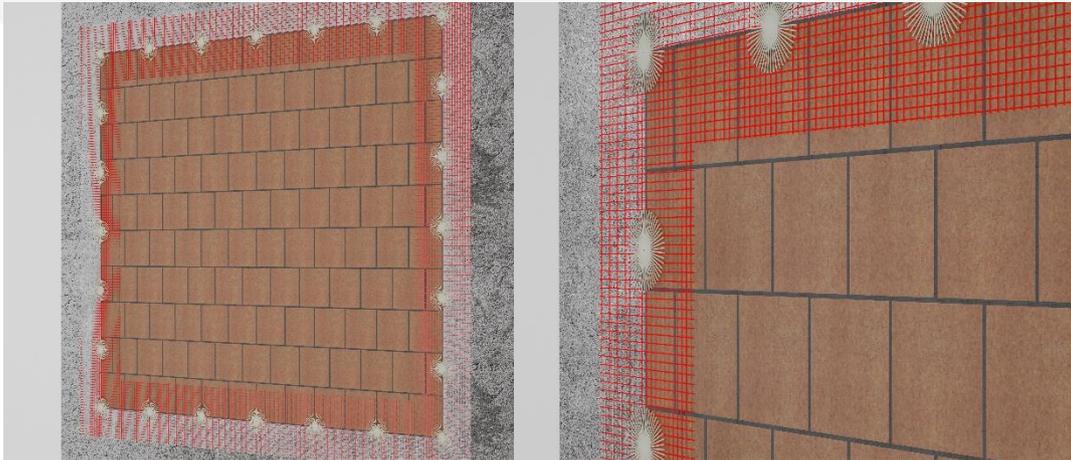
Le verifiche sono riportate nella relazione di calcolo.

Nel caso in cui la verifica di ribaltamento semplice della tamponatura non risulta soddisfatta, è necessario eseguire un intervento di solidarizzazione della tamponatura alla cornice strutturale.

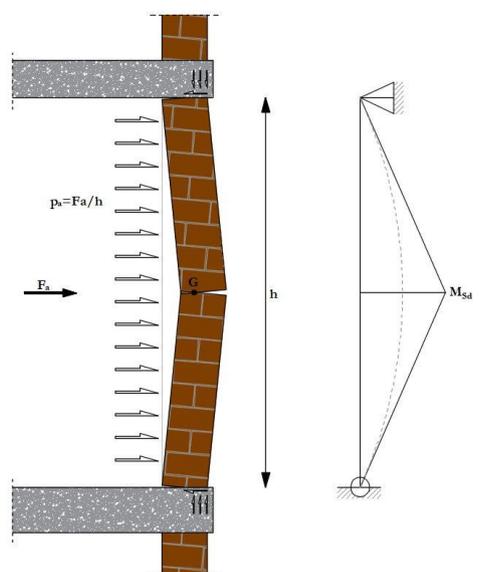
Al paragrafo 4.1 delle “Linee guida per riparazione e rafforzamento di elementi strutturali, tamponature e partizioni” vengono presentati gli interventi di collegamento delle tamponature alla cornice strutturale finalizzati ad evitare il ribaltamento delle stesse. Tali interventi sono riconducibili sostanzialmente all’utilizzo di materiali fibrorinforzati o di piatti e angolari metallici.

Com’è ovvio, in questa sede si prevede l’impiego di materiali fibrorinforzati, in particolare, di strisce di rete perimetrali con sistema FRCCM.

Nell’immagine sottostante si riporta il sistema Olympus denominato **“OLY-SAFE ANTI-ESPULSIONE: Solidarizzazione Tamponature”**.



Come già in precedenza anticipato, in seguito alla solidarizzazione della tamponatura al telaio circostante, nel pannello potrà instaurarsi un meccanismo di collasso del tipo arco a tre cerniere a causa dell’attingimento della capacità flessionale nella sezione di mezzera.



In questa sede si propone l'esecuzione della verifica di espulsione della tamponatura secondo la "Metodologia basata sulla verifica a pressoflessione" della sezione più sollecitata della stessa. La tamponatura viene sostanzialmente schematizzata come una trave appoggiata alla base e in sommità su cui agisce la forza sismica orizzontale, F_a .

La domanda prodotta dalla forza orizzontale, F_a , è la sollecitazione flessionale M_{sd} che, com'è noto, assume valore massimo nella mezzeria dell'elemento.

La verifica a flessione dell'elemento è soddisfatta se, nella sezione più sollecitata risulta:

$$M_{sd} \leq M_{Rd}$$

essendo M_{sd} e M_{Rd} rispettivamente i momenti di calcolo, sollecitante e resistente, quest'ultimo valutato in funzione dello sforzo normale di calcolo nella sezione di verifica (il peso della metà superiore della tamponatura).

Per quanto riguarda la formulazione per il calcolo della capacità fuori piano delle tamponature, nella Norma al §7.2.3 si legge: "Quando l'elemento non strutturale è costruito in cantiere, è compito del progettista della struttura individuare la domanda e progettare la capacità in accordo a formulazioni di comprovata validità ed è compito del direttore dei lavori verificarne la corretta esecuzione; quando invece l'elemento non strutturale è assemblato in cantiere, è compito del progettista della struttura individuare la domanda, è compito del fornitore e/o dell'installatore fornire elementi e sistemi di collegamento di capacità adeguata ed è compito del direttore dei lavori verificarne il corretto assemblaggio."

Nel caso in esame di tamponature esistenti, al fine di stimare la capacità nei confronti del carico sismico orizzontale si fa riferimento al paragrafo §7.8.2.2.3 delle NTC2018, che riguarda la verifica a pressoflessione fuori piano per muratura portante.

Ricapitolando, per il calcolo del momento resistente a pressoflessione, M_{Rd} , della sezione di mezzeria, si utilizza la medesima formula prevista dalla Norma per sezione di muratura portante:

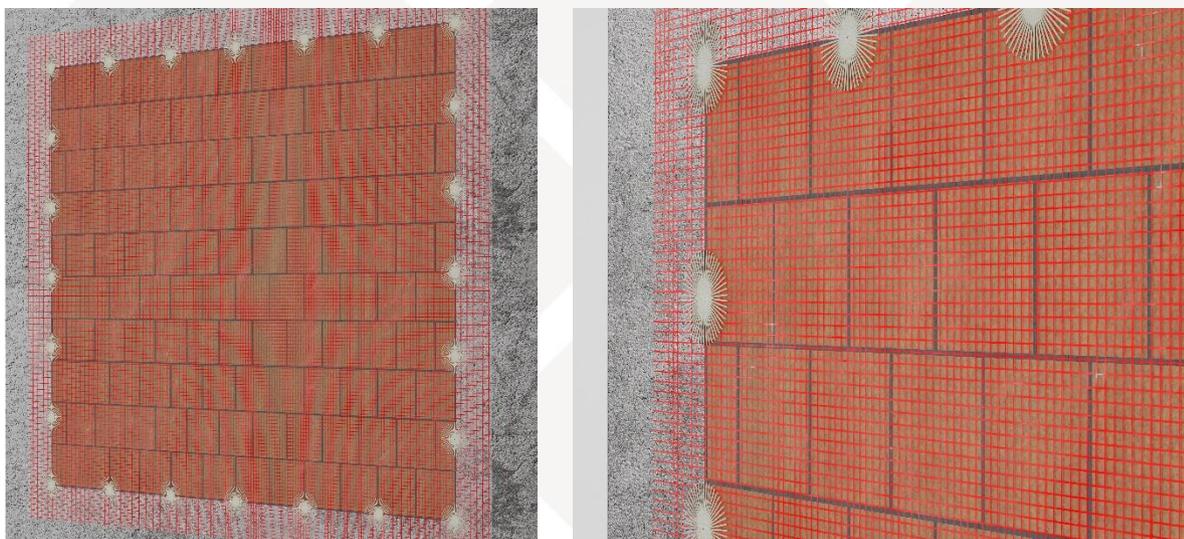
$$M_{Rd} = \left(t^2 l \frac{\sigma_0}{2} \right) \left(1 - \frac{\sigma_0}{0,85 f_d} \right)$$

dove:

- M_{Rd} è il momento corrispondente al collasso per pressoflessione;
- l è lo spessore della zona compressa della parete (lunghezza complessiva della parete);
- t è l'altezza della sezione (spessore della tamponatura);
- σ_0 è la tensione normale media, riferita all'area totale della sezione, $\sigma_0 = N/(l \cdot t)$, con N forza assiale di compressione agente nella sezione;
- $f_d = f_k/\gamma_M$ è la resistenza a compressione di progetto della tamponatura.

I compositi FRCM posti sulla superficie della tamponatura possono essere utilizzati per incrementare la resistenza a flessione fuori dal piano della stessa.

Dunque, l'intervento di rinforzo fuori piano prevede, di fatto, l'applicazione di una rete sulla superficie della tamponatura che viene collegata al telaio circostante con dei connettori, mediante sistema FRCM. Nell'immagine sottostante si riporta il sistema Olympus denominato "OLY-SAFE ANTI-ESPULSIONE: Rinforzo Fuori Piano Tamponature".



I rinforzi con FRCM sono spesso utilizzati per migliorare la resistenza dei pannelli murari alle azioni fuori dal piano, tipicamente nel caso di azioni di tipo sismico.

La verifica a flessione dell'elemento rinforzato, sia in direzione verticale (tipicamente) che orizzontale, è soddisfatta se risulta soddisfatta la relazione:

$$M_{Sd} \leq M_{Rd}$$

con M_{Sd} ed M_{Rd} rispettivamente i momenti specifici di calcolo sollecitante e resistente, riferiti alla striscia di lunghezza unitaria.

Si riportano di seguito i tabulati delle verifiche antiribaltamento delle tamponature esterne.

Edificio		Geometria Pannello Tamponatura			Sollecitazioni		Resistenza	Sollecitaz.	Resistenza	
Piano	z	b _p	h _p	t _p	p _a	M _{Ed}	M _{Rd}	M _{Ed}	M _{Rd}	M _{Rd}
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[kN/m]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
1	1,10	2,95	1,90	0,30	1,66	3,00	2,02	0,64	1,68	16,65
1	1,10	3,90	1,90	0,30	2,20	3,97	2,67	0,84	2,93	22,65
1	1,10	4,00	1,90	0,30	2,25	4,07	2,74	0,87	3,09	23,29
1	1,10	4,50	1,90	0,30	2,54	4,58	3,08	0,97	3,90	26,53
1	1,10	5,00	1,90	0,30	2,82	5,09	3,42	1,08	4,82	29,82
2	4,13	2,95	2,85	0,30	2,55	10,38	3,03	1,77	1,52	16,76
2	4,13	3,90	2,85	0,30	3,38	13,72	4,00	2,34	2,65	22,76
2	4,13	4,00	2,85	0,30	3,46	14,07	4,10	2,40	2,79	23,40
2	4,13	4,50	2,85	0,30	3,90	15,83	4,62	2,70	3,53	26,63
2	4,13	5,00	2,85	0,30	4,33	17,59	5,13	3,00	4,36	29,90
3	7,40	2,95	2,70	0,30	2,64	9,64	2,87	1,72	1,39	16,66
3	7,40	3,90	2,70	0,30	3,49	12,74	3,79	2,27	2,44	22,61
3	7,40	4,00	2,70	0,30	3,58	13,07	3,89	2,33	2,56	23,25
3	7,40	4,50	2,70	0,30	4,03	14,70	4,37	2,62	3,25	26,44
3	7,40	5,00	2,70	0,30	4,48	16,33	4,86	2,91	4,01	29,67
4	10,60	2,95	2,70	0,30	2,88	10,50	2,87	1,87	1,21	16,57
4	10,60	3,90	2,70	0,30	3,81	13,89	3,79	2,47	2,11	22,45
4	10,60	4,00	2,70	0,30	3,91	14,24	3,89	2,54	2,22	23,07
4	10,60	4,50	2,70	0,30	4,40	16,02	4,37	2,85	2,81	26,22
4	10,60	5,00	2,70	0,30	4,88	17,80	4,86	3,17	3,47	29,41
5	13,80	2,95	2,70	0,30	3,12	11,37	2,87	2,03	1,02	16,48
5	13,80	3,90	2,70	0,30	4,12	15,04	3,79	2,68	1,78	22,28
5	13,80	4,00	2,70	0,30	4,23	15,42	3,89	2,75	1,88	22,90
5	13,80	4,50	2,70	0,30	4,76	17,35	4,37	3,09	2,37	26,00
5	13,80	5,00	2,70	0,30	5,29	19,28	4,86	3,43	2,93	29,14
6	17,00	2,95	2,70	0,30	3,36	12,24	2,87	2,18	0,83	16,38
6	17,00	3,90	2,70	0,30	4,44	16,18	3,79	2,88	1,45	22,12
6	17,00	4,00	2,70	0,30	4,55	16,70	3,89	2,96	1,53	22,73
6	17,00	4,50	2,70	0,30	5,12	18,67	4,37	3,33	1,94	25,79
6	17,00	5,00	2,70	0,30	5,69	20,75	4,86	3,70	2,39	28,87

Ripristino elementi degradati in c.a.

Trattamento protettivo alcalizzante dei ferri d'armatura, messi a nudo dalle precedenti operazioni di demolizioni del copriferro e perfettamente ripuliti dalla ruggine con sabbiatura o pulizia meccanica, mediante applicazione a pennello di due mani di malta cementizia anticorrosiva monocomponente atta a riportare il pH al di sopra di 12, livello minimo per garantire la non corrosione del ferro. Per assicurare alla malta cementizia anticorrosiva monocomponente la possibilità di sviluppare efficacemente la sua proprietà anticorrosiva, è indispensabile che il ferro da trattare sia liberato dal calcestruzzo circostante deteriorato e carbonatato, da materiali incoerenti, grassi, olii e ruggine. E' consigliabile eseguire una sabbiatura allo scopo di portare le armature a metallo bianco; se, per motivi logistici, ciò non fosse possibile, spazzolare energicamente la superficie del metallo con cura ed in profondità. Le armature aggiunte o sostituite devono essere preparate allo stesso modo. Occorre stendere il prodotto a pennello in due mani. Il ripristino del calcestruzzo (con malte cementizie a ritiro compensato) deve essere fatto sulla malta passivante asciutta (circa 6 ore alla temperatura di +20° C).

Gli interventi di ripristino degli elementi in calcestruzzo saranno realizzati con **OLY FER** e **OLY GROUT T4**.

Conclusioni

Gli interventi sopra esposti non modificano significativamente il comportamento globale della costruzione e sono volti a conseguire le seguenti finalità:

- migliorare le caratteristiche prestazionali di alcuni elementi nei confronti di alcune sollecitazioni;
- impedire meccanismi di collasso locale.

Il progetto e la valutazione della sicurezza sono quindi riferiti alle sole parti e/o elementi interessati, senza sostanziali modifiche al comportamento delle altre parti e della struttura nel suo insieme.

Vengono infatti utilizzati materiali compositi che non modificano significativamente né il peso né la rigidezza degli elementi. Per questi motivi tale intervento si può classificare ai sensi del par. 8.4.1 delle NTC 2018 come “riparazione o intervento locale”.

Con la realizzazione di tutti gli interventi sopra enunciati:

- **Confinamento dei nodi perimetrali non confinati dell’edificio**
- **Applicazione di presidi antiribaltamento delle tamponature, compiute su tutte le tamponature perimetrali presenti sulle facciate;**
- **Ripristino elementi degradati in c.a.**

è possibile ottenere il miglioramento di **una classe di rischio sismico**, ai sensi dell’Allegato A delle Linee guida per la classificazione del rischio sismico delle costruzioni (DM 65 del 7/03/2017) con applicazione del metodo semplificato.

Attribuzione della classe di rischio ante e post operam

Come chiarito dalla Commissione consultiva per il monitoraggio dell’applicazione del d.m. 28/02/2017 n. 58 e delle linee guida ad esso allegate 3/2021 quesiti esaminati – marzo 2021:

Quesito 2:

“Obbligo della attribuzione della classe di rischio (ex ante, ex post) e compilazione delle asseverazioni”

Risposta

“I moduli allegati al Decreto del Ministero delle Infrastrutture n. 329 dell’agosto 2020, riprendendo i contenuti di quelli allegati all’originario decreto sulla classificazione del rischio sismico, decreto Ministero infrastrutture n.58/2017, riportano l’obbligo dei professionisti incaricati di asseverare tanto la classe di rischio nello stato di fatto (ante operam), quanto nello stato di progetto dopo gli interventi previsti (post operam), con riferimento alla generalità dei casi in cui è richiesta la loro compilazione...”

... **La Commissione ritiene che**, inoltre, tenuto conto delle modifiche al DPR 380/2001 che hanno ricondotto le attività di demolizione e ricostruzione nella categoria della “ristrutturazione edilizia”, e del decreto legge 34/2020 che, all’art. 119 comma 4, ammette alle agevolazioni fiscali del “supersismabonus 110%” interventi strutturali senza obbligo di raggiungere i traguardi prestazionali previsti dalle previgenti leggi in materia, **si presentino alcuni casi in cui non sia necessaria l’attribuzione di classe di rischio**, in particolare:

- quando viene scelta l'opzione "nessuna classe" non è necessario asseverare né la classe di rischio "ex ante", né quella "ex post", e quindi, pur dovendosi compilare l'Allegato B, non è necessario compilare le sezioni relative agli aspetti suddetti;
- quando si utilizzano le prescrizioni dell'Allegato A al decreto 58/2017 relative ad edifici in calcestruzzo armato con telai in due direzioni, le sezioni dei moduli relative all'attribuzione della Classe di rischio "ex ante" ed "ex post" possono non essere compilate essendo automaticamente assegnata la riduzione di una classe di rischio.
- quando si utilizzano le prescrizioni dell'Allegato A al decreto 58/2017 relative all'utilizzo del metodo semplificato per edifici in muratura, le sezioni dei moduli relative all'attribuzione della Classe di rischio "ex ante" ed "ex post" vengono compilate solo per le parti relative alla Classe di Rischio della costruzione nonché per l'indicazione dell'adozione del metodo semplificato;
- nel caso di demolizione e ricostruzione di interi edifici o loro porzioni, per il nuovo organismo ricostruito sarà comunque obbligatorio il rispetto del cap. 7 del DM 17 gennaio 2018 che quindi condurrà ad una costruzione antisismica, si considera quindi conseguita la riduzione di due classi di rischio e non sarà necessario compilare la sezione dei moduli relativa all'attribuzione della Classe di rischio "ex ante".

L'indirizzo operativo di cui sopra è coerente con il dettato e lo spirito delle norme tecniche, ed attua una oggettiva e dovuta semplificazione tesa ad incentivare la diffusione di interventi strutturali "trainanti", anche in combinazione con interventi di efficientamento energetico, senza peraltro ridurre né le responsabilità né i traguardi di prestazione strutturale previsti dal progettista nei singoli casi specifici.

Computo metrico e voci prezziario DEI

I prezzi degli interventi strutturali riportati nel presente caso di studio sono reperibili sul prezziario DEI 2021 "Recupero Ristrutturazione e Manutenzione" come sotto riportato:



A95285 (DEI 2021) Messa in sicurezza di tamponature contro il ribaltamento con sistema OLYMPUS SAFE. Rinforzo strutturale su elementi in muratura mediante sistema FRCM costituito da: rete preformata in fibra di vetro AR con tensione limite convenzionale per supporti in laterizio, tufo e pietrame $\sigma_{lim.conv.} > 970$ MPa, deformazione limite convenzionale $\epsilon_{lim.conv.} > 1,85\%$; matrice inorganica a base di calce idraulica naturale NHL 3,5 secondo EN 459-1, conforme ai requisiti stabiliti dalle norme EN 998-2 classificata M15, EN 998-1 classe CSIV ed EN 1504-3 classe R1, applicata in due mani successive da 5 mm; connettori preformati in GFRP costituiti da barre pultruse ad L diametro 7 mm in numero di 3 connettori a mq di rinforzo inghisati con resina in cartucce. Valutato a mq su singola faccia del paramento murario con spessore totale del rinforzo 10 mm. Con rete in fibra di vetro maglia 20 x 20 mm peso 320 g/mq - **OLY MESH GLASS 320**

A95078 (DEI 2021) Riparazione, rinforzo o adeguamento antisismico di strutture in calcestruzzo mediante posa a secco di tessuto / rete in fibra di carbonio ad alta resistenza, provvisto di Certificato di Valutazione Tecnica (C.V.T.) rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP. per i sistemi FRP, posato mediante le seguenti operazioni su supporto previamente pulito: applicazione a rullo o a pennello di primer epossidico, regolarizzazione della superficie, stesa di resina adesiva epossidica bicomponente, posa delle strisce di tessuto a mano o con l'ausilio di rullo, impregnazione delle stesse con ulteriore stesa di resina adesiva bicomponente, spruzzatura a mano di sabbia quarzifera con aggrappo per successivo strato di intonaco; esclusa la pulizia, preparazione del supporto e l'intonaco finale, valutato a m2 di tessuto / rete: con tessuto quadriassiale del peso di 400 g/m2 qualificato in Classe 210C (primo strato) – **OLY TEX CARBO 380 QUADRI-AX HR**

A95281 (DEI 2021) Riparazione, rinforzo o adeguamento antisismico di strutture in calcestruzzo mediante posa a secco di tessuto in fibra di aramide ad alto modulo, provvisto di Certificato di Valutazione Tecnica (C.V.T.) rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP. per i sistemi FRP posato mediante le seguenti operazioni su supporto previamente pulito: applicazione a rullo o a pennello di primer epossidico, regolarizzazione della superficie, stesa di resina adesiva epossidica bicomponente, posa delle strisce di tessuto a mano o con l'ausilio di rullo, impregnazione delle stesse con ulteriore stesa di resina adesiva bicomponente; esclusa la pulizia, preparazione del supporto e l'intonaco finale, valutato a m2 di tessuto: Unidirezionale in fibra di aramide del peso di 400 g/m2 qualificato in Classe 100A – **OLY TEX ARAMIDE 400 UNI-AX-HM**

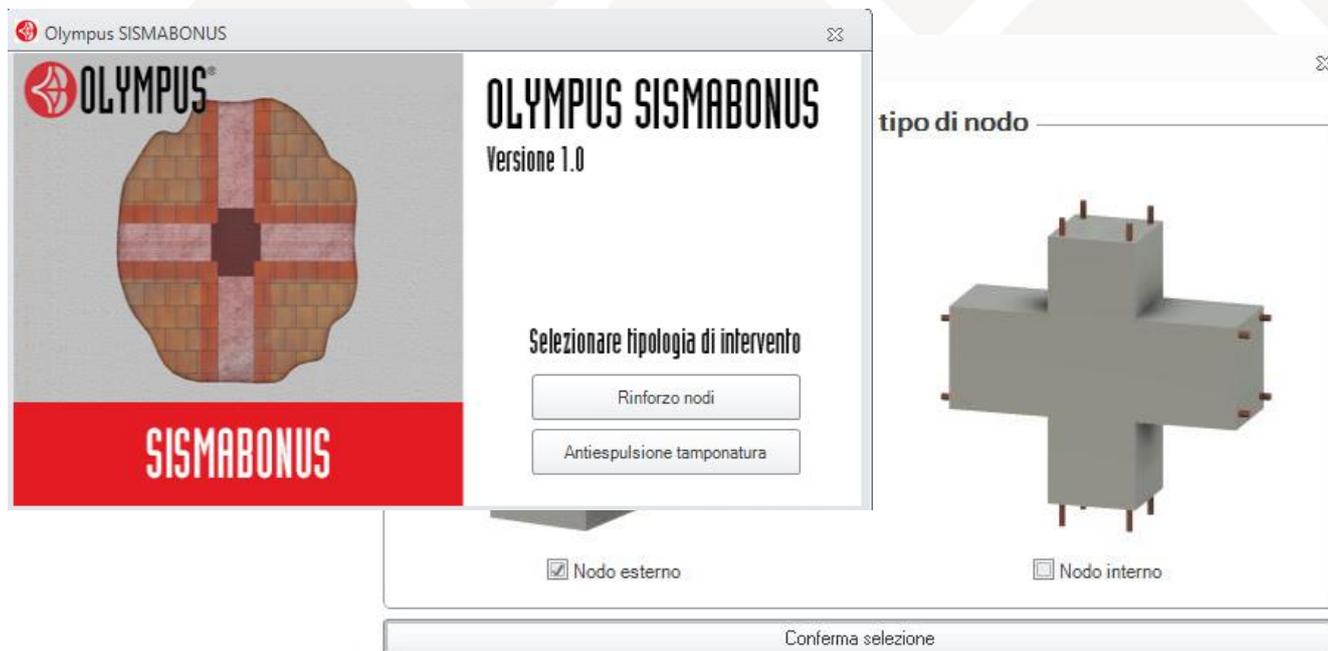
A95283 (DEI 2021) Connessione con corda in fibra di aramide unidirezionale ad elevato modulo elastico per riparazione, rinforzo o adeguamento di strutture in cemento armato, muratura o tufo mediante le seguenti operazioni: esecuzione di foro inclinato su parete di almeno 30 cm di profondità e $\varnothing 18 \div 20$ mm, impregnazione della corda con resina epossidica bicomponente fluida e successivo spaglio con sabbia fine, inserimento della corda nel foro riempito con primer bicomponente a base di resine epossidiche e successivamente con resina epossidica a media viscosità, compresa la finitura esterna mediante eliminazione della retina di protezione della corda stessa, apertura a ventaglio delle fibre lasciate all'esterno del foro e successiva stesa di resina bicomponente fluida, escluso l'intonaco finale, valutata per una lunghezza massima della corda di 50 cm – **OLY ROPE ARAMIDE**

Il software gratuito per calcolare il tuo intervento ed il relativo costo

Al fine di fornire uno strumento utile ai professionisti ed ai proprietari - di immobili per calcolare rapidamente il costo di un intervento di miglioramento sismico di strutture in c.a. mediante il metodo semplificato **OLYMPUS** ha sviluppato un nuovo software gratuito.

Inserendo pochi e semplici dati relativi al fabbricato oggetto di stima è possibile ottenere il calcolo del credito di imposta potenziale relativo agli interventi di miglioramento sismico proposti. Il software svilupperà un computo metrico delle opere strutturali al quale il tecnico potrà aggiungere il costo delle opere edili complementari.

Per effettuare le verifiche necessarie agli interventi di miglioramento sismico sopra descritte, **OLYMPUS**[®] ha ingegnerizzato un software per il dimensionamento strutturale degli interventi di consolidamento dei nodi in c.a. con fibre di carbonio FRP e degli interventi di antiribaltamento delle tamponature esterne con sistemi di consolidamento **FRCM** "**OLYMPUS SISMABONUS APP**" **scaricabile gratuitamente all'indirizzo** <https://www.olympus-italia.com/downloads/>



Sono quindi disponibili sul sito di OLYMPUS www-olympus-italia.com tutti gli strumenti per effettuare le valutazioni economiche e le verifiche strutturali necessarie al miglioramento sismico di strutture in c.a.