

---

# STRUTTURE PORTANTI

## Aspetti progettuali e normativi

*in collaborazione con gli Uffici del Genio Civile della Toscana*

Rubrica edita a cura del Collegio Ingegneri della Toscana - Gruppo di lavoro strutture

---

*Il Collegio degli Ingegneri della Toscana, al fine di adempiere ai propri compiti istituzionali di contribuire efficacemente allo svolgimento dell'esercizio delle professioni tecniche, sia a livello intellettuale e scientifico che a quello della prassi operativa legata alle norme tecnico-amministrative, ha promosso una collaborazione diretta con gli Ingegneri Dirigenti dell'Ufficio del Genio civile di Firenze, il Coordinatore dell'Ufficio Giancarlo Fianchisti e il Responsabile della Sezione Edilizia Luca Gori, per tenere sul Bollettino una Rubrica dedicata alle strutture portanti degli edifici. Questa riguarderà tutti gli aspetti connessi alle strutture portanti che comprendono la progettazione, specialmente per quanto concerne la interpretazione delle norme tecniche, la esecuzione, le pratiche amministrative del deposito, gli abusi, il contenzioso ed altro.*

*Referente organizzatore nominato dal Collegio è il Consigliere Lorenzo Conti.*

*Gli Ingegneri Fianchisti e Gori citati, che il Collegio ringrazia per la disponibilità, si faranno anche portavoce delle indicazioni che derivano dai lavori di coordinamento della Commissione tecnica di recente istituita sull'argomento delle strutture portanti in ambito regionale, della quale sono membri di diritto; ciò permetterà, almeno a livello regionale, univocità di interpretazione delle norme, unificazione delle procedure, semplificazioni operative.*

*I Responsabili del Collegio si augurano che la Rubrica sia interattiva, che i testi pubblicati siano di stimolo alla formulazione di quesiti e che, con il dialogo, siano rese esplicite le istanze generali anche dei professionisti in modo che si possa coralmemente contribuire a risolvere problemi specifici.*

*La istituzione della Rubrica fa parte di un più ampio disegno di promuovere, da parte del Collegio, più stretti rapporti con i propri Soci realizzando, senza scopo di lucro e senza responsabilità, un servizio gratuito di consultazione amichevole in vari campi, compreso quello già citato delle strutture portanti. Il servizio ha lo scopo di coltivare cultura e conoscenza necessarie per la qualità dell'attività professionale; nello specifico, l'obbiettivo è consentire di acquisire, attraverso l'attivazione di contatti fra Colleghi, opinioni su specifici temi tecnici e burocratici.*

*Il coordinamento del servizio è stato affidato al Vice Presidente Paolo Del Soldato.*

Gennaro TAMPONE

*Come noto l'attività di progettazione strutturale ha subito negli ultimi anni notevoli e molteplici cambiamenti. A partire dall'uscita dell'Ordinanza 3274/03 per terminare con la piena ed esclusiva entrata in vigore del DM 14.1.2008, i progettisti hanno dovuto superare un percorso ad ostacoli che si è rivelato, a dir poco arduo.*

*Se da un lato il mondo professionale che si occupa di strutture è stato giustamente richiamato ad una maggior attenzione nella progettazione ed esecuzione delle opere (anche in ragione degli eventi sismici del Molise 2002 e del Abruzzo 2009) è chiaro che le nuove normative hanno evidenziato una notevole serie di incertezze sia nel loro contenuto che nella loro applicazione corrente.*

*In una realtà come quella toscana, fiorentina in particolare, dove l'attività edilizia è concentrata prevalentemente sugli edifici esistenti si è reso necessario uno specifico approfondimento su quanto previsto dal Capitolo 8 delle NTC 2008, con particolare riguardo agli interventi locali e di riparazione.*

*È stata istituita una specifica Commissione tecnica, composta da rappresentanti delle Facoltà di Ingegneria e Architettura della Toscana, delle Federazioni degli Ordini degli Ingegneri e Architetti e dai rappresentanti degli Uffici del Genio Civile..*

*Quello che segue è il frutto dei primi incontri della Commissione. Tali indicazioni non vogliono sostituirsi alle norme tecniche nazionali né dare l'interpretazione autentica delle stesse ma fornire un possibile orientamento applicativo ai tecnici progettisti nell'affrontare la complessa e vastissima tematica degli interventi su edifici esistenti. Pertanto le indicazioni in esso contenute non sono da considerarsi strettamente prescrittive, restando nella responsabilità del progettista la scelta dei criteri e delle valutazioni progettuali.*

Giancarlo FIANCHISTI

### **ORIENTAMENTI INTERPRETATIVI IN MERITO A INTERVENTI LOCALI O DI RIPARAZIONE IN EDIFICI ESISTENTI**

#### **PRIMA PARTE**

##### **– PREMESSA**

##### **– INTERVENTI SULLE MURATURE IN ELEVAZIONE**

##### **Premessa**

Le NTC 2008 hanno introdotto alcuni nuovi concetti che nelle precedenti norme non erano presenti o erano solo accennati.

Le principali novità possono essere sintetizzate nei seguenti punti:

1. introduzione, rispetto al DM 1996, del concetto del livello di conoscenza dell'edificio. Si è voluto dare una metodologia sistematica e graduale che possa guidare con consapevolezza le scelte progettuali, sia per quanto riguarda i materiali in opera (pietrame, laterizi, ...) che per le tipologie strutturali presenti (pareti, solai, ...), nonché del livello di connessione dei vari macroelementi.
2. nuova classificazione degli interventi possibili: adeguamento, miglioramento, intervento locale o riparazione.
3. introduzione di specifiche metodologie di calcolo (statica, dinamica, statica non-lineare, dinamica non lineare) da applicare a tutto l'organismo strutturale nel caso di analisi complessiva (adeguamento, miglioramento).

Tuttavia la parte delle NTC che affronta gli interventi sugli edifici esistenti contiene esigue specifiche indicazioni di dettaglio.

Nella Circolare applicativa, e negli allegati alla stessa compaiono maggiori indicazioni che, comunque, forniscono indicazioni spesso finalizzate ad interventi di rilevanza notevole (adeguamento o miglioramento) lasciando poche indicazioni sugli interventi minori (locali o di riparazione).

Per una prima applicazione e al fine di dare utili indicazioni procedurali e tecniche, in attesa di eventuali ulteriori indicazioni ministeriali, si ritiene di fornire alcune indicazioni che possono risultare utili in fase di prima applicazione delle NTC, limitatamente agli "interventi locali" o di riparazione.

Si mette in evidenza che le casistiche che possono emergere nel campo degli interventi sugli edifici esistenti sono moltissime e non facilmente codificabili. Pertanto le indicazioni sottostanti hanno valore indicativo e potranno essere oggetto di adattamento al caso specifico in fase di progettazione. In ogni caso il progettista illustrerà nella relazione generale e di calcolo le proprie motivazioni e scelte che dovranno essere adeguatamente supportate.

Si precisa che il progettista si assume comunque la piena responsabilità del progetto e dei dettagli costruttivi, anche se ripresi da questo documento.

Si osserva, infine, che per le tipologie di interventi di tipo "locale" o "riparazione", le tecniche di intervento sono sostanzialmente analoghe a quelle previste dalle previgenti norme. Rimangono tuttavia indispensabili le verifiche previste dalle NTC 2008.

Riferimenti normativi essenziali: DM 14.1.2008 (NTC 2008)

1. Cap. 8 par. 4.3
2. Circolare esplicativa Cap. 8.4.3
3. Appendice della Circolare esplicativa C8.A

## 1. INTERVENTI SULLE MURATURE IN ELEVAZIONE

I comuni interventi che prevedono una diversa distribuzione delle aperture interne ed esterne negli edifici in muratura sono spesso oggetto di dubbi e incertezze.

Tali interventi, fisiologicamente connaturati al naturale evolversi delle esigenze distributive interne agli edifici esistenti, sono molto comuni e a volte abusati sia in numero che in dimensione dei singoli interventi, nonché scoordinati tra loro.

Senza ulteriormente soffermarsi sulla delicatezza di tali interventi la cui complessità è facilmente intuibile si vuole qui richiamare l'attenzione su alcuni aspetti di calcolo e costruttivi necessari per una corretta progettazione ed a una altrettanto corretta realizzazione.

I suggerimenti che seguono sono integrati da prescrizioni di "buon senso" che, se seguite, consentiranno di omettere ulteriori approfondimenti di calcolo e verifica.

In ogni caso, già in fase di progettazione architettonica, è opportuno limitare il più possibile il numero delle nuove aperture nelle pareti esistenti che dovranno essere motivate da effettive esigenze funzionali primarie. Si tenga presente che le strutture murarie non possono consentire la libertà distributiva interna, caratteristica propria delle strutture puntiformi (a telaio) in c.a. o acciaio.

### 1.1 *Analisi dello stato di fatto*

Per una corretta progettazione di un intervento sulle murature, specialmente ad un determinato livello o piano, occorre conoscere l'esatta altezza di interpiano, lo spessore della parete al netto dell'intonaco e la tipologia della muratura.

Inoltre è indispensabile conoscere se la muratura ha continuità ai piani superiori e inferiori.

Per i piani immediatamente superiore e inferiore (adiacenti) è necessario conoscere anche la distribuzione delle aperture in corrispondenza delle pareti oggetto di intervento.

La mancanza anche di uno solo dei dati descritti impedisce, di fatto, di poter correttamente progettare l'intervento sulla parete muraria al piano in questione.

Il livello di conoscenza che occorre acquisire è, quindi, almeno LC1 (verifiche limitate) così come descritto nel Cap. C8.A.1.A.2 e C8.A.1.A.3 della Circ.

In mancanza di specifiche prove sperimentali, i valori delle caratteristiche meccaniche della muratura potranno essere stimati in base alla tab. C8.A.2.1 o, in mancanza di altri riferimenti, facendo riferimento ad indicazioni contenute nella letteratura tecnica di comprovata validità.

Ai fini delle verifiche che devono essere condotte per questa tipologia di interventi si ritiene opportuno adottare i valori medi tra quelli proposti.

Non occorre dividere i valori suggeriti per il fattore di confidenza FC.

Come indicato al p.to 7.8.1.5.2 e C8A.2 si può fare riferimento alla rigidezza in condizioni fessurate e quindi di considerare i valori medi di E e G ridotti (50%).

In ogni caso i valori della tab. C8.A.2.1 devono essere corretti in funzione delle caratteristiche della malta, dell'altezza dei giunti, della presenza di ricorsi o listature, di diatoni (elementi di collegamento trasversali). I coefficienti correttivi sono indicati nella Tab. C8A.2.2

### **1.2 Calcolo e verifica**

Le indicazioni sono suggerite al punto C8.4.3. In particolare, ai fini del dimensionamento degli elementi e della parete nel suo stato di progetto, deve essere dimostrato:

- che la rigidezza dell'elemento variato (parete) non cambi significativamente rispetto allo stato preesistente ( $\pm 15\%$ );
- che la resistenza e la capacità di deformazione, anche in campo plastico, non peggiorino ai fini del comportamento rispetto alle azioni orizzontali. Il taglio ultimo della parete e lo spostamento ultimo dovranno essere superiori ai valori dello stato iniziale.

Dovrà essere sufficientemente argomentato che tale intervento non cambia significativamente il comportamento globale della struttura.

Il ripristino di rigidezza (elemento principale dell'intervento) può avvenire secondo le tecniche previste al punto C8.A.5.5 e C8.A.5.6. Generalmente si opera con l'inserimento di telai metallici rigidi in acciaio o in c.a. a cerchiatura del vano di progetto oppure con rinforzi sulle porzioni di murature residue laterali.

Pertanto le verifiche di cui sopra si effettueranno comparando la parete nello stato ante-operam e la parete post-operam, comprensiva degli interventi di rinforzo.

Nel caso si adottino cerchiature metalliche o in c.a. occorrerà verificare le sezioni e le unioni secondo le sollecitazioni derivanti dall'analisi eseguita secondo le NTC 2008.

### **1.3 Cantierizzazione**

La corretta posa in opera è determinante per la buona riuscita dell'intervento.

Nel caso si debba inserire una cerchiatura occorre che questa venga messa in carico all'interno della muratura di perimetro. Tale operazione si rende necessaria al fine di rendere la cerchiatura attiva specialmente per i carichi verticali. L'operazione di "caricamento" della cerchiatura può avvenire con l'ausilio di martinetti o altri tipi di attuatori.

L'ammorsamento laterale alla parete deve essere effettuato con opportune e diffuse zancature. Nel caso di cerchiature in pareti di piccolo spessore (1 testa) l'ancoraggio laterale deve essere realizzato preferibilmente con idonea fasciatura.

Le unioni tra i montanti e i traversi (architrave e traverso inferiore) devono assicurare il grado di vincolo ipotizzato nel calcolo.

L'incastro alla base potrà essere conseguito anche con tirafondi efficaci ancorati a cordoli in c.a.

Nel caso non sia possibile assicurare un efficace vincolo di incastro si dovrà procedere al ridimensionamento della cerchiatura riducendo conseguentemente la rigidezza dei montanti.

In ogni caso si dovrà assicurare il corretto ammorsamento perimetrale della cerchiatura alle mazzette laterali.

Nel caso si debba realizzare il rinforzo della muratura residua si dovranno seguire le indicazioni riportate di cui al punto C8.A.5.6. Si ricorda che nel caso di placcaggio (betoncino armato) questo deve essere realizzato su ambedue le facce della parete. I placcaggi su un solo lato non sono, di norma, da considerarsi efficaci ai fini dell'incremento della rigidezza del pannello murario.

### **1.4 Indicazioni dimensionali e costruttive**

Si ritiene che siano da evitare i seguenti interventi:

- eliminazione totale di una parete portante o di controvento. Tale intervento può essere ammissibile se inquadrato all'interno di una verifica più ampia rispetto a quella del generico interpiano;
- apertura di porte o finestre nelle pareti che lascino una mazzetta muraria laterale residua inferiore a 50 cm (escluso lo spessore del muro ortogonale). Tale limitazione non si applica nel caso in cui la parete oggetto di rinforzo prosegua oltre il muro ortogonale

Con il mancato rispetto delle suddette indicazioni decade la possibilità di considerare l'intervento come "locale", fatto salvo eventuali obblighi derivanti da altre normative da valutarsi caso per caso.

Non sono ammissibili, all'interno della tipologia degli "interventi locali", i seguenti interventi:

- inserimento di cerchiature a cavallo nelle intersezione delle murature;
- inserimento dei montanti nello spessore dei muri trasversali (ovvero nell'incrocio murario)
- apertura di porte o finestre nelle pareti perimetrali esterne a distanza inferiore ad 1 m dall'angolo compreso lo spessore del muro trasversale;

Inoltre:

- lo "spostamento" di porte o finestre nell'ambito della stessa parete muraria (chiusura e riapertura adiacente del vano) sono da considerarsi ammissibili anche se occorre tener presente che è opportuno rispettare il più possibile l'allineamento verticale delle aperture anche nelle pareti interne all'edificio. Il riallineamento di aperture può consentire la semplice realizzazione dell'architravatura; il disallineamento, di norma da evitare, comporta la realizzazione di opportuni provvedimenti di rinforzo.
- La chiusura di nicchie, vani porta, canne fumarie o finestre deve generalmente avvenire per tutto lo spessore e con materiali che ripristino la continuità strutturale. La nuova muratura deve essere convenientemente ammorsata ai lati e calzata a forza superiormente. La qualità e la tipologia della muratura devono essere compatibile con quelle della parete esistente.

Ai fini di valutare se un intervento che prevede la creazione di nuove aperture all'interno di un edificio in mu-

ratura sia da classificarsi come “intervento locale” oppure richieda verifiche di livello superiore, si può fare riferimento al seguente criterio:

- facendo riferimento alla “unità immobiliare” oggetto degli interventi, si valuta l’area della muratura resistente nelle due direzioni principali,  $A_{x1}$  e  $A_{y1}$ , nello stato attuale
- si valuta l’area di muratura resistente nelle due direzioni principali nello stato di progetto,  $A_{x2}$  e  $A_{y2}$  prescindendo dalle opere di rinforzo previste o già realizzate con precedenti interventi;
- se  $A_{x2}/A_{x1} > 85\%$  e  $A_{y2}/A_{y1} > 85\%$  l’intervento può essere considerato come locale, restando valide le indicazioni dimensionali e costruttive sopra indicate.

La nuova distribuzione delle aperture interne, oltre a prevedere idonee opere di rinforzo, deve essere tale da non alterare in modo sensibile la struttura resistente di piano ed il livello di regolarità della struttura.

**A SEGUIRE SUL PROSSIMO NUMERO DEL BOLLETTINO INGEGNERI LA SECONDA PARTE DEL DOCUMENTO:**

***PARTE 2-3-4***

***– INTERVENTI SUI SOLAI***

***– INTERVENTI SULLE COPERTURE***

***– ALCUNE CONSIDERAZIONI SUGLI INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO***