

MARCO BOSCOLO BIELO

EDILIZIA E
URBANISTICA



PROGETTARE E COSTRUIRE **SENZA ERRORI**

ASPETTI TECNICI, NORMATIVI E OPERATIVI
PER LA **SICUREZZA NELLE COSTRUZIONI**



**PRONTO
GRAFILL**

Clicca e richiedi di essere contattato
per **informazioni e promozioni**

**GRAFILL**

Marco Boscolo Bielo

PROGETTARE E COSTRUIRE SENZA ERRORI

ASPETTI TECNICI, NORMATIVI E OPERATIVI
PER LA **SICUREZZA NELLE COSTRUZIONI**

Ed. I (03-2026)

ISBN 13 978-88-277-0528-5

EAN 9 788827 705285

Collana **MANUALI**

L'Autore desidera ringraziare

l'Ing. Luigi Nulli e Concrete s.r.l. per Sismicad.



**Licenza d'uso da leggere attentamente
prima di attivare la WebApp o il Software incluso**

Usa un QR Code Reader
oppure collegati al link <https://grafill.it/licenza>

Per assistenza tecnica sui prodotti Grafill aprire un ticket su <https://www.supporto.grafill.it>

L'assistenza è gratuita per 365 giorni dall'acquisto ed è limitata all'installazione e all'avvio del prodotto, a condizione che la configurazione hardware dell'utente rispetti i requisiti richiesti.

© **GRAFILL S.r.l.** Via Principe di Palagonia, 87/91 - 90145 Palermo

Telefono 091/6823069 - Fax 091/6823313 - Internet <http://www.grafill.it> - E-Mail grafill@grafill.it

**CONTATTI
IMMEDIATI**



Pronto GRAFILL
Tel. 091 6823069



Chiamami
chiamami.grafill.it



Whatsapp
grafill.it/whatsapp



Messenger
grafill.it/messenger



Telegram
grafill.it/telegram

Finito di stampare presso **Tipografia Publistampa S.n.c. - Palermo**

Edizione destinata in via prioritaria ad essere ceduta nell'ambito di rapporti associativi.

Tutti i diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica e di riproduzione sono riservati. Nessuna parte di questa pubblicazione può essere riprodotta in alcuna forma, compresi i microfilm e le copie fotostatiche, né memorizzata tramite alcun mezzo, senza il permesso scritto dell'Editore. Ogni riproduzione non autorizzata sarà perseguita a norma di legge. Nomi e marchi citati sono generalmente depositati o registrati dalle rispettive case produttrici.

SOMMARIO

PREFAZIONE	p.	7
1. GLI STRUMENTI DELLA PROGETTAZIONE	"	9
1.1. La sicurezza strutturale: questa sconosciuta	"	9
1.2. Applicare un modello	"	14
1.3. Il range dei comportamenti limite	"	17
1.4. Il concetto di robustezza	"	19
1.5. La normativa sismica	"	21
1.6. L'incremento dei valori delle azioni sismiche	"	24
1.7. L'interpretazione del diagramma di spettro	"	26
1.8. Lo strutturista e il calcolatore	"	30
2. SICUREZZA STRUTTURALE DEGLI EDIFICI ESISTENTI	"	32
2.1. Sentenza di Cassazione Penale n. 24732 del 1 luglio 2010: crollo della scuola Francesco Jovine a San Giuliano di Puglia	"	32
2.2. Valutazione della sicurezza in edifici esistenti	"	36
2.3. Domanda e capacità	"	39
2.4. Obbligatorietà della valutazione di sicurezza	"	41
2.5. Inadeguatezza dell'opera per azioni non sismiche	"	43
2.6. Inadeguatezza dell'opera per azioni sismiche	"	44
2.7. Il caso del viadotto sul Polcevera	"	45
2.8. Adeguamento sismico	"	47
2.9. Caso di un contenzioso condominiale di sopraelevazione	"	50
2.10. Miglioramento sismico	"	59
2.11. Interventi locali	"	60
2.12. Criticità nell'inquadramento dei tipi di intervento	"	62
2.13. Opere abusive	"	63
3. COSTRUZIONI IN MURATURA PORTANTE	"	64
3.1. Murature portanti	"	64
3.2. Mattoni troppo robusti, malte troppo deboli	"	70

3.3.	Il muro terra-cielo e il sistema portante	p.	71
3.4.	Le costruzioni esistenti	"	74
3.5.	Muri portanti cosa?	"	77
3.6.	La devastazione del costruito storico	"	77
3.7.	Cerchiature conseguenti all'apertura di fori sui muri	"	82
3.8.	Nicchie e tracce	"	86
3.9.	Costruzioni in continuità	"	88
4.	I SOLAI	"	93
4.1.	Valutazione della funzionalità sismica	"	93
4.2.	Influenza dell'ipotesi di solaio infinitamente rigido nei modi di vibrare	"	100
4.3.	Alcune osservazioni nell'attribuzione dei modelli di comportamento globale in condizioni sismiche.....	"	102
4.4.	Apertura di fori nei solai.....	"	111
4.5.	Volte in muratura	"	112
4.6.	Il caso del crollo sull'ex Convento di Giaccherino	"	114
5.	COSTRUZIONI IN CALCESTRUZZO ARMATO	"	117
5.1.	L'ossatura portante.....	"	117
5.2.	L'ossatura portante "nuda"	"	118
5.3.	Strutture miste	"	120
5.4.	Funzione irrigidente delle murature nei telai	"	121
5.5.	Opere interne che potrebbero ridurre il livello di sicurezza	"	122
5.6.	Espulsione dei pompagni.....	"	126
5.7.	Il piano debole	"	127
5.8.	Regole di dettaglio	"	128
5.9.	Danni irreparabili.....	"	131
5.10.	Elementi di c.a. non collaboranti per gli effetti sismici	"	132
5.11.	Certificati di prova sui calcestruzzi non completamente validi	"	132
5.12.	Suggerimenti per l'esecuzione degli elaborati e l'operatività di cantiere.....	"	134
5.12.1.	Mancanza di dettagli sui nodi.....	"	134
5.12.2.	Mancata interazione fra progettista architettonico e strutturista.....	"	135
5.12.3.	Prescrizioni generiche sul calcestruzzo	"	135
5.12.4.	Sottovalutazione del problema relativo alle riprese di getto	"	135
5.12.5.	Assenza di istruzioni per la stagionatura	"	135
5.12.6.	Copriferro insufficiente	"	135
5.12.7.	Mancanza di previsione di passaggi di impianti.....	"	136
5.12.8.	Mancanza di indicazioni per le opere di demolizione.....	"	136

5.12.9.	Mancata valutazione delle opere provvisionali	p. 136
5.12.10.	Scarsità di indagini nel sottosuolo	" 136
5.12.11.	Standardizzazione e chiarezza nei disegni	" 136
6.	VERIFICHE DI ELEMENTI NON STRUTTURALI	" 137
6.1.	Cogenza di una valutazione da parte di un tecnico	" 137
6.2.	Responsabilità di progettisti, costruttori, produttori, fornitori e installatori	" 139
6.3.	Determinazione della domanda	" 141
6.4.	Divisori interni	" 143
6.5.	Tamponamenti esterni	" 144
6.6.	Controsoffitti	" 146
6.7.	Pannelli fotovoltaici	" 146
6.8.	Azioni sismiche su macchinari	" 152
6.9.	Messa in sicurezza di macchinari	" 153
6.10.	Parapetti e mancorrenti	" 155
6.11.	Pareti prefabbricate	" 156

APPENDICE A

METODI APPROSSIMATI PER LA DETERMINAZIONE DEL PERIODO FONDAMENTALE

A.1.	Metodo USCGS (United States Cost and Geodetic Survey)	" 159
A.2.	Metodo del D.M. LL.PP. 14/01/1996	" 161
A.3.	Metodo Housner	" 162
A.4.	Metodo del D.M. MIT 14/01/2008	" 163
A.5.	Metodo del D.M. MIT 17/01/2018	" 166
A.6.	Comparazione dei valori	" 166

APPENDICE B

CARATTERISTICHE MECCANICHE

PER MURATURE DI EDIFICI ESISTENTI

B.1.	Generalità	" 167
B.2.	Analisi storico-critica	" 168
B.3.	Rilievo strutturale e tipi di indagini	" 170
B.4.	Caratterizzazione meccanica dei materiali e classificazione delle prove	" 171
B.5.	Determinazione dei "livelli di conoscenza" e dei "fattori di confidenza"	" 175
B.6.	Resistenze di progetto	" 178
B.7.	Esempio di attribuzione dei parametri meccanici in un edificio	" 179

APPENDICE C

REGOLE DI DETTAGLIO PER STRUTTURE IN C.A.	p. 183
C.1. Travi	" 184
C.2. Pilastri	" 185
C.3. Copriferro	" 186
C.4. Interferro	" 187
C.5. Sovrapposizioni e giunzioni delle barre	" 188
C.6. Disposizione delle barre in gruppo	" 189
C.7. Armatura a taglio	" 190
C.8. Armatura a torsione	" 191
C.9. Piegatura delle staffe	" 192
C.10. Ancoraggio mediante barre saldate	" 192
C.11. Dettagli esecutivi per le zone sismiche	" 193

APPENDICE D

MECCANISMO DI PUNTONE DIAGONALE

DELLE MURATURE INTERNE AI TELAI	" 197
D.1. Modello proposto dalla Circolare n. 65/1997	" 198
D.2. Rigidezza di un telaio tamponato e implicazioni concettuali	" 199
D.3. Verifiche secondo la Circolare n. 65/1997	" 202

LA WEBAPP INCLUSA: CONTENUTI E ATTIVAZIONE	" 205
Contenuti della WebApp	" 205
Requisiti hardware e software	" 205
Attivazione della WebApp	" 205

PREFAZIONE

A volte un errore in fase di progetto o di esecuzione di un'opera può comportare conseguenze sgradite ai committenti, ai progettisti e agli esecutori. In questi anni di attività professionale ho potuto riscontrare che, in alcuni ambiti relativi agli interventi edilizi, molti di questi errori sono generati dal fatto che si ignora, o si conosce poco, la normativa tecnica per le costruzioni.

Ad esempio alcuni ritengono che variazioni forometriche o di partizioni interne siano attività "libere" se non incidono sulle "murature portanti", ma quando si chiede cosa sia un "muro portante", in moltissimi casi la risposta è sbagliata. L'errata cognizione del tema comporta operazioni quasi certamente destinate ad essere "non conformi alla norma vigente". In situazioni del genere il vizio non emerge subito ma quando capita un "danno" o, peggio, altri tipi di eventi che comportino azioni di tipo penale. Nel caso in cui il tecnico, il costruttore o il committente abbiano sottovalutato o ignorato le disposizioni tecniche potrebbero trovarsi di fronte a inconvenienti di non poco conto.

L'esempio sopra riportato è solo uno dei tanti raccolti in questo volume. Essi derivano da riscontri rilevati in progetti da me visionati, da consulenze di parte per casi di contenzioso e da avvenimenti che hanno riscosso molto clamore nelle cronache.

Apparentemente potrebbe sembrare che il testo sia indirizzato prevalentemente a coloro i quali si occupano precipuamente di strutture e, invece, non è proprio così. Le tematiche dovrebbero interessare soprattutto quei tecnici che non si occupano direttamente di strutture ma che comunque operano nel settore delle costruzioni. Costoro spesso sono coinvolti in procedure amministrative (ad esempio SCIA o CILA) nelle quali sottoscrivono asseverazioni previste dalla semplificazione normativa, prestampate su modelli standard, che ignorano molti aspetti relativi alle norme tecniche per le costruzioni e che portano ad assunzioni di responsabilità impensate.

Con queste premesse ho cercato di inquadrare il problema della sicurezza strutturale; delle responsabilità dei vari operatori di settore; del comportamento dei fabbricati in caso di terremoti; della valutazione dei "modelli" di calcolo rispetto alla "realtà"; dei "vuoti normativi" e di altre tematiche che il lettore potrà consultare nel libro.

A differenza di altre mie pubblicazioni ho voluto dare una impostazione concettuale proprio per estendere il messaggio anche a coloro che non sono propriamente inclini e interessati alle trattazioni analitiche relative agli algoritmi di calcolo. Tuttavia ho comunque cercato di esplicitare le concettualità descritte con esempi applicativi abbastanza semplici.

Non meno significativi sono i casi in cui ho illustrato quei "vuoti normativi" dove gli operatori del settore non sanno bene come regolarsi, e allora si rimpiange il fatto che la norma non c'è.

Altri temi fondamentali che ho cercato di evidenziare nel campo strutturale sono relativi alla comprensione concettuale della differenza fra "modello" e "realtà" laddove comporta conclusioni di calcolo completamente errate quantunque "giuste".

All'interno di questa complessità di argomenti ho creato un percorso che attraverso lo svolgimento successivo dei capitoli dovrebbe aiutare il lettore ad entrare in sintonia con i concetti.

In questi anni sono successe molte cose: le norme tecniche per le costruzioni hanno avuto una trasformazione significativa; gli standard qualitativi della nostra vita sono cambiati e, conseguentemente, sono stati aggiornati i livelli di sicurezza in molti campi delle attività umane, anche nelle costruzioni; gli elaboratori di calcolo hanno preso il sopravvento; l'intelligenza artificiale è alle porte, non avendo ancora ben chiaro quali siano le possibili implicazioni nelle nostre attività professionali e umane.

Tutte le fasi analitiche e di routine saranno probabilmente demandate agli elaboratori e agli automi ma io spero che a noi restino sempre ben chiari i concetti e le finalità.

Marco Boscolo Bielo

GLI STRUMENTI DELLA PROGETTAZIONE

1.1. La sicurezza strutturale: questa sconosciuta

La sicurezza strutturale è un argomento molto complesso per il quale esistono tante pubblicazioni specialistiche. Lungi dal voler dare una trattazione approfondita del problema, in questa sede intendo evidenziare solo alcuni aspetti concettuali che tuttavia mi sembrano sostanziali. In estrema sintesi l'analisi relativa alla sicurezza strutturale mira alla definizione di *modelli condivisi di comportamento da adottare per lo studio delle strutture* nelle costruzioni. Questi modelli sono determinati in base a schemi di comportamento, noti con il termine di *schemi statici* e da diagrammi di comportamento dei materiali (diagrammi *tensioni-deformazioni* o *sforzi-deformazioni*). Inoltre, con l'aiuto di elaborazioni di tipo statistico e probabilistico si perviene anche alla determinazione di alcuni parametri noti come *coefficienti di sicurezza*.

Con un semplice esempio possiamo inquadrare il problema del modello strutturale nel seguente modo (figura 1.1). Se consideriamo l'azione del vento che agisce su un albero ci accorgiamo che si tratta di individuare:

- 1) come schematizzare l'azione del vento;
- 2) come schematizzare il *sistema strutturale albero*;
- 3) come schematizzare la sua capacità di far fronte all'azione del vento.

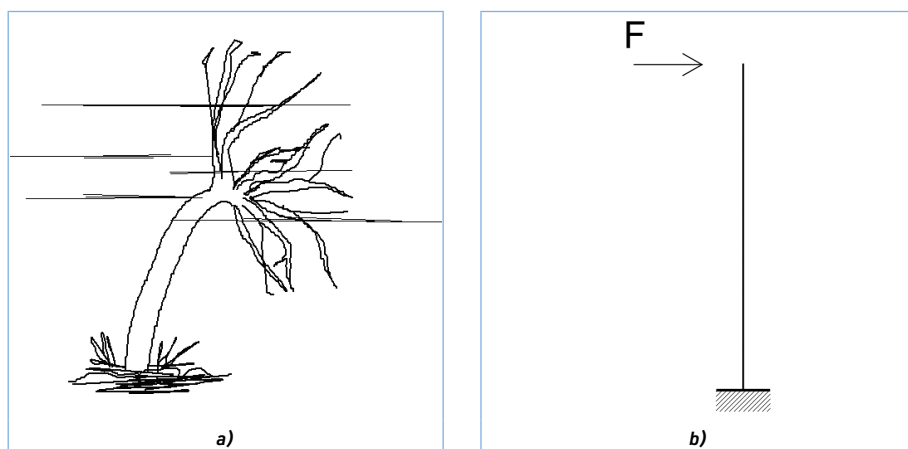


Figura 1.1. Schema statico

SICUREZZA STRUTTURALE DEGLI EDIFICI ESISTENTI

2.1. Sentenza di Cassazione Penale n. 24732 del 1 luglio 2010: crollo della scuola Francesco Jovine a San Giuliano di Puglia

Nel capitolo precedente è stata riportata una breve cronistoria dell'evoluzione normativa italiana ricordando i fatti accaduti nel 2002 nella scuola "Francesco Jovine" a San Giuliano di Puglia. Le cronache dell'epoca riferiscono che, precedentemente all'evento sismico, sulla scuola erano stati eseguiti alcuni lavori per i quali furono sottoposti a giudizio penale alcuni soggetti coinvolti nel progetto e nell'esecuzione degli stessi.

Di seguito riporto alcuni contenuti estratti dal dispositivo della Sentenza di Cassazione Penale n. 24732 del 1 luglio 2010¹, in quanto a mio avviso rivestono un sostanziale interesse poichè inquadrano e chiariscono una serie di temi relativi agli interventi su edifici esistenti e alle responsabilità gravanti su vari soggetti tecnici:

«Ineludibile esigenza di chiarezza espositiva impone, richiamata la puntigliosa ricostruzione del fatto, operata con ampiezza, nel prologo della sentenza di appello, di evidenziare che l'edificio scolastico della Jovine in San Giuliano di Puglia, interessato dal crollo totale per cui è processo, fu progettato nel 1957, realizzato nel 1960, ampliato con lavori ultimati nel 1967, trasformato con lo spostamento dell'ingresso nel 1972, poi modificato con spostamento della scala di accesso con taglio di trave portante nel 1979, fu infine ampliato per sopraelevazione con procedimento avviato nel 1999 e con completamento dei lavori edili nel 2002.

Eguale risulta, dall'insieme degli atti, che il plesso della scuola in San Giuliano di Puglia al 2002 era costituito da un edificio in cemento armato e tamponature in laterizio, dedicato a palestra, da due edifici collegati tra loro dei quali un edificio caratterizzato da murature verticali di mattoni dello spessore di circa m. 0,4, dedicato a scuola materna, realizzato in tempo successivo a quello di completamento dell'edificio poi interamente crollato, consolidato nella stessa epoca della sopraelevazione dell'altra ala, e da un edificio, in muratura e pietre con parti in cemento armato e cemento precompresso, oggetto di sopraelevazione nel 2002 (quest'ultimo dedicato a scuola elementare e media).

¹ https://olympus.uniurb.it/index.php?option=com_content&view=article&id=4120:cassazione-penale
Nei contenuti qui riportati, i nomi propri sono stati sostituiti da X, Y ecc.

COSTRUZIONI IN MURATURA PORTANTE

3.1. Murature portanti

Sono definite costruzioni in *muratura portante ordinaria* i fabbricati realizzati con sistemi in blocchi artificiali (mattoni) legati con malta (legante), in grado di sopportare azioni verticali e orizzontali. Gli elementi verticali (maschi murari) sono collegati tra di loro da solai, ovvero orizzontamenti di piano. Questi ultimi possono anche essere inclinati (generalmente nel caso di coperture a falde). Il tutto ovviamente impostato su un apparato fondale realizzato in calcestruzzo armato (travi continue, platee, ecc.).

Nella modellazione teorica del comportamento strutturale si fa riferimento a pannelli murari, ovvero la schematizzazione avviene considerando un *macroelemento* di muratura.

Con riferimento alla figura 3.1, questo può essere costituito da un elemento prismatico di dimensione $L \times t \times H$, dove:

- L = lunghezza del muro;
- t = spessore del muro;
- H = altezza dell'elemento considerato (spesso l'interpiano).

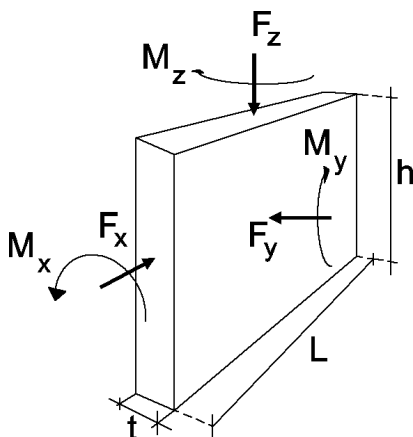


Figura 3.1. Pannello murario e schema delle azioni secondo i tre assi di riferimento

Le sollecitazioni sono così denominate:

- F_z = azioni verticali nel piano o anche sforzo normale (N);

I SOLAI

4.1. Valutazione della funzionalità sismica

I solai (o orizzontamenti o impalcati) sono elementi strutturali che svolgono principalmente due tipi di funzioni:

- **sostegno dei carichi verticali** (pavimenti, mobili, persone, ecc.);
- **distribuzione delle azioni orizzontali** (vento, azioni sismiche, ecc.).

In entrambi i casi le azioni vengono trasferite dai solai ai sostegni verticali (pilastri, murature, ecc.).

Come anticipato al paragrafo 3.4 la distribuzione delle azioni orizzontali risulta di fondamentale importanza per quanto riguarda il comportamento scatolare di una costruzione ed è assicurata quando vi siano le condizioni affinché il comportamento del solaio possa definirsi *infinitamente rigido* nel proprio piano (comportamento *a diaframma*).

Nelle nuove costruzioni, gli orizzontamenti possono essere considerati infinitamente rigidi nel loro piano se sono realizzati:

- 1) in *calcestruzzo armato*;
- 2) in *latero-cemento* con soletta in c.a. di almeno 40 mm di spessore;
- 3) in *struttura mista* con soletta in cemento armato di almeno 50 mm di spessore, ad esempio solai in legno con soletta collaborante in c.a., solai in acciaio-calcestruzzo con soletta collaborante in c.a. In tal caso la soletta deve essere collegata da connettori a taglio opportunamente dimensionati agli elementi strutturali in acciaio o in legno.

Inoltre, gli orizzontamenti devono garantire una sovreresistenza alle azioni orizzontali da trasmettere ai ritti pari al 30%.

Negli edifici esistenti non sempre le sopraindicate condizioni risultano soddisfatte. Ne consegue che il comportamento risulta affetto da un certo grado di deformabilità, tuttavia la circolare applicativa delle NTC consente di considerare infinitamente rigidi nel loro piano quei solai per i quali gli «*spostamenti orizzontali massimi in condizioni sismiche non superano per più del 10% quelli calcolati con l'assunzione di piano rigido*».

Una prima valutazione qualitativa del comportamento dei solai, per edifici esistenti, può essere effettuata secondo le indicazioni contenute nel «*Manuale per la compilazione della scheda di 1° livello di rilevamento danno, pronto intervento e agibilità per edifici ordinari nell'emergenza post-sismica (AeDES)*», emanate dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri – Dipartimento di Protezione Civile (Giugno 2009), riportate nelle figure 4.1 e 4.2.

COSTRUZIONI IN CALCESTRUZZO ARMATO

5.1. L'ossatura portante

Nel corso del '900 vi è stata una diffusione del calcestruzzo armato conseguente al progresso delle conoscenze tecniche sul funzionamento combinato dei materiali calcestruzzo e acciaio in barre e, pertanto, gli edifici con ossatura portante in c.a., entrano nella prassi costruttiva comune.

In una prima fase di passaggio tra il sistema portante in muratura e la tipologia a telai in c.a., si riscontra un utilizzo ibrido combinato tra telai e murature portanti (soprattutto in laterizio) nelle cosiddette *strutture miste in c.a.*, dove il funzionamento dei due sistemi è difficilmente distinguibile anche se risulta chiaro che i progettisti facessero affidamento su entrambi. In una fase successiva gli elementi in muratura assunsero sempre più la funzione di "tamponamenti", anche in virtù del loro alleggerimento in termini di massa (elementi forati).

Con l'evoluzione della normativa antisismica (D.M. 3/03/1975, all'indomani del terremoto del Friuli) ci si è indirizzati verso una netta distinzione tra strutture in muratura portante e strutture intelaiate in calcestruzzo armato eliminando la possibilità di far funzionare insieme i due sistemi per quanto riguarda le azioni sismiche.

A partire dal 1996¹, nell'*ambito delle costruzioni in muratura* viene consentito l'utilizzo di strutture di diversa tecnologia per *supportare i carichi verticali*, purché l'azione sismica sia integralmente affidata alla parte in muratura.²

Oggigiorno la situazione relativa alla codificazione delle possibili tipologie strutturali in calcestruzzo armato è definita dalle NTC 2018 con la seguente classificazione³:

- **strutture a telaio**, nelle quali la resistenza alle azioni sia verticali che orizzontali è affidata principalmente a telai spaziali, aventi resistenza a taglio alla base $\geq 65\%$ della resistenza a taglio totale;
- **strutture a pareti**, nelle quali la resistenza alle azioni sia verticali che orizzontali è affidata principalmente a pareti, singole o accoppiate, aventi resistenza a taglio alla base $\geq 65\%$ della resistenza a taglio totale;

¹ D.M. 16/01/1996, recante «*Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche*».

² Con lo stesso decreto viene inoltre introdotta la possibilità, entro certi limiti, di realizzare edifici in muratura portante nella parte inferiore e sormontati da un piano con struttura in calcestruzzo armato o acciaio.

³ In particolare per quanto concerne le *strutture sismo-resistenti*.

VERIFICHE DI ELEMENTI NON STRUTTURALI

6.1. Cogenza di una valutazione da parte di un tecnico

Quantunque possa sembrare strano che lo strutturista debba occuparsi anche degli *elementi non strutturali* di una costruzione, bisogna considerare che, in ogni caso, la norma tecnica tutela la sicurezza e l'incolumità delle persone praticamente in relazione a tutti gli aspetti relativi alle parti che compongono un fabbricato.

Quindi se, tanto per fare un esempio, il telaio di una finestra si stacca e la finestra cade dal quinto piano di un fabbricato, causando vittime, certamente verrà aperta una indagine per acclarare le responsabilità in relazione alle modalità con le quali quel componente è stato installato e si andrà a verificare se gli aspetti della progettazione e dell'installazione siano stati conformi alle norme di settore.

Nella fattispecie, il D.M. 17/01/2018 esplicita e definisce in modo inequivocabile queste tematiche che spesso, invece, vengono sottovalutate:

«Nel caso di interventi non dichiaratamente strutturali (impiantistici, di ridistribuzione degli spazi, ecc.) dovrà essere valutata la loro possibile interazione con gli SLU (stati limite ultimi) e gli SLE (stati limite di esercizio) della struttura o parti di essa.».

Innanzitutto bisogna notare che viene utilizzata la locuzione: "dovrà essere valutata" e non "potrà essere valutata", dunque la norma determina l'obbligatorietà di questa valutazione. Ora si tratta di comprendere quali siano i soggetti a cui l'obbligo va ascritto.

Poiché il tipo di intervento non è "dichiaratamente strutturale", è pacifico che non presuppone il deposito del progetto strutturale secondo gli artt. 65 e 93 del D.P.R. n. 380/2001.

È possibile dunque che in questi casi non sia prevista la presenza di uno strutturista che assume una responsabilità formale dell'intervento, in generale documentata negli atti di deposito. Tuttavia le NTC, al paragrafo 7.2.3, dispongono di veri e propri criteri di progettazione degli *elementi strutturali secondari* e degli *elementi costruttivi non strutturali* come riportiamo di seguito.

Bisogna innanzitutto tenere presente che le norme tecniche definiscono due gruppi di *elementi costruttivi non strutturali (NS)*:

- 1) «quelli con rigidezza, resistenza e massa tali da influenzare in maniera significativa la risposta strutturale della costruzione»;

APPENDICE A

METODI APPROSSIMATI PER LA DETERMINAZIONE DEL PERIODO FONDAMENTALE



**PRONTO
GRAFILL**

**CLICCA per maggiori informazioni
... e per te uno SCONTO SPECIALE**

A.1. Metodo USCGS (United States Cost and Geodetic Survey)

Metodo semi-empirico statunitense. La valutazione del periodo fondamentale nelle due direzioni principali x e y di un fabbricato è dato da:

$$T_{1x} = 0,11 \frac{H}{\sqrt{B_x}} \quad (\text{A.1})$$

$$T_{1y} = 0,11 \frac{H}{\sqrt{B_y}} \quad (\text{A.2})$$

con:

- H = altezza dell'edificio espressa in metri;
- B_x = massima dimensione di pianta, espressa in metri rispetto al periodo fondamentale in x;
- B_y = massima dimensione di pianta, espressa in metri rispetto al periodo fondamentale in y.

ESEMPIO – Determinazione del periodo fondamentale di un edificio con USCGS

Si determinino i periodi fondamentali lungo le direzioni x ed y dell'edificio avente pianta come indicato in figura A.1 e di altezza pari 10 metri.

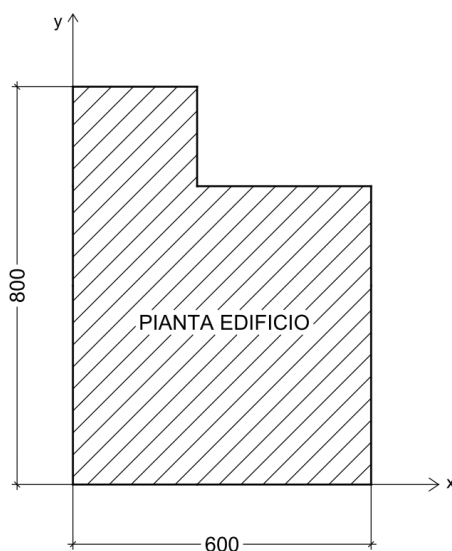


Figura A.1. Pianta edificio

$$T_{1x} = 0,11 \frac{H}{\sqrt{B_x}} = 0,11 \frac{10}{\sqrt{6}} = 0,449 \text{ s} \quad (\text{A.3})$$

$$T_{1y} = 0,11 \frac{H}{\sqrt{B_y}} = 0,11 \frac{10}{\sqrt{8}} = 0,389 \text{ s} \quad (\text{A.4})$$

APPENDICE B

CARATTERISTICHE MECCANICHE PER MURATURE DI EDIFICI ESISTENTI



**PRONTO
GRAFILL**

**CLICCA per maggiori informazioni
... e per te uno SCONTO SPECIALE**

B.1. Generalità

Per gli edifici esistenti, le NTC 2018 prevedono una serie di procedure codificate finalizzate alla definizione della conoscenza e della modellazione del sistema strutturale, nonché all'attribuzione dei parametri meccanici di calcolo. In sintesi esse possono così riassumersi:

- a) controlli visivi e ricognizioni *in situ*;
- b) reperimento di documentazione del progetto originario e/o di varianti;
- c) indagini sperimentali.

È indubbio che il primo punto è quello immediatamente constatabile dal progettista, il quale, in ragione di opportuni sopralluoghi, si fa un'idea dello stato dei materiali e del loro eventuale degrado.

La ricerca di documentazione afferente alla costruzione può indirizzarsi verso eventuali disegni, relazioni di calcolo, depositi di atti presso enti competenti ecc.

A seconda dei livelli di conoscenza che si vogliono realizzare per gli interventi, può risultare necessario effettuare una campagna di indagini sui materiali, eseguite da un laboratorio autorizzato, su campioni estratti e/o in situ. Queste permetteranno la definizione dei parametri meccanici dei materiali per la realizzazione del modello di calcolo.

Il D.M. 17/01/2018 (NTC 2018), dal punto di vista generale, delinea la situazione in questo modo:

«Nelle costruzioni esistenti le situazioni concretamente riscontrabili sono le più diverse ed è quindi impossibile prevedere regole specifiche per tutti i casi. Di conseguenza, il modello per la valutazione della sicurezza dovrà essere definito e giustificato dal progettista, caso per caso, in relazione al comportamento strutturale atteso, tenendo conto delle indicazioni generali di seguito esposte.».

B.2. Analisi storico-critica

Le NTC definiscono "analisi storico-critica" una delle fasi relative alla ricognizione degli elementi necessari alla definizione dei parametri meccanici dei materiali e del modello strutturale che definisce la costruzione:

«Ai fini di una corretta individuazione del sistema strutturale e del suo stato di sollecitazione è importante ricostruire il processo di realizzazione e le successive modificazioni subite nel tempo dalla costruzione, nonché gli eventi che l'hanno interressata.».

L'analisi storico-critica mira ad una ricostruzione storica degli eventi che hanno caratterizzato la vita del fabbricato, ad esempio: se abbia o meno subito delle alterazioni rispetto alla sua concezione-configurazione originaria, se siano stati fatti degli ampliamenti o, al contrario, eliminazioni di alcune parti, ecc. Questi sono infatti gli aspetti essenziali e

APPENDICE C

REGOLE DI DETTAGLIO PER STRUTTURE IN C.A.



**PRONTO
GRAFILL**

**CLICCA per maggiori informazioni
... e per te uno SCONTO SPECIALE**

C.1. Travi

Armatura minima in zona tesa

L'armatura longitudinale minima $A_{s\min}$ in zona tesa deve essere maggiore di entrambi i seguenti casi:

$$1) \quad A_{s\min} \geq 0,26 \times (f_{ctm} / f_{yk}) \times b_t \times d \quad (C.1)$$

$$2) \quad A_{s\min} \geq 0,0013 \times b_t \times d \quad (C.2)$$

con:

- b_t = larghezza media in zona tesa, per una trave a T con piattabanda compressa, nel calcolare il valore di b_t si considera solo la larghezza dell'anima;
- d = altezza utile (ovvero dal lembo compresso al baricentro dell'armatura tesa);
- f_{ctm} = resistenza media a trazione assiale del calcestruzzo teso;
- f_{yk} = resistenza caratteristica delle barre d'armo.

Esempio C.1

Trave di sezione $b = 40$ cm; $h = 25$ cm; Calcestruzzo Classe C25/30

$$f_{ctm} = 0,3 \times 25^{2/3} = 2,56 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2 \text{ per acciaio tipo B450C}$$

$$b_t = \text{larghezza media in zona tesa} = 400 \text{ mm}$$

$$d = \text{altezza utile} = 220 \text{ mm (ovvero dal lembo compresso al baricentro delle barre tese)}$$

$$1) \quad A_{s\min} = 0,26 \times 2,56 \text{ daN/cm}^2 / 450 \text{ daN/cm}^2 \times 400 \text{ mm} \times 220 \text{ mm} = 130 \text{ mm}^2$$

$$2) \quad A_{s\min} = 0,0013 \times 400 \times 220 = 115 \text{ mm}^2$$

Considerando che $1 \varnothing 8 = 50 \text{ mm}^2$ occorrono almeno 3 $\varnothing 8$, se invece adottiamo barre con diametro 10 mm, poiché $A_s = 78.5 \text{ mm}^2$, ne occorrono almeno 2.

Armatura minima negli appoggi

Negli appoggi di estremità, all'intradosso va prevista un'armatura ben ancorata, dimensionata secondo il modello a traliccio per il taglio e la traslazione delle trazioni da momento flettente, in funzione dell'inclinazione delle bielle compresse di calcestruzzo.

Armatura massima in zona tesa e compressa

L'armatura longitudinale massima $A_{s\max}$ in zona tesa o compressa al di fuori delle zone di sovrapposizione delle barre, ovvero come area utile, non deve essere superiore a:

$$A_{s\max} \leq 0,04 A_c \quad (C.3)$$

essendo A_c = area del calcestruzzo.

Esempio C.2

Nel caso di trave con dimensioni di cui all'esempio precedente si ha:

APPENDICE D

MECCANISMO DI PUNTONE DIAGONALE DELLE MURATURE INTERNE AI TELAI



**PRONTO
GRAFILL**

**CLICCA per maggiori informazioni
... e per te uno SCONTO SPECIALE**

D.1. Modello proposto dalla Circolare n. 65/1997

Il modello di calcolo proposto dalla Circolare n. 65/1997¹ per valutare, con *sufficiente approssimazione, il comportamento di un telaio contenente una tamponatura muraria e sottoposto all'azione di una forza laterale*, è quello del cosiddetto "puntone diagonale".

Le ipotesi per la sua applicabilità sono le seguenti (vedi figura D.1):

- 1) Il telaio deve essere costituito da elementi di cemento armato o metallici adeguatamente collegati fra loro nei nodi ed aderenti alla tamponatura. Questa deve essere efficacemente collegata alla intelaiatura in modo che ne sia assicurato il contatto e quindi l'aderenza tale da garantire la trasmissione di sforzi normali e tangenziali oltre all'inamovibilità.
- 2) Il rapporto h/L fra i lati del pannello murario deve essere compreso di norma tra 0,5 e 2,0.
- 3) Il rapporto h/t fra l'altezza e lo spessore del pannello murario non deve essere superiore a 20.
- 4) Nel pannello di tamponatura non devono essere presenti aperture, salvo che queste siano delimitate da intelaiature in cemento armato atte a ricostituire la continuità dei due tratti delle diagonali di muratura.

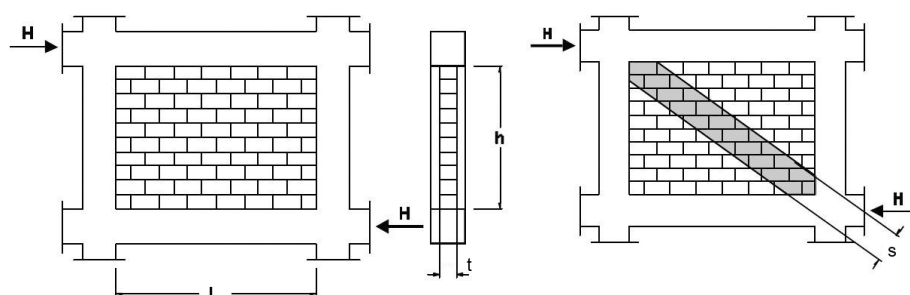


Figura D.1. Schema del modello di puntone diagonale

Il puntone diagonale viene assimilato ad una biella avente le seguenti caratteristiche meccaniche e geometriche (vedi figura D.2):

- E_m = modulo elastico della muratura
- d = lunghezza della diagonale = $\sqrt{L^2 + h^2}$ (D.1)
- s = altezza del puntone = $d / 10$ (D.2)
- t = spessore del puntone = spessore della muratura (D.3)
- A = area della sezione retta = $s \times t$ (D.4)
- rigidezza equivalente del puntone = $\left(\frac{E \cdot A}{d} \right)_{eq} = 0,1 \cdot E_m \cdot A$ (D.5)

¹ Ministero dei lavori pubblici, Presidenza del Consiglio Superiore – Servizio Tecnico Centrale, Circolare n. 65/AA.GG. del 10 aprile 1997, recante «Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. 16 gennaio 1996».

LA WEBAPP INCLUSA: CONTENUTI E ATTIVAZIONE

Contenuti della WebApp

La **WebApp inclusa**, parte integrante della pubblicazione, gestisce lo **Speciale Testo Unico Edilizia**, una banca dati di normativa e giurisprudenza, costantemente aggiornata dalla redazione di www.lavoripubblici.it, che consente di accedere ai seguenti contenuti:

- Norme nazionali e regionali;
- Giurisprudenza TAR;
- Giurisprudenza Consiglio di Stato;
- Giurisprudenza Corte di Cassazione;
- Giurisprudenza Corte Costituzionale;
- Documenti ANAC.

Requisiti hardware e software

- Dispositivi con MS Windows, Mac OS X, Linux, iOS o Android;
- Accesso a internet e browser web con Javascript attivo;
- Software per gestire documenti PDF e Office.

Attivazione della WebApp

- 1) Collegati al seguente indirizzo internet:

https://www.grafill.it/pass/0528_5.php

- 2) Inserisci i codici **[A]** e **[B]** riportati alla fine del libro e clicca **[Continua]**;
- 3) Accedi al tuo **account Grafill** oppure creane uno;
- 4) Clicca sul pulsante **[Gcloud]**;
- 5) Clicca sul pulsante **[WebApp]** in corrispondenza del prodotto acquistato;
- 6) Fai il *login* con le credenziali del tuo **account Grafill**;
- 7) Clicca sulla copertina del libro presente nello scaffale **Le mie App**;
- 8) Si aprirà una finestra di dialogo con le risorse disponibili.

