



Claudio Ciavattini

Apertura Vani in pareti portanti in zona sismica

PROGETTO DEGLI INTERVENTI DI RINFORZO E CONSOLIDAMENTO

- Progetto degli interventi locali
- Calcolo rigidezza, resistenza e deflessione
- Dimensionamento cerchiature con tondini
- Verifica agli stati limite
 - Telaio in c.a. – Telaio metallico e collegamenti
 - Architravi metalliche o in c.a.
- Redazione della relazione tecnica e di calcolo
- AGGIORNATO AL D.M. 17 GENNAIO 2018 (NTC 2018)

SETTIMA EDIZIONE

SOFTWARE INCLUSO

ESEMPIO DI RELAZIONE ILLUSTRATIVA SULLE METODOLOGIE DI CALCOLO E DI VERIFICA ADOTTATE;
FOGLI DI CALCOLO PER LA VERIFICA DI APERTURE IN PARETI PORTANTI, PER LE VERIFICHE AGLI SLU
SUL TELAIO E RELATIVI COLLEGAMENTI SALDATI E SULL'ARCHITRAVE; ESEMPI NUMERICI DI CALCOLO



Claudio Ciavattini

APERTURA VANI IN PARETI PORTANTI IN ZONA SISMICA

Ed. VII (4-2018)

ISBN 13 978-88-8207-995-6

EAN 9 788882 079956

Collana **Software** (107)

Ciavattini, Claudio <1961->

Apertura vani in pareti portanti in zona sismica : progetto degli interventi di rinforzo e consolidamento / Claudio Ciavattini. – 7. ed. – Palermo : Grafill, 2018.

(Software ; 107)

ISBN 978-88-8207-995-6

1. Edifici in muratura – Consolidamento - Zone sismiche.

690.22 CDD-23

SBN Pal0306724

CIP – Biblioteca centrale della Regione siciliana "Alberto Bombace"

Il volume è **disponibile anche in eBook** (formato *.pdf) compatibile con **PC, Macintosh, Smartphone, Tablet, eReader**.

Per l'acquisto di eBook e software sono previsti pagamenti con c/c postale, bonifico bancario, carta di credito e PayPal.

Per i pagamenti con carta di credito e PayPal è consentito il download immediato del prodotto acquistato.

Per maggiori informazioni inquadra con uno Smartphone o un Tablet il Codice QR sottostante.



I lettori di Codice QR sono disponibili gratuitamente su Play Store, App Store e Market Place.

© **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

Finito di stampare nel mese di aprile 2018

presso **Tipografia Luxograph S.r.l.** Piazza Bartolomeo Da Messina, 2 – 90142 Palermo

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.



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

INDICE

1. INTRODUZIONE	p.	7
1.1. Aspetti normativi	"	7
1.2. Percezione dell'indebolimento strutturale	"	10
1.3. Evoluzione della normativa	"	15
2. COMPORTAMENTO DI PARETI IN MURATURA	"	17
2.1. Calcolo della rigidezza.....	"	17
2.1.1. Caso di parete con aperture	"	20
2.2. Calcolo della resistenza	"	22
2.2.1. Fascia di piano	"	24
2.2.2. Maschi murari	"	25
2.3. Identificazione del livello di conoscenza	"	30
2.3.1. La geometria	"	30
2.3.2. I dettagli costruttivi	"	31
2.3.3. Le proprietà dei materiali	"	31
2.4. Livelli di conoscenza e caratteristiche dei materiali	"	35
2.5. Comportamento dei maschi murari.....	"	38
Esempio 1	"	40
Esempio 2	"	43
3. REALIZZAZIONE DI NUOVE APERTURE	"	50
Esempio 3	"	51
3.1. Verifica della rigidezza.....	"	53
Esempio 4	"	55
3.1.1. Dimensionamento della cerchiatura.....	"	57
Esempio 5	"	59
3.2. Verifica della resistenza	"	62
Esempio 6	"	65
3.3. Posizione dell'apertura nella parete.....	"	69
3.4. Rinforzo dei maschi murari con FRP.....	"	72
Esempio 7	"	78
3.5. Rinforzo dei maschi murari con tecniche tradizionali	"	80
4. VERIFICA DEL TELAIO METALLICO DI CERCHIATURA E DELL'ARCHITRAVE	"	85
4.1. Classificazione delle sezioni	"	86

4.2.	Verifica del telaio	p.	88
4.2.1.	Verifica di resistenza agli SLU dei piedritti e del traverso.....	"	92
4.2.2.	Verifica di deformabilità del traverso superiore (SLE)	"	93
4.2.3.	Verifica delle unioni e dei giunti	"	94
4.3.	Verifica dell'architrave.....	"	102
4.3.1.	Verifica di resistenza allo SLU – collasso per formazione di cerniera plastica	"	103
4.3.2.	Verifica di deformabilità (SLE).....	"	105
4.3.3.	Verifica della muratura per carichi concentrati	"	105
5.	VERIFICA DEL TELAIO IN C.A. E DELL'ARCHITRAVE	"	108
5.1.	Verifica del telaio	"	108
5.1.1.	Verifica a presso flessione dei piedritti e del traverso	"	109
5.1.2.	Verifica a taglio dei piedritti e del traverso	"	115
5.1.3.	Verifica di deformabilità del traverso.....	"	116
5.1.4.	Verifica delle tensioni di esercizio	"	116
5.2.	Verifica dell'architrave.....	"	117
5.2.1.	Verifica a flessione	"	117
5.2.2.	Verifica delle tensioni di esercizio	"	118
6.	ESEMPI APPLICATIVI	"	119
6.1.	Modifica delle aperture senza necessità di opere di rinforzo/consolidamento.....	"	120
6.1.1.	Progetto dell'architrave in acciaio	"	135
6.1.2.	Progetto dell'architrave in c.a.	"	140
6.2.	Modifica di aperture con inserimento di telaio metallico	"	147
6.3.	Modifica di aperture con inserimento di telaio in c.a.	"	169
6.4.	Calcolo della forza sismica agente sul telaio	"	183
7.	ESEMPI	"	185
7.1.	Esempio 1. Apertura vano porta in parete portante.....	"	185
7.2.	Esempio 2. Apertura finestra su prospetto.....	"	201
7.3.	Esempio 3. Ampliamento apertura esistente	"	206
	APPENDICE LEGISLATIVA	"	219
–	Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 17 gennaio 2018 <i>Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni». (stralcio)</i>	"	221
–	Decreto del Ministero delle Infrastrutture 14 gennaio 2008 <i>Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni. (stralcio)</i>	"	231

– Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 14 settembre 2005 <i>Norme tecniche per le costruzioni. (stralcio).....</i>	p.	239
– Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 16 gennaio 1996 <i>Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche. (stralcio)</i>	"	243
– Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 2 febbraio 2009, n. 617 <i>Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008. (stralcio)</i>	"	251
– Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003, n. 3274 <i>Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.....</i>	"	254
INSTALLAZIONE DEL SOFTWARE INCLUSO	"	257
– Note sul software incluso	"	257
– Requisiti hardware e software	"	258
– Download del software e richiesta della password di attivazione	"	258
– Installazione ed attivazione del software	"	259
GUIDA ALL'UTILIZZO DI MODELLI ED ESEMPI	"	260
BIBLIOGRAFIA.....	"	270

INTRODUZIONE

1.1. Aspetti normativi

Gli interventi sugli edifici esistenti sono regolamentati dal punto 8 delle Norme Tecniche sulle Costruzioni (d'ora in avanti NTC), emanate con decreto del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 17 gennaio 2018, pubblicato sul Supplemento Ordinario n. 8 della *Gazzetta Ufficiale* n. 42 del 20 febbraio 2018.

In attesa della emanazione della relativa circolare esplicativa o delle linee guida, si può fare riferimento alla Circolare n. 617/CSLLPP del 2 febbraio 2009 contenente le *“Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni”* (NTC 2008), pubblicata sul Supplemento Ordinario n. 27 alla *Gazzetta Ufficiale* n. 47 del 26 febbraio 2009.

Gli interventi vengono distinti in:

- **Interventi di riparazione o locali:** interventi che interessino singoli elementi strutturali e che, comunque, non riducano le condizioni di sicurezza preesistenti.
- **Interventi di miglioramento:** interventi atti ad aumentare la sicurezza strutturale preesistente, senza necessariamente raggiungere i livelli di sicurezza fissati al paragrafo 8.4.3 nelle norme.
- **Interventi di adeguamento:** interventi atti ad aumentare la sicurezza strutturale preesistente, conseguendo i livelli di sicurezza fissati al paragrafo 8.4.3 delle norme.

Solo gli interventi di miglioramento ed adeguamento sono sottoposti a collaudo statico.

Riparazione o intervento locale

Secondo il punto 8.4.1 delle NTC: *“Gli interventi di questo tipo riguarderanno singole parti e/o elementi della struttura. Essi non debbono cambiare significativamente il comportamento globale della costruzione e sono volti a conseguire una o più delle seguenti finalità:*

- *ripristinare, rispetto alla configurazione precedente al danno, le caratteristiche iniziali di elementi o parti danneggiate;*
- *migliorare le caratteristiche di resistenza e/o di duttilità di elementi o parti, anche non danneggiati;*
- *impedire meccanismi di collasso locale;*
- *modificare un elemento o una porzione limitata della struttura;*

Il progetto e la valutazione della sicurezza potranno essere riferiti alle sole parti e/o elementi interessati, documentando le carenze strutturali riscontrate e dimostrando che, rispetto alla configurazione precedente al danno, al degrado o alla variante, non vengano prodotte sostanziali modifiche al comportamento delle altre parti e della struttura nel suo insieme e che gli interventi non comportino una riduzione dei livelli di sicurezza preesistenti.

La relazione di cui al § 8.3 che, in questi casi, potrà essere limitata alle sole parti interessate dall'intervento e a quelle con esse interagenti, dovrà documentare le carenze strutturali

riscontrate, risolte e/o persistenti, ed indicare le eventuali conseguenti limitazioni all'uso della costruzione.

Nel caso di interventi di rafforzamento locale, volti a migliorare le caratteristiche meccaniche di elementi strutturali o a limitare la possibilità di meccanismi di collasso locale, è necessario valutare l'incremento del livello di sicurezza locale.”.

Intervento di miglioramento

Secondo il punto 8.4.2 delle NTC:

“La valutazione della sicurezza e il progetto di intervento dovranno essere estesi a tutte le parti della struttura potenzialmente interessate da modifiche di comportamento, nonché alla struttura nel suo insieme.

Per la combinazione sismica delle azioni, il valore di ζ_E può essere minore dell'unità. A meno di specifiche situazioni relative ai beni culturali, per le costruzioni di classe III ad uso scolastico e di classe IV il valore di ζ_E , a seguito degli interventi di miglioramento, deve essere comunque non minore di 0,6, mentre per le rimanenti costruzioni di classe III e per quelle di classe II il valore di ζ_E , sempre a seguito degli interventi di miglioramento, deve essere incrementato di un valore comunque non minore di 0,1.

Nel caso di interventi che prevedano l'impiego di sistemi di isolamento, per la verifica del sistema di isolamento, si deve avere almeno $\zeta_E = 1,0$.”.

Intervento di adeguamento

Secondo il punto 8.4.3 delle NTC:

“L'intervento di adeguamento della costruzione è obbligatorio quando si intenda:

- a) sopraelevare la costruzione;*
- b) ampliare la costruzione mediante opere ad essa strutturalmente connesse e tali da alterarne significativamente la risposta;*
- c) apportare variazioni di destinazione d'uso che comportino incrementi dei carichi globali verticali in fondazione superiori al 10%, valutati secondo la combinazione caratteristica di cui alla Equazione 2.5.2 includendo i soli carichi gravitazionali. Resta comunque fermo l'obbligo di procedere alla verifica locale delle singole parti e/o elementi della struttura, anche se interessano porzioni limitate della costruzione;*
- d) effettuare interventi strutturali volti a trasformare la costruzione mediante un insieme sistematico di opere che portino ad un sistema strutturale diverso dal precedente; nel caso degli edifici, effettuare interventi strutturali che trasformano il sistema strutturale mediante l'impiego di nuovi elementi verticali portanti su cui grava almeno il 50% dei carichi gravitazionali complessivi riferiti ai singoli piani;*
- e) apportare modifiche di classe d'uso che conducano a costruzioni di classe III ad uso scolastico o di classe IV.”.*

Il progetto di interventi su edifici esistenti dovrà comunque, di norma, comprendere le seguenti attività, che il progettista dovrà calibrare opportunamente in base alla tipologia ed estensione dell'intervento:

- Rilievo plano-altimetrico della costruzione;
- Rilievo strutturale, comprese le strutture di fondazione;
- Rilievo dello stato fessurativo e/o distorsivo della struttura;

COMPORTAMENTO DI PARETI IN MURATURA

2.1. Calcolo della rigidezza

Una parete in muratura senza aperture, può essere analizzata considerando il pannello (maschio murario) vincolato con incastro fisso alla base e incastro scorrevole in sommità, dove agisce la forza di taglio F (comportamento alla “Grinter”):

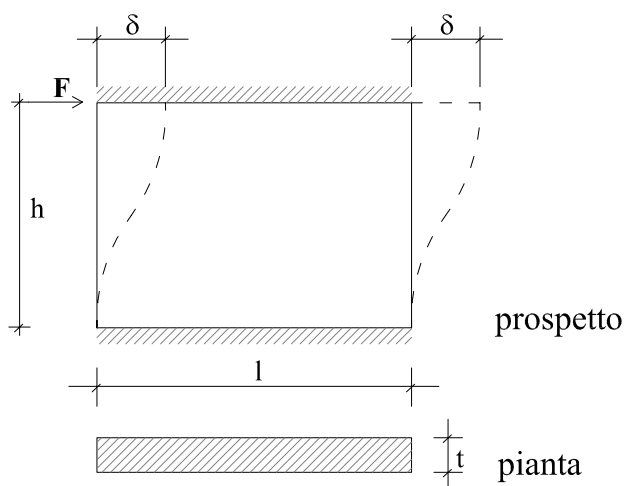


Figura 2.1.

La parete può dunque assimilarsi ad un'asta verticale incastrata ai due estremi.

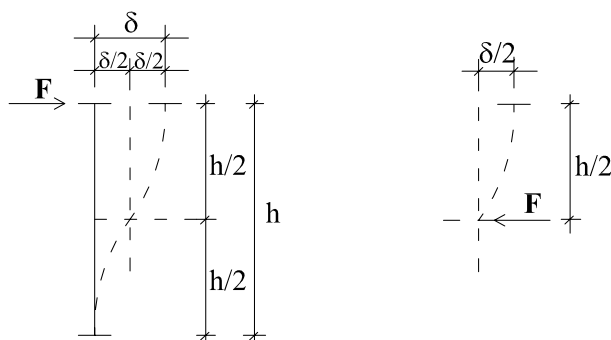


Figura 2.2.

Per effetto della forza F , l'estremo superiore subisce uno spostamento δ , somma di due contributi, quello dovuto alla flessione δ^F e quello dovuto al taglio δ^T :

Contributo flessionale:

$$\frac{\delta^F}{2} = F \frac{(h/2)^3}{3EJ}$$

da cui:

$$\delta^F = \frac{Fh^3}{12EJ}$$

Contributo tagliente:

$$\frac{\delta^T}{2} = \chi F \frac{(h/2)}{GA}$$

da cui:

$$\delta^T = \chi \frac{Fh}{GA}$$

Lo spostamento totale sarà dato da:

$$\delta = \delta^F + \delta^T = \frac{Fh^3}{12EJ} + \chi \frac{Fh}{GA}$$

da cui:

$$\delta = F \left(\frac{h^3}{12EJ} + \chi \frac{h}{GA} \right) \quad (2.1.1)$$

Indicando con K la rigidezza (forza necessaria per ottenere lo spostamento unitario) si ha:

$$K = F/\delta$$

e quindi si determina la formula per il calcolo della rigidezza di una parete soggetta ad azione tagliente orizzontale in sommità, nell'ipotesi di traversi rigidi a flessione (shear type).

In questo caso il contributo tagliente non è trascurabile, specie quando siamo in presenza di pareti tozze:

REALIZZAZIONE DI NUOVE APERTURE

L'allegato 11.E dell'O.P.C.M. n. 3274/2003 prevede che la realizzazione di nuove aperture nei muri portanti sia accompagnata dalla posa in opera di un telaio chiuso, ad esempio in acciaio, di rigidezza e resistenza tali da ripristinare la condizione preesistente.

Questo concetto viene ripreso anche dalle NTC (punto 8.7.4) e dalla Circolare n. 617/CSLLPP del 2 febbraio 2009 *"Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni"* dove al punto C8A.5.5 si prevede, per la realizzazione di nuove aperture, l'inserimento di un telaio chiuso di rigidezza e resistenza tali da ripristinare la condizione preesistente. Infatti, l'apertura di un varco nella muratura provoca una diminuzione della rigidezza e della resistenza di quest'ultima, oltre a modificarne il comportamento globale.

Tale diminuzione delle capacità della muratura non sono tanto legate alla geometria della porzione che viene asportata, quanto invece alla geometria della parete che rimane ossia quella nello "stato finale" cioè ad apertura effettuata.

Le perdite di rigidezza e di resistenza dovute alla realizzazione di un varco, si calcolano quindi come differenza tra i corrispondenti valori delle pareti calcolati nella situazione iniziale e quelli nella situazione finale. A volte, erroneamente, le perdite di rigidezza e resistenza vengono calcolate prendendo a riferimento la porzione di muratura da asportare, considerandola, al solito, come una parete vincolata alla "Grinter"; questo procedimento non è corretto perché a parità di larghezza del varco da effettuare, si ha l'assurdo che ad una minore altezza dello stesso corrisponde una maggiore richiesta di rinforzo della parete (figura 3.1) ossia ad una minore quantità di parete asportata corrisponde un maggior rinforzo da mettere in atto.

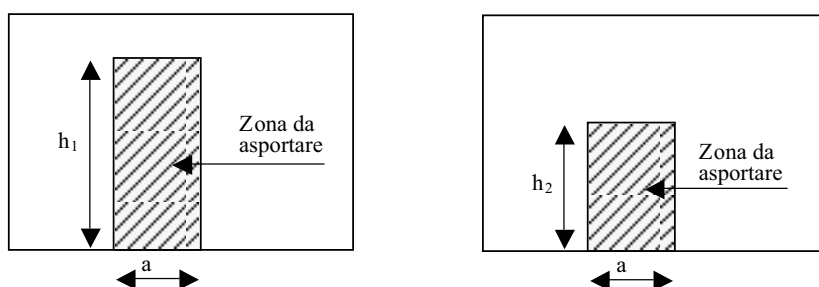


Figura 3.1.

Infatti: $h_1 > h_2$ implica $K_2 > K_1$ (dalla formula 2.1.4) dove K_1 è la perdita di rigidezza della parete nell'ipotesi di asportare una porzione di altezza h_1 (coincidente con la rigidezza della porzione di muratura di altezza h_1 e larghezza a); K_2 è la perdita di rigidezza della parete nell'ipotesi di asportare una porzione di altezza h_2 (coincidente con la rigidezza della porzione di muratura di altezza h_2 e larghezza a).

Ne risulta, come già anticipato, che ad una minore asportazione di materiale corrisponderebbe un maggior indebolimento della parete e quindi un maggior rinforzo da mettere in atto per ripristinare lo stato preesistente (senza apertura). Per maggiore chiarezza si riporta l'esempio seguente.

Esempio 3

Si deve realizzare un'apertura in una parete in pietra, dello spessore di 45 cm. Sulla sommità della parete insiste un carico uniformemente distribuito pari a 90 KN/m.

Si procede al calcolo della rigidezza richiesta al rinforzo da mettere in atto, procedendo in due modi distinti.

Il primo, caso A), prevede di calcolare la perdita di rigidezza nel modo definito "errato" ossia uguagliando la rigidezza del rinforzo in progetto a quella della porzione di muratura asportata; il secondo, caso B), prevede invece il calcolo del rinforzo da mettere in atto attraverso la valutazione della perdita di rigidezza subita dalla parete nel passaggio dalla fase iniziale a quella finale (con realizzazione della nuova apertura).

Caratteristiche della parete:

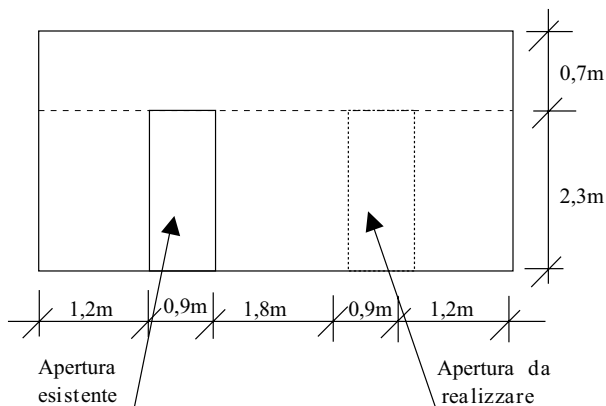
$$G = 780 \text{ N/mm}^2$$

$$E = 2400 \text{ N/mm}^2$$

$$w = 22 \text{ KN/m}^3$$

Caso a)

Si calcola la perdita di rigidezza che subisce la parete, valutandola considerando la porzione di muratura da asportare.



Calcolo della rigidezza da asportare

	G	t	l	h	A	E	K
	N/mm ²	m	m	m	m ²	N/mm ²	KN/m
1	780	0,45	0,9	2,3	0,41	2400	41338,3
RIGIDEZZA ASPORTATA (KN/m)							41338,31

VERIFICA DEL TELAIO METALLICO DI CERCHIATURA E DELL'ARCHITRAVE

Il telaio metallico, i relativi collegamenti e l'eventuale architrave devono essere verificati agli SLU e SLE rispetto a quanto previsto dalle NTC 2018.

In sintesi, le verifiche da effettuare sul telaio metallico sono:

1. resistenza delle membrature;
2. deformabilità del traverso;
3. collegamento saldato tra piedritto e traverso superiore o inferiore;
4. collegamento saldato tra piedritto e piastra di base;
5. giunto di base.

La verifica di stabilità flessione torsionale può, generalmente, essere omessa perché le ali dei profilati sono di solito collegate efficacemente alla muratura adiacente per mezzo di barre d'acciaio inghisate nella muratura stessa (figura 4.1); in questo modo, l'ala compressa è vincolata alla muratura che quindi ne contrasta efficacemente gli spostamenti e le rotazioni, costituendo quindi un valido vincolo rispetto all'instabilità flessione torsionale.

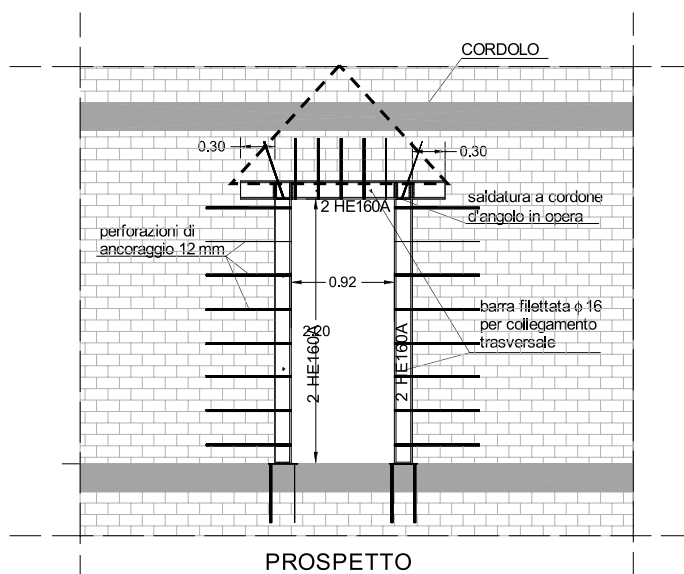


Figura 4.1.

Nel caso in cui siano presenti i cordoli di piano in c.a. come in figura 4.1, allora si potrà optare per una cerchiatura dove il traverso inferiore è costituito dal cordolo stesso; in questo caso i piedritti saranno vincolati al cordolo mediante piastra in acciaio e tirafondi in modo da

realizzare un vincolo ad incastro. Nel caso invece di assenza del cordolo in c.a., si provvederà a realizzare una cerchiatura mediante telaio chiuso in acciaio, quindi anche con traverso inferiore in acciaio.

Per quanto riguarda, invece, le verifiche da effettuare sull'architrave, si ha:

1. resistenza delle membrature;
2. deformabilità dell'architrave;
3. verifica della muratura per carichi concentrati (tensioni sull'appoggio).

4.1. Classificazione delle sezioni

Per eseguire le verifiche è necessario, preliminarmente, procedere alla classificazione delle sezioni dei profili da impiegare secondo quanto riportato al punto 4.2.3.1 delle NTC 2018.

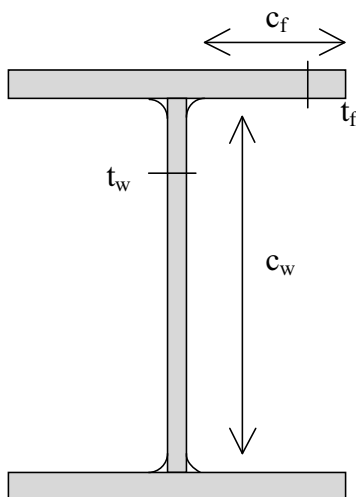
La classe di un profilo, che dipende dalla snellezza dei suoi componenti (ala e anima) e dal tipo di acciaio, indica la sua capacità di plasticizzare (capacità rotazionale): i profili appartenenti alle classi 1 e 2 sono in grado di sviluppare il momento plastico e sono dette “duttili” quelle di classe 1 e “compatte” quelle di classe 2; viceversa, i profili appartenenti alle classi 3 e 4 non riescono a raggiungere il momento plastico perché intervengono fenomeni di instabilità locali; sono dette rispettivamente “semi-compatte” e “snelle”.

Generalmente, dal momento che usualmente si impiegano profili tipo IPE o HE, ci si trova ad utilizzare sezioni di classe 1 o 2.

La classe di un profilo, ad esempio IPE o HE si stabilisce a partire dalla classe dei suoi componenti compressi (anima e ala), per i quali occorre calcolare la snellezza, intesa come rapporto tra lunghezza e spessore:

- per l'anima: c_w/t_w ;
- per l'ala: c_f/t_f .

I valori della snellezza così ottenuti si confrontano con i limiti imposti dalle norme (punto 4.2.3.1. NTC 2018) e quindi è agevole attribuire la classe di appartenenza.



VERIFICA DEL TELAIO IN C.A. E DELL'ARCHITRAVE

La cerchiatura in c.a. deve essere verificata agli SLU e SLE rispetto a quanto previsto dalle NTC 2018 e, in sintesi, le verifiche riguardano: la resistenza dei piedritti e del traverso alle sollecitazioni di sforzo normale, flessione e taglio (SLU), la deformabilità del traverso (SLE) e la tensioni di esercizio (SLE).

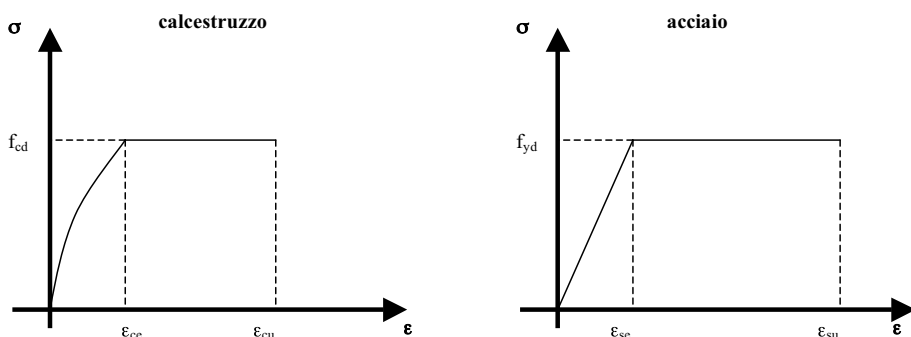
Analogamente a quanto detto per il telaio metallico, la verifica di stabilità del piedritto può essere omessa in quanto quest'ultimo risulta collegato alla muratura adiacente per mezzo di perforazioni armate che quindi ne contrastano gli spostamenti laterali.

Le verifiche da fare invece sulla sola architrave, qualora appunto l'intervento preveda solo questo tipo di elemento strutturale, sono:

1. resistenza dell'architrave alla sollecitazione di flessione e taglio (SLU);
2. deformabilità dell'architrave (SLE);
3. tensioni di esercizio (SLE);
4. verifica della muratura per carichi concentrati (tensioni sull'appoggio – SLU).

Per quanto riguarda il legame costitutivo dei materiali (calcestruzzo e acciaio) si può far riferimento ai diagrammi tensioni-deformazioni riportati di seguito. Per l'acciaio si considera un tratto plastico limitato al 10%.

Per lo scopo del presente libro, la possibilità di sfruttare i benefici (in termini soprattutto di duttilità) del legame costitutivo del calcestruzzo confinato, non viene presa in considerazione in quanto, l'eventuale cerchiatura in c.a. sarebbe comunque inserita all'interno di una struttura in muratura senza possibilità di governarne la risposta sismica.



5.1. Verifica del telaio

Una volta calcolate le sollecitazioni, così come indicato al punto 4.2, definita la geometria della sezione, il tipo di calcestruzzo, il numero e diametro dei tondini sia in zona tesa che in

zona compressa, si esegue la verifica dei piedritti, sollecitati a presso/tenso flessione e taglio e poi la verifica del traverso, sollecitato a presso/flessione e taglio.

5.1.1. Verifica a presso flessione dei piedritti e del traverso

Le verifiche si eseguono confrontando la capacità, espressa in termini di resistenza e, quando richiesto, di duttilità, con la corrispondente domanda, secondo le relazioni:

$$M_{Rd} = M_{Rd}(N_{Ed}) \geq M_{Ed} \quad \mu_{\phi} = \mu_{\phi}(N_{Ed}) \geq \mu_{Ed}$$

dove:

M_{Rd} = valore di progetto del momento resistente corrispondente a N_{Ed} ;

N_{Ed} = valore di progetto dello sforzo normale sollecitante;

M_{Ed} = valore di progetto del momento di domanda;

μ_{ϕ} = valore di progetto della duttilità di curvatura corrispondente a N_{Ed} ;

μ_{Ed} = domanda in termini di duttilità di curvatura.

Per la resistenza della sezione si fa riferimento ai campi di rottura per tensioni normali così come definiti dalle norme tecniche, con distribuzione semplificata delle tensioni di compressioni nel calcestruzzo (stress-block).

Con riferimento alla seguente figura 5.1 ed assumendo:

- per il calcestruzzo $\epsilon_{cu} (\%) = 3,5$ $\epsilon_{ce} (\%) = 2$
- per l'acciaio $\epsilon_{su} (\%) = 10$ $\epsilon_{se} (\%) = 1,86$ ($\epsilon_{se} = E_s / f_{yd}$)

mediante semplici proporzioni si ricava:

- $x_1 = 0,167 \cdot d$;
- $x_2 = 0,259 \cdot d$ (rottura bilanciata);
- $x_3 = 0,653 \cdot d$;
- c = copriferro;
- h, b = altezza e base della sezione;
- d = altezza utile della sezione ($h - c$);
- A_s, A'_s = armatura in zona tesa e armatura in zona compressa;
- $f_{cd} = 0,83 \cdot 0,85 \cdot R_{ck} / \gamma_c$ = tensione di calcolo del calcestruzzo;
- $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$ = tensione di calcolo dell'acciaio.

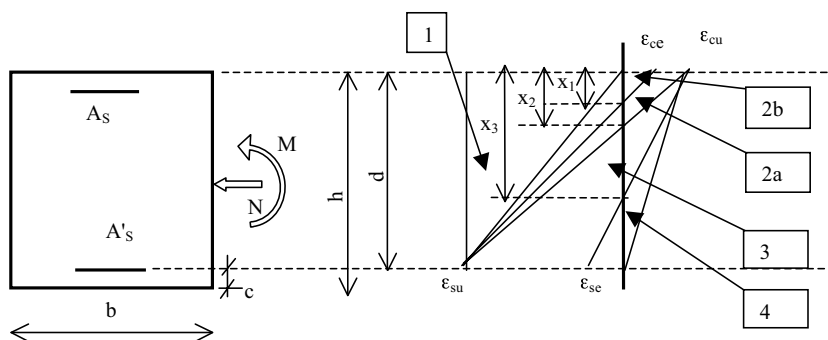


Figura 5.1. Campi di rottura

ESEMPI APPLICATIVI

Si riportano di seguito alcuni casi applicativi, riguardanti il progetto di nuove aperture in muri portanti, accompagnate da relazione di calcolo certificanti il miglioramento ottenuto sulle pareti interessate, in termini di rigidezza, di resistenza e di duttilità.

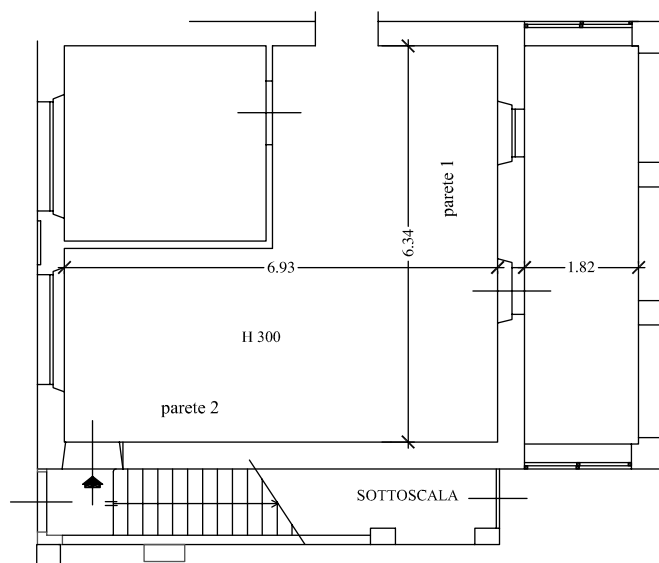
A volte il miglioramento si ottiene anche senza particolari opere, ma solamente mediante una ridistribuzione delle aperture all'interno della parete. È comunque sempre necessario, trattandosi di interventi di *“riparazione o intervento locale”*, dimostrare che la situazione finale (stato di progetto) non è peggiore della situazione iniziale (stato attuale).

Gli esempi sono sviluppati secondo uno schema utile per la redazione della relazione di calcolo da presentare ai competenti uffici regionali del territorio (Genio Civile); i calcoli sono stati eseguiti per mezzo dei fogli di calcolo forniti con il presente libro.

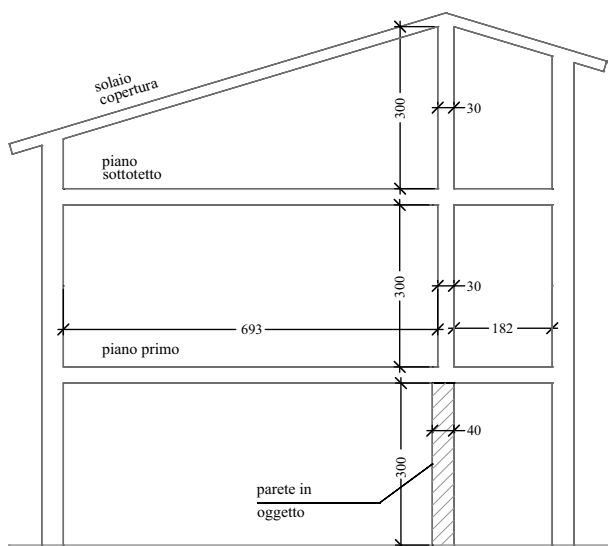
Si prende a riferimento il caso della riorganizzazione funzionale di una villetta bi-familiare costituita da piano terra, piano primo, sottotetto e copertura.

La struttura portante è in muratura di pietra a spacco al piano terra e in mattoni pieni ai piani superiori; i solai del piano primo e del sottotetto sono in profilati di ferro e tavelloni mentre il solaio di copertura è realizzato con travetti prefabbricati in laterocemento con interposte pignatte di alleggerimento.

Di seguito si riporta lo stato iniziale del piano terra e una sezione.



P. TERRA - stato iniziale

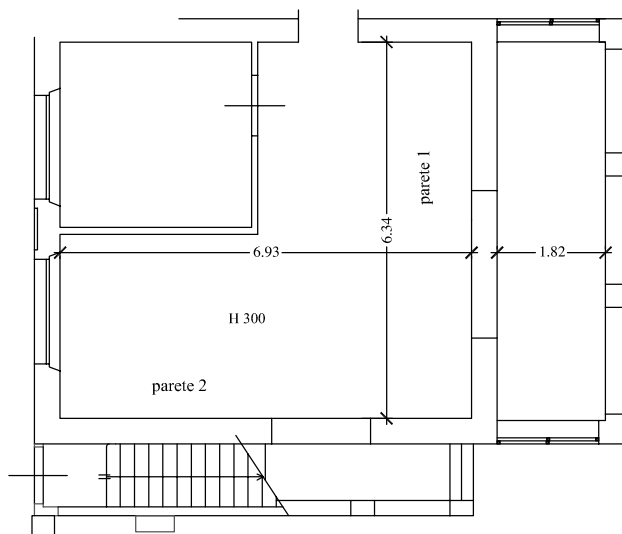


SEZIONE

6.1. Modifica delle aperture senza necessità di opere di rinforzo/consolidamento

Al piano terra si prevede, nella parete 1, di eliminare la finestra e la porta finestra e fare una grande apertura (di lunghezza maggiore della somma delle due eliminate), come indicato nello stato di progetto (stato finale) seguente. Tale parete, nello stato attuale, è formata da tre maschi murari, individuati con i relativi numeri. L'altezza del piano terra (pavimento-soffitto) è di 3 m.

La parete è portante in quanto tutti i solai dei vari piani si appoggiano su di essa.



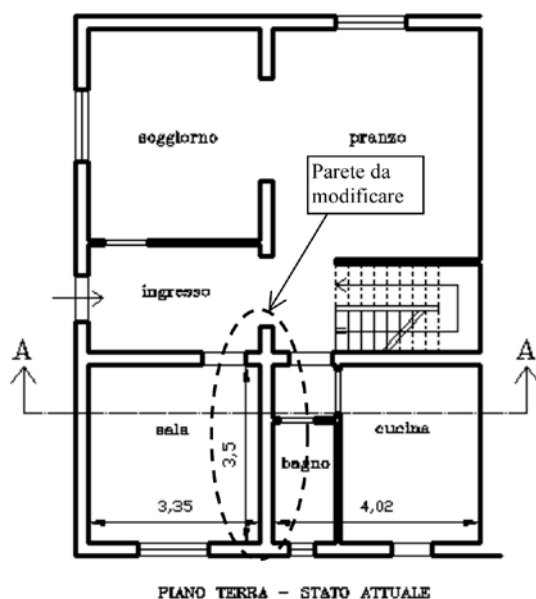
P. TERRA - stato finale

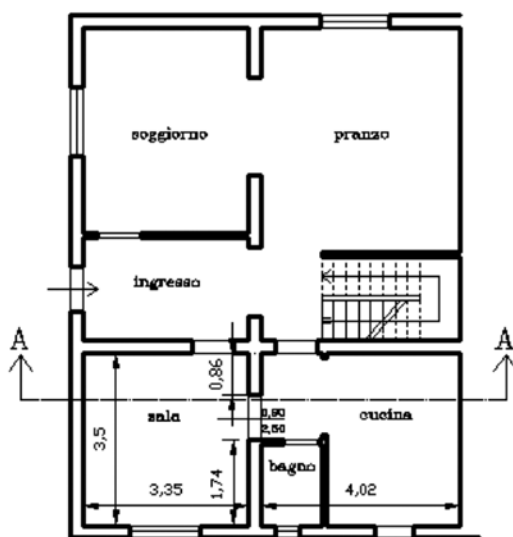
ESEMPI

7.1. Esempio 1. Apertura vano porta in parete portante

Oggetto dell'intervento è la manutenzione straordinaria e opere interne ad un edificio composto da piano terra, piano primo e soffitte, dove si prevede di realizzare un vano porta, di larghezza 90 cm e altezza 250 cm, nella parete portante al piano terra.

Le pareti portanti sono realizzate in mattoni pieni a due teste, spessore 25 cm. I solai sono in laterocemento: quelli di calpestio del piano terra, del piano primo e del piano soffitte hanno altezza 24 cm ($20 + 4$) mentre il solaio di copertura ha altezza 20 cm ($16 + 4$). È presente il cordolo di piano in c.a. in corrispondenza di ogni impalcato.





PIANO TERRA - STATO MODIFICATO

Caratteristiche dei materiali

Sia per le resistenze f_m e τ_o che per i moduli elastici E e G si sono presi i valori medi di tabella 2.1. Inoltre, i moduli elastici sono stati ridotti del 50% per tener conto di condizioni fessurate.

Nel caso di muratura di mattoni pieni e malta di calce, si ha:

$$f_m = (240 + 400)/2 = 320 \text{ N/cm}^2$$

$$\tau_o = (6 + 9,2)/2 = 7,6 \text{ N/cm}^2$$

$$E = (1200 + 1800) / 2 \cdot 0,5 = 750 \text{ N/mm}^2$$

$$G = (400 + 600) / 2 \cdot 0,5 = 250 \text{ N/mm}^2$$

$$w = 18 \text{ KN/m}^3$$

Peso solaio di calpestio piano primo: 4,5 KN/m² per peso permanente e 2 KN/m² di carico variabile.

APPENDICE LEGISLATIVA



DECRETO DEL MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI 17 GENNAIO 2018

Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni». (stralcio)

[G.U.R.I 20-02-2018, N. 42 – S.O. N. 8]

(omissis)

8. COSTRUZIONI ESISTENTI

8.1. OGGETTO

Il presente capitolo stabilisce i criteri generali per la valutazione della sicurezza e per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo degli interventi sulle costruzioni esistenti.

Si definisce costruzione esistente quella che abbia, alla data della redazione della valutazione di sicurezza e/o del progetto d'intervento, la struttura completamente realizzata.

8.2. CRITERI GENERALI

Le disposizioni di carattere generale contenute negli altri capitoli della presente norma costituiscono, ove applicabili, riferimento anche per le costruzioni esistenti, ad esclusione di quanto indicato nella presente norma in merito a limitazioni di altezza, regole generali, prescrizioni sulla geometria e sui particolari costruttivi e fatto salvo quanto specificato nel seguito.

Nel caso di interventi che non prevedano modifiche strutturali (impiantistici, di distribuzione degli spazi, etc.) il progettista deve valutare la loro possibile interazione con gli SLU ed SLE della struttura o di parte di essa.

La valutazione della sicurezza e la progettazione degli interventi devono tenere conto dei seguenti aspetti della costruzione:

- essa riflette lo stato delle conoscenze al tempo della sua realizzazione;
- in essa possono essere insiti, ma non palesi, difetti di impostazione e di realizzazione;
- essa può essere stata soggetta ad azioni, anche eccezionali, i cui effetti non siano completamente manifesti;
- le sue strutture possono presentare degrado e/o modifiche significative, rispetto alla situazione originaria.

Nella definizione dei modelli strutturali si dovrà considerare che sono conoscibili, con un livello di approfondimento che dipende dalla documentazione disponibile e dalla qualità ed estensione delle indagini che vengono svolte, le seguenti caratteristiche:

- la geometria e i particolari costruttivi;
- le proprietà meccaniche dei materiali e dei terreni;
- i carichi permanenti.

Si dovrà prevedere l'impiego di metodi di analisi e di verifica dipendenti dalla completezza e dall'affidabilità dell'informazione disponibile e l'uso di coefficienti legati ai "fattori di confidenza" che, nelle verifiche di sicurezza, modifichino i parametri di capacità in funzione del livello di conoscenza (v. § 8.5.4) delle caratteristiche sopra elencate.

8.3. VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

La valutazione della sicurezza di una struttura esistente è un procedimento quantitativo, volto a determinare l'entità delle azioni che la struttura è in grado di sostenere con il livello di sicurezza minimo richiesto dalla presente normativa. L'incremento del livello di sicurezza si persegue, essenzialmente, operando sulla concezione strutturale globale con interventi, anche locali.

DECRETO DEL MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE 14 GENNAIO 2008

Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni. (stralcio)

[G.U.R.I 4-02-2008, N. 29 – S.O. N. 30]

(omissis)

8. COSTRUZIONI ESISTENTI

8.1. OGGETTO

Il presente capitolo definisce i criteri generali per la valutazione della sicurezza e per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo degli interventi sulle costruzioni esistenti.

È definita costruzione esistente quella che abbia, alla data della redazione della valutazione di sicurezza e/o del progetto di intervento, la struttura completamente realizzata.

8.2. CRITERI GENERALI

Per quanto non diversamente specificato nel presente capitolo, le disposizioni di carattere generale contenute negli altri capitoli della presente norma costituiscono il riferimento anche per le costruzioni esistenti. Nel caso di interventi non dichiaratamente strutturali (impiantistici, di redistribuzione degli spazi, ecc.) dovrà essere valutata la loro possibile interazione con gli SLU e gli SLE della struttura o parti di essa.

La valutazione della sicurezza e la progettazione degli interventi su costruzioni esistenti devono tenere conto dei seguenti aspetti:

- la costruzione riflette lo stato delle conoscenze al tempo della sua realizzazione;
- possono essere insiti e non palesi difetti di impostazione e di realizzazione;
- la costruzione può essere stata soggetta ad azioni, anche eccezionali, i cui effetti non siano completamente manifesti;
- le strutture possono presentare degrado e/o modificazioni significative rispetto alla situazione originaria.

Nella definizione dei modelli strutturali, si dovrà, inoltre, tenere conto che:

- la geometria e i dettagli costruttivi sono definiti e la loro conoscenza dipende solo dalla documentazione disponibile e dal livello di approfondimento delle indagini conoscitive;
- la conoscenza delle proprietà meccaniche dei materiali non risente delle incertezze legate alla produzione e posa in opera ma solo della omogeneità dei materiali stessi all'interno della costruzione, del livello di approfondimento delle indagini conoscitive e dell'affidabilità delle stesse;
- i carichi permanenti sono definiti e la loro conoscenza dipende dal livello di approfondimento delle indagini conoscitive.

Si dovrà prevedere l'impiego di metodi di analisi e di verifica dipendenti dalla completezza e dall'affidabilità dell'informazione disponibile e l'uso, nelle verifiche di sicurezza, di adeguati "fattori di confidenza", che modificano i parametri di capacità in funzione del livello di conoscenza relativo a geometria, dettagli costruttivi e materiali.

8.3. VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

La valutazione della sicurezza e la progettazione degli interventi sulle costruzioni esistenti potranno essere eseguiti con riferimento ai soli SLU; nel caso in cui si effettui la verifica anche nei confronti degli SLE i relativi livelli di prestazione possono essere stabiliti dal Progettista di concerto con il Committente. Le Verifiche agli SLU possono essere eseguite rispetto alla

DECRETO DEL MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI 14 SETTEMBRE 2005

Norme tecniche per le costruzioni. (stralcio)

[G.U.R.I 23-09-2005, N. 222 – S.O. N. 159]

(omissis)

9. COSTRUZIONI ESISTENTI

9.1. OGGETTO

Le presenti norme hanno lo scopo di individuare i criteri generali per la verifica della sicurezza ed il collaudo delle costruzioni esistenti. È definita costruzione esistente quella che alla data di entrata in vigore della presente normativa risulta edificata, collaudata ovvero utilizzata.

9.2. CRITERI GENERALI

Le costruzioni esistenti devono avere i livelli di sicurezza definiti dai principi normativi fondamentali riportati al capitolo 2 e che sono identificati dalle specifiche norme per i diversi materiali costituenti la costruzione, di cui al capitolo 5.

Quando ricorrono particolari complessità a livello di acquisizione dati e di processo conoscitivo, come nei casi di edifici storico-monumentali ed artistici di grande significatività e complessità, la valutazione della sicurezza potrà essere fondata su una accurata anamnesi storica della costruzione e su processi logico-deduttivi, ed espressa e motivata, con un “giudizio esperto” formulato da una commissione di tre esperti, di acclarato valore.

Per le strutture per le quali non sia reperibile il progetto esecutivo dell’opera, la relazione di calcolo, i disegni costruttivi ovvero le indagini originali sui materiali e sui terreni di sedime, si potrà impostare una campagna di accertamenti in situ possibilmente mediante prove non distruttive ed indagini che non alterino il comportamento dei terreni di fondazione.

9.2.1. VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

La valutazione della sicurezza deve permettere di stabilire se:

- l’uso della costruzione possa continuare senza interventi;
- l’uso debba essere modificato nel verso di un minore cimento statico (declassamento);
- debba essere necessario procedere ad aumentare la capacità portante (consolidamento);
- debba essere necessario procedere a ripristinare la capacità portante preesistente ad un danno (riparazione);
- debba essere necessario adeguare la sicurezza dell’opera, in tutto od in parte, alle prescrizioni della presente norma (adeguamento).

Le costruzioni esistenti devono essere sottoposte a valutazione della sicurezza quando ricorrono le seguenti situazioni:

1. Scadenza della vita di servizio a partire dalla fine della costruzione ovvero dalla data del collaudo statico;
2. In caso di evidente riduzione della capacità resistente dei materiali o elementi strutturali nel loro insieme;
3. A seguito di azioni ambientali (sisma, vento, neve e temperatura) che abbiano compromesso la capacità resistente della struttura;

DECRETO DEL MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI 16 GENNAIO 1996

Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche. (stralcio)

[G.U.R.I 5-02-1996, N. 19 – S.O.]

(omissis)

C.9. INTERVENTI SUGLI EDIFICI ESISTENTI

C.9.0. Gli interventi di adeguamento o di miglioramento di seguito definiti possono essere eseguiti senza l'obbligo del rispetto di quanto stabilito ai punti precedenti delle presenti norme, relativi alle nuove costruzioni.

Gli interventi comprendono le riparazioni dei danni prodotti da eventi sismici.

C.9.1. DEFINIZIONI

C.9.1.1. Intervento di adeguamento

Si definisce intervento di adeguamento l'esecuzione di un complesso di opere sufficienti per rendere l'edificio atto a resistere alle azioni sismiche definite ai punti C.9.5.3., C.9.6.3. e C.9.7.3. È fatto obbligo di procedere all'adeguamento a chiunque intenda:

- sopraelevare o ampliare l'edificio. Si intende per ampliamento la sopraelevazione di parti dell'edificio di altezza inferiore a quella massima dell'edificio stesso. In tal caso non sussiste più l'obbligo del rispetto delle prescrizioni di cui al punto C.3.;
- apportare variazioni di destinazione che comportino, nelle strutture interessate dall'intervento, incrementi dei carichi originari (permanenti e accidentali) superiori al 20%;
- effettuare interventi strutturali rivolti a trasformare l'edificio mediante un insieme sistematico di opere che portino ad un organismo edilizio diverso dal precedente;
- effettuare interventi strutturali rivolti ad eseguire opere e modifiche per rinnovare e sostituire parti strutturali dell'edificio, allorché detti interventi implichino sostanziali alterazioni del comportamento globale dell'edificio stesso.

Le sopraelevazioni, nonché gli interventi che comportano un aumento del numero dei piani, sono ammissibili esclusivamente ove siano compatibili con le larghezze delle strade su cui prospettano; è altresì ammissibile una variazione di altezza, senza il rispetto delle norme di cui ai punti C.2 e C.3. qualora sia necessaria per l'abitabilità degli ambienti, a norma dei regolamenti edilizi, sempre che resti immutato il numero dei piani.

C.9.1.2. Intervento di miglioramento

Si definisce intervento di miglioramento l'esecuzione di una o più opere riguardanti i singoli elementi strutturali dell'edificio con lo scopo di conseguire un maggior grado di sicurezza senza peraltro modificarne in maniera sostanziale il comportamento globale.

È fatto obbligo di eseguire interventi di miglioramento a chiunque intenda effettuare interventi locali volti a rinnovare o sostituire elementi strutturali dell'edificio.

Tale tipologia d'intervento si applica, in particolare, al caso degli edifici di carattere monumentale di cui all'articolo 16 della legge 2 febbraio 1974, n. 64, in quanto compatibile con le esigenze di tutela e di conservazione del bene culturale.

CIRCOLARE DEL MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI 2 FEBBRAIO 2009, N. 617

Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008. (stralcio)

[G.U.R.I 26-02-2009, N. 47 – S.O. N. 27]

(omissis)

C8.4 CLASSIFICAZIONE DEGLI INTERVENTI

Indipendentemente dall'appartenenza ad una delle tre categorie individuate dalle NTC, è opportuno che gli interventi, anche non sismici, siano primariamente finalizzati alla eliminazione o riduzione significativa di carenze gravi legate ad errori di progetto e di esecuzione, a degrado, a danni, a trasformazioni, etc. per poi prevedere l'eventuale rafforzamento della struttura esistente, anche in relazione ad un mutato impegno strutturale.

Per gli interventi finalizzati alla riduzione della vulnerabilità sismica sui beni del patrimonio culturale vincolato, un opportuno riferimento è costituito dalla "Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni" del 12 ottobre 2007. Tale direttiva è adottabile per le costruzioni di valenza storico-artistica, anche se non vincolate.

C8.4.1. INTERVENTO DI ADEGUAMENTO

Indipendentemente dalle problematiche strutturali specificamente trattate nelle NTC, le sopraelevazioni, nonché gli interventi che comportano un aumento del numero di piani, sono ammissibili solamente ove siano compatibili con gli strumenti urbanistici.

La valutazione della sicurezza, nel caso di intervento di adeguamento, è finalizzata a stabilire se la struttura, a seguito dell'intervento, è in grado di resistere alle combinazioni delle azioni di progetto contenute nelle NTC, con il grado di sicurezza richiesto dalle stesse. Non è, in generale, necessario il soddisfacimento delle prescrizioni sui dettagli costruttivi (per esempio armatura minima, passo delle staffe, dimensioni minime di travi e pilastri, ecc.) valide per le costruzioni nuove, purché il Progettista dimostri che siano garantite comunque le prestazioni in termini di resistenza, duttilità e deformabilità previste per i vari stati limite.

C8.4.2 INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO

La valutazione della sicurezza per un intervento di miglioramento è obbligatoria, come specificato nel § 8.3 delle NTC, ed è finalizzata a determinare l'entità massima delle azioni, considerate nelle combinazioni di progetto previste, cui la struttura può resistere con il grado di sicurezza richiesto.

Nel caso di intervento di miglioramento sismico, la valutazione della sicurezza riguarderà, necessariamente, la struttura nel suo insieme, oltre che i possibili meccanismi locali.

In generale ricadono in questa categoria tutti gli interventi che, non rientrando nella categoria dell'adeguamento, fanno variare significativamente la rigidezza, la resistenza e/o la duttilità dei singoli elementi o parti strutturali e/o introducono nuovi elementi strutturali, così che il comportamento strutturale locale o globale, particolarmente rispetto alle azioni sismiche, ne sia significativamente modificato. Ovviamente la variazione dovrà avvenire in senso migliorativo, ad esempio impegnando maggiormente gli elementi più resistenti,

ORDINANZA DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI**20 MARZO 2003, N. 3274**

Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.

[G.U.R.I 8-05-2003, N. 105 – S.O. N. 72]

IL PRESIDENTE
DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI

Visto l'articolo 5, comma 3, della legge 24 febbraio 1992, n. 225;

Visto il decreto-legge 7 settembre 2001, n. 343, convertito, con modificazioni, dalla legge 9 novembre 2001, n. 401;

Visto il decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112 e, in particolare, l'articolo 93, comma 1, lettera g), concernente le funzioni mantenute allo Stato in materia di criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche ed alle norme tecniche per le costruzioni nelle medesime zone, nonché l'articolo 94, comma 2, lettera u), recante l'attribuzione di funzioni alle Regioni in materia di individuazione delle zone sismiche, formazione e aggiornamento degli elenchi delle medesime zone;

Considerata la necessità, nelle more dell'espletamento degli adempimenti previsti dall'articolo 93 del decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112, di fornire alle Regioni criteri generali attinenti alla classificazione sismica, nonché di predisporre norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche;

Visto il decreto del Sottosegretario di Stato alla Presidenza del Consiglio dei Ministri del 4 dicembre 2002, n. 4485, con il quale, in vista del soddisfacimento delle predette necessità, è stato costituito un gruppo di lavoro incaricato di predisporre tutti gli elementi indispensabili per la successiva adozione di un assetto normativo provvisorio per la classificazione, sismica del territorio nazionale e per la progettazione antisismica;

Visti gli esiti delle attività svolte dal predetto gruppo di lavoro, e ritenuto che gli stessi corrispondano alle esigenze riscontrate e possano, conseguentemente, offrire gli elementi di base per una prima e transitoria disciplina della materia, anche ai fini dei consequenziali adempimenti di competenza regionale;

Preso atto delle risultanze delle attività svolte dalla Commissione per lo studio della definizione dei criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche, istituita con decreto del Presidente del Consiglio superiore dei lavori pubblici n. 17672 del 30 luglio 2002, e ritenuto che da tali attività emerga una prospettiva di ricerca di particolare rilievo, da sviluppare e portare a completamento con il concorso di tutte le componenti istituzionali e scientifiche interessate in vista di una successiva disciplina organica della materia;

Acquisita l'intesa del Ministro delle infrastrutture e dei trasporti;

Acquisito l'avviso del Presidente della Conferenza dei presidenti delle regioni e delle province autonome di Trento e Bolzano, che si è espresso in conformità;

Su proposta del Capo del Dipartimento della protezione civile della Presidenza del Consiglio dei Ministri;

DISPONE:

INSTALLAZIONE DEL SOFTWARE INCLUSO

Note sul software incluso

Il software incluso¹ consente di accedere alle seguenti utilità:

- **APERTURA VANI:** foglio di calcolo che consente di:
 - a) effettuare l'analisi e la combinazione dei carichi sui solai;
 - b) calcolare il carico agente sulla parete in esame;
 - c) calcolare la rigidezza e la resistenza ultima della parete nello stato ante-intervento;
 - d) calcolare la rigidezza e la resistenza della parete nello stato post-intervento, tenendo conto di eventuali miglioramenti-rinforzi eseguiti (iniezioni, lastre di placcaggio, ecc.);
 - e) effettuare, se necessario, il predimensionamento della cerchiatura dei vani (in acciaio o in c.a.);
 - f) dimostrare l'effettivo miglioramento strutturale ottenuto.
- **VERIFICA ARCHITRAVE IN ACCIAIO:** foglio di calcolo che consente di:
 - a) effettuare l'analisi e la combinazione dei carichi verticali agenti sull'architrave;
 - b) classificare le sezioni;
 - c) effettuare le verifiche di resistenza allo SLU per l'architrave a flessione e taglio;
 - d) effettuare la verifica di deformabilità dell'architrave;
 - e) effettuare la verifica sulla muratura per carichi concentrati dovuti alle reazioni scaricate dall'architrave sugli appoggi (con o senza piastra di ripartizione).
- **VERIFICA TELAIO IN ACCIAIO:** foglio di calcolo che consente di:
 - a) effettuare l'analisi e la combinazione dei carichi verticali agenti sul telaio;
 - b) classificare le sezioni;
 - c) effettuare le verifiche di resistenza allo SLU per i piedritti e per il traverso a presso flessione e taglio;
 - d) effettuare la verifica di deformabilità del traverso;
 - e) verificare i collegamenti saldati tra piedritto e traverso;
 - f) dimensionare e verificare il giunto di base, la piastra e i tirafondi sia per quanto riguarda le resistenze che il rispetto dei vincoli geometrici imposti dalle norme.
- **VERIFICA ARCHITRAVE IN C.A.:** foglio di calcolo che consente di:
 - a) effettuare l'analisi e la combinazione dei carichi verticali agenti sull'architrave;

¹ Il software incluso è parte integrante della presente pubblicazione e resterà disponibile nel menu **G-cloud** dell'area personale del sito www.grafill.it.

- b) individuare il campo di rottura per tensioni normali;
 - c) effettuare le verifiche di resistenza dell'architrave allo SLU a flessione e a taglio;
 - d) effettuare la verifica di deformabilità dell'architrave (SLE);
 - e) effettuare la verifica alle tensioni di esercizio (SLE);
 - f) effettuare la verifica sulla muratura per carichi concentrati dovuti alle reazioni scaricate dall'architrave sugli appoggi (con o senza piastra di ripartizione).
- **VERIFICA TELAIO IN C.A.:** foglio di calcolo che consente di:
 - a) effettuare l'analisi e la combinazione dei carichi verticali agenti sul telaio;
 - b) individuare il campo di rottura per tensioni normali;
 - c) effettuare le verifiche di resistenza allo SLU per i piedritti e per il traverso a presso flessione e taglio;
 - d) effettuare la verifica di deformabilità del traverso (SLE);
 - e) effettuare la verifica alle tensioni di esercizio (SLE).
 - **RELAZIONE INTRODUTTIVA:** esempio di relazione illustrativa sulle metodologie di calcolo e di verifica adottate, da allegare alla relazione di calcolo da presentare all'ufficio del territorio (ex genio civile).
 - **ESEMPI:** esempi numerici di calcolo.

Le utility contengono dei commenti evidenziati in rosso (invisibili nelle stampe) che guidano l'utente nell'input dei dati per personalizzare il proprio file di progetto.

Utilità disponibili con il software:

- **Glossario** (termini più ricorrenti sull'argomento);
- **FAQ** (risposte alle domande più frequenti);
- **Test base / Test avanzato** (verifiche sulla conoscenza dell'argomento).

Requisiti hardware e software

- Processore da 2.00 GHz;
- MS Windows Vista/7/8/10 (è necessario disporre dei privilegi di amministratore);
- MS .Net Framework 4 e vs. successive;
- 250 MB liberi sull'HDD;
- 2 GB di RAM;
- MS Office 2003 e vs. successive;
- Accesso ad internet e browser web.

Download del software e richiesta della password di attivazione

- 1) Collegarsi al seguente indirizzo internet:

http://www.grafill.it/pass/995_6.php

- 2) Inserire i codici "A" e "B" (vedi ultima pagina del volume) e cliccare [Continua].

GUIDA ALL'UTILIZZO DI MODELLI ED ESEMPI

Cliccando il pulsante «**Modelli ed Esempi**» della finestra Start del software si aprirà la seguente finestra.



La finestra «**Modelli ed Esempi**» contiene i seguenti menu con struttura ad albero:

1. Modelli

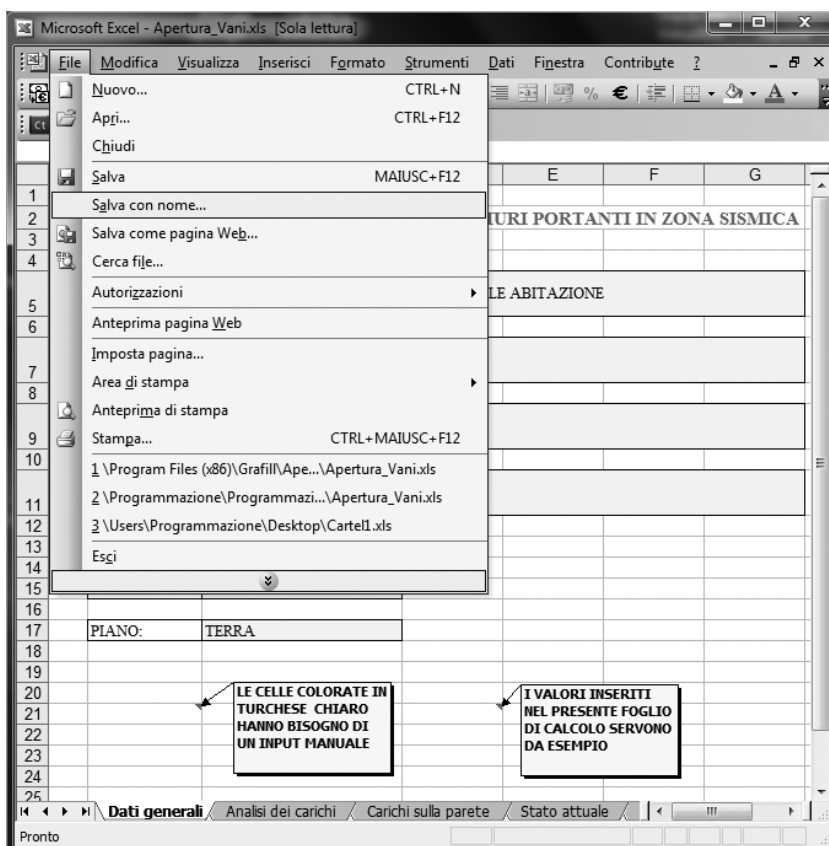
- Apertura vani
- Verifica telaio in acciaio
- Verifica architrave in acciaio
- Verifica telaio in c.a.
- Verifica architrave in c.a.
- Relazione introduttiva

2. Esempio con architrave

- Esempio_Apertura vani con architrave

- Esempio_Verifica architrave in acciaio
 - Esempio_Verifica architrave in c.a.
3. Esempio con telaio in acciaio
- Esempio_Apertura vani con telaio acciaio
 - Esempio_Verifica telaio in acciaio
4. Esempio con telaio in c.a.
- Esempio_Apertura vani con telaio c.a.
 - Esempio_Verifica telaio in c.a.

Per aprire il documento di proprio interesse cliccare sulla relativa etichetta. Per evitare di sovrascrivere i files di origine si consiglia di lavorare sempre su una copia del file, salvabili nella propria cartella di progetto attraverso il comando *Salva con nome....*



N.B.: Le celle colorate di turchese chiaro hanno bisogno di un input manuale. Le celle contenenti formule sono protette: per modificare occorre rimuovere la protezione attraverso il percorso: **strumenti > protezione > rimuovi protezione**.

