VALUTAZIONE DELLA RESISTENZA SISMICA E PROGETTO DI INTERVENTI IN EDIFICI ESISTENTI IN MURATURA

Parte 3:
LE PRESCRIZIONI GENERALI DELLE NORME ATTUALI

Prof. Ing. Bruno Calderoni - Di.St. – Università di Napoli Federico II

La normativa di riferimento prima del 2003

D.M. 20/11/1987

- Materiali
- Carichi verticali
- Vento

D.M. 16/1/1996

- Analisi sismica
- Adeguamento
- Miglioramento

Verifiche di sicurezza:

- Tensioni ammissibili
- Stati limite

Per gli edifici in muratura solo

- Stati limite

La normativa di riferimento dopo il maggio del 2003

D.M. 20/11/1987

- Materiali
- Carichi verticali
- Vento

Verifiche di sicurezza:

- Tensioni ammissibili
- Stati limite

Ordinanza 3274/2003
Ordinanza 3431/2005

- Analisi sismica
- Adeguamento
- Miglioramento

Verifiche di sicurezza:

- Stati limite ultimi e di servizio

La normativa di riferimento dopo il settembre del 2005

D.M. 14/09/2005

- Materiali (≈ D.M.20/11/87)
- Carichi verticali (≈ D.M.20/11/87)
- Azioni sismiche
- Vento
- Costruzioni esistenti

+

Ordinanza 3274/2003
Ordinanza 3431/2005

- Analisi sismica
- Adeguamento
- Miglioramento

Verifiche di sicurezza:

- Stati limite ultimi e di servizio
- (Verifica tensionale =Tensioni ammissibili)

Verifiche di sicurezza:

- Stati limite ultimi e di servizio

La normativa di riferimento dopo il febbraio del 2008

D.M. 14/01/2008 – N.T.C.

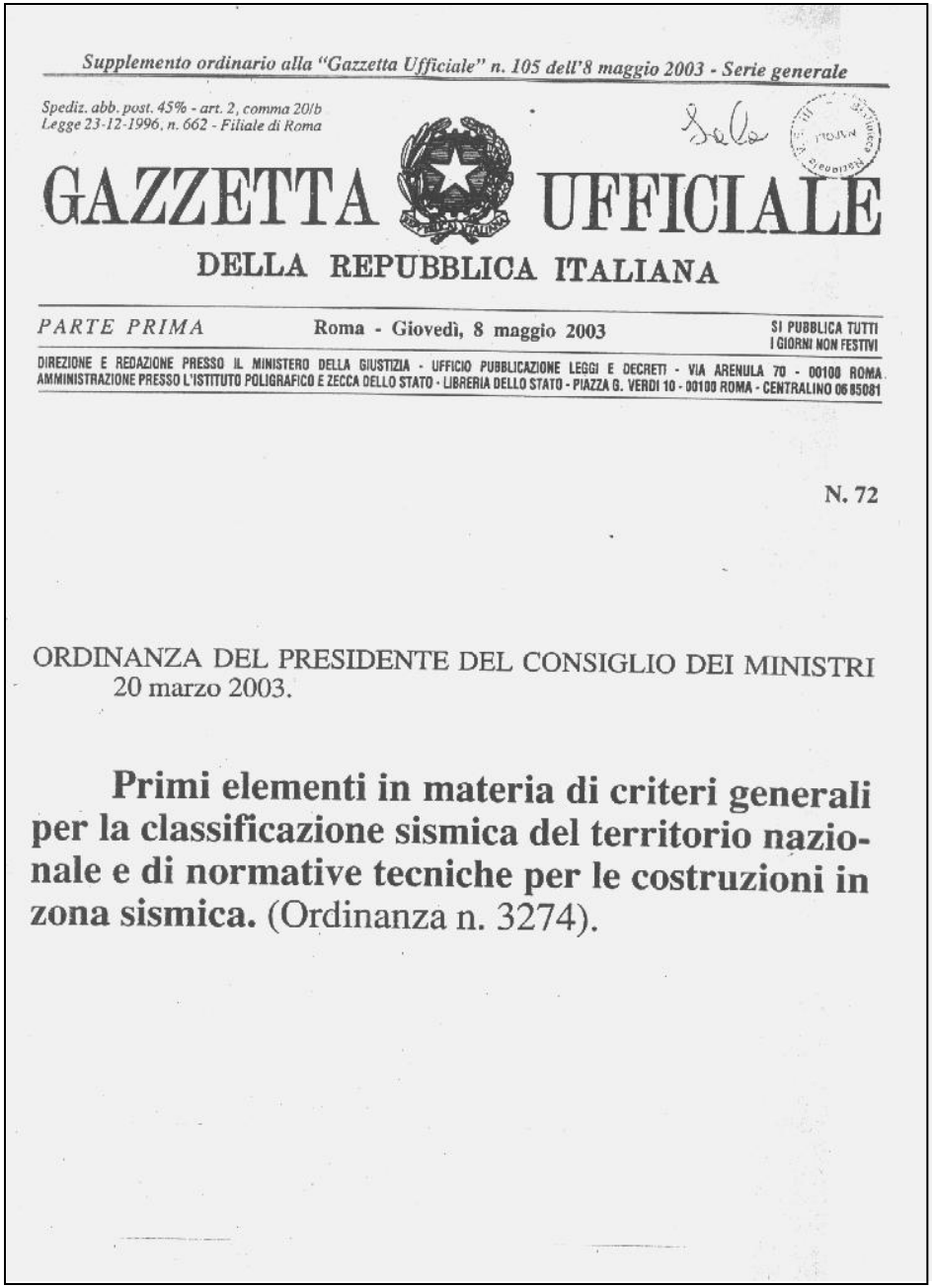
- Materiali (cap. 11.10 ≈ D.M.20/11/87)
- Carichi verticali (cap. 4.5.6 ≈ D.M.20/11/87 – verifiche fuori piano)
- Vento (? – mancano le verifiche per azioni orizzontali non sismiche)
- Azioni sismiche (nuovi spettri e accelerazioni)
- Costruzioni esistenti

Verifiche di sicurezza:
- Stati limite ultimi e di servizio
- Tensioni ammissibili (solo edifici semplici)

- Analisi sismica
- Adeguamento
- Miglioramento
- Intervento locale

E' riproposta l'OPCM 3274-3431 con piccole variazioni e qualche eliminazione. Da solo non è sufficiente (soprattutto per edifici esistenti)

- **ORDINANZA**: non è più richiamata
- **ISTRUZIONI**: Circolare 619 del 02/02/09



Supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale" n. 105 dell'8 maggio 2003 - Serie generale

Spediz. abb. post. 45% - art. 2, comma 20/b
Legge 23-12-1996, n. 662 - Filiale di Roma

GAZZETTA UFFICIALE

DELLA REPUBBLICA ITALIANA

PARTE PRIMA Roma - Giovedì, 8 maggio 2003 SI PUBBLICA TUTTI I GIORNI NON FESTIVI

DIREZIONE E REDAZIONE PRESSO IL MINISTERO DELLA GIUSTIZIA - UFFICIO PUBBLICAZIONE LEGGI E DECRETI - VIA ARENULA 70 - 00100 ROMA
AMMINISTRAZIONE PRESSO L'ISTITUTO POLIGRAFICO E ZECCA DELLO STATO - LIBRERIA DELLO STATO - PIAZZA G. VERDI 10 - 00100 ROMA - CENTRALINO 06 85081

N. 72

ORDINANZA DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI 20 marzo 2003.

Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica. (Ordinanza n. 3274).

L'Ordinanza 3274 del 20/03/03 e s.m. e i.

Elementi innovativi:

- Estensione delle zone sismiche
- Esclusione delle "tensioni ammissibili"
- Recepimento dei criteri della norma Europea (EC8)

Confermati nelle N.T.C. 08

Gli edifici in muratura previsti dalla Ordinanza 3274 e succ. modif. (3431)

4.1 Sistemi costruttivi

Gli edifici presi in considerazione nelle presenti norme comprendono i sistemi costruttivi elencati nella tabella seguente, insieme ai principali sotto-sistemi strutturali ed ai capitoli in cui vengono trattati.
Per quanto non dettagliatamente trattato valgono, per tali sistemi e per quelli non esplicitamente considerati nei capitoli seguenti, le prescrizioni generali di cui alle presenti norme, eventualmente integrate dalla normativa specifica esistente.

Tabella 4.1 – Sistemi costruttivi

Capitolo	Sistema costruttivo	Sotto – sistema strutturale
5	Edifici con struttura in cemento armato	a telaio; a pareti; misto a telai e pareti; a nucleo; a ossatura pendolare in acciaio, con pareti o nuclei che costituiscono il sistema resistente principale per le azioni orizzontali; prefabbricato.
6	Edifici con struttura in acciaio	a telaio, a telaio con controventi concentrici; a telaio con controventi eccentrici a mensola; intelaiato controventato.
7	Edifici con struttura mista in acciaio e calcestruzzo	a telaio, a telaio con controventi concentrici; a telaio con controventi eccentrici a mensola; intelaiato controventato.
8	Edifici con struttura in muratura	a pareti in muratura ordinaria; a pareti in muratura armata; misto con pareti in muratura ordinaria o armata
9	Edifici con struttura in legno	
10	Edifici isolati	
11	Edifici esistenti	

Confermati nelle N.T.C. 08

I REQUISITI GEOMETRICI GLOBALI (1/2)

ALTEZZA MASSIMA DEI NUOVI EDIFICI (par.7.2.2)

Per le tipologie strutturali: costruzioni di legno e di muratura non armata che non accedono alle riserve anelastiche delle strutture, ricadenti in zona 1 è fissata una altezza massima pari a due piani dal piano di campagna, ovvero dal ciglio della strada. Il solaio di copertura del secondo piano non può essere calpestio di volume abitabile.

Per le altre zone l'altezza massima degli edifici deve essere opportunamente limitata, in funzione delle loro capacità deformative e dissipative e della classificazione sismica del territorio.

Per le altre tipologie strutturali (cemento armato, acciaio, etc) l'altezza massima è determinata unicamente dalle capacità resistenti e deformative della struttura.

Max 2 piani in zona 1

Limitata (?) nelle altre zone

Nelle N.T.C. le ZONE SISMICHE non esistono più
Occorre riferirsi all' OPCM o al D.M.' 96 ???

Le altezze massime previste dalla OPCM 3274/3431

Tabella 4.2 – Altezze massime consentite

Zona sismica	4	3	2	1
Sistema costruttivo	Altezza massima consentita (in m)			
Edifici con struttura in calcestruzzo	nessuna limitazione	nessuna limitazione		
Edifici con struttura in acciaio		nessuna limitazione		
Edifici con struttura mista in acciaio e calcestruzzo		nessuna limitazione		
Edifici con struttura in muratura ordinaria		16	11	7,5
Edifici con struttura in muratura armata		25	19	13
Edifici con struttura in legno		10	7	7

Max 3 piani in zona 2

I REQUISITI GEOMETRICI GLOBALI (2/2)

DISTANZA TRA COSTRUZIONI CONTIGUE (par.7.2.2)

La distanza tra costruzioni contigue deve essere tale da evitare fenomeni di martellamento e comunque non può essere inferiore alla somma degli spostamenti massimi determinati per lo *SLV*, calcolati per ciascuna costruzione secondo il § 7.3.3 (analisi lineare) o il § 7.3.4 (analisi non lineare); in ogni caso la distanza tra due punti che si fronteggiano non può essere inferiore ad 1/100 della quota dei punti considerati misurata dal piano di fondazione, moltiplicata per $a_g \cdot S / 0{,}5g \leq 1$. Qualora non si eseguano calcoli specifici, lo spostamento massimo di una costruzione non isolata alla base, può essere stimato in 1/100 dell'altezza della costruzione moltiplicata per $a_g \cdot S/0{,}5g$.

Distanza minima: 1/100 H

Fattore correttivo: $(a_g S/0.5g) <= 1$

Per le costruzioni nuove è sempre obbligatorio il calcolo degli spostamenti orizzontali per verificare l'adeguatezza della distanza

Il valore 1/100 H x $(a_g S/0.5g)$ vale solo come stima dello spostamento orizzontale per le costruzioni esistenti

LIMITI DI ALTEZZA PER LA LARGHEZZA STRADALE (par.7.2.2)

I regolamenti e le norme di attuazione degli strumenti urbanistici possono introdurre limitazioni all'altezza degli edifici in funzione della larghezza stradale.

Per ciascun fronte dell'edificio verso strada, i regolamenti e le norme definiranno la distanza minima tra la proiezione in pianta del fronte stesso ed il ciglio opposto della strada. Si intende per strada l'area di uso pubblico aperta alla circolazione dei pedoni e dei veicoli, nonché lo spazio inedificabile non cintato aperto alla circolazione pedonale.

E' UN PROBLEMA URBANISTICO

I CRITERI DI PROGETTO SISMICO

par. 7.8.1.4
par. 7.8.1.8
par. 7.8.2.1

Generali

a) Pianta quanto più possibile compatta e simmetrica rispetto ai due assi ortogonali
b) Interpiano max 5 m

Fondazioni

c) Fondazioni in c.a. continue senza interruzioni
d) Piano cantinato o seminterrato con pareti in c.a.

Pareti

e) Pareti strutturali continue in elevazione fino alla fondazione
f) Nessuna parete in falso
g) Aperture nelle pareti allineate in verticale

Impalcati

h) Solai ben collegati ai muri con adeguato comportamento a diaframma per ripartire le azioni orizzontali tra le pareti strutturali
i) Strutture degli impalcati non spingenti
l) Coperture non spingenti
m) Eventuali spinte orizzontali assorbite per mezzo di idonei elementi strutturali

I LIMITI DIMENSIONALI PER I MURI

par. 4.5.4 e par. 7.8.1.4

Muro resistente alle azioni orizzontali solo se: $l > 0.3\ H_i$

l = lunghezza del muro H_i = altezza interpiano
h' = altezza massima delle aperture adiacenti

PARETI RESISTENTI AL SISMA (par.7.8.1.4)

Tipologie costruttive	t_{min}	$(\lambda = h_0/t)_{max}$	$(l/h')_{min}$
Muratura ordinaria, realizzata con elementi in pietra squadrata	300 mm	10	0,5
Muratura ordinaria, realizzata con elementi artificiali	240 mm	12	0,4
Muratura armata, realizzata con elementi artificiali	240 mm	15	Qualsiasi
Muratura ordinaria, realizzata con elementi in pietra squadrata, in siti ricadenti in zona 3 e 4	240 mm	12	0,3
Muratura realizzata con elementi artificiali semipieni, in siti ricadenti in zona 4	200 mm	20	0,3
Muratura realizzata con elementi artificiali pieni, in siti ricadenti in zona 4	150 mm	20	0,3

Muratura ordinaria realizzata con pietra listata	**400 mm**	**Solo in zona 4**
Muratura ordinaria realizzata con pietra non squadrata	**500 mm**	

Maschi murari non troppo snelli (in dir. Trasversale)
e non troppo piccoli (in dir. Longitudinale) rispetto all' altezza delle aperture

LE REGOLE DI DETTAGLIO

par. 7.8.5.1

I CORDOLI

- continui a tutti i piani in corrispondenza dei solai
- h_{min} = altezza del solaio; b_{min} = larghezza del muro (-max 6 cm)
- Af_{min} = 8 cm^2 $\phi staffe_{min}$ = 6 mm $\Delta staffe_{min}$ = 25 cm

TRAVETTI PREFABBRICATI o TRAVI METALLICHE

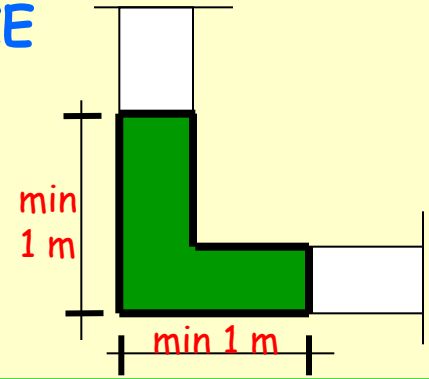
- L_{min} travi nel cordolo = $\frac{1}{2}$ $b_{cordolo}$ >= 12 cm
- idoneo ancoraggio delle travi nel cordolo

PIATTABANDE SULLE APERTURE

- resistenti a flessione (travi in acciaio o in c.a.)
- efficacemente ammorsate alle murature d' ambito (min. 60 cm)

INCROCI D' ANGOLO DI PARETI MURARIE

- lunghezza pareti negli angoli prima di un vano >= 1,0 m (compreso lo spessore del muro)



PRESCRIZIONI PER I MATERIALI

par. 7.8.1.1

Le costruzioni in muratura devono essere realizzate nel rispetto di quanto contenuto nelle presenti Norme Tecniche ai §§ 4.5 e 11.10.

In particolare ai predetti paragrafi deve farsi riferimento per ciò che concerne le caratteristiche fisiche, meccaniche e geometriche degli elementi resistenti naturali ed artificiali, nonché per i relativi controlli di produzione e di accettazione in cantiere.

Il presente paragrafo divide le strutture di muratura in due tipi fondamentali: muratura ordinaria e muratura armata. Al riguardo si precisa che, per quanto attiene all'acciaio d'armatura, vale tutto quanto specificato dalle presenti Norme Tecniche relativamente alle costruzioni in calcestruzzo armato.

Ai fini delle verifiche di sicurezza, è in ogni caso obbligatorio l'utilizzo del "metodo semiprobabilistico agli stati limite", salvo quanto previsto al § 2.7 e al § 7.8.1.9.

Il coefficiente parziale di sicurezza da utilizzare per il progetto sismico di strutture in muratura è pari a 2.

Si richiamano i par. 4.5 e 11.10

Coefficiente di sicurezza per il materiale:

$\gamma_m = 2$

Per i soli carichi verticali (incrementati)

$\gamma_m = 2-3$

(par. 4.5.6.1)

PRESCRIZIONI PER I MATERIALI

par. 7.8.1.2

I valori minimi di resistenza accettabili per gli elementi e la malta in zona sismica

Gli elementi da utilizzare per costruzioni in muratura portante debbono essere tali da evitare rotture eccessivamente fragili. A tal fine gli elementi debbono possedere i requisiti indicati nel § 4.5.2 con le seguenti ulteriori indicazioni:

- percentuale volumetrica degli eventuali vuoti non superiore al 45% del volume totale del blocco;
- eventuali setti disposti parallelamente al piano del muro continui e rettilinei; le uniche interruzioni ammesse sono quelle in corrispondenza dei fori di presa o per l'alloggiamento delle armature;
- resistenza caratteristica a rottura nella direzione portante (f_{bk}), calcolata sull'area al lordo delle forature, non inferiore a 5 MPa;
- resistenza caratteristica a rottura nella direzione perpendicolare a quella portante ossia nel piano di sviluppo della parete ($\bar{f}_{bk}$), calcolata nello stesso modo, non inferiore a 1,5 MPa.

La malta di allettamento per la muratura ordinaria deve avere resistenza media non inferiore a 5 MPa e i giunti verticali debbono essere riempiti con malta. L'utilizzo di materiali o tipologie murarie aventi caratteristiche diverse rispetto a quanto sopra specificato deve essere autorizzato preventivamente dal Servizio Tecnico Centrale, su parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. Sono ammesse murature realizzate con elementi artificiali o elementi in pietra squadrata.

È consentito utilizzare la muratura di pietra non squadrata o la muratura listata solo nei siti ricadenti in zona 4.

Max foratura 45%

Non vale per le pietre naturali

Zona 4 ???

IL CONTROLLO SULLA PROGETTAZIONE

VERIFICA DELL'IMPOSTAZIONE PROGETTUALE
- EDIFICI NUOVI IN MURATURA -

SI DEVE VERIFICARE:

a) la correttezza della concezione strutturale (tipologia)

b) il rispetto dei requisiti geometrici globali dell'edificio

c) la rispondenza ai criteri di progetto sismici

d) il rispetto dei limiti dimensionali per i muri portanti e per le pareti resistenti al sisma

e) l'applicazione delle regole di dettaglio

f) il rispetto delle prescrizioni per i materiali

I metodi di calcolo consentiti dalla OPCM, confermati dalla N.T.C (per la verifica sismica delle pareti nel proprio piano)

1) **Analisi statica lineare** → $q = 2{,}0\ \alpha_u/\alpha_1$ (regolare in elev.)
   $\alpha_u/\alpha_1 = 1{,}8$ (>=2Piani); 1,4 (1 piano) $q = 1{,}5\ \alpha_u/\alpha_1$ (non regolare)

2) **Analisi dinamica modale** → $q = 2{,}0\ \alpha_u/\alpha_1$ (regolare in elev.)
   $\alpha_u/\alpha_1 = 1{,}8$ (>=2Piani); 1,4 (1 piano) $q = 1{,}5\ \alpha_u/\alpha_1$ (non regolare)

3) **Analisi statica non lineare**: non si applicano forze definite a priori ma si valuta la risposta dell' edificio in termini di spostamento

4) **Analisi dinamica non lineare**: storia della risposta nel tempo per accelerogrammi sollecitanti

5) **Edifici semplici**: non si fanno calcoli (nemmeno le verifiche al di fuori del piano delle pareti per i soli car. verticali)

Le prescrizioni dell' Ordinanza per i fattori di struttura (riduzione delle forze sismiche) da utilizzare nel caso di **analisi lineari** - Confermate dalla N.T.C 2008

8.1.3 Modalità costruttive e fattori di struttura

In funzione del tipo di tecnica costruttiva utilizzata, l'edificio potrà essere considerato in muratura ordinaria o in muratura armata. Il fattore di struttura q da utilizzare per la definizione dello spettro di progetto di cui al punto 3.2.5, da utilizzare nelle analisi lineari, è indicato nel seguito. Nel caso della muratura armata, valori compresi tra e $2.0\alpha_u/\alpha_1$ e $2.5\alpha_u/\alpha_1$ potranno essere applicati in funzione del sistema costruttivo prescelto, senza verificare quale sia il meccanismo di collasso dell'edificio. Il valore $3.0\ \alpha_u/\alpha_1$ potrà essere utilizzato solo applicando i principi di gerarchia delle resistenze descritti ai punti 8.1.7 e 8.3.2.

- Edifici in muratura ordinaria regolari in elevazione $q = 2.0\ \alpha_u/\alpha_1$
- Edifici in muratura ordinaria non regolari in elevazione $q = 1.5\ \alpha_u/\alpha_1$
- Edifici in muratura armata regolari in elevazione $q = 2.5\ \alpha_u/\alpha_1$
- Edifici in muratura armata non regolari in elevazione $q = 2.0\ \alpha_u/\alpha_1$
- Edifici in muratura armata progettati secondo i principi di gerarchia delle resistenze $q = 3.0\ \alpha_u/\alpha_1$

I coefficienti α_1 e α_u sono definiti come segue:

α_1 è il moltiplicatore della forza sismica orizzontale per il quale, mantenendo costanti le altre azioni, il primo pannello murario raggiunge la sua resistenza ultima (a taglio o a pressoflessione).

α_u è il 90% del moltiplicatore della forza sismica orizzontale per il quale, mantenendo costanti le altre azioni, l'edificio raggiunge la massima forza resistente.

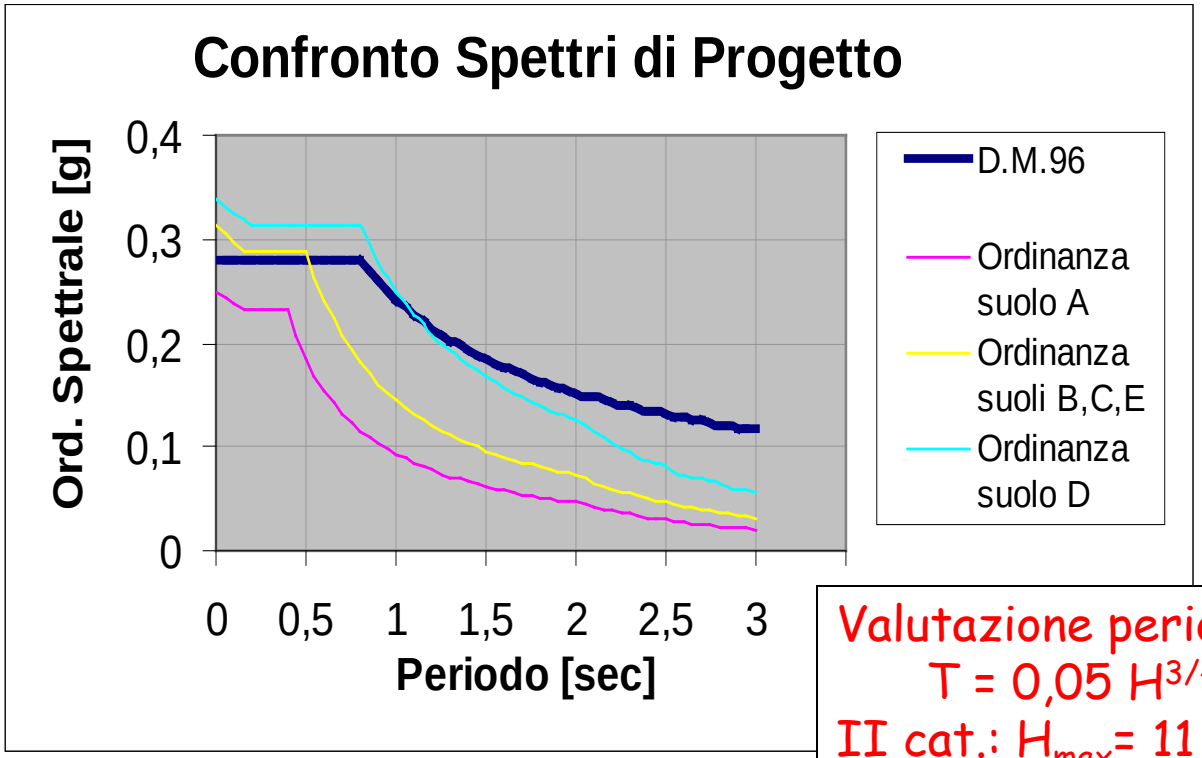
Il valore di α_u/α_1 può essere calcolato per mezzo di un analisi statica non lineare (punto 4.5.4) e non può in ogni caso essere assunto superiore a 2,5.

Qualora non si proceda ad una analisi non lineare, possono essere adottati per la valutazione di α_u/α_1 i seguenti valori:

- edifici in muratura ordinaria ad un piano $\alpha_u/\alpha_1 = 1{,}4$
- edifici in muratura ordinaria a due o più piani $\alpha_u/\alpha_1 = 1{,}8$
- edifici in muratura armata ad un piano $\alpha_u/\alpha_1 = 1{,}3$
- edifici in muratura armata a due o più piani $\alpha_u/\alpha_1 = 1{,}5$
- edifici in muratura armata progettati con la gerarchia delle resistenze $\alpha_u/\alpha_1 = 1{,}3$

per edifici esistenti α_u/α_1 = 1,5 ??

Confronto azioni sismiche D.M. 96 – Ordinanza 3274/3431
Edifici in muratura (zona sismica di seconda categoria)



COEFFICIENTI SISMICI

DM 96:

ßx0.07 = 4x0.07 = 0,28

Ordinanza:

2,5x0,25x1,25/2,7 = 0,289

suolo tipo B — fatt.di strut. q=1,5x1,8=2,7

Valutazione periodo:

$T = 0{,}05\ H^{3/4}$

II cat.: H_{max}= 11 m

T_{max}= 0,3 sec

q può essere maggiore fino a q=2x1,8=3,6 per edifici a più piani regolari in altezza

VALUTAZIONE DEI PESI SISMICI:

D.M. 96	$W = G_k + 0{,}33Q_k$
Ordinanza	$W = G_k + 0{,}15Q_k$
N.T.C. 2008	$W = G_k + 0{,}30Q_k$

RIDUZIONE DEL TAGLIANTE ALLA BASE PER ANALISI STATICA:

D.M. 96	nessuna riduzione
Ordinanza	0,85 (ed. regolari in altezza)

L' EDIFICIO SEMPLICE

par. 4.5.6.4

a) le pareti strutturali della costruzione siano continue dalle fondazioni alla sommità;
b) nessuna altezza interpiano sia superiore a 3,5 ;
c) il numero di piani non sia superiore a 3 (entro e fuori terra) per costruzioni in muratura ordinaria ed a 4 per costruzioni in muratura armata;
d) la planimetria dell'edificio sia inscrivibile in un rettangolo con rapporti fra lato minore e lato maggiore non inferiore a 1/3;
e) la snellezza della muratura, secondo l'espressione (4.5.1), non sia in nessun caso superiore a 12;
f) il carico variabile per i solai non sia superiore a 3,00 kN/m^2.

par. 7.8.1.9 – solo in zona 2, 3, 4

- **Edifici regolari in pianta ed in elevazione (v. par. 7.2.2)**

Le condizioni integrative richieste alle costruzioni semplici sono:

- in ciascuna delle due direzioni siano previsti almeno due sistemi di pareti di lunghezza complessiva, al netto delle aperture, ciascuno non inferiore al 50% della dimensione della costruzione nella medesima direzione. Nel conteggio della lunghezza complessiva possono essere inclusi solamente setti murari che rispettano i requisiti geometrici della Tab. 7.8.II. La distanza tra questi due sistemi di pareti in direzione ortogonale al loro sviluppo longitudinale in pianta sia non inferiore al 75 % della dimensione della costruzione nella medesima direzione (ortogonale alle pareti). Almeno il 75 % dei carichi verticali sia portato da pareti che facciano parte del sistema resistente alle azioni orizzontali;
- in ciascuna delle due direzioni siano presenti pareti resistenti alle azioni orizzontali con interasse non superiore a 7 m, elevabili a 9 m per costruzioni in muratura armata;

È implicitamente inteso che per le costruzioni semplici il numero di piani non può essere superiore a 3 per le costruzioni in muratura ordinaria e a 4 per costruzioni in muratura armata.

L' EDIFICIO SEMPLICE

par. 4.5.6.4 e par. 7.8.1.9

- Edificio non troppo alto con interpiani di altezza limitata
  3 piani al massimo $Hi_{max} = 3,5$ m
- Edificio regolare in pianta (quasi simmetrica e non troppo allungata)
  pianta inscrivibile in un rettangolo di lati a e b con a/b >= 1/3
- Edificio regolare in altezza
  pareti verticali continue dalla fondazione alla sommità
- Pareti verticali (almeno 2) in entrambe le direzioni non troppo corte nè troppo lontane nè troppo vicine
  L_{pareti}(esclusi i vuoti) > 50% $L_{edificio}$ $d_{max} = 7$ m $d_{min} = 75\%\ L_{ort.edificio}$
- Setti murari non troppo snelli trasversalmente
  snellezza muri h/t <= 10-12
- Area delle pareti non troppo ridotta in entrambe le direzioni ortogonali
  A_x >= 3,5 - 7 % A_{tot} A_y >= 3,5 – 7 % A_{tot} [f (zona sismica e n.piani)]

Quasi tutti gli edifici "normali" nuovi in muratura sono edifici semplici

La verifica semplificata per l' edificio "semplice" (1/2)

Tensioni ammissibili

Non applicabile in zona 1 (? !)

Tabella 7.8.III – *Area pareti resistenti in ciascuna direzione ortogonale per costruzioni semplici.*

Accelerazione di picco del terreno $a_g \cdot S$		≤0,07 g	≤0,1 g	≤0,15 g	≤0,20 g	≤0,25 g	≤0,30 g	≤0,35 g	≤0,40 g	≤0,45 g	≤0,4725 g
Tipo di struttura	Numero piani										
Muratura ordinaria	1	3,5 %	3,5 %	4,0 %	4,5 %	5,0 %	5,5 %	6,0 %	6,0 %	6,0 %	6,5 %
	2	4,0 %	4,0 %	4,5 %	5,0 %	5,5 %	6,0 %	6,5 %	6,5 %	6,5 %	7,0 %
	3	4,5 %	4,5 %	5,0 %	5,5 %	6,0 %	6,5 %	7,0 %			
Muratura armata	1	2,5 %	3,0 %	3,0 %	3,0 %	3,5 %	3,5 %	4,0 %	4,0 %	4,5 %	4,5 %
	2	3,0 %	3,5 %	3,5 %	3,5 %	4,0 %	4,0 %	4,5 %	5,0 %	5,0 %	5,0 %
	3	3,5 %	4,0 %	4,0 %	4,0 %	4,5 %	5,0 %	5,5 %	5,5 %	6,0 %	6,0 %
	4	4,0 %	4,5 %	4,5 %	5,0 %	5,5 %	5,5 %	6,0 %	6,0 %	6,5 %	6,5 %

(1) S_T si applica solo nel caso di strutture di Classe d'uso III e IV (v. § 2.4.2)

Deve inoltre risultare, per ogni piano:

$$\sigma = \frac{N}{A} \leq 0,25 \frac{f_k}{\gamma_M}$$

$\sigma <= f_k / 8$

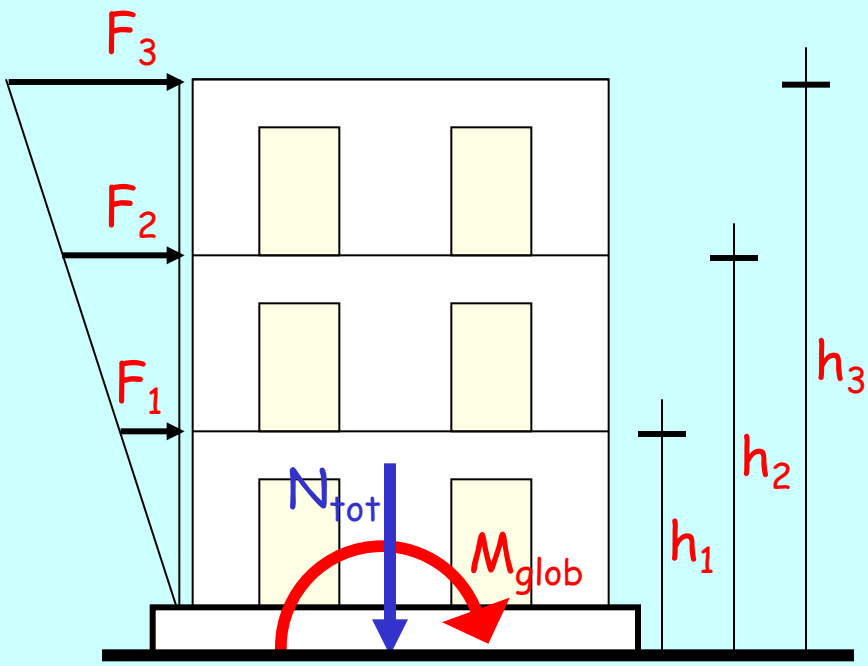
Nel D.M. 96 $\sigma <= 0,5\ \sigma_{amm} = 0,5\ f_k / 5 = f_k / 10$

in cui N è il carico verticale totale alla base di ciascun piano dell'edificio corrispondente alla somma dei carichi permanenti e variabili (valutati ponendo $\gamma_G = \gamma_Q = 1$), A è l'area totale dei muri portanti allo stesso piano e f_k è la resistenza caratteristica a compressione in direzione verticale della muratura.

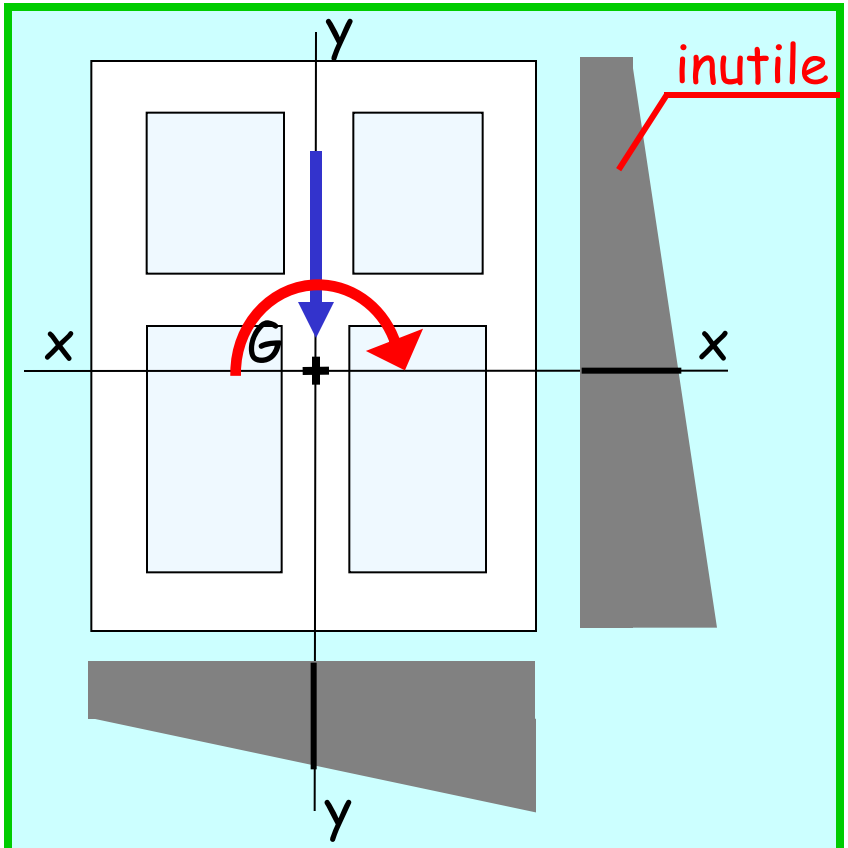
La verifica semplificata per l' edificio "semplice" (2/2)

La verifica delle fondazioni

Il dimensionamento delle fondazioni può essere effettuato in modo semplificato tenendo conto delle tensioni normali medie e delle sollecitazioni sismiche globali determinate con l'analisi statica lineare.



$N_{tot} = \Sigma N_i$ $\quad M_{glob} = \Sigma(F_i x\ h_i)$



$\sigma_{max} = N/A + M/(W_y)$

IL CONTROLLO SULLA PROGETTAZIONE

VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI
- EDIFICI NUOVI IN MURATURA -

SI DEVE VERIFICARE:

a) la eventuale sussistenza delle condizioni per considerare la costruzione come "edificio semplice" e l'effettuazione delle corrispondenti verifiche semplificate in elevazione ed in fondazione

IN CASO CONTRARIO (edificio non semplice o in zona 1):

b) lo svolgimento della verifica completa per i carichi verticali (comportamento dei muri al di fuori del piano)

c) lo svolgimento delle verifica per le azioni sismiche:
- per il comportamento delle pareti nel proprio piano (verifica sismica globale dell'edificio)
- per il comportamento delle pareti al di fuori del piano (verifica sismica locale dei singoli elementi murari)

EDIFICI ESISTENTI - RECUPERO - N.T.C. 2008

8.4 CLASSIFICAZIONE DEGLI INTERVENTI

Si individuano le seguenti categorie di intervento:

- interventi di adeguamento atti a conseguire i livelli di sicurezza previsti dalle presenti norme;
- interventi di miglioramento atti ad aumentare la sicurezza strutturale esistente, pur senza necessariamente raggiungere i livelli richiesti dalle presenti norme;
- riparazioni o interventi locali che interessino elementi isolati, e che comunque comportino un miglioramento delle condizioni di sicurezza preesistenti.

Gli interventi di adeguamento e miglioramento devono essere sottoposti a collaudo statico.

Per i beni di interesse culturale in zone dichiarate a rischio sismico, ai sensi del comma 4 dell'art. 29 del D. lgs. 22 gennaio 2004, n. 42 "Codice dei beni culturali e del paesaggio", è in ogni caso possibile limitarsi ad interventi di miglioramento effettuando la relativa valutazione della sicurezza.

8.4.1 INTERVENTO DI ADEGUAMENTO

È fatto obbligo di procedere alla valutazione della sicurezza e, qualora necessario, all'adeguamento della costruzione, a chiunque intenda:

a) sopraelevare la costruzione;

b) ampliare la costruzione mediante opere strutturalmente connesse alla costruzione;

c) apportare variazioni di classe e/o di destinazione d'uso che comportino incrementi dei carichi globali in fondazione superiori al 10%; 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 organismo edilizio diverso dal precedente.

In ogni caso, il progetto dovrà essere riferito all'intera costruzione e dovrà riportare le verifiche dell'intera struttura post-intervento, secondo le indicazioni del presente capitolo.

Una variazione dell'altezza dell'edificio, per la realizzazione di cordoli sommitali, sempre che resti immutato il numero di piani, non è considerata sopraelevazione o ampliamento, ai sensi dei punti a) e b). In tal caso non è necessario procedere all'adeguamento, salvo che non ricorrano le condizioni di cui ai precedenti punti c) o d).

8.4.2 INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO

Rientrano negli interventi di miglioramento tutti gli interventi che siano comunque finalizzati ad accrescere la capacità di resistenza delle strutture esistenti alle azioni considerate.

È possibile eseguire interventi di miglioramento nei casi in cui non ricorrano le condizioni specificate al paragrafo 8.4.1.

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

8.4.3 RIPARAZIONE O INTERVENTO LOCALE

In generale, gli interventi di questo tipo riguarderanno singole parti e/o elementi della struttura e interesseranno porzioni limitate della costruzione. Il progetto e la valutazione della sicurezza potranno essere riferiti alle sole parti e/o elementi interessati e documentare che, rispetto alla configurazione precedente al danno, al degrado o alla variante, non siano prodotte sostanziali modifiche al comportamento delle altre parti e della struttura nel suo insieme e che gli interventi comportino un miglioramento delle condizioni di sicurezza preesistenti.

Vengono confermati i due differenti livelli di intervento

1) Adeguamento sismico

2) Miglioramento sismico

Si aggiunge un ulteriore livello

3) Riparazione o intervento locale

LA CONOSCENZA DELL'EDIFICIO
OPCM 3431 e Istruzioni N.T.C. – Edifici esistenti

Riguarda i seguenti aspetti:

1) – Geometria:
- morfologia (forma e dimensioni)
- quadro fessurativo
- quadro deformativo

2) - I dettagli costruttivi:
- tipologia della muratura
- qualità dei collegamenti
- esistenza ed efficienza di specifici elementi strutturali
- presenza di elementi vulnerabili

3) - Le proprietà dei materiali

I LIVELLI DI CONOSCENZA

Il livello di conoscenza influenza: :

- il coefficiente (fattore di confidenza FC) che riduce il valore medio della resistenza determinata
- il modo in cui si determina la resistenza sulla base delle prove svolte e della tabella di norma (11.D.1.-OPCM; C.8.B.1-Istr. N.T.C.)

LC1 : Conoscenza LIMITATA

FC = 1.35

Geometria: RILIEVO strutturale completo
Dettagli costruttivi: Verifiche in situ LIMITATE
Proprietà dei materiali: Indagini in situ LIMITATE

LC2 : Conoscenza ADEGUATA

FC = 1.20

Geometria: RILIEVO strutturale completo
Dettagli costruttivi: Verifiche in situ ESTESE ed ESAUSTIVE
Proprietà dei materiali: Indagini in situ ESTESE

LC3 : Conoscenza ACCURATA

FC = 1.00

Geometria: RILIEVO strutturale completo
Dettagli costruttivi: Verifiche in situ ESTESE ed ESAUSTIVE
Proprietà dei materiali: Indagini in situ ESAUSTIVE