

NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI

MODULO 6

- ***COSTRUZIONI DI MURATURA*** -

Relatore: Ing. Federico Carboni

Dottore di Ricerca in "Strutture e Infrastrutture"
presso l'Università Politecnica delle Marche

RESISTENZA A COMPRESSIONE

In sede di progetto il valore della resistenza caratteristica a compressione f_k di una muratura può dedursi dalla resistenza a compressione degli elementi che la compongono e dalla classe della malta

Valori di f_k in N/mm²
per murature in
elementi artificiali

Resistenza caratteristica a compressione f_{bk} dell'elemento N/mm ²	Tipo di malta			
	M15	M10	M5	M2,5
2,0	1,2	1,2	1,2	1,2
3,0	2,2	2,2	2,2	2,0
5,0	3,5	3,4	3,3	3,0
7,5	5,0	4,5	4,1	3,5
10,0	6,2	5,3	4,7	4,1
15,0	8,2	6,7	6,0	5,1
20,0	9,7	8,0	7,0	6,1
30,0	12,0	10,0	8,6	7,2
40,0	14,3	12,0	10,4	--

Valori di f_k in N/mm²
per murature in
elementi naturali

Resistenza caratteristica a compressione f_{bk} dell'elemento	Tipo di malta			
	M15	M10	M5	M2,5
2,0	1,0	1,0	1,0	1,0
3,0	2,2	2,2	2,2	2,0
5,0	3,5	3,4	3,3	3,0
7,5	5,0	4,5	4,1	3,5
10,0	6,2	5,3	4,7	4,1
15,0	8,2	6,7	6,0	5,1
20,0	9,7	8,0	7,0	6,1
30,0	12,0	10,0	8,6	7,2
≥ 40,0	14,3	12,0	10,4	--

RESISTENZA A TAGLIO

In sede di progetto il valore della resistenza caratteristica a taglio f_{vk0} di una muratura in assenza di tensioni normali può dedursi a partire dagli stessi parametri usati per la resistenza a compressione

Tipo di elemento resistente	Resistenza caratteristica a compressione f_{bk} dell'elemento	Classe di malta	f_{vk0} (N/mm ²)
Laterizio pieno e semipieno	$f_{bk} > 15$	M10 ≤ M ≤ M20	0,30
	$7,5 < f_{bk} ≤ 15$	M5 ≤ M < M10	0,20
	$f_{bk} ≤ 7,5$	M2,5 ≤ M < M5	0,10
Calcestruzzo; Silicato di calcio; Cemento autoclavato; Pietra naturale squadrata.	$f_{bk} > 15$	M10 ≤ M ≤ M20	0,20
	$7,5 < f_{bk} ≤ 15$	M5 ≤ M < M10	0,15
	$f_{bk} ≤ 7,5$	M2,5 ≤ M < M5	0,10

In presenza di azioni di compressione invece, la resistenza a taglio trae beneficio dall'effetto combinato delle azioni aumentando al valore

$$f_{vk} = f_{vk0} + 0,4 \cdot \sigma_n \leq f_{vk,lim} = 1,4 \cdot \bar{f}_{bk}$$

Essendo σ_n la tensione normale media di compressione dovuta ai carichi verticali e valendo la disuguaglianza per i soli elementi artificiali semipieni o forati di resistenza orizzontale f_{bk}

MODULI ELASTICI

In sede di progetto il valore dei moduli di elasticità di una muratura possono essere assunti in funzione della sua resistenza caratteristica a compressione

$$E = 1000 \cdot f_k$$

Modulo di elasticità
normale secante

$$G = 400 \cdot f_k$$

Modulo di elasticità
tangenziale secante

Facendosi espressamente menzione al modulo secante al fine di tenere in conto dei fenomeni fessurativi istantanei che comportano un abbattimento della rigidità iniziale della muratura

Come può osservarsi, le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni ricalcano abbastanza fedelmente i contenuti del Decreto Ministeriale 20 novembre 1987

MALTE PER MURATURA

Rispetto alla normativa previgente, maggiore attenzione è invece posta nella determinazione e nella certificazione delle caratteristiche dei componenti

Tale attenzione, come è possibile osservarsi nelle tabelle per la determinazione delle resistenze della muratura, si traduce anche in una nuova classificazione delle malte, ora non più solamente tramite una **composizione prescritta** (tabella inferiore), ma identificabili anche attraverso una **prestazione garantita** minima (tabella superiore) soggetta a sistema di attestazione della conformità

Classe	M 2,5	M 5	M 10	M 15	M 20	M d
Resistenza a compressione N/mm ²	2,5	5	10	15	20	d

d è una resistenza a compressione maggiore di 25 N/mm² dichiarata dal produttore

VECCHIA DENOMINAZIONE	Classe	Tipo di malta	Composizione				
			Cemento	Calce aerea	Calce idraulica	Sabbia	Pozzolana
M4	M 2,5	Idraulica	--	--	1	3	--
M4	M 2,5	Pozzolonica	--	1	--	--	3
M4	M 2,5	Bastarda	1	--	2	9	--
M3	M 5	Bastarda	1	--	1	5	--
M2	M 8	Cementizia	2	--	1	8	--
M1	M 12	Cementizia	1	--	--	3	--

CATEGORIA DEGLI ELEMENTI

Gli elementi della muratura portante, sulla base del medesimo principio esposto per le malte, devono essere conformi alle norme europee armonizzate della serie UNI EN 771, e recare la marcatura CE, secondo il sistema di attestazione della conformità di seguito indicato

Specifica Tecnica Europea di riferimento	Categoria	Sistema di Attestazione della Conformità
Specifica per elementi per muratura - Elementi per muratura di laterizio, silicato di calcio, in calcestruzzo vibrocompresso (aggregati pesanti e leggeri), calcestruzzo aerato autoclavato, pietra agglomerata, pietra naturale UNI EN 771-1, 771-2, 771-3, 771-4, 771-5, 771-6	CATEGORIA I	2+
	CATEGORIA II	4

Essendo

CATEGORIA I

elementi con controllo statistico conforme alle norme UNI EN 771 per la dichiarazione della resistenza caratteristica (frattile 5%) a compressione

CATEGORIA II

elementi non appartenenti alla categoria I

CLASSE DI ESECUZIONE

Il principio della conformità del processo produttivo che porta all'organismo murario si applica, oltre che controllando i materiali costituenti, anche adottando degli opportuni accorgimenti in fase realizzativa che consentano di meglio stimare le caratteristiche dell'elemento in muratura

In particolar modo sono previste due distinte classi di esecuzione con le seguenti prescrizioni minime

CLASSE 1

personale qualificato e con esperienza
dipendente dell'impresa a supervisione del
lavoro (capocantiere)

personale qualificato e con esperienza
indipendente dall'impresa a supervisione
del lavoro (direttore dei lavori)

controllo e valutazione in loco delle
proprietà della malta e del calcestruzzo

dosaggio dei componenti della malta a
volume con processo controllato ovvero uso
di malta premiscelata certificata

CLASSE 2

personale qualificato e con esperienza
dipendente dell'impresa a supervisione del
lavoro (capocantiere)

personale qualificato e con esperienza
indipendente dall'impresa a supervisione
del lavoro (direttore dei lavori)

RESISTENZA DI PROGETTO

Le resistenze di progetto da impiegare per le verifiche nei confronti delle azioni di compressione e di taglio possono quindi desumersi dividendo i valori caratteristici per il coefficiente di sicurezza

$$f_d = f_k / \gamma_M$$

$$f_{vd} = f_{vk} / \gamma_M$$

Essendo tanto maggiore il coefficiente di sicurezza quanto minore è il livello di controllo del processo produttivo che emerge dalla categoria degli elementi, dal tipo di malta e dalla classe di esecuzione

Materiale	Classe di esecuzione	
	1	2
Muratura con elementi resistenti di categoria I, malta a prestazione garantita	2,0	2,5
Muratura con elementi resistenti di categoria I, malta a composizione prescritta	2,2	2,7
Muratura con elementi resistenti di categoria II, ogni tipo di malta	2,5	3,0

Valori del coefficiente di sicurezza γ_M

Si precisa che per costruzioni di muratura non è generalmente necessario eseguire verifiche nei confronti di stati limite di esercizio e che quindi i valori sopra esposti sono riferiti allo SLU

VERIFICA SEMPLIFICATA

Per edifici semplici è consentito eseguire le verifiche nei confronti della combinazione fondamentale allo Stato Limite Ultimo, in via semplificativa, con il metodo delle tensioni ammissibili

Potendosi parlare di dimensionamento semplificato allorquando siano rispettati i seguenti limiti

- 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 inscritta 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/m².

La verifica si intende in tal caso soddisfatta se risulta

$$\sigma = N / (0,65 \cdot A) \leq f_k / 4,2$$

Essendo **N** il carico verticale totale alla base di ciascun piano dell'edificio valutabile attraverso la **combinazione rara delle azioni (SLE)**, ed **A** l'area totale dei muri portanti allo stesso piano

SNELLEZZA CONVENZIONALE

La snellezza convenzionale di una parete può essere definita dal rapporto

$$\lambda = \frac{\rho \cdot h}{t}$$

Dove

- ρ è un fattore riduttivo che tiene conto dell'efficacia contro lo sbandamento garantita dal vincolo fornito dai muri ortogonali
- h è l'altezza interna netta di piano
- t è lo spessore della parete

E dove ρ , per muri senza aperture irrigiditi da due muri trasversali posti a interasse a e privi, questi ultimi, di aperture poste a una distanza minore di $1/5 h$ dalla superficie del muro irrigidito, vale

h/a	ρ
$h/a \leq 0,5$	1
$0,5 < h/a \leq 1,0$	$3/2 - h/a$
$1,0 < h/a$	$1/[1+(h/a)^2]$

In tutti gli altri casi non contemplati, deve invece assumersi $\rho = 1$

BIBLIOGRAFIA

Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008

Circolare applicativa del D.M. 14 gennaio 2008

Decreto Ministeriale 20 novembre 1987

Circolare Ministeriale 4 gennaio 1989, n. 30787

UNI EN 1996-1-1

UNI EN 771