

La PARETE in c.a. e la progettazione in conformità alle NTC 2018

“Si definisce **Parete** un **Elemento Strutturale** di supporto per altri elementi che abbia una sezione trasversale rettangolare o ad essa assimilabile, anche per tratti, caratterizzata in ciascun tratto da un rapporto tra dimensione massima l_w e dimensione minima b_w in pianta $l_w/b_w > 4$.”

Un sottogruppo degli elementi parete è costituito dalle **pareti estese debolmente armate**, ovvero quelle estese lungo buona parte del perimetro della pianta strutturale e dotate di idonei provvedimenti per garantire la continuità strutturale così da produrre un efficace comportamento scatolare. In tale ipotesi il periodo fondamentale della struttura in esame, in condizioni non fessurate e calcolato nell'ipotesi di assenza di rotazioni alla base, non **DEVE** essere superiore a T_C .

Verifiche di Resistenza (RES)

Presso-Flessione

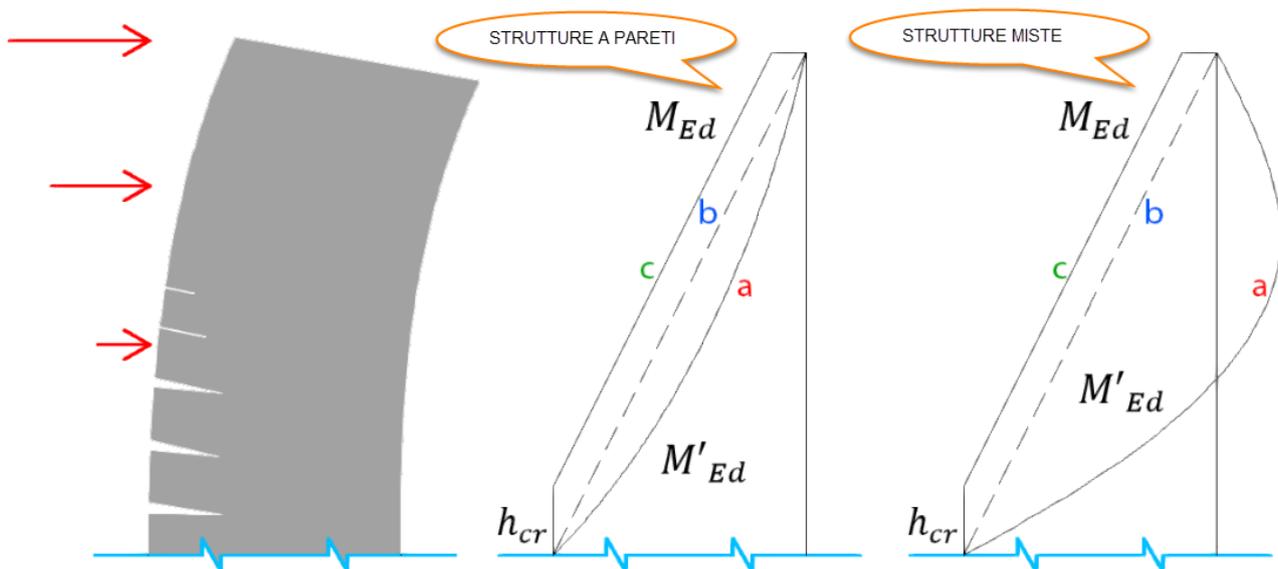
Le NTC 2018 chiariscono, innanzitutto, che SOLO per pareti snelle sia in CD “A” che in CD “B”, la DOMANDA FLESSIONALE si ottiene per traslazione verso l'alto dell'involuppo del diagramma dei momenti derivante dall'analisi e assunto, in via semplificata, come lineare.

In analogia con quanto già indicato nelle NTC 2008, in accordo con l'inclinazione degli elementi compressi nel meccanismo resistente a taglio, la traslazione viene assunta pari ad h_{cr} , altezza della zona inelastica dissipativa di base.

$$h_{cr} = \max\left(l_w, h_w/6\right) \quad \text{purché} \quad h_{cr} \leq \begin{cases} 2l_w \\ h_s \text{ per } n \leq 6 \text{ piani} \\ 2h_s \text{ per } n \geq 7 \text{ piani} \end{cases}$$

Dove:

- l_w, h_w assumono i significati precedenti;
- h_s è l'altezza libera di piano.

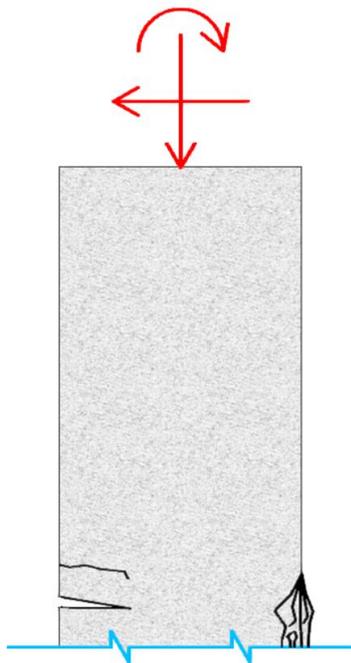


- a - Diagramma dei momenti derivante dall'analisi
- b - Diagramma dei momenti linearizzato
- c - Domanda Flessionale

La NTC2018 ripropone i limiti individuati nella NTC 2008 relativamente alla domanda a compressione assiale indicando che:

- per tutte le pareti, la domanda in forza normale di compressione non deve eccedere rispettivamente il 35% in CD "A" e il 40% in CD "B" della capacità massima a compressione della sezione di solo calcestruzzo.
- Per le pareti estese debolmente armate, occorre limitare le tensioni di compressione nel calcestruzzo per prevenire l'instabilità fuori dal piano, secondo quanto indicato nel capitolo 4 per i pilastri singoli.

In particolare, la nuova normativa tecnica specifica che **SOLO** per le **PARETI DEBOLMENTE ARMATE** è valida la seguente limitazione:



se il fattore di comportamento q è superiore a 2, si deve tener conto della domanda in forza assiale dinamica aggiuntiva che si genera nelle pareti per effetto dell'apertura e chiusura di fessure orizzontali e del sollevamento dal suolo. In assenza di più accurate analisi essa può essere assunta pari al $\pm 50\%$ della domanda in forza assiale dovuta ai carichi gravitazionali relativi alla combinazione sismica di progetto.

Per il calcolo della resistenza flessionale, invece, si rimanda interamente alle modalità di calcolo esplicitate per i pilastri.

Taglio

Per prevenire la possibile rottura a taglio della **PARETI DISSIPATIVE** (ovvero strutture a pareti o miste in cui la capacità dissipativa è affidata alla parete stessa) a seguito della formazione della cerniera plastica alla base, la modalità di calcolo della domanda a taglio in CD "A" NTC 2008 è stata estesa dalla NTC 2018 con il seguente paragrafo:

*"Per le pareti si deve tener conto del possibile incremento delle forze di taglio a seguito della formazione della cerniera plastica alla base della parete. A tal fine, la domanda di taglio di progetto deve essere incrementata del **fattore di incremento**:"*

$$1.5 \leq q \sqrt{\left(\frac{\gamma_{rd}}{q} \cdot \frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}\right)^2 + 0.1 \left(\frac{S_e(T_C)}{S_e(T_1)}\right)^2} \leq q \quad \text{Per pareti snelle}$$

$$\gamma_{rd} \cdot \frac{M_{Rd}}{M_{Ed}} \leq q \quad \text{Per pareti tozze}$$

Dove:

- q *Fattore di comportamento;*
- γ_{rd} *Fattore di sovreresistenza;*
- M_{Ed}, M_{Rd} *Momenti flettenti di progetto di domanda e di capacità;*
- T_1 *Periodo fondamentale della struttura nella direzione dell'azione sismica."*

Per le pareti debolmente armate, invece, affinché lo snervamento a flessione preceda la rottura a taglio, il taglio derivante dall'analisi viene amplificato a ogni piano del fattore $(q + 1)/2$

In particolare, le verifiche a taglio possono essere così schematizzate:

possibile rottura taglio-compressione cls dell'anima

La determinazione della resistenza viene condotta in accordo con la definizione della resistenza a taglio-compressione della sezione in c.a., assumendo un braccio delle forze interne pari a $0,8 l_w$ e un'inclinazione delle diagonali compresse pari a 45° .

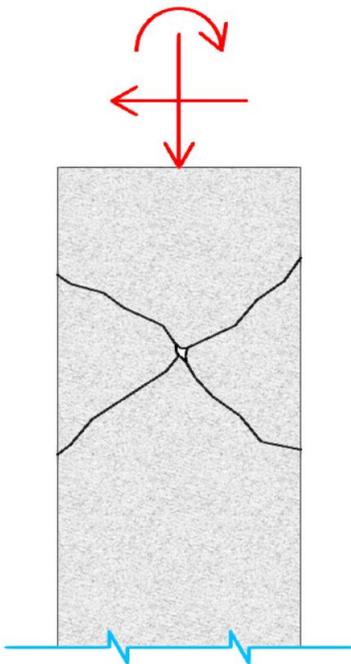
Nelle zone dissipative tale resistenza va ridotto del 60%.

possibile rottura taglio-trazione delle armature dell'anima

Il calcolo dell'armatura d'anima deve tener conto del rapporto di taglio

$$\alpha_s = M_{Ed} / V_{Ed} l_w . \text{ In particolare:}$$

- $\alpha_s \geq 2$ la resistenza viene calcolata in accordo con la definizione della resistenza a taglio-trazione della sezione in c.a., assumendo un braccio delle forze interne pari a $0,8 l_w$ e un'inclinazione delle diagonali compresse pari a 45° .
- $\alpha_s < 2$ $V_{Ed} \leq V_{Rd,c} + 0.75 \rho_h f_{yd,h} b_w \alpha_s l_w$
 $\rho_h f_{yd,h} b_w \leq \rho_v f_{yd,v} b_w z + \min N_{Ed}$ con:
 - ρ_h, ρ_v rapporti tra l'area della sezione dell'armatura orizzontale e verticale d'anima e l'area della relativa sezione di calcestruzzo;
 - $f_{yd,h}, f_{yd,v}$ valori di progetto della resistenza delle armature orizzontali e verticali;
 - N_{Ed} forza assiale di progetto (positiva se di compressione);
 - $V_{Rd,c}$ resistenza a taglio degli elementi non armati da assumersi nulla nelle zone dissipative quando N_{Ed} è di trazione.



possibile rottura per scorrimento nelle zone dissipative

Sui possibili piani di scorrimento (per esempio le riprese di getto o i giunti costruttivi) posti all'interno delle zone dissipative deve risultare:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s}$$

Con

$$V_{Rd,s} = V_{ad} + V_{id} + V_{fd}$$

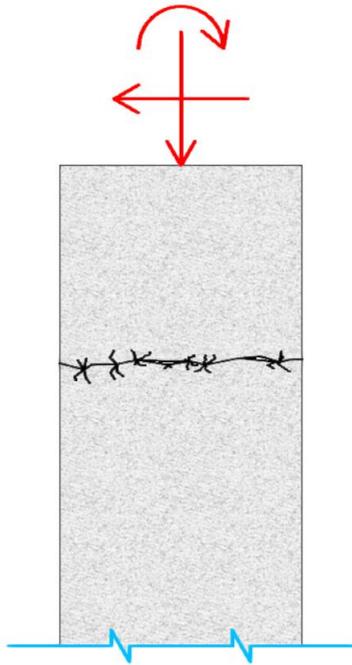
In particolare:

- $V_{ad} = \min \left\{ \begin{array}{l} 1.3 \sum A_{sj} \sqrt{f_{cd} f_{yd}} \\ 0.25 f_{yd} \sum A_{sj} \end{array} \right.$ Contributo effetto spinotto
- $V_{id} = f_{yd} \sum A_{si} \cos \phi_i$ Contributo armature inclinate
- $V_{fd} = \min \left\{ \begin{array}{l} \mu_f [\xi (\sum A_{sj} f_{yd} + N_{Ed}) + M_{Ed}/z] \\ 0.5 \eta f_{cd} \xi l_w b_{wo} \end{array} \right.$ Contributo della resistenza per attrito

I simboli utilizzati nelle formule precedenti assumono i seguenti significati:

- $\eta = 0.6 \left(1 - \frac{f_{ck}}{250} \right)$
- μ_f coefficiente d'attrito calcestruzzo-calcestruzzo sotto azioni cicliche (può essere assunto pari a 0.60);
- $\sum A_{sj}$ somma delle aree delle barre verticali intersecanti il piano contenente la potenziale superficie di scorrimento;
- ξ altezza della parte compressa della sezione normalizzata all'altezza della sezione;
- $\sum A_{si}$ l'area di ciascuna armatura inclinata che attraversa il piano detto formando con esso un angolo ϕ_i .

Per le pareti tozze deve risultare $V_{id} > V_{Ed}/2$.



Verifiche di Duttività (DUT)

La vera innovazione della NTC 2018 è l'esplicitazione delle verifiche di DUTTILITA', di modo che il progettista possa scegliere di eseguirle direttamente e quindi applicare i dettagli costruttivi del CAP 4, o di riferirsi ai dettagli costruttivi del CAP 7 (superando in modo implicito le verifiche di duttilità). Resta l'obbligo di esecuzione delle verifiche di duttilità alla base degli elementi strutturali primari (zone dissipative) e, quindi, alla base delle pareti sismo-resistenti sia per le strutture a pareti che per le strutture miste.

Entrando nel dettaglio:

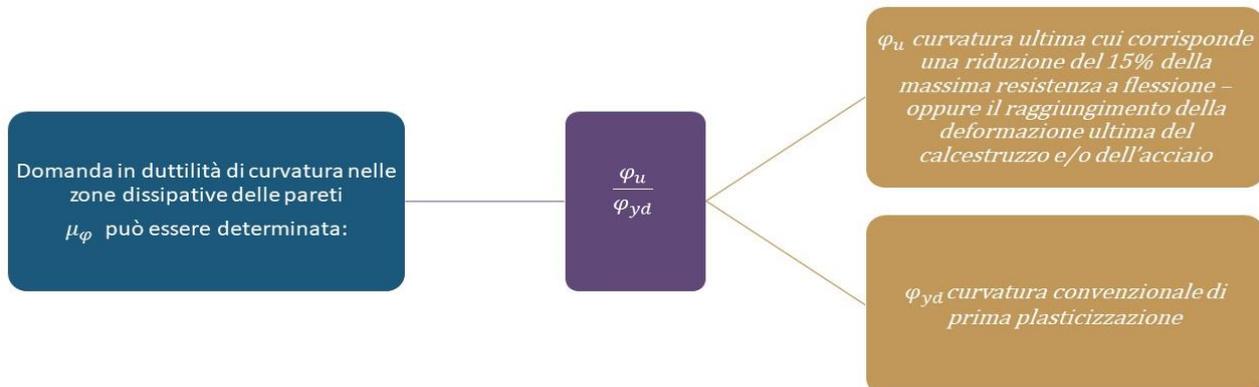


il valore di q in queste espressioni va ridotto del fattore M_{Ed}/M_{Rd}

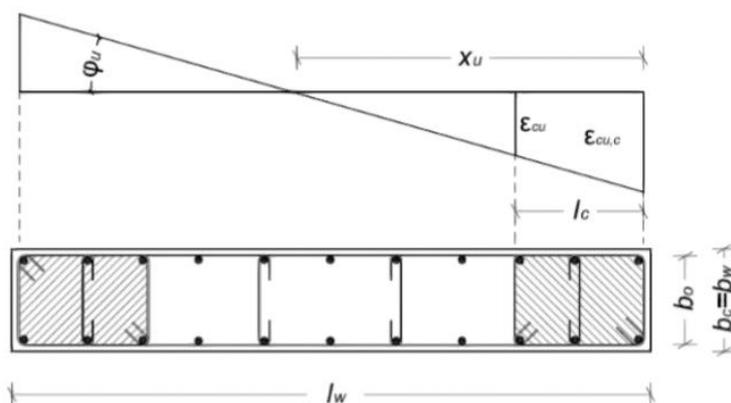
dove

- M_{Ed} momento flettente di progetto alla base della parete fornito dall'analisi nella situazione sismica di progetto;
- M_{Rd} resistenza flessionale di progetto.

NB.: nel caso in cui nella progettazione si ricorra alla redistribuzione degli effetti tra le pareti, il fattore M_{Ed}/M_{Rd} può assumere valori maggiori dell'unità, comportando un conseguente aumento della domanda di duttilità nelle pareti progettate con momento resistente inferiore al momento sollecitante ottenuto dall'analisi.



Per gli **ELEMENTI di BORDO** (regioni di estremità della sezione trasversale) è consentito tener in conto, nel calcolo della capacità, l'effetto del confinamento.



Le dimensioni degli elementi di bordo sono le seguenti:

- Larghezza $b_0 = b_w - 2\text{copriferro}$;
- Lunghezza l_c pari alla lunghezza delle zone in cui la deformazione supera quella ultima del cls non confinato.
- x_u si ricava dalla condizione di equilibrio della sezione nella combinazione di progetto sismica facendo riferimento, per la valutazione della deformazione ultima del calcestruzzo, alla quantità di armatura di confinamento effettivamente presente.

Come Blumatica recepisce gli aggiornamenti normativi?

Blumatica affianca i progettisti nel recepimento di una normativa i cui oneri computazionali obbligano all'utilizzo di software di supporto alle varie fasi progettuali, ideando **Blumatica Bim StructurIT** un prodotto NON "adeguato" alla nuova normativa ma progettato per essere conforme alle NTC 2018.

Blumatica BIM StructurIT è, quindi, in grado di allinearsi alle più complesse richieste della NTC 2018 per tutte le tipologie di verifiche, con particolare attenzione alle innovazioni in termini di richiesta in duttilità degli elementi strutturali.

[Clicca qui](#) per ricevere maggiori informazioni in merito.