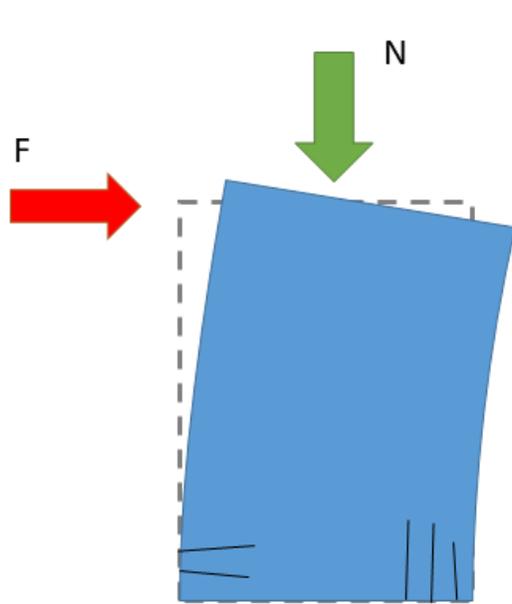
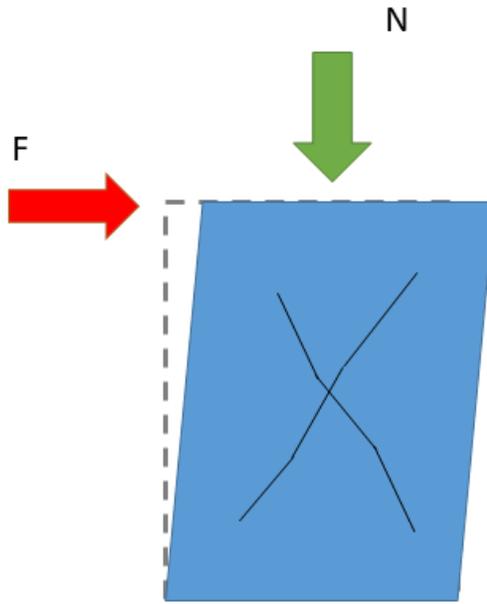


Pannelli in muratura: comportamento nel piano

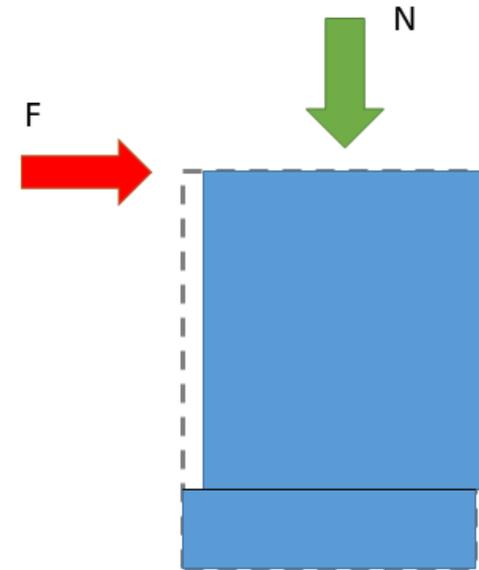
Formule per il calcolo della resistenza a taglio del pannello murario



Pressoflessione



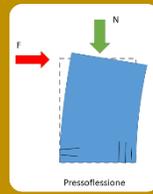
Taglio
Fessurazione-diagonale



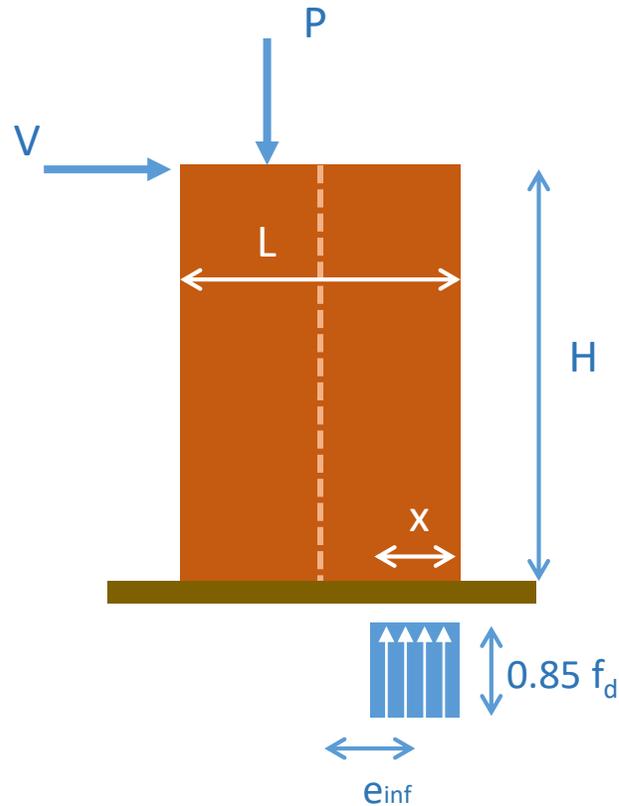
Taglio
Scorrimento

marcodepisapia
civilengineer

Rottura per pressoflessione



Momento ultimo per pressoflessione



Profondità asse neutro alla base del pannello

$$x = \frac{P}{0.85 \cdot t \cdot f_d} \quad (1)$$

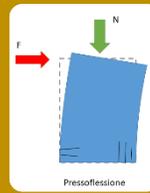
Eccentricità della risultante degli sforzi di compressione alla base del pannello

$$e_{inf} = 1/2 * (L - x) \quad (2)$$

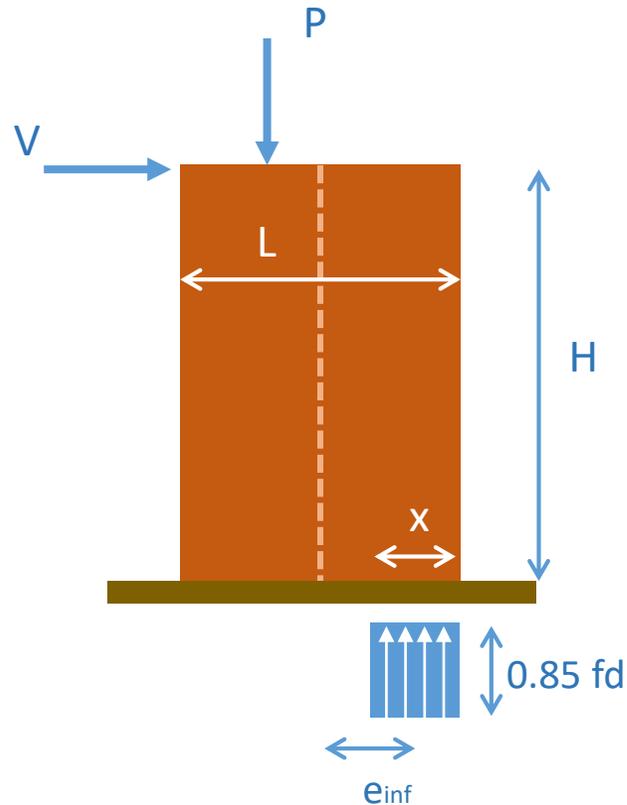
Sostituendo nella (2) a x l'espressione (1) si ottiene:

$$e_{inf} = L/2 * \left[1 - \frac{P}{0.85 \cdot L \cdot t \cdot f_d} \right] \quad (3)$$

marcodepisapia
civilengineer



Momento ultimo per pressoflessione



Tensione media di compressione nel pannello:

$$\sigma_n = \frac{P}{L \cdot t}$$

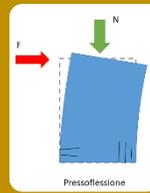
Il momento ultimo si ottiene moltiplicando l'eccentricità inferiore per lo sforzo normale P

$$M_u = P \cdot e_{inf} = P \cdot L/2 \cdot \left(1 - \frac{P}{0.85 \cdot L \cdot t \cdot f_d} \right)$$

Moltiplicando e dividendo per L·t e sostituendo il valore σ_n nel termine in parentesi si ottiene:

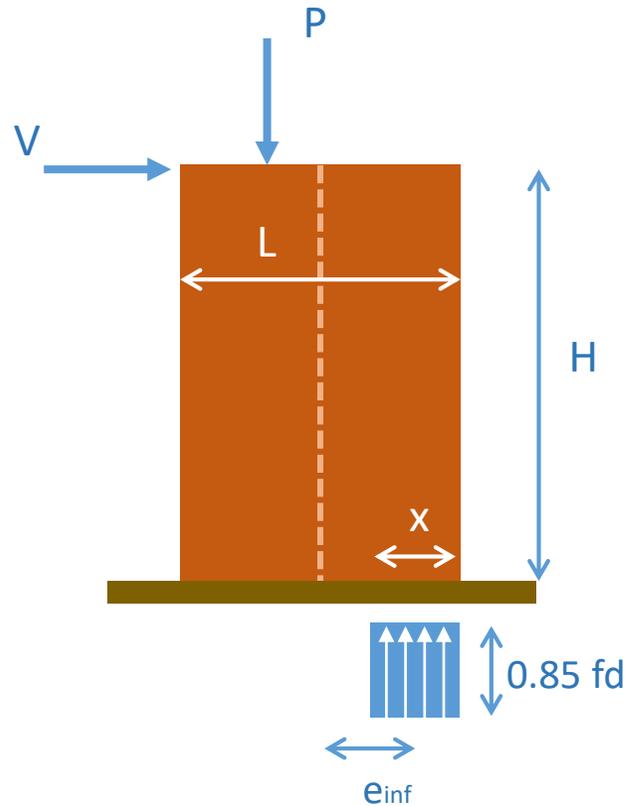
$$M_u = L^2 \cdot t \cdot \sigma_n / 2 \cdot \left(1 - \frac{\sigma_n}{0.85 \cdot f_d} \right)$$

Rottura per pressoflessione



Momento ultimo per pressoflessione

Si ottiene la stessa formula [7.8.2] proposta dalle NTC2018

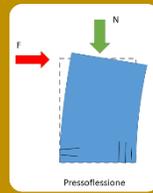


$$M_u = L^2 \cdot t \cdot \sigma_n / 2 \cdot \left(1 - \frac{\sigma_n}{0.85 \cdot f_d} \right)$$

$$M_u = \left(l^2 \cdot t \cdot \frac{\sigma_0}{2} \right) \left(1 - \frac{\sigma_0}{0,85 f_d} \right) \leftarrow \text{NTC2018 [7.8.2]}$$

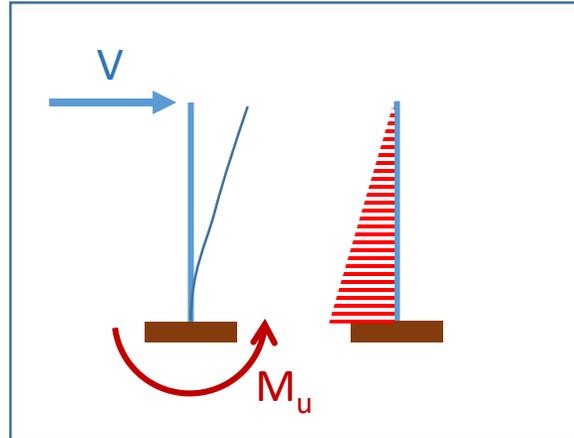
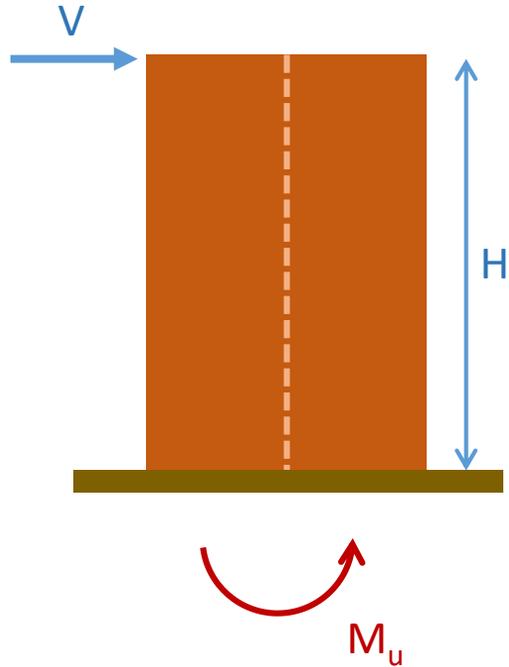
marcodepisapia
civilengineer

Rottura per pressoflessione



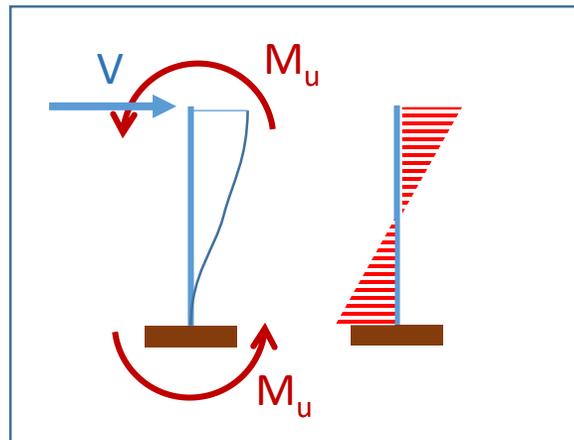
Taglio resistente – rottura per pressoflessione

Una volta noto il momento ultimo per pressoflessione, si può ricavare il corrispondente taglio resistente.



Fasce di piano deformabili, cerniera in testa

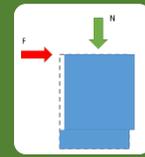
$$V_u^{(PF)} = M_u / H$$



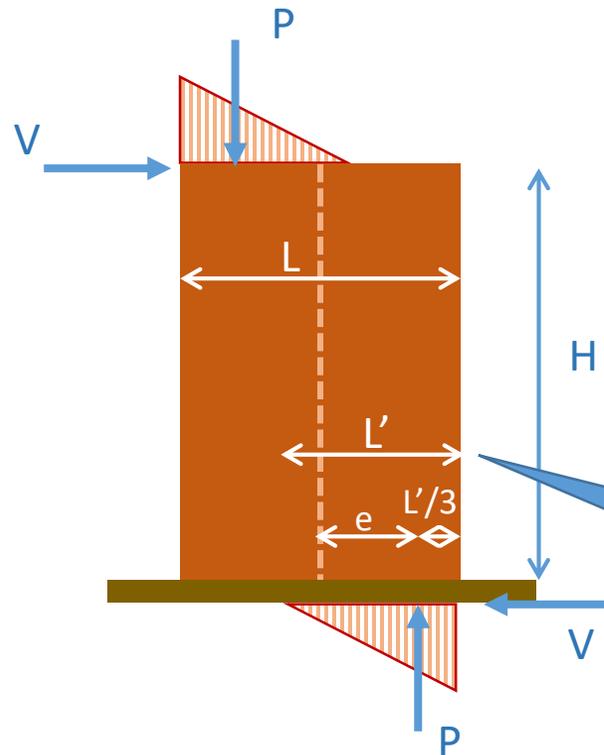
Fasce di piano rigide, incastro in testa

$$V_u^{(PF)} = 2 \cdot M_u / H$$

marcodepisapia
civilengineer



Taglio resistente – rottura per taglio-scorrimento



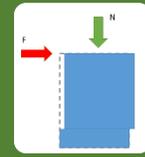
Resistenza caratteristica della muratura a taglio

$$f_{vk} = f_{vk0} + 0.4 \sigma_n \quad (\text{Criterio dell'attrito interno – Coulomb})$$

- f_{vk0} = resistenza caratteristica della muratura a taglio in assenza di sforzo assiale
- σ_n = tensione normale media dovuta ai carichi verticali
- f_{vk} = resistenza caratteristica della muratura a taglio in presenza di sforzo assiale

L' = zona di base reagente ottenuta ipotizzando una distribuzione lineare delle tensioni di compressione in fase elastica, in assenza di resistenza a trazione.

Rottura per taglio-scorrimento



CLICCA QUI

Estratto delle NTC2018

7.8.2.2.2 Taglio

La capacità a taglio di ciascun elemento strutturale è valutata per mezzo della relazione seguente:

$$V_t = l' \cdot t \cdot f_{vd} \quad [7.8.3] - \text{NTC2018}$$

dove:

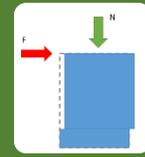
l' è la lunghezza della parte compressa della parete ottenuta sulla base di un diagramma lineare delle compressioni ed in assenza di resistenza a trazione;

t è lo spessore della parete;

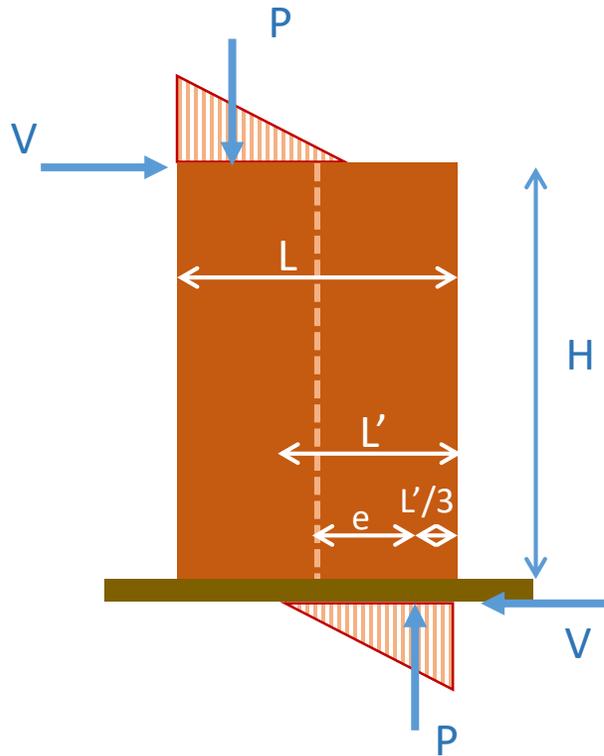
$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_M$ è definito al § 4.5.6.1 e al § 11.3.3, calcolando la tensione normale media (indicata con σ_n nei paragrafi citati) sulla parte compressa della sezione ($\sigma_n = N / (l' \cdot t)$).

In caso di analisi statica non lineare, la resistenza a taglio può essere calcolata ponendo $f_{yd} = f_{vm0} + 0,4 \sigma_n \leq f_{y,lim}$ con f_{vm0} resistenza media a taglio della muratura (in assenza di determinazione diretta si può porre $f_{vm0} = f_{vk0} / 0,7$ e $f_{y,lim} = f_{yk,lim} / 0,7$), e lo

marcodepisapia
civilengineer



Taglio resistente – rottura per taglio-scorrimento



Resistenza di progetto della muratura a taglio

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

$$f_{vd} = (f_{vk0} + 0.4 \sigma_n) / \gamma_m$$

In caso di analisi statica non-lineare:

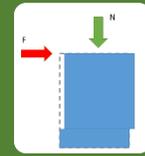
$$f_{vd} = (f_{vm0} + 0.4 \sigma_n) / \gamma_m$$

$$f_{vm0} = f_{vk0} / 0.7$$

γ_m pari a 1 per analisi non-lineare

$$f_{vd} = (f_{vk0} / 0.7 + 0.4 \sigma_n) / 1$$

Rottura per taglio-scorrimento

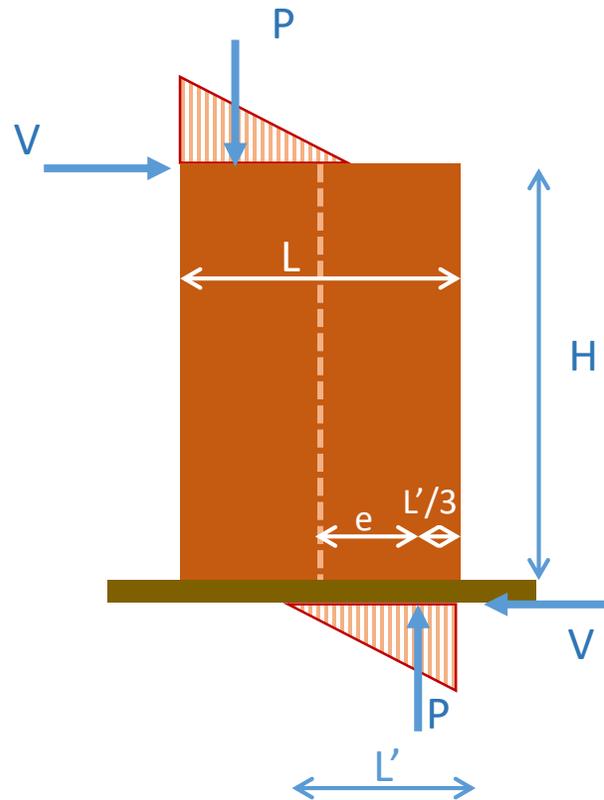


Taglio resistente – rottura per taglio-scorrimento

$$V_u^{(TS)} = L' \cdot t \cdot f_{vd} = \cdot L' \cdot t [f_{vm0} + 0.4 \cdot \sigma_n] / \gamma_m$$

$$\sigma_n = P / (L' \cdot t)$$

$$V_u^{(TS)} = L' \cdot t \cdot f_{vd} = \cdot L' \cdot t [f_{vm0} + 0.4 \cdot P / (L' \cdot t)] / \gamma_m$$



In caso di grande eccentricità, sola una parte della sezione risulterà compressa. La resistenza caratteristica a taglio della muratura va computata solo sulla parte compressa di lunghezza L' .

$$L'/3 = L/2 - e \rightarrow L' = 3 (L/2 - e) \quad [\text{Lunghezza compressa della muratura}]$$

$$e = M/P \quad [\text{eccentricità dello sforzo normale}]$$

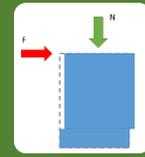
$$L' = 3 (L/2 - M/P)$$

$$M = V \cdot h_0$$

$$L' = 3 (L/2 - V \cdot h_0 / P)$$

marcodepisapia
civilengineer

Rottura per taglio-scorrimento



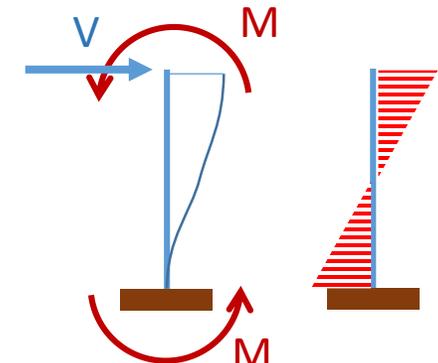
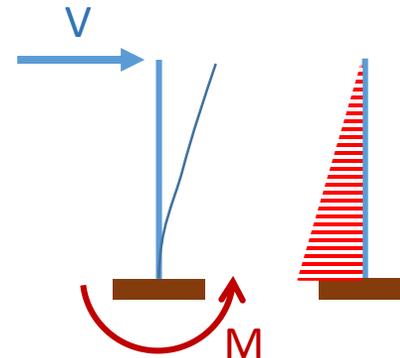
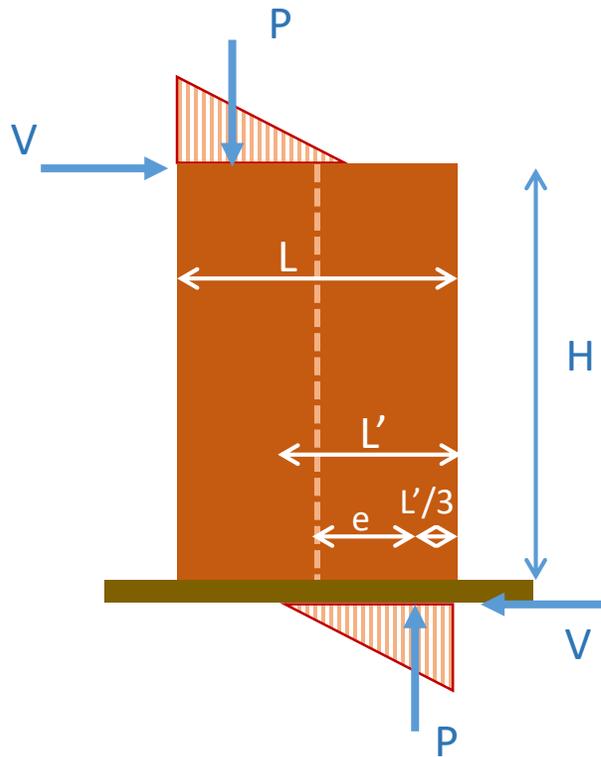
CLICCA QUI

Taglio resistente – rottura per taglio-scorrimento

$$M = V \cdot h_0$$

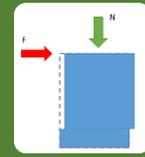
h_0 è pari a:

- H in caso di rotazione consentita della testa del pannello (fasce deformabili)
- $H/2$ in caso di rotazione impedita alla testa del pannello (fasce rigide)



marcodepisapia
civilengineer

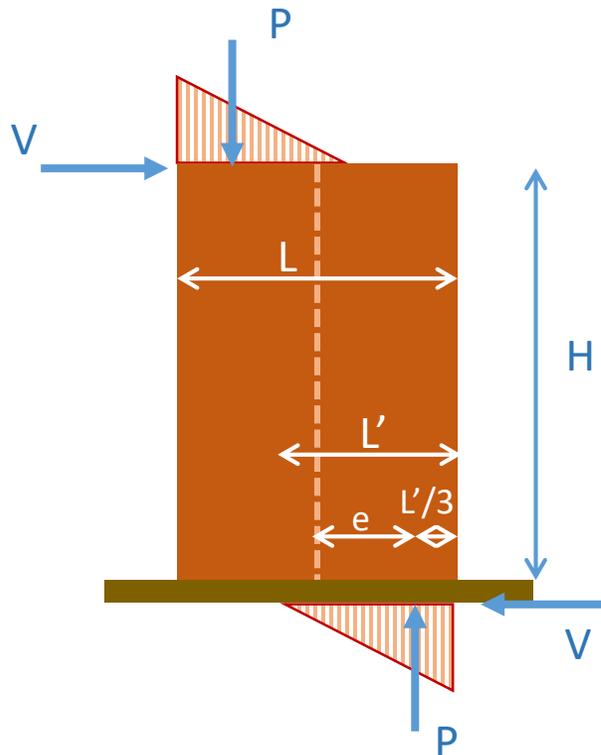
Rottura per taglio-scorrimento



Taglio resistente – rottura per taglio-scorrimento

$$V_u^{(TS)} = L' \cdot t \cdot [f_{vm0} + 0.4 \cdot P / (L' \cdot t)] / \gamma_m$$

$$V_u^{(TS)} = (f_{vm0} \cdot L' \cdot t + 0.4 \cdot P) / \gamma_m$$



Sostituendo la lunghezza compressa $L' = 3 (L/2 - V \cdot h_0 / P)$ nella formula precedente si ottiene:

$$V_u^{(TS)} = [f_{vm0} \cdot 3 (L/2 - V_u^{(TS)} \cdot h_0 / P) \cdot t + 0.4 \cdot P] / \gamma_m$$

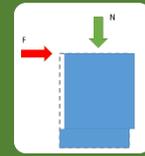
Ricavando $V_u^{(TS)}$ dalla formula precedente si ottiene:

$$V_u^{(TS)} = \frac{(1.5 f_{vm0} \cdot L \cdot t + 0.4 P) / \gamma_m}{1 + 3 \cdot h_0 \cdot t \cdot f_{vm0} / (P \cdot \gamma_m)}$$

$h_0 = H/2$ per schema incastro-incastro
 $h_0 = H$ per schema a mensola

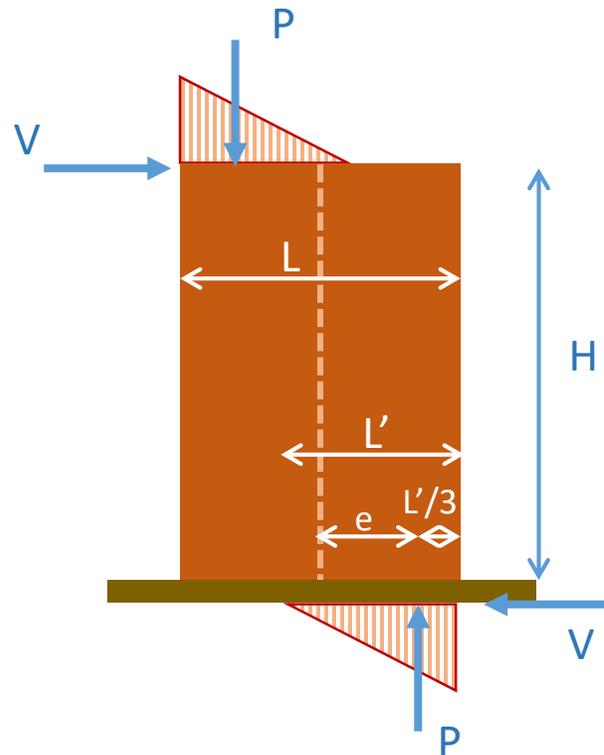
marcodepisapia
civilengineer

Rottura per taglio-scorrimento



Taglio resistente – rottura per taglio-scorrimento

Nota: per murature **esistenti**, il **fattore di confidenza FC** va applicato nel seguente modo per il calcolo della resistenza a taglio-scorrimento:

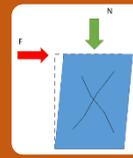


$$V_u^{(TS)} = \frac{(1.5 \cdot f_{vm0} / FC \cdot L \cdot t + 0.4 \cdot P / FC) / \gamma_m}{1 + 3 \cdot h_0 \cdot t \cdot f_{vm0} / (FC \cdot P \cdot \gamma_m)}$$

$h_0 = H/2$ per schema incastro-incastro
 $h_0 = H$ per schema a mensola

marcodepisapia
civilengineer

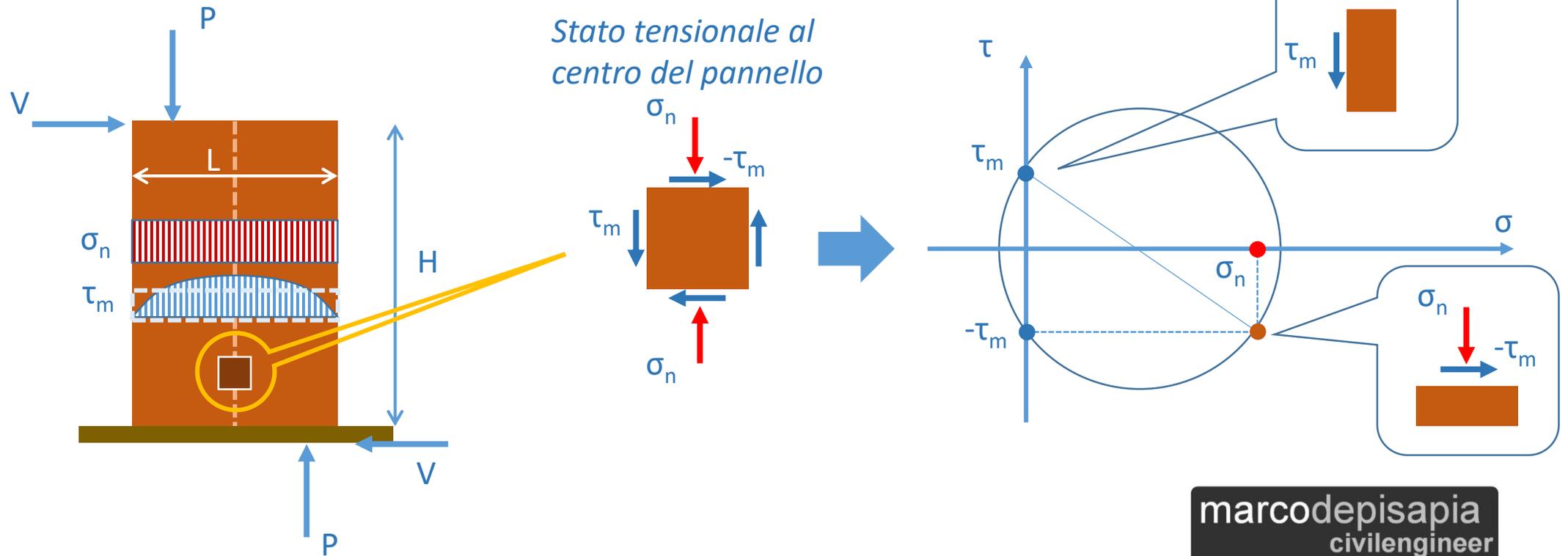
Rottura per fessurazione diagonale



CLICCA QUI

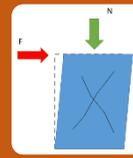
Taglio resistente – rottura per fessurazione diagonale

La rottura per fessurazione diagonale si raggiunge quando la tensione principale al centro del pannello raggiunge la resistenza a trazione della muratura



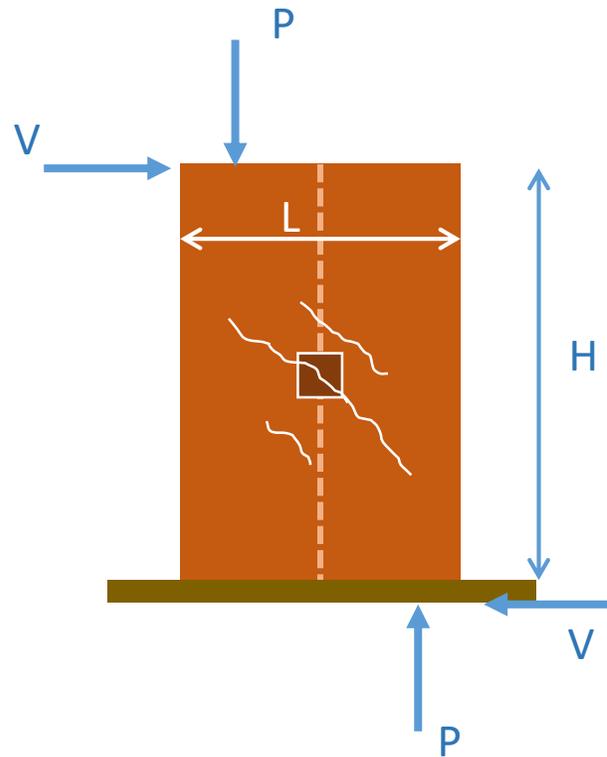
marcodepisapia
civilengineer

Rottura per fessurazione diagonale



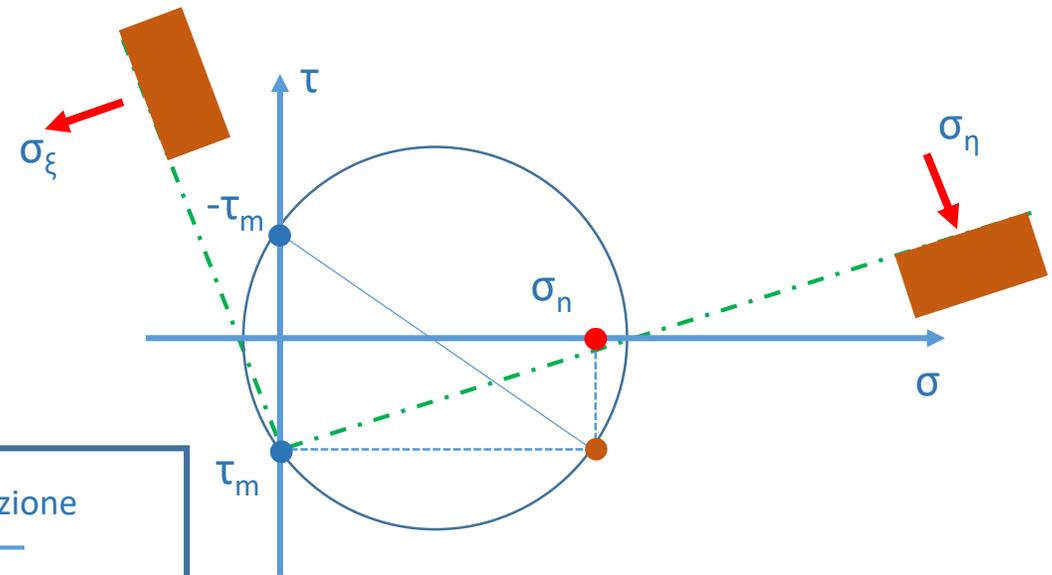
Taglio resistente – rottura per fessurazione diagonale

Direzioni principali di trazione e compressione e fessurazione diagonale della muratura



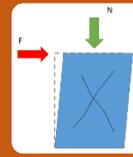
Tensione principale di trazione

$$\sigma_{\xi} = \sqrt{(\sigma_n/2)^2 + (b \cdot \tau_m)^2} - \sigma_n/2$$



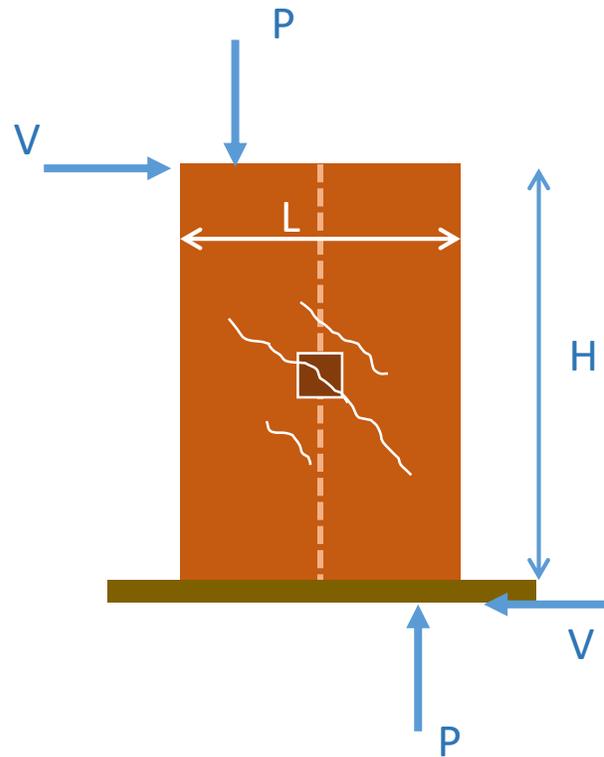
marcodepisapia
civilengineer

Rottura per fessurazione diagonale



Taglio resistente – rottura per fessurazione diagonale

Formula per la resistenza a taglio per fessurazione diagonale



Tensione principale di trazione

$$\sigma_{\xi} = \sqrt{(\sigma_n/2)^2 + (b \cdot \tau_m)^2} - \sigma_n/2$$

Il parametro b è funzione della snellezza della parete:
 $b = H/L$ (compreso fra 1 e 1.5)

Imponendo la tensione principale di trazione σ_{ξ} pari alla resistenza a trazione della muratura f_{td} e ricavando dalla formula precedente la tensione tangenziale τ_m si ottiene:

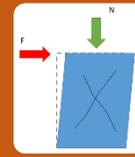
$$\tau_{m,ult} = f_{td}/b \sqrt{1 + \sigma_n/f_{td}}$$

Di conseguenza il taglio resistente del pannello è pari a:

$$V_u^{(FD)} = L \cdot t \cdot \tau_{m,ult} = L \cdot t \cdot f_{td}/b \sqrt{1 + \sigma_n/f_{td}}$$

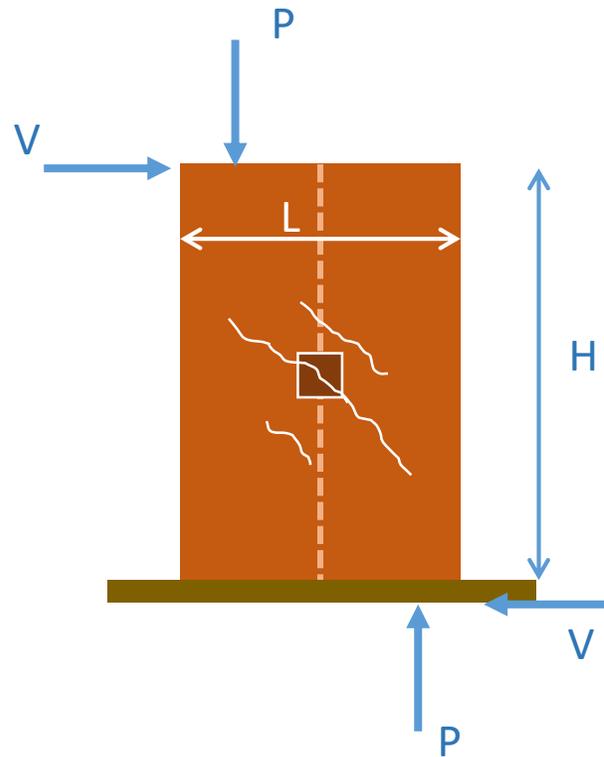
marcodepisapia
civilengineer

Rottura per fessurazione diagonale



CLICCA QUI

Taglio resistente – rottura per fessurazione diagonale



Resistenza a taglio per fessurazione diagonale

$$V_u^{(FD)} = L \cdot t \cdot \tau_{m,ult} = L \cdot t \cdot f_{td}/b \sqrt{1 + \sigma_n/f_{td}}$$

Si ritrova la stessa formula riportata nella Circolare 21/1/2019, n.7

$$V_t = l \cdot t \frac{1.5\tau_{0d}}{b} \sqrt{1 + \frac{\sigma_0}{1.5\tau_{0d}}} = l \cdot t \frac{f_{td}}{b} \sqrt{1 + \frac{\sigma_0}{f_{td}}} \quad [C8.7.1.16]$$



Circolare 2019

marcodepisapia
civilengineer

Risorsa consigliata per l'analisi dei pannelli in muratura



Progetta e verifica l'intervento di **apertura vano** e il **telaio di cerchiatura** in una parete in muratura. Calcola il legame taglio-spostamento dell'intera parete **prima e dopo** l'intervento.

[SCARICA L'APPLICAZIONE >>](#)

marcodepisapia
civilengineer

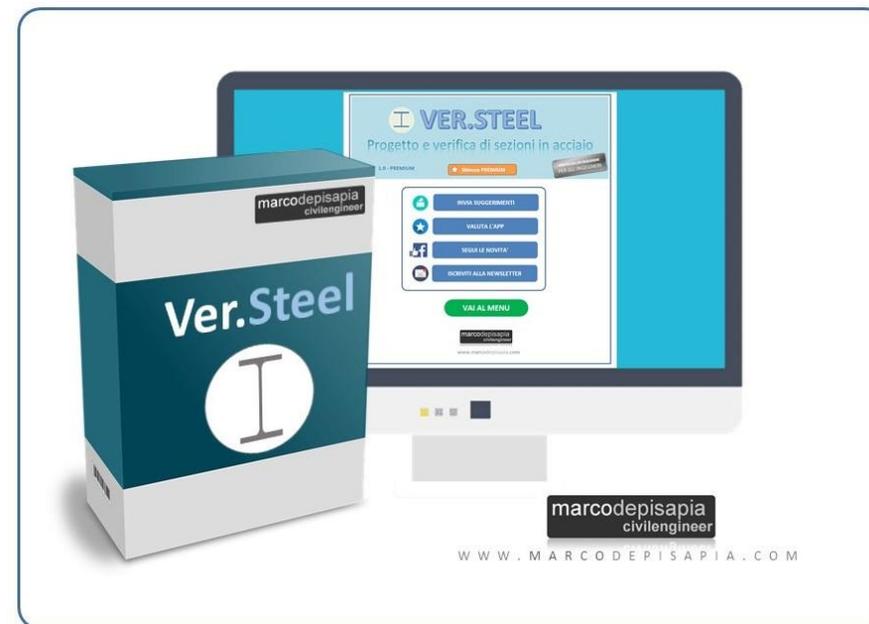
www.marcodepisapia.com

Risorse utili per il calcolo strutturale



Calcola l'intervento di **apertura foro** in solai laterocementizi. Progetta e verifica **sezioni** in cemento armato e interventi di **rinforzo** con materiali innovativi in **FRP**.

[SCARICA L'APPLICAZIONE >>](#)



Un'app completa per il progetto e verifica di **travi, colonne e aste pendolo** in acciaio. Calcolo di **collegamenti** bullonati e saldati.

[SCARICA L'APPLICAZIONE >>](#)

marcodepisapia
civilengineer

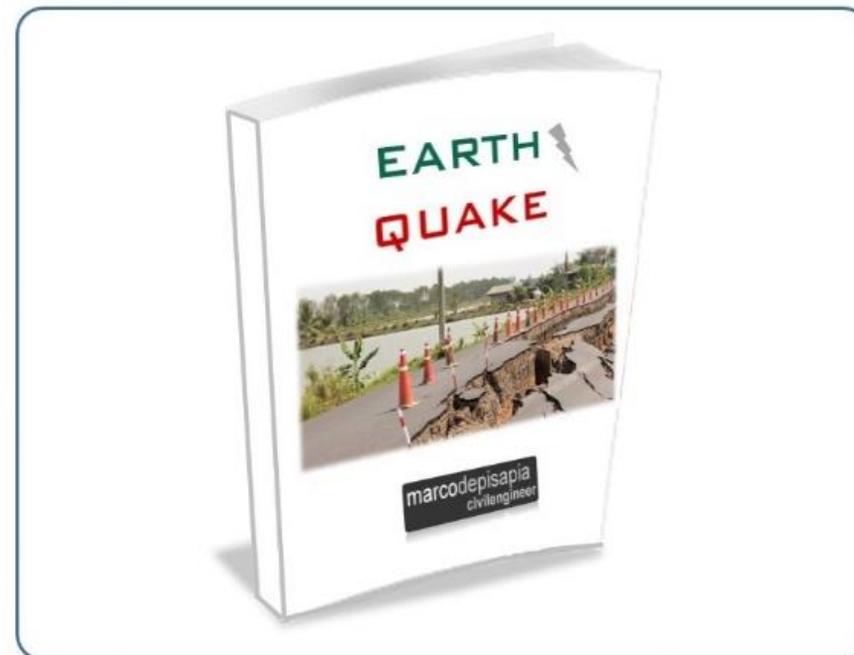
www.marcodepisapia.com

Risorse utili per il calcolo strutturale



Analizza le **sollecitazioni** della platea di fondazione, progetta e verifica l'**armatura**, esegui la **verifica geotecnica** per carico limite e scorrimento.

[SCARICA L'APPLICAZIONE >>](#)



La guida pratica in formato PDF per l'**analisi sismica delle strutture**. Un percorso passo passo alla scoperta delle tematiche principali delle costruzioni in **zona sismica**.

[Scarica l'estratto gratuito >>](#)

marcodepisapia
civilengineer

www.marcodepisapia.com

Iscriviti alla newsletter



Non perderti i nuovi contenuti

Iscriviti **gratis** alla newsletter del blog.

Riceverai una mail di avviso alla pubblicazione di **nuove risorse utili**.

Clicca sul bottone qui sotto per iscriverti.

[VOGLIO ISCRIVERMI >>](#)

marcodepisapia
civilengineer

WWW.MARCODEPISAPIA.COM