



COMUNE DI VIVERONE (BI)

SCUOLA D'INFANZIA E PRIMARIA

via Scuole Luigi Lebole, 27 - 13886

INTERVENTI IN MATERIA DI EDILIZIA SCOLASTICA DI CUI ALLA D.G.R. PIEMONTE 12-6815 DEL 4-5-2018

Progettista: Arch. Alberto Cariboni

advanced
engineering 1945

Via Monte Bianco, 34 - 20149 Milano
Tel +390245473703 - Fax +390245473704
E-mail: mail@advancedengineering.it
C.F./P.IVA 04325430967
URL: www.advancedengineering.it



Fase:

PROGETTO DEFINITIVO

Elaborato:

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

Data prima emissione: 09.05.19

rev.	data	descrizione	redatto	controllato	approvato
00	09.05.2019	emissione	AC	AC	AC

Elaborato

R04

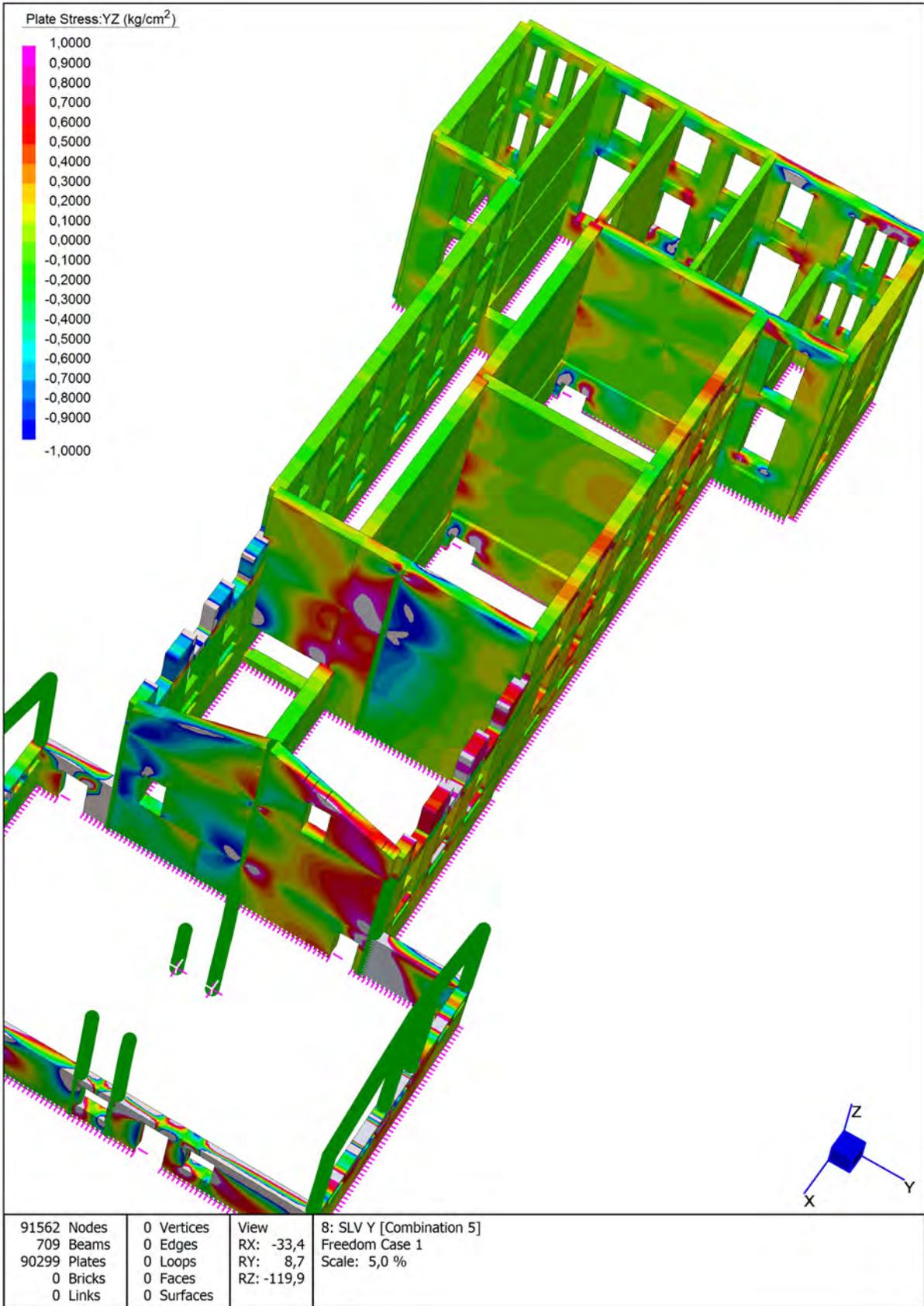
Scala

-

**SCUOLA DELL'INFANZIA DI VIVERONE :
PROGETTO DI ADEGUAMENTO SISMICO DELL'EDIFICIO
SCOLASTICO**

CORPO SCUOLA

Si riportano i calcoli per l'intervento descritto nella relazione tecnica



Gli sforzi taglienti nella parete trasversale più vulnerabile risultano ora inferiori alle resistenze di calcolo, pertanto verificata.

Si presentano qui di seguito le analisi analitiche.

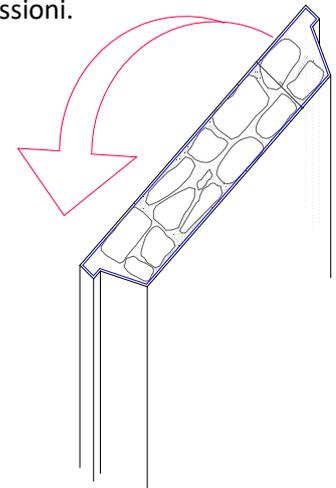
Verifiche di sicurezza muratura ordinaria in pietrame *Pressoflessione nel piano*

Momento ultimo resistente calcolato assumendo la muratura non reagente a trazione ed una opportuna distribuzione non lineare delle compressioni.

$$M_u = (l^2 t \sigma_o / 2) (1 - \sigma_o / 0,85 f_d) \quad (7.8.2)$$

$$M_u = (260^2 \times 40 \times 0,5 / 2) (1 - 0,5 / 0,85 \times 5,33) =$$

$$= 676.000 \times 0,889 = 601.394 \text{ kgcm}$$



dove:

M_u è il momento corrispondente al collasso per pressoflessione
 l è la lunghezza complessiva della parete (inclusiva della zona tesa)
 t è lo spessore della zona compressa della parete

σ_o è la tensione normale media, riferita all'area totale della sezione ($= P/(lt)$, con P forza assiale agente positiva se di compressione).

$f_d = f_k / \gamma_M$ è la resistenza a compressione di calcolo della muratura

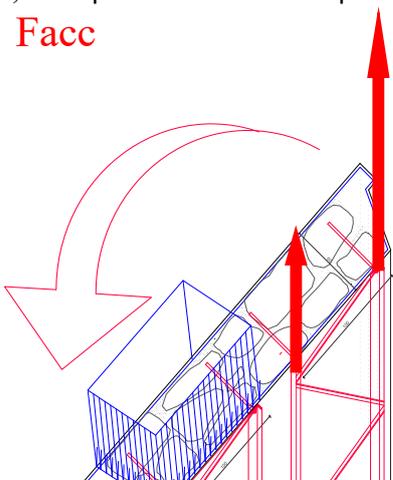
Verifiche di sicurezza della muratura in pietrame con iniezioni ed armata *Pressoflessione nel piano*

Per la verifica di sezioni pressoinflesse può essere assunto un diagramma delle compressioni rettangolare, con profondità $0,8 x$, dove x rappresenta la profondità dell'asse neutro, e sollecitazione pari a $0,85 f_d$. Le deformazioni massime da considerare sono pari a $\epsilon_m = 0,0035$ per la muratura compressa e $\epsilon_s = 0,01$ per l'acciaio teso.

$$M_u = (0,8 \times 80 \times 0,85 \times 11,66 \times 40) \times 208 \text{ cm} =$$

$$= 25.372 \times 208 = 5.748.800 \text{ kgcm}$$

$$\text{Con } F_{acc} = A f_{yk} / \gamma_{M0} = 11,5 \text{ cm}^2 \times 2350 / 1,05 = 25.738 \text{ kgf}$$



=====

Miglioramento Multimo resistente nel piano =

9,5 volte

Taglio muratura ordinaria in pietrame

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

$$V_t = l' t f_{vd} \quad (7.8.3)$$

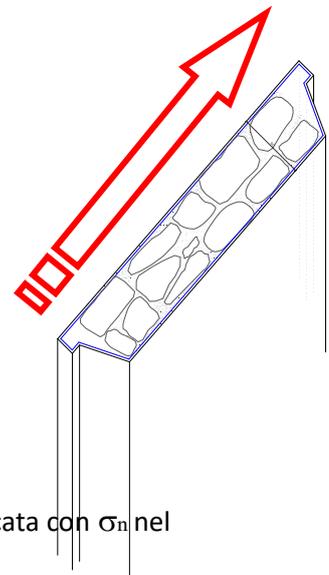
$$= 230 \times 40 \times 0,7 \text{ kg/cm}^2 = 6.440 \text{ kg/cm}^2$$

dove:

l' è la lunghezza della parte compressa della parete

t è lo spessore della parete

$f_{vd} = f_{vk} / \gamma_M$ è definito al § 4.5.6.1, calcolando la tensione normale media (indicata con σ_n nel paragrafo citato) sulla parte compressa della sezione ($\sigma_n = P / (l't)$).



Taglio della muratura in pietrame con iniezioni ed armata

La resistenza a taglio (V_t) è calcolata come somma dei contributi della muratura ($V_{t,M}$) e dell'armatura ($V_{t,S}$), secondo le relazioni seguenti:

$$V_t = V_{t,M} + V_{t,S} \quad (7.8.7)$$

$$V_{t,M} = d t f_{vd} \quad (7.8.8)$$

dove:

d è la distanza tra il lembo compresso e il baricentro dell'armatura tesa

t è lo spessore della parete

$f_{vd} = f_{vk} / \gamma_M$ è definito al § 4.4.6.1

calcolando la tensione normale media (indicata con σ_n nel paragrafo citato) sulla sezione lorda di larghezza d ($\sigma_n = P / (dt)$).

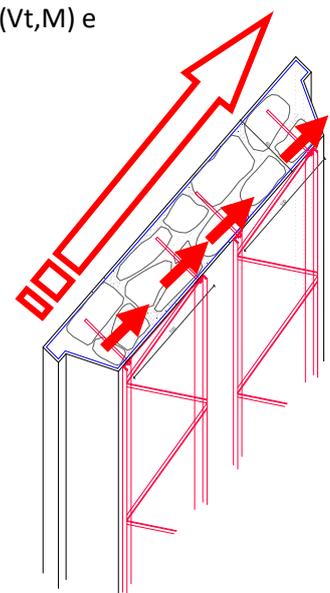
$$V_{t,S} = (0,6 d A_{sw} f_{yd}) / s \quad (7.8.9)$$

dove:

d è la distanza tra il lembo compresso e il baricentro dell'armatura tesa,

A_{sw} è l'area dell'armatura a taglio disposta in direzione parallela alla forza di taglio, con passo s misurato ortogonalmente alla direzione della forza di taglio,

f_{yd} è la tensione di snervamento di calcolo dell'acciaio, s è la distanza tra i livelli di armatura.



$$V_t = 9.200 + (4 \times 0,6 \times 11,5 \times 2.350 / 1,05) =$$

$$= 9.200 + 61.771 = 70.971 \text{ kgf (con } \tau = 7,7 \text{ kg/cm}^2 \text{ uniformemente distribuita)}$$

Miglioramento V ultimo resistente nel piano = 11 volte

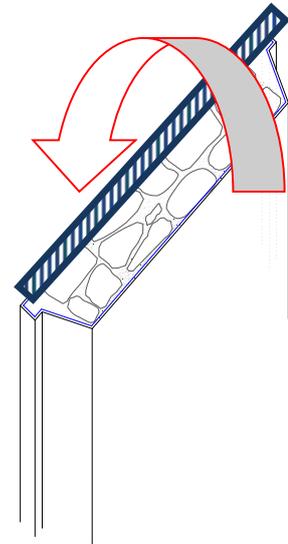
Pressoflessione fuori piano della muratura in pietrame

Il valore del momento di collasso per azioni perpendicolari al piano della parete è calcolato assumendo un diagramma delle compressioni rettangolare, un valore della resistenza pari a 0,85 fd e trascurando la resistenza a trazione della muratura.

$$M_u = (1 t^2 \sigma_o / 2) (1 - \sigma_o / 0,85 f_d) \quad (7.8.2)$$

$$M_u = (260 \times 1.600 \times 0,5 / 2) (1 - 0,5 / 0,85 \times 5,33) =$$

$$= 104.000 \times 0,889 = 92.456 \text{ kgcm}$$



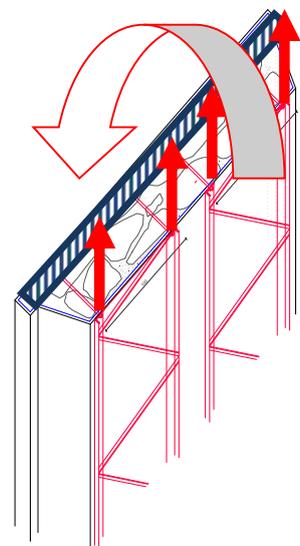
Pressoflessione fuori piano della muratura in pietrame e armatura aggiuntiva

Nel caso di azioni agenti perpendicolarmente al piano della parete, la verifica è effettuata adottando diagramma delle compressioni e valori di deformazione limite per muratura e acciaio in modo analogo al caso di verifica nel piano.

$$M_u = (0,8 \times 16 \times 0,85 \times 11,66 \times 260) \times 32 \text{ cm} =$$

$$= 32.983 \times 32 = 1.055.481 \text{ kgcm}$$

$$\text{Con Facc} = A f_{yk} / \gamma_{M0} = 4 \times 11,5 \text{ cm}^2 \times 2350 / 1,05 = 102.952 \text{ kgf}$$



Miglioramento Multimo resistente fuori del piano =

11,5 volte

Con alcune iterazioni successive, si è potuto valutare che l'indice di vulnerabilità sismica delle murature diventa

$\zeta_E = 1,163 / 0,170 = 6,84$, quindi risulta verificata.