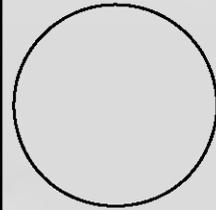




# Provincia Regionale di Ragusa

Lavori di  
"Adeguamento alle norme di  
sicurezza e prevenzione incendi  
immobili scolastici nella zona di  
Ragusa, Comiso e Vittoria.  
Completamento € 2.000.000"

- Progetto Esecutivo -

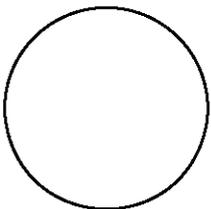


**Aggiornato ai sensi dei disposti del comma A  
dell'art.10 della L.R. 12.07.2011 n.12**

## progettisti:

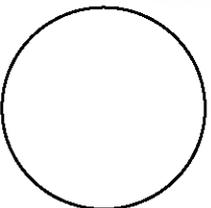
### Ing. Francesco Minardi

via g.b.odierna, n.118  
97100 Ragusa  
p.iva 00939750881  
c.f.: MNRFNC65A20H163G  
tel.: 0932.626760  
fax: 0932.1733032  
e-mail: ing.minardi@gmail.com



### Ing. Marco La Rosa

viale dei platani n.34b  
97100 Ragusa  
p.iva: 01205490889  
c.f.: LRS MRC 73E19 H163W  
tel/fax: 0932.643093  
e-mail: inglarosam@tin.it



**Liceo Classico "Umberto I"  
e Scuola media "F. Crispi"  
via V.E. Orlando n. 2  
Ragusa (RG)**

# Tav D1b

Oggetto:  
Uscita di emergenza  
esterna - tabulato di  
calcolo

Rev: n.1 Ottobre 2011  
data: Aprile 2010

## VERIFICA LOCALE DEI PANNELLI MURARI

Dovendo realizzare una porta per l'uscita di emergenza al piano terra dell'immobile è necessario realizzare una apertura nella muratura aventi una luce di metri 1,30.

Sarà effettuata la verifica locale del singolo pannello murario, e quindi, prescindendo dall'analisi globale, deve comunque essere dimostrato, nel rispetto della Normativa vigente, il miglioramento statico conseguito allo stato di progetto rispetto ad uno stato di fatto.

Dovendo realizzare un'apertura in una parete muraria esistente, in zona sismica, è necessario compensare l'effetto di indebolimento strutturale provvedendo alla cerchiatura dell'apertura a mezzo di un telaio metallico collegato alla muratura adiacente.

Nel caso specifico, il calcolo della cerchiatura sarà effettuato in modo tale da garantire il ripristino della rigidità della parete con riferimento alla globalità della parete stessa, considerando i maschi murari reagenti prima e dopo l'intervento. In definitiva la verifica consiste nel calcolare la rigidità ed il taglio ultimo del pannello così come è nello stato di fatto e compararli con la nuova rigidità ed il taglio ultimo del pannello dopo l'intervento, stato di progetto, in modo tale che quest'ultimi risultino maggiori dei primi.

La parete risulta costituita da un maschio murario di 210 cm e su essa grava il peso proprio della muratura ed il carico della scala; il carico al metro lineare, calcolato alla base del muro, sarà:

Peso proprio muro	= 1.00·0.60·2.80·2200 =	3696 kg/m
Carico scala	= 6.10/2·1100 =	3355 kg/m
	Totale	7051 kg/m

La rigidità del singolo maschio murario è data dalla seguente relazione:

$$K_0 = \frac{G \cdot A}{1.2 \cdot h} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1}{1.2} \cdot \frac{G}{E} \cdot \left(\frac{h}{b}\right)^2}$$

essendo:

- G, E = i moduli elastici del materiale di cui è costituito il pannello;
- A = l'area della sezione normale del pannello;
- t, b = le dimensioni della sezione (t·b=A);
- h = l'altezza del pannello.

In assenza di dati sperimentali si possono assumere i valori dei parametri meccanici della muratura dalla tabella C8A.2 che nel nostro caso trattandosi di muratura realizzata in muratura a conci di pietra tenera E=900 N/mm<sup>2</sup> e G=300 N/mm<sup>2</sup>

Si calcola la rigidezza del pannello murario:

MASCHIO	G (kg/cm <sup>2</sup> )	E (kg/cm <sup>2</sup> )	t (cm)	b (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	K <sub>0</sub> (kg/cm)
1	3000	9000	60	210	280	12600	75310
<b>RIGIDEZZA DEL PANNELLO</b>							<b>75310</b>

Nei casi di muratura in cui la rottura è di tipo fragile e caratterizzata da lesioni diagonali a 45°, l'azione tagliante ultima per ciascun maschio murario è determinabile con la seguente relazione:

$$T_u = A \cdot \tau_k \cdot \sqrt{1 + \frac{\sigma_o}{1.5 \cdot \tau_k}}$$

essendo:

- A l'area della sezione normale del pannello
- $\tau_k$  la resistenza tangenziale
- $\sigma_o$  la tensione normale nel centro del pannello dovuto ai carichi verticali agenti.

Nel caso specifico, la tensione alla base del pannello sarà data dal rapporto tra il carico al metro lineare precedentemente calcolato e l'area della base del pannello stesso, per avremo:

$$\sigma_o = 7051 / (100 \cdot 60) = 1.180 \text{ kg/cm}^2$$

conoscendo il taglio ultimo e la rigidezza elastica è possibile calcolare lo spostamento al limite elastico e quindi lo spostamento ultimo, considerando una duttilità  $\mu = 1.5$ , si avrà:

$$\delta_o = T_u / K_o$$

$$\delta_u = \mu \cdot \delta_o$$

I relativi valori calcolati per il maschio murario, sono riportati nella seguente tabella:

MASCHIO	A (cm <sup>2</sup> )	K <sub>0</sub> (kg/cm)	$\sigma_o$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\tau_k$ (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>u</sub> (kg)	$\delta_o$ (cm)	$\delta_u$ (cm)
1	12600	75310	1.180	0.28	6876	0.091	0.137

LA RESISTENZA DELLA PARETE NELLO STATO DI FATTO è quindi di 6876 kg

Nello stato di progetto si prevede di creare una apertura con una larghezza di 1.30 m e ciò sarà effettuato con l'inserimento dei pilastri in acciaio, che costituiscono l'anello della nuova apertura, realizzati con due travi HEA 180 accoppiante di altezza pari a 220 cm.

#### MURATURA

MASCHIO	G (kg/cm <sup>2</sup> )	E (kg/cm <sup>2</sup> )	t (cm)	b (cm)	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	K <sub>0</sub> (kg/cm)
1	3000	9000	60	20	280	1200	193
2	3000	9000	60	20	280	1200	193
<b>RIGIDEZZA DEI PANNELLI</b>							<b>386</b>

PILASTRI IN ACCIAIO

PILASTRO	TIPO	G (kg/cm <sup>2</sup> )	E (kg/cm <sup>2</sup> )	I <sub>x</sub> (cm <sup>4</sup> )	h (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	K <sub>0</sub> (kg/cm)
P1-1	HEB180	808000	2100000	3831	215	45.30	19428
P1-2	HEB180	808000	2100000	3831	215	45.30	19428
P2-1	HEB180	808000	2100000	3831	215	45.30	19428
P2-2	HEB180	808000	2100000	3831	215	45.30	19428
<b>RIGIDEZZA DEI PILASTRI</b>							<b>77712</b>

La rigidezza complessiva del pannello murario, considerato globalmente, è data dalla somma dei due contributi ovvero dalla rigidezza dei maschi murari e dalla rigidezza dei pilastri in acciaio, per cui avremo:

$$RIGIDEZZA \text{ PANNELLO STATO DI PROGETTO} = 386 + 77712 = \mathbf{78098 \text{ kg/cm}} > 75310 \text{ kg/cm}$$

Per il calcolo del taglio ultimo, dello spostamento elastico e dello spostamento ultimo dei maschi murari si procederà come per lo stato di fatto,

MURATURA

MASCHIO	A (cm <sup>2</sup> )	K <sub>0</sub> (kg/cm)	σ <sub>o</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	τ <sub>k</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	T <sub>u</sub> (kg)	δ <sub>o</sub> (cm)	δ <sub>u</sub> (cm)
1	1200	193	1.180	0.28	655	3.388	5.083
2	1200	193	1.180	0.28	655	3.388	5.083

La resistenza della sezione trasversale del montante è data da l momento di piena plasticizzazione M<sub>p</sub> che si calcola come il prodotto della tensione di progetto (f<sub>y</sub>/γ<sub>M0</sub>) per il modulo di resistenza plastico della sezione (W<sub>p</sub>). Considerando lo schema dei montanti a doppio incastro, appare preferibile, a favore di sicurezza, calcolare la forza ultima orizzontale considerando il modulo di resistenza elastico anziché plastico; si ottiene

$$M_P = W_{el} (f_y / \gamma_{M0}) = 426 \times (2750 / 1.05) = 11157 \text{ kgm}$$

Dall'ipotesi di doppio incastro segue il valore della forza orizzontale

$$V = 2 M_P / H = 2 \times 11157 / 2.15 = 18378 \text{ kg}$$

Questo è il valore del singolo montante e deve essere moltiplicato per il numero dei montanti per ottenere la forza sostenibile dal telaio di cerchiatura:

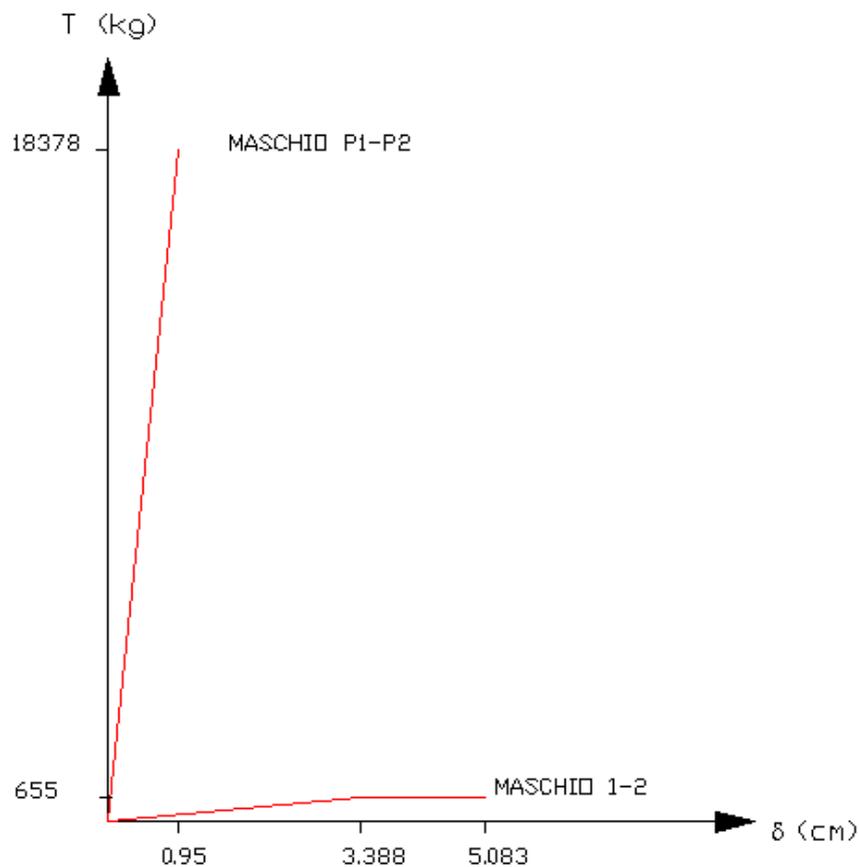
$$F_{u,tel} = 4 \times 18378 \text{ kg} = 73512 \text{ kg}$$

Dalla forza ultima e dalla rigidezza del telaio discende lo spostamento al limite elastico:

$$\delta_{y,tel} = 73512 / 77712 = 0,95 \text{ cm}$$

Il comportamento globale della parete è ottenuto sommando, a parità di spostamento i contributi resistenti di ciascun maschio. Il processo di accumulazione di tali contributi si esaurisce allorché, uno dei maschi raggiunge lo spostamento ultimo consentitogli dalla duttilità ascrivitagli.

La somma dei contributi resistenti per tale spostamento definisce la forza reattiva massima (resistenza) sviluppabile dalla parete. La procedura è schematizzata nel diagramma seguente



**Confronto tra lo stato di fatto e di progetto**

La verifica risulta soddisfatta poiché sia la rigidezza che il taglio ultimo del pannello dopo l'intervento è maggiore della rigidezza e del taglio ultimo che si aveva prima:

	STATO DI FATTO	STATO DI PROGETTO
RIGIDEZZA [kg/cm]	75310	78098
TAGLIO ULTIMO [kg]	6876	73512

I PROGETTISTI  
*Ing. Francesco Minardi*

*Ing. Marco La Rosa*