

**Comune di Calatafimi-Segesta  
Provincia di Trapani**

**RELAZIONE DI CALCOLO  
CERCHIATURA - 004N**

**OGGETTO:**

Progetto Strutturale delle cerchiature e dei solai relativo alla Ristrutturazione di una porzione di immobile, denominata "Case Barbaro", all'interno del Parco Archeologico di Segesta

**COMMITTENTE:**

Parco Archeologico di Segesta

**UBICAZIONE:**

"Case Barbaro", all'interno del Parco Archeologico di Segesta

Alcamo, 07/12/2020

Il Tecnico



The image shows a handwritten signature in black ink that reads "Alessandro Faraci". Overlaid on the signature is a circular blue stamp. The stamp contains the text "ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI TRAPANI" around the perimeter, "dot. ing. Alessandro FARACI" in the center, and "M. Allen. Società" below the name. There is also a small star on either side of the word "TRAPANI" at the bottom of the circle.

(Ing. Faraci Alessandro)

**Ing. Faraci Alessandro**  
via Monte Bonifato n.77/B  
91011 - Alcamo (TP)

# DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA

L'intervento consiste nella modifica dell'apertura a porta esistente nel muro a Nord da cui si accede alla parte di edificio oggetto di ristrutturazione. Tale intervento prevede l'inserimento di una cerchiatura completa in **cemento armato** ai fini del ripristino della rigidità laterale il più possibile simile alla situazione pre-intervento ed il controllo della resistenza e della capacità di spostamento post che devono essere non minori della situazione pre-intervento.

Si ricade in riparazione o in intervento locale quando l'intervento riguarda singole parti e/o elementi della struttura e interessano porzioni limitate della costruzione. Rientrano in questa tipologia gli interventi di riparazione, o sostituzione di singoli elementi strutturali (travi, architravi, porzioni di solaio, pilastri, pannelli murari) o parti di essi, non adeguati alla funzione strutturale che debbono svolgere, a condizione che l'intervento non cambi significativamente il comportamento globale della struttura, soprattutto ai fini della resistenza alle azioni sismiche, a causa di una variazione non trascurabile di rigidità o di peso. Può rientrare in questa categoria anche la sostituzione di coperture e solai, solo a condizione che ciò non comporti una variazione significativa di rigidità nel proprio piano, importante ai fini della redistribuzione di forze orizzontali, né un aumento dei carichi verticali statici.

Alla luce di quanto esposto, l'intervento rientra nella tipologia di intervento locale. Si osserva infatti che l'insieme delle opere di ristrutturazione e consolidamento:

- a) non ampliano né sopraelevano la precedente struttura;
- b) non incrementano in maniera superiore al 20% i carichi accidentali originari e l'incremento dei carichi permanenti che si registra complessivamente per l'edificio legato alle opere di consolidamento e rinforzo, non varia il comportamento strutturale di trasferimento dei carichi al suolo;
- c) gli interventi strutturali sono volti al consolidamento dell'edificio esistente nella sua attuale morfologia e non all'ottenimento di un organismo edilizio diverso dal precedente;
- d) il comportamento globale dell'edificio rimane immutato e/o migliorato: l'intervento ha previsto l'esecuzione di una o più opere riguardanti i singoli elementi strutturali dell'edificio (prioritariamente sostituzione di solai e apertura/chiusura varchi in murature portanti) con lo scopo di conseguire un maggior grado di sicurezza senza, peraltro, modificarne in maniera sostanziale il comportamento globale.

I criteri adottati nella scelta del tipo d'intervento sono scaturiti dallo studio preliminare dell'organismo edilizio riguardante in particolare:

- a) le caratteristiche, nella situazione esistente, sotto il profilo architettonico, strutturale e della destinazione d'uso;
- b) l'evoluzione storica delle predette caratteristiche con particolare riferimento all'impianto edilizio originario ed alle principali modificazioni intervenute nel tempo;
- c) l'analisi globale del comportamento strutturale al fine di accertare le cause ed il meccanismo di eventuali possibili futuri dissesti.

L'intervento previsto quindi non comporta la modifica del comportamento globale della struttura rispetto alle azioni sismiche e non altera significativamente i carichi statici, pertanto il progetto si può riferire alle sole parti interessate. Per quanto detto, tale intervento, rientra di fatto nella categoria degli **interventi locali** nel rispetto delle disposizioni di cui al § 8.4.1 del D.M. 17/01/2018.

Quanto esposto viene illustrato numericamente nei successivi paragrafi.

Vengono riportate di seguito due viste prospettiche riguardanti lo stato di fatto e lo stato di progetto, allo scopo di consentire una migliore comprensione della struttura oggetto della presente relazione:

## **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Le fasi di analisi e verifica della struttura sono state condotte in accordo alle seguenti disposizioni normative, per quanto applicabili in relazione al criterio di calcolo adottato dal progettista, evidenziato nel prosieguo della presente relazione:

**[1] D.M. Infrastrutture Trasporti 17 gennaio 2018** (G.U. 20 febbraio 2018 n. 42 - Suppl. Ord.) - "Aggiornamento delle *Norme tecniche per le Costruzioni*" (NTC 18).

Inoltre, in mancanza di specifiche indicazioni, ad integrazione della norma precedente e per quanto con esse non in contrasto, sono state utilizzate le indicazioni contenute nella:

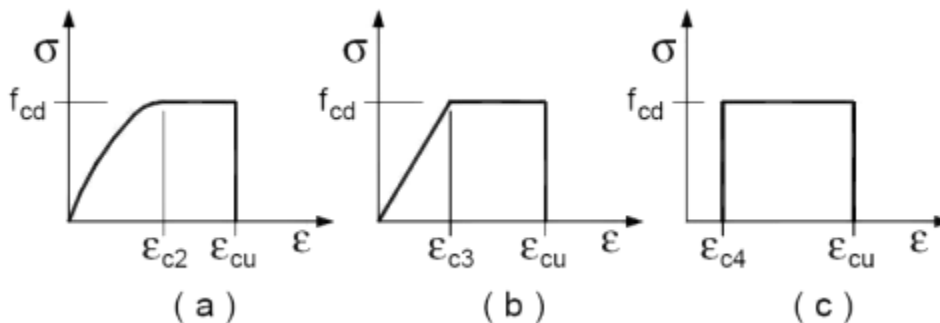
**[2] Circolare 21 gennaio 2019 n. 7 C.S.LL.PP** (G.U. 11 febbraio 2019 n. 35 - Suppl. Ord.) - "*Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018*".

**[3] Giunta Regione Toscana - Coordinamento Regionale Prevenzione Sismica 28/09/2009** - "*Orientamenti interpretativi in merito a interventi locali o di riparazione di edifici esistenti*".

# MATERIALI IMPIEGATI E RESISTENZE DI CALCOLO

Tutti i materiali impiegati dovranno essere comunque verificati con opportune prove di laboratorio secondo le prescrizioni della vigente Normativa.

I diagrammi costitutivi degli eventuali elementi in calcestruzzo sono stati adottati in conformità alle indicazioni riportate al § 4.1.2.1.2.1 delle NTC 18; in particolare per le verifiche effettuate a pressoflessione retta è adottato il modello riportato in fig. (a).



Diagrammi di calcolo tensione/deformazione del calcestruzzo

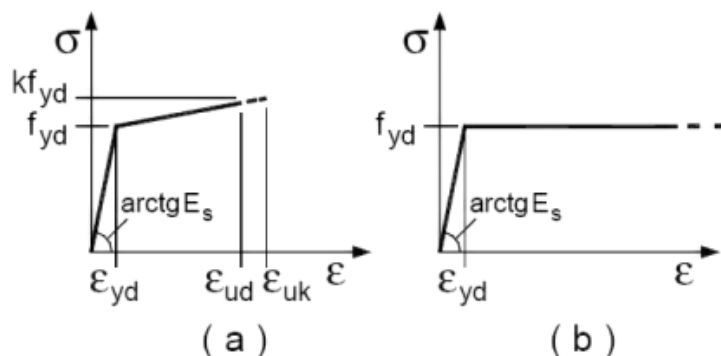
I valori di deformazione assunti sono:

$$\varepsilon_{c2} = 0,0020;$$

$$\varepsilon_{cu} = 0,0035.$$

La resistenza di calcolo  $f_{cd}$  è data da  $\alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c$ . Il coefficiente di sicurezza  $\gamma_c$  si assume pari a 1,50, mentre il coefficiente  $\alpha_{cc}$  è il coefficiente riduttivo per i carichi di lunga durata pari a 0,85.

I diagrammi costitutivi dell'acciaio sono stati adottati in conformità alle indicazioni riportate al § 4.1.2.1.2.2 delle NTC 18; in particolare è adottato il modello elastico perfettamente plastico rappresentato in fig. (b).



Diagrammi di calcolo tensione/deformazione dell'acciaio

La resistenza di calcolo  $f_{yd}$  è data da  $f_{yk} / \gamma_s$ . Il coefficiente di sicurezza  $\gamma_s$  si assume pari a 1,15.

Nell'intervento in oggetto sono stati impiegati i seguenti materiali:

## MATERIALI

### Muratura a conci sbozzati, con paramento di spessore disomogeneo

Parametri muratura Tab.C8.5.I Circ. n.7 / CSLLPP del 21/01/2019

$f_m$  - resistenza compressione [daN/cm<sup>2</sup>]: 20.00 (min.), 20.00 (max.)

$\tau_o$  - resistenza a taglio [daN/cm<sup>2</sup>]: 0.35 (min.), 0.51 (max.)

E - modulo elastico [daN/cm<sup>2</sup>]: 10200.0 (min.), 14400.0 (max.)

G - modulo el. tang. [daN/cm<sup>2</sup>]: 3400.0 (min.), 4800.0 (max.)

Essendo il livello di conoscenza LC1 (Limitata) si utilizzano i valori medi per i moduli elastici e i valori minimi per la resistenza.

### Valori di riferimento:

$f_m$  - resistenza compressione = 20.00 daN/cm<sup>2</sup>

$\tau_o$  - resistenza a taglio = 0.35 daN/cm<sup>2</sup>

E - modulo elastico = 12300.0 daN/cm<sup>2</sup>

G - modulo el. tang. = 4100.0 daN/cm<sup>2</sup>

$\gamma_m$  = peso specifico = 2000.0 daN/mc

### Valori di progetto:

Fattore confidenza FC = 1.35

Coef. parz. sic.  $\gamma_M = 2.00$  (4.5.6.1)

$f_m = 7.41$  daN/cm<sup>2</sup>

$\tau_o = 0.13$  daN/cm<sup>2</sup>

Coef. rid. moduli elastici per fessurazione = 2.00

E = 6150 daN/cm<sup>2</sup>

G = 2050 daN/cm<sup>2</sup>

### Materiali del telaio

Cls	R <sub>ck</sub> [daN/cm <sup>2</sup> ]	f <sub>ck</sub> [daN/cm <sup>2</sup> ]	E [daN/cm <sup>2</sup> ]	G [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\gamma_a$ [kg/mc]
C25/30	300.0	249.0	314470.0	140388.0	2500.0

Barre	f <sub>yk</sub> [daN/cm <sup>2</sup> ]	f <sub>tk</sub> [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\gamma_a$ [kg/mc]
B450C	4500.0	5400.0	7850.0

## Sezioni in cls del telaio

Sezione	Copriferro [cm]	Ferri per lato	Diam. [mm]	St.passo [cm]	St.diam. [mm]
50.0 x 25.0	2.5	4	16	20.0	12

## METODOLOGIA DI VERIFICA

L'apertura di un vano in una parete muraria accompagnata da opportuni rinforzi è previsto, come 'intervento locale', nella Circolare n.7 / 2019 CSLLPP al punto C8.4.1.

Le verifiche possono essere eseguite limitandosi a valutazioni numeriche relative alla sola parete interessata dall'intervento solo a condizione che si dimostri che la rigidezza dell'elemento variato non cambi significativamente e che la resistenza non peggiori ai fini del comportamento rispetto alle azioni orizzontali. Una variazione significativa della rigidezza delle pareti muterebbe il comportamento globale della struttura e pertanto non risulterebbe sufficiente la verifica locale.

La verifica risulta positiva quando la resistenza alle forze orizzontali  $V$  post-operam risultano maggiori o uguali a quelle ante-operam, con variazioni di rigidezza non sostanziali (+/- 15.00%).

Nel caso di muratura non armata in cui la rottura del pannello è di tipo fragile e caratterizzata da lesioni diagonali a 45° l'azione tagliante ultima è determinabile, come specificato nella Circolare n. 7 / 2019 CSLLPP al punto C8.7.1.16, con la seguente relazione:

$$V_t = (L T f_{td} / b) (1 + \sigma_o / f_{td})^{1/2}$$

dove i simboli hanno il seguente significato:

L lunghezza del pannello murario

T spessore del pannello murario

$f_{td}$  resistenza di calcolo a trazione per fessurazione diagonale della muratura = 1,5  $\tau_o$

$\sigma_o$  tensione normale media riferita all'area totale della base del setto

b coefficiente correttivo legato alla distribuzione degli sforzi sulla sezione, dipendente dalla snellezza della parete. Si può assumere  $b = H / L$ , comunque non superiore a 1,5 e non inferiore a 1, dove H è l'altezza del pannello

La rigidezza del singolo pannello murario K viene valutata con la seguente relazione:

$$K = 1 / (H^3 / n E J + 1.2 H / G A)$$

dove i simboli hanno il seguente significato:

E, G moduli di elasticità normale e tangenziale della muratura

J momento di inerzia del maschio murario =  $T L^3 / 12$

n coefficiente relativo al grado di vincolo offerto dal traverso superiore.

In questo caso  $n = 12$  (presenza di cordolo rigido => schema incastro scorrevole).

A area del maschio murario = T L

H altezza deformabile = massima altezza del foro adiacente (fasce murarie rigide)

La rigidezza complessiva risulterà dalla sommatoria dei contributi dei singoli maschi murari che formano la parete.

La resistenza ultima a taglio verrà calcolate in base alla curva caratteristica del diagramma  $V-\delta$

## TELAIO DI CERCHIATURA DELLE APERTURE

Definendo:

$\Delta K = K_{sa} - K_{pr}$  (carenza di rigidezza della muratura a seguito dell'intervento)

il telaio, per poter sopperire a tale carenza dovrà avere una rigidezza  $K_t$  maggiore o uguale a  $\Delta K$

La rigidezza del telaio è data dalla sommatoria delle rigidezze dei singoli montanti costituenti la cerchiatura.

Rigidezza del montante  $K_i = n E J / H^3$  con n che dipende dal vincolo alla base (3 cerniera, 12 incastro)

La rigidezza totale del telaio sarà:  $K_t = \sum K_i$

La resistenza a taglio del telaio sarà data dal contributo di tutti i montanti:

dato  $M_u$  (momento ultimo di ogni montante)

$F_o = n M_u / H$  con n che dipende dallo schema (1 cerniera-incastro, 2 incastro-incastro)

La resistenza complessiva del telaio sarà:  $V_t = \sum F_o$

## COMBINAZIONI DI CARICO

Per la valutazione della fattibilità dell'intervento locale in esame secondo le indicazioni del § 8.4.1 del D.M. 2018, si analizza esclusivamente il comportamento della parete per la combinazione di carico sotto effetto del sisma (SLV). Viene, quindi, considerata la seguente combinazione di carico:

$$G_1 + G_2 + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

dove:

- $G_1$  rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi strutturali;
- $G_2$  rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;
- $Q_{ki}$  rappresenta il valore caratteristico della i-esima azione variabile;
- $\psi_{2i}$  coefficienti di combinazione per tenere conto della ridotta probabilità di concomitanza delle azioni variabili con i rispettivi valori caratteristici.

Per la **verifica di resistenza dei rinforzi applicati ai fori** (piedritti e piattabande), le azioni su questi elementi sono state cumulate in modo da determinare condizioni di carico tali da risultare più sfavorevoli ai fini delle singole verifiche, tenendo conto della probabilità ridotta di intervento simultaneo di tutte le azioni con i rispettivi valori più sfavorevoli, come previsto dalle norme vigenti.  
Per gli stati limite ultimi sono state adottate le combinazioni del tipo:

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_P P + \gamma_{Q1} Q_{K1} + \gamma_{Q2} \psi_{02} Q_{K2} + \gamma_{Q3} \psi_{03} Q_{K3} + \dots$$

dove:

- $G_1$  rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi strutturali; peso proprio del terreno, quando pertinente; forze indotte dal terreno (esclusi gli effetti di carichi variabili applicati al terreno); forze risultanti dalla pressione dell'acqua (quando si configurino costanti nel tempo);
- $G_2$  rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;
- $P$  rappresenta l'azione di pretensione e/o precompressione;
- $Q$  azioni sulla struttura o sull'elemento strutturale con valori istantanei che possono risultare sensibilmente diversi fra loro nel tempo:
- di lunga durata: agiscono con un'intensità significativa, anche non continuativamente, per un tempo non trascurabile rispetto alla vita nominale della struttura;
  - di breve durata: azioni che agiscono per un periodo di tempo breve rispetto alla vita nominale della struttura;
- $Q_{ki}$  rappresenta il valore caratteristico della i-esima azione variabile;
- $\gamma_{G1}, \gamma_{G2}, \gamma_P$  coefficienti parziali come definiti nella Tab. 2.6.I del D.M. 2018;
- $\psi_{0i}$  sono i coefficienti di combinazione per tenere conto della ridotta probabilità di concomitanza delle azioni variabili con i rispettivi valori caratteristici.

Le varie combinazioni di carico risultanti sono state costruite a partire dalle sollecitazioni caratteristiche calcolate per ogni condizione di carico elementare: ciascuna condizione di carico variabile, a rotazione, è stata considerata sollecitazione di base ( $Q_{k1}$  nella formula precedente).

## CARICHI APPLICATI ALLA PARETE

In sommità della parete sono applicati i seguenti carichi distribuiti:

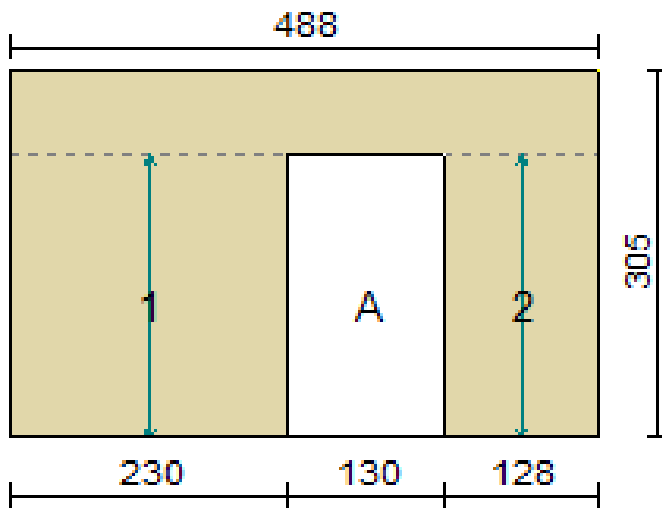
Carico permanente  $G_k = 270.0$  daN/m

Carico variabile  $Q_k = 270.0$  daN/m

Per la determinazione della tensione media verticale, verranno inoltre considerati i contributi dovuti al peso proprio di metà maschio murario e delle semifasce superiori gravanti sul maschio stesso.



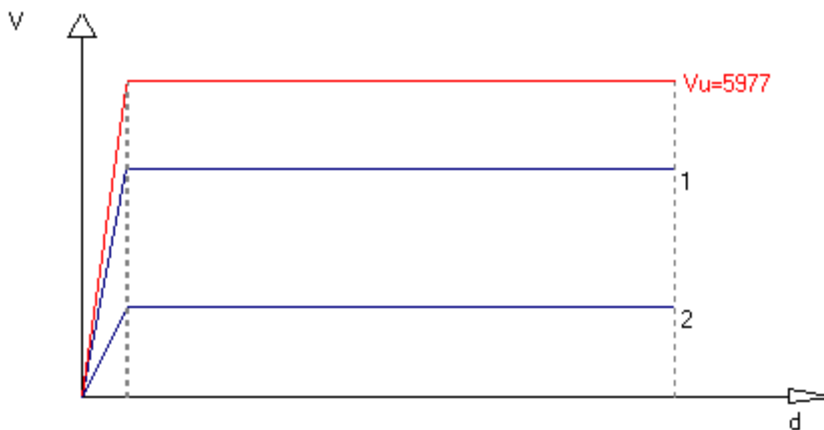
**Ante-operam**



$T$  (sp. parete ) = 50.00 cm

Maschio	Lungh.	H calc.	Coef. b	$\sigma_0$	$K_0$	$V_u$	$\delta_e$	$\delta_u$
1	230.0	235.0	1.02	0.553	64806.3	4291.1	0.066	0.893
2	128.0	235.0	1.50	0.609	24027.7	1686.3	0.070	0.893

Curva caratteristica ante-operam:

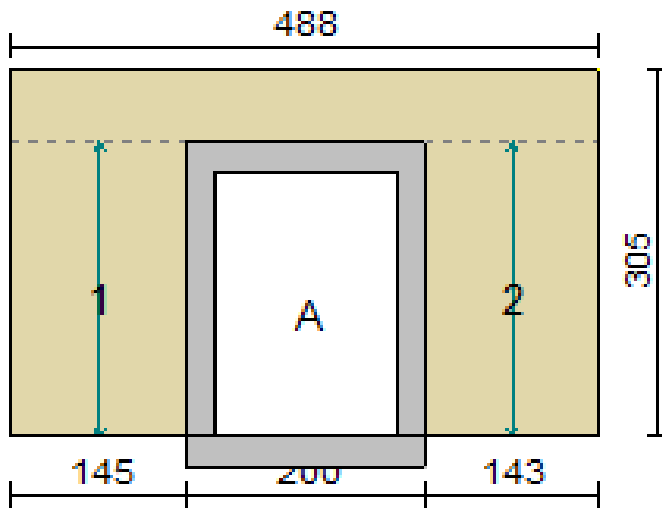


Rigidezza complessiva della parete:  $K_{sa} = 88834.1$  daN/cm

Taglio ultimo della parete:  $V_{sa} = 5977.5$  daN

Spostamento ultimo:  $\delta_{u sa} = 0.893$  cm

## Post-operam

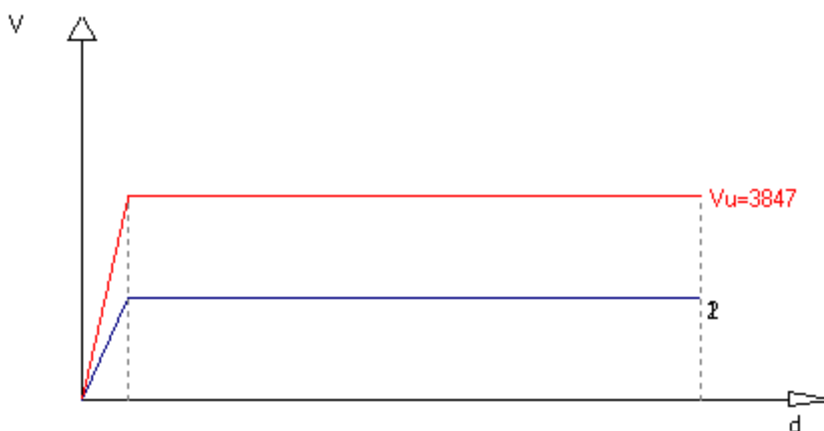


T (sp. parete ) = 50.00 cm

Apertura	Stato	Architravi	Travi inf.	Montanti
A	Cerchiata	Sez. c.a. 50x25 (C25/30)	Sez. c.a. 50x25 (C25/30)	Sez. c.a. 50x25+ 50x25 (C25/30)

Maschio	Lungh.	Spess.	H calc.	Coef. b	$\sigma$	$K_o$	$V_u$	$\delta_e$	$\delta_u$
1	145.0	50.00	245.0	1.50	0.630	28193.9	1935.5	0.069	0.931
2	143.0	50.00	245.0	1.50	0.632	27462.9	1911.3	0.070	0.931

Curva caratteristica post-operam:



Rigidezza complessiva della parete:  $K_{pr} = 55656.8$  daN/cm

Taglio ultimo della parete:  $V_{pr} = 3846.8$  daN

Spostamento ultimo:  $\delta_{u pr} = 0.931$  cm

## VERIFICA

Rigidezza e resistenza della muratura:

$$\Delta K_{\text{mur}} = K_{\text{pr}} - K_{\text{sa}} = 55657 - 88834 = -33177 \text{ daN/cm (riduzione rigidezza = -37.3\% )}$$

$$\Delta V_{\text{mur}} = V_{\text{pr}} - V_{\text{sa}} = 3847 - 5977 = -2131 \text{ daN (riduzione resistenza = -35.6\% )}$$

Rigidezza e resistenza del telaio:

Note:

$K = c E J / H_i^3$ , con:  $c = 3$  nel caso di telaio incernierato alla base,  $c = 12$  nel caso di incastro

$F_u = n (Mu / H_i)$  nel caso di telaio incernierato alla base,  $F_u = n (2 Mu / H_i)$  nel caso di incastro, con  $n =$  numero dei montanti del telaio.  $F_o = F_u$ .

Se  $\delta_e > \delta_u$ ,  $F_o$  sarà calcolato in relazione allo spostamento ultimo di progetto.  $F_o = K \delta_{u \text{ Pr}}$

Telaio	c	$H_i$ [cm]	$K$ [daN/cm]	$Mu$ [daN cm]	$\delta_e$ [cm]	$F_u$ [daN]	$F_o$ [daN]
A	12	245.00	33411.9	1301695.0	0.32	10626.1	10626.1

$$K_t = \sum K = 33412 \text{ daN/cm}$$

$$V_t = \sum F_o = 10626 \text{ daN}$$

Variazione di rigidezza e resistenza dopo l'intervento:

$$\Delta K_{\text{tot}} = K_{\text{pr}} + K_t - K_{\text{sa}} = 235 \text{ daN/cm}$$

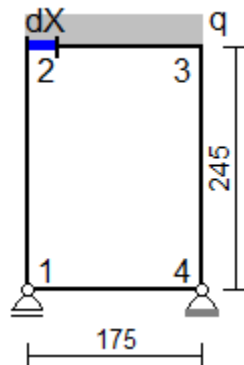
aumento rigidezza = 0.3%; variazione percentuale di  $\Delta K_{\text{tot}}$  compresa entro il 15.0% Ok

$$\Delta V_{\text{tot}} = V_{\text{pr}} + V_t - V_{\text{sa}} = 8495 \text{ daN}$$

aumento resistenza = 142.1%;  $\Delta V_{\text{tot}} > 0$  Ok

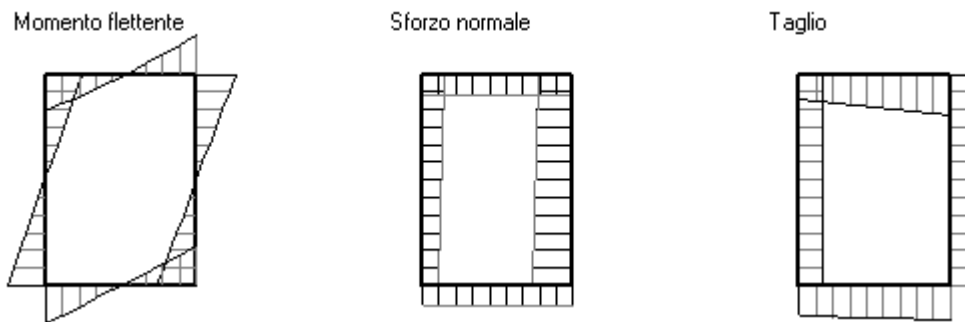
## Verifiche dei telai.

Telaio A



$$dX = 0.318 \text{ cm}, \quad q = Gk + \Psi_2 Qk = 8.70 \text{ daN/cm} \quad (\Psi_2 = 0.00)$$

Sollecitazioni telaio A



Sollecitazione di compressione per  $N > 0$

### Verifica sezioni in cls del tratto 1-2

Tratto	sez.	dist.[cm]	M [daN cm]	N [daN]	V [daN]
1-2	1	0.0	-367268.7	-2445.8	2943.7
	2	20.4	-307168.4	-2509.6	2943.7
	3	40.8	-247068.2	-2573.4	2943.7
	4	61.3	-186967.9	-2637.2	2943.7
	5	81.7	-126867.6	-2701.0	2943.7
	6	102.1	-66767.3	-2764.8	2943.7
	7	122.5	-6667.1	-2828.6	2943.7
	8	142.9	53433.2	-2892.4	2943.7
	9	163.3	113533.5	-2956.2	2943.7
	10	183.8	173633.8	-3020.0	2943.7
	11	204.2	233734.0	-3083.8	2943.7
	12	224.6	293834.3	-3147.6	2943.7
	13	245.0	353934.6	-3211.4	2943.7

B x H [cm]	Copriferro [cm]	Ferri per lato	Diam. [mm]	St.passo [cm]	St.diam. [mm]
50.0 x 25.0	2.5	4	16	20.0	12

Verifica delle sezioni con i risultati più gravosi del tratto 1-2

**Taglio:** sez. 1, dist. = 0,0 cm, Med = -367268,7 daNcm, Ned = -2445,8 daN, Ved = 2943,7 daN  
Vrd = 22404,3 daN, Ved / Vrd = 0,131 < 1 Ok

**Tenso-flessione:** sez. 1, dist. = 0,0 cm, Med = -367268,7 daNcm, Ned = -2445,8 daN  
Mu (per N costante) = -592172,1 daNcm, Med / Mu = 0,620 < 1 Ok

#### Verifica sezioni in cls del tratto 2-3

Tratto	sez.	dist.[cm]	M [daN cm]	N [daN]	V [daN]
2-3	1	0.0	353934.6	3155.5	-3211.4
	2	19.4	289254.4	3155.5	-3441.4
	3	38.9	220103.4	3155.5	-3671.3
	4	58.3	146481.5	3155.5	-3901.2
	5	77.8	68388.7	3155.5	-4131.2
	6	97.2	-14175.0	3155.5	-4361.1
	7	116.7	-101209.5	3155.5	-4591.0
	8	136.1	-192714.9	3155.5	-4821.0
	9	155.6	-288691.2	3155.5	-5050.9
	10	175.0	-389138.3	3155.5	-5280.8

B x H [cm]	Copriferro [cm]	Ferri per lato	Diam. [mm]	St.passo [cm]	St.diam. [mm]
50.0 x 25.0	2.5	4	16	20.0	12

Verifica delle sezioni con i risultati più gravosi del tratto 2-3

**Taglio:** sez. 10, dist. = 175,0 cm, Med = -389138,3 daNcm, Ned = 3155,5 daN, Ved = -5280,8 daN  
Vrd = 22404,3 daN, Ved / Vrd = 0,236 < 1 Ok

**Presso-flessione:** sez. 10, dist. = 175,0 cm, Med = -389138,3 daNcm, Ned = 3155,5 daN  
Mu (per N costante) = -546411,5 daNcm, Med / Mu = 0,712 < 1 Ok

#### Verifica sezioni in cls del tratto 3-4

Tratto	sez.	dist.[cm]	M [daN cm]	N [daN]	V [daN]
3-4	1	0.0	-389138.3	5280.8	3155.5
	2	20.4	-324712.7	5344.6	3155.5
	3	40.8	-260287.0	5408.4	3155.5
	4	61.3	-195861.3	5472.2	3155.5
	5	81.7	-131435.6	5536.0	3155.5
	6	102.1	-67009.9	5599.8	3155.5
	7	122.5	-2584.2	5663.6	3155.5

8	142.9	61841.5	5727.4	3155.5
9	163.3	126267.1	5791.2	3155.5
10	183.8	190692.8	5855.0	3155.5
11	204.2	255118.5	5918.8	3155.5
12	224.6	319544.1	5982.6	3155.5
13	245.0	383969.8	6046.4	3155.5

B x H [cm]	Copriferro [cm]	Ferri per lato	Diam. [mm]	St.passo [cm]	St.diam. [mm]
50.0 x 25.0	2.5	4	16	20.0	12

Verifica delle sezioni con i risultati più gravosi del tratto 3-4

**Taglio:** sez. 1, dist. = 0,0 cm, Med = -389138,3 daNcm, Ned = 5280,8 daN, Ved = 3155,5 daN  
Vrd = 22404,3 daN, Ved / Vrd = 0,141 < 1 Ok

**Presso-flessione:** sez. 1, dist. = 0,0 cm, Med = -389138,3 daNcm, Ned = 5280,8 daN  
Mu (per N costante) = -528941,4 daNcm, Med / Mu = 0,736 < 1 Ok

#### Verifica sezioni in cls del tratto 1-4

Tratto	sez.	dist.[cm]	M [daN cm]	N [daN]	V [daN]
1-4	1	0.0	367268.7	2943.7	-4019.4
	2	19.4	288523.8	2943.7	-4080.1
	3	38.9	208597.4	2943.7	-4140.9
	4	58.3	127489.5	2943.7	-4201.6
	5	77.8	45200.1	2943.7	-4262.4
	6	97.2	-38270.8	2943.7	-4323.2
	7	116.7	-122923.3	2943.7	-4383.9
	8	136.1	-208757.3	2943.7	-4444.7
	9	155.6	-295772.8	2943.7	-4505.5
	10	175.0	-383969.8	2943.7	-4566.2

B x H [cm]	Copriferro [cm]	Ferri per lato	Diam. [mm]	St.passo [cm]	St.diam. [mm]
50.0 x 25.0	2.5	4	16	20.0	12

Verifica delle sezioni con i risultati più gravosi del tratto 1-4

**Taglio:** sez. 10, dist. = 175,0 cm, Med = -383969,8 daNcm, Ned = 2943,7 daN, Ved = -4566,2 daN  
Vrd = 22404,3 daN, Ved / Vrd = 0,204 < 1 Ok

**Presso-flessione:** sez. 10, dist. = 175,0 cm, Med = -383969,8 daNcm, Ned = 2943,7 daN  
Mu (per N costante) = -548150,0 daNcm, Med / Mu = 0,700 < 1 Ok

# CODICE DI CALCOLO IMPIEGATO

Nome del Software	<b>PRO_CAD Interventi locali - Verifica cerchiature</b>
Versione	2020.09.0018h
Caratteristiche del Software	Software per il calcolo della cerchiatura di aperture in un muro portante per Windows
Produzione e Distribuzione	<b>2si - Software e Servizi per l'Ingegneria srl</b> Via G. Garibaldi 90 - 44121 Ferrara

*Alcamo, 07/12/2020*

## Il Tecnico



The image shows a handwritten signature in black ink that reads "Faraci Alessandro". The signature is written over a circular blue stamp. The stamp contains the text: "ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI TRAPANI" around the perimeter, "dot. ing. Alessandro FARACI" in the center, and "N. 1111 Alim. Sezione A" below the name. There is a large letter "A" written in the bottom right of the stamp.

---

*(Ing. Faraci Alessandro)*