

COMUNE DI PALERMO

– INTERVENTO LOCALE E DI RIPARAZIONE –

(AI SENSI DEL D.M. 17/01/2018 – PUNTO 8.4.1)

Elaborati redatti ai sensi del D.M. 17/01/2018 e succ. Circolare Esplicativa n.7/2019

<p>• / r — ng. e di taz ca</p>	TAV.: A 08	ELABORATO: RELAZIONE TECNICA DI CALCOLO	
	<p>Progetto di Straordinaria Manutenzione per il Frazionamento e la Ristrutturaz. di un'unità immobiliare posta al terzo piano e sottotetto dell'edificio per civile abitazione, in muratura portante, ubicato in via Onorato n.62 – Riferim. Catastali: Foglio _____ Part.IIa _Sub._ <i><u>Interventi strutturali consistenti nella demolizione e ricostruzione di un solaio di sottotetto e della relativa scala di accesso, nella modifica di alcuni vani nella muratura portante e nella realizzaz. di due Velux in copertura</u></i></p>		
	Il Calcolista e Dir. dei lavori delle strutture:		
	I Proprietari:	I Progettisti architettonici e dir. Lavori delle opere:	
	L'Impresa esecutrice:	DATA: Maggio 2022	

I. PREMESSA:

Il progetto di cui trattasi è relativo alla **MANUTENZIONE STRAORDINARIA** (*“Riparazione o Intervento locale”* ai sensi del D.M. 17/01/2018 e successiva Circolare esplicativa n. 7/CSLLPP del 21 gennaio 2019) **PER LA RISTRUTTURAZIONE ED IL FRAZIONAMENTO DI UN’UNITÀ IMMOBILIARE, ADIBITA A CIVILE ABITAZIONE, UBICATA AL PIANO TERZO E SOTTOTETTO DI UN EDIFICIO, IN MURATURA PORTANTE, SITO NEL COMUNE DI PALERMO** in via Onorato n. _____ e distinto in Catasto nel **Foglio di Mappa n. _____ alla Particella n. _____ Sub. _____** di proprietà dei **sigg.** _____ e _____ entrambi residenti a Palermo, in via Onorato n. _____

2. DESCRIZIONE GENERALE DELL’OPERA E DELLA STRUTTURA:

L’edificio in oggetto è stato costruito nei primi anni del '900 ed è inserito in un contesto paesaggistico del tipo urbano di valore storico ed ambientale a media densità edilizia composta soprattutto da edifici di vecchia edificazione. Esso ricade nello strumento urbanistico vigente nella zona **“A2”**, meglio descrivibile come *“Tessuti urbani storici”*. L’edificio, nella sua interezza, è costituito da una struttura in muratura portante a quattro elevazioni fuori terra, con copertura del tipo a falde.

Gli interventi di Straordinaria Manutenzione consistono nella ristrutturazione e frazionamento dell’unità immobiliare in esame. Strutturalmente ciò comporterà la modifica di vani sulla muratura portante (*apertura, chiusura ed ampliamenti, così come negli indicato negli elaborati grafici*), nel rifacimento di un solaio di sottotetto, con il cambio di quota dello stesso (*verrà infatti ribassato di circa 75 cm per agevolarne l’accesso attraverso il nuovo corpo scala*), demolizione della scala esistente di collegamento con il sottotetto e spostamento della stessa in altra posizione, e ciò comporterà anche la chiusura del vano scala originario. Inoltre, i lavori includeranno la realizzazione di un piccolo solaietto per la posa di serbatoi per

la riserva idrica, ed infine, l'inserimento di due "Velux" nelle falde di copertura (*lucernari per il nuovo bagno e cucina*).

3. VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA:

Per la scelta del tipo di intervento da effettuare sull'edificio è stato necessario eseguire la **valutazione della sicurezza**, come prescritto dal punto 8.3 del D.M. del 17/01/2018 per gli edifici esistenti.

La valutazione della sicurezza deve essere effettuata ogni volta che si eseguono interventi strutturali sulle costruzioni esistenti e deve determinare il livello di sicurezza della costruzione prima e dopo l'intervento. Esattamente la valutazione della sicurezza è un procedimento quantitativo volto a stabilire se una costruzione esistente è in grado o meno di resistere alle combinazioni delle azioni di progetto contenute nelle NTC o a determinare l'entità massima delle azioni che la struttura è capace di sostenere con i margini di sicurezza richiesti dalle NTC, definiti dai coefficienti parziali di sicurezza sulle azioni e sui materiali.

Per la valutazione della sicurezza si è proceduto, con le seguenti valutazioni:

- **Analisi storico-critica:** l'edificio si trova all'interno del centro urbano della città, caratterizzato da un fitto sistema di vicoli e strade che collegano isolati di varie dimensioni. Tali edifici sono del tipo in muratura portante costituita da blocchi di pietra locale, spesso tufo, a quattro o cinque elevazioni fuori terra e di uso residenziale.
- **Rilievo geometrico strutturale:** il rilievo dell'immobile assume un ruolo fondamentale per la conoscenza dettagliata dell'edificio. Per la redazione del progetto strutturale si è acquisito il rilievo dello stato di fatto dell'immobile, redatto dall'Arch. Clelia Parrinello, congiuntamente all'Arch. Massimo Minglino, ed allegato al presente progetto. Infine, il rilievo fotografico ed i sopralluoghi hanno consentito di approfondire la conoscenza dell'edificio e di definirne la geometria, riportata nei disegni esecutivi allegati.

- **Caratterizzazione meccanica dei materiali:** attraverso la documentazione disponibile ed i sopralluoghi effettuati sul posto si è giunti alla caratterizzazione meccanica dei materiali. L'edificio in oggetto è del tipo in muratura portante costituita in prevalenza da blocchi modulari di pietra naturale (*conci di tufo*), dello spessore variabile 30-50cm. Da un esame generale della struttura e da una visione particolare del concio e della malta, **eseguito mediante la rimozione dell'intonaco**, si è potuto appurare il buono stato di consistenza della muratura in quasi tutta la totalità dell'edificio **e la sua omogeneità**.
- **Livelli di conoscenza e fattori di confidenza:** la caratterizzazione dell'edificio si completa con l'individuazione dei livelli di conoscenza ed i fattori di confidenza. Il livello di conoscenza della struttura in oggetto può essere posto pari a **LC1**, avendo effettuato oltre al rilievo geometrico delle **verifiche in situ limitate sui dettagli costruttivi** (*basati su rilievo di tipo visivo effettuati mediante la rimozione dell'intonaco e saggi sulla muratura*) e delle **indagini in situ limitate sulle proprietà dei materiali** (*basati su esami visivi della superficie muraria mediante la rimozione di intonaco in corrispondenza degli angoli per individuare le ammorsature tra le pareti murarie*). Pertanto, come prescritto dalla Circolare Esplicativa n. 7 del 21/01/2019 alla tabella C.8.5.I, si è considerata una muratura di tipo n. **5** – “**Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)**”.

4. VALUTAZIONE DELLE AZIONI E DEFINIZIONE DEGLI INTERVENTI:

Gli esiti delle verifiche hanno permesso di stabilire quali provvedimenti adottare affinché l'uso della struttura possa essere conforme ai criteri di sicurezza stabiliti dalle NTC. In particolare il tipo di intervento scelto è la **RIPARAZIONE O INTERVENTO LOCALE** (*ai sensi del punto 8.4.1 del D.M. del 17/01/2018*).

Il progetto di “**Riparazione o Intervento locale**” di cui detto, consiste dei seguenti interventi:

- Demolizione dell'attuale scala a servizio dell'unità immobiliare, per il collegamento tra i due livelli, terzo piano e sottotetto. La nuova scala verrà realizzata in una nuova

posizione, ed esattamente nel salone posto sulla sinistra dell'ingresso. Essa sarà costruita con una trave principale metallica, piattina 200*10mm, tassellata alla parete a cui verranno collegati i gradini, anch'essi in acciaio, quadralini 25*3mm. Questi ultimi risulteranno essere a sbalzo;

- Demolizione del solaio esistente posto in prossimità dell'ingresso e la realizzazione di uno nuovo solaio, ribassato di circa 75cm rispetto l'esistente. Il nuovo solaio, sarà inoltre ampliato realizzando una porzione a sbalzo sul salone che resterà a doppia altezza (*per una migliore comprensione del progetto si rimanda agli elaborati grafici, sia architettonico che esecutivi*). Il nuovo solaio sarà del tipo misto in profilati d'acciaio, tipo HEA100mm, tavelle in laterizio e massetto in cls debolmente armato con elettrorete Ø8/20x20cm;
- Realizzazione del piccolo solaietto a chiusura del vano scala originario, della stessa tipologia strutturale di quello appena descritto, e realizzazione della riserva idrica ponendo due profilati HEA 100mm, alla distanza di circa 40cm l'uno dall'altro, nella cucina di terzo piano, alla quota di 2,70m;
- Modifica dei vani nella muratura portante. A tal proposito si precisa che gli interventi da eseguire sui vani nella muratura al terzo piano saranno di natura non strutturale, infatti la rettifica del vano che dall'ingresso conduce al salone, e la chiusura del vano tra salone e studio, verranno eseguiti con semplici tramezzature, e se occorre l'interponendo elementi fonoassorbenti. Al piano quarto invece saranno ampliati i vani finestra che prospettano: il primo, sul pozzo luce n.1 (*questo verrà tra l'altro cambiato anche di quota*); ed il secondo, sulla copertura retrostante, in prossimità del pozzo luce identificato con il n.2. Tali ampliamenti saranno di natura strutturale e verranno garantiti da due cerchiature metalliche, con doppi telai in profilati tipo IPE 80mm la prima finestra e HEA 100mm la seconda;
- Rettifica della geometria del pianerottolo di partenza della scala posta nel sottotetto. Si tratta esattamente della scaletta esistente di collegamento tra il locale di sgombero e la nuova camera da letto n.3 di sottotetto. Tale intervento, necessario per migliorare la fruizione della camera da letto, non avrà alcuna influenza strutturale, sarà infatti

semplicemente tagliato il rivestimento in marmo del pianerottolo, affinché divenga della nuova geometria di progetto, e rimosso il materiale di riempimento presente che costituisce il gradino da rettificare;

- Infine, realizzazione delle due Velux in copertura. Anche in questo caso la natura dell'opera non avrà influenza sulle strutture portanti. Le falde di copertura dell'edificio sono realizzate con solai in legno e per l'inserimento delle Velux sarà sufficiente rimuovere la porzione di tavolato interposta tra le travi principali del tetto, della lunghezza sufficiente alla realizzazione dei lucernari. Verranno poi posti i nuovi infissi a tetto.

5. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI ESISTENTI E DA ADOPERARE:

I materiali da adoperare, ed utilizzati per le verifiche locali di seguito esposte, sono i seguenti:

- **Muratura esistente, a conci regolari di pietra tenera** (tufo, calcarenite, ecc.), avente le seguenti caratteristiche meccaniche:
 $f_m = 2,0-3,2 \text{ N/mm}^2$ (*resistenza media a compressione*)
 $G = 400-500 \text{ N/mm}^2$ (*modulo di elasticità tangenziale*)
 $E = 1200-1620 \text{ N/mm}^2$ (*modulo di elasticità normale*)
 $\tau_0 = 0,04-0,08 \text{ N/mm}^2$ (*resistenza a taglio della muratura*)
 $w = 16 \text{ KN/m}^3$ (*peso specifico della muratura*)
- **Acciaio profilati** => di classe "S 235", avente le seguenti caratteristiche meccaniche: $f_{tk} = 3600 \text{ Kg/cm}^2$; $f_{yk} = 2350 \text{ Kg/cm}^2$;
- **Tasselli** => di classe normale "5.6" in acciaio, aventi le seguenti caratteristiche meccaniche: $f_{tb} = 5000 \text{ Kg/cm}^2$; $f_{yb} = 3000 \text{ Kg/cm}^2$

6. VERIFICA APERTURA VANI NELLA MURATURA PORTANTE:

L'intervento di progetto, come già detto, rientra nella categoria ***“interventi di riparazione o locali”*** ai sensi delle NTC 2018, ossia interventi che interessano singoli elementi strutturali e che, comunque, non riducano le condizioni di sicurezza preesistenti. La circolare 7/CSLLPP del 21 Gennaio 2019 prevede al punto C8.4.1 che: *“la modifica di una parte limitata della struttura (ad es. l'apertura di un vano in una parete, accompagnata da opportuni rinforzi) può rientrare in questa categoria, a condizione che si dimostri che l'insieme degli interventi non modifichi significativamente rigidità, resistenza nei confronti delle azioni orizzontali e capacità di deformazione della struttura.”*

La presente relazione tecnica vuole pertanto dimostrare che la rigidità finale non varia significativamente rispetto a quella iniziale e che la resistenza e lo spostamento ultimo della parete nello stato finale non sono inferiori ai corrispondenti valori dello stato iniziale.

Ai sensi del punto 8.4.1. delle NTC 2018, la relazione di calcolo allegata dimostra che l'intervento in progetto non produce sostanziali modifiche al comportamento delle altre parti e della struttura nel suo insieme e che non produce riduzione dei livelli di sicurezza preesistenti.

Verifica delle rigidità

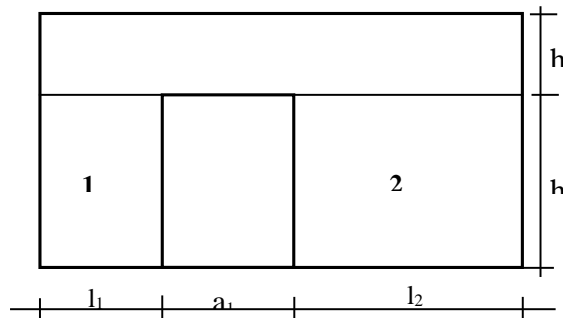
La rigidità iniziale (K_{in}) si calcola con la formula:

$$K = (G A E I^2) / (h^3 G + 1,2 h E I^2)$$

dove: E, G = moduli di elasticità normale e tangenziale della muratura;

l, h = larghezza ed altezza del maschio murario;

$A = l \times t$ = area del maschio (t = spessore del maschio).



$$K_{in} = K_1 + K_2 + = \Sigma K_i$$

A seguito di modifica delle aperture o di inserimento di nuove, la parete assume una configurazione diversa da quella iniziale; la rigidezza (K_{mod}), nello stato modificato deve risultare:

$$K_{mod} \geq K_{in}$$

Se tale verifica non è soddisfatta allora occorre intervenire con un rinforzo quale la **cerchiatura** del vano mediante un telaio metallico o in c.a.. In questo caso la rigidezza finale deve risultare:

$$K_{fin} = K_{mod} + K_T \geq K_{in}$$

$$K_T = 12xEx\Sigma J_p/H^3 \text{ (rigidezza del telaio)}$$

dove:

E = modulo elastico del materiale costituente i piedritti;

ΣJ_p = somma dei momenti d'inerzia dei piedritti;

H = altezza del piedritto.

Verifica delle resistenze a taglio delle pareti

La verifica viene condotta calcolando la resistenza al taglio della parete prima e dopo l'intervento e verificando che la resistenza dopo l'intervento risulti superiore a quella che la parete possedeva prima dell'intervento di miglioramento. La resistenza al taglio della parete si calcola ipotizzando un comportamento elasto-plastico dei maschi murari.

$$V_{t,fin} \geq V_{t,in}$$

L'azione tagliante ultima del pannello murario può calcolarsi con la formula:

$$V_t = l * t * 1,5 * (\tau_{0d}/b) * \sqrt{[1 + \sigma_0 / (1,5 \tau_{0d})]} = l * t * f_{td} * \sqrt{[1 + \sigma_0 / f_{td}]}$$

Dove:

l è la lunghezza del pannello;

t è lo spessore del pannello;

σ_0 è la tensione normale media, riferita all'area totale della sezione ($\sigma_0 = P/lt$, con P forza assiale agente positiva se di compressione);

f_{td} resistenza di calcolo a trazione per fessurazione diagonale della muratura; $f_{td} = 1,5\tau_{0d}$

- τ_{0d} resistenza di calcolo a taglio della muratura;
- b è un coefficiente correttivo legato alla distribuzione delle tensioni tangenziali 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.

Conclusioni specifiche calcolo eseguito

Effettuando la verifica della rigidezza e delle resistenze, delle pareti murarie interessate dagli interventi, si è riscontrato che i valori del post-operam sono equiparabili a quelli ottenuti nell'ante-operam, in quanto è stato previsto l'inserimento di cerchiature metalliche e architravi in modo tale da ottenere una variazione della rigidezza interna all'intervallo $\pm 15\%$. Nel setto che si affaccia sul pozzo luce 1 il vano esistente verrà allargato di 83 cm inserendo una cerchiatura metallica con **n.2 profilati tipo HEA100mm**. Mentre nel setto che affaccia sul pozzo luce 2 verrà ampliato il vano esistente di 110 cm inserendo **n.2 profilati IPE 80mm**.

7. VERIFICA SOLAI E SCALA:

Verranno di seguito eseguiti i calcoli necessari per il dimensionamento dei nuovi solai. Come già detto in precedenza i nuovi solai saranno del tipo misto in laterizi e profilati di acciaio. I solai da realizzare sono esattamente due, il primo in corrispondenza dell'ingresso ed il secondo a chiusura dell'originario vano scala.

Il solaio da ricostituire sarà costituito da travi principali di luce totale pari a 3,63m e si ipotizza l'utilizzo di n.8 profilati HEA100mm, da porre ad interasse $i = 0,70$ m, Si rimanda all'elaborato grafico per una migliore descrizione di quanto detto. In fase di calcolo si considera il modello "trave incastrata ad un estremo, con appoggio intermedio e carico distribuito".

Si prevede l'utilizzo di acciaio di classe **S 235**, aventi le seguenti caratteristiche:

$$f_{tk} = 3600 \text{ Kg/cm}^2; f_{yk} = 2350 \text{ Kg/cm}^2$$

La **resistenza di progetto a flessione** (X_d) della tipologia di acciaio da utilizzare sarà pari a:

$$X_d = X_k / \gamma_k$$

dove: X_k è il valore caratteristico della proprietà del materiale, in tal caso posto pari a 3600Kg/cmq; mentre γ_k è il coefficiente parziale di sicurezza relativo al materiale che è posto pari a 1,21. Si ottiene, quindi:

$$X_d = X_k / \gamma_k = 3600 \text{ Kg/cm}^2 / 1,21 = \mathbf{2975 \text{ Kg/cm}^2}$$

La **resistenza di progetto a taglio** (τ_{yd}) della tipologia di acciaio da utilizzare sarà:

$$\tau_{yd} = f_{yk} / \gamma_k$$

dove: f_{yk} è il valore caratteristico della resistenza a taglio in funzione delle proprietà del materiale, in tal caso posto pari a 2350Kg/cmq; mentre f_{yk} e γ_k sono stati definiti precedentemente. Pertanto, si ottiene:

$$\tau_{yd} = f_{yk} / \gamma_k = 2350 / 1,21 = \mathbf{1943 \text{ Kg/cm}^2}.$$

ANALISI DEI CARICHI SOLAIO:

- *Peso proprio:* 150,00 Kg/mq
- *Carico Permanente:* 200,00 "
- *Carico Variab.* 200,00 "

Ai fini della verifica del solaio agli Stati Limiti Ultimi, per il calcolo del carico di progetto, si applica la **Combinazione Fondamentale**, di cui al punto 2.5.3 del D.M. del 17/01/2018:

$$q_T = \gamma_{g1} G_1 + \gamma_{g2} G_2 + \gamma_{q1} Q_{k1}$$

dove:

- q_T = carico di progetto
- G_1 = peso proprio di tutti gli elementi strutturali (*travi in acciaio*) = **150 kg/mq**
- G_2 = peso proprio di tutti gli elementi non strutturali (*carico permanente*) = **200kg/mq**
- Q_{k1} = carichi variabili (*carico accidentale*) = **200 kg/mq**
- $\gamma_{g1}, \gamma_{g2}, \gamma_{q1}$ = coefficienti parziali di sicurezza (*tabella 2.6.I del D.M. del 17/01/2018*). Si verifica lo stato limite della struttura (STR) con approccio A1 in

condizioni sfavorevoli. Pertanto: γ_{g1} (coefficiente parziale del peso proprio degli elementi strutturali) è pari a 1,3; γ_{g2} (coefficiente parziale del peso proprio degli elementi non strutturali: carico permanente) è pari a 1,5; γ_{q1} (coefficiente parziale delle azioni variabili) è pari a 1,5

Applicando la combinazione fondamentale otteniamo:

$$q_T = \gamma_{g1} G_1 + \gamma_{g2} G_2 + \gamma_{q1}$$

$$Q_{k1} = 1,30 * 150 + 1,50 * 200 + 1,50 * 200 = \mathbf{795 \text{ Kg/mq}}$$

-Verifica travi =>

La trave principale è dimensionata per reggere il seguente carico:

$$Q = 795 \text{ Kg/mq} \times 0,7 \text{ m} = \mathbf{557 \text{ Kg/ml}}$$

-Verifica a flessione del profilato=>

Il momento massimo, essendo il profilato di luce pari a $L_{\text{calcolo}} = 3,63 \times 1,05 = 3,82 \text{ m}$, sarà pari:

$$M = = \mathbf{548,37 \text{ Kgm}}$$

Ipotizzando di usare delle travi tipo HEA 100mm, aventi un modulo di resistenza pari a $W_{(\text{HEA}100)} = 73 \text{ cm}^3$, si ottiene:

$$\sigma_d = M / W = 55000 / 73 = \mathbf{753 \text{ Kg/cm}^2} < \mathbf{X_d = 2975 \text{ kg/cm}^2}$$

Pertanto, la verifica risulta soddisfatta.

Si adopereranno a vantaggio di sicurezza gli stessi profilati per i restanti solai da realizzare (*chiusura foro originaria scala e riserva idrica cucina*).

- VERIFICA SCALA:

La nuova scala di collegamento tra il primo e il secondo livello sarà costituita da un profilo piatto di spessore pari a 10mm la quale verrà tassellato al setto murario portante. Alla trave verranno collegati i gradini che saranno a sbalzo, per i quali si ipotizza l'uso di quadrilini 25x3 mm di luce totale pari a 90cm.

In fase di calcolo della trave principale si considera il modello “incastro – incastro” con carico distribuito”. Si prevede l'utilizzo di acciaio di classe **S 235**, aventi le caratteristiche già descritte precedentemente.

ANALISI DEI CARICHI SCALA:

- *Peso proprio:* $50,00 \text{ Kg/mq}$
- *Carico Permanente:* $50,00 \text{ ''}$
- *Carico Variab.* $400,00 \text{ ''}$

Ai fini della verifica del solaio agli Stati Limiti Ultimi, per il calcolo del carico di progetto, si applica la **Combinazione Fondamentale**, di cui al punto 2.5.3 del D.M. del 17/01/2018: $q_T = \gamma_{g1} G_1 + \gamma_{g2} G_2 + \gamma_{q1} Q_{k1}$

dove:

- q_T = carico di progetto
- G_1 = peso proprio di tutti gli elementi strutturali (*travi in acciaio*) = **50 kg/mq**
- G_2 = peso proprio di tutti gli elementi non strutturali (*carico permanente*) = **50 kg/mq**
- Q_{k1} = carichi variabili (*carico accidentale*) = **400 kg/mq**
- $\gamma_{g1}, \gamma_{g2}, \gamma_{q1}$ = coefficienti parziali di sicurezza (*tabella 2.6.I del D.M. del 17/01/2018*). Si verifica lo stato limite della struttura (STR) con approccio A1 in condizioni sfavorevoli. Pertanto: γ_{g1} (*coefficiente parziale del peso proprio degli elementi strutturali*) è pari a 1,3; γ_{g2} (*coefficiente parziale del peso proprio degli elementi non strutturali: carico permanente*) è pari a 1,5; γ_{q1} (*coefficiente parziale delle azioni variabili*) è pari a 1,5

Applicando la combinazione fondamentale otteniamo:

$$q_T = \gamma_{g1} G_1 + \gamma_{g2} G_2 + \gamma_{q1} Q_{k1}$$

$$Q_{k1} = 1,30 * 50 + 1,50 * 50 + 1,50 * 400 = \mathbf{740 \text{ Kg/mq}}$$

-Verifica trave principale scala=>

La trave principale è dimensionata per reggere il seguente carico:

$$Q = 740 \text{ Kg/mq} \times 1 \text{ m} = \mathbf{740 \text{ Kg/ml}}$$

-Verifica a flessione del profilato=>

Il momento massimo, essendo il profilato di luce pari a $L_{\text{calcolo}}=4,85\text{m}$, sarà pari:

$$M = 1/12 q l^2 = 740 \times 4,85^2 / 12 = 1450 \text{ Kgm}$$

Ipotizzando di usare una trave piatta di spessore 10 mm, aventi un modulo di resistenza pari a $W_{(\text{piattina})} = 1\text{cm} \times (20\text{cm})^2 / 6 = 66,67 \text{ cm}^3$, si ottiene:

$$\sigma_d = M / W = 145000 / 2975 = 48,74 \text{ Kg/cm}^2 < X_d = 2975 \text{ kg/cm}^2$$

Pertanto la verifica risulta soddisfatta.

-Verifica gradini=>

Come anticipato i gradini saranno realizzati con profilati scatolari di dimensione 25x25x3 mm

$$Q = 740 \times 0,30 / 2 = 111 \text{ kg/ml}$$

-Verifica a flessione del profilato=>

Il momento massimo, essendo il profilato di luce pari a $L=0.90\text{m}$, sarà pari:

$$M = 1/2 q l^2 = 111 \times 0,90^2 = 44,95 \text{ Kgm}$$

Ipotizzando di usare due profilati per gradino tipo Scatolari Quadri 25x25x3mm aventi un modulo di resistenza pari a $W=1,74 \text{ cm}^3$, si ricava:

$$\sigma_d = M / W = 4495 / 1,74 = 2584,00 \text{ Kg/cm}^2 < X_d = 2975 \text{ kg/cm}^2$$

Pertanto la verifica risulta soddisfatta.

8. CONSIDERAZIONI SUGLI INTERVENTI DESCRITTI E VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA DOPO L'INTERVENTO

Lo studio degli interventi previsti e descritti nei paragrafi precedenti è stato condotto tenendo in considerazione lo stato di fatto della struttura nella situazione in cui si trova adesso e rapportandola alla configurazione che essa assumerà dopo aver realizzato gli interventi. In particolare, gli interventi strutturali interesseranno il primo livello, per quanto riguarda la realizzazione della nuova scala di collegamento, mentre, al secondo livello, verranno realizzati degli ampliamenti dei vani esistenti e la realizzazione di nuovi solai.

L'unità immobiliare nella nuova configurazione non subirà, rispetto la condizione odierna, significative differenze e nessun rilevante incremento di carico verrà trasmesso alla muratura esistente.

Alla luce di quanto esposto, dopo aver proceduto ad un esame visivo delle strutture esistenti, non ci sono motivi ostativi alla realizzazione delle opere suddette. Infatti le stesse, rientrano al punto 8.4.1 del D.M. del 17/01/2018 "*riparazione o intervento locale*" e non comportano alcun pregiudizio statico alle strutture esistenti. Si prescrive, comunque, al fine di garantire una maggiore sicurezza nei lavori, che le opere di demolizione vengano effettuate con mezzi che non producano vibrazioni o sussulti elevati.

Palermo, lì _____

Il Tecnico: ING. _____

COMUNE DI PALERMO

Provincia di Palermo

LAVORI DI

Ristrutturazione e frazionamento di una unità immobiliare

Proprietà

Località

Estremi catastali:

Comune di Palermo Foglio 123 part. _____

FASCICOLO DEI CALCOLI

APERTURA VANO IN PARETE PORTANTE

LUOGO E DATA

IL TECNICO

PROGETTO E VERIFICA DI APERTURE IN MURI PORTANTI IN ZONA SISMICA

Progetto:	Ristrutturazione e frazionamento di una unità immobiliare
------------------	---

Committente:	
---------------------	--

Località:	
------------------	--

Comune:	
----------------	--

PARETE N°	Vano cucina
------------------	-------------

PIANO:	Sottotetto
---------------	------------

PIANO: Sottotetto

PARETE N° Vano cucin

ANALISI DEI CARICHI

Solaio in legno di copertura

Elementi strutturali (G_1)

					KN/m ²
travi in legno	i (m)=	0,6	p (KN/m)=	0,06	0,10
tavolato					0,30
soletta cls alleggerito	s (m)=	0,04	γ (KN/m ³)=	2,4	0,10
G₁ =					0,50

Elementi non strutturali (G_2)

Carichi non strutturali (G_2)		KN/m ²
tegole		0,80
isolamento termico e impermeabilizzazione		0,30
varie		0,10

Carichi variabili (Q)

Carichi variabili (Q)		KN/m ²
carico di esercizio (q _k)		1,00
Variabile e Neve		
	q _k =	1,00

Coefficienti parziali (γ_F) per le azioni (verifica SLU)

	(favorevole)	(sfavorevole)
$\gamma_{G1} =$	1	1,30
$\gamma_{G2} =$	0,8	1,50
$\gamma_Q =$	0	1,50

Combinazione fondamentale (SLU)

$$q_1 = G_1 \times \gamma_{G1} + G_2 \times \gamma_{G2} + q_k \times \gamma_Q$$

	(favorevole)	(sfavorevole)	
$G_1 \times \gamma_{G1} =$	0,50	0,64	KN/m ²
$G_2 \times \gamma_{G2} =$	0,96	1,80	KN/m ²
$q_k \times \gamma_Q =$	0,00	1,50	KN/m ²
q₁ =	1,46	3,94	KN/m²

Solaio in profilati di acciaio e tavelloni - calpestio piano sottotetto

Elementi strutturali (G_1)					KN/m ²
profilati	i (m)=	0,6	p (KN/m)=	0,4	0,67
tavelloni					0,60
massetto in cls	s (m)=	0,05	γ (KN/m ³)=	2,4	0,12
G₁ =					1,39

Elementi non strutturali (G_2)					KN/m ²
pavimento					1,00
isolamento termico e impermeabilizzazione					0,05
intonaco					0,05
incidenza tramezzi					0,10
G₂ =					1,20

Carichi variabili (Q)					KN/m ²
carico di esercizio (q_k)					2,00
q_k =					2,00

Coefficienti parziali (γ_F) per le azioni (verifica SLU)			(favorevole)	(sfavorevole)
$\gamma_{G1} =$			1	1,30
$\gamma_{G2} =$			0,8	1,50
$\gamma_Q =$			0	1,50

Combinazione fondamentale (SLU)

$$q_1 = G_1 \times \gamma_{G1} + G_2 \times \gamma_{G2} + q_k \times \gamma_Q$$

	(favorevole)	(sfavorevole)	
$G_1 \times \gamma_{G1} =$	1,39	1,80	KN/m ²
$G_2 \times \gamma_{G2} =$	0,96	1,80	KN/m ²
$q_k \times \gamma_Q =$	0,00	3,00	KN/m ²
q₁ =	2,35	6,60	KN/m²

Solaio in latero-cemento

Elementi strutturali (G_1)						KN/m ²
peso proprio (travetti, pignatte, soletta)						2,50
G₁ =						2,50

Elementi non strutturali (G_2)						KN/m ²
pavimento						0,40
isolamento termico e impermeabilizzazione						0,20
intonaco						0,30
massetto impianti						0,80
G₂ =						1,70

Carichi variabili (Q)						KN/m ²
carico di esercizio (q_k)						2,00
q_k =						2,00

Coefficienti parziali (γ_F) per le azioni (verifica SLU)

	(favorevole)	(sfavorevole)
$\gamma_{G1} =$	1	1,30
$\gamma_{G2} =$	0,8	1,50
$\gamma_Q =$	0	1,50

Combinazione fondamentale (SLU)

$$q_1 = G_1 \times \gamma_{G1} + G_2 \times \gamma_{G2} + q_k \times \gamma_Q$$

	(favorevole)	(sfavorevole)	
$G_1 \times \gamma_{G1} =$	2,500	3,25	KN/m ²
$G_2 \times \gamma_{G2} =$	1,360	2,55	KN/m ²
$q_k \times \gamma_Q =$	0,000	3,00	KN/m ²
q₁ =	3,860	8,80	KN/m²

PIANO: Sottotetto

PARETE N° Vano cucina

CARICHI SULLA PARETE

Carico agente in sommità della parete dovuto alla porzione di muro sovrastante

				per verifiche ad azioni orizzontali	per verifiche ad azioni verticali
coefficiente parziale di sicurezza $\gamma_{G2} =$				1	1,5
	H (m)	t (m)	w (KN/m ³)	p (KN/m)	p (KN/m)
muro sovrastante	1	0,3	16	4,80	7,20
				0,00	0,00
				0,00	0,00
				0,00	0,00
				0,00	0,00

Carico agente in sommità della parete dovuto all'incidenza dei solai

S.L.U. per verifiche ad azioni orizzontali (taglio): utilizzo dei coefficienti di combinazione "favorevoli"

S.L.U. per verifiche ad azioni verticali (compressione): utilizzo dei coefficienti di combinazione "sfavorevoli"

				per verifiche ad azioni orizzontali		per verifiche ad azioni verticali		per verifiche ad azioni orizzontali	per verifiche ad azioni verticali
	L(dx)	L(sx)		q ₁ (dx)	q ₁ (sx)	q ₁ (dx)	q ₁ (sx)	p	p
	m	m		KN/m ²	KN/m ²	KN/m ²	KN/m ²	KN/m	KN/m
solaio di copertura	3,5	0		1,46	0,00	3,94	0,00	2,56	6,90
								0,00	0,00
								0,00	0,00
								0,00	0,00
								0,00	0,00
								0,00	0,00
								0,00	0,00
								0,00	0,00

Totale carico distribuito (KN/m)	7,36	14,10
----------------------------------	------	-------

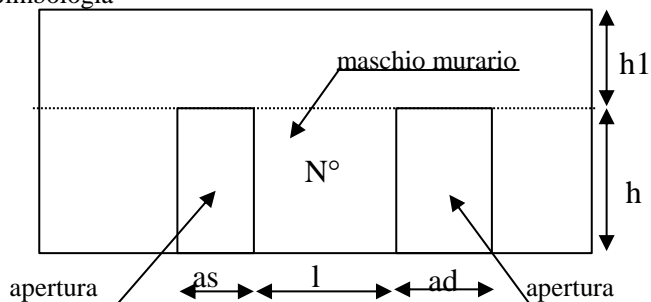
H = altezza del muro sovrastante (spessore t)

L(dx), L(sx) = luce del solaio a destra e a sinistra

p = carico

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E MECCANICHE DEI MASCHI MURARI

Simbologia



as= apertura a sinistra

ad= apertura a destra

l = lunghezza maschio murario

h = altezza maschio murario

t = spessore maschio murario

h_1 = altezza fascia di piano

i = interasse maschio murario

$$i = 1 + as/2 + ad/2$$

Tipol. = tipologia della muratura tab C8.5.I
(circ. 7/2019)

Nel caso di muratura recente, con blocchi artificiali di tecnologia moderna, indicare di seguito i parametri meccanici e la relativa descrizione. Tale nuova tipologia viene archiviata con il numero 9 "nuova muratura"

Parametri meccanici (punto 11.10 NTC2018)							Descrizione
n	f	f _{vo}	f _b	E	G	W	Muratura in blocchi di calcestruzzo semipieni con malta cementizia ecc.
	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	KN/m ³	
9	4	0,22	30	4000	800	14	

numero di maschi murari	2
--------------------------------	----------

[illegible]

Ulteriori informazioni

tip.	Descrizione della muratura	W KN/m ³
4	Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	15
5	Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	16

tip.	Descrizione della muratura	presenza
5	Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	
	Presenza di una caratterizzazione diretta della resistenza compressione degli elementi?	n
	Indicare la resistenza a compressione f (N/mm ²) secondo par. 11.10 delle NTC 2018	3

tip.	Descrizione della muratura	presenza
2	Muratura in conci sbozzati: presenza di zeppe profonde in pietra per ammorsamento?	n
	In presenza di zeppe profonde in pietra, le resistenze tabellari aumentano di un coefficiente:	1,2

tip.	Descrizione della muratura	presenza
7	Muratura in mattoni pieni : presenza di giunti di malta >13mm?	n
	In presenza di giunti di malta di spessore >13mm	
	riduzione delle resistenze:	0,7
	riduzione dei moduli elastici:	0,8

tip.	Descrizione della muratura	presenza
1÷7	Nel caso di presenza di malta particolarmente scadente	Presenza di malta scadente?
	(resistenza media a compressione < 0,7 N/mm ²)	n
	si applicano i seguenti coefficienti riduttivi	
	riduzione delle resistenze:	0,7
	riduzione dei moduli elastici:	0,8

tip.	Descrizione della muratura	
5÷8	Nel caso di muratura regolare , indicare i seguenti parametri, utili al calcolo della resistenza a taglio	
	altezza del blocco (cm)	12
	lunghezza di sovrapposizione minima dei blocchi di due corsi successivi (cm)	20
	coefficiente di ingranamento murario ϕ	0,6
	coefficiente di attrito locale μ	0,577
	resistenza a compressione del blocco f_b (N/mm ²)	10
	resistenza a trazione del blocco f_{btd} (N/mm ²) = 0,1 · f_b	0,741
	resistenza a taglio limite dei blocchi $f_{v,lim}$ (N/mm ²) = 0,065 · f_b / 0,7	0,929

Presenza o meno di caratteristiche diverse da quelle standar di cui alla tab. C.8.5.I circ. 7/2019

N°	Descrizione	cod.	STATO ATTUALE			INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO			intonaco armato	
			MB	RL	CT	RA	IML	IA	sp cm	γ KN/m ³
1	Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ...)	5								
2	Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ...)	5								

s = presenza della caratteristica

MB= malta buona

RL= ricorsi o listature

CT= connessione trasversale

RA= ristilatura armata con connessione dei paramenti

IML= iniezioni di miscele leganti

IA= intonaco armato

sp= spessore complessivo sulle due facce dell' intonaco armato

γ = peso specifico intonaco armato

Nel caso di muratura di mattoni pieni (tip. 7) si intende come “malta buona” una malta con resistenza media a compressione f_m superiore a 2 N/mm^2 .

In tal caso il coefficiente correttivo può essere posto pari a $f_m^{0.35}$ (f_m in N/mm^2).

Inserire il valore della resistenza media a compressione della malta f_m

$f_m =$	2	N/mm^2
---------	---	-----------------

Nel caso di pareti di notevole spessore (> 70cm) i coefficienti migliorativi per intonaco armato

e per ristilatura armata, devono essere opportunamente ridotti. Riduzione del:

30	%
----	---

Valori dei parametri meccanici standard della muratura (tabella C8.5.I - circ. 7/2019)

riduzione percentuale moduli elastici	50	%	valori delle resistenze	1	1 minimo
					2 medio
					3 massimo

N°	Tipol.	f N/cm ²	τ _o N/cm ²	f _{vo} N/cm ²	E N/mm ²	G N/mm ²	w KN/m ³	σ _o KN/m ²
1	5	200	4	10	705	225	16	43,88
2	5	200	4	10	705	225	16	39,74
0								0,00
0								0,00
0								0,00
0								0,00
0								0,00
0								0,00
0								0,00
0								0,00
0								0,00

f = resistenza media a compressione della muratura

τ_o= resistenza media a taglio della muratura in assenza di tensioni normali (murature irregolari)

f_{vo}= resistenza media a taglio della muratura in assenza di tensioni normali (murature regolari)

E= valore medio del modulo di elasticità normale

G= valore medio del modulo di elasticità tangenziale

w= peso specifico medio

σ_o= tensione media di compressione a metà altezza pannello murario

Coefficienti correttivi dei parametri meccanici (tab. C8.5.II circ. 7/2019)

N°	Descrizione	cod.	attuale			consolidato		
			MB	RL	CT	RA	IML	IA
1	Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, c	5	1,6	1,0	1,2	1,2	1,2	1,5
2	Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, c	5	1,6	1,0	1,2	1,2	1,2	1,5
0		0						
0		0						
0		0						
0		0						
0		0						
0		0						
0		0						
0		0						

Coefficienti correttivi da usare nel calcolo

N°	Descrizione	cod.	attuale			consolidato					
			MB	RL	CT	RA	IML	IA	prd	max	coeff
1	Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, cal	5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,00	1,80	1
2	Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, cal	5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,00	1,80	1
0		0									
0		0									
0		0									
0		0									
0		0									
0		0									
0		0									
0		0									

prd = prodotto tra i due coefficienti più alti nello stato consolidato

max = coefficiente massimo ammissibile nello stato consolidato (tab. C8.5.II)

coeff = coefficiente da usare nei calcoli nello stato consolidato (il minimo tra "prd" e "max")

Parametri meccanici corretti secondo i coeff. di tab. C8.5.II circ. 7/2019

Fattore di confidenza FC = **1,35**

Verifica compressione	
coeff. riduz. Φ	0,86
coeff sic. γ_m	2

N°	Tipol.	f_d N/cm ²	τ_{od} N/cm ²	f_{vod} N/cm ²	E N/mm ²	G N/mm ²	w KN/m ³	σ_o KN/m ²	σ base KN/m ²	$f_{d,rid}$ KN/m ²
1	5	148,1	2,96	7,40741	705,00	225,00	16,00	43,88	96,13	637
2	5	148,1	2,96	7,40741	705,00	225,00	16,00	39,74	88,18	637
0		0	0,00	0				0,00	0,00	
0		0	0,00	0				0,00	0,00	
0		0	0,00	0				0,00	0,00	
0		0	0,00	0				0,00	0,00	
0		0	0,00	0				0,00	0,00	
0		0	0,00	0				0,00	0,00	
0		0	0,00	0				0,00	0,00	
0		0	0,00	0				0,00	0,00	

f_d = resistenza media di progetto a compressione della muratura

τ_{od} = resistenza media di progetto a taglio della muratura in assenza di tensioni normali (murature irregolari)

f_{vod} = resistenza media di progetto a taglio della muratura in assenza di tensioni normali (murature regolari)

E = valore medio del modulo di elasticità normale

G = valore medio del modulo di elasticità tangenziale

w = peso specifico medio (comprensivo di eventuale intonaco armato)

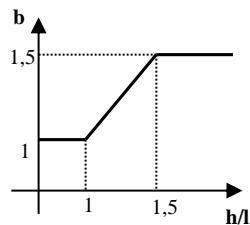
σ_o = tensione media di compressione a metà altezza pannello murario

σ base = tensione media di compressione alla base del pannello murario

$f_{d,rid}$ = resistenza media di progetto a compressione ridotta = $f_d \Phi / (FC \cdot \gamma_m)$

Individuazione del coefficiente "b"

N°	h/l	b
1	0,603	1,000
2	0,588	1,000
0	0	0,000
0	0	0,000
0	0	0,000
0	0	0,000
0	0	0,000
0	0	0,000
0	0	0,000
0	0	0,000
0	0	0,000



Calcolo rigidezza della parete

	G	t	l	h	A	E	K
	N/mm ²	m	m	m	m ²	N/mm ²	KN/m
1	225	0,35	3,65	2,2	1,2775	705	99284,8
2	225	0,35	3,74	2,2	1,309	705	102161,0
0							
0							
0							
0							
0							
0							
0							
0							
RIGIDEZZA DELLA PARETE (KN/m)							201445,8

Calcolo resistenza dei singoli maschi murari

Calcolo della resistenza a taglio per scorrimento, nel caso di murature regolari

	M	N	e	l'	σ_n	f_{vd}	$f_{v,lim}$	$V_t ts$
	KNm	KN	m	m	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	KN
1	69,04	56,06	1,232	1,78026	0,09	0,1007	0,929	62,77
2	66,9	52,02	1,286	1,75147	0,0849	0,0992	0,929	60,82
0								
0								
0								
0								
0								
0								
0								
0								

M = momento associato alla resistenza taglio-scorrimento

N = sforzo normale agente

e = eccentricità

l' = lunghezza della zona compressa

σ_n = tensione normale media agente sulla parte compressa della sezione

f_{vd} = resistenza di calcolo a taglio in presenza di compressione, valutata come $f_{vd} = f_{vo} + 0,4 \cdot \sigma_n \leq f_{v,lim}$

$f_{v,lim} = 0,065 \cdot f_b / 0,7$ resistenza limite di rottura a taglio dei blocchi

$V_t ts$ = resistenza a taglio per scorrimento

Nel caso di muratura regolare, è possibile scegliere se utilizzare la formula semplificata valida per le murature irregolari (più cautelativa) oppure quella completa valida per le murature regolari	
Inserire 1 per utilizzare la formula completa, relativa alle murature regolari	2

Inserire il codice per il calcolo dello spostamento al limite ultimo: 1: spostamento al limite ultimo pari a quello massimo previsto dalla normativa 2: spostamento al limite ultimo pari a quello elastico moltiplicato per il coeff. di duttilità μ	
	2

Inserire il valore massimo dello spostamento ultimo rispetto all'altezza del maschio murario		
nel caso di rottura a taglio	5	‰
nel caso di rottura a pressoflessione	10	‰

	V_t irr	V_t reg	V_t lim	V_t	V_t pf	V_t ts	V_u	δ_e	tipo di rottura	μ	δ_u	$\delta_{u,max}$
	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	mm			mm	mm
1	80,04	94,32	423,4	80,0416	89,77	62,77	62,77	0,63	taglio scorr.	2	1,26	11,00
2	80,07	94,32	432,7	80,0681	85,64	60,82	60,82	0,60	taglio scorr.	2	1,19	11,00
0												
0												
0												
0												
0												
0												
0												
0												
0												

V_t irr = resistenza a taglio per trazione (fessurazione diagonale) in murature irregolari

V_t reg = resistenza a taglio per trazione (fessurazione diagonale) in murature regolari

V_t lim = resistenza a taglio limite per trazione (fessurazione diagonale) in murature regolari

V_t = resistenza a taglio per trazione (fessurazione diagonale)

V_t pf = resistenza a taglio per pressoflessione

V_t ts = resistenza a taglio per scorrimento

V_u = resistenza a taglio del maschio murario (minimo valore tra V_t ts, V_t e V_t pf)

δ_e = spostamento del maschio murario al limite elastico

μ = coefficiente di duttilità = δ_u/δ_e

δ_u = spostamento del maschio murario al limite ultimo

$\delta_{u,max}$ = spostamento max = 0,5% h per rottura a taglio 1,0% *h per rottura a pressoflessione

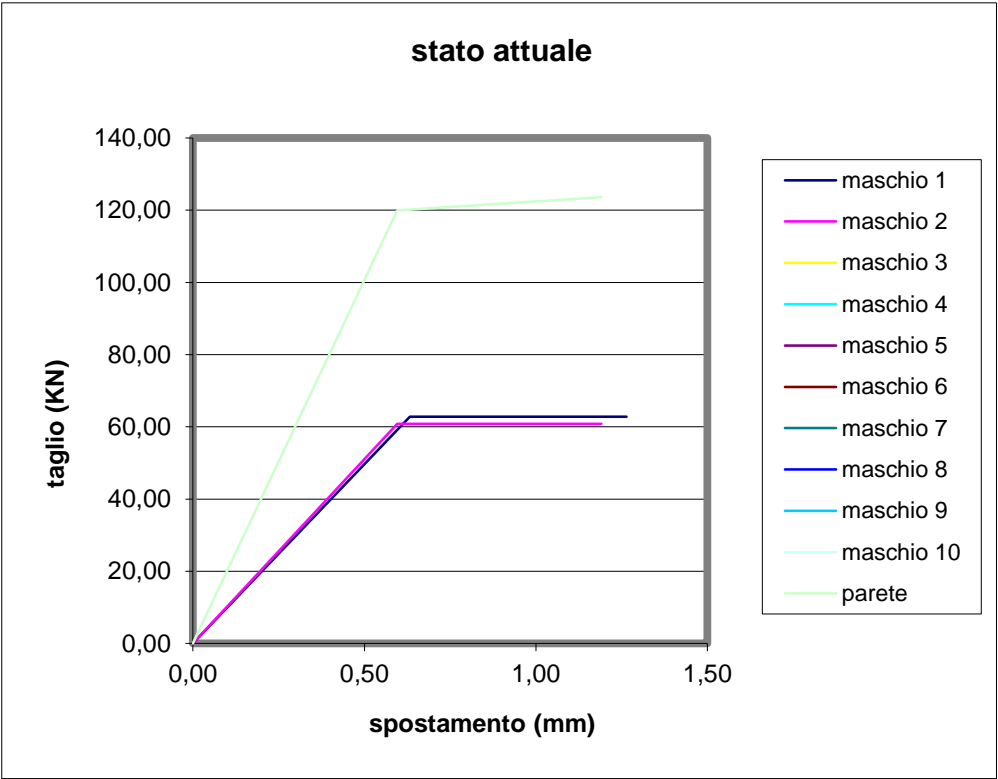
Calcolo resistenza della parete

Spostamento della parete al limite di rottura	mm	1,19
Contributo al taglio ultimo da parte del maschio 1	KN	62,77
Contributo al taglio ultimo da parte del maschio 2	KN	60,82
TAGLIO ULTIMO DELLA PARETE	KN	123,59

Lo spostamento finale della parete è calcolato tenendo conto del coefficiente di duttilità di ogni singolo maschio murario

Grafico del comportamento della parete nello stato attuale

	V _t	δ
	(KN)	(mm)
1	0,00	0,00
	62,77	0,63
	62,77	1,26
2	0,00	0,00
	60,82	0,60
	60,82	1,19
0	0,00	0,00
0	0,00	0,00
0	0,00	0,00
0	0,00	0,00
0	0,00	0,00
0	0,00	0,00
Parete	0,00	0,00
	119,93	0,60
	123,59	1,19



Ulteriori informazioni

tip.	Descrizione della muratura	W KN/m ³
4	Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	15
5	Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	16

tip.	Descrizione della muratura	presenza
5	Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	
	Presenza di una caratterizzazione diretta della resistenza compressione degli elementi?	n
	Indicare la resistenza a compressione f (N/mm ²) secondo par. 11.10 delle NTC 2018	3

tip.	Descrizione della muratura	presenza
2	Muratura in conci sbozzati: presenza di zeppe profonde in pietra per ammorsamento?	n
	In presenza di zeppe profonde in pietra, le resistenze tabellari aumentano di un coefficiente:	1,2

tip.	Descrizione della muratura	presenza
7	Muratura in mattoni pieni : presenza di giunti di malta >13mm?	n
	In presenza di giunti di malta di spessore >13mm	
	riduzione delle resistenze:	0,7
	riduzione dei moduli elastici:	0,8

tip.	Descrizione della muratura	presenza
1÷7	Nel caso di presenza di malta particolarmente scadente	Presenza di malta scadente?
	(resistenza media a compressione < 0,7 N/mm ²)	riduzione delle resistenze:
	si applicano i seguenti coefficienti riduttivi	riduzione dei moduli elastici:
		n
		0,7
		0,8

tip.	Descrizione della muratura	
5÷8	Nel caso di muratura regolare , indicare i seguenti parametri, utili al calcolo della resistenza a taglio	
	altezza del blocco (cm)	12
	lunghezza di sovrapposizione minima dei blocchi di due corsi successivi (cm)	20
	coefficiente di ingranamento murario ϕ	0,6
	coefficiente di attrito locale μ	0,577
	resistenza a compressione del blocco f_b (N/mm ²)	10
	resistenza a trazione del blocco f_{btd} (N/mm ²) = $0,1 \cdot f_b$	0,7407
	resistenza a taglio limite dei blocchi $f_{v,lim}$ (N/mm ²) = $0,065 \cdot f_b / 0,7$	0,929

Presenza o meno di caratteristiche diverse da quelle standar di cui alla tab. C8.5.I circ. 7/2019[illegible]

s = presenza della caratteristica

MB= malta buona

RL= ricorsi o listature

CT= connessione trasversale

RA= ristilatura armata con connessione dei paramenti

IML= iniezioni di miscele leganti

IA= intonaco armato

sp= spessore complessivo sulle due facce dell' intonaco armato

γ = peso specifico intonaco armato

Nel caso di muratura di mattoni pieni (tip. 7) si intende come “malta buona” una malta con resistenza media a compressione fin superiore a 2 N/mm^2 .

In tal caso il coefficiente correttivo può essere posto pari a $\text{fm}^{0.35}$ (fm in N/mm²).

Inserire il valore della resistenza media a compressione della malta fm	fm=	2	N/mm ²
---	-----	---	-------------------

Nel caso di pareti di notevole spessore (> 70cm) i coefficienti migliorativi per intonaco armato e per ristilatura armata, devono essere opportunamente ridotti. Riduzione del:

30	%
----	---

Valori dei parametri meccanici standard della muratura (tabella C8.5.I - circ. 7/2019)

riduzione percentuale moduli elastici	50	%	valori delle resistenze	1	1 minimo
					2 medio
					3 massimo

[illegible]

f = resistenza media a compressione della muratura

τ_0 = resistenza media a taglio della muratura in assenza di tensioni normali (murature irregolari)

f_{v0} = resistenza media a taglio della muratura in assenza di tensioni normali (murature regolari)

E = valore medio del modulo di elasticità normale

G= valore medio del modulo di elasticità tangenziale

w= peso specifico medio

σ_0 = tensione media di compressione a metà altezza pannello murario

Coefficienti correttivi dei parametri meccanici (tab. C8.5.II circ. 7/2019)

N°	Descrizione	cod.	attuale			consolidato		
			MB	RL	CT	RA	IML	IA
1	Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite,	5	1,6	1,0	1,2	1,2	1,2	1,5
2	Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite,	5	1,6	1,0	1,2	1,2	1,2	1,5
0		0						
0		0						
0		0						
0		0						
0		0						
0		0						
0		0						
0		0						

Coefficienti correttivi da usare nel calcolo

N°	Descrizione	cod.	attuale			consolidato					coeff
			MB	RL	CT	RA	IML	IA	prd	max	
1	Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, cal	5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,00	1,80	1
2	Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, cal	5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,00	1,80	1
0		0									
0		0									
0		0									
0		0									
0		0									
0		0									
0		0									
0		0									

prd = prodotto tra i due coefficienti più alti nello stato consolidato

max = coefficiente massimo ammissibile nello stato consolidato (tab. C8.5.II)

coeff = coefficiente da usare nei calcoli nello stato consolidato (il minimo tra "prd" e "max")

Parametri meccanici corretti secondo i coeff. di tab. C8.5.II circ. 7/2019

Fattore di confidenza FC =	1,35
----------------------------	-------------

Verifica compressione	
coeff. riduz. Φ	0,86
coeff sic. γ_m =	2

N°	Tipol.	f_d	τ_{od}	f_{vod}	E	G	w	σ_o	σ_{base}	$f_{d,rid}$
		N/cm ²	N/cm ²	N/cm ²	N/mm ²	N/mm ²	KN/m ³	KN/m ²	KN/m ²	KN/m ²
1	5	148,1	2,96	7,40741	705,00	225,00	16,00	50,19	108,22	637,04
2	5	148,1	2,96	7,40741	705,00	225,00	16,00	39,74	88,18	637,04
0		0	0,00	0				0,00	0,00	
0		0	0,00	0				0,00	0,00	
0		0	0,00	0				0,00	0,00	
0		0	0,00	0				0,00	0,00	
0		0	0,00	0				0,00	0,00	
0		0	0,00	0				0,00	0,00	
0		0	0,00	0				0,00	0,00	
0		0	0,00	0				0,00	0,00	

f_d = resistenza media a compressione della muratura

τ_{od} = resistenza media a taglio della muratura in assenza di tensioni normali (murature irregolari)

f_{vod} = resistenza media a taglio della muratura in assenza di tensioni normali (murature regolari)

E = valore medio del modulo di elasticità normale

G = valore medio del modulo di elasticità tangenziale

w = peso specifico medio (comprensivo di eventuale intonaco armato)

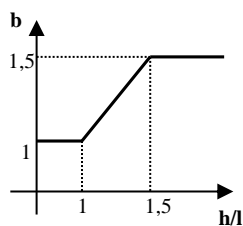
σ_o = tensione media di compressione

σ_{base} = tensione media di compressione alla base del pannello murario

$f_{d,rid}$ = resistenza media di progetto a compressione ridotta = $f_d \Phi / (FC \cdot \gamma_m)$

Individuazione del coefficiente “b”

N°	h/l	b
1	0,83	1,000
2	0,588	1,000
0	0	0,000
0	0	0,000
0	0	0,000
0	0	0,000
0	0	0,000
0	0	0,000
0	0	0,000
0	0	0,000
0	0	0,000



Calcolo rigidezza della parete

	G	t	l	h	A	E	K
	N/mm ²	m	m	m	m ²	N/mm ²	KN/m
1	225,00	0,35	2,65	2,2	0,9275	705,00	66803,2
2	225,00	0,35	3,74	2,2	1,309	705,00	102161,0
0							
0							
0							
0							
0							
0							
0							
0							
RIGIDEZZA DELLA PARETE (KN/m)							168964,1

Calcolo resistenza dei singoli maschi murari

Calcolo della resistenza a taglio per scorrimento, nel caso di murature regolari

	M	N	e	l'	σ_n	f_{vd}	$f_{v,lim}$	V_{ts}
	KNm	KN	m	m	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	KN
1	45,29	46,55	0,973	1,05618	0,1259	0,1114	0,929	41,18
2	66,9	52,02	1,286	1,75147	0,0849	0,0992	0,929	60,82
0								
0								
0								
0								
0								
0								
0								
0								

M = momento associato alla resistenza taglio-scorrimento

N = sforzo normale agente

e = eccentricità

l' = lunghezza della zona compressa

σ_n = tensione normale media agente sulla parte compressa della sezione

f_{vd} = resistenza di calcolo a taglio in presenza di compressione valutata come $f_{vd} = f_{vo} + 0,4 \cdot \sigma_n \leq f_{v,lim}$

$f_{v,lim} = 0,065 \cdot f_b / 0,7$ resistenza limite di rottura a taglio dei blocchi

V_{ts} = resistenza a taglio per scorrimento

Nel caso di muratura regolare, è possibile scegliere se utilizzare la formula semplificata valida per le murature irregolari (più cautelativa) oppure quella completa valida per le murature regolari	
Inserire 1 per utilizzare la formula completa, relativa alle murature regolari	2

Codice per il calcolo dello spostamento al limite ultimo: 1: spostamento al limite ultimo pari a quello massimo previsto dalla normativa 2: spostamento al limite ultimo pari a quello elastico moltiplicato per il coeff. di duttilità	2
---	---

Inserire il valore massimo dello spostamento ultimo rispetto all'altezza del maschio murario		
nel caso di rottura a taglio	5	‰
nel caso di rottura a pressoflessione	10	‰

	V _t irr	V _t reg	V _t lim	V _t	V _t pf	V _t ts	V _u	δ _e	tipo di rottura	μ	δ _u	δ _{u,max}
	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	mm			mm	mm
1	60,15	70,99	308,7	60,1522	53,84	41,18	41,18	0,62	taglio scorr.	2	1,23	11,00
2	80,07	94,32	432,7	80,0681	85,64	60,82	60,82	0,60	taglio scorr.	2	1,19	11,00
0												
0												
0												
0												
0												
0												
0												
0												
0												

V_t irr = resistenza a taglio per trazione (fessurazione diagonale) in murature irregolari

V_t reg = resistenza a taglio per trazione (fessurazione diagonale) in murature regolari

V_t lim = resistenza a taglio limite per trazione (fessurazione diagonale) in murature regolari

V_t = resistenza a taglio per trazione (fessurazione diagonale)

V_t pf = resistenza a taglio per pressoflessione

V_t ts = resistenza a taglio per scorrimento

V_u = resistenza a taglio del maschio murario (minimo valore tra V_t ts, V_t e V_t pf)

δ_e = spostamento del maschio murario al limite elastico

μ = coefficiente di duttilità = δ_u/δ_e

δ_u = spostamento del maschio murario al limite ultimo

δ_{u,max} = spostamento max = 0,5% h per rottura a taglio 1,0% *h per rottura a pressoflessione

Calcolo resistenza della parete

Spostamento della parete al limite di rottura	mm	1,19
Contributo al taglio ultimo da parte del maschio 1	KN	41,18
Contributo al taglio ultimo da parte del maschio 2	KN	60,82
TAGLIO ULTIMO DELLA PARETE	KN	102,00

Lo spostamento finale della parete è calcolato tenendo conto del coefficiente di duttilità di ogni singolo maschio murario

VERIFICHE

a) La rigidezza finale della parete non deve cambiare significativamente rispetto a quella iniziale

Max decremento ammesso della rigidezza finale rispetto a quella iniziale (in percentuale) 15 %

Max incremento ammesso della rigidezza finale rispetto a quella iniziale (in percentuale) 15 %

K_{in} (KN/m)	201445,7896
K_{fin} (KN/m)	168964,1

variazione percentuale:	-16 %
-------------------------	--------------

La verifica **NON** è soddisfatta; occorre pertanto un intervento di rinforzo

b) La resistenza finale della parete non deve essere inferiore a quella iniziale

$V_{t,in}$ (KN)	123,59
$V_{t,fin}$ (KN)	102,00

La verifica non è soddisfatta pertanto occorre un intervento di rinforzo

c) Lo spostamento ultimo della parete nello stato finale non deve essere inferiore a quello nello stato iniziale

$\delta_{u, in}$ (mm)	1,19
$\delta_{u, fin}$ (mm)	1,19

La verifica risulta pertanto soddisfatta

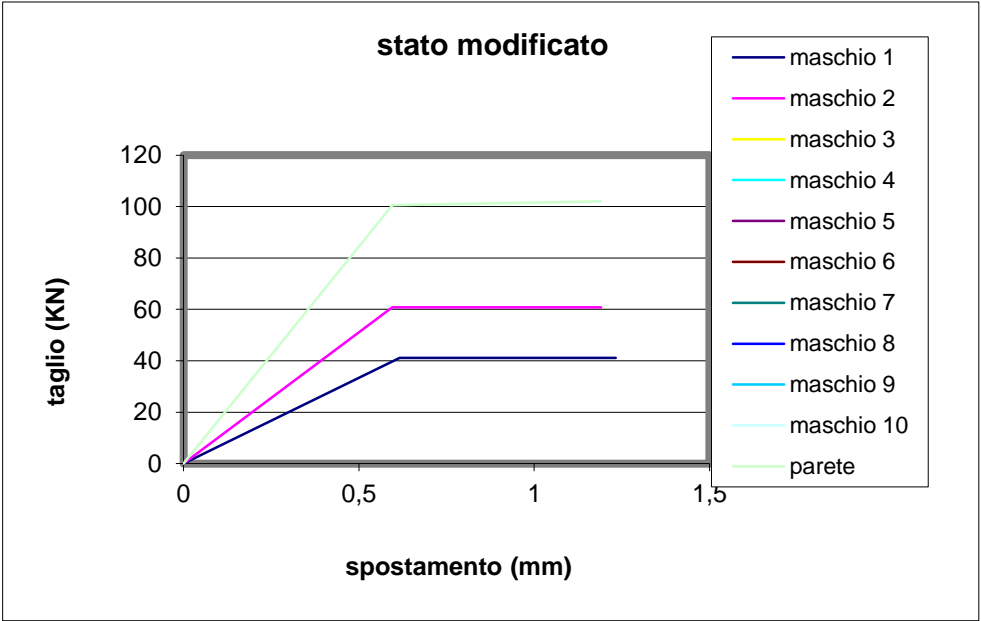
Riepilogo delle verifiche

VERIFICA DELLA RIGIDEZZA	N
VERIFICA DELLA RESISTENZA	N
VERIFICA DELLO SPOSTAMENTO	S

PARERE VERIFICATA	NO
-------------------	-----------

Grafico del comportamento della parete nello stato modificato

	V _t (KN)	δ (mm)
1	0	0
	41,2	0,62
	41,2	1,23
2	0	0
	60,8	0,60
	60,8	1,19
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
parete	0	0
	100,6	0,60
	102,0	1,19



PIANO: Sottotetto

PARETE N° Vano cucina

Occorre progettare una o più cerchiature di rinforzo

DIMENSIONAMENTO DEI TELAI

1 Acciaio: s235

$f_{yk} =$	235,00	N/mm ²
$f_{tk} =$	360,00	N/mm ²
$\gamma_{M0} =$	1,05	
$E =$	210000	N/mm ²

tensione caratteristica di snervamento
tensione caratteristica di rottura
coefficiente parziale di sicurezza
modulo elastico

2 Calcestruzzo armato

$R_{ck} =$	35,00	N/mm ²
$f_{cd} =$	16,462	N/mm ²
$\gamma_{M0} =$	1,5	
$E =$	32588	N/mm ²

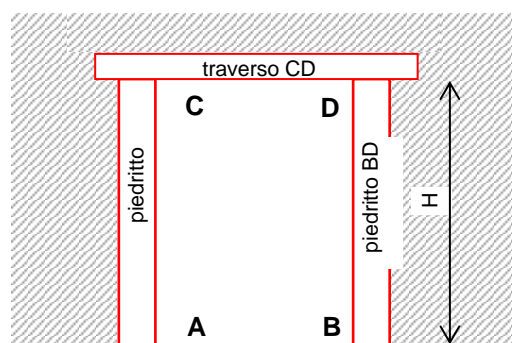
resistenza caratteristica a compressione
tensione di calcolo $f_{cd} = 0,85 \cdot 0,83 \cdot R_{ck} / \gamma_{M0}$
coefficiente parziale di sicurezza
modulo elastico $E = E_{cm} = 22.000 \cdot (f_{cm} / 10)^{0,3}$

TELAI IN ACCIAIO

Numero di telai da inserire nella parete 1

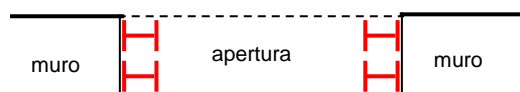
Il telaio è formato da due piedritti, quello di destra (AC) , quello di sinistra (BD) e dal traverso (CD). Ciascun piedritto può essere formato con uno o più profili metallici. Nella figura a lato ciascun piedritto è formato da 2 profili metallici.

prospetto



H_{telaio} (cm)	110	(Altezza media dei telai)
K_{ric} (KN/m) :	2264,8	(Rigidezza richiesta ai telai)
$J_{x,piedr}$ (cm ⁴)	60	(Momento d'inerzia minimo di un piedritto)

pianta



n	nome	tipo piedritto			H (cm)	W_x (cm ³)	J_x (cm ⁴)	K_T (KN/m)	M_{el} (KNcm)	d (mm)	F_T (KN)	F_u (KN)
		n	serie	tipo								
1	TA1	2	HEA	100	110	145,52	698,4	26445,8	3256,88	4,48	31,49	118,43
0						0	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00
0						0	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00
0						0	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00
0						0	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00
0						0	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTALI								26445,8			31,49	118,43

VERIFICHE

a) La rigidezza finale (maschi murari + telai) non deve cambiare significativamente rispetto a quella iniziale

Max decremento ammesso della rigidezza finale rispetto a quella iniziale (in percentuale) 15 %

Max incremento ammesso della rigidezza finale rispetto a quella iniziale (in percentuale) 15 %

K_{in} (KN/m)	201445,79
K_{fin} (KN/m)	195409,93

variazione percentuale:	-3 %
-------------------------	------

La verifica risulta pertanto soddisfatta

b) La resistenza finale (maschi murari + telai) non deve essere inferiore a quella iniziale

$V_{t,in}$ (KN)	123,59
$V_{t,fin}$ (KN)	133,49

La verifica risulta pertanto soddisfatta

c) Lo spostamento ultimo della parete nello stato finale non deve essere inferiore a quello nello stato iniziale

$\delta_{u,in}$ (mm)	1,191
$\delta_{u,fin}$ (mm)	1,191

La verifica risulta pertanto soddisfatta

Riepilogo delle verifiche

VERIFICA DELLA RIGIDEZZA	S
VERIFICA DELLA RESISTENZA	S
VERIFICA DELLO SPOSTAMENTO	S

Lavoro di deformazione (KNmm)	
<i>Stato iniziale</i>	108,18785
<i>Stato finale</i>	108,99529

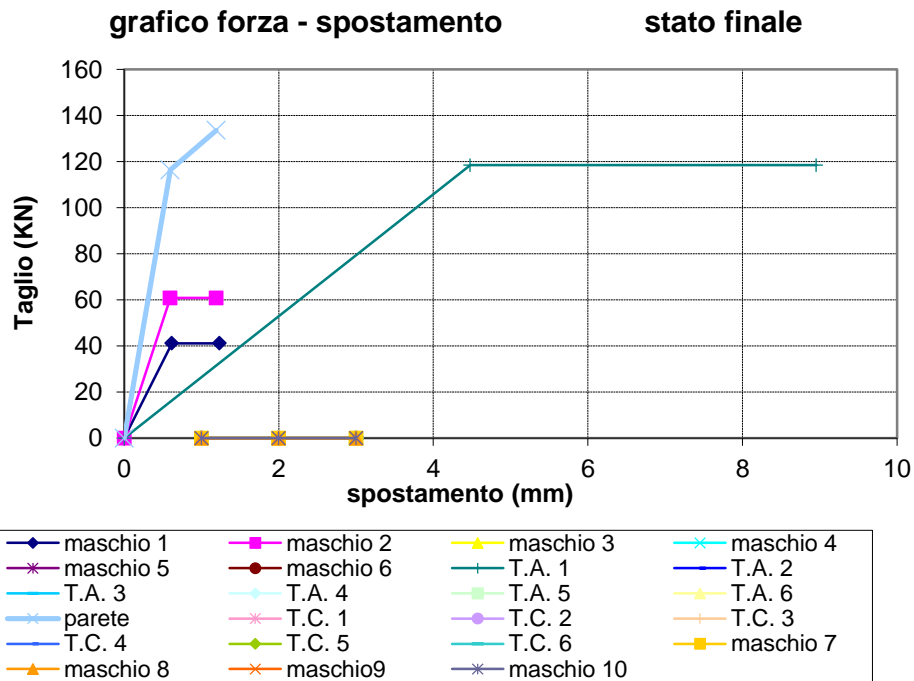
PARERE VERIFICATA	SI
-------------------	----

GRAFICI TAGLIO - SPOSTAMENTO

Stato Finale con contributo cerchiature

	V _t (KN)	δ (mm)
maschio 1	0	0
	41,2	0,62
	41,2	1,23
maschio 2	0	0
	60,8	0,60
	60,8	1,19
maschio 3		
maschio 4		
maschio 5		
maschio 6		
maschio 7		
maschio 8		
maschio 9		
maschio 10		

parete	0	0
	116,34	0,60
	133,49	1,19



	V _t (KN)	δ (mm)
telaio 1 Acciaio	0,00	0,00
	118,43	4,48
	118,43	8,96
telaio 2 Acciaio		
telaio 3 Acciaio		
telaio 4 Acciaio		
telaio 5 Acciaio		
telaio 6 Acciaio		

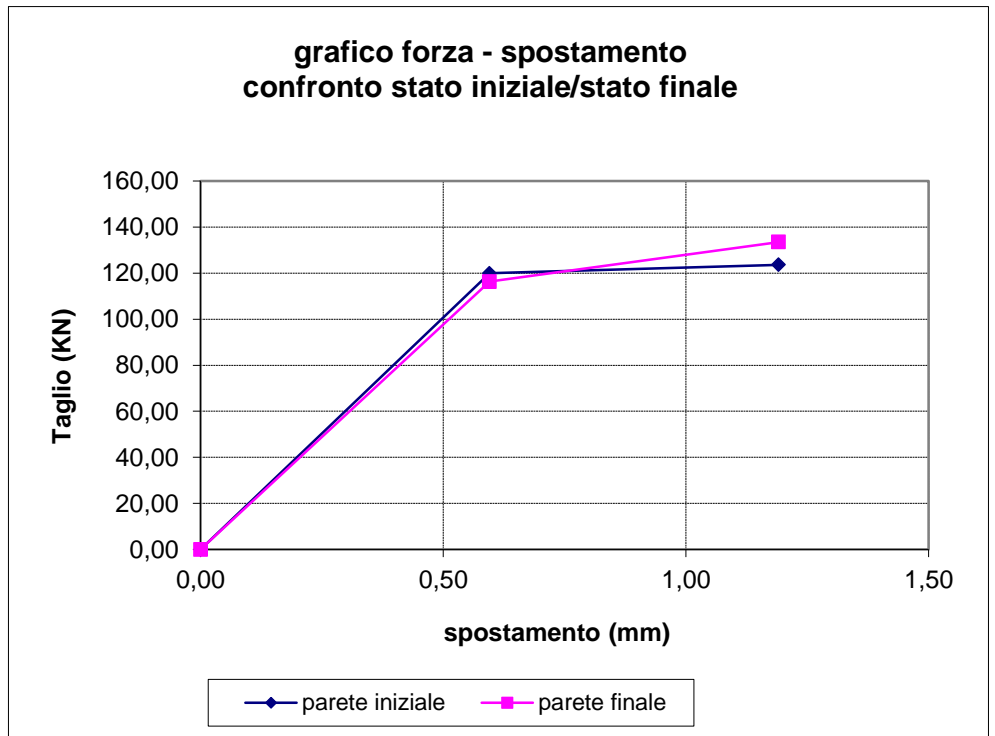
	V _t (KN)	δ (mm)
telaio 1 C.A.		
telaio 2 C.A.		
telaio 3 C.A.		
telaio 4 C.A.		
telaio 5 C.A.		
telaio 6 C.A.		

GRAFICI TAGLIO - SPOSTAMENTO

Confronto tra stato iniziale e stato finale

	V_t (KN)	δ (mm)
Parete Iniziale	0,00	0,00
	119,93	0,60
	123,59	1,19
Parete Finale	0,00	0,00
	116,34	0,60
	133,49	1,19

lavoro di deformazione		
$L_{def,in}$	108,19	KNmm
$L_{def,fin}$	109	KNmm



PROGETTO E VERIFICA DI APERTURE IN MURI PORTANTI IN ZONA SISMICA

Progetto:	Ristrutturazione e frazionamento di una unità immobiliare
------------------	---

Committente:	Bruno Pietro
---------------------	--------------

Località:	Via Onorato n°62 - III piano e sottotetto
------------------	---

Comune:	Provincia di Palermo
----------------	----------------------

PARETE N°	Pozzo Luce
------------------	------------

PIANO:	Sottotetto
---------------	------------

PIANO: Sottotetto

PARETE N° Pozzo Luce

CARICHI SULLA PARETE

Carico agente in sommità della parete dovuto alla porzione di muro sovrastante

				per verifiche ad azioni orizzontali	per verifiche ad azioni verticali
coefficiente parziale di sicurezza $\gamma_{G2} =$				1	1,5
	H (m)	t (m)	w (KN/m ³)	p (KN/m)	p (KN/m)
muro sovrastante	1	0,3	16	4,80	7,20
				0,00	0,00
				0,00	0,00
				0,00	0,00
				0,00	0,00

Carico agente in sommità della parete dovuto all'incidenza dei solai

S.L.U. per verifiche ad azioni orizzontali (taglio): utilizzo dei coefficienti di combinazione "favorevoli"

S.L.U. per verifiche ad azioni verticali (compressione): utilizzo dei coefficienti di combinazione "sfavorevoli"

				per verifiche ad azioni orizzontali		per verifiche ad azioni verticali		per verifiche ad azioni orizzontali	per verifiche ad azioni verticali
	L(dx)	L(sx)		q ₁ (dx)	q ₁ (sx)	q ₁ (dx)	q ₁ (sx)	p	p
	m	m		KN/m ²	KN/m ²	KN/m ²	KN/m ²	KN/m	KN/m
solaio di copertura	3	0		1,46	0,00	3,94	0,00	2,19	5,91
								0,00	0,00
								0,00	0,00
								0,00	0,00
								0,00	0,00
								0,00	0,00
								0,00	0,00
								0,00	0,00

Totale carico distribuito (KN/m)	6,99	13,11
----------------------------------	------	-------

H = altezza del muro sovrastante (spessore t)

L(dx), L(sx) = luce del solaio a destra e a sinistra

p = carico

Ulteriori informazioni

tip.	Descrizione della muratura	W KN/m ³
4	Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	15
5	Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	16

tip.	Descrizione della muratura	presenza
5	Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	
	Presenza di una caratterizzazione diretta della resistenza compressione degli elementi?	n
	Indicare la resistenza a compressione f (N/mm ²) secondo par. 11.10 delle NTC 2018	3

tip.	Descrizione della muratura	presenza
2	Muratura in conci sbozzati: presenza di zeppe profonde in pietra per ammorsamento?	n
	In presenza di zeppe profonde in pietra, le resistenze tabellari aumentano di un coefficiente:	1,2

tip.	Descrizione della muratura	presenza
7	Muratura in mattoni pieni : presenza di giunti di malta >13mm?	n
	In presenza di giunti di malta di spessore >13mm	
	riduzione delle resistenze:	0,7
	riduzione dei moduli elastici:	0,8

tip.	Descrizione della muratura	presenza
1÷7	Nel caso di presenza di malta particolarmente scadente	Presenza di malta scadente?
	(resistenza media a compressione < 0,7 N/mm ²)	n
	si applicano i seguenti coefficienti riduttivi	
	riduzione delle resistenze:	0,7
	riduzione dei moduli elastici:	0,8

tip.	Descrizione della muratura	
5÷8	Nel caso di muratura regolare , indicare i seguenti parametri, utili al calcolo della resistenza a taglio	
	altezza del blocco (cm)	12
	lunghezza di sovrapposizione minima dei blocchi di due corsi successivi (cm)	20
	coefficiente di ingranamento murario ϕ	0,6
	coefficiente di attrito locale μ	0,577
	resistenza a compressione del blocco f_b (N/mm ²)	10
	resistenza a trazione del blocco f_{btd} (N/mm ²) = 0,1 · f_b	0,741
	resistenza a taglio limite dei blocchi $f_{v,lim}$ (N/mm ²) = 0,065 · f_b / 0,7	0,929

Presenza o meno di caratteristiche diverse da quelle standar di cui alla tab. C.8.5.I circ. 7/2019[illegible]

s = presenza della caratteristica

MB= malta buona

RL= ricorsi o listature

CT= connessione trasversale

RA= ristilatura armata con connessione dei paramenti

IML= iniezioni di miscele leganti

IA= intonaco armato

sp= spessore complessivo sulle due facce dell' intonaco armato

γ = peso specifico intonaco armato

Nel caso di muratura di mattoni pieni (tip. 7) si intende come “malta buona” una malta con resistenza media a compressione fin superiore a 2 N/mm^2 .

In tal caso il coefficiente correttivo può essere posto pari a $\text{fm}^{0.35}$ (fm in N/mm²).

Inserire il valore della resistenza media a compressione della malta fm

fm=	2	N/mm ²
-----	---	-------------------

Nel caso di pareti di notevole spessore ($> 70\text{cm}$) i coefficienti migliorativi per intonaco armato

e per ristilatura armata, devono essere opportunamente ridotti. Riduzione del:

30	%
----	---

Valori dei parametri meccanici standard della muratura (tabella C8.5.I - circ. 7/2019)

riduzione percentuale moduli elastici	50	%
---------------------------------------	----	---

valori delle resistenze	1	1 minimo
		2 medio
		3 massimo

[illegible]

f = resistenza media a compressione della muratura

τ_0 = resistenza media a taglio della muratura in assenza di tensioni normali (murature irregolari)

f_{v0} = resistenza media a taglio della muratura in assenza di tensioni normali (murature regolari)

E = valore medio del modulo di elasticità normale

G = valore medio del modulo di elasticità tangenziale

w= peso específico medio

σ_0 = tensione media di compressione a metà altezza pannello murario

Coefficienti correttivi dei parametri meccanici (tab. C8.5.II circ. 7/2019)

N°	Descrizione	cod.	attuale			consolidato		
			MB	RL	CT	RA	IML	IA
1	Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, c	5	1,6	1,0	1,2	1,2	1,2	1,5
2	Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, c	5	1,6	1,0	1,2	1,2	1,2	1,5
0		0						
0		0						
0		0						
0		0						
0		0						
0		0						
0		0						
0		0						

Coefficienti correttivi da usare nel calcolo

N°	Descrizione	cod.	attuale			consolidato					
			MB	RL	CT	RA	IML	IA	prd	max	coeff
1	Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, cal	5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,00	1,80	1
2	Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, cal	5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,00	1,80	1
0		0									
0		0									
0		0									
0		0									
0		0									
0		0									
0		0									
0		0									

prd = prodotto tra i due coefficienti più alti nello stato consolidato

max = coefficiente massimo ammissibile nello stato consolidato (tab. C8.5.II)

coeff = coefficiente da usare nei calcoli nello stato consolidato (il minimo tra "prd" e "max")

Parametri meccanici corretti secondo i coeff. di tab. C8.5.II circ. 7/2019

Fattore di confidenza FC =		1,35		Verifica compressione						
				coeff. riduz. Φ		0,86				
				coeff sic. γ_m		2				
N°	Tipol.	f_d N/cm ²	τ_{od} N/cm ²	f_{vod} N/cm ²	E N/mm ²	G N/mm ²	w KN/m ³	σ_o KN/m ²	σ base KN/m ²	$f_{d,rid}$ KN/m ²
1	5	148,1	2,96	7,40741	705,00	225,00	16,00	59,48	119,84	637
2	5	148,1	2,96	7,40741	705,00	225,00	16,00	69,08	135,87	637
0		0	0,00	0				0,00	0,00	
0		0	0,00	0				0,00	0,00	
0		0	0,00	0				0,00	0,00	
0		0	0,00	0				0,00	0,00	
0		0	0,00	0				0,00	0,00	
0		0	0,00	0				0,00	0,00	
0		0	0,00	0				0,00	0,00	
0		0	0,00	0				0,00	0,00	

f_d = resistenza media di progetto a compressione della muratura

τ_{od} = resistenza media di progetto a taglio della muratura in assenza di tensioni normali (murature irregolari)

f_{vod} = resistenza media di progetto a taglio della muratura in assenza di tensioni normali (murature regolari)

E = valore medio del modulo di elasticità normale

G = valore medio del modulo di elasticità tangenziale

w = peso specifico medio (comprensivo di eventuale intonaco armato)

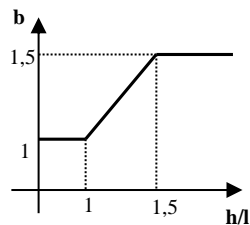
σ_o = tensione media di compressione a metà altezza pannello murario

σ base = tensione media di compressione alla base del pannello murario

$f_{d,rid}$ = resistenza media di progetto a compressione ridotta = $f_d \cdot \Phi / (FC \cdot \gamma_m)$

Individuazione del coefficiente "b"

N°	h/l	b
1	1,809	1,500
2	3,929	1,500
0	0	0,000
0	0	0,000
0	0	0,000
0	0	0,000
0	0	0,000
0	0	0,000
0	0	0,000
0	0	0,000



Calcolo rigidezza della parete

	G	t	l	h	A	E	K
	N/mm ²	m	m	m	m ²	N/mm ²	KN/m
1	225	0,37	1,52	2,75	0,5624	705	20499,6
2	225	0,37	0,7	2,75	0,259	705	3459,4
0							
0							
0							
0							
0							
0							
0							
0							
RIGIDEZZA DELLA PARETE (KN/m)							23959,0

Calcolo resistenza dei singoli maschi murari

Calcolo della resistenza a taglio per scorrimento, nel caso di murature regolari

	M	N	e	l'	σ_n	f_{vd}	$f_{v,lim}$	$V_t ts$
	KNm	KN	m	m	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	KN
1	22,73	33,45	0,679	0,24153	0,3743	0,185	0,929	16,53
2	6,402	17,89	0,358	-0,0235	-2,055	-0,535	0,929	
0								
0								
0								
0								
0								
0								
0								
0								

M = momento associato alla resistenza taglio-scorrimento

N = sforzo normale agente

e = eccentricità

l' = lunghezza della zona compressa

σ_n = tensione normale media agente sulla parte compressa della sezione

f_{vd} = resistenza di calcolo a taglio in presenza di compressione, valutata come $f_{vd} = f_{vo} + 0,4 \cdot \sigma_n \leq f_{v,lim}$

$f_{v,lim} = 0,065 \cdot f_b / 0,7$ resistenza limite di rottura a taglio dei blocchi

$V_t ts$ = resistenza a taglio per scorrimento

Nel caso di muratura regolare, è possibile scegliere se utilizzare la formula semplificata valida per le murature irregolari (più cautelativa) oppure quella completa valida per le murature regolari	
Inserire 1 per utilizzare la formula completa, relativa alle murature regolari	2

Inserire il codice per il calcolo dello spostamento al limite ultimo: 1: spostamento al limite ultimo pari a quello massimo previsto dalla normativa 2: spostamento al limite ultimo pari a quello elastico moltiplicato per il coeff. di duttilità μ	
	2

Inserire il valore massimo dello spostamento ultimo rispetto all'altezza del maschio murario			
	nel caso di rottura a taglio	5	‰
	nel caso di rottura a pressoflessione	10	‰

	V_t irr	V_t reg	V_t lim	V_t	V_t pf	V_t ts	V_u	δ_e	tipo di rottura	μ	δ_u	$\delta_{u,max}$
	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	mm			mm	mm
1	25,48	30,19	125,5	25,4816	17,62	16,53	16,53	0,81	taglio scorr.	2	1,61	13,75
2	12,26	14,61	58,14	12,2646	4,30		4,30	1,24	pressoflessione	1,5	1,87	27,50
0												
0												
0												
0												
0												
0												
0												
0												
0												

V_t irr = resistenza a taglio per trazione (fessurazione diagonale) in murature irregolari

V_t reg = resistenza a taglio per trazione (fessurazione diagonale) in murature regolari

V_t lim = resistenza a taglio limite per trazione (fessurazione diagonale) in murature regolari

V_t = resistenza a taglio per trazione (fessurazione diagonale)

V_t pf = resistenza a taglio per pressoflessione

V_t ts = resistenza a taglio per scorrimento

V_u = resistenza a taglio del maschio murario (minimo valore tra V_t ts, V_t e V_t pf)

δ_e = spostamento del maschio murario al limite elastico

μ = coefficiente di duttilità = δ_u/δ_e

δ_u = spostamento del maschio murario al limite ultimo

$\delta_{u,max}$ = spostamento max = 0,5% h per rottura a taglio 1,0% *h per rottura a pressoflessione

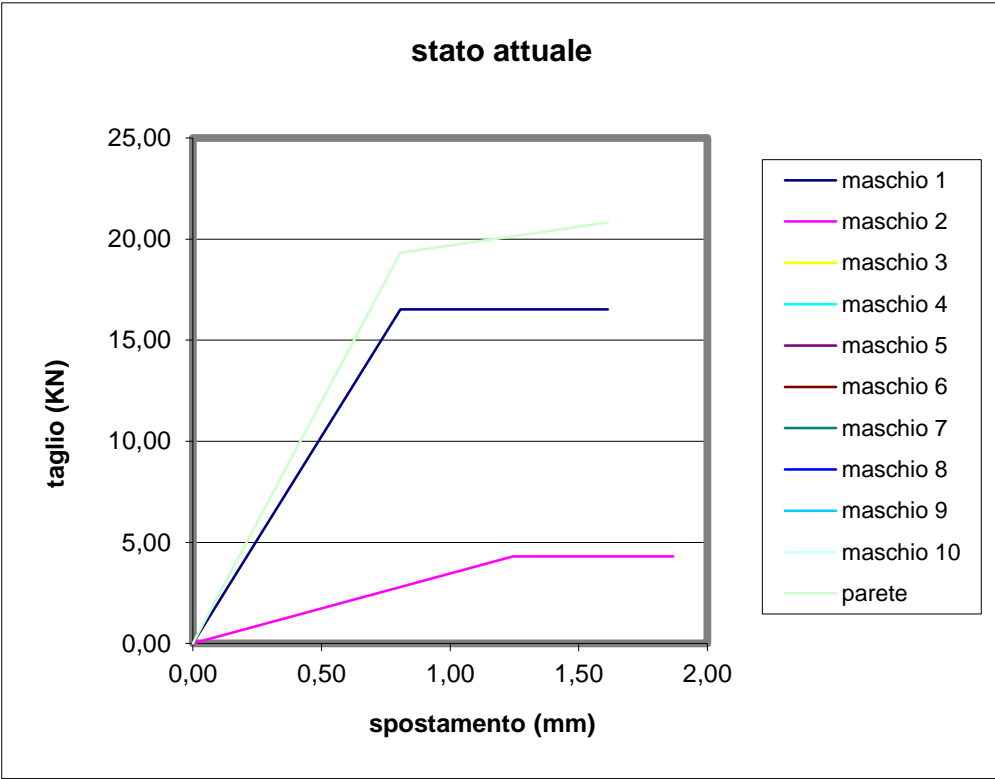
Calcolo resistenza della parete

Spostamento della parete al limite di rottura	mm	1,61
Contributo al taglio ultimo da parte del maschio 1	KN	16,53
Contributo al taglio ultimo da parte del maschio 2	KN	4,30
TAGLIO ULTIMO DELLA PARETE	KN	20,84

Lo spostamento finale della parete è calcolato tenendo conto del coefficiente di duttilità di ogni singolo maschio murario

Grafico del comportamento della parete nello stato attuale

	V _t (KN)	δ (mm)
1	0,00	0,00
	16,53	0,81
	16,53	1,61
2	0,00	0,00
	4,30	1,24
	4,30	1,87
0	0,00	0,00
0	0,00	0,00
0	0,00	0,00
0	0,00	0,00
0	0,00	0,00
0	0,00	0,00
Parete	0,00	0,00
	19,32	0,81
	20,84	1,61



Ulteriori informazioni

tip.	Descrizione della muratura	W KN/m ³
4	Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	15
5	Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	16

tip.	Descrizione della muratura	presenza
5	Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	
	Presenza di una caratterizzazione diretta della resistenza compressione degli elementi?	n
	Indicare la resistenza a compressione f (N/mm ²) secondo par. 11.10 delle NTC 2018	3

tip.	Descrizione della muratura	presenza
2	Muratura in conci sbozzati: presenza di zeppe profonde in pietra per ammorsamento?	n
	In presenza di zeppe profonde in pietra, le resistenze tabellari aumentano di un coefficiente:	1,2

tip.	Descrizione della muratura	presenza
7	Muratura in mattoni pieni : presenza di giunti di malta >13mm?	n
	In presenza di giunti di malta di spessore >13mm	
	riduzione delle resistenze:	0,7
	riduzione dei moduli elastici:	0,8

tip.	Descrizione della muratura	presenza
1÷7	Nel caso di presenza di malta particolarmente scadente	Presenza di malta scadente?
	(resistenza media a compressione < 0,7 N/mm ²)	riduzione delle resistenze:
	si applicano i seguenti coefficienti riduttivi	riduzione dei moduli elastici:
		n
		0,7
		0,8

tip.	Descrizione della muratura	
5÷8	Nel caso di muratura regolare , indicare i seguenti parametri, utili al calcolo della resistenza a taglio	
	altezza del blocco (cm)	12
	lunghezza di sovrapposizione minima dei blocchi di due corsi successivi (cm)	20
	coefficiente di ingranamento murario ϕ	0,6
	coefficiente di attrito locale μ	0,577
	resistenza a compressione del blocco f_b (N/mm ²)	10
	resistenza a trazione del blocco f_{btd} (N/mm ²) = $0,1 \cdot f_b$	0,7407
	resistenza a taglio limite dei blocchi $f_{v,lim}$ (N/mm ²) = $0,065 \cdot f_b / 0,7$	0,929

Presenza o meno di caratteristiche diverse da quelle standar di cui alla tab. C8.5.I circ. 7/2019[illegible]

s = presenza della caratteristica

MB= malta buona

RL= ricorsi o listature

CT= connessione trasversale

RA= ristilatura armata con connessione dei paramenti

IML= iniezioni di miscele leganti

IA= intonaco armato

sp= spessore complessivo sulle due facce dell' intonaco armato

γ = peso specifico intonaco armato

Nel caso di muratura di mattoni pieni (tip. 7) si intende come “malta buona” una malta con resistenza media a compressione fin superiore a 2 N/mm^2 .

In tal caso il coefficiente correttivo può essere posto pari a $\text{fm}^{0.35}$ (fm in N/mm²).

Inserire il valore della resistenza media a compressione della malta fm

fm=	2	N/mm ²
-----	---	-------------------

Nel caso di pareti di notevole spessore (> 70cm) i coefficienti migliorativi per intonaco armato e per ristilatura armata, devono essere opportunamente ridotti. Riduzione del:

30	
----	--

30	%
----	---

Valori dei parametri meccanici standard della muratura (tabella C8.5.I - circ. 7/2019)

riduzione percentuale moduli elastici	50	%
---------------------------------------	----	---

		1 minimo
valori delle resistenze	1	2 medio
		3 massimo

[illegible]

f = resistenza media a compressione della muratura

τ_0 = resistenza media a taglio della muratura in assenza di tensioni normali (murature irregolari)

f_{v0} = resistenza media a taglio della muratura in assenza di tensioni normali (murature regolari)

E = valore medio del modulo di elasticità normale

G = valore medio del modulo di elasticità tangenziale

w= peso específico medio

σ_0 = tensione media di compressione a metà altezza pannello murario

Coefficienti correttivi dei parametri meccanici (tab. C8.5.II circ. 7/2019)

N°	Descrizione	cod.	attuale			consolidato		
			MB	RL	CT	RA	IML	IA
1	Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite,	5	1,6	1,0	1,2	1,2	1,2	1,5
2	Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite,	5	1,6	1,0	1,2	1,2	1,2	1,5
0		0						
0		0						
0		0						
0		0						
0		0						
0		0						
0		0						
0		0						

Coefficienti correttivi da usare nel calcolo

N°	Descrizione	cod.	attuale			consolidato					coeff
			MB	RL	CT	RA	IML	IA	prd	max	
1	Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, cal	5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,00	1,80	1
2	Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, cal	5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,00	1,80	1
0		0									
0		0									
0		0									
0		0									
0		0									
0		0									
0		0									
0		0									

prd = prodotto tra i due coefficienti più alti nello stato consolidato

max = coefficiente massimo ammissibile nello stato consolidato (tab. C8.5.II)

coeff = coefficiente da usare nei calcoli nello stato consolidato (il minimo tra "prd" e "max")

Parametri meccanici corretti secondo i coeff. di tab. C8.5.II circ. 7/2019

Fattore di confidenza FC =	1,35
----------------------------	-------------

Verifica compressione	
coeff. riduz. Φ	0,86
coeff sic. γ_m =	2

N°	Tipol.	f_d	τ_{od}	f_{vod}	E	G	w	σ_o	σ_{base}	$f_{d,rid}$
		N/cm ²	N/cm ²	N/cm ²	N/mm ²	N/mm ²	KN/m ³	KN/m ²	KN/m ²	KN/m ²
1	5	148,1	2,96	7,40741	705,00	225,00	16,00	107,26	184,27	637,04
2	5	148,1	2,96	7,40741	705,00	225,00	16,00	106,55	183,15	637,04
0		0	0,00	0				0,00	0,00	
0		0	0,00	0				0,00	0,00	
0		0	0,00	0				0,00	0,00	
0		0	0,00	0				0,00	0,00	
0		0	0,00	0				0,00	0,00	
0		0	0,00	0				0,00	0,00	
0		0	0,00	0				0,00	0,00	
0		0	0,00	0				0,00	0,00	

f_d = resistenza media a compressione della muratura

τ_{od} = resistenza media a taglio della muratura in assenza di tensioni normali (murature irregolari)

f_{vod} = resistenza media a taglio della muratura in assenza di tensioni normali (murature regolari)

E = valore medio del modulo di elasticità normale

G = valore medio del modulo di elasticità tangenziale

w = peso specifico medio (comprensivo di eventuale intonaco armato)

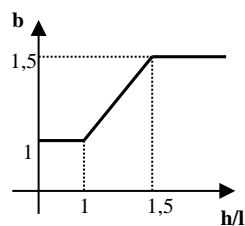
σ_o = tensione media di compressione

σ_{base} = tensione media di compressione alla base del pannello murario

$f_{d,rid}$ = resistenza media di progetto a compressione ridotta = $f_d \Phi / (FC \cdot \gamma_m)$

Individuazione del coefficiente “b”

N°	h/l	b
1	2,899	1,500
2	2,857	1,500
0	0	0,000
0	0	0,000
0	0	0,000
0	0	0,000
0	0	0,000
0	0	0,000
0	0	0,000
0	0	0,000
0	0	0,000



Calcolo rigidezza della parete

	G	t	l	h	A	E	K
	N/mm ²	m	m	m	m ²	N/mm ²	KN/m
1	225,00	0,37	0,69	2	0,2553	705,00	7399,8
2	225,00	0,37	0,7	2	0,259	705,00	7657,1
0							
0							
0							
0							
0							
0							
0							
0							
RIGIDEZZA DELLA PARETE (KN/m)							15056,9

Calcolo resistenza dei singoli maschi murari

Calcolo della resistenza a taglio per scorrimento, nel caso di murature regolari

	M	N	e	l'	σ_n	f_{vd}	$f_{v,lim}$	V_{ts}
	KNm	KN	m	m	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	KN
1	9,114	27,38	0,333	0,0365	2,0274	0,6748	0,929	9,114
2	9,286	27,6	0,337	0,04048	1,8422	0,6199	0,929	9,286
0								
0								
0								
0								
0								
0								
0								
0								

M = momento associato alla resistenza taglio-scorrimento

N = sforzo normale agente

e = eccentricità

l' = lunghezza della zona compressa

σ_n = tensione normale media agente sulla parte compressa della sezione

f_{vd} = resistenza di calcolo a taglio in presenza di compressione valutata come $f_{vd} = f_{vo} + 0,4 \cdot \sigma_n \leq f_{v,lim}$

$f_{v,lim} = 0,065 \cdot f_b / 0,7$ resistenza limite di rottura a taglio dei blocchi

V_{ts} = resistenza a taglio per scorrimento

Nel caso di muratura regolare, è possibile scegliere se utilizzare la formula semplificata valida per le murature irregolari (più cautelativa) oppure quella completa valida per le murature regolari	
Inserire 1 per utilizzare la formula completa, relativa alle murature regolari	2

Codice per il calcolo dello spostamento al limite ultimo: 1: spostamento al limite ultimo pari a quello massimo previsto dalla normativa 2: spostamento al limite ultimo pari a quello elastico moltiplicato per il coeff. di duttilità	2
---	---

Inserire il valore massimo dello spostamento ultimo rispetto all'altezza del maschio murario		
nel caso di rottura a taglio	5	‰
nel caso di rottura a pressoflessione	10	‰

	V_t irr	V_t reg	V_t lim	V_t	V_t pf	V_t ts	V_u	δ_e	tipo di rottura	μ	δ_u	$\delta_{u,max}$
	KN	KN	KN	KN	KN	KN	KN	mm			mm	mm
1	13,98	17,19	58,65	13,9756	8,64	9,11	8,64	1,17	pressoflessione	1,5	1,75	20,00
2	14,14	17,39	59,47	14,1447	8,84	9,29	8,84	1,15	pressoflessione	1,5	1,73	20,00
0												
0												
0												
0												
0												
0												
0												
0												

V_t irr = resistenza a taglio per trazione (fessurazione diagonale) in murature irregolari

V_t reg = resistenza a taglio per trazione (fessurazione diagonale) in murature regolari

V_t lim = resistenza a taglio limite per trazione (fessurazione diagonale) in murature regolari

V_t = resistenza a taglio per trazione (fessurazione diagonale)

V_t pf = resistenza a taglio per pressoflessione

V_t ts = resistenza a taglio per scorrimento

V_u = resistenza a taglio del maschio murario (minimo valore tra V_t ts, V_t e V_t pf)

δ_e = spostamento del maschio murario al limite elastico

μ = coefficiente di duttilità = δ_u/δ_e

δ_u = spostamento del maschio murario al limite ultimo

$\delta_{u,max}$ = spostamento max = 0,5% h per rottura a taglio 1,0% *h per rottura a pressoflessione

Calcolo resistenza della parete

Spostamento della parete al limite di rottura	mm	1,73
Contributo al taglio ultimo da parte del maschio 1	KN	8,64
Contributo al taglio ultimo da parte del maschio 2	KN	8,84
TAGLIO ULTIMO DELLA PARETE	KN	17,48

Lo spostamento finale della parete è calcolato tenendo conto del coefficiente di duttilità di ogni singolo maschio murario

VERIFICHE

a) La rigidezza finale della parete non deve cambiare significativamente rispetto a quella iniziale

Max decremento ammesso della rigidezza finale rispetto a quella iniziale (in percentuale) 15 %

Max incremento ammesso della rigidezza finale rispetto a quella iniziale (in percentuale) 15 %

K_{in} (KN/m)	23959,01357
K_{fin} (KN/m)	15056,9

variazione percentuale:	-37 %
-------------------------	--------------

La verifica **NON** è soddisfatta; occorre pertanto un intervento di rinforzo

b) La resistenza finale della parete non deve essere inferiore a quella iniziale

$V_{t,in}$ (KN)	20,84
$V_{t,fin}$ (KN)	17,48

La verifica non è soddisfatta pertanto occorre un intervento di rinforzo

c) Lo spostamento ultimo della parete nello stato finale non deve essere inferiore a quello nello stato iniziale

$\delta_{u, in}$ (mm)	1,61
$\delta_{u, fin}$ (mm)	1,73

La verifica risulta pertanto soddisfatta

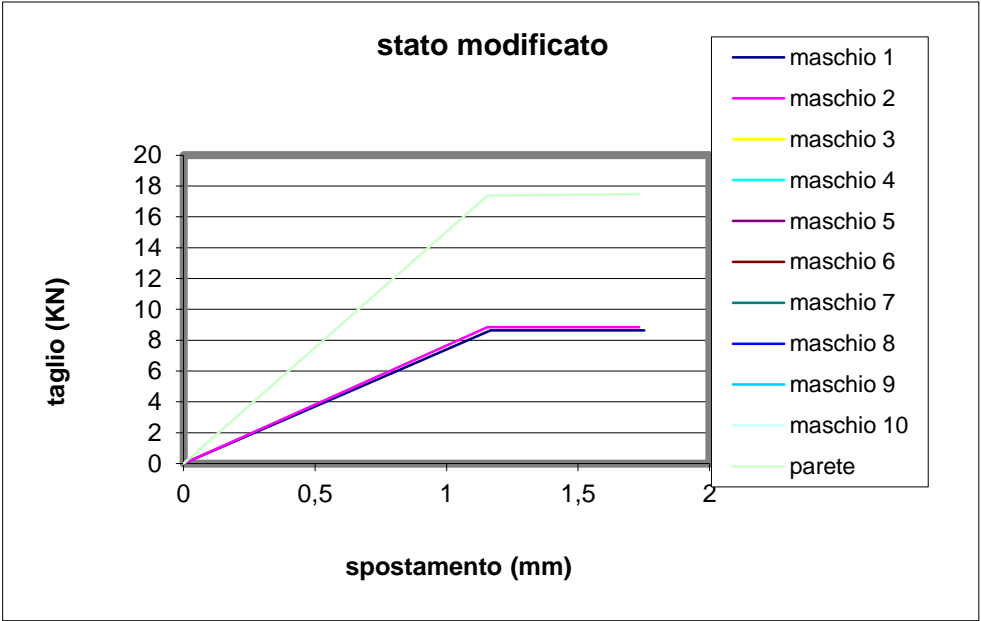
Riepilogo delle verifiche

VERIFICA DELLA RIGIDEZZA	N
VERIFICA DELLA RESISTENZA	N
VERIFICA DELLO SPOSTAMENTO	S

PARERE VERIFICATA	NO
-------------------	-----------

Grafico del comportamento della parete nello stato modificato

	V _t	δ
	(KN)	(mm)
1	0	0
	8,6	1,17
	8,6	1,75
2	0	0
	8,8	1,15
	8,8	1,73
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
parete	0	0
	17,4	1,15
	17,5	1,73



PIANO: Sottotetto

PARETE N° Pozzo Luce

Occorre progettare una o più cerchiature di rinforzo

DIMENSIONAMENTO DEI TELAI

1 Acciaio: s235

$f_{yk} =$	235,00	N/mm ²	tensione caratteristica di snervamento
$f_{tk} =$	360,00	N/mm ²	tensione caratteristica di rottura
$\gamma_{M0} =$	1,05		coefficiente parziale di sicurezza
$E =$	210000	N/mm ²	modulo elastico

2 Calcestruzzo armato

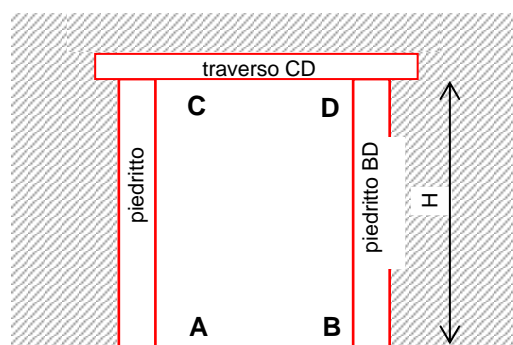
$R_{ck} =$	35,00	N/mm ²	resistenza caratteristica a compressione
$f_{cd} =$	16,462	N/mm ²	tensione di calcolo $f_{cd} = 0,85 \cdot 0,83 \cdot R_{ck} / \gamma_{M0}$
$\gamma_{M0} =$	1,5		coefficiente parziale di sicurezza
$E =$	32588	N/mm ²	modulo elastico $E = E_{cm} = 22.000 \cdot (f_{cm} / 10)^{0,3}$

TELAI IN ACCIAIO

Numero di telai da inserire nella parete 1

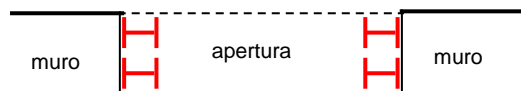
Il telaio è formato da due piedritti, quello di destra (AC) , quello di sinistra (BD) e dal traverso (CD). Ciascun piedritto può essere formato con uno o più profili metallici. Nella figura a lato ciascun piedritto è formato da 2 profili metallici.

prospetto



H_{telaio} (cm)	100	(Altezza media dei telai)
K_{ric} (KN/m)	5308,3	(Rigidezza richiesta ai telai)
$J_{x,piedr}$ (cm ⁴)	105	(Momento d'inerzia minimo di un piedritto)

pianta



n	nome	tipo piedritto			H (cm)	W_x (cm ³)	J_x (cm ⁴)	K_T (KN/m)	M_{el} (KNcm)	d (mm)	F_T (KN)	F_u (KN)
		n	serie	tipo								
1	TA1	2	IPE	80	100	40,06	160,28	8078,1	896,58	4,44	13,99	35,86
0						0	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00
0						0	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00
0						0	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00
0						0	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00
0						0	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTALI								8078,1			13,99	35,86

VERIFICHE

a) La rigidezza finale (maschi murari + telai) non deve cambiare significativamente rispetto a quella iniziale

Max decremento ammesso della rigidezza finale rispetto a quella iniziale (in percentuale)

15	%
----	---

Max incremento ammesso della rigidezza finale rispetto a quella iniziale (in percentuale)

15	%
----	---

K_{in} (KN/m)	23959,01
K_{fin} (KN/m)	23134,99

variazione percentuale:	-3,44 %
-------------------------	----------------

La verifica risulta pertanto soddisfatta

b) La resistenza finale (maschi murari + telai) non deve essere inferiore a quella iniziale

$V_{t,in}$ (KN)	20,84
$V_{t,fin}$ (KN)	31,48

La verifica risulta pertanto soddisfatta

c) Lo spostamento ultimo della parete nello stato finale non deve essere inferiore a quello nello stato iniziale

$\delta_{u,in}$ (mm)	1,613
$\delta_{u,fin}$ (mm)	1,732

La verifica risulta pertanto soddisfatta

Riepilogo delle verifiche

VERIFICA DELLA RIGIDEZZA	S
VERIFICA DELLA RESISTENZA	S
VERIFICA DELLO SPOSTAMENTO	S

Lavoro di deformazione (KNmm)	
<i>Stato iniziale</i>	23,982499
<i>Stato finale</i>	32,21885

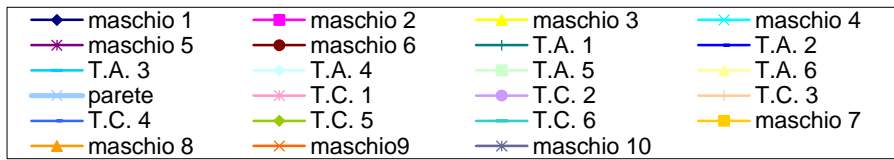
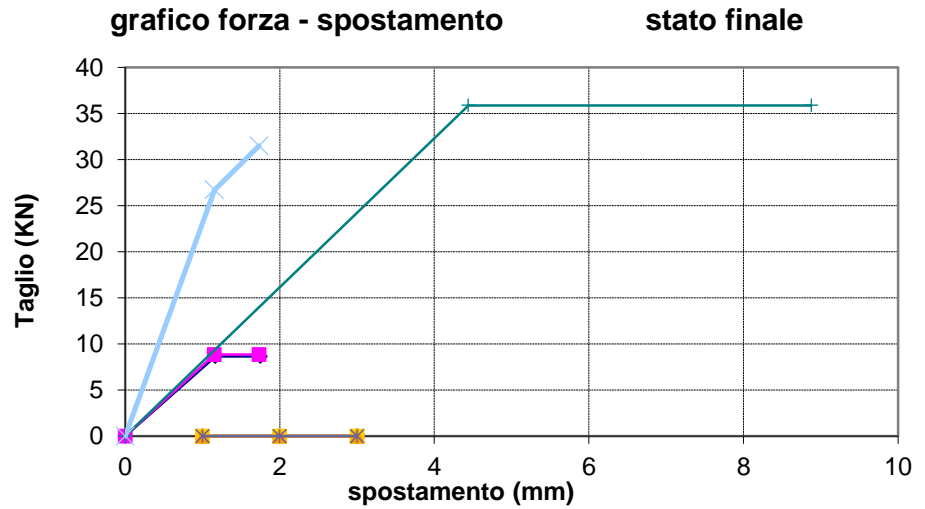
PARERE VERIFICATA	SI
-------------------	-----------

GRAFICI TAGLIO - SPOSTAMENTO

Stato Finale con contributo cerchiature

	V _t (KN)	δ (mm)
maschio 1	0	0
	8,6	1,17
	8,6	1,75
maschio 2	0	0
	8,8	1,15
	8,8	1,73
maschio 3		
maschio 4		
maschio 5		
maschio 6		
maschio 7		
maschio 8		
maschio 9		
maschio 10		

parete	0	0
	26,71	1,15
	31,48	1,73



	V _t (KN)	δ (mm)
telaio 1 Acciaio	0,00	0,00
	35,86	4,44
	35,86	8,88
telaio 2 Acciaio		
telaio 3 Acciaio		
telaio 4 Acciaio		
telaio 5 Acciaio		
telaio 6 Acciaio		

	V _t (KN)	δ (mm)
telaio 1 C.A.		
telaio 2 C.A.		
telaio 3 C.A.		
telaio 4 C.A.		
telaio 5 C.A.		
telaio 6 C.A.		

GRAFICI TAGLIO - SPOSTAMENTO

Confronto tra stato iniziale e stato finale

	V_t (KN)	δ (mm)
Parete Iniziale	0,00	0,00
	19,32	0,81
	20,84	1,61
Parete Finale	0,00	0,00
	26,71	1,15
	31,48	1,73

lavoro di deformazione		
$L_{def,in}$	23,982	KNmm
$L_{def,fin}$	32,219	KNmm

