



DIREZIONE CENTRALE PATRIMONIO

Servizio P.R.M. (Progettazione Realizzazione Manutenzione) Patrimonio Comunale

TITOLO PROGETTO

"Riqualificazione della casa di riposo Signoriello" inerente il Programma Operativo Nazionale "Città Metropolitane 2014 - 2020" (PON METRO) - Azione 4.1.1 "Realizzazione e Recupero alloggi" - Asse 4 "Infrastrutture per l'inclusione sociale".

PROGETTO ESECUTIVO

TITOLO ELABORATO:

Relazione di Calcolo delle Cerchiature

CODICE ELABORATO:

IS - RCC

SCALA:

/

DATA:

Settembre 2018

PROGETTO ARCHITETTONICO E IMPIANTISTICO

Ing. Giuseppe Di Nuzzo

Arch. Fabio Ferriero

Ing. Giovanni Toscano

Arch. Roberto Viscogliosi

PROGETTO STRUTTURALE

S.IN.T.E.C. s.r.l.

IL R.U.P.:

Arch. Guglielmo Pescatore

IL DIRIGENTE:

Ing. Francesco Cuccari



FSC

Fondo per lo Sviluppo
e la Coesione





FSC

Fondo per lo Sviluppo
e la Coesione



1. DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

Oggetto del presente studio è la realizzazione di n°3 piattabande presso l'istituto "Casa di riposo Signoriello" nel Comune di Napoli (NA). Due di queste si rendono necessarie all'apertura di due vani in due pareti interne di dimensioni nette 1.1mx2.2m (tipo A), la terza è necessaria all'ampliamento di un vano preesistente fino alle dimensioni nette 2mx2.4m (tipo B). I pannelli murari sono spessi 50 cm.

Le piattabande saranno realizzate con cerchiature del vano in modo da garantire la stessa rigidità alla struttura in muratura e pertanto il medesimo comportamento sismico dell'intera struttura portante prima e dopo l'apertura del vano finestra. Per la realizzazione si utilizzeranno due telai formati da profilati metallici IPE160 per le cerchiature di tipo A e IPE180 per la cerchiatura di tipo B collegati nei nodi mediante saldature a completo ripristino di resistenza.

L'intervento sarà essere eseguito con le seguenti modalità:

- Approvvigionamento profilati metallici, tiranti filettati, bullonature e piattine di irrigidimento.
- Tinteggiatura con vernice antiruggine dell'intera superficie dei profilati metallici; la tinteggiatura deve essere eseguita a piè d'opera con profilato non ancora montato e libero su tutti i lati, la pittura antiruggine deve essere passata con almeno due mani distanziate nel tempo di almeno quattro ore (è vietato il passaggio di vernice fresco su fresco).
- Realizzazione di tracce nella parete di muratura per una profondità tale da poter inserire i profilati metallici sui quattro lati di una sola facciata di parete muraria.
- Posizionamento dei profilati metallici all'interno delle tracce eseguite sulla parte di muratura, saldatura dei nodi e saldature delle piattine di irrigidimento dei nodi, pulizia delle saldature, ripresa della verniciatura antiruggine nelle parti deteriorate dalla saldature e successivo posizionamento dei mattoni rossi di contrasto sui quattro lati.
- Realizzazione di tracce nella parete di muratura per una profondità tale da poter inserire i profilati metallici sui quattro lati dell'altra facciata della parete muraria.
- Posizionamento dei profilati metallici all'interno delle tracce eseguite sulla parte di muratura, saldatura dei nodi e saldatura delle piattine di irrigidimento, pulizia delle saldature, ripresa della verniciatura antiruggine nelle parti deteriorate dalla saldature e successivo posizionamento dei mattoni rossi di contrasto sui quattro lati.
- Posizione dei tiranti in acciaio tra i due quadranti di profilati posizionati ai lati della muratura.
- Getto di malta cementizia liquida tipo mapegrout per il riempimento delle cavità interne ai profilati.
- Apertura del vano con rimozione della parete muraria interna alla riquadratura metallica.



FSC

Fondo per lo Sviluppo
e la Coesione



- Tinteggiatura con terza mano di antiruggine sulla parte di profilati metallici a vista, intonacatura dello squarcio murario, apposizione della soglia e delle ornie, preparazione del supporto e pitturazione della parte muraria

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il calcolo viene condotto nel rispetto della normativa vigente ed in particolare sono state considerate le seguenti norme:

- Legge 5 novembre 1971 n. 1086 (G. U. 21 dicembre 1971 n. 321)
- "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica"
- Legge 2 febbraio 1974 n. 64 (G. U. 21 marzo 1974 n. 76)
- "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"
- Indicazioni progettive per le nuove costruzioni in zone sismiche a cura del Ministero per la Ricerca scientifica - Roma 1981.
- D.M. LL.PP. 2 luglio 1981 (G.U. 21-7-1981, n.198 suppl.):*Normativa per le riparazioni ed il rafforzamento degli edifici danneggiati dal sisma nelle regioni Basilicata, Campania e Puglia.*
- Circolare Min. 30 luglio 1981, n. 21745: *Legge 14 Maggio 1981, n.219, Art.10. Istruzioni relative alla normativa tecnica per la riparazione ed il rafforzamento degli edifici danneggiati dal sisma.*
- D.M. LL.PP. 20 novembre 1987 (G.U. 5-12-1987, n.285 suppl.):*Norme tecniche per la progettazione,esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento.*
- Circolare Min. 4 gennaio 1989, n. 30787:*Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione,esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento.*
- D.M. LL.PP. 16 gennaio 1996 (G.U. 5-2-1996, n.29 suppl. Ord. n.19):*Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi.*
- Circolare 4 luglio 1996, n. 156AA.GG./STC:*Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni dei carichi e sovraccarichi di cui al decreto ministeriale del 16 gennaio 1996.*
- D. M. Infrastrutture Trasporti 14 gennaio 2008 (G.U. 4 febbraio 2008 n. 29 - Suppl. Ord.)
- "Norme tecniche per le Costruzioni"
- D. M. Infrastrutture Trasporti 17 gennaio 2018 (G.U. 20 febbraio 2018 n. 42 - Suppl. Ord.)
- "Norme tecniche per le Costruzioni"



FSC

Fondo per lo Sviluppo
e la Coesione



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:

- Circolare 2 febbraio 2009 n. 617 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (G.U. 26 febbraio 2009 n. 27 – Suppl. Ord.)
- “Istruzioni per l'applicazione delle 'Norme Tecniche delle Costruzioni' di cui al D.M. 14 gennaio 2008”.
- C.N.R. – UNI 10011
- “Istruzioni per il calcolo l'esecuzione e il montaggio”
- UNI ENV 1993-1-1
- “Eurocodice 3: Progettazione delle strutture di acciaio Parte 1-1 regole generali e regole per gli edifici”
- UNI 11104:2004
- UNI EN 206-1:2006
- UNI EN 197

3. LIVELLO DI CONOSCENZA E FATTORE DI CONFIDENZA

Dall'analisi dello stato dei luoghi e della documentazione cartacea a disposizione della committenza, nonché dai successivi sopralluoghi in loco è stata riscontrata la possibilità di raggiungere il livello di conoscenza LC2 per la struttura in muratura.

Pertanto dopo la prima ispezione visiva è stato redatto il piano delle indagini finalizzato al conseguimento del **livello di conoscenza LC2 e pertanto del fattore di confidenza F.C. = 1,20**.

La scelta di raggiungere tale fattore di confidenza è stata dettata dalla rilevanza delle lavorazioni da eseguire sulla struttura, dalla mancanza di variazione dei carichi agenti e dello stato tensionale globale e dalla volontà del progettista di realizzare una piattabanda cerchiata di sufficiente rigidezza.

Pertanto così come indicato nelle N.T.C. riportate nel D.M. del 17 gennaio 2018 e dall'Ordinanza 3274 come modificato dall'O.P.C.M. 3431 del 3/5/05 si è proceduto a: rilievo ex-novo completo della geometria della parte di edificio interessata dalle lavorazioni, esaustive verifiche in situ per la definizione dei dettagli strutturali, l'utilizzo di valori usuali per la pratica costruttiva e estese prove in situ per la definizione delle proprietà dei materiali.

La verifica sarà eseguita esclusivamente in condizioni statiche poiché le ridotte dimensioni del vano da aprire, la cerchiatura e l'elevato spessore delle pareti murarie perimetrali determinano una ridotta variazione



FSC

Fondo per lo Sviluppo
e la Coesione



della rigidità esistente della parete e pertanto non si presenta un'alterazione significativa del comportamento sismico del fabbricato.

Per quanto attiene alla geometria, è stato possibile ottenere le dimensioni delle aree limitrofe all'intervento e gli spessori dei pannelli murari da un rilievo fornito dalla committenza. Le pareti in corrispondenza delle aree di intervento non presentano allo stato attuale un quadro fessurativo preoccupante o lesioni significative della muratura.

I carichi agenti sulla parte di muratura interessata sono facilmente rilevabili considerando le dimensioni dei solai che ci scaricano ed il peso della muratura sovrastante; in particolare considerando la presenza di ostacoli alla visione diretta dell'orditura dei solai si ritiene opportuno ipotizzare la condizione più gravosa che prevede tutti i solai con scarico sulla parete interessata. L'area di interesse è sovrastata dal solo solaio di copertura, con l'aggiunta di un sottotetto per quanto riguarda la cerchiatura di tipo B.

La fondazione esistente è ipotizzata di tipo diretta ma non si ritiene necessario procedere ad indagini mirate poiché l'intervento ipotizzato non prevede alterazioni dello stato tensionale e deformativo in fondazione.

Per quanto attiene ai dettagli costruttivi si rileva la presenza di connessioni trasversali delle murature, la malta sembra di buona fattura anche se soggetta alla vetustà dovuta agli anni di vita del fabbricato dalla costruzione ad oggi, i giunti risultano di dimensioni variabili.

Per quanto attiene le proprietà dei materiali è stato possibile eseguire una campagna di prove in sito estese procedendo all'esecuzione di prove visive della muratura e ad una prova con martinetti piatti.

Di seguito si riporta in maniera riassuntiva e tabellare i passaggi eseguiti per la definizione del livello di conoscenza e del fattore di confidenza.

Tabella C8A.1.1 – Livelli di conoscenza in funzione dell'informazione disponibile e conseguenti valori dei fattori di confidenza per edifici in muratura

Livello di Conoscenza	Geometria	Dettagli costruttivi	Proprietà dei materiali	Metodi di analisi	FC
LC1	Rilievo muratura, volte, solai, scale. Individuazione carichi gravanti su ogni elemento di parete. Individuazione tipologia fondazioni. Rilievo eventuale quadro fessurativo e deformativo.	verifiche in situ limitate	Indagini in situ limitate Resistenza: valore minimo di Tabella C8A.2.1 Modulo elastico: valore medio intervallo di Tabella C8A.2.1	Tutti	1.35
LC2		verifiche in situ estese ed esaustive	Indagini in situ estese Resistenza: valore medio intervallo di Tabella C8A.2.1 Modulo elastico: media delle prove o valore medio intervallo di Tabella C8A.2.1		1.20
LC3			Indagini in situ esaustive -caso a) (disponibili 3 o più valori sperimentali di resistenza) Resistenza: media dei risultati delle prove Modulo elastico: media delle prove o valore medio intervallo di Tabella C8A.2.1 -caso b) (disponibili 2 valori sperimentali di resistenza) Resistenza: se valore medio sperimentale compreso in intervallo di Tabella C8A.2.1, valore medio dell'intervallo di Tabella C8A.2.1; se valore medio sperimentale maggiore di estremo superiore intervallo, quest'ultimo; se valore medio sperimentale inferiore al minimo dell'intervallo, valore medio sperimentale. Modulo elastico: come LC3 – caso a). -caso c) (disponibile 1 valore sperimentale di resistenza) Resistenza: se valore sperimentale compreso in intervallo di Tabella C8A.2.1, oppure superiore, valore medio dell'intervallo; se valore sperimentale inferiore al minimo dell'intervallo, valore medio sperimentale. Modulo elastico: come LC3 – caso a).		1.00

Sulla base delle seguenti informazioni acquisite (§ C8.A.1.B - Circolare 02-02-2009 n. 617):

- documenti di progetto
- rilievo strutturale geometrico e dei dettagli esecutivi;
- prove in-situ e in laboratorio;

con riferimento alla Tabella C8A.1.2 e C8A.1.3a (Circolare 02-02-2009 n. 617) sono stati acquisiti il

LIVELLO DI CONOSCENZA (LC - § C8.A.1.B.3 - Circolare 02-02-2009 n. 617) ed il **FATTORE DI CONFIDENZA** (FC - § C8.A.1.B.4 - Circolare 02-02-2009 n. 617) seguenti

Livello di conoscenza e fattore di confidenza

Livello di conoscenza	Fattore di confidenza
LC2	1.20

LEGENDA: Livello di conoscenza e fattore di confidenza

Livello di conoscenza [LC1] = Conoscenza Limitata - [LC2] = Conoscenza Adeguata - [LC3] = Conoscenza Accurata.

Fattore di confidenza Fattore di confidenza applicato alle proprietà dei materiali.

4. INDAGINI SUI MATERIALI ESISTENTI

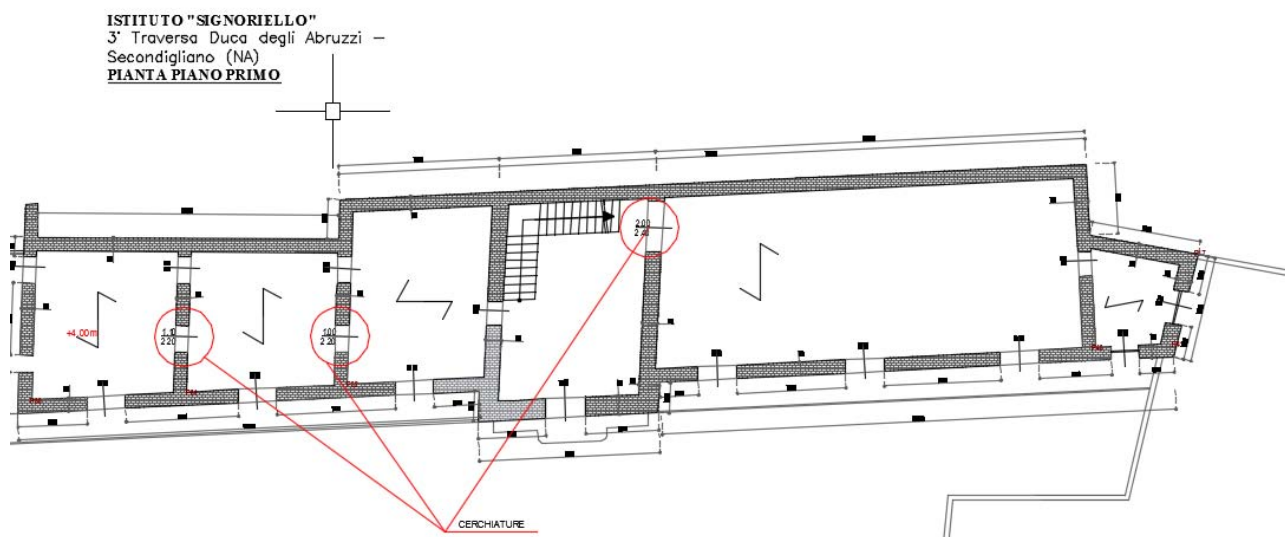
Le caratteristiche meccaniche dei materiali sono state desunte dai valori presenti nella tabella C8A.2.1, in particolar modo in accordo con le indicazioni fornite dalla Tabella C8A.1.1 è stato assunto il valore medio dell'intervallo fornito dalla tabella sia per quanto riguarda la resistenza che il modulo elastico del materiale.

I valori caratteristici sono stati divisi per il fattore di confidenza relativo al livello di conoscenza LC2

Per quanto definito precedentemente la resistenza a compressione della parete viene stabilita pari al minore dei valori desunti dalla tabella C8A.2.1 della circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 che di seguito riportata che è pari a 1,90 MPa a compressione ed 0,035MPa a taglio.

5. RILIEVO GEOMETRICO COMPLETO EX NOVO

La geometria del fabbricato è stata ottenuta a partire dai rilievi forniti dalla committenza. La struttura portante principale, è costituita da una parete di tufo di spessore variabile, al di sopra delle quali grava la copertura piana. E' stato eseguito il rilievo dell'intero edificio in modo da rendere chiara e visibile la posizione e le dimensioni del vano che si intende aprire. Il rilievo della geometria è riportato nell'immagine seguente.



5. PARTICOLARI COSTRUTTIVI

Essendo una parete in muratura di tufo a blocchi squadrati i particolari costruttivi si limitano a semplici considerazioni in merito alle dimensioni dei giunti ed alla presenza di ammorsamenti. Come detto in precedenza i giunti si presentano di dimensioni variabili e si rileva la presenza di connessioni trasversali, la malta si presenta di buona fattura ma provata dagli anni di vita del fabbricato comunque si fa presente che a vantaggio di sicurezza i benefici dovuti a questi fattori non sono stati considerati nei calcoli.

6. MATERIALI ESISTENTI


Le caratteristiche meccaniche dei materiali sono state desunte dalla tabella C8A.2.1, assumendo valori relativi alla resistenza ed alla rigidezza della muratura pari a quelli medi dell'intervallo di valori indicato dalla tabella per la tipologia di muratura in questione

I valori caratteristici sono stati divisi per il fattore di confidenza relativo al livello di conoscenza LC2.

Per quanto definito precedentemente la resistenza a compressione della parete viene stabilita pari al minore dei valori desunti dalla tabella C8A.2.1 della circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 che di seguito riportata che è pari a 1,90 MPa a compressione ed 0,035MPa a taglio.

Tipologia di muratura	f_m (N/cm ²)	τ_0 (N/cm ²)	E (N/mm ²)	G (N/mm ²)	w (kN/m ³)
	Min-max	min-max	min-max	min-max	
Muratura a conci di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	140	2,8	900	300	16
	240	4,2	1260	420	

La scelta di tali valori è dovuta anche al riscontro con la prova a martinetti piatti eseguita in situ, di cui si riportano di seguito stralci della relazione e dei risultati

	TECNOLAB srl Laboratorio Prove sui Materiali da Costruzione Aut. Min. n° 9442/2012 R. 308/2015 Certificato UNI EN ISO 9001:2008 EA35 O.N. Re 350/11M/127 D. MISE 12/03/2015	Sede Laboratorio: Via S. Maria del Piano, 80 80143 NAPOLI Tel. 081.2507107 - Fax 081.19560514 www.tecnolabnapoli.it E-mail: tecnolab@virgilio.it	Sede Legale: Via Santella - P.zza La Perla 81056 S. Maria C. V. (CE) C.C.I.A.A. n° 201023 Part. IVA: 02856650015
---	---	---	--

DIVISIONE PROVE IN SITO

Lungo :	Corso Secondigliano, II Trav. Duca degli Abruzzi Napoli (NA)	
Prova eseguita il 18/07/2018	Certificato n. Mon 3023	del 24/07/2018

Richiedente:	ing. Rodolfo Fisciano (per la Società di Ingegneria S.I.N.T.E.C. srl)
Indirizzo:	Via Otiani 2 - Pozzuoli (NA)
Oggetto:	Intervento di Riqualificazione della Casa di Riposo SIGNORIELLO
Proprietario/Committente:	Comune di Napoli
Prova richiesta:	Prove di carico ai martinetti piatti per la determinazione di: - Prova 1 - CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE - Prova 2 - RESISTENZA a COMPRESSIONE

PRESENTI ALLA PROVA

Qualifica	NOME
Respons. per il Laboratorio	Andrea Lisetto, Daniele Tondi
Verificatore Strutturale	ing. Rodolfo Fisciano

Caratteristiche Attrezzatura

- Mototroncatrice a scoppio a trasmissione eccentrica con lama diamantata Ø 350 mm
- Deformometro meccanico analogico con base di riferimento da 200 mm in acciaio INVAR e comparatore analogico biliminimale corsa 5 mm.
- Pompa idraulica manuale per martinetti piatti a due Manometri Ø 160 mm con classe precisione 0,6% e campi misura 0..16 ± 0.60

Caratteristiche di martinetti e taglio

Am = Superficie martinetti = 781,5 cm ²	As = Superficie sega = 801,6 cm ²
Sm = Spessore Martinetti = 3,5 mm	Ac = Sup. di contatto = 725,2 cm ²
Dm = Larghezza Martinetti = 34,7 cm	Pm = profondità taglio = 25,7 cm
K1 = coefficiente di riduzione per relazione Forma martinetto piatto / Taglio = 0,95	

Caratteristiche costruttive del paramento murario

- Muratura in pietra di tufo giallo a conci irregolari
--

Simbologia

PROVA 1
σ_s = Stato di sollecitazione max registrato
σ_{se} = Stato di sollecitazione effettivo = $\sigma_s \times K1$
PROVA 2
σ_m = Stato di sollecitaz. max registrato
σ_{me} = Stato di sollecitaz. max registrato effettivo = $\sigma_m \times K1$
σ_r = Tensione ricavata di rottura
σ_{re} = Tensione ricavata di rottura effettiva = $\sigma_r \times K1$

Lo Spettatore arch. Fausto Convinio

Il Direttore di Laboratorio
Ing. Andrea Basile

pag. 1 di 4

PROVA N.1		Postazione MP1				
Prova per la determinazione delle caratteristiche di sollecitazione della muratura						
Pressione bar	BASI DI MISURA			media	Δl mm	NOTE
	Mis. 1	Mis. 2	Mis. 3			
0	831			831	0,000	Prima del taglio
0	803			803	0,456	Dopo il taglio
0,1	805			805	0,452	*
0,2	808			808	0,458	*
0,3	810			810	0,462	*
0,4	813			813	0,456	*
0,5	818			818	0,426	*
0,6	830			830	0,462	*
0,7	833			833	0,396	*
0,8	840			840	0,382	*
0,9	842			842	0,378	*
1	845			845	0,372	*
1,2	858			858	0,346	*
1,4	866			866	0,330	*
1,6	872			872	0,318	*
1,8	877			877	0,308	*
2	885			885	0,292	*
2,2	897			897	0,268	*
2,4	715			715	0,232	*
2,6	723			723	0,216	*
2,8	731			731	0,208	*
3	742			742	0,178	*
3,2	765			765	0,132	*
3,4	783			783	0,096	*
3,6	799			799	0,064	*
3,8	816			816	0,050	*
4	823			823	0,016	*
4,2	831			831	0,000	*

$$\Delta l [\text{mm}] = \text{spost. attuale} - \left(\frac{\text{base di misura} - \text{base di misura precedente}}{100} \right)$$

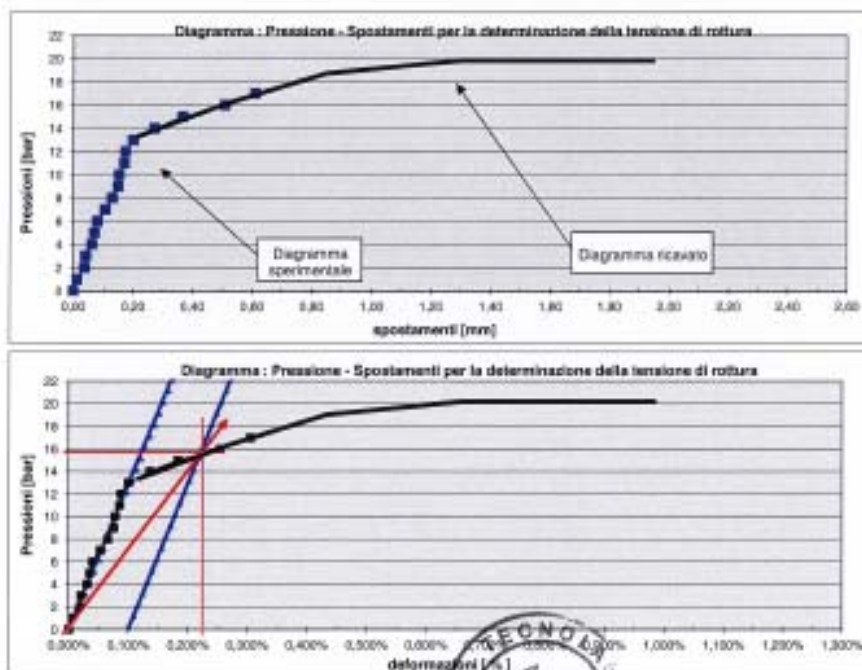


Lo Spediente
arch. Fausto Corvino

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Antonio Basile

pag. 2 di 4

PROVA N.2		Postazione MP1				
Prova per la determinazione della resistenza a compressione della muratura						
Pressione bar	BASI DI MISURA			media	Δl	ϵl
	Mis. 1	Mis. 2	Mis. 3		mm	%
0	836			836	0,000	0,000%
1	830			830	0,012	0,006%
2	817			817	0,053	0,019%
3	816			816	0,062	0,021%
4	805			805	0,062	0,031%
5	801			801	0,070	0,035%
6	796			796	0,080	0,040%
7	783			783	0,106	0,053%
8	771			771	0,130	0,065%
9	761			761	0,150	0,075%
10	759			759	0,154	0,077%
11	751			751	0,170	0,085%
12	749			749	0,174	0,087%
13	736			736	0,200	0,100%
14	700			700	0,272	0,136%
15	653			653	0,366	0,183%
16	582			582	0,508	0,254%
17	531			531	0,610	0,305%



Lo Sperimentatore
arch. Fausto Corvino

Il Direttore di Laboratorio
Ing. Andrea Basile

pag. 3 di 4

QUADRO RIASSUNTIVO

PROVA N.1	Postazione MP1
Prova per la determinazione delle caratteristiche di sollecitazione della muratura	
σ_s = Stato di sollecitazione max registrato	4,2 bar
σ_{se} = Stato di sollecitazione effettivo	4,0 bar

PROVA N.2	Postazione MP1
Prova per la determinazione della resistenza a compressione della muratura	
σ_{ss} = Stato di sollecitazione max registrato	17 bar
σ_{mse} = Stato di sollecitazione max registrato effettivo	16,2 bar
σ_r = Tensione ricavata di rottura	20 bar
σ_{re} = Tensione ricavata di rottura effettiva	19,0 bar

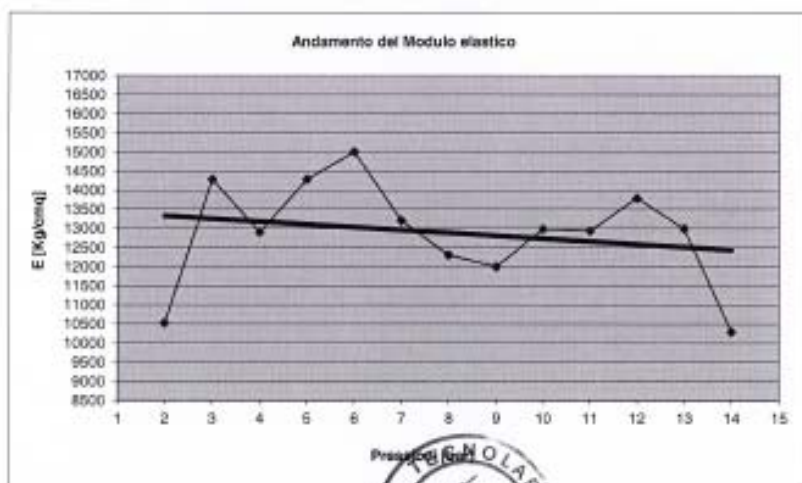
Coeff. di sicurezza	
$\frac{\sigma_{ss}}{\sigma_{se}}$	4,76

Cedimenti [mm]	Def. unitaria %	Pressione [Bar]	E [Kg/cmq]
0,00	0%	0	
0,01	0,008%	1	16667 no
0,04	0,019%	2	10526 *
0,04	0,021%	3	14286 *
0,06	0,031%	4	12903 *
0,07	0,035%	5	14286 *
0,08	0,040%	6	15000 *
0,11	0,053%	7	13208 *
0,13	0,065%	8	12308 *
0,15	0,075%	9	12000 *
0,15	0,077%	10	12987 *
0,17	0,085%	11	12941 *
0,17	0,087%	12	13793 *
0,20	0,100%	13	13000 *
0,27	0,136%	14	10294 *
0,37	0,183%	15	8197 no
0,51	0,254%	16	6299 no
0,61	0,306%	17	5574 no

*
N.B.
Si effettua la media solo sui
valori efficaci

Modulo Elastico Medio
E = 12887 Kg/cmq

Modulo Elastico secante
Es = 6670 Kg/cmq



Lo Spedimentatore
arch. Fausto Corvino

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Andrea Basile

pag. 4 di 4

Si tiene conto che nel caso delle murature, i valori indicati nella Tabella C8A.2.1 sono da riferirsi a condizioni di muratura con malta di scadenti caratteristiche, giunti non particolarmente sottili ed in assenza di ricorsi o listature che, con passo costante, regolarizzino la tessitura ed in particolare l'orizzontalità dei corsi. Inoltre si assume che, per le murature, queste siano a paramenti scollegati, ovvero manchino sistematici elementi di connessione trasversale (o di ammorsamento per ingranamento tra i paramenti murari). Si fa presente che la natura delle pareti e le caratteristiche degli elementi che le compongono non ricadono nella condizione stabilita in detta tabella e la normativa richiede di considerare i seguenti coefficienti correttivi riportati nella tabella C8A.2.2 della stessa circolare che non vengono adottati a vantaggio di sicurezza in quanto migliorativi delle resistenze caratteristiche.

Tipologia di muratura	Malta buona	Giunti sottili (<10 mm)	Ricorsi o listature	Connessione trasversale	Nucleo scadente e/o ampio	Iniezione di miscele leganti	Intonaco armato *
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,5	-	1,3	1,5	0,9	2	2,5
Muratura a conci sbozzati, con paramento di limitato spessore e	1,4	1,2	1,2	1,5	0,8	1,7	2
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	1,3	-	1,1	1,3	0,8	1,5	1,5
Muratura a conci di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	1,5	1,5	-	1,5	0,9	1,7	2
Muratura a blocchi lapidei squadriati	1,2	1,2	-	1,2	0,7	1,2	1,2
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	1,5	1,5	-	1,3	0,7	1,5	1,5

I coefficienti correttivi che sarebbe stato possibile adottare sono quelli relativi alla natura della malta e della connessione trasversale ($R_k = R_{\text{tabellare}} \times C_{\text{malta}} \times C_{\text{connessione}}$).

Pertanto le caratteristiche meccaniche sono quelle riportate nella tabella seguente ($R_k = R_{\text{tabellare}}$):

Tipologia di muratura	f_m	τ_0	E	G	W
	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	kN/m ³
Muratura a in pietra di tufo squadrata	1,9	0,035	1080	360	16

Le caratteristiche meccaniche adottate nella verifica sono $R_d = R_k / (FC \times \gamma_M)$

per verifica a pressoflessione e taglio della muratura

Tipologia di muratura	f_d	τ_{0d}	E	G	W
	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	kN/m ³
Muratura a in pietra di tufo squadrata	0,63	0,0116	1080	360	16

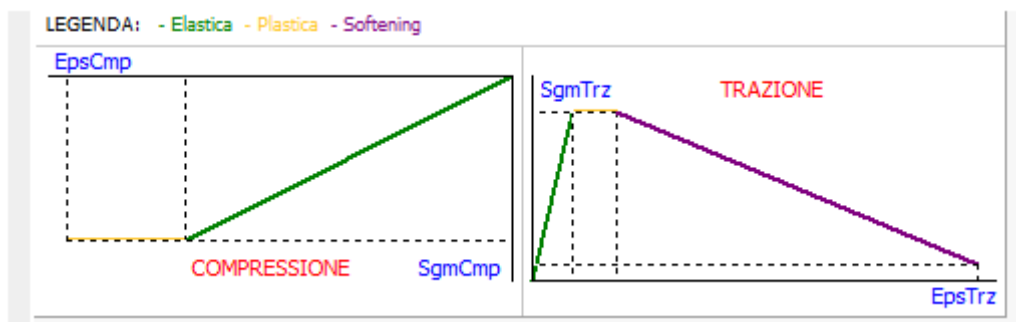
Per la verifica degli elementi murari si adottano i seguenti coefficienti:

-coefficiente parziale di sicurezza sulla resistenza a compressione della muratura (tab. 4.5.II - NTC-'08): "Muratura con elementi resistenti di cat. II, ogni tipo di malta"

$$\gamma_M = 3,0$$

Pertanto nell'analisi statica si assume come coefficiente parziale di sicurezza

$$\gamma_M \times FC = 3,0 \times 1,20 = 3.6$$



Modellazione del comportamento a compressione e trazione della muratura

7. MATERIALI DI PROGETTO

Le strutture portanti saranno realizzati in acciaio da carpenteria del tipo S275 con bulloni di classe 8.8, con getto di completamento in conglomerato cementizio di classe di resistenza C25/30 e classe di esposizione XC2.

Pertanto i materiali di progetto adottati sono i seguenti:

- Conglomerato cementizio C25/30 classe d'esposizione XC2
- Acciaio da carpenteria S275 per le strutture in acciaio in elevazione;
- Bulloneria classe 8.8

Conglomerato cementizio

Ai sensi della disciplina per le opere in conglomerato cementizio armato (Legge 05/10/71 n°1086 pubblicata sulla G.U. n°321 art.4 capo B), si riportano di seguito le caratteristiche, la qualità e le dosature dei materiali che verranno impiegati per le strutture del progetto in questione, determinati in conformità al D.M.

14/01/2008. In particolare, per le classi di resistenza normalizzate per calcestruzzo normale si è fatto riferimento a quanto indicato nelle norme UNI EN 206-1:2006 ("Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità") e UNI 11104:2004 ("Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1"). Le indicazioni di tali norme sono sintetizzate in Tab.1.

Tab. 1 Prospetto classi di esposizione e composizione uni en 206-1 (uni 11104 marzo 2004)

Denom. della classe	Descrizione dell'ambiente	Esempi informativi di situazioni a cui possono applicarsi le classi di esposizione	UNI 9858	A/C MAX	R'ck min.	Dos. Min. Cem. KG.
---------------------------	------------------------------	---	-------------	------------	--------------	-----------------------------

2 Corrosione indotta da carbonatazione

Nota – Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel copriferro e nel ricoprimento di inserti metallici, ma in molti casi si può considerare che tali condizioni riflettano quelle dell'ambiente circostante. In questi casi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non essere il caso se c'è una barriera fra il calcestruzzo e il suo ambiente.

XC1	Asciutto o permanentemente bagnato	Interni di edifici con umidità relativa bassa. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con le superfici all'interno di strutture con eccezione delle parti esposte a condensa, o immerse in acqua.	2a	0,60	30	300
XC2	Bagnato, raramente asciutto	Parti di strutture di contenimento liquidi, fondazioni. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso prevalentemente immerso in acqua o terreno non aggressivo.	2a	0,60	30	300
XC3	Umidità moderata	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici esterne riparate dalla pioggia, o in interni con umidità da moderata ad alta.	5a	0,55	35	320
XC4	Ciclicamente asciutto e bagnato	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici soggette ad alternanze di asciutto e umido. Calcestruzzi a vista in ambienti urbani. Superfici a contatto con l'acqua non compresa nella classe XC2.	4a, 5b	0,50	40	340

Dosaggio dei materiali

Il dosaggio dei materiali per ottenere le classi di resistenza C25/30 è descritta in Tab. 2 :

Tab. 2 Dosaggio dei materiali per ottenere le classi di resistenza C25/30

Materiali	Quantità (per la confezione di 1 m ³ d'impasto) C25/30		
sabbia		0.4 m ³	
ghiaia		0.8 m ³	
acqua		180 litri	
cemento tipo 325		300 kg	

Qualità dei componenti

- Devono impiegarsi i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia, dotati di certificato di conformità ad una norma armonizzata della serie UNI EN 197, ovvero ad uno specifico Benestare

Tecnico Europeo, nonché conformi alle prescrizioni di cui alla legge n°595 del 26 maggio 1965. È escluso l'impiego di cementi alluminosi.

- Sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 12620 e, per gli aggregati leggeri, alla norma europea armonizzata UNI EN 13055-1.
- È ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, che devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 450-1.
- Potranno essere impiegati additivi fluidificanti o superfluidificanti per contenere il rapporto acqua/cemento mantenendo la lavorabilità necessaria. Essi devono essere conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 934-2.
- L'acqua da utilizzare per gli impasti dovrà essere limpida, priva di sali (cloruri e solfuri) in percentuali dannose e non deve essere aggressiva. L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, deve essere conforme alla norma UNI EN 1008:2003.

Prescrizione per gli inerti (o aggregati)

La sabbia deve essere viva, con grani assortiti in grossezza da 0 a 7 mm, non proveniente da rocce in decomposizione, scricchiolante alla mano, pulita, priva di materie organiche, melmose, terrose e di salsedine. La ghiaia deve contenere elementi assortiti, di dimensioni fino a 30 mm, per cementi armati comuni, fino a 70 mm, per grossi getti (es. fondazioni). Tali elementi devono essere resistenti e non gelivi, non friabili, scevri di sostanze estranee, terra e salsedine. Le ghiaie sporche vanno accuratamente lavate.

Anche il pietrisco proveniente da rocce compatte, non gessose né gelive, dovrà essere privo di impurità o di elementi in decomposizione. La ghiaia deve avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto e all'ingombro delle armature.

Importante è la composizione granulometrica degli aggregati, che influisce sulla quantità di pasta (acqua + cemento) necessaria ad ottenere il voluto grado di consistenza e di lavorabilità del calcestruzzo. Si suole pertanto richiedere una composizione tale che la relativa curva granulometrica sia compresa fra le due curve limite, confermate come favorevoli dall'esperienza.

- passante al vaglio di mm 16 = 100%
- passante al vaglio di mm 8 = 88÷60%
- passante al vaglio di mm 4 = 78÷36%
- passante al vaglio di mm 2 = 62÷21%
- passante al vaglio di mm 1 = 49÷12%
- passante al vaglio di mm 0.25 = 18-3%

Prescrizione per il disarmo

Indicativamente: pilastri 3-4 giorni; solette modeste 10-12 giorni; travi ed archi 24-25 giorni; mensole 28 giorni. Per ogni porzione di struttura, il disarmo non può essere eseguito se non previa autorizzazione della Direzione Lavori.

Tab. 3 Controlli di accettazione in cantiere del calcestruzzo

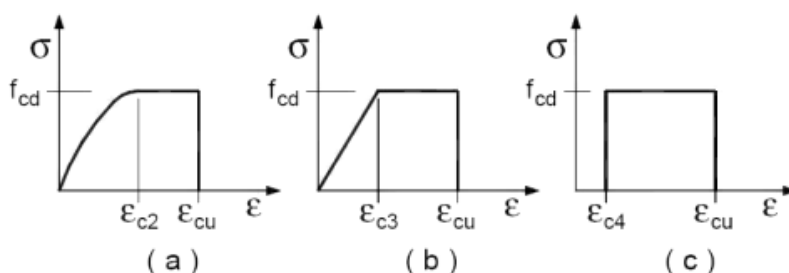
Controllo di tipo A	Controllo di tipo B o di tipo statistico
È riferito ad un quantitativo di miscela omogenea $\leq 300\text{m}^3$	È obbligatorio nella realizzazione di opere che richiedano l'impiego di più di 1500m^3 di miscela omogenea
n°3 prelievi, da eseguire su un massimo di 100m^3 di getto	n° prelievi ≥ 15 da eseguire su ogni 1500m^3 di getto
n° prelievi per ogni giorno di getto ≥ 1	n° prelievi per ogni giorno di getto ≥ 1
$R_{\min} \geq R_{ck} - 3.5[=] N/mm^2$	$R_{\min} \geq R_{ck} - 3.5[=] N/mm^2$
$R_m \geq R_{ck} + 3.5[=] N/mm^2$	$R_m \geq R_{ck} + 1.4 \cdot s[=] N/mm^2$

con:

- R_{\min} minore valore di resistenza dei prelievi;
- R_m resistenza media dei prelievi;
- s scarto quadratico medio.

Modellazione del comportamento meccanico del calcestruzzo di progetto

I diagrammi costitutivi del calcestruzzo sono stati adottati in conformità alle indicazioni riportate al punto 4.1.2.1.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008; in particolare per le verifiche effettuate a pressoflessione retta e pressoflessione deviata è adottato il modello riportato in fig. (a).



Diagrammi di calcolo tensione/deformazione del calcestruzzo.

La deformazione massima $\varepsilon_{c \max}$ è assunta pari a 0.0035.

Valori delle caratteristiche meccaniche del Calcestruzzo C25/30:

- \underline{V} Modulo di elasticità: $E = 31447\text{MPa}$
- Coefficiente di Poisson: $\nu = 0.2$
- Modulo di elasticità tangenziale $G = 12579\text{MPa}$

- Peso specifico: $\gamma = 2500 \text{ kg/m}^3$
- Coefficiente di dilatazione termica $\alpha = 1 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
- Resistenza caratteristica cubica, determinata sulla base dei valori ottenuti da prove a compressione a 28 giorni su cubi di 150 mm di lato $R_{ck} = 30 \text{ MPa}$
- Resistenza caratteristica cilindrica a compressione a 28 giorni $f_{ck} = 0.83 R_{ck} = 25 \text{ MPa}$
- Resistenza media a trazione semplice (assiale) per una classe di resistenza $\leq \text{C50/60}$
 $f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 2,56 \text{ MPa}$
- Valore caratteristico della resistenza a trazione $f_{ctk} = 0.70 \cdot f_{ctm} = 1,79 \text{ MPa}$
- Resistenza di calcolo a compressione $f_{cd} = 0.57 \cdot f_{ck} = 14,16 \text{ MPa}$
- Resistenza di calcolo a trazione $f_{ctd} = \frac{f_{ctk}}{1,5} = 1,19 \text{ MPa}$

Acciaio da carpenteria S275

Per la realizzazione di strutture metalliche e di strutture composte si dovranno utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate della serie UNI EN 10025 (per i laminati).

In sede di progettazione si possono assumere convenzionalmente i seguenti valori nominali delle proprietà del materiale:

- modulo elastico $E = 210000 \text{ N/mm}^2$
- modulo di elasticità trasversale $G = E / [2 (1 + \nu)] = 80769 \text{ N/mm}^2$
- coefficiente di Poisson $\nu = 0,3$
- coefficiente di espansione termica lineare $\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ (per temperature fino a $100 \text{ } ^\circ\text{C}$)
- densità $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$
- Si possono assumere nei calcoli i valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento f_{yk} e di rottura f_{tk} riportati in Tab.5.

I diagrammi costitutivi considerati sono quelli classici per gli acciai del tipo elastico perfettamente plastico, il comportamento plastico viene comunque escluso considerando l'insorgere dei fenomeni di instabilità prima dell'escursione in campo plastico.

Tab.5 Tensioni caratteristiche di snervamento e di rottura per laminati a caldo, profili a sezione aperta

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	t ≤ 40 mm		40 mm < t ≤ 80 mm	
	f_{yk} [N/mm ²]	f_{tk} [N/mm ²]	f_{yk} [N/mm ²]	f_{tk} [N/mm ²]
UNI EN 10025-2				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	420	550
UNI EN 10025-3				
S 275 N/NL	275	390	255	370
S 355 N/NL	355	490	335	470
S 420 N/NL	420	520	390	520
S 460 N/NL	460	540	430	540
UNI EN 10025-4				
S 275 M/ML	275	370	255	360
S 355 M/ML	355	470	335	450
S 420 M/ML	420	520	390	500
S 460 M/ML	460	540	430	530
UNI EN 10025-5				
S 235 W	235	360	215	340
S 355 W	355	510	335	490

Caratteristiche dei materiali per i collegamenti

Per la realizzazione dei collegamenti saldati occorrerà effettuare saldature di classe II con elettrodi per saldature rispondenti alle norme:

- E44 UNI 5132 classe 2, 3, 4 per sp. < 30 mm
- E44 UNI 5132 classe 4B per sp. > 30 mm

Per i giunti testa a testa o a T a completa penetrazione

- tensioni ammissibili a trazione o compressione semplice
 σ_{fadm} per condizione I e t < 40mm = 1615,00 kg/cm²
 σ_{fadm} per condizione II e t < 40mm = 1816,88 kg/cm²
- tensioni ideali ammissibili
 σ_{idfadm} per condizione I e t < 40mm = 1615,00 kg/cm²
 σ_{idfadm} per condizione II e t < 40mm = 1816,88 kg/cm²

con

$$\sigma_{id} = \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + \sigma_{II}^2 - \sigma_{\perp}\sigma_{II} + 3\tau_{II}^2}$$

Per giunti a cordone d'angolo

$\sqrt{\tau_{\perp}^2 + \sigma_{\perp}^2 + \tau_{II}^2}$	per condizione I e $t < 40\text{mm}$	$\leq 1330,00 \text{ kg/cm}^2$
$\sqrt{\tau_{\perp}^2 + \sigma_{\perp}^2 + \tau_{II}^2}$	per condizione II e $t < 40\text{mm}$	$\leq 1496,25 \text{ kg/cm}^2$
$ \tau_{\perp} + \sigma_{\perp} $	per condizione I e $t < 40\text{mm}$	$\leq 1615,00 \text{ kg/cm}^2$
$ \tau_{\perp} + \sigma_{\perp} $	per condizione II e $t < 40\text{mm}$	$\leq 1816,88 \text{ kg/cm}^2$

Per i collegamenti bullonati

I tirafondi ed i bulloni adottati sono di classe 8.8 e presentano le seguenti caratteristiche meccaniche:

Le caratteristiche di progetto dei materiali così come menzionato nel metodo semiprobabilistico agli stati

Bulloni

I bulloni - conformi per le caratteristiche dimensionali alle norme UNI EN ISO 4016:2002 e UNI 5592:1968 devono appartenere alle sotto indicate classi della norma UNI EN ISO 898-1:2001, associate nel modo indicato nella Tab. 11.3.XII.

Tabella 11.3.XII.a

	Normali			Ad alta resistenza	
Vite	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
Dado	4	5	6	8	10

Le tensioni di snervamento f_{yb} e di rottura f_{tb} delle viti appartenenti alle classi indicate nella precedente tabella 11.3.XII.a sono riportate nella seguente tabella 11.3.XII.b:

Tabella 11.3.XII.b

Classe	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
$f_{yb} \text{ (N/mm}^2\text{)}$	240	300	480	649	900
$f_{tb} \text{ (N/mm}^2\text{)}$	400	500	600	800	1000

limite sono definiti come rapporto tra il valore caratteristico della proprietà del materiale ed il suo coefficiente di sicurezza parziale, $X_d = X_k/\gamma_{mj}$.

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza γ_{mj} sono quelli prescritti dal D.M. 14/01/2008 confrontati con quelli per l'applicazione dell'EC3, dedotti in dipendenza essenzialmente dalla resistenza del materiale di base oppure del dettaglio costruttivo e dalla modalità di rottura duttile o fragile.

Gli elementi di collegamento da impiegare nelle unioni dei traversi variati (a taglio) devono soddisfare i requisiti di cui alla norma armonizzata UNI EN 15048-1:2007 "Bulloneria strutturale non a serraggio controllato" e recare la relativa marcatura CE

- Viti secondo UNI 5737 classe 8.8 secondo UNI 3740
- Dadi secondo UNI 5588 passo grosso classe 8 UNI 3740
- Rosette secondo UNI 6592, 200HV secondo UNI 3740

Le tensioni di snervamento f_{yb} e di rottura f_{tb} delle viti appartenuti alle classi indicate, sono riportate nella tabella 11.3.XII.b.

8. MODELLAZIONE SISMICA

Le strutture portanti saranno realizzati in acciaio da carpenteria del tipo S275 con bulloni di classe 8.8. La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizione di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria C) nonché di ordinate delle spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$ con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R .

Il tipo di costruzione è 2, quindi con V_N , vita nominale dell'opera pari a 50 anni.

Per il tipo d'opera si considera una classe d'uso II per cui :

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

Con

V_R valore di riferimento di tempo rispetto al quale si valuta l'azione sismica sull'opera.

C_U coefficiente d'uso che è funzione della classe d'uso.

In funzione della posizione geografica del sito è possibile definire i parametri :

$$a_g \rightarrow F_0 \rightarrow T_C^*$$

9. REALIZZAZIONE VARCO PORTA NELLA MURATURA ESISTENTE

Oggetto del presente studio è la realizzazione di n°3 piattabande presso l'istituto "Casa di riposo Signoriello", nel Comune di Napoli (NA). Due di queste si rendono necessarie all'apertura di due vani in due pareti interne di dimensioni nette 1.1mx2.2m (tipo A), la terza è necessaria all'ampliamento di un vano preesistente fino alle dimensioni nette 2mx2.4m (tipo B). I pannelli murari sono spessi 50 cm.

La piattabanda sarà realizzata con cerchiatura del vano in modo da mantenere inalterata la rigidità del pannello murario e pertanto il medesimo comportamento sismico dell'intera struttura portante prima e dopo l'apertura del vano finestra.

Per la realizzazione dei varchi di larghezza netta di 1.1m si utilizzeranno due telai formati da profilati metallici IPE160 collegati nei nodi mediante saldature di lunghezza pari a 91 mm lungo le ali del profilato e 146 mm in corrispondenza dell'anima, le saldature avranno un'altezza di gola pari a 6 mm. Per la realizzazione del varco di larghezza netta di 2m si utilizzeranno due telai formati da profilati metallici IPE180 collegati nei nodi mediante saldature di lunghezza pari a 91 mm lungo le ali del profilato e 146 mm

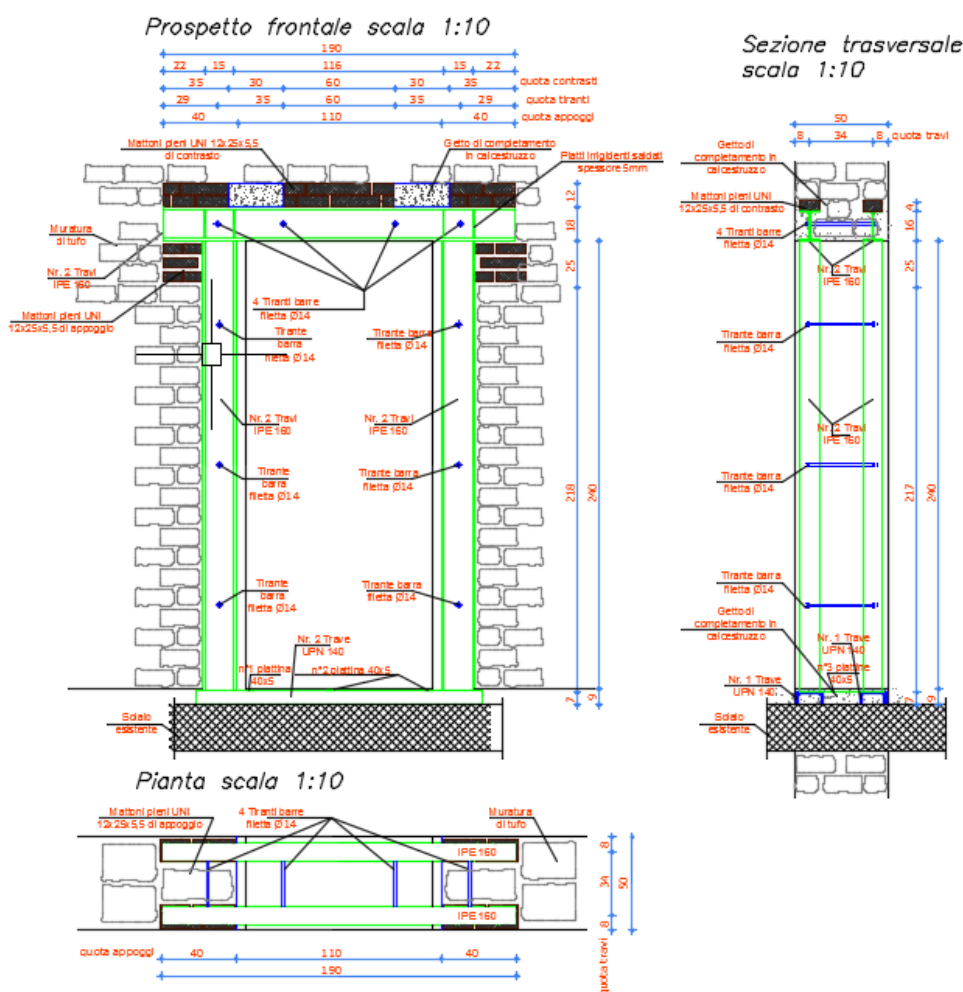
in corrispondenza dell'anima, le saldature avranno un'altezza di gola pari a 6 mm. Per entrambi i tipi di cerchiatura sono previste piattine di irrigidimento saldate nei nodi al fine di garantire una maggiore rigidità dei telai.

10. VERIFICA DELLA VARIAZIONE DI RIGIDEZZA

La progettazione della piattabanda cerchiata parte dalla richiesta di conservazione delle rigidità esistenti in modo da non alterare la staticità del fabbricato ed il relativo comportamento sismico. Affinché ciò sia possibile è necessario che la rigidità della struttura intelaiata sia prossima alla rigidità del pannello murario rimosso, ciò è possibile attraverso un adeguato dimensionamento dei profilati che compongono la cerchiatura. Le rigidità da confrontare non sono per forza da intendersi come rigidità elastiche, ma anche come rigidità plastiche.

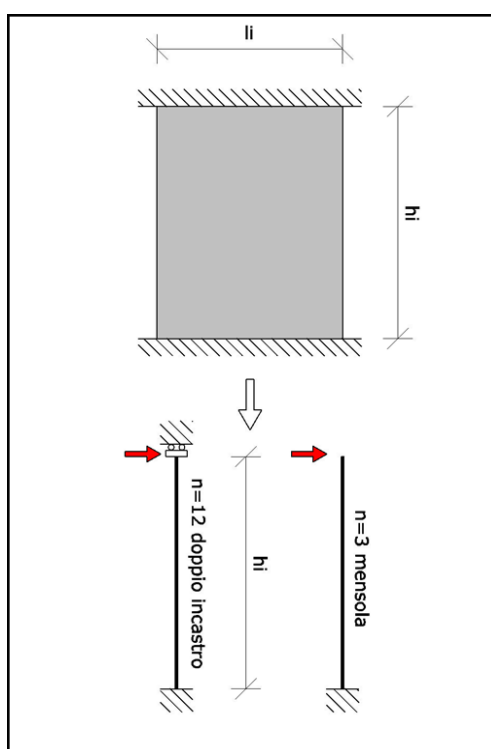
• CERCHIATURA TIPO A

CERCHIATURA TIPO A



Il pannello murario che sarà rimosso ha dimensioni pari 150 cm x 250 cm per uno spessore di 50 cm ed insiste all'interno di un pannello murario di dimensioni in pianta 4.10 m ed un'altezza di 4.10 m.

La modellazione di calcolo del comportamento sismico del pannello murario nel suo complesso è calcolata schematizzando i maschi murari come elementi monodimensionali vincolati alla base e collegati in testa dalla trave alta detta anche fascia di piano così come illustrato di seguito.



La modellazione a doppio incastro o mensola dipende dal tipo di collegamento che riesce a garantire la fascia di piano, nel caso in esame si ritiene più attendibile ed aderente al reale un comportamento a incastro dei maschi murari.

La rigidezza alla traslazione ELASTICA di maschio murario si calcola pertanto con la seguente espressione che tiene conto sia del contributo flessionale che di quello a taglio:

$$K_i = \frac{1}{\left(\frac{h_i^3}{nEJ_i} + 1,2 \frac{h_i}{GA_i} \right)}$$

In merito al contributo flessionale va osservato che il basso valore dello sforzo normale rende tale contributo poco significativo in quanto la muratura, non resistente a trazione, se soggetta a flessione tende

immediatamente a parzializzarsi riducendo la sezione resistente con relativa riduzione significativa del contributo alla rigidezza dovuto all'effetto flessionale, pertanto a vantaggio di statica si ritiene opportuno considerare valido esclusivamente il contributo alla rigidezza traslazionale dovuto all'effetto tagliante.

La resistenza del pannello originario e lo spostamento ultimo sono calcolati con la formula di normativa:

$$V_t = l t \frac{1.5 \tau_0}{b} \sqrt{1 + \frac{\sigma_0}{1.5 \tau_0}} \quad V_{pf} = \frac{l^2 t \sigma_0}{h} \left(1 - \frac{\sigma_0}{0.85 f_m} \right)$$

$$d_u = 0.004 h \quad d_u = 0.006 h$$

Dopo l'apertura del vano si determina un allargamento della fascia di piano e la realizzazione di due maschi murari indicati con "1" e "2" messi in comunicazione tra loro mediante la cerchiatura in acciaio a telaio chiuso.

In tale configurazione la rigidezza dell'intero pannello risulta essere la somma del contributo dei due pannelli murari e dell'intelaiatura in acciaio pertanto si ricava dalla formula:

$$K_{t=1} = K_1 + K_c + K_2$$

La rigidezza dei pannelli murari K1 e K2 viene calcolata considerando sempre il solo contributo tagliante.

Considerando il solo contributo flessionale del telaio in acciaio si ottiene la seguente rigidezza ELASTICA della cerchiatura.

$$K_c = n_{profilati} \frac{12EI}{h_i^3}$$

Di sotto è portato un prospetto riassuntivo riguardante il pannello murario prima e dopo l'apertura del vano con cerchiatura mediante 2 telai IPE160 e i risultati delle verifiche.

PARAMETRI MURATURA ANTE INTERVENTO							
Tipologia Muratura	Murature a conci di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)						
Livello Conoscenza	LC2						
Coefficienti correttivi	Nessuno						
Valori sperimentali	Sì						

Tabella C8A.2.1 NTC 2008	f_m [daN/cm ²]	τ_0 [daN/cm ²]	E [daN/cm ²]	G [daN/cm ²]	w [daN/m ³]
	6,3	0,01	10800	3600	16000

ANALISI DEI CARICHI STATO DI FATTO ANTE INTERVENTO			ψ_{0j}	ψ_{1j}	ψ_{2j-s}
Destinazione d'uso	Categoria A - Residenziale		0,7	0,5	0,3

Analisi dei carichi	Unità	G_1	G_2	Q	$G_1 + G_2 + \psi_{2s} \cdot Q$	Area influenza Volume influenza	Risultante P [daN]
Solaio di copertura	daN/mq	286	236	200	582,00	24	13968,00

DATI GENERALI DEL SETTO ANTE APERTURA O MODIFICA VANI				
Setto	Vincolo	L [cm]	t [cm]	h [cm]
Maschio 1	incastro	410	50	410

VERIFICHE MURATURE ANTE INTERVENTO						
σ [daN/cm ²]	K_0 [daN/cm]	M_u [daNcm]	V_u [daN]	δ_{0-ante} [cm]	δ [cm]	F_{u-ante} [daN]
0,68	117391,30	2499098	2260	1,64	0,019	2260

PARAMETRI MURATURA POST INTERVENTO

Tipologia Muratura	Murature a conci di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)
Livello Conoscenza	LC2
Coefficienti correttivi	Nessuno
Valori sperimentali	Sì

Tabella C8A.2.1 NTC 2008	f_m [daN/cm ²]	τ_o [daN/cm ²]	E [daN/cm ²]	G [daN/cm ²]	w [daN/m ³]
	6,3	0,0116	10800	3600	16000

ANALISI DEI CARICHI STATO DI FATTO ANTE INTERVENTO		ψ_{0j}	ψ_{1j}	ψ_{2j-s}
Destinazione d'uso	Categoria A - Residenziale	0,7	0,5	0,3

Analisi dei carichi	Unità	G_u	G_e	Q	$G_1+G_2+\psi_{25}Q$	Area influenza Volume influenza	Risultante P [daN]
Solaio di copertura	daN/mq	280	236	200	576,00	24	13824,00

DATI GENERALI DEL SETTO POST INTERVENTO				
Setto	Vincolo	L [cm]	t [cm]	h [cm]
Maschio 1	incastro	135	50	410
Apertura 1		150	50	250
Maschio 2	incastro	125	50	410

VERIFICHE MURATURE ANTE INTERVENTO						
σ [daN/cm ²]	K_u [daN/cm]	M_u [daNcm]	V_u [daN]	δ_{u-post} [cm]	δ [cm]	F_{u-post} [daN]
1,05	13865,45	384317	613	1,64	0,044	613
1,08	11466,05	336545	575	1,64	0,050	575
Valori totali per la muratura →	25331,50			1,64	0,044	1188,46

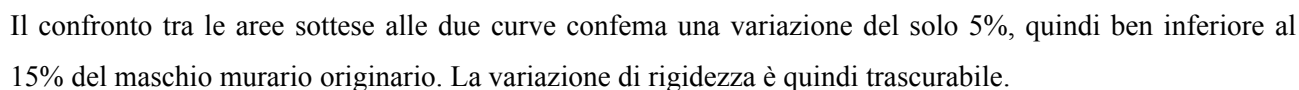
CERCHIATURA					
Materiale	Vincolo	Lim. K_u [%] Tolleranza	ΔK_u [daN/cm]	ΔK_u [%]	$\Delta K_{u-manc.}$ [daN/cm]
acciaio	incastro-incastro	15,00%	-92059,81	-78,42%	-74451,11

ACCIAIO	Tipo acciaio S	γ_{mo}	E_s [daN/cm ²]	f_{yk} [daN/cm ²]	Disposizione
	275	1,05	2100000	2750	Entrambi i lati

PROFILATI PER LE COLONNE					
Numero cerchiature da realizzare	Tipo profilato	Profili totali adoperati	W [cm ³]	A [cm ²]	b [cm]
1	IPE	4	108,70	20,09	8,20
Numero colonne per cerchiature	Tipo profilato scelto	Tipo profilato minimo richiesto	h [cm]	t_{ala} [cm]	t_{anima} [cm]
4	IPE 160	IPE 330	16,00	0,74	0,50

VERIFICHE COLONNE				
$K_{u-MUR.}$ [daN/cm]	$K_{u-CER.}$ [daN/cm]	$K_{u-TOT.}$ [daN/cm]	$F_{u-TOT.} \geq F_{u-ANTE}$	$\delta_{u-post} \geq \delta_{u-ante}$
25331,50	5608,03	30939,53	Soddis fatta	Soddis fatta
$F_{u-MUR.}$ [daN]	$F_{u-CER.}$ [daN]	$F_{u-TOT.}$ [daN]		
1188,46	9110,10	10298,56		

Attraverso la valutazione delle curva forza-spostamento del vano pre e post intervento è possibile calcolare l'area sottesa alle due curve.



CERCHIATURA TIPO B



Tale cerchiatura è necessaria alla modifica di un vano preesistente. In particolare è previsto l'ampliamento del vano originario di dimensioni 110 cm per 240cm di altezza fino alle dimensioni nette di 200cm per 240cm di altezza. Il pannello murario rimosso sarà di dimensioni 250cmx270cm. Lo spessore del pannello murario è di 50 cm.

Le considerazioni teoriche alla base delle verifiche della cerchiatura sono le stesse fatte in precedenza. Si riportano dunque di seguito i soli calcoli effettuati alla base delle verifiche di resistenza e rigidezza

PARAMETRI MURATURA ANTE INTERVENTO	
Tipologia Muratura	Murature a conci di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)
Livello Conoscenza	LC2
Coefficienti correttivi	Nessuno
Valori sperimentali	Sì

Tabella C8A.2.1 NTC 2008	f_m [daN/cm ²]	τ_o [daN/cm ²]	E [daN/cm ²]	G [daN/cm ²]	w [daN/m ³]
	6,3	0,01	10800	3600	16000

ANALISI DEI CARICHI STATO DI FATTO ANTE INTERVENTO		Ψ_{0j}	Ψ_{1j}	Ψ_{2j-s}
Destinazione d'uso	Categoria A - Residenziale	0,7	0,5	0,3

Analisi dei carichi	Unità	G ₁	G ₂	Q	G ₁ +G ₂ + Ψ_{2s} *Q	Area influenza Volume influenza	Risultante P [daN]
Solaio di copertura	daN/mq	286	236	200	582,00	24	13968,00

DATI GENERALI DEL SETTO ANTE APERTURA O MODIFICA VANI				
Setto	Vincolo	L [cm]	t [cm]	h [cm]
Maschio 1	incastro	10	50	410
Apertura 1		110	50	240
Maschio 2	incastro	613	50	410

VERIFICHE MURATURE ANTE INTERVENTO						
σ [daN/cm ²]	K ₀ [daN/cm]	M ₀ [daNcm]	V ₀ [daN]	δ_{0-ante} [cm]	δ [cm]	F _{0-ANTE} [daN]
2,48	7,82	3328	16	2,46	2,077	13
0,42	199480,15	3598961	2660	1,64	0,013	2660
Valori totali per la muratura →	199487,97			1,64	0,013	2672,36

PARAMETRI MURATURA POST INTERVENTO	
Tipologia Muratura	Murature a conci di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)
Livello Conoscenza	LC2
Coefficienti correttivi	Nessuno
Valori sperimentali	Sì

Tabella C8A.2.1 NTC 2008	f_m [daN/cm ²]	τ_o [daN/cm ²]	E [daN/cm ²]	G [daN/cm ²]	w [daN/m ³]
	6,3	0,01	10800	3600	16000

ANALISI DEI CARICHI STATO DI FATTO ANTE INTERVENTO		Ψ_{0j}	Ψ_{1j}	Ψ_{2j-s}
Destinazione d'uso	Categoria A - Residenziale	0,7	0,5	0,3

Analisi dei carichi	Unità	G ₁	G ₂	Q	G ₁ +G ₂ + Ψ_{2s} *Q	Area influenza Volume influenza	Risultante P [daN]
Solaio di copertura	daN/mq	280	236	200	576,00	24	13824,00

DATI GENERALI DEL SETTO POST INTERVENTO						
Setto	Vincolo	L [cm]	t [cm]	h [cm]		
Maschio 1	incastro	0	50	410		
Apertura 1		250	50	270		
Maschio 2	incastro	483	50	410		

VERIFICHE MURATURE ANTE INTERVENTO						
σ [daN/cm ²]	K ₀ [daN/cm]	M ₀ [daNcm]	V ₀ [daN]	δ_{u-post} [cm]	δ [cm]	F _{u-POST} [daN]
0,47	147236,82	2523644	2235	1,64	0,015	2235
Valori totali per la muratura -->	147236,82			1,64	0,015	2234,94

CERCHIATURA					
Materiale	Vincolo	Lim. K ₀ [%] Tolleranza	ΔK_0 [daN/cm]	ΔK_0 [%]	$\Delta K_{0manc.}$ [daN/cm]
acciaio	incastro-incastro	15,00%	-52251,15	-26,19%	-22327,95

ACCIAIO	Tipo acciaio S	γ_{M0}	E _s [daN/cm ²]	f _{yk} [daN/cm ²]	Disposizione
	275	1,05	2100000	2750	Entrambi i lati

VERIFICHE COLONNE				
K _{0-MUR.} [daN/cm]	K _{0-CER.} [daN/cm]	K _{0-TOT.} [daN/cm]	F _{u-TOT.} \geq F _{u-ANTE}	$\delta_{u-post} \geq \delta_{u-ante}$
147236,82	6744,58	153981,41	Soddisfatta	Soddisfatta
F _{u-MUR.} [daN]	F _{u-CER.} [daN]	F _{u-TOT.} [daN]		
2234,94	11061,11	13296,05		



Il confronto tra le aree sottese alle due curve conferma una variazione del solo 5% dell'energia dissipata, quindi ben inferiore al 15% del maschio murario originario. La variazione di rigidezza è quindi trascurabile.

11. ANALISI DEI CARICHI

CERCHIATURA TIPO A

I carichi agenti sulla piattabanda sono rappresentati dallo scarico della copertura per una luce di influenza pari a 5.2 m (situazione più gravosa), oltre al carico rappresentato dal peso della muratura sovrastante per un'altezza pari a 1.6m.

I carichi fissi e permanenti sono posti pari a:

$$G_{k,impalcato} = 2,86 \text{ kN/m}^2,$$

$$G_{k,parete} = \gamma_{muratura} * \text{spessore} = 8 \text{ kN/m}^2$$

I carichi accidentali sono pari a:

$$Q_{k,impalcato} = 2,0 \text{ kN/m}^2$$

Considerando come combinazione di carico quella che preveda la contemporaneità di tutti i carichi accidentali ed adottando i coefficienti parziali di sicurezza per gli stati limite ultimo e di esercizio otteniamo i seguenti carichi di progetto:

$$Q_d = \gamma_{g1} * G_1 + \gamma_{g2} * G_2 + \gamma_{Q1} * Q_{k1} + \gamma_{Q2} * \psi_{02} * Q_{k2} + \gamma_{Q3} * \psi_{02} * Q_{k3} + \dots$$

$$\text{In condizioni di esercizio (SLE): } Q_{d \text{ SLE}} = 1 * 2.86 * 5.2 + 1 * 8 * 1.60 + 1 * 2.0 * 5.2 = 38 \text{ kN/m}$$

$$\text{In condizioni ultime (SLU): } Q_{d \text{ SLU}} = (2.86 * 5.2 + 8 * 1.6) * 1.3 + 0.7 * 2 * 5.2 * 1.5 = 46.9 \text{ kN/m}$$

CERCHIATURA TIPO B

I carichi agenti sulla piattabanda sono rappresentati dallo scarico della copertura per una luce di influenza pari a 2.6 m (situazione più gravosa), oltre al carico rappresentato dal peso della muratura sovrastante per un'altezza pari a 1.4m.

I carichi fissi e permanenti sono posti pari a:

$$G_{k,impalcato} = 2,86 \text{ kN/m}^2,$$

$$G_{k,parete} = \gamma_{muratura} * \text{spessore} = 8 \text{ kN/m}^2$$

I carichi accidentali sono pari a:

$$Q_{k,impalcato} = 2,0 \text{ kN/m}^2$$

Considerando come combinazione di carico quella che preveda la contemporaneità di tutti i carichi accidentali ed adottando i coefficienti parziali di sicurezza per gli stati limite ultimo e di esercizio otteniamo i seguenti carichi di progetto:

$$Q_d = \gamma_{g1} * G_1 + \gamma_{g2} * G_2 + \gamma_{Q1} * Q_{k1} + \gamma_{Q2} * \psi_{02} * Q_{k2} + \gamma_{Q3} * \psi_{02} * Q_{k3} + \dots$$

$$\text{In condizioni di esercizio (SLE): } Q_{d \text{ SLE}} = 1 * 2.86 * 2.6 + 1 * 8 * 1.40 + 1 * 2.0 * 2.6 = 23.8 \text{ kN/m}$$

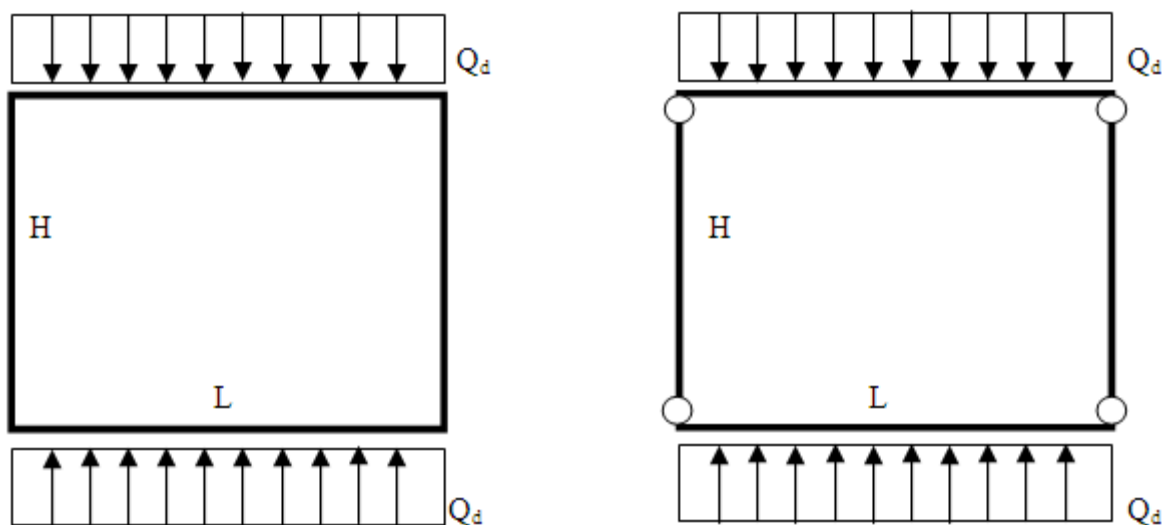
$$\text{In condizioni ultime (SLU): } Q_{d \text{ SLU}} = (2.86 * 2.6 + 8 * 1.4) * 1.3 + 0.7 * 2 * 2.6 * 1.5 = 29.7 \text{ kN/m}$$

12. CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

CERCHIATURA TIPO A

Per il calcolo delle massime sollecitazioni sono stati considerati i due modelli di comportamento estremi PER la piattabanda: quello di telaio a nodi incastrati e quello di telaio con travi appoggiate ai pilastri verticali. Il primo modello massimizza le sollecitazioni agenti sui pilastri ed agli appoggi delle travi mentre il secondo modello massimizza le sollecitazioni in corrispondenza della mezzzeria.

Di seguito si illustra la modellazione geometrica e di carico della piattabanda in entrambi i modelli.



Dal calcolo si ottengono le seguenti sollecitazioni massime:

In corrispondenza degli nodi

$$V_{sd, trave} = N_{sd, pilastro} = \frac{Q_d L}{2} = 29.5 \text{ kN}$$

$$M_{sd, nodo} = \frac{Q_d L^2}{12} = 6.12 \text{ kNm}$$

In corrispondenza della mezzzeria delle travi

$$M_{sd, trave} = \frac{Q_d L^2}{8} = 9.3 \text{ kNm}$$

CERCHIATURA TIPO B

In corrispondenza degli nodi

$$V_{sd, trave} = N_{sd, pilastro} = \frac{Q_d L}{2} = 32.7 \text{ kN}$$

$$M_{sd, nodo} = \frac{Q_d L^2}{12} = 11.8 \text{ kNm}$$

In corrispondenza della mezzzeria delle travi

$$M_{sd, trave} = \frac{Q_d L^2}{8} = 17.8 \text{ kNm}$$

13. VERIFICA DELLA PIATTABANDA

Considerando valide le sezioni definite per il calcolo delle rigidezza di telaio equivalente al pannello murario rimosso si procede alla verifica dei profilati metallici allo stato limite ultimo ed in condizioni di esercizio.

- **CERCHIATURA TIPO A**

Nelle verifiche di resistenza e deformabilità si considera esclusivamente i contributo dei due telai costituito da due profilati metallici IPE 160 per lato, le cui caratteristiche meccaniche sono riportate di seguito, ed in particolare considerando resistenti a taglio esclusivamente le anime dei profilati.

I valori resistenti a taglio e flessione per il singolo profilato IPE 160 sono pari a:

- Resistenza a taglio $V_{RD} = 121.17 \text{ kN}$
- Resistenza a flessione $M_{RD} = 32.2 \text{ kNm}$

Considerando che per ogni lato sono presenti due profilati IPE 160 si ottengono i seguenti valori resistenti

- Resistenza a taglio per coppia di travi del telaio $V_{RD} = 242.34 \text{ kN}$
- Resistenza a flessione per coppia di travi del telaio $M_{RD} = 64.4 \text{ kNm}$

I valori resistenti risultano superiori a quelli sollecitanti, pertanto le verifiche di resistenza delle travi di telaio sono soddisfatte.

Le verifiche a pressoflessione dei pilastri sono eseguite considerando i domini di resistenza dei singoli profilati raddoppiati per tener conto che su ogni lato sono presenti due profili IPE 160. Il dominio di resistenza è calcolato considerando i due punti caratteristici di momento massimo con sforzo normale nullo e sforzo normale massimo con momento nullo.

Il massimo sforzo normale resistente per compressione è calcolato considerando un coefficiente β pari a 2 corrispondente ad un comportamento limite a mensola, pertanto il valore resistente del singolo profilato è pari a 303kN e pertanto per la coppia di profilati è pari a 606kN.

Il punto sollecitante è stato individuato considerando come sforzo normale sollecitante quello dovuto ai carichi gravitazionali allo stato limite ultimo e come momento la somma di quello statico allo stato limite ultimo dovuto ai carichi gravitazionali e quello dovuto alle azioni sismiche calcolato come taglio sismico

resistente del pannello murario rimosso per la luce libera di inflessione nell'ipotesi più sfavorevole di comportamento a mensola del telaio. Pertanto il valore sollecitante è pari a:

Sforzo normale sollecitante = 46.90kN

$$\text{Momento sollecitante} = \frac{Q_d L^2}{12} + \tau_{\text{muratura},d} \cdot L \cdot s_{\text{muratura}} \cdot H = 16.2 \text{ kNm}$$

La verifica è anche qui ampiamente soddisfatta.

La verifica a pressoflessione dei pilastri risulta soddisfatta

• CERCHIATURA TIPO B

Nelle verifiche di resistenza e deformabilità si considera esclusivamente il contributo dei due telai costituito da due profilati metallici IPE 180 per lato, le cui caratteristiche meccaniche sono riportate di seguito, ed in particolare considerando resistenti a taglio esclusivamente le anime dei profilati.

I valori resistenti a taglio e flessione per il singolo profilato IPE 160 sono pari a:

Resistenza a taglio $V_{RD} = 436,7 \text{ kN}$

Resistenza a flessione $M_{RD} = 43.48 \text{ kNm}$

Considerando che per ogni lato sono presenti due profilati IPE 180 si ottengono i seguenti valori resistenti

Resistenza a taglio per coppia di travi del telaio $V_{RD} = 873.4 \text{ kN}$

Resistenza a flessione per coppia di travi del telaio $M_{RD} = 87 \text{ kNm}$

I valori resistenti risultano superiori a quelli sollecitanti, pertanto le verifiche di resistenza delle travi di telaio sono soddisfatte.

Le verifiche a pressoflessione dei pilastri sono eseguite considerando i domini di resistenza dei singoli profilati raddoppiati per tener conto che su ogni lato sono presenti due profili IPE 160. Il dominio di resistenza è calcolato considerando i due punti caratteristici di momento massimo con sforzo normale nullo e sforzo normale massimo con momento nullo.

Il massimo sforzo normale resistente per compressione è calcolato considerando un coefficiente β pari a 2 corrispondente ad un comportamento limite a mensola, pertanto il valore resistente del singolo profilato è pari a 556kN e pertanto per la coppia di profilati è pari a 1112kN.

Il punto sollecitante è stato individuato considerando come sforzo normale sollecitante quello dovuto ai carichi gravitazionali allo stato limite ultimo e come momento la somma di quello statico allo stato limite ultimo dovuto ai carichi gravitazionali e quello dovuto alle azioni sismiche calcolato come taglio sismico

resistente del pannello murario rimosso per la luce libera di inflessione nell'ipotesi più sfavorevole di comportamento a mensola del telaio. Pertanto il valore sollecitante è pari a:

Sforzo normale sollecitante = 29.5kN

$$\text{Momento sollecitante} = \frac{Q_d L^2}{12} + \tau_{\text{muratura,d}} \cdot L \cdot s_{\text{muratura}} \cdot H = 29.4 \text{ kNm}$$

La verifica è anche qui ampiamente soddisfatta.

La verifica a pressoflessione dei pilastri risulta soddisfatta

14. VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO

- **CERCHIATURA TIPO A**

La massima freccia in mezzeria è calcolata come trave semplicemente appoggiata. La verifica di deformabilità è stata eseguita considerando che l'inflessione delle due travi non superi 1/500 della luce netta:

$$\frac{5}{384} \frac{q \cdot L^3}{EI} < \frac{L}{500}$$

Dai calcoli eseguiti la freccia risulta pari a 0,00054 mm inferiore al limite di L/500 pari a 2.52 mm.

Dato il ridotto valore della freccia, il comportamento della piattabanda può essere considerato rigido

- **CERCHIATURA TIPO B**

Dai calcoli eseguiti la freccia risulta pari a 0,0012 mm inferiore al limite di L/500 pari a 4,36 mm.

Dato il ridotto valore della freccia, il comportamento della piattabanda può essere considerato rigido

15. VERIFICHE DELL'APPOGGIO SULLA MURATURA

L'appoggio sulla muratura risulta verificato in quanto il comportamento delle travi della cerchiatura risulta essere rigido e pertanto le sollecitazioni successive all'apertura del vano risultano essere pari a quelle precedenti a meno del peso della muratura rimossa.

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

16. CONCLUSIONI

Le verifiche eseguite in merito alla stabilità globale e locale della struttura agli stati limite ultimi e di esercizio hanno dato esito positivo e pertanto la struttura risulta verificata rispetto alla crisi locale e globale in ogni sua parte sia per forze statiche che per sollecitazione sismica nel rispetto dei D.M. Min. LL. PP. 17 Gennaio 2018.

Le informazioni relative al calcolo (analisi dei carichi, combinazioni di calcolo, formulazioni, ecc.) sono riportati nella presente relazione tecnica generale e di calcolo



FSC

Fondo per lo Sviluppo
e la Coesione



Si rilascia per gli usi consentiti dalla legge.

Napoli, Settembre 2018

Il Tecnico