

STAZIONE APPALTANTE:



AGENZIA DEL DEMANIO

Direzione Regionale Piemonte e Valle d'Aosta
Corso Bolzano, 30
10121 Torino (TO)
011 5639 1111

REGIONE PIEMONTE

PROVINCIA DI NOVARA

SERVIZIO DI VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA
STRUTTURALE PRESSO L'IMMOBILE EX
CASERMA CAVALLI SITO IN NOVARA ALLA VIA
FRANCESCO FERRUCCI N° 4
CIG: 7051476613

RESP. UNICO DEL PROCEDIMENTO:
Ing. DANIELA M. ODDONE

DEC:
Ing. FILIPPO TULINO

PROFESSIONISTA FIRMATARIO:
Ing. MICHELE TITTON

CODICE PROGETTO			NOME FILE	REVISIONE	SCALA
PROGETTO	FASE	STR.	CODICE ELAB		
2018046	3	17	4.10GEREC001		

REV.	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	DATA
	RELAZIONE CONCLUSIVA	MF	CT	MT	25/05/2019
	REVISIONE	MF	MT	MT	25/11/2019

L'APPALTATORE:



ITS srl

Corte delle Caneve, 11
31053 Pieve di Soligo (TV)
Tel. 0438 82082 - Fax. 0438 980622

Via del Castello, 12
32043 Cortina d'Ampezzo (BL)
Tel. 0438 82082 - Fax. 0438 980622

Piazza Dogliani, 5
32022 Caprile (BL)
Tel. 0438 82082 - Fax. 0438 980622

C.F. & P.IVA 02146140260
REA 351225 - Cap. Soc. € 100.000.00 i.v.
info@its-engineering.com

Indice:

1. PREMESSA	2
2. CARENZE STRUTTURALI DEGLI EDIFICI	3
2.1. PALAZZINE A B C D	3
2.2. PALAZZINA MAGAZZINO	3
2.3. PALAZZINA TRENO	4
3. INTERVENTI STRUTTURALI PROPOSTI	6
3.1. PALAZZINE A B C D	6
3.2. PALAZZINA MAGAZZINO	6
3.3. PALAZZINA TRENO	7
4. LIMITAZIONI SU LAYOUT DISTRIBUTIVI E DESTINAZIONE D'USO	8
4.1. PALAZZINE A B C D	8
4.2. PALAZZINA MAGAZZINO	9
4.3. PALAZZINA TRENO	9
5. STIMA E COSTI DI INTERVENTO	10

1. PREMESSA

Nell'ambito dell'emanazione di progetti e riqualificazione del patrimonio edilizio statale, l'Agenzia del Demanio ha dato avvio al progetto speciale n. 7 denominato "Realizzazione di studi di fattibilità e analisi tecniche funzionali ad azioni di razionalizzazione". All'interno di tale progetto è stato selezionato il complesso NO0044 denominato Caserma Cavalli.

Questa relazione conclusiva riassume le considerazioni emerse su ciascuna palazzina ed affronta i seguenti temi:

- Carenze strutturali degli edifici;
- Interventi strutturali proposti;
- Stima di costi e tempi di intervento;
- Limitazioni su layout distributivi e destinazioni d'uso.

2. CARENZE STRUTTURALI DEGLI EDIFICI

Vengono di seguito riportate le carenze strutturali emerse nei vari edifici. Le palazzine A B C D vengono raggruppate insieme essendo tra loro strutturalmente uguali e con le stesse problematiche.

2.1. PALAZZINE A B C D

A seguito della valutazione della sicurezza strutturale statica e sismica svolta, sui quattro edifici denominati “Palazzina A”, “Palazzina B”, “Palazzina C” e “Palazzina D” sono emerse sostanzialmente le seguenti carenze strutturali:

- Nella parte centrale dell’edificio sono completamente assenti muri trasversali in grado di assorbire le forze sismiche di piano per i sismi che investono l’edificio lungo l’asse parallelo al lato corto dei fabbricati. Non è possibile affidare alle tramezze esistenti tale funzione poiché troppo snelli e privi di fondazione.
- I solai di piano formati da volte a botte o da putrelle in acciaio, senza presenza di una cappa in calcestruzzo, non possono essere considerati rigidi e non sono sufficientemente resistenti per distribuire le forze su muri troppo lontani fra loro.
- I muri longitudinali perimetrali nella parte centrale dell’edificio, non essendo efficacemente trattenuti da muri trasversali, in quanto come detto sopra assenti, possono ribaltare fuori dal proprio piano, soprattutto nel tratto fra il piano primo e il tetto. In tale tratta infatti il muro è poco caricato e quindi un’azione fuori dal proprio piano potrebbe comportare l’attivazione del sopra descritto meccanismo locale.
- Le tramezze divisorie non sono efficacemente vincolate ai solai e quindi in caso di sisma possono ribaltare.
- I muri al piano terra presentano dei marcati segni di umidità.
- In certi casi nei sottofinestra è presente una riduzione dello spessore del muro per creare le nicchie dei termosifoni. Ciò genera un indebolimento della fascia muraria e non permette la formazione degli archi di scarico fra i muri trasversali che si prevede di aggiungere.

2.2. PALAZZINA MAGAZZINO

A seguito della valutazione della sicurezza strutturale statica e sismica svolta, sulla Palazzina “Magazzino 1” sono emerse sostanzialmente le seguenti carenze strutturali:

- Elevata snellezza dei maschi murari perimetrali e caratteristiche geometriche irregolari degli stessi;
- L’assenza di un cordolo sommitale e la posizione delle finestre, che sono disposte in alto, penalizza fortemente le travi di accoppiamento in muratura, che risultano in buona parte verificate a taglio;
- Alcuni muri al piano terra presentano dei marcati segni di umidità.

- In certi casi nei sottofinestra è presente una riduzione dello spessore del muro per creare le nicchie dei termosifoni. Ciò genera un indebolimento della fascia muraria e non permette la formazione degli archi di scarico fra i muri trasversali che si prevede di aggiungere.
- I solai di piano non possono essere considerati rigidi e non sono sufficientemente resistenti per distribuire le forze su muri troppo lontani fra loro;
- copertura non idonea a sopportare i carichi previsti dalla normativa vigente;
- - irregolarità dimensionale nei maschi murari in base alla disposizione delle aperture;
- problemi di ribaltamento fuori piano e criticità a pressoflessione dei maschi murari interni con spessore inferiore ai 30cm.

A seguito della valutazione della sicurezza strutturale statica e sismica svolta, sulla Palazzina “Magazzino 2” sono emerse sostanzialmente le seguenti carenze strutturali:

- L'assenza di un cordolo sommitale e la posizione delle finestre, che sono disposte in alto, penalizza fortemente le travi di accoppiamento in muratura, che risultano in buona parte verificate a taglio;
- Alcuni muri al piano terra presentano dei marcati segni di umidità.
- I solai di piano non possono essere considerati rigidi e non sono sufficientemente resistenti per distribuire le forze su muri troppo lontani fra loro;
- I pilastri non sono collegati da elementi sufficientemente rigidi e di conseguenza non forniscono un'adeguata risposta sismica;
- copertura non idonea a sopportare i carichi previsti dalla normativa vigente.

2.3. PALAZZINA TRENO

A seguito della valutazione della sicurezza strutturale statica e sismica svolta, sulla Palazzina “Treno” sono emerse:

meccanismo locale di ribaltamento della parete fuori piano per le pareti costituenti la facciata “lato corto”, a causa della spinta non bilanciata dei solai a volta; sostanzialmente le seguenti carenze strutturali;

- meccanismo locale di ribaltamento fuori piano della parete per i setti murari all'ultimo piano, dotati di una bassa sollecitazione a carichi verticali e non legati in sommità da un orizzontamento sufficientemente rigido;
- Rottura a taglio delle fasce di piano/travi di accoppiamento in muratura, non dotate di un elemento con caratteristiche di resistenza a trazione/tirante (normalmente rappresentato dal cordolo di piano);
- Rottura a taglio dei setti interni all'ultimo piano, caratterizzati da uno scarso valore di carico verticale (e di conseguenza scarsa resistenza a taglio).
- Rottura a taglio e/o pressoflessione dei setti interni, a volte caratterizzati da irregolarità nella disposizione delle aperture (con conseguente generazione di picchi tensionali sul maschio) e a volte dalle caratteristiche dimensionali non idonee a garantire la resistenza richiesta;

- la copertura esistente è poco rigida e non permette un ottimale trasferimento delle azioni alle strutture verticali, inoltre non è stato rilevato un sistema di legatura dei setti in sommità, favorendo quindi un meccanismo di collasso locale in contrapposizione a quello globale;

3. INTERVENTI STRUTTURALI PROPOSTI

3.1. PALAZZINE A B C D

A fronte delle carenze emerse sulle palazzine A B C D è necessario prevedere i seguenti interventi strutturali:

- Costruzione dei muri trasversali in blocchi di laterizio nella zona centrale, circa a passo 5.5 m, ovvero pari al passo dei maschi murari. Tale interasse è necessario affinché le pareti longitudinali non presentino una snellezza in pianta troppo elevata. Di solito si deve restare entro un rapporto $L/t_{\min} = 10 \div 14$. Nel caso in esame risulta $L = 14 \cdot t_{\min} = 14 \cdot 0.4 \cong 5.6$ m essendo $t_{\min} = 0.4$ lo spessore del muro al piano primo. Lo spessore dei muri trasversali, che dovranno essere opportunamente fondati, deve essere almeno di 40 cm. Infatti la normativa sismica prevede una snellezza minima del muro antisismico in blocchi di laterizio pari a $12 = h_0/t$. Risulta quindi che $t_{\min} = 470/12 = 39.1$ cm essendo $L = 470$ cm la luce libera del muro.
- È necessario prevedere, con i muri trasversali, anche delle catene metalliche, di diametro 30-32 mm, per vincolare efficacemente i muri longitudinali ai muri trasversali stessi. Tali catene saranno previste sia al piano primo sia al piano di copertura. Le teste delle catene dovranno essere inserite in nicchie predisposte all'interno della muratura e poi celate alla vista per non alterare il prospetto attuale degli immobili.
- Le catene metalliche vengono previste anche per i muri di testa a maggior garanzia delle connessioni d'angolo fra i muri.
- Le nicchie nei sottofinestra devono essere chiuse mediante scuci-cuci per garantire un miglior funzionamento delle catene metalliche, affinché si formi all'interno della muratura il sistema arco-catena.
- I muri al piano terra, deteriorati dalla risalita dell'umidità, devono essere risanati mediante tecnologie ampiamente consolidate.
- Ristillatura dei giunti della tessitura muraria nelle aree danneggiate.
- Nel caso in cui fosse necessario prevedere stanze più ampie di 5.5 m, come per esempio nelle stanze adibite a sale riunioni/conferenze/reception, visto le basse forze sismiche, è possibile eliminare un muro trasversale antisismico, purché venga messo in opera un diaframma di piano resistente ed in grado di trasmettere le forze ai muri di estremità della stanza. Tali muri di estremità dovranno ovviamente essere sempre del tipo antisismico sopra descritto;
- Per garantire invece il layout proposto dalla stazione appaltante si prevede il rinforzo del solaio in calcestruzzo armato con inserimento di travi in acciaio HEB200.

3.2. PALAZZINA MAGAZZINO

A fronte delle carenze emerse sulla Palazzina Magazzino 1 è necessario prevedere i seguenti interventi strutturali:

- Sostituzione della copertura esistente con una nuova, caratterizzata da travetti C24 12x20 con interasse 65cm, trave di colmo GL24h 16x40, appoggi intermedi del colmo con travi in c.a.

30x30 parallele al lato corto del fabbricato e pilastri 30x30 per il raggiungimento della quota di colmo;

- Realizzazione di un cordolo sommitale;
- Irrigidimento del solaio con cappa armata di 4cm per creare un piano rigido e che garantisca un comportamento scatolare e lo scarico delle fasce di piano (travi di accoppiamento in muratura che non risultano verificate);
- Rinforzo di un setto di 30cm con betoncino armato per il soddisfacimento delle verifiche;
- Risanamento murature danneggiate dalla risalita capillare dell'umidità al piano terra.

A fronte delle carenze emerse sulla Palazzina Magazzino 2 è necessario prevedere i seguenti interventi strutturali:

- Sostituzione della copertura esistente con una nuova, caratterizzata da travetti C24 12x20 con interasse 65cm, trave di colmo GL24h 16x32, appoggi intermedi del colmo con travi in c.a. 30x30 parallele al lato corto del fabbricato e pilastri 30x30 per il raggiungimento della quota di colmo;
- Irrigidimento del solaio con cappa armata di 4cm per creare un piano rigido e che garantisca un comportamento scatolare e lo scarico delle fasce di piano (travi di accoppiamento in muratura che non risultano verificate);
- Realizzazione di un cordolo sommitale;
- Inserimento di quattro setti in c.a. o alternativamente controventi verticali in acciaio;
- Risanamento murature danneggiate dalla risalita capillare dell'umidità al piano terra.

3.3. PALAZZINA TRENO

A fronte delle carenze emerse sulla Palazzina Treno è necessario prevedere i seguenti interventi strutturali:

1. Inserimento di tiranti in acciaio nelle stanze di estremità del lato corto dell'edificio (in ciascun piano) per risolvere il meccanismo locale di ribaltamento della parete fuori piano per le pareti costituenti la facciata "lato corto";
2. Inserimento di un cordolo sommitale;
3. Inserimento di cordoli di piano in ciascun piano dell'edificio per risolvere la criticità della rottura a taglio delle fasce di piano/travi di accoppiamento in muratura, non dotate di un elemento con caratteristiche di resistenza a trazione/tirante;
4. Inserimento di controventi di piano per la creazione di un piano rigido nel solaio;
5. Rifacimento del tetto con sostituzione delle travi di copertura che formano l'orditura principale con nuovi elementi lignei 16x28 GL24h per garantire una resistenza ai carichi previsti da normativa;
6. Risanamento dei muri danneggiati dalla risalita capillare dell'umidità al piano terra.

4. LIMITAZIONI SU LAYOUT DISTRIBUTIVI E DESTINAZIONE D'USO

Una volta messi a punto i suddetti interventi tutti gli indici di vulnerabilità risulteranno superiori all'unità e la struttura potrà essere considerata adeguata alla normativa sismica vigente. Infatti tutte le vulnerabilità locali vengono eliminate con l'inserimento di muri e catene e l'indice di vulnerabilità globale lungo la direzione Y risulterà sicuramente superiore a 1 visto il comportamento scatolare della struttura e vista la bassa sismicità della zona.

La differenza fra i diversi layout proposti dalla Stazione Appaltante e quanto proposto dagli scriventi non genera indici di convenienza economica differenti che permettano di raffrontare le diverse soluzioni distributive. Già nei layout dalla Stazione Appaltante è previsto l'inserimento di muri/tramezze trasversali. Si tratta quindi solamente di trasformare tali tramezze in muri portanti ed allineare i muri stessi fra piano primo e piano secondo in modo che vi sia una efficace trasmissione a terra delle forze sismiche. Nel caso di sale ampie dove la Stazione Appaltante prevede sale riunioni/conferenze e dove quindi non è possibile inserire il muro trasversale, si può prevedere in alternativa un sistema di controvento di piano sotto il pavimento.

In conclusione quindi il layout proposto dalla Stazione Appaltante è perfettamente calabile, fatto salve piccole modifiche al layout dettate dagli aspetti sopraccitati, nella soluzione tecnica/strutturale ottimale che permette il raggiungimento dell'adeguamento dell'edificio, senza particolari incrementi di spesa.

Si sottolinea che allo stato attuale non si possono considerare agibili le strutture per alcuna destinazione d'uso. Gli interventi strutturali sono necessari prima di qualsiasi ingresso nella struttura.

4.1. PALAZZINE A B C D

Si elencano di seguito le limitazioni generali da porre su alcuni tipi di solaio e le migliorie del layout distributivo:

- I solai realizzati con volte a botte del primo piano denominati "Solaio Tipo 1" e "Solaio Tipo 2" sono in grado di sopportare un carico massimo di 4 kN/m^2 . In realtà hanno superato la prova di carico con 5 kN/m^2 senza presentare lesioni ma per tener conto degli effetti al lungo termine dei carichi si è preferito ridurre il carico accidentale ammissibile. Per questo motivo non è possibile prevedere destinazioni d'uso al primo piano che superino tale carico accidentale.
- Il solaio formato da travi in calcestruzzo armato, soletta ed elementi in laterizio del primo piano, denominato nelle tavole grafiche "Solaio Tipo 3", è in grado di sopportare allo stato attuale un carico massimo di $2,3 \text{ kN/m}^2$. Per garantire invece il layout proposto dalla stazione appaltante si prevede il rinforzo di tali travi strutturali con inserimento di travi in acciaio HEB200.

- Spostamento di tutte le destinazioni d'uso con carico accidentale superiore a 4 kN/m^2 (archivi, biblioteche, magazzini, depositi, laboratori etc) al piano terra.
- Spostamento al piano terra di archivi, depositi etc. previsti al piano primo.
- Modifica di alcune delle tramezze divisorie fra le varie stanze in veri e propri muri antisismici di spessore 40 cm in blocchi di laterizio e malta di cemento. Tali muri dovranno essere dotati anche di fondazione da prevedere in calcestruzzo armato.
- Allineamento dei nuovi muri antisismici al piano primo con i sottostanti muri antisismici al piano terra. Ciò comporta lievi spostamenti dei divisori e quindi lievi modifiche del layout proposto dalla Stazione Appaltante.
- Nelle ampie stanze adibite a sale riunioni/reception/conferenze si interviene sul solaio realizzando, sotto il pavimento, una trave reticolare metallica di piano opportunamente resa solidale ai muri mediante spinotti e tiranti.

4.2. PALAZZINA MAGAZZINO

Non essendoci piani rialzati non si prevedono limitazioni al layout proposto.

4.3. PALAZZINA TRENO

Si elencano di seguito le limitazioni generali da porre su alcuni tipi di solaio e le migliorie del layout distributivo:

- Il solaio formato da travi in calcestruzzo armato e soletta di completamento, denominato nelle tavole grafiche "Solaio Tipo 4", è in grado di sopportare allo stato attuale un carico massimo di 3 kN/m^2 . Per questo motivo non è possibile prevedere destinazioni d'uso su questo solaio che superino tale carico accidentale.
- Spostamento di tutte le destinazioni d'uso con carico accidentale superiore a 4 kN/m^2 .

5. STIMA E COSTI DI INTERVENTO

Il costo degli interventi strutturali è basato su dimensionamenti strutturali di massima e potrà essere più precisamente definito una volta redatto un progetto definitivo delle strutture.

Il costo stimato è relativo alle sole opere strutturali necessarie all'adeguamento. Il computo è stato svolto utilizzando alcune valutazioni economiche di carattere generale.

Viene di seguito riportata una tabella che permette di riassumere, per singola palazzina, gli interventi previsti e i relativi costi di intervento.

EDIFICIO	INTERVENTI STRUTTURALI PROPOSTI	STIMA PRELIMINARE COSTI DI INTERVENTO STRUTTURALE	STIMA PRELIMINARE TEMPO DI ESECUZIONE LAVORI STRUTTURALI
PALAZZINE A B C D	Costruzione muri trasversali e relative fondazioni Inserimento catene metalliche (tiranti)= Inserimento puntoni in acciaio Scuci-cuci nichie sottofinestra Ripristino muri degradati da umidità Inserimento controventi di piano per stanze molto ampie	€ 150'000.00 per ciascuna delle quattro palazzine	4 MESI
PALAZZINA MAGAZZINO 1	Sostituzione copertura esistente inserimento setto c.a. Ripristino muri degradati da umidità Realizzazione cordolo sommitale Irrigidimento del solaio con cappa armata	€ 156'500.00	5 MESI
PALAZZINA MAGAZZINO 2	Sostituzione copertura esistente inserimento setti c.a. o controventi in acciaio Ripristino muri degradati da umidità Realizzazione cordolo sommitale Irrigidimento del solaio con controventi di piano in acciaio	€ 90'000.00	4 MESI
PALAZZINA TRENO	Sostituzione copertura esistente Ripristino muri degradati da umidità Irrigidimento del solaio con controventi di piano in acciaio Inserimento catene metalliche (tiranti) Realizzazione cordolo sommitale Realizzazione cordolo di piano (ciascun piano)	€ 1'150'000.00	12 MESI

Pieve di Soligo, 25.11.2019

Il Progettista
Ing Michele Titton

