

LAVORI: **Consolidamento di fabbricato nel viale Frà Ignazio 34 di Cagliari**
PROPRIETA': **Ex clinica Lay**
OGGETTO: **Report verifica strutturale fabbricato**



In adempimento all'incarico ricevuto in data 23 settembre 2019 dai curatori fallimentari della società Casa di cura Lay S.P.A. dott. Carlo Cappellacci e dott. Marco Rachel, il sottoscritto ingegnere produce la presente relazione tecnica che riporta cause ed effetti delle problematiche strutturali manifestate dal fabbricato in epigrafe nel viale Frà Ignazio 34 di Cagliari e restituisce le possibili soluzioni tecniche di risanamento.

SOPRALLUOGHI

I sopralluoghi sono stati effettuati nelle seguenti date:

- 04 novembre 2019 dalle ore 9:30
- 06 novembre 2019 dalle ore 9:30

In occasione dei sopralluoghi sono state messe in luce, tramite la realizzazione di numerosi assaggi, le porzioni di struttura interessate da movimenti e assestamenti con manifestazione di quadri fessurativi, al fine di verificare la tipologia e lo stato della struttura portante e non.

Sono stati, inoltre, effettuati i rilievi necessari per l'identificazione delle principali grandezze interessate e sono state misurate le lesioni e le deformazioni presenti.

È da precisare che in occasione dei sopralluoghi sono stati riscontrati quadri fessurativi anche importanti, il cui studio è stato condotto senza la possibilità di verificarne l'evoluzione. I tempi ristretti hanno imposto un modello operativo basato principalmente sullo studio geometrico delle lesioni e delle deformazioni, senza la messa a punto di un sistema di riscontro dei movimenti in corso, tramite opportuni sistemi di rilievo e misura.

Va inoltre sottolineato che le indagini e i sopralluoghi, e di conseguenza la presente relazione, si riferiscono alle porzioni evidenziate al sottoscritto ubicate ai piani seminterrato e interrato di detto immobile.





DESCRIZIONE IMMOBILE

Il fabbricato in esame, all'angolo tra via Fra Ignazio e via Palabanda è stato costruito nella prima metà del secolo scorso e successivamente ampliato con diversi interventi successivi.

I fronti della struttura principale risultano realizzati a filo strada e confinati con le vie pubbliche e con altri fabbricati adiacenti.

La prima parte dell'immobile ad essere realizzata è quella che si affaccia alla via Fra Ignazio e alla via Palabanda e rappresenta la parte più consistente del fabbricato.

Costituita da 5 piani fuori terra e un piano seminterrato, è contraddistinta da una struttura portante costituita da murature di grosso spessore del tipo misto (pietra e mattone pieno) e impalcati in laterocemento realizzati in opera.

Per quanto relativo agli ampliamenti è necessario evidenziare alcuni distinguo. L'ampliamento più importante è costituito da un corpo di tre piani fuori terra realizzati in aderenza alla facciata retrostante e la si può distinguere planimetricamente in quanto eseguita, a parte le debite eccezioni di cui si dirà nel proseguo, in calcestruzzo armato del tipo intelaiato con solai in opera. Le fondazioni sono presumibilmente a plinti isolati in C.A. viste le caratteristiche dei terreni e le tecniche costruttive dell'epoca.

Nella edificazione di questa nuova porzione è stato incorporato un muro controterra a gravità, in calcestruzzo non armato, presumibilmente coevo al corpo principale, che doveva svolgere la funzione di contenimento del terreno per la regolarizzazione del naturale declivio della sistemazione esterna. Oggi detto muro risulta interno alla più recente struttura dell'ampliamento.

Altri ampliamenti, probabilmente successivi, ubicati sul lato interno del cortile, sono di più recente realizzazione e finalizzati alla costituzione di ulteriori vani ed elementi di collegamento.

INDAGINI GEOTECNICHE E IDROGEOLOGICHE

Per la stesura della presente relazione non sono state eseguite verifiche geologiche sui terreni di fondazione del fabbricato finalizzati alla conoscenza del sottosuolo ed alla verifica delle condizioni geologiche e geotecniche dei terreni di sedime.

In virtù dell'esperienza personale, di indagini e studi fatti su documenti di letteratura relativi a quest'area, è lecito supporre che la situazione del suolo, e quindi le caratteristiche geologiche, geofisiche ed idrogeologiche studiate e/o riscontrate nelle aree a questa circostante, possono essere, con buona approssimazione e salvo eventuali variazioni di piccola entità, considerate applicabili anche all'area in studio.

La zona è geologicamente caratterizzata da due principali stratificazioni: la prima, di origine presumibilmente antropica, interessa un primo spessore di circa tre/quattro metri dalla quota stradale del viale Frà Ignazio ed è

costituita da terre sciolte con bassissimo grado di addensamento e scarse qualità meccaniche. La seconda, invece, è un basamento roccioso fratturato di buone proprietà geotecniche.

Per le caratteristiche dei terreni e per la presenza di acqua di scorrimento sotterranea proveniente dal naturale declivio della fossa di san Guglielmo, si può presumere anche la formazione di contenute cavità sotterranee a quote differenti anche non particolarmente profonde.

Dallo studio altimetrico dei volumi e dagli assaggi eseguiti in loco, si ipotizza una quota di fondazione del fabbricato principale in muratura portante a circa -4/5,00 m dalla quota altimetrica stradale del viale frà Ignazio e si può pertanto supporre con buona approssimazione che questa appoggi sul suolo roccioso. Anche l'assenza di evidenze di assestamenti strutturali conferma di fatto questa ipotesi di valutazione.

Considerazione simile può essere circoscritta anche per la struttura secondaria intelaiata i cui plinti di fondazione, quelli della porzione più esterna dell'immobile, realizzati sotto al piano del giardino, si trovano mediamente circa a -7/8,00 m dal piano stradale della medesima via.

Diversa configurazione strutturale invece si deve ipotizzare circa le superfetazioni di ultima esecuzione che sono fondate su una quota molto superficiale rispetto alle precedenti e localizzabile, rispetto alle stratificazioni geologiche, sullo strato geologico più superficiale del sedime.

ANALISI SUI MATERIALI

In fase preliminare e di prima indagine diagnostica non è stato ritenuto indispensabile e/o opportuno prevedere indagini e prove di laboratorio sui materiali costituenti.

Per quanto riguarda i terreni di fondazione, le informazioni disponibili sono quelle tratte dalla letteratura tecnica e da precedenti indagini eseguite in aree limitrofe.

Durante la successiva fase di progettazione esecutiva dell'intervento di consolidamento si procederà, qualora necessario a parere del progettista incaricato, nell'ulteriore fase di recupero dei dati fisici dei materiali.

QUADRI FESSURATIVI RISCONTRATI

Le porzioni che manifestano lesioni e fessurazioni importanti sono principalmente quelle di ultima realizzazione definibili quali superfetazioni di ultima esecuzione, ma fessurazioni di entità inferiore sono riscontrabili sulle superfici di contatto tra la struttura originaria e i pilastri in aderenza del primo ampliamento interno (vedi schema 1 allegato - cronologia edificazioni). La porzione di plesso di prima realizzazione non manifesta assestamenti e/o lesioni degne di nota.

- **Corridoio posteriore 1 – quota piano seminterrato**



FOTO 1 – L4

Entrando nell'immobile principale dall'ingresso al piano terra su via Palabanda, una prima importante lesione viene riscontrata sulla parete di separazione tra i corridoio 1 e 2 (vedi schema 2 allegato - foto 1). Questa si sviluppa lungo tutta la muratura sulla superficie di



FOTO 2 – L4 – L5

contatto tra il solaio e la muratura stessa manifestando un completo distacco tra i due manufatti. La lesione **L4 -L5** (foto 1 - 2) parte dall'angolo in alto in aderenza all'infisso di ingresso con andamento capillare (foto 1), ma progredisce sino a creare un ampio distacco dall'estradosso della parete. Questo ha un andamento continuo lungo tutta la linea a partire quasi dalla porta d'ingresso sino alla parete d'angolo registrando, nel suo sviluppo, un'apertura fino a 20 mm. circa con un successivo leggero regresso nella parte discendente. Essa si sviluppa posteriormente ad una canale in pvc di impianto elettrico per cui è difficilmente visualizzabile in un'immagine chiara.



FOTO 3 – L4 – L5 - L 6

Stesso quadro fessurativo lo si riscontra sull'altro lato del medesimo paramento nel corridoio 2 (foto 3).

- **Corridoio 2 - lesioni L7 – L8 – L9**

Nel corridoio 2 incontriamo diverse lesioni del tipo capillare o di primo distacco ad andamento verticale **L8** (foto 4) e inclinato **L7** (foto 5).



FOTO 4 – L8

La prima (**L8**) scorre verticalmente lungo la superficie di contatto tra il pilastro in c.a. e la superficie della muratura portante in pietra, mentre la seconda (**L7**) ha un andamento a 45° sulla porzione inferiore di una



FOTO 5 – L7

muratura non portante che costituisce una tramezzatura di partizione.

In questa porzione di fabbricato (vedere schema 2 allegato) si riscontra l'adesione tra la struttura principale in muratura portante di prima realizzazione, e la struttura intelaiata relativa al primo ampliamento realizzato e circoscritto da una linea tratteggiata azzurra nello schema. La lesione **L8** costituisce la visualizzazione della disuniformità tra le due tipologie strutturali. Questa conformazione, ad andamento verticale con apertura inferiore al mm., è visibile lungo lo sviluppo dei pilastri e riscontrabile in altri punti (cfr. schema 2 - L9 – L10) e costituisce sempre un problema di medesima configurazione e

formazione. Si può anticipare che non presenta elementi di pericolosità di alcuna natura. La lesione **L7** invece è riconducibile sul piano tipologico alle lesioni del precedente paragrafo di cui si parlerà più nel dettaglio nel proseguo della presente relazione.

Va segnalato come la presenza del rivestimento sulle pareti renda meno chiaro il quadro fessurativo. È necessario altresì evidenziare che buona parte dei vani visionati sono contraddistinte da ampie superfici di controsoffittatura che sarebbe stato preferibile rimuovere al fine di porre sotto verifica anche la totalità di superfici di intradosso dei solai di copertura di questi spazi. In questa sede, a causa dell'alto costo della rimozione, si è preferito limitare l'indagine alle porzioni già in evidenza.



FOTO 6 – L11

- **Piano interrato – Muro controterra – Lesioni L11 e L12**

Al piano interrato, come sopra anticipato, si trova un muro controterra a gravità in calcestruzzo non armato.



FOTO 7 - L11
ARMATURA FONDAZIONE MURO

Questo manufatto è coevo alla prima struttura in muratura portante per conformazione e caratteristiche tecnico-costruttive. Potrebbe trattarsi di un vecchio contenimento del dislivello pregresso esistente tra le quote della via di accesso e il retrostante giardino dove oggi ora trova ubicazione il nuovo corpo di tre piani. Esso è stato incorporato nella nuova volumetria per semplificazione esecutiva e al fine di generare economie di realizzazione. Dal punto di vista planimetrico esso coincide in pianta con la linea di pilastri che si sviluppa in posizione antistante all'ascensore (vedere schema 2) per cui questi, i pilastri, scaricano i loro carichi sulla porzione sommitale dello stesso. Il muro in questione non appare armato sul paramento verticale, ma solo sul suo piede con dei ferri del tipo liscio che rinforzano la suola di valle (foto 7).

Presenta alcune lesioni capillari di primo distacco di non facile visualizzazione dalle immagini anche per la presenza del rivestimento, con andamento misto verticale e leggermente inclinato che riverberano anche sulle tramezzature adiacenti.

- **Ingresso posteriore e cortile interno – L1 – L2 – L3**



FOTO 8 – CORTILE INTERNO – L1

Accedendo al plesso dall'ingresso della via Palabanda si raggiunge un piccolo cortile interno dove trovano ubicazione alcuni volumi di recente realizzazione.

Un primo è subito visibile dal sottopassaggio ed è adiacente al laterale accesso al corridoio 1 (foto 8).

Questo è caratterizzato da importanti

lesioni ad andamento frastagliato. Il manufatto è costituito da una muratura portante di limitato spessore realizzata in laterizio leggero. La zoccolatura inferiore, anch'essa in laterizio, ma di spessore leggermente superiore, non è dotata di una adeguata fondazione.



FOTO 9
INGRESSO POSTERIORE



FOTO 11 – INTERNO SERVIZI – L2

FOTO 10 - L2

Sul lato sinistro per chi osserva l'immagine c'è l'ingresso posteriore del fabbricato (foto 9). E' caratterizzato da alcuni volumi anch'essi di ultima realizzazione (foto 8 e 9) (vedi schema 03). Questi volumi sono stati inseriti in modo disomogeneo dal punto di vista strutturale e sono



contraddistinti da pessima qualità realizzativa. Sono inoltre caratterizzati da numerose lesioni a completo distacco anche di una certa importanza, visibili nel primo vano su entrambi i lati dell'ingresso, e assumono ulteriore importanza sulle tramezzature interne del blocco servizi sul lato destro. Si sviluppano con un andamento misto sia orizzontale (L2 servizi) che inclinato (L3 - ingresso) e possiedono un'entità anche di una certa importanza con aperture di parecchi millimetri.

La foto 10 visualizza il lato esterno del corpo bagni sul lato destro di chi accede al vano dall'esterno, mentre l'immagine 11 inquadra la medesima lesione L2 sul lato interno del corpo bagni (vedi schema 3). L'ultima immagine, la 12, mostra la lesione L3 visibile nel locale di ingresso posteriore.

Foto 12 – L3

DIAGNOSTICA DEL FABBRICATO

Per comprendere la genesi dei movimenti in atto si è partiti dall'analisi della struttura principale del fabbricato, dalle sue caratteristiche morfologiche e dal collegamento di questa alla struttura secondaria intelaiata, costituita da travi e pilastri.

Come accennato nel paragrafo "descrizione dell'immobile", la struttura originaria, ovvero la prima ad essere stata realizzata, presenta una muratura portante costituita con uno spessore che raggiunge i 70 cm in mattoni pieni. Gli orizzontamenti sono gettati in opera con travetti prefabbricati in laterizio. Si ritiene che l'edificazione risalga al periodo tra le due guerre verosimilmente verso la fine degli anni '30 o i primi anni '40. La datazione è stata inquadrata sulla base delle caratteristiche costruttive, ma non si è approfondito il tema perché ininfluente ai fini della presente relazione. Questa parte del plesso, essendo fondato sul banco di roccia, non evidenzia alcuna manifestazione di problematiche statiche, ma esclusivamente ammaloramenti da vetustà.

Fessurazioni sulle linee di prima pilastrata

Una seconda porzione (vedere tavola identificazione interventi – schema 1) costituisce un intervento di ampliamento realizzato presumibilmente negli anni settanta e possiede, come detto, una struttura intelaiata. E' stata edificata in perfetta aderenza con l'esistente per cui i pilastri risultano adesi alla muratura senza l'interposizione di un adeguato giunto strutturale. Questo spiega la formazione di diverse lesioni che non sono la manifestazione di cedimenti o deformazioni, ma semplicemente la conseguenza dei normali micromovimenti derivanti dalla normale



FOTO 13

dilatazione termica dei fabbricati. A questa tipologia possono essere ricondotte le fessurazioni verticali riscontrabili al piano seminterrato in coincidenza dei pilastri quali ad esempio le lesioni **L8 – L9 – L10**. Nella foto 4 si nota sulla destra il pilastro del corpo aggiunto e sulla sinistra la muratura portante originale. La problematica si riscontra anche nell'esterno (foto 13) nel quale si palesa una linea fessurativa abbastanza omogenea nella sua verticalità in perfetta coincidenza della superficie di appoggio della nuova struttura, più bassa, alla precedentemente realizzata, più alta. Questo genere di fessurazioni non rivela alcun elemento di pericolo e non possono essere rimosse rappresentando la conseguenza di movimenti normali e fisiologici nelle costruzioni. Se necessario possono essere mascherate con sistemi semplici e di differente natura.

Lesioni sul muro controterra al piano interrato

Dall'analisi dimensionale della struttura dell'ampliamento e dalla ricostruzione in pianta del posizionamento degli elementi pilastro, è possibile identificare lo schema progettuale originario dell'intervento. Si deve notare che la seconda linea di pilastri (vedi schema n.2 allegato) grava sul muro controterra. Se si può considerare corretta l'ipotesi qui formulata circa la precedente realizzazione del muro rispetto al primo ampliamento, ne consegue che anche questo elemento sia considerabile elemento di criticità. Infatti il muro non fu realizzato per sostenere i carichi della nuova struttura, ma esclusivamente al fine del contenimento del terreno e questo sarebbe corroborato dalla mancanza di opportuna armatura interna. Un muro non armato non rappresenta tecnicamente una soluzione strutturalmente accettabile per poter sostenere i carichi sovrapposti. Ne consegue che non sorprende che questo manufatto tenda ad una naturale deformazione con conseguente formazione di microlesioni. Allo stato delle cose, comunque, non si identificano elementi di pericolosità e/o alterazioni che possano inquadrare pericoli o assestamenti di rilievo.

Lesioni sui corpi aggiunti del terzo ampliamento - piano interrato

Dall'analisi dello schema 1 allegato alla presente relazione si può identificare un certo numero di volumi che costituiscono elementi strutturalmente incongrui col tessuto originario e con l'organico complessivo del plesso. Le porzioni, che ricadono nelle identificazioni retinate in verde e contraddistinte dal n.3 nello schema 1, individuano una serie di annessioni volumetriche finalizzate, con buona probabilità, alla soluzione di necessità di spazi per il modificarsi delle attività o miglioramenti logistici. Questi volumi sono caratterizzati da una qualità esecutiva non correttamente risolta visto che sono stati realizzati con l'evidente obiettivo del massimo risparmio. Essi sono costituiti da murature portanti di materiale improprio sotto l'aspetto strutturale, e caratterizzati dalla mancanza di adeguate fondazioni. In sostanza le murature sono state appoggiate su elementi di fondazione sottodimensionati su terreni di scarsissime caratteristiche meccaniche. Si ritiene che questi volumi abbiano presentato cedimenti in tempi molto contenuti dalla loro realizzazione. Poiché la zona, come sopra accennato, è caratterizzata da scorrimenti di acqua sotterranea anche piuttosto superficiali, nel tempo la capacità portante del suolo si è ulteriormente

ridotta creando condizioni favorevoli ai cedimenti che oggi si riscontrano.

Cedimenti muratura corridoi piano seminterrato

Al fine di avere un riscontro all'analisi, sono stati eseguiti diversi assaggi sulle fondazioni delle murature. Le lesioni **L4, L5 ed L6** si aprono su un



FOTO 14 – A1 - lato corridoio 2



Foto 15 – L7 - A1 - corridoio 2

tramezzo sul quale insiste il solaio di copertura. Questo è stato ispezionato per verificare sia il tipo di materiale costituente, sia le caratteristiche della fondazione sulla quale insiste. Sono stati dunque eseguiti degli assaggi visibili nella foto 14 dalla quale si evince sia la natura del materiale costituente (laterizio leggero di basso spessore) sia la mancanza di una adeguata fondazione. E' stato realizzato su un massetto armato appoggiato sul vespaio. Questa soluzione non presenterebbe particolari errori tecnici, non avendo, in questo singolo caso, la muratura una natura "portante", ed il suo cedimento è da mettere in connessione con la natura del terreno sul quale poggia che è poco addensato e soggetto a contrazione per l'umidità presente e per sottodilavamento.

Problematica simile si riscontra nella lesione **L7** (foto 15) sulla quale gli assaggi hanno messo in luce una muratura in blocchetti di cemento, realizzata successivamente rispetto alle murature originali, che appoggia anch'essa sul massetto armato realizzato sul vespaio. Come sopra, detta soluzione non dovrebbe presentare problematiche particolari in un sistema stabile. La lesione invece evidenzia una linea a 45° che indica chiaramente uno spostamento verso il basso della sola porzione inferiore mantenendo integra la superiore del manufatto. La conformazione è propria dell'abbassamento dell'elemento fondante che è relazionabile esclusivamente ad una diminuzione della capacità portante del piano del suolo di fondazione.

Cedimenti muratura zona ingresso posteriore

Stessa logica può essere inquadrata per tutte le lesioni riscontrate (**L1 – L2 – L3**) sullo stesso piano nell'ingresso posteriore (foto 8 – 9 – 10 – 11 – 12). Pur non essendo stati eseguiti specifici assaggi a livello fondale su tutte le fondazioni dei manufatti, principalmente al fine del contenimento dei costi di assistenza, tutti gli elementi strutturali e le informazioni assumibili confermano efficacemente che anche queste lesioni sono riconducibili alle origini evidenziate ai paragrafi precedente, ovvero alla mancanza di adeguate fondazioni e al cedimento dei terreni di fondazione. Unica differenza riscontrabile rispetto alle precedenti analizzate è che buona parte di queste murature svolgono una funzione portante. Quanto detto risulta dai seguenti dati assunti:

- la natura inadeguata di tutti gli elementi strutturali delle porzioni relative agli ampliamenti di ultima fase conferma che dette murature non possono avere fondazioni profonde e dunque la quota di appoggio è sul piano dei terreni di scarsa portanza;
- La natura, l'inclinazione, l'entità e la posizione delle lesioni riscontrate su detti ampliamenti non trovano alcun riscontro sui volumi originali e sul primo ampliamento;
- La chiara evidenza dei numerosi ripristini effettuati nel tempo sulle murature confermano che dette problematiche sono emerse abbastanza presto dopo la realizzazione;
- L'ovvia considerazione che la leggerezza dei manufatti sia relazionabile anche con la necessità anche di contenere i costi di fondazione su terreni di scarsa qualità.

Ulteriori riscontri

Alcune porzioni del primo ampliamento (in blu al numero 2 nello schema 01) sono di difficile datazione. Soprattutto i volumi più vicini al viale frà Ignazio potrebbero essere più inquadrabili come *ampliamenti successivi* che come *primo ampliamento*, sia per la natura disordinata dei volumi che per la presenza, seppur in entità



assai contenuta, di alcune problematiche di tipologia simile a quanto riscontrato proprio nelle superfetazioni (in verde al numero 3 nello schema 01) per le quali si riportano alcune immagini a titolo di esempio (foto 16 – 17).



COSTI DI RIPRISTINO

Per quanto alle fessurazioni sui giunti tra la struttura originale e il primo ampliamento, essendo queste di tipo fisiologico, non si possono conteggiare costi di ripristino. Possono essere messe in opera soluzioni di mascheramento degli effetti delle discontinuità strutturali delle quali in questa sede appare inutile parlare. L'utilizzatore del plesso potrà scegliere quali tecniche riterrà più opportune per le nuove attività da insediare.

Per quanto alle lesioni riscontrate al piano interrato riscontrabili sul muro in calcestruzzo e sulle tramezzature adiacenti, sarà opportuno che la proprietà, di concerto con un tecnico strutturista, esegua una verifica locale delle condizioni del manufatto e delle specifiche tecniche utilizzate per la realizzazione del primo ampliamento per verificare se queste siano conformi alla norma antisismica e/o se presentino carenze di dettaglio sulle quali sia preferibile intervenire. Questa verifica non può essere oggetto della presente relazione perché trattasi di incarico altro.

Foto 17

Si può raggiungere una stima della messa in pristino delle restanti lesioni riscontrabili sulle murature degli ultimi ampliamenti (in verde sulla scheda 1 allegata) solo di larga massima. A parere dello scrivente le soluzioni possono essere inquadrare in due modi: si può prevedere la sostituzione integrale delle volumetrie che difettano o, in alternativa, la riparazione e consolidamento.

La prima soluzione è sicuramente preferibile sotto l'aspetto qualitativo perché il risultato sarebbe un manufatto che più difficilmente potrà avere difetti, mentre, nella seconda ipotesi, la possibilità di errori e sottostime è più concreta.

La scelta in ogni caso sarà inquadrata all'interno delle ipotesi progettuali di adeguamento alle nuove necessità architettoniche finalizzate alle nuove attività da insediare nel plesso.

Al fine di restituire un inquadramento del costo dell'ipotetico consolidamento e/o della sostituzione si formula nel proseguo uno schema di indirizzo che deve essere considerato con fini orientativi.

La volumetria in argomento è di circa 500 mc., ma di questi si devono considerare volumi effettivamente compromessi circa un terzo. Considerando il costo di demolizione e ricostruzione pari orientativamente a 35€/mc (demolizione) + 50€ (conferimenti a discarica) + 150€/mc (ricostruzione) = 235 €/mc, ne deriva dunque un valore di ricostruzione orientativamente inquadrabile in 40.000€, naturalmente tenendo nel debito conto le condizioni generali manutentive degli spazi nella situazione attuale e dunque considerando la ricostruzione al rustico. Si precisa che i valori sarebbero differenti nel caso di riporto al nuovo, ma si è voluto equilibrare la stima con gli aspetti qualitativi dei manufatti in essere, prescindendo dunque dai costi di ristrutturazione che comunque dovrebbero essere messi in conto da chiunque acquisisca il plesso.

Il rinforzo strutturale dell'esistente è più complicato da definire, anche di larga massima, tramite parametri specifici per cui deve essere inquadrato attenendosi principalmente all'esperienza di chi scrive. Sulla base di lavori simili per

qualità, si ritiene che detto valore sia orientativamente inquadrabile in 150-170€/mc. e dunque leggermente inferiore al precedentemente calcolato e orientativamente quantificabile in una cifra che si avvicina a 30.000€. Anche in questo conteggio non sono stati computati i costi di ripristino delle finiture e impianti che comunque sarebbero da mettere in conto in ogni caso.

È necessario sottolineare che dette stime sono da considerare orientative perché per poter restituire dei valori con contenuti margini di errore è necessaria una progettazione preliminare che definisca contenuti tecnici con maggiore approfondimento delle tematiche.

Per quanto riguarda i difetti rilevati al paragrafo "ulteriori riscontri" si ritiene, vista la natura assai contenuta delle problematiche, di poter trascurare i costi di consolidamento poiché ininfluenti rispetto al valore della ristrutturazione necessaria per la messa in pristino del plesso.

CONCLUSIONI

Al termine della fase di iniziale diagnosi strutturale del fabbricato si possono trarre le seguenti conclusioni:

- il fabbricato è caratterizzato da una struttura eterogenea risultato di ampliamenti successivi non coerenti sotto l'aspetto strutturale. Gli ultimi risultano anche caratterizzati da scarsa qualità progettuale ed esecutiva;
- esistono diversi stati deformativi in atto che non possono essere considerati conclusi, alcuni dei quali di origine fisiologica per strutture di questa tipologia, altri che denotano difetti e/o problematiche strutturali in essere;
- le problematiche strutturali sono certamente aggravate da infiltrazioni di acque meteoriche provenienti sia dalla pavimentazione esterna, che da scorrimenti sotterranei accertati nella geografia della zona che possono aver generato una diminuzione della capacità portante dei terreni di sedime;
- le problematiche riscontrate sono essenzialmente riconducibili alle seguenti tipologie:
 - problematiche legate all'esistenza di un giunto strutturale tra la struttura di prima realizzazione e il primo ampliamento che definiscono fessurazioni sulle superfici di adesione tra muratura portante originale e struttura in calcestruzzo armato di successiva esecuzione;
 - problematiche legate alla scarsa qualità realizzativa degli ultimi ampliamenti che sono stati fondati su terreni di scarsissima portanza e che sono stati caratterizzati nel tempo da cedimenti differenziati a livello fondale con conseguente apertura sulle murature di lesioni ad inclinazione variabile;

IPOTESI DI INTERVENTO DI CONSOLIDAMENTO STATICO

Di seguito si forniscono alcune indicazioni preliminari mirate alla soluzione delle problematiche riscontrate, ma solo la successiva fase di progettazione esecutiva potrà condurre alla più corretta modalità esecutiva, soprattutto dopo gli opportuni calcoli numerici e verifiche che potranno modificare, anche nella sostanza, quanto di seguito esposto.

- Ampliamento delle fondazioni con cordoli in cemento armato

Viene realizzato quando, come in questo caso, la base della fondazione esistente trasmette al terreno delle tensioni superiori a quelle da questo sostenibili.

L'intervento consiste nell'aumentare la superficie di contatto tra fondazioni e terreno, inserendo elementi in cemento armato collaboranti con le fondazioni esistenti, tali da diminuire le pressioni sui terreni e conseguentemente fermare i fenomeni di assestamento.

Questa soluzione potrà essere presa in considerazione solo dopo un'attenta valutazione, in sede di progettazione esecutiva, delle caratteristiche di stabilità dei terreni sui quali si intende fondare, in collaborazione con il geologo incaricato.



- **Iniezioni di malte consolidanti**

Lo scrivente ritiene che la soluzione dell'intervento indiretto, ovvero l'utilizzo di iniezioni di malte consolidanti finalizzate al miglioramento delle caratteristiche meccaniche del terreno, benché ipoteticamente realizzabile, non sia la soluzione migliore nella fattispecie in studio, anche se effettivamente percorribile. Questa tecnica è utilizzabile preferibilmente in terreni ad alta matrice sabbiosa, mentre nel caso in specie la componente sabbiosa sembrerebbe eccessivamente limitata e il riporto appare troppo eterogeneo.

Essa consiste nell'iniettare resine ad alta pressione nei terreni di fondazione che presentano carenza di portanza. Detto sistema nei terreni a scarsa matrice sabbiosa presenta il difetto di avere una non uniforme distribuzione della resina nel sottosuolo con la conseguenza, in prima battuta, che la tecnica potrebbe non risolvere la problematica, e, in secondo luogo, che i terreni medesimi potrebbero risultare compromessi circa lo studio delle ulteriori soluzioni tecniche da porre in essere in alternativa. Inoltre, se si rivelasse realistica l'ipotesi di presenza di acqua di scorrimento, le infiltrazioni, avendo matrici impermeabili, potrebbero assoggettare i flussi sotterranei a pericolose deviazioni di percorso con il conseguente spostamento della problematica in altre aree.

- **Inserimento di micropali**

La tecnica di consolidamento tramite micropali in acciaio è una metodologia molto affidabile per trasferire il carico in profondità fino a terreni molto stabili. Consiste nell'inserire dei tubi in acciaio sul terreno fino alla quota del terreno di buona qualità bloccando i cedimenti del fabbricato. Questa tecnica viene usata anche in sistema misto creando nuove fondazioni e connettendo la testa dei pali alle fondazioni superficiali.

CONCLUSIONI

Chi scrive ritiene importante aggiungere in conclusione che quanto oggetto della presente relazione non presenta elementi che possano presagire pericolo nell'immediato. È tuttavia necessario monitorare con una certa accuratezza i luoghi e le deformazioni tutte con una frequenza di qualche mese al fine di verificare l'eventuale evoluzione delle problematiche.

Cagliari, 20 gennaio 2020

Ing. Guido Faggioli


