
IL RECUPERO DEL TORRIONE DI CASSINA DE'PECCHI: DALLA DIAGNOSTICA ALL'INTERVENTO DI RESTAURO

RECOVERY OF THE "TORRIONE" IN CASSINA DE'PECCHI (MI): FROM DIAGNOSIS TO RESTORATION

L. JURINA,
POLIMI, ABC

V. E. MOGICATO
ARCHITETTO LIBERO PROFESSIONISTA, MONZA

The Cascina Casale's Tower, located in Cassina de' Pecchi near Milan, is a typical example of rural architecture that, once its function related to agriculture had no longer reason to exist, experienced abandonment and damages. The restoration project was calibrated on the basis of the advanced degradation state, concerning in particular the materials and the structural weaknesses. The cover absence contributed to accelerate the degrading process by atmospheric agents which, in the course of decades, have seriously weakened the existing structures. In addition, to guarantee the safety for the new public opening, an integrated project of restoration, consolidation and general enhancement, has been developed. The multidisciplinary approach adopted during both the planning and the execution of the works has protected the existing matter, making appropriate use of contemporary interiors. The technological solutions have been chosen on the basis of the conservation instances but with particular attention to security and flexibility issues.

Il territorio cassinese, situato alla periferia orientale di Milano, ha origini prevalentemente rurali, testimoniate dalla presenza di numerose cascine che, nel corso degli anni sono state in parte inglobate nell'abitato ed in parte andate distrutte. Proprio una di queste cascine, la Cascina Casale, è stata oggetto di un consistente intervento distruttivo di cosiddetta riqualificazione edilizia, lasciando come testimonianza storica dell'esistente solo un vecchio e degradato edificio, denominato *Torrione*. L'amministrazione comunale ha voluto farsi carico di questa testimonianza storica e intraprendere un percorso di messa in sicurezza prima, e di restauro poi, che ne ha permesso la sopravvivenza e la conservazione. Benché lo stato di conservazione fosse veramente precario, tale da ipotizzarne l'abbattimento, la volontà di trasmettere questo oggetto, simbolo superstite dell'identità e della storia di Cassina de'Pecchi, ha prevalso su altri interessi. L'edificio ha una conformazione molto semplice, a base rettangolare e con una altezza pari circa al lato maggiore, tale da conferirgli una geometria piuttosto tozza. Il rigore volumetrico e dei prospetti, con aperture simmetriche sui lati maggiori, si rispecchia nella conformazione dello spazio interno, privo di tramezze e ripartito verticalmente da due solai lignei, conservati solo parzialmente. L'orditura lignea principale era caratterizzata da un diffuso degrado biologico, i travetti secondari erano conservati solo a primo piano, mentre dell'assito rimanevano solo alcune tavole [Figura 1].

Questo precario stato di conservazione è imputabile primariamente al crollo della copertura, avvenuto attorno al 1995, che ha lasciato agli agenti atmosferici la possibilità

di deteriorare ancor di più il materiale, già segnato dal tempo e dall'abbandono. Il degrado era esteso anche alle murature, realizzate in parte con laterizio a tessitura regolare e in parte con l'inclusione di ricorsi in ciottoli di fiume.

Le pareti si presentavano con molte lacune, i giunti di malta degradati, la vegetazione infestante su gran parte del prospetto settentrionale e preoccupanti fessure passanti, con ampiezza di alcuni centimetri, che denotavano una preoccupante situazione statica.

Ciò che teneva ancora uniti i muri perimetrali erano le travi lignee, dotate di bolzoni in ferro e capochiave esterni in corrispondenza dell'incastro, che si opponevano al ribaltamento delle quattro pareti

A partire dal 2007 è stata approfondita la conoscenza dell'edificio, con il rilievo della geometria e del quadro fessurativo, la mappatura del degrado e l'analisi storica, accompagnata da una campagna diagnostica sui materiali e un monitoraggio strutturale.

Le indagini diagnostiche sulla muratura erano volte a definire lo stato di sollecitazione e le caratteristiche meccaniche. Sono state quindi eseguite prove con martinetti piatti singoli e doppi in corrispondenza delle due tipologie di muratura presenti. Le caratteristiche di deformabilità si presentavano molto scadenti nella porzione realizzata con inserimenti di ciottoli di fiume. In effetti esse richiedono, di norma, una maggiore quantità di malta, contribuendo ad abbassare la resistenza complessiva della muratura. Nonostante ciò lo stato tensionale a compressione risultava piuttosto basso tale da poter essere considerato in sicurezza: questa condizione era dovuta alla assenza di sovraccarichi esterni oltre al peso proprio.

In parallelo sono state condotte indagini sui legni per definire le caratteristiche tipologiche e materiche, e valutare lo stato di conservazione delle strutture e la loro ri-utilizzabilità.

I fenomeni di degrado erano presenti sottoforma di macchie, muffe, funghi e patine vegetali. Su tutte le travi era possibile rilevare una marcescenza diffusa all'estradosso; inaspettatamente tuttavia le analisi condotte hanno dimostrato che lo stato di degrado delle travi interessava la sola parte superficiale (2-3 cm), mentre all'interno presentavano ancora una buona resistenza. Ci si è indirizzati quindi verso la loro conservazione.

Nel 2008 è stato realizzato un primo intervento di messa in sicurezza, per scongiurare un pericolo di crollo repentino. L'obiettivo era quello di stabilizzare la torre per un periodo sufficientemente lungo da poter redigere il progetto di recupero e reperire i finanziamenti per l'intervento, con un sistema che fosse di semplice installazione e a costi molto contenuti. La soluzione doveva essere di tipo "attivo" ovvero capace di agire sin da subito, senza attendere ulteriori deformazioni della scatola muraria. Sono stati pertanto impiegati due anelli di cerchiatura realizzati con trefoli di acciaio zincato che, opportunamente messi in tensione da tenditori, fornivano una azione di confinamento delle quattro pareti. Per distribuire l'effetto della cerchiatura all'intero perimetro sono state inserite delle piastre metalliche con una sagoma "a piramide" lungo il perimetro e piastre angolari sugli spigoli.

I due anelli realizzati in cavo sono stati collocati alla quota dei due solai lignei, così da trovare un contrasto interno per impedire l'implosione dell'intero edificio [Figura 2].

Il progetto di restauro e consolidamento ha avuto come obiettivo primario la conservazione materica di quanto era rimasto in opera, integrando con quanto necessario per poter riutilizzare l'edificio.

La nuova funzione pensata per il Torrione è legata all'utilizzo pubblico, così da lasciare a tutti i cittadini la possibilità di visitare questo luogo di identità storica.

Le fasi progettuali, concluse nel 2012, sono state dirette e coordinate dagli scriventi ing. Lorenzo Jurina, progettista delle opere strutturali, coadiuvato per gli aspetti architettonici dall'arch. Valentina E. Mogenicato e per quelli impiantistici dall'ing. Aldo Colombo.

Il coordinamento della multidisciplinarietà sin dalle fasi iniziali ha permesso di redigere un progetto basato sui principi della conservazione integrata, ponendo particolare attenzione agli aspetti della manutenzione programmata.

Il progetto ha conservato la divisione volumetrica interna in tre spazi separati sovrapposti, ciascuno con una potenziale autonomia, lasciando all'amministrazione la possibilità di usarlo con attività differenti le une dalle altre quali mostre, conferenze, proiezioni, rinfreschi, etc..

Il primo livello, destinato prevalentemente a funzioni di accoglienza, è caratterizzato da due accessi contrapposti, raccordati alla quota del terreno con una nuova scalinata e con una rampa. Questo ambiente è considerato prevalentemente come un luogo di passaggio e di servizio, in cui sono presenti i bagni e il locale tecnico impianti. I piani primo e secondo sono due sale completamente libere che occupano l'intera superficie, senza tramezzature interne e senza arredi fissi, lasciando all'utilizzatore la possibilità di creare installazioni di volta in volta differenti, in base alle necessità d'uso.

La flessibilità d'uso è uno degli obiettivi principali richiesti dalla committenza, a cui il progetto ha risposto coniugando i vari aspetti distributivi, funzionali, impiantistici e strutturali.

I collegamenti verticali all'interno sono assicurati da un ascensore e da una nuova scala. La scala è realizzata in acciaio e legno e risulta a vista dalle tre sale, in quanto è separata da esse per mezzo di una vetrata. L'artificio del vetro permette infatti di separare gli ambienti ai diversi livelli, ma allo stesso tempo lascia all'utente la possibilità di percepire l'interezza volumetrica dello spazio [Figura 5].

Il cantiere, iniziato nei primi mesi del 2013, doveva da subito affrontare il tema delle murature degradate e fessurate. I primi interventi hanno riguardato la cucitura delle lesioni più gravi, con limitati interventi di scuci-cuci per le porzioni più degradate, inserendo di tanto in tanto alcune esili barre di acciaio inox per collegare la parte esistente a quella nuova. Sono seguite le sigillature delle fessure minori e la stilatura dei giunti, per poi eseguire alcune iniezioni consolidanti a bassa pressione, così da migliorare le caratteristiche meccaniche della muratura e riempire i molti vuoti dovuti al dilavamento delle malte.

Successivamente sono stati realizzati alcuni tiranti a sostituzione delle cerchiature esterne provvisorie. I nuovi tiranti rimangono a vista all'interno dell'ambiente e sono collocati all'intradosso dei due solai lignei; realizzati in barre di acciaio lisce filettate alle sole estremità dove si congiungono ai tenditori e alle piastre esterne di forma ellittica. Un terzo livello di cerchiatura è presente a livello del tetto, integrato nel nuovo sistema di copertura. La nuova chiusura ha una duplice ispirazione: riprendere la struttura a falde come quella preesistente, ma al contempo non creare delle sporgenze di gronda per lasciar leggere il solo sviluppo verticale delle facciate, come richiesto dalla competente Soprintendenza.

La soluzione messa in opera coniuga le due istanze, creando una copertura a due falde confinata all'interno delle murature e con una linea di colmo corrispondente alla linea sommitale delle pareti che risulta praticamente non visibile dall'esterno.

La struttura segue il principio della capriata. I due falsi puntoni si appoggiano alle murature mediante un profilo metallico a "L"; le due falde di travicelli si affiancano e si incrociano in sommità, diventando la linea di colmo. Nel vertice del colmo è presente un perno che

collega i puntoni. La catena lignea delle capriate tradizionali è qui sostituita da trefoli in acciaio inox, vincolati al profilo metallico angolare; la leggera tesatura dei trefoli permette di assorbire le spinte orizzontali generate dai puntoni [Figura 3]. Anche i profili metallici a "L" divengono un elemento di cerchiatura e contenimento. Infatti in corrispondenza delle due estremità di ciascun profilo sono stati saldati spezzoni di barra filettati, che entrano nella muratura e terminano all'esterno, con un capo chiave e con la possibilità quindi di essere tesati.

La copertura è stata completata da un tavolato in legno su cui è posato il pacchetto tecnologico costituito da barriera al vapore, isolamento termico, strato impermeabile e manto in coppi. Le falde sono interrotte da lucernari fissi, che si inseriscono tra due travetti attigui, e incrementano notevolmente l'illuminazione naturale del piano. È stata inoltre predisposta una botola di accesso al tetto, per garantire una semplice manutenzione.

Per quanto riguarda gli orizzontamenti, la campagna diagnostica del 2007 aveva rivelato delle sufficienti caratteristiche meccaniche residue delle travi principali; si è quindi scelto di mantenere in essere ciò che poteva avere nuovamente una funzione strutturale. A supporto di questa scelta, nelle prime fasi del cantiere sono state eseguite ulteriori indagini resistografiche per mettere in evidenza eventuali peggioramenti delle caratteristiche dei legni dovute alla prolungata esposizione agli agenti atmosferici. Le nuove analisi hanno confermato i risultati delle precedenti, mostrando travi molto degradate in superficie, ma ancora in buono stato di conservazione all'interno. Sono quindi state eseguite delle asportazioni corticali sulle travi, rimuovendo tutte le marcescenze presenti. Le travi originarie presentavano una sovrabbondante sezione e ciò ha permesso di ottenere una sezione residua adeguata alla funzione strutturale.

L'orditura secondaria è stata del tutto sostituita con nuovi travetti in legno e uno strato di assito, mutuamente collegati. A completamento è stato realizzato un getto in cls alleggerito, armato con rete in acciaio, il quale è stato reso collaborante con i travetti. La funzione pubblica prevista per il Torrione ha richiesto una portata di 4KN/mq (come da normativa), requisito che un tradizionale solaio ligneo farebbe fatica a soddisfare. Per tale ragione è stato utilizzato un particolare sistema di consolidamento che permette di collegare la trave lignea con la cappa estradosale, realizzando una sezione mista. All'estradosso del tavolato ligneo, in corrispondenza di ciascuna trave, sono stati posati due profili a L (40x80x6mm), appoggiati sul lato maggiore, e collegati alla trave sottostante con barre lisce di acciaio Ø16mm filettate alle estremità, disposte a 45° che vengono saldate all'estremità alta al profilo metallico, e all'estremità basse inghisate nel legno con resina epossidica [Figura 4]. Ciò trasforma la trave in legno in una trave reticolare, in cui le tensioni si distribuiscono in modo da sollecitare a compressione i profili d'acciaio e la cappa in cls alleggerito, e a trazione le travi in legno.

I benefici di tale sistema sono confermati anche dall'analisi condotta con la modellazione numerica ad elementi finiti, simulando due sistemi di consolidamento soggetti ad un medesimo carico: il primo modello (A) utilizza connettori verticali, ortogonali alla trave e alla soletta; il secondo modello (B) prevede connettori diagonali incrociati. La verifica è stata condotta confrontando i risultati in termini di deformazione (freccia massima del solaio) e di sforzo interno nei connettori.

Analizzando i dati riportati in Tabella 1 si può notare che il modello con connettori inclinati (Modello B) porta ad una decisa riduzione della freccia massima rispetto al modello con connettori verticali (Modello A). Allo stesso tempo è possibile evidenziare che i connettori

Il Modello A vengono sollecitati a compressione e a taglio. Nel Modello B le barre diagonali di collegamento vengono sollecitate alternativamente a compressione e a trazione. Da questi risultati si comprende che l'uso dei connettori verticali nel collegamento delle solette collaboranti porta il sistema a lavorare come una trave Vierendeel, non particolarmente efficiente nel caso di connettori fortemente sollecitati a flessione e taglio. L'utilizzo di connettori inclinati, invece, cambia sostanzialmente il sistema del solaio misto: non si limita ad incrementare l'inerzia generale, ma trasforma il sistema in una vera e propria trave reticolare dove i correnti diagonali svolgono un ruolo decisivo nella distribuzione degli sforzi interni.

Un ulteriore beneficio legato al rinforzo dei solai è dovuto al diffuso collegamento inserito tra la soletta e le murature perimetrali, mediante barre di collegamento inghisate nella muratura. L'orizzontamento, formato dalla sezione mista legno-acciaio-c.a., diviene così un diaframma rigido di ripartizione dei carichi, utile anche nei confronti dell'azione sismica. Nel medesimo senso svolge una azione positiva anche il consolidamento delle fondazioni: il sistema utilizzato è quello del "vespaio armato" che abbina l'utilità del tradizionale vespaio aerato (miglioramento del comfort ambientale, barriera al gas radon, etc.) ai benefici strutturali di una platea, quali il collegamento di tutte le murature di fondazione e l'incremento di rigidità globale del piano di appoggio, garantendo così una distribuzione omogenea delle pressioni al terreno e impedendo quindi pericolosi cedimenti differenziali. Il progetto impiantistico ha perseguito l'obiettivo della massima flessibilità degli ambienti, sia a livello elettrico sia a livello di comfort termico, come richiesto dalla committenza. Come già sottolineato, uno dei criteri seguiti sin dalle prime fasi è la massima conservazione materica, nella consapevolezza che ogni "traccia" scavata nella muratura è una perdita di materiale storico. Per questa ragione gli impianti non passano in traccia, ma sono state studiate soluzioni per limitare i tagli della muratura: le colonne di distribuzione verticale sono "a vista", mascherate da canaline amovibili in rame, che facilitano peraltro la manutenzione; la distribuzione orizzontale è a pavimento, annegata nel nuovo massetto di sottofondo; le scatole dei frutti, con prese e interruttori, sono in gran parte esterne. Anche la distribuzione della linea di illuminazione limita la formazione di tracce; l'impianto è costituito da tesate di faretti orientabili, alternate alle travi lignee, collegate puntualmente alla linea principale che passa all'estradosso dei nuovi solai. Questo sistema è stato preferito a sistemi fissi a soffitto perché garantiva una maggiore flessibilità e perché risulta un sistema "leggero", che lascia leggere la tessitura del solaio e dei suoi connettori inclinati a vista.

A completamento del cantiere sono state messe in opera le finiture. I materiali introdotti volevano continuare sulla strada della tradizione dell'edificio storico, ma comunque in modo da dichiarare la propria contemporaneità. Per coniugare queste due esigenze sono stati utilizzati materiali della tradizione, primi tra tutti il legno e il ferro che già caratterizzavano le strutture, sia nuove sia esistenti, con trattamenti e finiture di carattere moderno. Il legno si ritrova nei serramenti (finestre con scuri e portoncini di ingresso) che riprendono la tonalità delle travi esistenti; i nuovi pavimenti sono stati realizzati con un parquet in rovere decapato, che si lega al colore dell'orditura secondaria e alla tonalità delle pareti trattate con intonaco di calce biancastro. Il ferro, pitturato con uno smalto ferro-micaceo color antracite, che si ritrova principalmente nella scala, contribuisce a lasciare un aspetto rustico, che mantiene e conferma le origini storiche di questo edificio. Il Torrione si inserisce in un contesto di nuovi edifici ad uso pubblico, tra cui l'auditorium

e la biblioteca civica, che già da diversi anni svolgono la loro funzione. A completamento delle opere di recupero vero e proprio sono stati realizzati piccoli interventi accessori che creano un collegamento fisico con l'intorno: il completamento dei vialetti che ripropone la pavimentazione esistente, la sistemazione del verde, il sistema di illuminazione, con faretti a terra radenti le pareti del Torrione, che illuminano il perimetro e producono un effetto suggestivo, stimolando la curiosità dei cittadini, e contemporaneamente, danno importanza monumentale all'oggetto [Figura 6].

A chiusura delle opere i progettisti vorrebbero dare un significato aggiunto all'intervento di restauro ed hanno proposto una particolare installazione artistica: le piastre "a piramide", utilizzate negli anni passati come sistema di cerchiatura provvisoria che ha garantito la sopravvivenza del Torrione, potrebbero essere utilizzate creando una sorta di scultura hi-tech, posta all'ingresso del vialetto pedonale, come memoria storica di un periodo in cui la torre rischiava seriamente di scomparire per sempre.

Dati del cantiere:

Progetto di recupero e consolidamento del Torrione di via Trieste in Cassina de' Pecchi
 Responsabile del procedimento: geom. Mauro Vecchia
 Progettista e direttore dei lavori: prof. ing. Lorenzo Jurina
 Progetto architettonico: arch. Valentina E. Mogenicato
 Progetto impiantistico: ing. Aldo Colombo
 Coordinatore della sicurezza in fase di esecuzione: ing. Luca Magnaghi
 Stazione appaltante: Ministero Infrastrutture e Trasporti – Provveditorato Interregionale Lombardia e Liguria
 Impresa esecutrice: F.Ili Calisti snc - Pavia

Bibliografia

L. Jurina, Strutture in elevazione in "Almanacco dell'Architetto (da un'idea di Renzo Piano)", Bologna 2012.
 L. Jurina - Tecniche di consolidamento dei monumenti: una panoramica attuale, "Atti di IF-CRASC '12, V Convegno su Crolli, Affidabilità Strutturale, Consolidamento", Pisa 2012.
 L. Jurina, M. Fasser, E. Rizzi, M. Mazzoleni, F. Zorloni, A. Bassoli, Interventi di consolidamento statico e sismico del Duomo di Cremona, in Cattedrale di Cremona: i restauri degli ultimi vent'anni (1992-2011), Skira 2012, pp. 295-303,

Masonry sample built: n.12					
Samples subjected to vertical compression tests: n.6			Samples subjected to shear/compression tests: n.6		
N.C. n.2	R.O. n.2	R.R. n.2	N.C. n.2	R.O.n.2	R.R. n.2

Tab. 1 - Confronto tra il modello con connettori verticali e modello con connettori inclinati

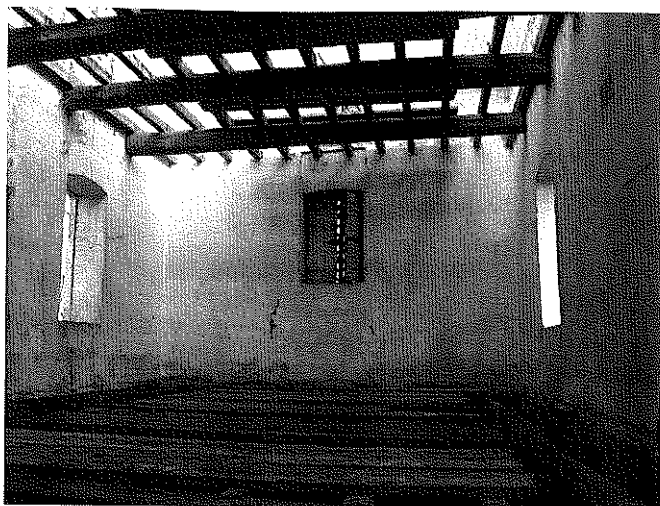


Fig. 1 – Stato di fatto nel 2007
– interno



Fig. 2 – Stato di fatto nel 2010
– esterno

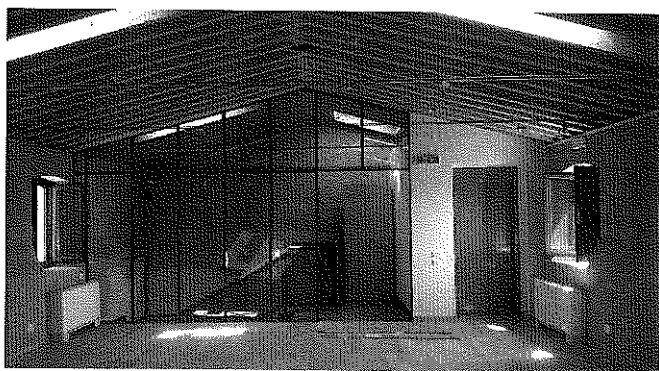


Fig. 3 – Nuova copertura in
legno



Fig. 4 – Sistema di consolidamento dei solai e sistema di illuminazione a faretti orientabili



Fig. 5 – Nuova scala metallica interna e vetrata

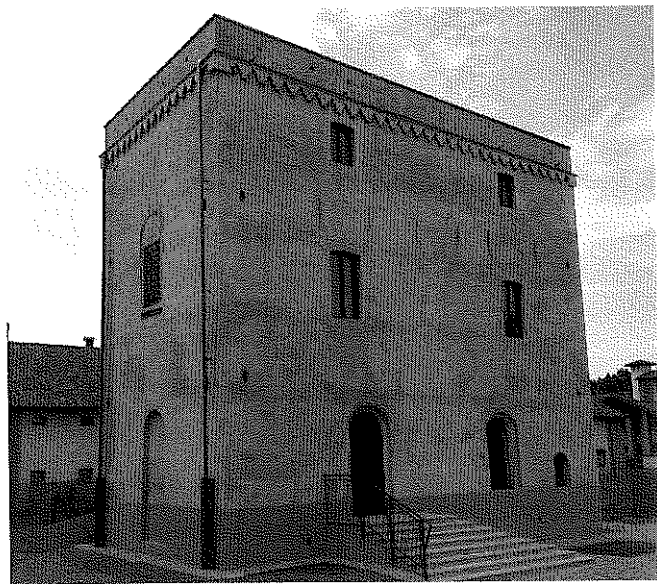


Fig. 6 – Torrione al termine dei lavori - esterno