

Conservazione e sicurezza strutturale nel patrimonio novecentesco: spunti di riflessione per un indirizzo normativo

Conservation and structural safety in 20th-century heritage: first considerations for regulatory guidelines

Adalgisa Donatelli | adalgisa.donatelli@uniroma1.it

Dipartimento di Storia Disegno e Restauro dell'Architettura, Sapienza Università di Roma

Abstract

The verification of structural safety and the consolidation of 20th-century architecture in 'mixed' or reinforced concrete structures are complex issues in the current debate, partly because the regulatory instruments governing structural restoration focus explicitly on masonry buildings but not on those featuring reinforced concrete components. In fact, designers, today, are led to study reinforcement solutions in which the objective of structural rehabilitation prevails, not always taking into account conservation requirements, upmost when it is necessary to increase the capacity to bear loads greater than the original ones and/or to ensure greater seismic solidity. An approach aimed at balancing static/dynamic requirements with those of protection represents, as in traditional construction, the goal of structural restoration, for which there is an urgent need for a regulatory reference specifically dedicated to 20th-century heritage of recognized architectural quality. This paper aims to address the topic, offering initial considerations with the help of a few examples of Roman buildings from the last century.

Keywords

Concrete structures, 'Mixed' structures, Path of knowledge, Safety and conservation.

La questione del restauro strutturale delle architetture in cemento armato o caratterizzate dalla compresenza di componenti tradizionali e in calcestruzzo, costituisce un tema dibattuto complesso e ad oggi privo di indirizzi normativi specifici, in grado di orientare il progettista verso l'adozione di criteri capaci di contemperare le esigenze strutturali con le istanze conservative¹.

Le *Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale* (d'ora in poi *Linee Guida 2010*) riguardano, infatti, il costruito 'tradizionale'². D'altro canto, molti sono ormai gli edifici novecenteschi, vincolati o subordinati a un regime di tutela *ope legis*, di evidente qualità architettonica e caratterizzati da elementi costruttivi realizzati con materiali e tecniche 'moderne', introdotte già sul finire del XIX secolo. Inoltre, il *Codice dei beni culturali e del paesaggio* stabilisce che sono da considerarsi beni culturali anche «le opere dell'architettura contemporanea di particolare valore artistico» (artt. 11 e 37); per tali edifici, oltre a quelli novecenteschi tutelati, se ricadenti in zona sismica, devono essere poi previsti interventi che garantiscano il miglioramento strutturale, evitando, pertanto, operazioni di adeguamento che stravolgerebbero le preesistenze³.

Le strutture in cemento armato, date le caratteristiche del calcestruzzo e delle armature dell'epoca, nonché l'assenza di manutenzione protratta nel tempo, manifestano criticità, contrariamente alla convinzione di «durabilità indefinita - sicurezza assoluta contro gl'incendi - elasticità perfetta - alta resistenza al carico, all'urto,

alle scosse - grande portata [...]» come, nei primi anni del Novecento, per esempio la società G. A. Porcheddu, concessionaria a Torino dei sistemi in c.a. brevettati da François Hennebique, scriveva sulla propria carta intestata⁴. In realtà, Pier Luigi Nervi, che pure definiva il cemento armato come «il più bel sistema costruttivo che la umanità abbia saputo trovare fino ad oggi», ne ridimensionò la completa fiducia in termini di durabilità, descrivendone «alcune nascoste defezienze e specifiche caratteristiche che rendono quanto mai ardua, se non impossibile, la esatta previsione del comportamento».

Nel confrontarsi oggi con architetture di qualità in cemento armato o in struttura mista, le «specifiche incertezze» connaturate nel c.a., sulle quali Nervi richiamava l'attenzione dei progettisti e dei costruttori, concorrono alle problematiche conservative più diffuse, quali l'ossidazione dei ferri e la conseguente espulsione del copriferro, che indeboliscono le strutture⁵. Il fenomeno della carbonatazione, per esempio, rappresenta una delle criticità più frequenti che si osserva nel costruito novecentesco, poiché la formazione di carbonato di calcio che neutralizza la calce presente nel calcestruzzo, ne abbassa il ph e crea le condizioni per ossidare le armature. La causa risiede nella graduale penetrazione dell'anidride carbonica all'interno del conglomerato attraverso micro-fessure e porosità, intrinseche agli impasti dell'epoca, e/o dovute all'assenza di manutenzione⁶.

Come è noto, i fattori che influenzano la resistenza meccanica del calcestruzzo sono riconducibili, oltre che ai materiali costitutivi l'impasto, alla relativa preparazione (dosatura del legante e degli aggregati; rapporto acqua/cemento; confezionamento dell'impasto), all'esecuzione delle opere (modalità e vibrazione del getto; stagionatura del cls), alla dimensione delle strutture, alla minore o maggiore esposizione all'aria, aspetti che ancora Nervi menzionava e descriveva, pur sottolineando le potenzialità del cemento armato.

Rispetto a tali condizioni, che rendono il conglomerato cementizio estremamente «variabile e mutevole», è evidente che il percorso di conoscenza orientato, in particolare, alla caratterizzazione dei materiali in opera e a individuarne le cause del degrado, in vista di un restauro, costituisca una fase significativa nelle decisioni di progetto e soprattutto abbia ricadute nella qualità delle proposte di intervento. In tal senso, le note indicazioni che le *Linee Guida 2010* forniscono per la stima dei 'fattori di confidenza' da considerare nelle valutazioni analitiche del progetto di consolidamento rivolto a un'architettura tradizionale, restano, per gli edifici in c.a. e in strutture ibride, metodologicamente valide per la definizione di presidi in grado di garantire sicurezza strutturale e al tempo stesso di tutelare le preesistenze.

Per il costruito vincolato in muratura, gli indicatori che concorrono al fattore di confidenza, sono stati articolati ragionando sulle caratteristiche del costruito storico e in considerazione dei metodi e degli strumenti di conoscenza adottati nel restauro. Il rilievo geometrico e architettonico, la ricerca storica, lo studio degli elementi costruttivi, le considerazioni di natura tipologica e linguistica (desunte da mirati confronti istituiti con fabbriche simili), il riconoscimento e la restituzione grafica di criticità strutturali, nonché la programmazione di saggi diagnostici (opportunamente calibrati nella tipologia e nel numero), delineano il processo attraverso cui sviluppare la conoscenza, parimenti applicabile (e auspicabile) al

patrimonio novecentesco, pur con declinazioni capaci di coglierne le specificità.

La restituzione delle vicende costruttive di un edificio novecentesco, per il quale spesso è possibile risalire agli elaborati di progetto e riconoscerne agevolmente sopraelevazioni, ampliamenti, modifiche di componenti edilizi, è importante che sia in special modo focalizzata a capire le operazioni di cantiere a suo tempo adottate, le variazioni eventualmente introdotte in corso d'opera, le informazioni inerenti ai materiali costitutivi e ai dettagli della costruzione. In questa cornice si inserisce l'approfondimento dedicato ai 'brevetti' di nuovi materiali impiegati o di nuove soluzioni strutturali, in Italia depositati a partire dalla seconda metà del XIX secolo, la cui descrizione concorre in modo significativo a comprendere le caratteristiche della fabbrica indagata⁷. Il confronto con le norme e la manualistica dell'epoca, inoltre, costituisce un ulteriore approfondimento per avanzare verosimili ipotesi relative ai dettagli strutturali, ovviamente suscettibili di conferma con l'ausilio di prove strumentali, la cui programmazione si rivela consapevole e meglio orientata se stabilita a valle delle conoscenze acquisite con i metodi di studio consueti nel restauro. Anche il rilievo metrico e architettonico di un edificio in c.a., è opportuno che sia affiancato da una disamina e organizzazione degli elementi costruttivi, distinti oltre che per tipologia (pilastri, travi, telai, setti, ecc...) anche per geometria e dimensione, configurando un quadro di insieme che risulta utile nella restituzione delle criticità strutturali, nell'interpretazione delle cause, nella pianificazione della diagnostica.

Si tratta, pertanto, di adottare accorgimenti nel consolidato processo di conoscenza che richiedono un sapiente esercizio d'indagine e uno sforzo nell'intrecciare dati quali-quantitativi, funzionali nelle ricadute analitiche e soprattutto nelle proposte di intervento mirate, per quanto possibile, a strategie conservative piuttosto che a disinvolte operazioni di ripristino. D'altra parte, sovente, le caratteristiche di resistenza dei calcestruzzi in opera risultano esigue, se confrontate con gli standard minimi richiesti dalla norma vigente; le armature sono lisce e in taluni casi disposte secondo criteri diversi da quelli oggi acquisiti. Inoltre, i calcoli, per esempio sviluppati nelle verifiche statiche di scale in c. a. o solai in latero-cemento, all'epoca dimensionati con il metodo delle tensioni ammissibili, risulterebbe poco appropriato condurli con i procedimenti analitici attuali, per la difficoltà di stimare con precisione le caratteristiche meccaniche dei materiali in opera e a volte anche di individuare l'esatto schema statico a cui riferirsi. In questi casi il metodo della sperimentazione *in situ*, sottponendo orizzontamenti e corpi scala a prove di carico, rappresenta una concreta possibilità per accettare il reale comportamento strutturale di tali elementi costruttivi, riuscendo a meglio indirizzare il progetto di consolidamento.

Le proposte di intervento ipotizzate per l'istituto scolastico Gioacchino Gesmundo in Roma, edificio costruito fra il 1935 e il 1939, caratterizzato da un impianto quadrangolare a corte chiusa e sviluppato su quattro piani fuori terra, sono state studiate nell'ottica di rinforzare la fabbrica, in considerazione delle sue valenze architettoniche e costruttive⁸. Il rilievo, la ricerca di archivio, i confronti istituiti con preesistenze analoghe, l'analisi dei componenti edilizi, lo studio di norme, brevetti e manuali dell'epoca fascista, hanno contribuito a identificare le principali vicende della scuola di Tor Sapienza, a riconoscere nell'edificio una connotazione strutturale mista (elevati in muratura, solai in latero-cemento e coperture in c.a.), a restituire alcuni dettagli costruttivi, necessari per calibrare gli interventi, e a studiare operazioni che tentino di raggiungere un equilibrio fra istanze conservative ed esigenze funzionali (Figura 1). Chiaramente dovrà essere condotto un

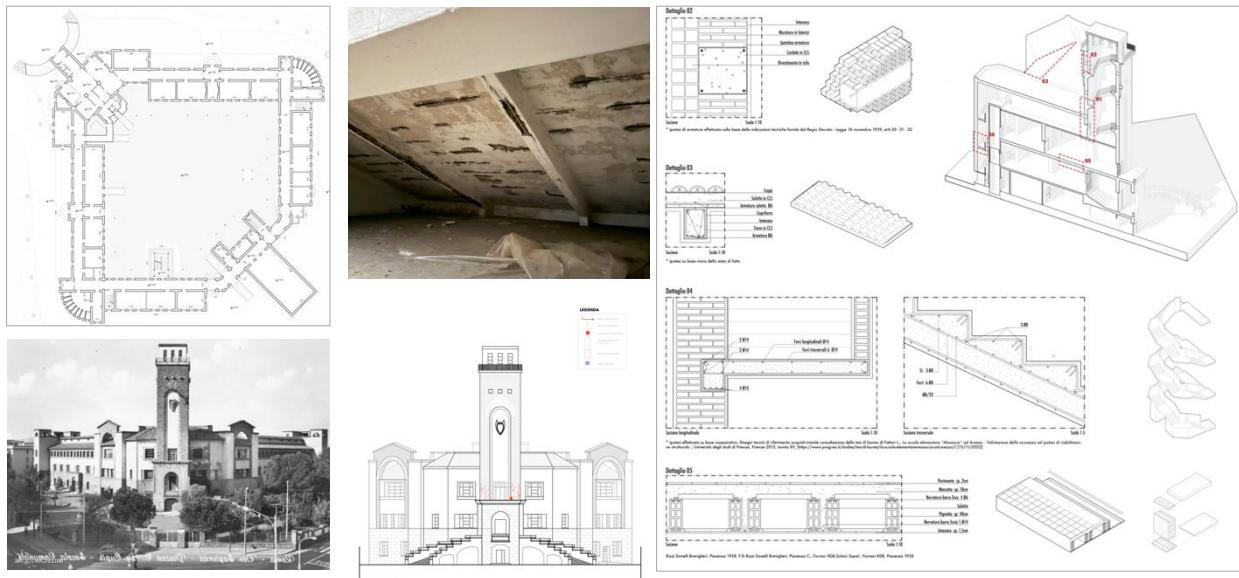


Fig. 1 Roma, Istituto Gioacchino Gesmundo: a sinistra, pianta piano terra e veduta degli anni Quaranta (reperibile *online*); al centro, dettaglio della copertura in c.a., molto ammalorata, e prospetto della torre con il rilievo delle lesioni, concentrate al primo livello. A destra la restituzione di dettagli costruttivi condotta intrecciando le informazioni desunte dall'osservazione diretta con quelle ricavate dai manuali e dalle norme dell'epoca. Gli elaborati sono a cura di Gabriele Peluso, Giulia Ruggeri e Giustina Zanier. La foto è di Anna Saviano, 2024.

approfondimento analitico e un'ingegnerizzazione di quanto proposto, soprattutto per valutare il comportamento d'insieme della fabbrica che, complice il carattere ibrido delle sue strutture, richiede controlli numerici di una certa complessità. Le caratteristiche costruttive e le trasformazioni apprese, assieme alle criticità strutturali riscontrate e puntualmente restituite, hanno rivelato un edificio nel complesso solido, con la necessità di introdurre interventi in corrispondenza delle coperture in c.a., molto ammalorate, e della torre d'ingresso, in muratura e cordoli cementizi in corrispondenza di ogni piano, poiché interessata da alcune lesioni concentrate lungo il paramento esterno di tufo. Infine, alcuni solai e scale dell'edificio potrebbero essere suscettibili di un rinforzo in ottemperanza ai carichi stabiliti dalla norma vigente. Le coperture, originariamente in legno e oggi in travi e soletta in cemento armato, sono frutto di un rifacimento probabilmente avvenuto negli anni Sessanta del Novecento, in concomitanza con una sopraelevazione che interessò due corpi disposti in prossimità del nucleo che ospita la palestra. Lo stato di conservazione delle strutture del tetto è molto compromesso per via delle infiltrazioni di acqua che nel tempo hanno provocato l'ossidazione, in diversi punti, delle armature e la conseguente disaggregazione dei copriferro. Sono state vagilate due differenti soluzioni; l'una, relativamente più conservativa, consiste nel rinforzare le travi in c.a. con fasce in fibra, previa sostituzione del copriferro e trattamento antiossidante delle armature, e nel rifare completamente la soletta; l'altra, apparentemente più radicale, prevede la ricostruzione *ex novo* delle coperture (non originarie), ma proponendole in legno lamellare, in modo da richiamare la tecnologia e una carpenteria pertinenti l'architettura dell'epoca, sfruttando le significative caratteristiche meccaniche del nuovo materiale.

Le scale che collegano i vari piani dell'edificio, la cui struttura non è visibile poiché rivestita da intonaco, si pensano realizzate con una soletta in cemento armato collegata a cordoli cementizi che corrono sulle pareti, alla



Fig. 2 Roma, capannone Palmanova nella città militare della Cecchignola. A sinistra e al centro, due vedute d'insieme che esibiscono, oltre alla spazialità interna e all'articolazione delle strutture, lo stato di conservazione molto compromesso. A destra, uno stralcio del quadro fessurativo puntualmente restituito per ogni singolo sistema di arcate. Gli elaborati grafici sono a cura di Emiliano Magistri, Federica Paradiso, Gianmarco Piccioni e Laura Schito.

quota dei solai, così come suggerito dal Regio Decreto del 25 marzo 1935, n. 640 (*Nuovo testo delle norme tecniche di edilizia con speciali prescrizioni per le località colpite dai terremoti*).

In questo caso, il dettaglio costruttivo è stato restituito ragionando sulla base della norma dell'epoca, in considerazione della sezione geometrica misurata e con l'ausilio di confronti istituiti con fabbriche simile e specificatamente indagate dal punto di vista strutturale. La necessità di non modificare la dimensione delle scale, onde evitare di stravolgerne sia la spazialità che la connotazione costruttiva, ha suggerito un rinforzo realizzato mediante la posa in opera di fasce in fibra all'intradosso della soletta, previa rimozione e successivo rifacimento delle parti di intonaco interessate dall'intervento. Le soluzioni delineate, come già detto, si basano su una comprensione degli elementi costruttivi della fabbrica, attivata con strumenti e modalità qualitative, ma in grado di indirizzare i criteri di intervento ritenuti più appropriati, nell'ottica di garantire solidità strutturale, ma anche di salvaguardare i caratteri identitari dell'architettura.

Un approccio analogo è stato sperimentato per il capannone Palmanova, situato a Roma, in prossimità dell'ingresso sud della città militare della Cecchignola, caratterizzato da una certa complessità strutturale dovuta alla coesistenza di componenti in c.a. e in muratura di laterizi⁹. Il fabbricato, definito da un impianto rettangolare, è scandito in 15 campate da una struttura in cemento armato, costituita da archi paraboloidi a tre cerniere, prefabbricati e poggianti su plinti. Su ogni arcata sono disposti, sempre in c.a., sei archi a tutto sesto (tre per falda), in opera gettata, che sostengono la copertura a doppia falda, realizzata con la tecnologia S.A.P. In modo analogo è costruito il ballatoio che divide ciascuno spazio delle navate laterali, sorretto da una trave a spessore, posta in corrispondenza dei pilastri in mattoni pieni che articolano i fronti lunghi. L'edificio, costruito nei primi anni Quaranta del Novecento e rimasto sostanzialmente identico, a meno di alcune partizioni introdotte successivamente per soddisfare esigenze funzionali, è stato dichiarato d'interesse storico-artistico nel 2021. Presenta uno stato di conservazione molto compromesso, in particolare per alcuni crolli che di recente hanno interessato la copertura. Il sistema di arcate posizionato sul paraboloid è risultato particolarmente carente, analizzandone il quadro fessurativo assieme ai risultati di una campagna di indagini che ha palesato esigue caratteristiche del calcestruzzo e scarsa presenza di armatura. Inoltre, diverse lesioni interessano le pareti

perimetrali, in corrispondenza dei tratti fra pilastri in mattoni pieni e tamponature in mattoni forati, esibendo l'assenza di un'adeguata ammorsatura. La proposta di progetto, mirata a convertire l'edificio militare in centro polifunzionale, con capienza limitata, ha suggerito sia operazioni di riparazione e rinforzo, in corrispondenza dei ballatoi e delle pareti perimetrali, sia demolizioni e ricostruzioni, che riguardano il solaio S.A.P. del tetto e il secondo ordine di arcate e pilastri in cemento armato. In particolare, la soluzione studiata per la copertura, tenendo conto delle problematiche emerse e dell'obiettivo di migliorare il comportamento d'insieme dell'edificio, anche in caso di azione sismica, prevede una tecnologia differente da quella originaria, proponendo un sistema metallico di profilati e lamiera grecata, in grado di ridistribuire il carico, alleggerendo i paraboloidi, di irrigidire le campate e di potenziare i mutui collegamenti fra le parti. L'approccio adottato per comprendere l'architettura di questo edificio, con speciale riferimento ai dettagli costruttivi e alle criticità strutturali, si è rivelato ancora una volta particolarmente significativo in vista di scelte di intervento in cui le ragioni strutturali sono saldate con quelle del restauro.

Nota conclusiva

Le riflessioni tratteggiate costituiscono preliminari ragionamenti che meritano un approfondimento soprattutto nel perfezionare, in coerenza con lo spirito che ha sotteso la stesura delle *Linee Guida 2010*, il nesso fra acquisizioni qualitative e ricadute analitiche. A tale scopo, è auspicabile un serrato confronto multidisciplinare fra restauratori e ingegneri strutturisti, così come è avvenuto in precedenza per l'architettura tradizionale, nell'intento di colmare il *vulnus* normativo che riguarda il consolidamento del patrimonio novecentesco.

I casi di studio, in questa sede sinteticamente illustrati, sono stati richiamati per dimostrare, al di là delle singole specificità, le potenzialità, che un appropriato processo di conoscenza a cui sottoporre l'architettura in cemento armato o in componenti miste, riesce ad avere nel governo del progetto. Una comprensione dettagliata della preesistenza, nello specifico novecentesca, rappresenta l'unica strada per evitare operazioni di ripristino e per suggerire, viceversa, ponderati interventi di rinforzo o in alcuni casi di ricostruzione con materiali e tecniche innovative, entrambi congeniati in base alle vocazioni formali e strutturali dell'edificio indagato.

¹Sull'argomento si rimanda ai volumi di ROSALBA IENTILE (a cura di), *Architetture in cemento armato: orientamenti per la conservazione*, Milano, Franco Angeli 2008; di ANNALISA MORELLI, SILVIA MORETTI (a cura di), *Il cantiere di restauro dell'architettura moderna. Teoria e prassi*, Firenze, Nardini 2018 e di ANNALISA MORELLI, SANDRA LOSI (a cura di), *Il restauro dell'architettura moderna. Dalla conoscenza all'intervento*, Firenze, Nardini 2021.

²Cfr. paragrafo 4.2 delle LINEE GUIDA PER LA VALUTAZIONE E RIDUZIONE DEL RISCHIO SISMICO DEL PATRIMONIO CULTURALE (Circolare n. 26 del 2 dicembre 2010, approvata come Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri il 9 luglio 2011), pp. 52-55.

³Vedi RAFFAELE AMORE, LUIGI M. MONACO, *Questioni normative e conservazione delle strutture in c.a.*, in IENTILE 2008 (a cura di), pp. 17-25.

⁴Vedi MONICA NARETTO, Il "Sistema Hennebique" e il "ciclo di vita" delle architetture in calcestruzzo armato: dai repertori della Società Porcheddu alle attuali permanenze materiali, in IENTILE 2008 (a cura di), pp. 404-412.

⁵Per le citazioni vedi PIER LUIGI NERVI, *Scienza o arte del costruire? Caratteristiche e possibilità del cemento armato*, Torino, CittàStudi 2014 (ma 1945), in particolare pp. 77-94.

⁶LUIGI COPPOLA, ALESSANDRA BUOSO, *Il restauro dell'architettura moderna in cemento armato: alterazione e dissesto delle strutture in c.a., diagnostica, interventi di manutenzione e adeguamento antisismico, materiali, tecniche e cantieristica*, Milano, Hoepli 2015.

⁷Per un esempio di primi brevetti depositati in Italia, vedi TULLIA IORI, *Il cemento armato in Italia. Dalle origini alla Seconda guerra mondiale*, Roma, EdilStampa 2001, pp. 11-26.

⁸Sull'istituto romano Gioacchino Gesmundo vedi ADALGISA DONATELLI, ANNA SAVIANO, *L'istituto Gioacchino Gesmundo: la scuola del regime fascista nella borgata di Tor Sapienza*, in ADALGISA DONATELLI (a cura di), *Restauro e gestione dell'edilizia scolastica. Un indirizzo operativo per le scuole romane dall'Unità d'Italia alla Seconda guerra mondiale*, Roma, Edizioni Quasar 2025.

⁹Il tema è stato sviluppato nei corsi di *Laboratorio di Sintesi di restauro* (prof. Donatella Fiorani e Silvia Cutarelli) e di *Consolidamento degli edifici storici* (prof. Adalgisa Donatelli) presso Sapienza Università di Roma, da Emiliano Magistri, Federica Paradiso, Gianmarco Piccioni, Laura Schito.