

Il laterizio nella normativa italiana

Prof. FRANCO LEVI

Istituto di Scienza delle Costruzioni
del Politecnico di Torino

L'innovazione più saliente nella recente normativa sul cemento armato è l'esplicita introduzione delle verifiche agli stati limite, che però non ha effetti di grande rilievo sui solai in laterizio; si nota poi la tendenza a riferire le verifiche a flessione a prove su prototipi e a dare maggiore importanza al controllo di qualità. Vanno poi ricordati i progetti delle nuove norme per l'accettazione dei laterizi formulati dalla competente Commissione CNR, che normalizzano una estesa gamma di caratteristiche meccaniche e fisiche; i lavori del CNR costituiscono la base per l'istituzione dei marchi di qualità e in questa direzione le Sezioni Merceologiche dell'ANDIL sono ormai pervenute a risultati concreti; in particolare, la Sezione Solai ha promosso una ampia ricerca che si riattacca a questo argomento.

1. - Premessa

A titolo preliminare, è opportuno precisare che, nel redigere l'attuale rapporto, ho quasi esclusivamente limitato la trattazione al campo dei laterizi per strutture inflesse: ho infatti voluto evitare sovrapposizioni con la Relazione Generale del Prof. Macchi, dedicata prevalentemente ai più attuali problemi statici ed applicativi delle murature, e con la relazione del Prof. Laner sul marchio di qualità, che riguarda specificatamente il controllo di produzione.

Tuttavia alcune delle considerazioni che sarò indotto a svolgere in tema di normativa e di controllo non potranno non avere stretti riferimenti con il contenuto delle due relazioni citate.

Sempre a titolo introduttivo, vorrei inoltre aggiungere che, nel riferire sugli studi in corso per l'approfondimento delle conoscenze sul comportamento degli elementi inflessi, la mia trattazione, di

carattere generale, verrà integrata da una illustrazione più dettagliata dei risultati sin qui ottenuti che verrà presentata dall'ing. Bosco.

2. Considerazioni sull'evoluzione del regolamento sui solai misti

Nel momento in cui sta per entrare in vigore in Italia il Decreto Ministeriale (apparso sulla Gazzetta Ufficiale del 28.6.80) che aggiorna le Norme tecniche sul cemento armato ordinario e precompresso, la cui ultima edizione era stata emanata nel 1976, sembrerebbe logico che un'illustrazione dell'evoluzione della normativa sui solai misti di cemento armato e laterizio vertesse sull'applicazione al campo specifico dell'aspetto che caratterizza il nuovo regolamento, e cioè l'introduzione in forma esplicita delle verifiche agli stati limite. Accade invece che i riflessi dei nuovi metodi di calcolo in tema di solai siano, tutto sommato, assai limitati.

Trattandosi infatti di elementi a bassa percentuale di armatura longitudinale la scelta del metodo di calcolo (tensioni ammissibili oppure stati limite) non influisce in modo sostanziale sui risultati delle verifiche a flessione. Analogamente, per il taglio, la scelta dell'uno o dell'altro procedimento ha generalmente scarsa incidenza pratica, data la modesta entità delle sollecitazioni in gioco.

I compilatori delle nuove norme si sono anzi preoccupati della difficoltà di definire correttamente l'estensione della zona compressa della sezione resistente da introdurre nei calcoli, data la complessa e mutevole conformazione dei numerosi tipi di solai esistenti in commercio, ed hanno esplicitamente raccomandato di riferire le verifiche a flessione a prove su prototipo, interpretate su basi statistiche. In tale ambito, tuttavia, ci si deve preoccupare di tutti gli aspetti del comportamento, o meglio, secondo la nuova terminologia, di tutti gli «stati limite»: rottura, fessurazione, deformazione. Ciò dimostra che l'apparente divario fra l'evoluzione dei metodi di verifica delle costruzioni cementizie e quelli dei solai misti è puramente contingente e che, nei fatti, l'orientamento verso una più approfondita conoscenza della risposta strutturale si ritrova anche nel campo dei solai misti. Tale affinità è poi ulteriormente confermata se si considera un altro aspetto fondamentale della normativa: la tendenza cioè ad un sistematico miglioramento del controllo di qualità.

È noto che nei Paesi industrialmente avanzati la garanzia della qualità viene ormai considerata come un elemento essenziale della sicurezza e dell'economicità delle costruzioni, e che un aspetto insostituibile di tale garanzia è costituito dalla sorveglianza della produzione dei materiali e dei componenti. È logico quindi che una industria moderna qual è quella del laterizio si stia preoccupando di aggiornare le modalità di controllo in stabilimento e in cantiere. Tale preoccupazione era già affiorata nella edizione del 1976 delle Norme Tecniche sui solai in laterizio, le quali comportavano per la prima volta un apposito allegato sul controllo statistico della resistenza dei blocchi per solai.

Nella fase preparatoria della nuova edizione del Regolamento, recentemente emanato, era anzi stata avanzata la proposta di adottare per il laterizio criteri di accettazione atti a garantire gradi di fiducia analoghi a quelli in uso per gli acciai. L'inevitabile dispersione delle misure, dovuta in gran parte alle difficoltà operative, e la minore incidenza di eventuali scarti sul comportamento statico delle sezioni resistenti, hanno tuttavia indotto la Commissione a non mutare, per ora, le norme del 1976.

Un approfondimento degli studi in tema di controlli di qualità si è invece manifestato sia nell'am-

bito dei lavori della competente Commissione del Consiglio Nazionale delle Ricerche (Commissione di Studio delle norme per le opere in cemento armato normale e precompresso, i leganti idraulici e i laterizi), sia nel quadro degli sforzi in atto presso la «Sezione Solai» dell'ANDIL mediante un sostanziale ampliamento del numero di parametri soggetti a controllo. Nel seguito illustreremo brevemente i risultati sin qui conseguiti e le prospettive che ne derivano per l'ulteriore evoluzione della normativa.

3. I lavori della Commissione del CNR

Primo compito della Commissione è stato quello di formulare il testo del progetto di una Legge quadro sull'accettazione di tutti i materiali laterizi, destinata a sostituire l'antico Decreto del 1939. Mentre per il cemento armato ordinario e precompresso (e quindi per i solai misti) la Legge quadro n. 1086 è stata emanata nel 1971 su iniziativa del Ministero dei Lavori Pubblici, che assume anche il compito di aggiornare periodicamente i relativi regolamenti di applicazione, per i laterizi in genere vige tuttora la Legge del 1939 (Decreto n. 2233). Sarà quindi compito del Ministero dell'Industria sostituirla, basandosi precisamente sulle proposte formulate in sede CNR, sia per quanto attiene alla Legge vera e propria, che per quanto riguarda i regolamenti di applicazione, e cioè le norme sui requisiti di accettazione delle varie categorie di prodotti (laterizi per strutture inflesse, per murature e per coperture) e le prescrizioni sui prelievi dei campioni e sui metodi di prova. In questa sede ci limiteremo ad illustrare i concetti informativi dei lavori in corso ed i loro riflessi in tema di strutture inflesse.

Una sostanziale novità è costituita da una classificazione molto accurata dei prodotti: vengono infatti, per la prima volta, chiaramente elencati e descritti tutti i tipi di elementi per strutture inflesse che caratterizzano la variegata produzione nazionale: blocchi con alette e blocchi intermedi, blocchi trave, spondali, fondelli, solette in cotto o miste, tavelle e tavelloni. Era questa ovviamente una premessa indispensabile per chiarire le idee di tutti gli operatori e per fare uscire da un regime di semiclandestinità talune categorie di prodotti con i quali si realizzano ogni anno in Italia milioni di metri quadri di manufatti.

Altro punto essenziale: la fissazione di precise tolleranze dimensionali, base indispensabile per un ordinato progresso dell'industrializzazione edilizia.

L'aspetto più qualificante della proposta del CNR è tuttavia costituito, a nostro avviso, dalla normalizzazione di una gamma molto estesa di proprietà meccaniche e fisiche.

Costituiscono base per i requisiti di accettazione i seguenti dati:

- resistenza a compressione;
- resistenza a trazione per flessione (parametro di agevole determinazione attraverso il quale si può valutare con buona attendibilità in stabilimento la resistenza a compressione, senza necessità di ricorrere ad attrezzature complesse e costose);
- resistenza a punzonamento-flessione (per i blocchi da solai);
- resistenza a flessione su tavelloni, solette in cotto e solette miste;
- potere di imbibizione;
- attitudine alle efflorescenze;
- espansione all'umidità;
- aderenza al calcestruzzo;
- presenza di sali solubili;
- resistenza al gelo.

Gli ultimi quattro dati sono da determinarsi solo se richiesti dal capitolato di fornitura.

Vengono invece semplicemente elencate, quali basi per un eventuale approfondimento degli studi sul comportamento, numerose altre caratteristiche fisiche come il modulo elastico, lo scorrimento viscoso, il coefficiente di Poisson, il peso specifico apparente, i coefficienti di dilatazione e di conducibilità termica.

Completano infine il documento alcune prescrizioni riguardanti la geometria dei vari tipi di blocchi, delle solette, e di altri elementi in laterizio.

Un primo validissimo risultato che potrà scaturire sul piano pratico dai lavori di cui trattasi dovrebbe essere l'emanazione a breve scadenza di una circolare prescrittiva a carattere ufficiale sulle modalità di controllo e di impiego dei tavelloni nel campo delle strutture inflesse. In proposito si può infatti affermare che la documentazione disponibile è ormai sufficiente e che si tratta soltanto di riordinare la materia e di superare le immane pastorie burocratiche.

Altro importante sviluppo, per il quale sussistono tutte le premesse: l'istituzione di «marchi di qualità» analoghi a quelli già in atto per i cementi e conformi agli orientamenti della «direttiva comunitaria sul controllo dei prodotti per l'edilizia», che ha già assunto a Bruxelles una forma quasi definitiva. Questo punto verrà svolto dal Prof. Laner. Qui ci limiteremo soltanto a sottolineare il carattere innovativo di tale orientamento, che dovrà consentire ad una industria di tradizione secolare di tenere il passo del progresso tecnico.

Nel quadro degli sforzi intesi a migliorare la produzione del laterizio, è anche opportuno ricordare i lavori della Commissione Edilizia dell'UNI, in particolare del Gruppo di Lavoro sulle tegole e della Sottocommissione che si occupa dell'integrazione della struttura portante nell'organismo edilizio, che comprende un gruppo di Lavoro sulle

strutture murarie.

Sarà compito dei vari Organismi responsabili assicurare il collegamento con la citata Commissione del CNR e, per quanto attiene alle murature, con la corrispondente Commissione del Ministero LL.PP.

4. L'attività della Sezione Solai dell'ANDIL

4.1. Il problema dei blocchi per solai

Lasciando da parte gli studi in corso per l'istituzione del marchio di qualità, cui si è fatto testè riferimento, mi limiterò nel seguito a fornire alcune notizie su una ricerca di vasta portata in corso da circa 18 mesi presso il Politecnico di Torino sulle cause di un fenomeno circoscritto e saltuario, ma assai fastidioso, anche per la sua risonanza psicologica sull'utenza: il distacco dei fondi dei blocchi per solai. È questa, credo, la prima volta che l'argomento viene trattato apertamente in un convegno pubblico. Il fatto stesso che i promotori della ricerca mi abbiano invitato a parlarne è prova della serietà dei loro intenti; serietà per altro sorretta dalla convinzione che i risultati conseguiti possano portare in tempi brevi a rimedi risolutivi.

4.2. Entità e carattere dei fenomeni lamentati

Le risultanze di una indagine statistica estesa al territorio nazionale, nonché agli altri Paesi europei che impiegano i solai in laterizio su scala più o meno vasta, dimostrano che il numero di incidenti lamentati è percentualmente molto ridotto (qualche centinaio di metri quadrati su varie decine di milioni), ma che il fenomeno presenta punte non trascurabili in talune circostanze, ad esempio in applicazioni staticamente troppo impegnative: impiego su luci molto forti senza collegamenti trasversali, costruzioni con giunti di dilatazione eccessivamente distanziati o soggette a gradienti termici severi, oppure anche utilizzo di terre poco adatte, inadeguatamente corrette. L'aumento del numero di casi verificatisi negli ultimi anni si spiega sia per la tendenza ad estendere il campo d'impiego delle strutture inflesse in laterizio, mentre parallelamente si incrementano i tassi di lavoro e quindi la deformabilità delle strutture, sia per l'accelerazione di tutte, o quasi tutte, le fasi del processo produttivo. La combinazione e il sovrapporsi di numerosi motivi legati alle condizioni progettuali con alcuni altri derivanti dalle modalità produttive spiega le difficoltà incontrate nell'individuazione delle cause e dei relativi rimedi.

Precisiamo che il fenomeno si è verificato anche all'estero, in particolare in Paesi, come la Francia, dove le applicazioni sono più modeste che da noi. In tale caso tuttavia sembra aver giocato un ruolo prevalente la qualità della terra.

4.3. Classificazione delle cause

Un'approfondita analisi degli incidenti verificatisi, appoggiata anche su una serie di inchieste svolte presso progettisti, costruttori e periti coinvolti nei vari casi, ci ha consentito di istituire il seguente elenco di probabili cause. Precisiamo che, nella lista che segue, le motivazioni sono suddivise in due grandi categorie: strutturali e risalenti a difetti di comportamento del blocco e che, nell'ambito di ciascuna di esse, abbiamo cercato di elencare le motivazioni per ordine di importanza; è tuttavia evidente che spesso i vari fenomeni interagiscono fra loro.

4.3.1. Cause legate al comportamento strutturale

a) Comparsa di momenti negativi parassiti (e relativi sforzi di taglio). Ciò accade, ad esempio, lungo i bordi paralleli alla portanza per la presenza di pareti, o altri vincoli, che fanno nascere momenti negativi trasversali, oppure in corrispondenza di tramezzi che si oppongono alla libera deformazione del solaio in senso longitudinale o trasversale. Analogo effetto può essere indotto da sbalzi con portanza orientata perpendicolarmente a quella del solaio. Da notare che i momenti negativi longitudinali previsti in sede progettuale non danno praticamente mai luogo ad inconvenienti, in quanto i blocchi più sollecitati sono generalmente rinsaldati da consistenti getti di conglomerato.

b) Effetti di gradienti termici accentuati, sia nello spessore del solaio che nell'insieme della struttura; l'influenza è particolarmente sentita se il fenomeno ha carattere ciclico (fatica oligociclica).

c) Deformazioni differite dal conglomerato cementizio (fluage e ritiro). Il fenomeno agisce sia nell'ambito dello stesso solaio, accentuando le cause elencate in a), sia nell'insieme della struttura la cui deformazione globale provoca sollecitazioni parassite nel solaio.

Gli effetti delle cause segnalate in b) e in c) si accentuano quando i giunti di dilatazione del fabbricato sono troppo distanziati.

d) Eccessiva deformabilità del solaio o della struttura dovuta a spessore ridotto del solaio stesso, mancanza di travetti di ripartizione, luci eccessive, assenza di controventi nel fabbricato, giunti troppo distanziati, ed anche incremento dei tassi di lavoro.

4.3.2. Concause legate al comportamento dei blocchi

a) Presenza di estese fessurazioni preesistenti. Gli studi condotti hanno dimostrato che in questo ambito bisogna anche considerare la microfessura-

zione del materiale. In effetti è noto che tale fenomeno viene già preso in conto nella fase di messa a punto dei forni di cottura; sembra tuttavia che i metodi utilizzati per rivelare la presenza di microfessure debbano essere ulteriormente affinati (ad esempio, sostituendo alla prova di rottura per flessione su listello una prova a carico ripetuto). Altra constatazione recente: la presenza, talvolta, di tensioni interne di cottura che fragilizzano il blocco.

b) Comparsa di stati di coazione parassiti indotti da un eccessivo ritiro dell'intonaco di intradosso. In alcuni rari casi sembra che analoghi fenomeni possano nascere per una eccessiva differenza tra i coefficienti di dilatazione termica del laterizio e del conglomerato cementizio.

c) Dilatazione differita dal laterizio. Si tratta di un fenomeno ormai ben noto che si accentua in ambiente umido. Va tuttavia segnalato che la maggior parte delle terre italiane sono caratterizzate da una modesta dilatabilità, al contrario di quanto avviene in Francia dove tale causa viene considerata come nettamente prevalente rispetto a tutte le altre elencate (i laterizi francesi presentano dilatazioni differite mediamente doppie e anche triple di quelle osservate in Italia).

d) Adozione di spessori troppo differenziati per le pareti dei blocchi, oppure di disposizioni geometriche inadeguate; disegni che provochino la comparsa di sollecitazioni parassite, interassi eccessivi tra i travetti, ecc.

Naturalmente ai motivi sopra elencati se ne possono aggiungere altri dovuti a gravi difetti di produzione o ad errori esecutivi; presenza nell'argilla di grossi noduli, difetti di macinazione, deficienze nel getto, cattiva aderenza fra calcestruzzo e laterizio, corrosione e successivo rigonfiamento dell'armatura.

Ma questi rientrano nel quadro di ciò che si può eliminare con adeguati controlli della produzione e dell'esecuzione.

4.4. Rimedi

Sulla base degli studi compiuti, si è ormai giunti alla conclusione che i difetti lamentati possano essere sostanzialmente eliminati mediante l'adozione di due ordini di rimedi riguardanti, rispettivamente, la concezione strutturale e, talvolta, la tecnica produttiva.

Per quanto attiene alle predisposizioni di carattere progettuale, in attesa che esse possano figurare nel regolamento sui solai misti, si pensa di chiedere l'emanazione di una circolare ministeriale che potrebbe articolarsi sui seguenti punti.

a) Adeguamento della deformazione delle strutture miste al comportamento statico previsto nei calcoli (evitando quindi la presenza di vincoli che possano dar luogo a sollecitazioni parassite). Presa

in conto o, comunque, limitazione, delle sollecitazioni secondarie che possano raggiungere intensità significativa.

b) Protezione da sbalzi termici eccessivi. Qualora ciò non sia possibile, riduzione della deformabilità ed introduzione di travetti di ripartizione e giunti di dilatazione.

c) Eliminazione delle applicazioni entro strutture di grande entità di cui sia difficile tenere sotto controllo il comportamento globale (grandi coperture con schemi strutturali complessi). È tuttavia possibile, anche in questi casi, sfruttare i vantaggi statici e funzionali del laterizio qualora si preveda una soffittatura leggermente armata, eventualmente realizzata a spruzzo.

d) Riduzione della deformabilità propria del solaio o della struttura in cui esso è inserito mediante limitazione delle luci, avvicinamento dei giunti, predisposizione di controventi adeguati, inserimento di travetti di ripartizione.

Dal punto di vista della tecnica produttiva, gli studi tuttora in corso, dai quali dovranno scaturire utili indicazioni per la scelta delle terre e la messa a punto delle modalità di miscelazione, di essiccazione e di cottura si stanno delineando i seguenti orientamenti.

— correzione delle terre atte a produrre laterizi con forte tendenza alla dilatazione differita;

— migliore regolazione del processo di cottura, onde ridurre le microfessure e le tensioni interne;

— scelta dei disegni dei blocchi atte ad eliminare l'insorgere di tensioni interne o fessure durante il processo produttivo e di sollecitazioni pa-

rasse in opera. Per quanto attiene all'essiccazione e alla cottura, migliori risultati sembrano doversi ottenere adottando fori aventi tutti sezioni dello stesso ordine di grandezza onde regolarizzare i fenomeni convettivi. Analogamente, si dovrebbero evitare grosse differenze negli spessori delle pareti e prevedere opportuni raccordi agli incroci ed evitare inneschi di fessure.

Come è ovvio, le precauzioni sopra elencate dovranno essere accompagnate da adeguati controlli sulla qualità e sull'esecuzione onde evitare gli inconvenienti legati a difetti di produzione o di posa in opera.

* * *

Riteniamo che l'esame congiunto della Relazione Generale del Prof. Macchi, della relazione del Prof. Laner e del nostro contributo possa dare una chiara illustrazione della serietà con cui i produttori di laterizi si preparano ad affrontare i compiti che li attendono nel quadro del progresso dell'industria edilizia. Come si è visto, tali compiti impongono anche di risolvere alcuni problemi nuovi sui quali la concorrenza non ha talvolta esitato ad insistere con eccessivo impegno. I progressi conseguiti nella comprensione di taluni fenomeni inattesi ci consentono tuttavia di esprimere piena fiducia nell'avvenire delle strutture inflesse in laterizio. In tal senso l'attuale Convegno, nel cui ambito le difficoltà sono state chiaramente discusse, potrà segnare l'inizio di ulteriori decisivi sviluppi atti ad eliminare talune incertezze frutto di affrettate ed ingiustificate generalizzazioni.