

# DEFORMAZIONI E LESIONI DEI SOLAI IN LATEROCEMENTO

anomalie, difetti e soluzioni

*Matteo Fiori - Professore associato dipartimento ABC - Politecnico di Milano*

## Il tema

I solai in laterocemento realizzati fino agli anni '50 erano dotati di ridotta inerzia e, nella maggior parte dei casi, non provvisti di cappa di irrigidimento superiore armata. Questa situazione si accompagnava, spesso, a una struttura verticale realizzata mediante muratura portante in mattoni pieni. Molte abitazioni e non solo sono realizzate con questa tecnologia anche in relazione al boom edilizio del dopoguerra. Molte, ancora, le abitazioni realizzate con il minimo uso di materiali, soprattutto cemento e acciaio, vista il loro importante costo, in relazione anche alla ridotta disponibilità economica molto spesso presente.

## Le tecnologie presenti

Le tecnologie utilizzate per la situazione sopra esposta sono le seguenti:

- solaio in laterocemento, con spessore variabile fra circa 16 e circa 20 cm; il solaio è realizzato in opera, con passo dei travetti variabile fra 25 e 40 cm, cappa collaborante di spessore variabile fra 0 e 2 cm senza armatura. Moltissime sono le geometrie degli elementi di alleggerimento (pignatte), con forme sia tradizionalmente rettangolari sia





anche a trapezio, a triangolo e altro ancora. L'acciaio utilizzato è del tipo "liscio" con barre di diametri oggi considerati molto ridotti (5, 6 o 8 mm). L'obiettivo era di usare in meno possibile sia acciaio sia cemento.

- muratura portante in mattoni pieni/semipieni di laterizio o blocchi in pietra. Gli spessori utilizzati variano, generalmente, fra i 25 e i 40 cm. In corrispondenza del solaio si ha un cordolo in calcestruzzo della stessa larghezza della muratura e di altezza pari a quelle del solaio.
- finiture realizzate mediante piastrelle ceramiche o similari su sottofondo in sabbia e cemento. Lo spessore tipico è intorno ai 10 cm.

### Le anomalie

Le anomalie visibili sono le seguenti:

- deformazioni del solaio, con massimo in mezzeria dello stesso;
- lesioni lineari all'intradosso del solaio, in prossimità dell'attacco dello stesso alla muratura;
- lesioni lineari o distacchi degli strati di finitura.

In aggiunta, si possono avere lesioni su tavolati, con andamento orizzontale o diagonale. Lesioni diagonali si possono trovare su tavolati posti parallelamente ai travetti; lesioni orizzontali poste su tavolati perpendicolari alla direzione dei travetti. Per i primi viene superato il limite di sollecitazione a taglio della muratura (il campo di solaio si deforma maggiormente nella zona centrale), per i secondi a trazione (il campo di solaio si deforma uniformemente rispetto al tavolato).

### I difetti

I difetti sopra indicati sono, normalmente, sia connessi a errori attivati durante la fase di progettazione sia a errori attivati durante la fase di esecuzione.

Si tiene a precisare che, all'epoca di costruzione, quanto sopra descritto in termini tecnologici era considerato uno standard e, quindi, non si può parlare di vero e proprio errore in fase di progettazione.

Lo spessore del solaio e, ancor di più, l'assenza di una cappa collaborante armata, rappresentavano la soluzione corrente. La tecnologia non era "matura" rispetto a criticità di questo tipo. In particolare:

- la lesione sul solaio in corrispondenza dell'interfaccia con la muratura è dovuta alla mancanza di ammorsamento fra la muratura portante e il solaio.

Quando il solaio è sollecitato da azioni sia connesse al peso proprio, ai pesi permanenti portati e ai carichi variabili, subisce una deformazione, più o meno elevata a seconda dell'inerzia dello stesso. Inerzia collegata alle



caratteristiche geometriche e meccaniche dei materiali componenti l'elemento strutturale. Tale deformazione è massima nella zona centrale del campo del solaio mentre, man mano che ci si avvicina alle murature perimetrali si ha l'effetto delle stesse. In corrispondenza della muratura perimetrale perpendicolare ai travetti del solaio vi sono le barre di armatura dello stesso che vincolano i due elementi: qui non si hanno fessurazioni. In corrispondenza, invece, dei muri portanti paralleli ai travetti, non vi sono barre di armatura di collegamento in quanto è assente la rete oggi utilizzata nella cappa collaborante e, ad abundantiam, la cappa collaborante o è assente o ha uno spessore di 1 o 2 cm. Quindi, non ha resistenza a taglio significativa. Sotto carico, viene superato il limite di resistenza al taglio e il solaio si lesiona. Piastrelle o altri elementi simili posti quali rivestimenti finali sono soggetti anch'essi a lesioni o, in alcuni casi, anche a distacchi qualora ci siano situazioni di rivestimenti, parzialmente, a cavallo fra la muratura e il solaio (per esempio, per restringimenti della muratura a mano a mano che essa stessa sale). Si precisa che vi possono essere anche lesioni fra travetti in posizioni "interne" al campo di solaio, dovute a carichi differenti (ad esempio, una libreria) proprio per la mancanza di cappa collaborante che ha funzione di distribuire il carico fra vari travetti contigui.

- b. la lesione sul solaio in parte corrente avviene per la ridotta inerzia dello stesso, dovuto proprio al ridotto spessore. Si tenga conto che il rapporto fra l'altezza del solaio e la luce dello stesso è intorno a 1/30 se non di più: oggi tale valore è ampiamente più ridotto.

### I modi di guasto

Il modo di guasto si attiva secondo la seguente catena:

### Le soluzioni

Le soluzioni possibili per ovviare a questa situazione, a partire dal solaio come sopra descritto, sono le seguenti:

- aumento dell'inerzia con integrazione con cappa collaborante in calcestruzzo armato mediante connettori in acciaio al solaio esistente. In questo caso, è necessario procedere con l'inserimento di barre in acciaio "spinate" su tutto il perimetro della muratura portante al fine di ammorsare la zona fra muratura e solaio; il calcestruzzo utilizzabile può essere quello "tradizionale" oppure quello alleggerito (denominato "LC") con densità più ridotte.
- aumento dell'inerzia mediante integrazione con cappa collaborante in calcestruzzo fibrorinforzato e adesivi per il collegamento strutturale (il supporto necessita di adeguata scabrezza). In questo caso, è necessario procedere con l'inserimento di barre in acciaio "spinate" su tutto il perimetro della muratura portante al fine di ammorsare la zona fra muratura e solaio;

In tutti i casi, sono necessari, normalmente, spessori pari a circa 4 - 5 cm e un aumento di peso pari a circa 0.8/1.2 kN/m<sup>2</sup>.

Chiaramente è necessario effettuare idonee procedure di calcolo e, preliminarmente, di rilievo strutturale, secondo quanto riportato dalle NTC 2018 (norme tecniche sulle costruzioni), anche per tenere conto di adeguati valori di resistenza dei materiali con i cosiddetti "livelli di conoscenza".