

2.7 Comportamento delle scuole dopo il sisma de L'Aquila

M. Di Ludovico¹, G. Di Pasquale², M. Dolce¹⁻², G. Manfredi¹, C. Moroni², A. Prota¹ ■

A seguito del sisma dello scorso 6 aprile uno degli obiettivi primari della Protezione Civile è stato quello di verificare con la massima cura le condizioni degli edifici scolastici e dare inizio, per le strutture che avevano riportato solo danni agli elementi strutturali, ai necessari lavori di riparazione. Tali attività sono state svolte in collaborazione tra la Funzione 1 della Direzione Comando e Controllo del Dipartimento della Protezione Civile (DPC), il Consorzio ReLUIS, Centro di Competenza del DPC sul Rischio Sismico ed il Provveditorato alle Opere Pubbliche di Lazio, Sardegna ed Abruzzo.

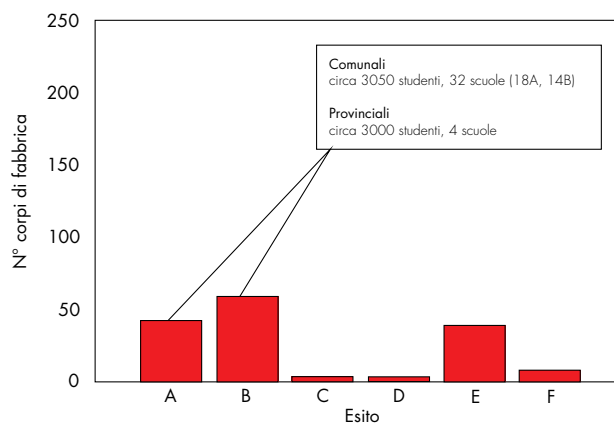
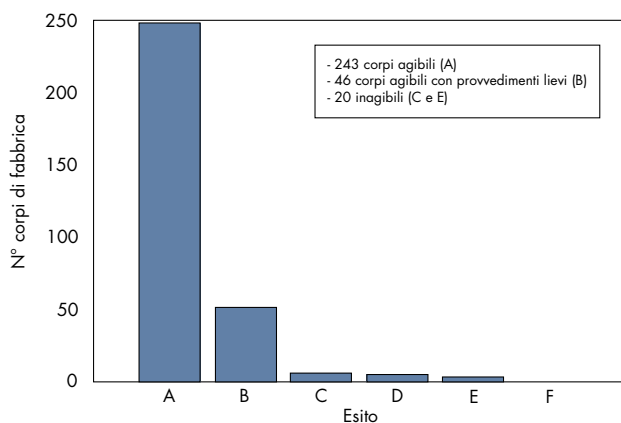
Si discute qui, dunque, innanzitutto l'attività che ha riguardato le verifiche di agibilità delle strutture scolastiche che ha avuto inizio l'8 aprile 2009. Le verifiche sono state coordinate da ReLUIS che ha operato sotto la direzione della Funzione 1 posta presso la Reiss Romuli; le verifiche hanno prima riguardato le scuole site nel Comune de L'Aquila e poi quelle site nei Comuni della Provincia de L'Aquila.

Nell'ambito di tale attività, che è durata fino a circa la fine del mese di aprile, sono state visitate, a L'Aquila, 53 scuole di competenza comunale e 9 scuole di competenza provinciale, per un totale di 156 corpi di fabbrica. In termini di studenti, le scuole comunali visitate ospitavano, ad aprile 2009, circa 6.300 studenti (su circa 7.000 totali) e quelle provinciali circa 4.000 studenti (su circa 5.000 totali). Gli esiti delle verifiche svolte sono riportati sinteticamente in figura 1. In provincia de L'Aquila, le verifiche di agibilità sono state svolte in 64 comuni, visitando 224

scuole articolate su un totale di 309 corpi di fabbrica; i relativi esiti sono riportati sinteticamente in figura 2.

Con riferimento alle strutture scolastiche site nel Comune de L'Aquila, incrociando gli esiti di agibilità con i dati relativi all'età di costruzione ed alla tipologia strutturale, si osserva che circa il 66% di esse è caratterizzato da struttura portante in cemento armato (56% struttura intelaiata, 10% struttura con pareti in cemento armato) e che circa il 21% ha struttura in muratura (Fig. 3). Analizzando il livello di danno determinato dal terremoto, si deduce che il 31% delle strutture intelaiate in cemento armato ha avuto esito di agibilità A, il 43% B ed il 26% E. Le strutture intelaiate con esiti A e B sono state prevalentemente costruite tra gli anni '60 e gli anni '90; quelle con esito E hanno età di costruzione prevalentemente compresa tra gli anni '20 e gli anni '70. La maggior parte, dunque, delle strutture intelaiate in cemento armato ha avuto danni esclusivamente agli elementi non strutturali, prevalentemente tamponature, tramezzi e controsoffitti; un esempio è la scuola elementare di Paganica di cui si riportano alcune immagini nelle figure 4-5. Un esempio, invece, di struttura scolastica intelaiata con danni anche agli elementi strutturali è rappresentato dalla scuola elementare Celestino V, di cui si mostrano alcune immagine nelle figure 6-7. Nell'ambito delle strutture con pareti in cemento armato, il 27% ha avuto esito A ed il restante 73% esito B; non vi sono esiti E. Esaminando le strutture in muratura, prevalentemente costruite prima degli

Fig. 1 e 2
Riepilogo degli esiti delle verifiche di agibilità sulle scuole de L'Aquila.



¹ Dipartimento di Ingegneria Strutturale, Università di Napoli Federico II. www.unina.it

² DPC - Dipartimento della Protezione Civile, Roma. www.protezionecivile.it

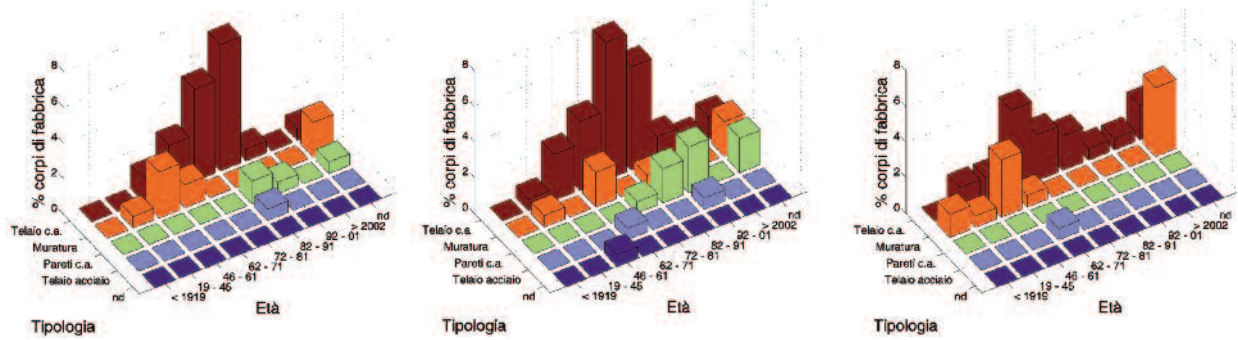


Fig. 3 Distribuzione degli esiti di agibilità sulle scuole di L'Aquila: a) esito A; b) esito B; c) esito E.

anni '60, si osserva che il 30% ha avuto esito A, il 24% esito B ed il 46% esito E. Un esempio di struttura scolastica in muratura con danni strutturali è rappresentato dalla scuola elementare S. Elia, di cui si mostrano alcune immagini nelle figure 8-9.

In seguito alla fase immediatamente successiva al terremoto, sono state formate delle squadre

miste tra rappresentanti di ReLUI, DPC e Provveditorato alle Opere Pubbliche di Lazio, Sardegna ed Abruzzo che hanno effettuato una serie di ulteriori sopralluoghi e di indagini (anche mediante prove non distruttive ed indagini visive) al fine di definire l'elenco delle scuole per le quali si poteva ritenere che gli interventi di riparazione potessero essere completati in

Fig. 4 Danni alla tamponatura della palestra della scuola elementare di Paganica.



Fig. 5 Lesioni e distacchi di intonaco sui tramezzi della scuola elementare di Paganica.



Fig. 6 Lesione ad un pilastro della scuola elementare Celestino V.



Fig. 7 Danni alla controsoffittatura della scuola elementare Celestino V.



Fig. 8 Crollo parziale della copertura della scuola elementare S. Elia.



Fig. 9 Lesioni diagonali nei pannelli murari della scuola elementare S. Elia.

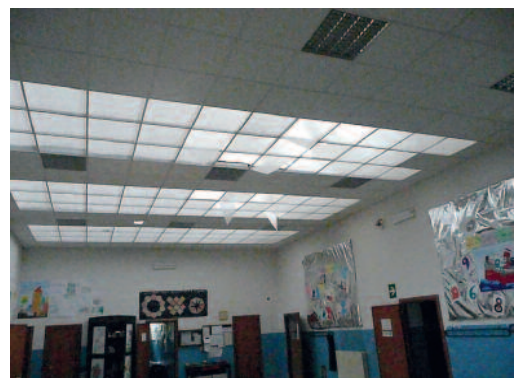




Fig. 10
Tabella all'esterno della scuola elementare Torrione a L'Aquila.

Fig. 11
Prospetto interno della scuola elementare di Paganica dopo il rafforzamento dei nodi.



Fig. 12
Prospetto interno della scuola elementare del Torrione dopo il rafforzamento dei nodi.

Fig. 13
Intervento di collegamento perimetrale del tramezzo presso la scuola media Dante Alighieri de L'Aquila.



Fig. 14
Indagine visiva sulla muratura della scuola elementare Villa Grande di Tornimparte.

tempo per l'inizio del nuovo anno scolastico; durante tali sopralluoghi, le squadre hanno anche fatto una valutazione di massima dei costi degli interventi di riparazione.

Per le strutture scolastiche con esito A e B per le quali si è deciso di eseguire subito la riparazione dei danni sono stati così messi a punto i relativi progetti di intervento; essi sono stati redatti da tecnici dei Comuni o della Provincia sotto la supervisione di ReLUIS e del Provveditorato alle Opere Pubbliche, che ha anche gestito l'affidamento dei lavori (Fig. 10).

In linea con quanto poi formalizzato dal DPC nelle Ordinanze 3789 e 3790 e nei relativi Indirizzi, oltre alla riparazione dei danni e alla verifica ed eventuale ripristino dei collegamenti di

controsoffitti ed altri elementi pensili, si sono anche progettati interventi di rafforzamento locale sugli elementi strutturali (rafforzamento dei nodi d'angolo e di facciata di strutture in c.a. (Fig. 11 e 12), disposizione o verifica di catene e tiranti in strutture in muratura) e non strutturali (interventi antiribaltamento di tamponature e partizioni (Fig. 13), realizzazione di intonaci con retina in acciaio zincato su tamponature e partizioni, interventi di collegamento delle fodere delle tamponature). In parallelo con l'esecuzione degli interventi, le indagini preliminari precedentemente effettuate solo con prove non distruttive sono state completate eseguendo prove sui materiali (sclerometriche, ultrasoniche, prelievo e schiacciamento di carote di calce-

struzzo, prelievo e prova su spezzoni di barre di armatura in strutture in c.a., indagini visive (Fig. 14) e prove con martinetti piatti in strutture in muratura) e prove di carico sui solai e sulle rampe di scala.

L'esperienza maturata affrontando i casi reali delle strutture scolastiche su cui si è intervenuti ha anche rappresentato un elemento essenziale per l'ottimizzazione e l'affinamento di una serie di interventi tipo che sono stati poi raccolti nelle "Linee Guida per la Riparazione ed il Rafforza-

mento di Elementi Strutturali, Tamponature e Partizioni" sviluppato in collaborazione tra DPC e ReLUIS. La sinergia tra DPC, ReLUIS, Provveditorato alle Opere Pubbliche, Comuni e Provincia ha consentito di far sì che alcune strutture scolastiche aventi esito A, riparate con somma urgenza, siano state restituite all'Ufficio Scolastico Regionale in tempo per svolgervi gli esami di fine anno e che tutte le altre strutture scolastiche con esito A e B siano state riaperte tra il 21 settembre ed il 5 ottobre.