

SICUREZZA SISMICA DELLE SCUOLE: POSSIBILI CONTRIBUTI DELL'ENEA *

Alessandro MARTELLI **

* Il 16 dicembre 2009, nella seduta N. 259 della Camera dei Deputati, in occasione della discussione della Legge Finanziaria, gli Onn. Angelo Alessandri, Fabio Rainieri e Manuela Lanzarin hanno proposto l'ordine del giorno n. 9/2936-A/50 per impegnare il Governo, che poi ha accettato (Atti Parlamentari, XVI Legislatura – Allegato A ai Resoconti – Seduta del 16 Dicembre 2009 – N. 259, pp. 51-53 e VII-VIII), a proteggere le scuole italiane con l'isolamento sismico e la dissipazione di energia. Il testo era stato predisposto sulla base di una proposta del Presidente del GLIS, riportata di seguito, da lui avanzata anche quale responsabile della Sezione Prevenzione Rischi Naturali e Mitigazione Effetti dell'ENEA.

** Presidente dell'associazione GLIS (GLIS – Isolamento ed altre Strategie di Progettazione Antisismica) e dell'International Seismic Safety Organization (ISSO); presidente fondatore ed attuale vicepresidente e coordinatore della Sezione Territoriale dell'Unione Europea e degli altri paesi dell'Europa Occidentale dell'Anti-Seismic Systems International Society (ASSISi); coordinatore del Task Group 5 on Seismic Isolation of Structures dell'European Association for Earthquake Engineering (EAEE-TG5); membro della Commissione IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control) per la concessione dell'AIA (Autorizzazione Integrata Ambientale) del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare; Collaudatore in corso d'opera di edifici protetti da sistemi antisismici; membro del Collegio dei Docenti del Dottorato di Ricerca in "Ingegneria Civile, Ambiente e Territorio, Edile e in Chimica" del Politecnico di Bari; già Direttore del Centro Ricerche di Bologna dell'Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (ENEA) (in pensione da fine novembre 2012); fino al 2011 docente di "Costruzioni in Zona Sismica" presso la Facoltà di Architettura dell'Università di Ferrara

PROPOSTA DEL PRESIDENTE DEL GLIS PROF. ING. ALESSANDRO MARTELLI

Fra tutte le tipologie di costruzioni, gli edifici scolastici dovrebbero essere, assieme agli ospedali, quelli maggiormente protetti da eventi calamitosi e, fra questi, soprattutto dal terremoto (che, in Italia è l'evento che comporta il rischio più elevato). Per gli edifici scolastici occorre porsi l'obiettivo di garantire, fino ai più violenti terremoti prevedibili nei siti ove tali edifici sono ubicati, la completa incolumità degli alunni, oltre che degli insegnanti e delle altre persone presenti. Dunque, non è sufficiente evitare il crollo degli edifici scolastici fino ai terremoti suddetti (requisito minimo previsto dalle normative sismiche, incluse le nuove *Norme Tecniche per le Costruzioni*), ma è indispensabile garantire l'integrità assoluta di tali edifici, cioè l'assenza di qualsiasi danno, anche agli elementi non strutturali ed agli oggetti contenuti; occorre, inoltre, minimizzare l'entità delle vibrazioni sismiche trasmesse dal terreno agli edifici, onde evitare il panico. Gli obiettivi summenzionati non sono perseguibili con progettazione antisismica convenzionale (basata sulla "robustezza" delle strutture), ma lo sono totalmente con l'isolamento sismico alla base degli edifici ed in larga misura inserendo sistemi di dissipazione d'energia al loro interno.

Come tutte le altre tipologie di costruzioni italiane, ben oltre la metà degli edifici scolastici attualmente esistenti nel nostro paese risultano inadeguati a resistere ai terremoti ai quali essi potrebbero essere soggetti. Su molti di questi edifici esistenti è assai difficile o troppo costoso intervenire per garantirne una sufficiente sicurezza sismica, o perché trattasi di edifici monumentali (soggetti, quindi, anche ai requisiti della conservazione), o perché sono semplicemente troppo vecchi. Nel primo caso è auspicabile destinare gli edifici ad un uso diverso e spostare le funzioni scolastiche in altre strutture (possibilmente di nuova costruzione); nel secondo caso la soluzione migliore (anche dal punto di vista economico) è la demolizione e ricostruzione.

Per le nuove realizzazioni di edifici scolastici non sussiste alcun impedimento di carattere tecnico perché essi siano realizzati con l'isolamento sismico alla base (in Italia 4 nuove scuole isolate sono già state completate ed almeno altre 12 sono in costruzione). A favore di questa soluzione progettuale sono, oltre al livello di sicurezza nettamente maggiore rispetto ad una costruzione fondata convenzionalmente, anche il bilancio economico complessivo (che tiene conto non solo dei costi di costruzione, ma anche di quelli di demolizione o riparazione, asportazione e stoccaggio dei detriti, delocalizzazione delle attività scolastiche, ecc.) e (per quanto appena detto) gli evidenti benefici di carattere ambientale ed energetico.

Quanto ai soli costi di costruzione, occorre notare che, in Italia, gli edifici scolastici hanno un numero ridotto di piani e di norma non necessitano di un piano interrato (utilizzabile, in altre tipologie di edifici, ad esempio come garage e/o scantinati): pertanto, nonostante la nuova normativa sismica italiana permetta di alleggerire la sovrastruttura e le fondazioni degli edifici isolati sismicamente (per tener conto parzialmente della drastica riduzione delle azioni sismiche operata dal sistema d'isolamento), per gli edifici scolastici con isolamento alla base sono talvolta da mettere in conto costi di costruzione aggiuntivi dovuti all'uso di tale protezione (isolatori, solaio aggiuntivo al di sopra di essi, ecc.); tali costi addizionali, però, se esistenti, sono usualmente limitati a pochi percento dei costi complessivi di costruzione dell'edificio (spesso a meno del 10%). Ciò è dimostrato anche dall'esperienza applicativa, da quella riguardante la nuova scuola di San Giuliano di Puglia (per la quale l'isolamento sismico non ha comportato costi aggiuntivi di costruzione) a

quelle riguardanti due nuove realizzazioni in provincia di Bologna, site in aree a sismicità moderata: la nuova scuola isolata in costruzione a Marzabotto, per la quale i costi suddetti sono stati meno del 2% dei costi dell'opera completa, e quella che sorgerà a Vado (Monzuno), progettata con fondazioni convenzionali prima che l'area fosse classificata sismica, per la quale l'inserimento dell'isolamento sismico ha evitato la necessità di irrobustire l'edificio per renderlo capace di resistere alle azioni sismiche derivanti dalla nuova classificazione, con un costo aggiuntivo pari a quello che l'irrobustimento suddetto avrebbe comportato.

Per interventi su edifici scolastici esistenti l'isolamento sismico è utilizzabile (così come per le altre tipologie di costruzioni) solo se attorno all'edificio sussiste od è realizzabile lo spazio (in Italia tipicamente da 10 cm a 50 cm, in funzione della pericolosità sismica dell'area) necessario per lo spostamento "di corpo rigido" che caratterizza la parte dell'edificio (sovrastuttura) che poggia sugli isolatori. I costi possono essere anche nettamente inferiori a quelli di un intervento convenzionale, potendosi evitare il denudamento dell'ossatura portante, l'irrobustimento dei pilastri e dei nodi trave-pilastro, l'inserimento di setti irrigidenti, ecc. (vi sono esempi, per edifici italiani così adeguati, di risparmi anche del 20%). Quando l'isolamento sismico non sia applicabile, è usualmente possibile migliorare sismicamente gli edifici inserendo in essi dissipatori di energia (in Italia ciò è già stato fatto in numerose opere, a partire dagli anni '90); il costo dei dissipatori è di norma largamente compensato dalla possibilità di evitare irrobustimenti della struttura portante.

In Italia l'edificio scolastico dotato d'isolamento sismico alla base più famoso è la nuova scuola Francesco Jovine o "Angeli di San Giuliano" (Figura 1): tale scuola è stata la prima, protetta dall'isolamento sismico, ad essere completata in Italia, in settembre 2008. Il sistema d'isolamento è stato progettato da un team di esperti coordinato dall'ENEA e la struttura è stata soggetta a collaudo in corso d'opera (c.o.) da parte di un esperto dell'Ente.



Figura 1 – La nuova scuola Francesco Jovine ed il Centro Professionale ed Universitario "Le Tre Torri" di San Giuliano di Puglia, al momento del collaudo da parte di A. Martelli per conto dell'ENEA in settembre 2008; vista del sistema d'isolamento sismico durante la costruzione

L'ENEA ha anche contribuito alla progettazione del sistema di isolamento sismico e/o ha effettuato od effettuerà il collaudo in corso d'opera di ulteriori nuove scuole, a Marzabotto (BO), Campobasso, Vado (BO) e Mulazzo (MS) (Figure 2, 3 e 4).



Figura 2 – La nuova scuola di Marzabotto (BO) e vista del sistema d'isolamento sismico, durante la costruzione (ottobre 2009). L'ENEA ha collaborato al progetto dell'isolamento sismico. Il collaudo in c.o. è affidato ad A. Martelli per conto dell'ENEA



Figura 3 – Il Liceo Scientifico Romita di Campobasso (che ospitava 1.300 studenti), prima della demolizione (di prossimo inizio) e della successiva prevista ricostruzione con l'isolamento sismico di almeno due dei suoi corpi di fabbrica. L'ENEA ha collaborato agli studi di vulnerabilità sismica ed al progetto dell'isolamento sismico. Il collaudo in c.o. è affidato ad A. Martelli per conto dell'ENEA



Figura 4 – La nuova scuola di Mulazzo (MS) e vista del sistema d'isolamento sismico durante la costruzione nel 2008. Il collaudo in c.o. è affidato ad A. Martelli per conto dell'ENEA

Sono, inoltre, da citare la progettazione ed il collaudo in c.o. di ulteriori 4 nuove scuole toscane isolate sismicamente effettuati nell'ambito del Protocollo d'Intesa su "Applicazioni dell'Isolamento Sismico e delle Altre Moderne Tecnologie Antisismiche ad Opere ed Edifici, in Particolare ad Uso Scolastico" firmato dalla Regione Toscana, dall'ENEA e dal GLIS nel 2004 (Figura 5).



Figura 5 – La nuova scuola di Galliciano (LU), completata in settembre 2009 con l'isolamento sismico nell'ambito di un Protocollo d'Intesa fra Regione Toscana, ENEA e GLIS

Qualche anno prima dell'isolamento sismico della nuova scuola di San Giuliano di Puglia, alcune scuole esistenti erano state migliorate sismicamente in Italia con sistemi di dissipazione di energia, prima a Potenza e provincia, poi anche nelle Marche: fra queste ultime è da citare la scuola Gentile Fermi di Fabriano, di architettura razionalista, che, a seguito dei danni subiti durante il terremoto umbro-marchigiano del 1997-98 (e di precedenti problemi di carattere statico) è stata migliorata sismicamente con dissipatori viscoelastici sviluppati nell'ambito del progetto comunitario REEDS promosso dall'ENEA (Figura 6).



Figura 6 – La scuola Gentile Fermi di Fabriano, prima e dopo il miglioramento sismico con dissipatori viscoelastici sviluppati nell'ambito del progetto comunitario REEDS, effettuato a seguito dei danni subiti durante il terremoto umbro-marchigiano del 1997-98

In accordo con quanto in parte precedentemente detto, l'ENEA, nell'ambito dell'edilizia scolastica, può intervenire proficuamente nei seguenti settori:

- *sviluppo di nuovi dispositivi antisismici e (attraverso le proprie attrezzature sperimentali) prove su tali dispositivi e su modelli di strutture da essi protette;*
- *definizione dell'input sismico, anche mediante prove sismiche in sito, ossia analisi della risposta sismica locale e micro zonazione sismica, con definizione di spettri e/o accelerogrammi di sito;*
- *valutazione della vulnerabilità sismica di edifici esistenti, anche attraverso prove sperimentali su materiali e strutture, con individuazione delle tecniche più idonee per l'adeguamento sismico delle strutture;*
- *consulenza specialistica di supporto alla progettazione strutturale con particolare riferimento al dimensionamento e alla verifica di sistemi moderni di protezione sismica, sia per edifici di nuova realizzazione che per adeguamento di edifici esistenti;*
- *consulenza specialistica di supporto alla installazione dei dispositivi antisismici;*
- *collaudo in corso d'opera;*
- *monitoraggio sismico delle strutture.*