

PREFAZIONE

Con questo Quaderno si arricchisce di un ulteriore contributo, dopo quello già pubblicato (*), il programma dell'AICAP sulla diffusione delle conoscenze in tema di progettazione di strutture in calcestruzzo in presenza di azioni sismiche.

Come è noto l'isolamento sismico è ormai divenuto un approccio molto praticato, non sempre in maniera appropriata, fermo restando che esso resta pur sempre una strada che è certamente utile per mitigare e ridurre, se utilizzato correttamente, i potenziali danni prodotti dal sisma.

Con questo Quaderno si fornisce una guida di aiuto al lettore sulla strada da percorrere per decidere se isolare o meno la struttura che si accinge a progettare.

Più precisamente l'argomento del Quaderno, con riferimento al progetto di tipologie edilizie correnti in c.a. con e senza isolamento alla base, indica il percorso da compiere per esaminare tutti gli aspetti di entrambe le progettazioni e come metterle a confronto.

L'impostazione è molto dettagliata e ciò rende lo studio di interesse non solo per gli studenti che affrontano il problema per la prima volta, ma anche per il professionista che non ha ancora raggiunto una buona sicurezza e padronanza delle molte variabili in gioco nella progettazione per azioni sismiche.

Il lavoro è stato sviluppato da Alessandro Bergami, Davide Lavorato, Angelo Forte e Fabiana Riparbelli sotto la guida di Camillo Nuti e si è svolto nell'ambito della Commissione Strutture dell'AICAP, presieduta dal sottoscritto, e ha visto la costante partecipazione di Luigino Dezi, Paolo Formichi, Antonello Gasperi, Piero Marro, Maurizio Orlando, Marisa Pecce, Francesco Rendace e Luca Sanpaolesi.

Franco Angotti

Roma, aprile 2017

* Telai in c.a. in zona sismica: progettazione per duttilità e per resistenza

PREMESSA

In un settore, quello delle costruzioni civili, ove l'innovazione è per tradizione introdotta con molta prudenza, sono state sviluppate negli ultimi trent'anni nuove tecnologie che rappresentano un'importante rivisitazione di tecnologie storicamente conosciute ma poco utilizzate. Si realizzano così strutture tradizionali capaci di andare oltre la soglia elastica garantendo un buon funzionamento e modesti danneggiamenti anche per richieste di duttilità in spostamento significative. Si sono tuttavia affinate e rese affidabili e competitive soluzioni alternative, quali isolamento alla base e controventi dissipativi, consentendone una diffusione sempre maggiore. In particolare l'isolamento sismico alla base sta diventando una tecnologia quasi di uso corrente, almeno nelle nuove costruzioni in zona sismica, ed è oggetto di numerose applicazioni in tutto il mondo.

Questa tecnica costruttiva consente di limitare fortemente l'azione sismica che impegna la struttura in elevazione, isolandola dal suolo che dunque non la trascina più, riducendo così le forze di inerzia e le distorsioni interpiano.

Parallelamente l'innovazione tecnologica ha consentito di rendere i dispositivi di isolamento molto affidabili, superando le perplessità che avevano accompagnato le prime applicazioni, e riducendone sensibilmente i costi di produzione.

La progettazione di edifici isolati alla base ha le sue origini nelle antiche civiltà che già disponevano in fondazione elementi costruttivi che potessero favorire lo scorrimento della struttura rispetto al terreno. Esempi di isolamento alla base si possono trovare già in costruzioni dell'epoca romana; ad esempio in Iran, nella zona con pericolosità sismica più elevata, le case si realizzavano e si realizzano su tronchi d'albero disposti ortogonalmente liberi di muoversi come carrelli. Il primo esempio di edificio isolato alla base in Europa è una scuola di Skopje, realizzata negli anni '70 su isolatori piuttosto semplici e deformabili verticalmente, recentemente sostituiti da moderni dispositivi di isolamento. In Italia le prime esperienze di sistemi di isolamento sismico soggetti ad un evento sismico risalgono al terremoto in Friuli del 1976; le opere in costruzione nel tratto autostradale Udine-Carnia riportarono danni significativi ad eccezione del viadotto di Somplago, primo esempio di isolamento sismico di ponti in Europa e dotato con dispositivi prodotti in Italia. Questa esperienza promosse l'evoluzione e l'utilizzo di soluzioni analoghe per la realizzazione delle opere d'arte autostradali che seguirono; nel 1990 furono emesse le "Istruzioni per la progettazione antisismica dei ponti con l'impiego di dispositivi isolatori/dissipatori".

All'inizio degli anni '80 risalgono le prime realizzazioni di edifici italiani isolati alla base: il Quartier Generale dei Vigili del Fuoco (Napoli, 1981), la sede della Brigata Mobile dei Vigili del Fuoco (Napoli, 1985), il Centro Civico della INAIL (Ancona, 1989).

Negli anni successivi seguì un aggiornamento del quadro normativo: nel 1993 furono emanate le prime "Linee Guida per il progetto di edifici con isolamento sismico redatte a cura del Servizio Sismico Nazionale e nel 1998 le "Linee Guida per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Collaudo delle opere isolate dal sisma" [C.S.LL.PP.].

Della fine degli anni '90 è la richiesta da parte del Ministero della Sanità, ad un gruppo costituito da Università di Chieti-Pescara e all'Enea, di realizzare, con un progetto pilota, un ospedale che rimanesse in funzione anche in caso di azione sismica intensa. Nacque così, dalla modifica del progetto allora redatto con criteri convenzionali, le specifiche e quindi il progetto e la realizzazione del primo Ospedale Italiano con Isolamento alla Base: l'Ospedale di Frosinone, in funzione dal 2010.

Dopo il 2002, anno del terremoto del Molise avvenuto in un'area priva di classificazione sismica e segnato dal crollo della scuola di San Giuliano (CB), seguì l'emissione delle Nuove Norme Tecniche sulle Costruzioni (a partire dall'OPCM 3274 del 2003 fino all'NTC 2008) mentre, con il susseguirsi degli eventi sismici che hanno interessato l'Italia (l'Aquila nel 2009, l'Emilia nel 2012 fino al recente evento di Amatrice nel 2016), la comune percezione della sicurezza sismica degli edifici è cambiata, almeno per l'edilizia nuova, ed il concetto di edificio sismicamente capace di garantire una sicurezza pressoché assoluta, anche dal punto di vista funzionale, è stato concretamente esteso anche all'edilizia residenziale. Pertanto anche alla realizzazione di edilizia residenziale si va progressivamente estendendo l'uso dell'isolamento sismico alla base; a seguito dei terremoti dell'Aquila e dell'Emilia, l'uso di questa tecnologia ha consentito di effettuare interventi di ripristino adeguamento sismico di numerose costruzioni esistenti.

La ricerca scientifica ed applicata e le relative applicazioni industriali consentono, in particolare proprio in Italia, un'articolata scelta tra soluzioni progettuali e tecnologie, sia per le nuove realizzazioni che per gli interventi sull'esistente.

Da quanto detto consegue la scelta di realizzare e pubblicare questo manuale applicativo dell'isolamento sismico trattando il caso di un nuovo edificio, messo a confronto con un edificio realizzato tradizionalmente.

Si è ritenuto utile mostrare come l'isolamento sismico alla base, almeno per le nuove realizzazioni, non sia una tecnica per specialisti, nell'ambito dei progettisti di strutture. Essa è invece da considerare come una soluzione ormai ben consolidata e matura che offre notevole garanzie sia ai futuri proprietari sia a tutta la filiera della realizzazione, dai progettisti alle imprese ai collaudatori.

L'isolamento alla base ha infatti, quale riferimento concettuale, dei principi fondamentali con poche approssimazioni nel passaggio dal modello numerico di calcolo alla struttura reale.

Nella trattazione del caso studio oggetto di questo libro, alcune scelte effettuate nel trattare l'edificio tradizionale possono ritenersi particolari ma è bene evidenziare come discendano dal voler evidenziare le peculiarità della progettazione di edifici isolati senza trattare in maniera approfondita il caso di un edificio tradizionale in zona sismica.

1 INTRODUZIONE

Il quaderno è stato sviluppato con la finalità di offrire una guida, semplice e concreta, alla progettazione di strutture dotate di isolamento alla base.

Si è voluto guidare il lettore attraverso un'applicazione progettuale commentata su di un caso studio rappresentativo di un edificio residenziale dalle caratteristiche ordinarie. La scelta è stata quella di procedere ad una doppia progettazione parallela, ossia considerando sia il progetto in zona sismica dell'edificio a base fissa, sia lo stesso progetto in zona sismica con isolamento alla base.

Il confronto consente di evidenziare le peculiarità delle strutture isolate sia da un punto di vista normativo che tecnico-progettuale.

Affinché la progettazione comparata garantisca un confronto omogeneo, è stato scelto di fissare alcuni parametri che caratterizzano la struttura. Nelle due soluzioni descritte restano invariate le geometrie delle sezioni, la distribuzione e le tipologie degli elementi strutturali, le azioni e le caratteristiche dei materiali. Il considerare tali parametri invariabili, scelta ampiamente discussa nella Commissione AICAP, è legato strettamente allo scopo del testo. Un progettista potrebbe certamente scegliere di considerare tali parametri come variabili progettuali, ad esempio sarebbe certamente possibile, alla luce delle notevoli riduzioni delle azioni sulla struttura, ridurre le sezioni della struttura isolata. Questo potrebbe essere un utile esercizio progettuale da presentare in futuro.

Nel testo sono presentati anche alcuni argomenti di base la cui conoscenza è fondamentale per chi affronta la progettazione in zona sismica ed in particolare la progettazione di strutture dotate di sistemi di isolamento alla base. Tale trattazione, vista la struttura e la finalità di questo lavoro, non ambisce ad essere esaustiva. Per completezza di esposizione, si fa cenno ai principi fondamentali della pericolosità sismica, al quadro normativo di riferimento, ma anche alle tipologie ed alle peculiarità dei dispositivi disponibili sul mercato.

Quanto trattato fa riferimento al quadro normativo italiano, ossia il D.M. Infrastrutture e Trasporti del 14/01/2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni", di seguito indicato con la sigla NTC08, ed alla successiva Circolare n. 617/C.S.LL.PP. del 02/02/2009.

La struttura del testo è stata concepita come segue: in una parte iniziale viene descritto l'edificio oggetto di studio individuandone la struttura portante. Nei capitoli 3 e 4 vengono date tutte le informazioni relative ai materiali e alle azioni di progetto inclusa l'azione sismica. Nel capitolo 5 si presenta il sistema di isolamento utilizzato, mentre il capitolo 6 presenta l'analisi dinamica della struttura, considerata sia con l'isolamento alla base sia a base fissa.

Il capitolo 7 riguarda il dimensionamento delle armature, visto che le carpenterie sono le medesime per le due strutture. Nel testo sono riportati tutti i risultati relativi al dimensionamento di travi, pilastri, setti e nodi della struttura, procedendo ad un puntuale confronto tra soluzione con isolamento alla base e soluzione a base fissa.

La scelta di scendere nel dettaglio di ogni fase del percorso progettuale, a partire dalla determinazione delle azioni fino al dimensionamento e la verifica dei vari elementi, consente di seguire tutti i passi relativi al dimensionamento di un edificio isolato sismicamente alla base; al progettista vengono consegnati tutti gli strumenti necessari a ripercorrere ogni fase della progettazione, con l'aggiunta del confronto con una progettazione in zona sismica di tipo tradizionale.