PROGETTO STRUTTURALE DI EDIFICI MULTILIVELLO

L'obbiettivo fondamentale di una struttura antisismica è garantire un livello di sicurezza adeguato in caso di fenomeni tellurici e pertanto:

- limitare al minimo il rischio di perdite umane;
- limitare i danni alle costruzioni;
- consentire a strutture che hanno elevato fattore di importanza (ospedali, caserme, etc…) di rimanere operative anche durante e/o dopo un forte evento sismico.

Altro requisito è che la struttura deve esser progettata e costruita per non subire danni consistenti sotto sismi meno intensi ma anche più frequenti di quello di progetto.

A questo scopo l'Eurocodice 8 e la Normativa Italiana vigente impongono la verifica alla stato limite di danno.

È opportuno che la progettazione in zona sismica rispetti, in generale, i seguenti principi:

1. semplicità strutturale;
2. uniformità e simmetria;
3. iperstaticità;
4. resistenza e rigidezza bidirezionali;
5. resistenza e rigidezza torsionali;
6. resistenza e rigidezza degli impalcati;
7. strutture di fondazione adeguate.

La *semplicità strutturale* è un importante obiettivo da perseguire poiché la modellazione, l'analisi, il dimensionamento, la definizione dei particolari e, più in generale, le costruzioni, sono soggette a minori incertezze e quindi si può prevedere il loro comportamento durante l'evento tellurico in modo più affidabile e realistico. La semplicità non è da interpretare come obbligo assoluto, ma occorre avere ben presente che la scelta di forme strutturali complesse, irregolari e dissimetriche comporta un prezzo che consiste in maggiori oneri computazionali e costruttivi.

L'*uniformità e la simmetria* consistono in una regolare distribuzione degli elementi strutturali che, quando realizzata in pianta, permette una trasmissione rapida e diretta delle forze di inerzia riducendo al minimo gli effetti torsionali parassiti, sempre dannosi. Spesso si può ovviare a irregolarità in elevazione ed in pianta delle strutture dividendo il corpo di fabbrica in corpi più semplici e più simmetrici separati tra loro da giunti tecnici.

a regolarità nel suo sviluppo verticale è importante perché permette di ridurre il rischio di meccanismi di collasso fortemente localizzati in un singolo piano, sempre più sfavorevoli rispetto a meccanismi che comportano una distribuzione diffusa del comportamento plastico.

Una stretta coerenza tra la distribuzione delle rigidezze e quella delle masse riduce, se non elimina, le eccentricità eccessive. È molto importante una ridondanza nei vincoli interni ed esterni perché consente una ridistribuzione delle sollecitazioni favorendo il fenomeno noto come "sovraresistenza" che aiuta ad incrementare la duttilità globale.

Il moto sismico orizzontale è un fenomeno *bidirezionale* e per questo motivo la struttura dell'edificio deve essere in grado di resistere ad azioni orizzontali provenienti da qualsiasi direzione. Gli elementi strutturali devono, preferibilmente, essere disposti secondo maglie ortogonali che assicurino valori analoghi di resistenza e rigidezza in entrambe le direzioni principali.

Oltre alla rigidezza laterale, la struttura dell'edificio deve possedere un'adeguata *resistenza e rigidezza torsionale* al fine di limitare moti di tipo torsionale che tenderebbero inevitabilmente a sottoporre i diversi elementi strutturali ad un regime di sforzo non uniforme. In questa ottica le configurazioni in cui i principali elementi resistenti sono distribuiti in prossimità del perimetro esterno dell'edificio presentano chiari vantaggi.
Negli edifici gli impalcati giocano un ruolo molto importante nel comportamento sismico complessivo della struttura. Infatti essi si comportano come membrature orizzontali che non solo riuniscono e trasmettono le forze di inerzia ai sistemi strutturali verticali, ma assicurano anche che detti sistemi partecipano tutti insieme nel contrastare l'azione sismica. Gli *impalcati* devono avere un'adeguata *rigidezza e resistenza* in pianta e devono essere collegati in maniera efficace agli elementi strutturali verticali. Si deve prestare una particolare attenzione alle configurazioni non compatte o molto allungate in pianta ed ai casi in cui esistano grosse aperture, specialmente se queste ultime contribuiscono a diminuire l'efficacia delle connessione tra elementi verticali ed orizzontali.
Le *fondazioni* e gli elementi che le collegano con la sovrastruttura, devono garantire che tutto l'edificio sia sollecitato uniformemente dall'azione sismica. In generale si deve utilizzare un'unica tipologia di fondazione per una data struttura, a meno che quest'ultima non sia composta da più unità dinamicamente indipendenti.
Una progettazione corretta deve tenere conto dell'aspetto economico. È importante osservare che le recenti disposizioni legislative in materia di appalti focalizzano l'attenzione sul problema della manutenzione e quindi della stima dei costi dell'intero ciclo vitale della struttura. Tener conto di questo aspetto è particolarmente importante nel caso di strutture in zona sismica, per le quali ci si attende l'eventualità di danni rilevanti durante eventi sismici occorrenti nel corso della vita dell'edificio.
Potremmo definire il costo totale C_T di un fabbricato come la somma del costo di costruzione C_C e di quello di manutenzione ordinaria e straordinaria C_M, più un costo probabile C_S (*C. Gavarini 1990*) di riparazione del danno sismico.
Tradotto in formule:

$$C_T = C_C + C_M + C_S$$

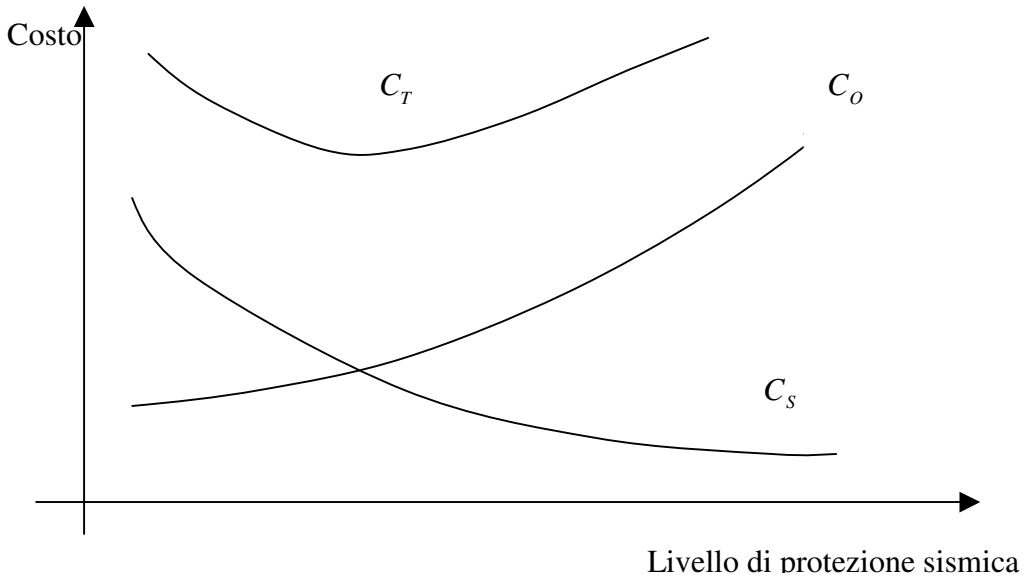
Si potrebbe semplificare ulteriormente la precedente relazione accorpando in un'unica voce i costi ordinari e quindi:

$$C_O = C_C + C_M$$

Sostituendo la precedente nella prima avremo:

$$C_T = C_O + C_S$$

Al crescere della severità della protezione antisismica cresce C_O e diminuisce C_S.
La scelta ideale consiste nell'individuare il minimo del costo totale C_T.



Maggiori sono i costi di costruzione e manutenzione dedicati alla sicurezza strutturale, minori saranno i danni che un eventuale evento tellurico potrà produrre sul fabbricato.
Un ruolo particolarmente importante nella gestione della manutenzione e nella valutazione del danno post sismico può essere giocato dalle strategie di monitoraggio permanente che la moderna tecnologia consente di attuare con efficacia.
Data l'intensità elevata delle azioni sismiche, al fine di ridurre i costi di protezione, si può far conto sulla capacità duttile della struttura; occorre però ricordare che tale capacità duttile non è automaticamente garantita da un buon dimensionamento elastico, ma richiede una corretta valutazione del comportamento post elastico e soprattutto una attenta cura dei dettagli costruttivi sia in sede di progetto sia in sede di realizzazione.
In ogni caso, anche se la struttura è progettata con attenzione e cura al comportamento post elastico e capace di realizzare un efficace meccanismo di collasso duttile, deve essere dedicata grande attenzione alla protezione delle sovrastrutture e degli impianti.
La caduta di un tamponamento può causare perdite umane, la rottura di tubazioni del gas e dei cavi elettrici può causare gravi incendi.