



ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI MILANO THE MILAN ORDER OF ENGINEERS

COMMISSIONE STRUTTURE

CATEGORIA: NTC2008

aaaa: 2012

nnnnn: 29

TITOLO: Strutture antisismiche dissipative o non - Risposte del 6 e 12 marzo 2012

Quesito:

Gentili Signori, ho qualche dubbio circa l'interpretazione delle norme NTC8 al cap 7 par. 7.2 relativo al comportamento strutturale nel caso di azione sismica e la loro applicazione. Riassumo le norme:

le costruzioni soggette all'azione sismica, non dotate di appositi dispositivi dissipativi, devono essere progettate in accordo con i seguenti comportamenti strutturali:

- a) comportamento strutturale non-dissipativo;
- b) comportamento strutturale dissipativo.

Nel comportamento strutturale non dissipativo, cui ci si riferisce quando si progetta per gli stati limite di esercizio, gli effetti combinati delle azioni sismiche e delle altre azioni sono calcolati, indipendentemente dalla tipologia strutturale adottata, senza tener conto delle non linearità di comportamento (di materiale e geometriche) se non rilevanti.

In tal caso gli effetti delle azioni sismiche sono calcolati, quale che sia la modellazione per esse utilizzata, riferendosi allo spettro di progetto ottenuto assumendo un fattore di struttura "q" unitario.

Nel comportamento strutturale dissipativo, cui ci si riferisce quando si progetta per gli stati limite ultimi, gli effetti combinati delle azioni sismiche e delle altre azioni sono calcolati, in funzione della tipologia

La risposta è stata discussa dalla Commissione, non interpretando in alcun modo quello che la Norma non definisce ed è fornita seguendo un criterio di diligenza, esperienza e buon senso. E' espressamente inteso che quanto rinvenuto nella presente risposta non possa, in nessun caso, avere valore di parere pro veritate o avere ulteriore valenza legale pertanto non forniamo alcuna dichiarazione o garanzia di alcun tipo, espressa o implicita sul punto. Le considerazioni di cui sopra hanno fine informativo e di orientamento alle problematiche esposte e come tali non possono essere utilizzate in controversie e/o giudizi e/o cause civili e/o penali come documentazione proveniente dall'Ordine né possono impegnare a nessun titolo la responsabilità dell'Ordine stesso. È altresì inteso ed accettato dal richiedente e da chiunque ne prenda visione, pertanto, che si manifestino o possano manifestarsi sentenze giudiziarie o cause legali nelle quali vengano evidenziate risposte difformi, totalmente e/o parzialmente, o anche in contrapposizione a quanto rinvenuto nella presente risposta.

strutturale adottata, tenendo conto delle non linearità di comportamento (di materiale sempre, geometriche quando rilevanti e comunque sempre quando precisato).

Nel caso la struttura abbia comportamento strutturale dissipativo (perché formulare tale ipotesi come se si trattasse di una possibile scelta del progettista quando invece è sempre obbligatorio considerare la struttura come dissipativa ogni qualvolta vi è l'obbligo di verifiche agli stati limite ultimi ?) si distinguono due livelli di Capacità: Dissipativa o Classi di Duttilità (CD):

- Classe di duttilità alta (CD "A ");
- Classe di duttilità bassa (CD "B ").

La differenza tra le due classi risiede nella entità delle plasticizzazioni cui ci si riconduce in fase di progettazione; per ambedue le classi però, onde assicurare alla struttura un comportamento dissipativo e duttile per evitare rotture fragili e la formazione di meccanismi instabili imprevisi, si deve fare ricorso ai procedimenti della gerarchia delle resistenze; ciò sempre in riferimento alle strutture dissipative, ovviamente.

Da quanto sopra appare pertanto che essendo sempre necessaria la verifica allo stato limite ultimo per una nuova costruzione (eccetto quella in zona 4, di tipo 1 e 2 e di classe I e II quando si adottano le T.A.) sia sempre da considerare la struttura come dissipativa e quindi con l'obbligo di adozione della duttilità e della gerarchia delle resistenze.

Inoltre non dovrebbe essere una scelta dello strutturista l'attribuzione di dissipativa e no ad un nuovo edificio ma una conseguenza insita nella struttura stessa, dovuta alla sua ubicazione e al metodo di verifica adottato (T.A. o s.l.u.)

Ciò premesso ci si domanda:

- cosa serve menzionare le strutture non dissipative visto che non si possono adottare come oggetto di calcoli, fatta eccezione di quelle in zona 4 e verificabili con le T.A.? (tipo 1 e 2 e classe I e II);
- inoltre a qual fine si afferma (cap 7) che le strutture da edificarsi in zona 4 possono essere calcolate con la metodologia indicata per le strutture non antisismiche dato che questo non devono formalmente più esistere sul territorio nazionale?

Mi permetto di aggiungere che, indipendentemente dalla esatta interpretazione delle norme sopra riassunte, mi sembra che le strutture in c.a. abbiano sempre una capacità di dissipare energia in campo inelastico per azioni cicliche ripetute senza che ciò comporti riduzioni significative della resistenza nei confronti delle azioni sia verticali che orizzontali, e che pertanto debbono essere sempre considerate

La risposta è stata discussa dalla Commissione, non interpretando in alcun modo quello che la Norma non definisce ed è fornita seguendo un criterio di diligenza, esperienza e buon senso. E' espressamente inteso che quanto rinvenuto nella presente risposta non possa, in nessun caso, avere valore di parere pro veritate o avere ulteriore valenza legale pertanto non forniamo alcuna dichiarazione o garanzia di alcun tipo, espressa o implicita sul punto. Le considerazioni di cui sopra hanno fine informativo e di orientamento alle problematiche esposte e come tali non possono essere utilizzate in controversie e/o giudizi e/o cause civili e/o penali come documentazione proveniente dall'Ordine né possono impegnare a nessun titolo la responsabilità dell'Ordine stesso. È altresì inteso ed accettato dal richiedente e da chiunque ne prenda visione, pertanto, che si manifestino o possano manifestarsi sentenze giudiziarie o cause legali nelle quali vengano evidenziate risposte difformi, totalmente e/o parzialmente, o anche in contrapposizione a quanto rinvenuto nella presente risposta.

dissipative e progettate con i procedimenti tipici della gerarchia delle resistenze per garantirne la duttilità (in classe di duttilità Alta o Bassa).

A maggior ragione la stessa problematica si presenta quando esiste la necessità reale di interventi su strutture esistenti.

Ed ancora, per quanto riguarda le strutture in acciaio si presenta la stessa dato che secondo il cap 7.5 si può progettare una struttura non dissipativa (come e quando?) e quindi senza soddisfare i requisiti di duttilità.

Ritengo tuttavia, contrariamente alla probabile impossibilità sopra espressa di studiare strutture non dissipative da verificarsi col metodo degli stati limite ultimi, che sia sempre possibile, anche se antieconomico, progettare strutture non dissipative con materiali di qualsiasi natura (anche se non fragili), adottando il fattore di struttura “q” unitario, insieme con l'utilizzo del livello di azione corrispondente allo Stato Limite Ultimo (SLU); in tal caso non è necessario l'utilizzo di accorgimenti tipici della gerarchia delle resistenze, il cui effetto si esplica solamente quando si supera il comportamento elastico della struttura.

Ciò anche nel caso di adeguamento di strutture esistenti rendendo possibile il metodo di analisi Pushover.

Ritengo altresì che in tal caso si debba garantire un livello significativo di duttilità secondo le prescrizioni contenute nel Capitolo 4 delle NTC 2008.

Ringrazio per l'attenzione, in attesa di una Vs. cortese delucidazione.

Quesito 29 bis

Egregio Ingegnere, rileggendo il mio messaggio qui sotto riportato mi accorgo di essere incorso in una affermazione errata; la seguente in corsivo:

Aggiungo che, così come sopra espresso, risulta chiaro che le zone duttili (ad esempio i pilastri dei telai) debbano essere ancora resistenti dopo che le zone fragili siano collassate (le travi) o, meglio, che le cerniere plastiche si formino sulle travi essendo i pilastri ancora in regime elastico.

Credo invece che nelle strutture antisismiche, per quello che si intende per Capacity Design, debbano essere esaminati tutti i possibili meccanismi di rottura, affidando la maggiore resistenza agli elementi più fragili affinché la loro rottura avvenga dopo la massima deformazione dell'insieme strutturale coesistente col sisma di progetto e permessa dagli elementi più duttili snervati ma ancora sufficientemente resistenti; pertanto alcuni elementi strutturali dovranno essere progettati non in base

La risposta è stata discussa dalla Commissione, non interpretando in alcun modo quello che la Norma non definisce ed è fornita seguendo un criterio di diligenza, esperienza e buon senso. E' espressamente inteso che quanto rinvenuto nella presente risposta non possa, in nessun caso, avere valore di parere pro veritate o avere ulteriore valenza legale pertanto non forniamo alcuna dichiarazione o garanzia di alcun tipo, espressa o implicita sul punto. Le considerazioni di cui sopra hanno fine informativo e di orientamento alle problematiche esposte e come tali non possono essere utilizzate in controversie e/o giudizi e/o cause civili e/o penali come documentazione proveniente dall'Ordine né possono impegnare a nessun titolo la responsabilità dell'Ordine stesso. È altresì inteso ed accettato dal richiedente e da chiunque ne prenda visione, pertanto, che si manifestino o possano manifestarsi sentenze giudiziarie o cause legali nelle quali vengano evidenziate risposte difformi, totalmente e/o parzialmente, o anche in contrapposizione a quanto rinvenuto nella presente risposta.

alle sollecitazioni di calcolo ma aumentandone opportunamente le loro resistenze (quelli ritenuti più fragili).

In sostanza: nel caso di un telaio a pilastri e travi i primi devono essere sufficientemente duttili da consentire la deformazione del telaio fino all'insorgere delle cerniere plastiche agli estremi delle travi sovra-resistenti.

La struttura deve essere concepita in modo che le modalità di collasso delle zone dotate di duttilità, capacità deformative e dissipative precedano le modalità di collasso fragili; è così ?

Se è così si dovrà esaminare la struttura mediante analisi non lineare e la stessa dovrà essere dissipativa.

Risposta quesito:

Risposta del 6 marzo 2012

La scelta di progettare una struttura dissipativa e non-dissipativa spetta al Progettista che per coerenza dovrà fare una serie di considerazioni (i.e. fare determinati tipi di analisi, adottare adeguati fattori di struttura, introdurre opportuni dettagli costruttivi e la "gerarchia delle resistenze", ...); pertanto si può sempre progettare strutture non-dissipative!

Una struttura può essere pensata come "non-dissipativa", ma ovviamente sarà "più corposa" perché dovrà essere in grado di sopportare un sisma "da stato limite ultimo" ("SLV" o "SLC") in campo elastico; tuttavia, nella realtà fisica, le strutture non-dissipative non esistono, perché la possibilità di "dissipare energia" in campo plastico è insita nei materiali indipendentemente dai dettagli costruttivi; si pensi ad esempio che l'EC8 afferma che il fattore q è sempre maggiore di 1,50 e pertanto le azioni sismiche da spettro elastico possono (secondo EC8) essere sempre abbattute di un 30% indipendentemente dai dettagli costruttivi.

Il concetto di poter progettare una struttura come "dissipativa" è una "possibilità" che la Normativa ci offre per "ridurre" le nostre strutture con certi accorgimenti (in particolare dettagli costruttivi e "gerarchia delle resistenze") ma nessuno, tantomeno la Norma, vieta di fare di pensare strutture non-dissipative.

In altri termini:

il principio ispiratore della progettazione sismica è contenuto tra le varie righe del capitolo 7 della norma tecnica, dove oltre a regole generali della progettazione secondo i principali criteri antisismici (per esempio costruire strutture più regolari possibili, dotate di sistemi resistenti in due direzioni ortogonali, e facendo attenzione a limitare i moti torsionali per effetto di eccentricità tra centro di massa e rigidità

La risposta è stata discussa dalla Commissione, non interpretando in alcun modo quello che la Norma non definisce ed è fornita seguendo un criterio di diligenza, esperienza e buon senso. E' espressamente inteso che quanto rinvenuto nella presente risposta non possa, in nessun caso, avere valore di parere pro veritate o avere ulteriore valenza legale pertanto non forniamo alcuna dichiarazione o garanzia di alcun tipo, espressa o implicita sul punto. Le considerazioni di cui sopra hanno fine informativo e di orientamento alle problematiche esposte e come tali non possono essere utilizzate in controversie e/o giudizi e/o cause civili e/o penali come documentazione proveniente dall'Ordine né possono impegnare a nessun titolo la responsabilità dell'Ordine stesso. È altresì inteso ed accettato dal richiedente e da chiunque ne prenda visione, pertanto, che si manifestino o possano manifestarsi sentenze giudiziarie o cause legali nelle quali vengano evidenziate risposte difformi, totalmente e/o parzialmente, o anche in contrapposizione a quanto rinvenuto nella presente risposta.

della struttura) vengono illustrati i concetti base di cosa vuol dire azione sismica e cosa vuol dire risposta strutturale nei confronti dell'azione sismica.

La norma ammette un livello di danneggiamento esteso e controllato delle costruzioni (SLC, SLV) e un livello di danneggiamento minore, comunque limitato (SLD, SLO): nel primo caso la risposta della struttura è affidata oltre che alla sua naturale resistenza (setti, muri, pilastri, nuclei), alla sua capacità di dissipare energia in campo plastico (o inelastico) in maniera ciclica secondo dissipazioni controllate e veicolabili dal progettista stesso in punti ben precisi della struttura, pur tuttavia considerando che nei riguardi degli stati limite di esercizio (un livello "diverso" di sollecitazione, corrispondente al secondo caso) la struttura possiede invece un comportamento fondamentalmente elastico e NON dissipativo.

Il fatto che la capacità dissipativa sia messa in conto nella progettazione avviene nel momento in cui si quantifica l'intensità dell'azione sismica (cioè il fattore di risposta al sisma), dove a partire dalle azioni cosiddette elastiche si estrapolano delle azioni di progetto in grado di rappresentare in maniera estremamente semplificata la capacità di dissipazione anelastica più o meno accentuata (strutture più o meno iperstatiche) della medesima struttura a seguito di plasticizzazioni localizzate, che esplicano la loro attivazione prima del verificarsi di meccanismi fragili (criteri di progettazione del Capacity Design o di "gerarchia").

Pertanto:

Nel caso di nuove costruzioni

Il calcolo di una struttura è normalmente eseguito al primo ordine (condizione indeformata) e in campo lineare. La norma consente di poter progettare le nuove strutture sotto sisma secondo tre livelli di duttilità:

strutture non duttili;

strutture mediamente duttili (CD"B", equivalente alla classe LDC - MDC, low and medium ductility class);

strutture fortemente duttili (CD"A", equivalente alla classe HDC, high ductility class).

Quindi non è vero che non si possa progettare le strutture come non duttili, ma è sufficiente invece verificare a posteriori che tali strutture siano adeguatamente resistenti al sisma in campo elastico.

Se invece il progettista ipotizza che esistano particolari zone della struttura a cui affidare la risposta alle azioni orizzontali in maniera che esse abbiano a comportarsi come non duttili, allora la norma, a patto di

La risposta è stata discussa dalla Commissione, non interpretando in alcun modo quello che la Norma non definisce ed è fornita seguendo un criterio di diligenza, esperienza e buon senso. E' espressamente inteso che quanto rinvenuto nella presente risposta non possa, in nessun caso, avere valore di parere pro veritate o avere ulteriore valenza legale pertanto non forniamo alcuna dichiarazione o garanzia di alcun tipo, espressa o implicita sul punto. Le considerazioni di cui sopra hanno fine informativo e di orientamento alle problematiche esposte e come tali non possono essere utilizzate in controversie e/o giudizi e/o cause civili e/o penali come documentazione proveniente dall'Ordine né possono impegnare a nessun titolo la responsabilità dell'Ordine stesso. È altresì inteso ed accettato dal richiedente e da chiunque ne prenda visione, pertanto, che si manifestino o possano manifestarsi sentenze giudiziarie o cause legali nelle quali vengano evidenziate risposte difformi, totalmente e/o parzialmente, o anche in contrapposizione a quanto rinvenuto nella presente risposta.

adottare particolari provvedimenti e criteri (particolari) costruttivi, mi concede di considerare un'azione sismica "progettualmente" ridotta.

Quanto alla progettazione alle T.A. in accordo con il par. 2.7 delle NTC è necessario precisare che al capoverso 4 del presente paragrafo si dice che è necessario assumere "le modalità costruttive e di calcolo di cui al D.M. LL. PP. citato (D.M. LL. PP. 16.01.1996, NdR)); ciò comporta l'introduzione di un certo grado di duttilità anche nelle strutture progettate alle T.A..

Le strutture in zona ex 4 (tipo 1 e 2, classi d'uso I e II) sono comunque soggette ad azioni sismiche molto basse, pertanto si dice che, ragionevolmente, e sotto particolari accorgimenti (che richiamano concetti comunque della strategia di progettazione antisismica), possano essere progettate secondo criteri non sismici.

Risposta quesito 29 bis del 12 marzo 2012

Il concetto da Lei espresso (i.e. La struttura deve essere concepita in modo che le modalità di collasso delle zone dotate di duttilità, capacità deformative e dissipative precedano le modalità di collasso fragili) è condivisibile e presuppone che la struttura sia progettata adottando degli opportuni fattori di struttura $q (>1)$. Ovviamente qualora si optasse a "pensare" ad una struttura come "non-dissipativa" (i.e. $q=1$) il discorso decade, perché la stessa rimane in campo elastico anche sotto l'azione sismica; quindi, la "duttilità" non è più necessaria.

Quanto alle analisi da svolgere si rimanda al paragrafo 7.3 delle NTC, dove vengono presentate tutte le scelte possibili; si evidenzia che anche in presenza di analisi lineari è possibile tener conto della duttilità (che è legata a concetti di non-linearità) adottando le prescrizioni in termini di calcolo delle sollecitazioni, verifiche, dettagli costruttivi, ... previsti nel capitolo 7 delle NTC (ed annessa circolare esplicativa).

Documenti allegati:

La risposta è stata discussa dalla Commissione, non interpretando in alcun modo quello che la Norma non definisce ed è fornita seguendo un criterio di diligenza, esperienza e buon senso. E' espressamente inteso che quanto rinvenuto nella presente risposta non possa, in nessun caso, avere valore di parere pro veritate o avere ulteriore valenza legale pertanto non forniamo alcuna dichiarazione o garanzia di alcun tipo, espressa o implicita sul punto. Le considerazioni di cui sopra hanno fine informativo e di orientamento alle problematiche esposte e come tali non possono essere utilizzate in controversie e/o giudizi e/o cause civili e/o penali come documentazione proveniente dall'Ordine né possono impegnare a nessun titolo la responsabilità dell'Ordine stesso. È altresì inteso ed accettato dal richiedente e da chiunque ne prenda visione, pertanto, che si manifestino o possano manifestarsi sentenze giudiziarie o cause legali nelle quali vengano evidenziate risposte difformi, totalmente e/o parzialmente, o anche in contrapposizione a quanto rinvenuto nella presente risposta.