

Normative tecniche per le costruzioni in zona sismica e classificazione sismica del territorio nazionale

Il 20 marzo è stata promulgata l'Ordinanza n. 3274 della Presidenza del Consiglio dei Ministri (ad oggi non ancora pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale) "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", con la quale sono stati approvati i "Criteri per l'individuazione delle zone sismiche – individuazione, formazione ed aggiornamento degli elenchi nelle medesime zone" (allegato 1) e le connesse norme tecniche (allegati 2, 3 e 4).

Copia dell'Ordinanza e degli allegati è reperibile sul sito www.ateservizi.it nello spazio news.

Recentemente sono stati predisposti e approvati i testi definitivi di aggiornamento delle norme tecniche in applicazione della L.1086/71 e della L.64/1974: in particolare sono stati approvati dall'Assemblea Generale del Consiglio Superiore dei LL PP (dopo il parere positivo del CNR) i testi relativi alle "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in c.a. normale e precompresso e delle strutture metalliche", quello relativo alle "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate" e quello relativo ai "Criteri generali per la verifica della sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi". Le modifiche ai documenti di studio del 2001 (i documenti 2001 sono reperibili sul sito www.itc.cnr.it), presentate a Pisa il 28 marzo, sono in parte reperibili sempre sul sito www.ateservizi.it.

L'aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica" non ha ricevuto il parere positivo del CNR ed è stato pertanto respinto dallo stesso: tale aggiornamento, tornato al Consiglio Superiore dei LLPP, è in fase di rielaborazione.

Il quadro normativo di riferimento sulla sismica risulta ora abbastanza confuso.

Secondo quanto previsto dalla L.64/74 le funzioni in materia sismica risultano attribuite al Ministero dei LLPP (oggi delle Infrastrutture); nel 1998 il Dlgs. n.112 attribuisce funzioni diverse a Stato e Regioni in materia dei criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche (attribuiti allo Stato) e all'individuazione delle zone sismiche (attribuita alle Regioni). Ma il decreto legislativo n.300/1999 assegnava alla neo-istituita Agenzia di protezione civile (art.107) la competenza statale in relazione ai criteri generali.

Va tuttavia ricordato che il Testo Unico per l'edilizia (DPR 380/2001) ancora in attesa di emanazione, attribuisce tali competenze al Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. Ma poi la legge 401/2001 stabilisce che l'Amministrazione dello Stato deputata alla formulazione degli indirizzi e dei criteri generali è il Dipartimento della Protezione Civile che ha soppresso l'Agenzia di protezione civile.

Stante questo stato di confusione, il 4 12 2002 il Sottosegretario dei Stato alla Presidenza del Consiglio dei Ministri con decreto 4485 ha costituito un Gruppo di Lavoro con il compiti di predisporre gli elementi per la revisione della classificazione e progettazione sismica e che ha prodotto i documenti allegati all'Ordinanza.

Il 17 aprile a Roma è stata presentata l'emananda Ordinanza n.3274 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" con cui vengono approvati i

- Criteri per l'individuazione delle zone sismiche: individuazione, formazione e aggiornamento degli elenchi nelle medesime zone
- Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici
- Norme tecniche per il progetto sismico dei ponti
- Norme tecniche per il progetto sismico delle opere di fondazione e sostegno dei terreni

I documenti approvati, che comportano innovazioni profonde nella normativa tecnica, sono stati presentati nella mattinata da Guido Bertolaso, e da alcuni membri del Gruppo di Lavoro che li ha elaborati: G. Michele Calvi, Paolo E. Pinto, Edoardo Cosenza, Mauro Dolce, Ezio Faccioli e Massimiliano Stucchi hanno evidenziato nelle loro relazioni, delle quali viene qui riportata una breve sintesi, gli aspetti salienti e innovativi degli allegati.

Il pomeriggio, coordinato da Elvezio Galanti, ha dato spazio ad un ampio dibattito (si riportano alcuni dei temi affrontati) sui percorsi attuativi e sulle numerose problematiche operative legate all' attuazione dell'Ordinanza.

Nuove norme: principi di progettazione prestazionale e la sfida dell'esistente

Quattro sono gli allegati all'ordinanza ed essi contengono tanti elementi di novità.

Per la prima volta Classificazione e Norme Tecniche sono nate e cresciute insieme: la classificazione del territorio nazionale e il modo in cui le norme utilizzano questa classificazione sono in sintonia, in modo che gli edifici siano costruiti con un rischio più uniforme e proporzionale alla loro importanza.

La vera rivoluzione di queste norme tecniche consiste nel passaggio da norme di tipo prescrittivo a norme di tipo prestazionale, cosa che può sfuggire ad una prima lettura: questo implica che le norme siano prescrittive solo per quanto riguarda gli obiettivi da perseguire:

- la sicurezza nei confronti della stabilità (Edifici - cap. 2.1)
- la protezione nei confronti del danno(Edifici - cap.2.2)

Questo significa che sotto l'effetto di una azione con una determinata probabilità di accadimento gli edifici non devono crollare e sotto l'effetto di azioni che hanno la probabilità di accadimento più elevata, ovvero un periodo di ritorno teorico più breve, gli edifici non devono subire danni tali da renderli completamente inutilizzabili, irreparabili, non più funzionali.

Questi principi possono essere soddisfatti in molti modi (Edifici - cap. 2.3) : le norme indicano un modo possibile per soddisfarli non c'è obbligatorietà nel seguire pedissequamente le norme;è possibile seguire altre strade: il che significa che si passa dal concetto in cui tutto ciò che non è esplicitamente permesso e previsto è proibito al concetto in cui tutto ciò che si può provare che soddisfa la sicurezza è consentito.

E' abbastanza chiaro che tutto questo è un principio: le norme nella stragrande maggioranza dei casi verranno utilizzate come se fossero delle norme prescrittive perché ciò è molto più semplice e molto più comodo. Ma è pur vero che le norme indicano quali sono i processi che devono essere seguiti in merito alla scelta dell'azione, all'adozione di un modello, all'adozione di un metodo di analisi, all'esecuzione di una serie di verifiche e all'adozione di una serie di regole di dettaglio che consentano che quei requisiti siano rispettati.

Altro aspetto rilevante riguarda il problema degli edifici esistenti (Edifici cap. 11.1 e .2) : uno dei punti affrontati con maggior difficoltà perché c'era molto poco nella normativa italiana precedente e c'è molto poco nel mondo su questo tema.

Fondamentale da riconoscere è che gli edifici esistenti sono affetti da un grado di incertezza diverso rispetto agli edifici di nuova costruzione: questo può quindi comportare l'adozione di coefficienti parziali modificati come pure l'uso di verifiche diverse appropriate al caso che si sta studiando; questo sembra banale ma non è banale : in molte norme del mondo si dice "se volete intervenire su edifici esistenti non fate altro che applicare ad essi le norme per edifici di nuova costruzione": norma per i nostri edifici esistenti quasi sempre inapplicabile e quindi norma vuota.

Quello che nella norma si è voluto fare è fare sì che chi si accinge a fare un lavoro su un edificio esistente abbia chiaro il percorso da seguire: sia chiaro a quali fonti deve fare riferimento: le fonti possono essere i progetti originari, le documentazioni acquisite successivamente, possono essere prove, si possono acquisire dei dati relativi all'organismo strutturale, alle fondazioni alle categorie del suolo, alle dimensioni geometriche e ai particolari costruttivi.

Aspetto fondamentale nelle norme è che negli edifici esistenti si esprime per la prima volta in Italia il concetto che maggior conoscenza vuol dire maggior sicurezza e quindi si possono far variare i coefficienti che devono essere applicati per la verifica degli edifici esistenti in funzione del livello di conoscenza degli edifici: fare più prove vuol dire conoscere meglio l'edificio, può voler dire che i dati relativi ad un edificio esistente possono diventare più affidabili rispetto ai dati di un edificio nuovo e questo allora significa che è possibile in taluni casi che il coefficiente di sicurezza da applicare per la verifica di un edificio esistente possa essere ridotto rispetto ad un edificio nuovo non perché si accetta un rischio maggiore ma perché si è consci del fatto che si ha maggior conoscenza.

In sintesi allora:

- Non possiamo pretendere necessariamente che ogni edificio venga adeguato
- Laddove ci fossero interventi che si può provare che non adeguano ma migliorano la situazione, questi interventi devono essere fatti
- Le Regioni possono consentire un miglioramento controllato della vulnerabilità
- Gli edifici di importanza storica: anche in questo caso c'è una significativa variazione rispetto al passato ; le norme sino ad ora in vigore dicevano "è possibile derogare in caso di edifici di importanza storica" quello che ora si dice "è possibile derogare, ma se si fa un'analisi su degli edifici importanti quanto meno si dica di quanto si sta derogando in modo che sia noto il rischio teorico di un edificio".

Altri aspetti innovativi, ancora oggetto di polemiche, come la classificazione del territorio nazionale: si riconosce che le zone indicate sino ad ora non classificate non significano zone non sismiche ma stavano a significare che la probabilità che si avesse una certa accelerazione al terreno era minore di una data percentuale su un certo numero di anni.

L'estensione del quadro normativo comprende alcuni aspetti come il problema dell'isolamento, il tema degli edifici esistenti, gli edifici composti acciaio-clc che non erano mai stati persi in considerazione; ancora molte categorie strutturali dovranno essere incluse,

Requisiti di sicurezza, azione sismica e criteri di progetto e analisi per edifici e ponti

La nuova normativa specifica un cambio di percezione da parte del progettista abituato a vedere l'azione sismica come un insieme di forze da applicare staticamente alla struttura e che deve essere conteggiato con un sistema di forze resistenti almeno pari a quelle agenti. Nella nuova normativa l'azione sismica è definita attraverso uno spettro di risposta elastico (Edifici - cap.3.2.3): questa definizione è una rappresentazione equivalente a quella di fornire direttamente l'equazione del moto sul terreno libero.

Dall'azione in quanto tale con tutte le sue possibili estrinsecazioni di intensità e di frequenza si passa alle azioni di progetto (Edifici - cap. 3.2.5) attraverso un "fattore di struttura q", diverso a seconda delle tipologie strutturali e dei materiali;

E' una novità importantissima che nella normativa siano stati inseriti i ponti che sono delle strutture delicate totalmente ignorate sino ad ora dalla normativa sismica.

Obiettivi di sicurezza per i ponti (Ponti - cap. 2.) sono sempre due, uno di sicurezza e l'altro di danneggiabilità: essi vengono verificati attraverso la verifica di due stati limite;

per i ponti lo stato limite ultimo è quello per il quale i danni che si verificano non compromettono la transitabilità e consentono ancora una capacità di traffico; La differenza tra ponti ed edifici è che i ponti sono importanti per le comunicazioni post sisma. In realtà fare dei ponti che siano in grado di resistere all'azione sismica con dei danni limitati è facile: il ponte è costituito da pochi elementi che dimensionati in modo opportuno permettono di limitare i danni; quando questo non fosse possibile per la particolare configurazione c'è sempre il ricorso all'isolamento.

Per gli edifici vengono anche dati dei criteri generali di progettazione, che fanno la differenza tra il buon comportamento e il collasso prematuro: il primo criterio (Edifici - cap. 4.3) va sotto il nome di regolarità strutturale; dei diversi requisiti richiesti il più importante è che il rapporto tra la resistenza di piano effettiva cioè effettivamente realizzata e quella che le azioni di progetto richiederebbero sia circa lo stesso a tutti i piani : questo è un concetto nuovo, non è nella mentalità di un ingegnere che non si occupa di sismica l'idea che aggiungendo resistenza si peggiorano le cose, dovunque questo aumento di resistenza venga offerto.

E' possibile avere per un edificio una resistenza di molto inferiore a quella richiesta dalla norma e fare in modo che il comportamento sotto il sisma sia perfettamente accettabile; per converso sarebbe molto facile consegnare allo stesso edificio la resistenza richiesta ed avere un comportamento al collasso prematuro; questo perché più che la resistenza in assoluto quello che più conta è il proporzionamento relativo delle resistenze in modo da chiamare molti elementi a partecipare alla dissipazione dell'energia: ad esempio molti edifici di Kobe hanno perso uno o più piani, non per l'insufficiente resistenza attribuita al piano crollato ma per l'eccessiva resistenza rispetto alla richiesta dei piani adiacenti.

Viene indicato nella norma come dosare le resistenze degli elementi per avere un comportamento soddisfacente : si vuole che i danni avvengano nelle travi e non nei pilastri si vuole che i nodi trave-pilastro siano integri, si vuole che i solai siano in grado di distribuire le forze tra gli elementi resistenti e che le fondazioni non siano loro a dissipare energia.

Per i ponti a travata, i più diffusi nel nostro paese, il progettista deve cercare di richiedere il comportamento dissipativo ad un solo tipo di elementi: alle pile e in una sola localizzazione, alla loro base ; tutto il resto del ponte può rimanere in campo elastico: l'impalcato, gli apparecchi di appoggio ecc.

Nei metodi di analisi niente di nuovo rispetto alla normativa esistente fatto salvo il ricordare che i ponti sono strutture spaziali con appoggi puntiformi distanti tra di loro; il moto del terreno non è identico quindi ci possono essere movimenti relativi tra i punti di appoggio con conseguenti distorsioni.

Ancora per i ponti: il fattore di riduzione q delle forze elastiche dei ponti (Ponti - cap. 5.2.6) nasce basso in quanto si vuole che essi non soffrano molto quindi si chiede una soglia di progetto piuttosto elevata.

Gerarchie delle resistenze nel caso dei ponti (Ponti - cap. 8.1): per le pile la sezione di base è quella che fa tutto in termini di dissipazione, gli apparecchi di appoggio devono essere in grado di far plasticizzare la base delle pile senza che escano dal campo elastico.

Novità è l'analisi statica non lineare (Ponti - cap. 7.5) che consiste di sottoporre la struttura ad un sistema di forze crescenti sino all'esaurimento della capacità resistente; questa indagine è una diagnosi veramente salutare e andrebbe fatta comunque a prescindere dall'utilizzarla come metodo di progetto in quanto consente di mettere in evidenza eventuali punti deboli della struttura.

Edifici con struttura in cemento armato e in muratura (capitoli 5 e 8 dell'Allegato I)

Principi generali (Edifici - cap. 5.1) : i nuovi edifici abbiano una buona capacità di dissipare energia. Si applica il criterio fondamentale che è quello che i danni alla struttura avvengano nel modo più indolore possibile e quindi nelle zone dove elevate sono le capacità dissipative: quindi nelle travi e non nei pilastri e quindi per flessione e non per taglio.

Si definiscono due classi di duttilità; è possibile cioè progettare in due modi significativamente differenti. In alta duttilità ovviamente le forze sismiche diventano più basse ma si paga il fatto di avere forze sismiche più basse e quindi dimensioni potenzialmente minori, armature potenzialmente ridotte con una cura molto maggiore dei particolari costruttivi e del principio di gerarchia delle resistenze.

Ci sono provvedimenti specifici per edifici in struttura prefabbricata (cap. 5.7) e sono previste regole specifiche per la zona 4 (cap. 5.8), in cui è possibile procedere con calcoli significativamente semplificati.

Fattore di struttura (cap. 5.3.2) : fattore con cui si riducono le azioni sismiche in funzione della capacità della struttura di dissipare energia e di deformarsi in modo anelastico. Esso dipende dalla tipologia strutturale; è più alto per un telaio ed è più basso per una struttura a pareti, dipende dalla sovraresistenza; è più alto e può essere aumentato se esistono molte zone che possono dissipare energia, se la struttura cioè è fortemente iperstatica, dipende dalla classe di duttilità e dalla regolarità strutturale. Ci possono essere quindi molti modi diversi con i quali diminuire le azioni da applicare alla struttura.

In classe di duttilità alta la trasmissione del principio di gerarchia delle resistenze significa che per certi tipi di elementi non si progetta con i valori di azione che risultano dall'analisi ma si progetta con i valori che risultano dal meccanismo di collasso della struttura: per evitare che si formi una cerniera plastica in un pilastro si progettano i pilastri in funzione della resistenza di trave e si progetta a taglio in funzione della resistenza flessionale e così via.

Un elemento di novità è che si introducono le verifiche dei nodi (cap. 5.4.3) almeno quando si tratti di nodi non interamente confinati

Una serie di particolari costruttivi (cap. 5.5) : le distanze delle staffe per travi e pilastri nelle zone critiche con indicazione della lunghezza di queste zone critiche.

Esistono regole specifiche per edifici con tamponamenti in muratura (cap. 5.6) che quanto meno pongono il problema dell'irregolarità provocata dai tamponamenti distribuiti in modi irregolari che possono aumentare i problemi di risposta torsionale, oppure la presenza di tamponamenti su alcuni piani e non su altri che possono indurre la formazione di piani particolarmente deformabili con altra concentrazione di danno.

Edifici con struttura prefabbricata (cap. 5.7)

Attenzione ai collegamenti (cap. 5.7.3) : le norme sulle strutture prefabbricate prevedono tre tipi possibili di collegamenti con indicazioni specifiche:

- il caso in cui i collegamenti sono situati al di fuori delle zone di previsto comportamento inelastico che quindi non modificano la capacità dissipativa della struttura
- i casi in cui i collegamenti siano nella zona tradizionale di collegamento trave-pilastro ma sovradimensionati in modo tale che il danno avvenga altrove
- il caso in cui i collegamenti tra trave e pilastro siano dotati delle necessarie caratteristiche in termini di duttilità e di quantità di energia dissipabile

In zona 4 (cap. 5.8) gli edifici prefabbricati devono rispettare una serie di prescrizioni, di particolari costruttivi in generale; le verifiche di sicurezza devono essere effettuate in modo indipendente nelle

due direzioni allo stato limite ultimo (taglio alla base pari al 5%g). Questo avrà come conseguenza fondamentale la necessità di realizzare sistemi resistenti nelle due direzioni e non in una sola come molto spesso succede in queste strutture.

Edifici esistenti in c.a. (cap. 11.3 all. I)

Le norme indicano quali sono i possibili interventi che possono essere effettuati

Sono date indicazioni sui modelli per tipi di intervento non comuni, per es. anche relativamente all'uso di materiali compositi (vedi allegato 11.B) per confinare pilastri travi e muri.

Edifici in muratura (cap.8 all. I)

I principi generali sono analoghi: si ribadiscono concetti di simmetria e compattezza, orizzontamenti e coperture non spingenti o con spinte eliminate, solai rigidi con funzione di ripartizione delle azioni ecc

Le indicazioni sui materiali (cap. 8.1.2) non sono sostanzialmente diverse, tranne che per la percentuale volumetrica dei vuoti che non deve essere superiore al 45% (era il 55%)

Fattore di struttura (cap. 8.1.3) : 1.5 per muratura ordinaria, da 2 a 3 per muratura armata: questo valore si basa sul fatto che anche per la muratura armata si può applicare il principio della gerarchia delle resistenze, cercando di avere danni e rotture per flessione e non danni e rotture per taglio; sono ancora previste regole (che assomigliano molto alle esistenti) per poter evitare di effettuare calcoli specifici, cioè si definiscono edifici semplici in termini di simmetrie, di collocazione di pareti

Si danno indicazioni sui particolari costruttivi (cap. 8.2.3) che diventano spesso fondamentali in quanto trattano elementi spesso sottovalutati ma che sono (come ad es. architravi in c.a. al di sopra di ogni apertura) gli elementi più vulnerabili di queste strutture.

Edifici esistenti in muratura (cap. 11.5) - Si danno indicazioni sul livello di rilievo effettuabile, sommario o completo, si dice quali sono i dettagli che comunque devono essere controllati: es. collegamento tra pareti ortogonali, collegamento tra solai e pareti, elementi spingenti ecc; si dice come possono essere esaminati i materiali.

Se il livello di conoscenza è basso il coefficiente di sicurezza aumenta del 50 % ma se siamo ad un livello di conoscenza alto il coefficiente di sicurezza può diminuire del 30%, analogo al caso delle strutture nuove in cui il livello di conoscenza è intermedio.

Si danno inoltre indicazioni di come deve essere fatta una relazione di progetto.

Edifici in acciaio e in struttura composta acciaio-cls (capitoli 6 e 7 dell'Allegato I)

Il quadro normativo europeo si sta delineando in modo molto articolato e coerente: nell'ambito italiano l'acciaio è coperto dalle CNR 10011 e per le strutture composte dalle CNR 10016, ma anche le Nuove Norme Ministeriali sono tra le più moderne; per la sismica per entrambi i materiali farà riferimento questa Ordinanza.

I principi di progettazione ovviamente sono gli stessi anche per queste strutture: adeguata capacità dissipativa, corretta gerarchia delle resistenze e cura dei dettagli costruttivi.

Tra i vari problemi globali nel caso di questi materiali le criticità sono nello stato limite ultimo per effetti del secondo ordine, perché spesso sono strutture snelle. Un'altra criticità è lo stato di minimo danno, data la loro deformabilità e quindi per questa tipologia di strutture il controllo sullo spostamento di piano diventa fondamentale ;

Una delle grandi innovazioni della nuova norma è una chiara ed esplicita individuazione dei fattori di riduzione (coefficienti di struttura, vedi cap. 6.3.3) e della duttilità globale, cioè della capacità di dissipare energia in campo plastico, capacità che dipende dalla duttilità degli elementi e che è controllata dalla gerarchia delle resistenze (il meccanismo duttile si deve sviluppare sempre prima del meccanismo fragile);

Sono poi rappresentate le strutture possibili sia per le strutture in acciaio che per le strutture composte acciaio-clc (cap. 6.3 e 7.3) : strutture intelaiate, controventi eccentrici (in cui la dissipazione avviene in “link” in cui si concentra la dissipazione plastica con meccanismi taglio/flessione) e controventi concentrici. Per tutte queste tipologie vengono dati i coefficienti di struttura in alta e bassa duttilità.

Ci sono regole di progetto e di dettaglio per tutte le tipologie strutturali (cap. 6.5) con i requisiti comuni alle due classi di duttilità. In bassa duttilità non c'è un controllo della gerarchia delle resistenze; se invece vogliamo progettare in alta duttilità, sfruttando di più i coefficienti di riduzione, dobbiamo fare un controllo esplicito della gerarchia delle resistenze trave-colonna (la trave deve entrare in gioco prima della colonna).

Le strutture acciaio - calcestruzzo sono una novità normativa: si danno tipologie di travi e di colonne (cap. 7.3 , 7.5 e 7.6) molte delle quali estremamente duttili in zona sismica. Si danno poi numerose indicazioni sui vari tipi di connettori.

Si danno poi indicazioni sui dettagli costruttivi, fondamentali specialmente per i telai di estremità dove l'armatura deve girare attorno alla colonna.

La normativa è tutta agli stati limite: le regole semplificate portano a fare calcoli molto più semplici di quelle alle tensioni ammissibili: basta assicurare che i materiali siano duttili oppure che il collegamento sia duttile che i calcoli sono più semplici rispetto alle tensioni ammissibili. Se i materiali sono duttili bastano considerazioni di equilibrio per risolvere rigorosamente il problema.

Per l'adeguamento (Edifici- cap.11.4) si definiscono tre livelli di conoscenza: avere una struttura esistente può dare la possibilità di usare dei coefficienti minori in quanto si ha la possibilità di provare in sito il materiale e non di ipotizzarlo.

Isolamento sismico di edifici e ponti (Edifici cap. 10 e Ponti cap.9)

E' una delle diverse strategie di protezione di una struttura che rispetto alla protezione convenzionale permette di migliorare sensibilmente le prestazioni del complesso fondazioni-struttura. E' applicabile a tutti gli edifici.

Rispetto ad una struttura convenzionale presenta dei vantaggi sostanziali in termini di sicurezza perché questa normativa accetta il danno per terremoti di progetto con probabilità di ritorno di 50 anni. In sostanza l'isolamento sismico consiste nel separare la struttura dal terreno per quanto riguarda le azioni più pericolose, cioè i movimenti orizzontali del terreno: in questo modo la struttura si muove più lentamente e le forze d'inerzia che agiscono sulle strutture e che quindi la deformano e la danneggiano si riducono drasticamente.

L'altra strategia molto interessante, e più adatta forse agli edifici esistenti negli interventi di adeguamento e di miglioramento, sismico è quella della dissipazione di energia: si accetta che l'energia entri dal terreno alla struttura però si cerca di dissipare l'energia non attraverso la rottura di elementi strutturali ma attraverso appositi organi (es. controventi dissipativi) che dissipano in maniera controllata l'energia. La normativa contiene tutti i principi che permettono la progettazione di edifici con controventi dissipativi.

Si distinguono diverse strategie di isolamento sismico (cap. 10.1) basate

- sull'incremento del periodo fondamentale della costruzione
- sulla limitazione della massima forza orizzontale
- sulla dissipazione di una consistente aliquota dell'energia meccanica

In realtà molto spesso queste strategie si combinano tra di loro per ottimizzare le caratteristiche del sistema di isolamento.

La strategia di limitazione della forza è molto interessante: consiste nel creare un sistema di isolamento in cui la forza non può superare un certo livello e quindi l'edificio rimane soggetto a

forze d'inerzia tagliate dal limite di forza che il sistema di isolamento permette di conseguire: tipicamente si utilizzano in questi casi appoggi a scorrimento (slitte).

L'Italia ha avuto un'era pionieristica nell'isolamento sismico negli anni 80 poi c'è stato un fermo dal '90 ai giorni nostri dovuto all'assenza di una normativa e all'obbligatorio passaggio dal Consiglio Sup. LLPP, passaggio che implicava tempi di approvazione dell'ordine di un anno, un anno e mezzo.

Rispetto alle linee guida emanate dal Consiglio Superiore di LLPP nel '98, unico documento di riferimento in Italia fino ad oggi, è stato definito più chiaramente il ruolo dei diversi dispositivi di isolamento: le parti più importanti riguardano i livelli di accettazione dei dispositivi (cap. 10.4), le indicazioni progettuali (cap. 10.5), l'azione sismica (cap. 10.6), la modellazione (cap. 10.7) che tra l'altro prevede un'analisi statica lineare non prevista nelle linee guida. Non secondario il capitolo del collaudo (cap. 10.10) che prevede per queste strutture isolate alla base sempre un collaudo in corso d'opera.

Tra i metodi di analisi che possono essere utilizzati in relazione alle caratteristiche di isolamento, l'analisi statica lineare (cap. 10.7.4) richiede ad esempio una serie di requisiti molto spesso facilmente perseguibili: regolarità strutturali, un'altezza non superiore ai 5 piani (anche perché l'isolamento sismico è efficace fino ai 10-12 piani), una dimensione in pianta inferiore ai 50 metri.

Un punto fondamentale è la maggiore protezione che facilmente si ottiene con l'isolamento sismico: questo significa che si può progettare anche in termini economici validi una struttura con isolamento sismico, pensando che, anche i danni gravissimi di terremoti significativi possano essere contenuti senza entrare significativamente in campo plastico, rimanendo cioè sostanzialmente in campo elastico: questo permette di semplificare le regole progettuali, e di operare in bassa duttilità con risparmio in termini di costi. Importante è che anche per gli impianti che attraversano questa interfaccia di isolamento sia garantita la continuità anche allo stato limite ultimo.

Opere di fondazioni di sostegno dei terreni (Fondazioni ed opere di sostegno)

Il capitolo è articolato in sezioni diverse che corrispondono ai punti critici delle norme e cioè: i requisiti del sito di costruzione e del terreno di fondazione (cap. 2), progetto e verifica di fondazioni e opere di sostegno dei terreni (cap. 3 e 4). Anche questa parte delle nuove norme discende in linea diretta dalla parte 5 dell'EC8, di cui costituisce una versione tagliata e cucita su misura per le necessità del nostro paese e anche una versione leggermente semplificata.

Requisiti del sito di costruzione (cap. 2) - Si dice che il sito di costruzione e i terreni di fondazione in esso presenti devono essere esenti da pericoli di instabilità dei pendii, liquefazione, eccessivo addensamento in caso di terremoto nonché di rottura di faglia in superficie.

Nelle norme, per la verifica di stabilità dei pendii (cap. 2.2) si ammette la verifica con metodi semplificati di tipo pseudostatico a meno di marcate irregolarità stratigrafiche, pressioni interstiziali elevate o rilevanti perdite di rigidità. È data una importanza rilevante al problema dell'incremento delle pressioni interstiziali dovuto a carico ciclico. Altra novità importante, che si riferisce ad una circostanza spesso osservata nella distribuzione del danneggiamento al costruito dopo terremoti, riguarda il problema dell'amplificazione topografica dello scuotimento sismico dovuto a posizione di culmine o di rilievo topografico.

Terreni suscettibili di liquefazione (cap. 2.3): è vero che in Italia il problema della liquefazione non ha il rilievo che ha in Giappone, tuttavia abbiamo situazioni italiane in cui la suscettibilità a questo fenomeno è molto elevata (vedi ad es. la relazione di Vivencio sui terremoti della Calabria del 1783) e che potrebbero essere legate a condizioni di sito non standard, cioè non relativamente facili da riconoscere (tipo depositi superficiali di sabbie fini monogranulari sature d'acqua ecc).

Si cerca di non appesantire l'onere del progettista per le verifiche da eseguire nel caso in cui siano presenti formazioni o strati o lenti spesse di sabbie sature sotto falda nei primi 15 metri accettando metodi di verifica di tipo empirico basate sulle resistenze penetrometriche con un coefficiente di sicurezza relativamente elevato.

Verifiche per pali (cap. 3.3.2) - I pali devono essere progettati per resistere non solo alle forze d'inerzia trasmesse dalla sovrastruttura ma anche alle azioni cinematiche che provengono dalle deformazioni indotte nel terreno dalle onde sismiche. Questo aspetto è da tenere in conto quando si verificano delle configurazioni sfavorevoli di profilo stratigrafico con forti contrasti di rigidità in strati consecutivi e simultaneamente in zone di media o alta sismicità.

I pali devono essere progettati in modo da rimanere in campo elastico, ma ci possono essere casi speciali in cui si ammette la formazione controllata di cerniere plastiche per avere una dissipazione di energia controllata (ad es. a livello di fondazione di pile da ponte).

Opere di sostegno (cap. 4) - Si accetta l'occorrenza di eventuali spostamenti permanenti dovuti a deformazioni irreversibili del terreno, se non violano la compatibilità con i requisiti strutturali; qui si tiene conto della possibilità della struttura di incassare degli spostamenti permanenti con una specie di fattore di duttilità r che va a ridurre le sollecitazioni di progetto e che può arrivare ad assumere il valore 2 per muri a gravità.

Da segnalare che in zone di I e II categoria i coefficienti sismici da usare, anche per verifiche statiche equivalenti, possono assumere valori, anche per un fattore $r=2$, che possono anche superare 0.15-0.20 g: quindi le forze agenti diventano molto rilevanti. Si tiene inoltre conto del fatto che per un sostegno molto elevato, ad es. maggiore di 10 metri, è opportuno effettuare una analisi locale di propagazione di onde per calibrare meglio il valore medio del coefficiente sismico da assumere per le verifiche in questione.

Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale Transitorio e regime

Il lavoro della Commissione per la redazione dei criteri generali è stato particolarmente complicato dal fatto che ad essa non veniva chiesto di fare una mappa, ma veniva chiesto di stendere dei criteri all'interno dei dettati del Dlgs 112 del 1998, la quale ripartisce le funzioni mantenute dallo Stato e quelle conferite alle Regioni. Inoltre difficile da gestire era la filosofia di questo Dlgs, in qualche modo basata sulla vecchia concezione della classificazione sismica, cioè da una parte le zone dall'altra le norme con un rapporto tutto da definire.

Nel momento in cui la Commissione ha cominciato a lavorare è emerso l'orientamento di cambiare sostanzialmente le norme tecniche, fatto che ha portato semplificazioni concettuali per il lavoro dei sismologi. In sostanza l'allegato che descrive questi criteri dice che le zone fanno esplicito riferimento a quelle indicate nelle norme tecniche per il progetto, cioè alle norme ora illustrate, elemento di grande semplificazione in quanto sono le norme tecniche che indicano i quattro valori di accelerazione di ancoraggio dello spettro di risposta elastico e quindi automaticamente il numero delle zone fissato in quattro.

Sono poi le stesse norme che dettano cosa vogliono, come cioè deve essere descritta la sismicità (*Criteri – tabella cap. 2.b*): nella tabella a destra ci sono i valori di accelerazione di ancoraggio dello spettro e a sinistra ci sono i valori di accelerazione max del suolo per i quali si entra in una delle categorie: allora il compito dei sismologi diventa quello di fornire una mappa che discrimini le quattro classi con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni.

Si sottolinea che la differenza rispetto a prima è notevole perché le tabelle precedenti erano sostanzialmente espressioni di grande buona volontà ma anche di grande tormento: si parlava ad es. di $s=12$, grandezza mai stata definita, con la conseguenza che il lavoro di chi faceva le mappe era anzitutto stabilire con quali criteri entrare in quella data categoria;

Ora sono stabiliti i criteri per compilare una mappa di a_g

- devono essere utilizzate le metodologie recenti accettate a livello internazionale: ovviamente devono essere esplicitate queste metodologie
- i dati di base devono essere aggiornati (in particolare i dati sulle sorgenti sismogenetiche, i cataloghi dei terremoti, le leggi di attenuazione del moto del suolo ecc)
- le procedure di elaborazione devono essere trasparenti e riproducibili e devono evidenziare le assunzioni effettuate e le relative ragioni

Le valutazioni dell'accelerazione orizzontale dovranno essere rappresentate in termini di curve di livello con passo 0.025_g calcolate su un numero sufficiente di punti (griglia non inferiore a 0.05 gradi) Sulla base di tali valutazioni l'assegnazione di un territorio ad una delle zone indicate dovrà avvenire con una fascia di tolleranza $0.025g$.

Ci saranno per forza di cose delle classi intorno alle barriere tra le zone che possono essere gestite a responsabilità di chi fa la classificazione, ci sarà cioè un margine di gestione da parte delle Regioni deputate a fare queste scelte finali.

Le valutazioni di a_g verranno aggiornate periodicamente in relazione allo sviluppo delle metodologie di stima della pericolosità sismica e dei dati utilizzati nelle medesime.

Devono essere evitate situazioni di forte disomogeneità ai confini delle Regioni ed è per questo motivo che il decreto 112/98 stabilisce che l'individuazione delle zone prenda l'avvio da un elaborato di riferimento omogeneo a scala nazionale secondo i criteri menzionati.

Come mappa di riferimento è stata utilizzata la famosa mappa della "Proposta 98" di classificazione sismica che soddisfaceva una parte dei requisiti (con la definizione di zona 4 per i Comuni non classificati allora). A partire da questo elaborato la formazione degli aggiornamenti degli elenchi delle zone sismiche dovrà prevedere la discretizzazione dell'elaborato stesso con riferimento ai confini dei Comuni e la gestione della tolleranza: a questo proposito sarà opportuno che il passaggio tra zone sismiche avvenga in maniera graduale sia all'interno di ciascuna Regione che ai margini delle Regioni. Si dovrà prevedere inoltre alla eventuale definizione di sottozona all'interno dello stesso Comune in relazione alle caratteristiche geolitologiche e geomorfologiche.

Si precisa che dall'entrata in vigore della mappa e per un anno di tempo, le Regioni possono fare sostanzialmente quello che vogliono, utilizzando la mappa in questione e gestendo una tolleranza molto maggiore di quella che i criteri illustrati in precedenza (margine di tolleranza di 0.025_g) gli daranno in seguito: in fase di transizione la tolleranza è addirittura di una categoria ($0.1g$); entro un anno dovrà essere predisposta una nuova mappa di riferimento a scala nazionale che soddisfi integralmente i criteri dati; successivi aggiornamenti della mappa dovranno aver luogo ad intervalli non superiori ai 5 anni.

Il pomeriggio Elvezio Galanti, introducendo il dibattito, dà in sintesi una traccia degli impegni che saranno da prendere nell'attuazione dell'Ordinanza. Si individueranno alcuni gruppi che saranno dei capisaldi per governare nel periodo transitorio questa ordinanza e che si occuperanno sostanzialmente delle seguenti questioni:

- la revisione entro un anno della classificazione sismica (“entro un anno sarà predisposta una nuova mappa...”) avrà la necessità di assicurare la congruità dell'azione di revisione da parte delle Regioni.
- la verifica della sicurezza sismica degli edifici pubblici strategici o con importanti conseguenze in caso di collasso, il cui programma temporale dovrà essere elaborato (vedi art II comma 4) entro sei mesi dal Dipartimento della protezione civile e dalle Regioni.
- l'assistenza all'applicazione della normativa tecnica si realizzerà attraverso una struttura in grado di operare con continuità, anche effettuando confronti con l'attuale normativa. Sarà inoltre necessario redigere un commentario alle norme.

I gruppi di lavoro saranno costituiti da rappresentanti della comunità scientifica, dai rappresentanti delle Regioni, del Dipartimento della protezione civile e del Ministero delle Infrastrutture.

All'art. 4 dell'Ordinanza poi è indicata la costituzione di un Centro di Formazione e Ricerca nel campo dell'ingegneria sismica e di una rete di Laboratori Universitari operanti nel medesimo settore promosso dal Dipartimento della protezione civile.

Sarà poi necessario formare nelle Regioni con criteri unici i referenti tecnici in grado di dare delle risposte in sintonia con lo spirito della norma.

Si riportano ora di seguito le principali questioni poste ai relatori da rappresentanti delle Regioni, dell'Industria e delle Professioni.

I dubbi, soprattutto nei confronti del percorso attuativo, sono tanti.

- Caso esemplare delle problematiche legate al percorso attuativo è quello dell'Emilia Romagna: con la nuova zonazione sismica si passa da 1/4 del territorio regionale classificato in zona sismica (89 Comuni) a quasi tutta la Regione in zona sismica (319 Comuni su 341) con all'interno di essa tutti i capoluoghi di Provincia (Ferrara, Ravenna, Bologna, Modena, Reggio Emilia, Piacenza); il tutto arriva con le nuove norme tecniche: sui tre quarti del territorio regionale la norma sismica non è affatto conosciuta (sia la nuova che la vecchia): centinaia o migliaia di tecnici dovranno formarsi in periodi brevissimi. E allora il primo quesito che viene posto è: se la zonazione entra in vigore subito, quale è la normativa tecnica da applicare (da parte in questo specifico caso di tecnici che non si sono mai occupati di sismica)? Per 18 mesi la vecchia e poi la nuova?
- Altra domanda, per i lavori in corso per i quali continuano ad applicarsi le normative previgenti: se la norma previgente significa legge 64 (da applicare alla nuova zonazione), in particolare sulle opere in corso significa l'articolo 30 della legge 64, il quale soprattutto dice che entro quindici giorni (nei tre quarti dell'Emilia Romagna!), dal momento della classificazione, bisogna far denuncia ai competenti uffici regionali i cui tecnici entro 30 giorni devono esprimere alcune valutazioni.
- Alcune perplessità emergono sui criteri di classificazione (ad es. Catania uguale Napoli)
- Fondamentale è comunque capire se la nuova zonazione entra in vigore contestualmente all'Ordinanza.
- Questione degli edifici in muratura esistenti: applicando un coefficiente di struttura che è fisso ed è 1,5 e applicando una maggiorazione del coefficiente di sicurezza che è 1,5 per il fatto che quasi sempre per gli edifici esistenti il livello di conoscenza è basso si arriva ad un incremento dei coefficienti delle azioni di base (0.35 – 0.25 che sono le accelerazioni di

picco) di più del doppio : in sostanza negli edifici esistenti in muratura si arriva a progettare con livelli di azione sismica a seconda ovviamente del metodo usato che sono più che doppi rispetto ai livelli di base.

- Alcuni aspetti tecnico-giuridici non sono chiari: l'elenco della classificazione è precettivo per le Regioni, cioè basta la pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale e di fatto poi le Regioni le devono applicare oppure è demandato alle Regioni la loro applicazione? Forse è necessario un chiarimento attraverso un'Ordinanza della Protezione Civile p
- Esiste inoltre un problema della copertura finanziaria in relazione all'importo di adeguamento del patrimonio pubblico strategico
- Uno degli aspetti più importanti sono le interconnessioni, cioè le ricadute a livello urbanistico delle norme sismiche sugli interventi nei centri storici e quindi con deroghe alle norme ordinarie: questione che ogni corpus normativo successivo ad ogni terremoto ha trattato in modo sempre diverso.
- Quali sono gli edifici e le opere strategiche ?
- Nell'intervento di Garanti si ipotizza l'avvio di un percorso di coordinamento tra le Regioni ed il Dipartimento della protezione civile: ma la fase di avvio di questo percorso sarà molto complessa; se potesse essere la Delibera di applicazione dell'Ordinanza da parte delle Regioni l'atto con cui entra in vigore la nuova classificazione probabilmente questo potrebbe consentire alle Regioni un periodo congruo per l'adeguamento dell'organizzazione sul territorio per la gestione del provvedimento, e la formazione del soggetto pubblico controllore e del mondo professionale.

A queste domande ecco le risposte che sono state date dai Relatori , i quali hanno premesso che tali risposte devono intendersi come il chiarimento di una intenzione e di una volontà; si sono pregati gli interlocutori di formulare per iscritto le perplessità da inviare al Dipartimento della protezione civile.

- Quale si intende per livello di progettazione approvata: il senso della norma è che per livello di progettazione si intenda progettazione preliminare perché laddove sono stati allocati dei fondi deve essere possibile continuare ; quindi se il lavoro pubblico è stato approvato a livello preliminare ed è stato finanziato deve essere possibile continuare. Poi chi va avanti assume comunque delle responsabilità se non di legge quantomeno morali
- Per i lavori in corso cosa si fa ? E' chiaramente scritto nel testo della norma che per le opere i cui lavori siano già iniziati, per le opere pubbliche già appaltate ecc possono continuare ad applicarsi le norme tecniche e la classificazione sismica vigenti : quindi ciò che è zona non classificata continua ad essere zona non classificata. Questa è comunque una risposta burocratica: poi che questi edifici debbano essere controllati è altra cosa.
- Vecchie norme e nuova perimetrazione? No, applicare la classificazione nuova significa applicare le nuove norme e le nuove perimetrazioni; non ha nessun senso applicare 0.35g sulle vecchie norme.
- I livelli di accelerazione per gli edifici in muratura sono essenzialmente raddoppiati
- L'elenco dei Comuni è precettivo? Dal giorno in cui l'Ordinanza è pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale è da applicare: se le Regioni lo vogliono possono modificarla il giorno dopo e naturalmente questo vuol dire che la valutazione del rischio potrebbe andare al di sotto della classificazione attuale. La Regione ha facoltà di mettere tutto quello che è in zona 2 in zona 3, tutto quello che è in zona 3 in zona 4, deliberare che in zona 4 non si applicano le norme sismiche e ci si riduce ad una situazione meno protettiva di quella proposta.

- E' vero che le Regioni possono abbassare la categoria: noi possiamo continuare a convivere con un deficit di sicurezza che è quello attuale, ed aspettare di essere pronti a difenderci meglio, purché la cosa sia chiara. La mappa che entrerà in vigore è del 1998, non è nuova, non solo ma la stessa mappa è già stata oggetto di revisioni e commenti da parte delle Regioni
- L'ordinanza prevede la verifica non l'adeguamento e non prevede nemmeno con precisione quale è il livello a cui si devono fare queste verifiche ma dice che Regioni e Dipartimento della protezione civile entro sei mesi devono dare queste indicazioni. Gli interventi poi prenderanno i prossimi cento anni.
- E' chiaro che non si parla di edifici pubblici ma di edifici ed opere strategiche: ad es. un privato che è proprietario di un teatro ha esattamente gli stessi doveri che ha un ente pubblico nel fare le verifiche. L'unica differenza sta nell'art. successivo in cui si dice che gli Enti Pubblici devono tener conto di queste risultanze nella redazione dei piani triennali e annuali previsti dalla L.109 mentre ai privati questo non può essere imposto. E' evidente quindi che la distinzione non consiste nel pubblico o non pubblico: l'edificio residenziale di proprietà pubblica è uguale ad un edificio residenziale di proprietà privata: quello che fa la differenza è la rilevanza strategica nel post-terremoto
- Quelle che la norma definisce come categorie di suolo di fondazione nel paragrafo 3.1 delle norme sugli edifici possono, in prima approssimazione, essere usate come criterio di zonazione all'interno dei Comuni.
- Catania e Napoli : la pericolosità sismica di un sito non è l'immaginario che una persona ha dei terremoti in quel posto, è un'altra cosa: è il prodotto di una elaborazione scientifica; il decreto sui criteri prevede per le elaborazioni di valutazione dell'accelerazione un percorso di tipo scientifico che sancisce una grossa novità rispetto a prima e cioè che la pericolosità sismica non è la storia sismica ma appunto una elaborazione scientifica.
- Siamo tutti persuasi del fatto che i problemi più gravi siano talmente gravi che progettare con 0.15 g o 0.25 g non fa la differenza abissale che fa il progettare o il non progettare in zona sismica.

Dott. Ing. Donatella Guzzoni

