



Le norme tecniche e antisismiche e il cd. «Piano casa»

SOMMARIO

15.1 Le nuove norme tecniche e antisismiche, alla luce dei gravi danni prodotti dal sisma del 6-4-2009 sull'edificato della provincia de L'Aquila. - **15.2** Stabilità e sicurezza degli edifici secondo le nuove norme tecniche delle costruzioni e di tutela dai rischi sismici. - **15.3** Correlazione tra rischio sismico, sicurezza edilizia e pianificazione urbanistica dei centri urbani. - **15.4** Obiettivi del «Piano casa», con conseguenti leggi regionali attuative, di concerto tra Stato e Regioni.

15.1 Le nuove norme tecniche e antisismiche, alla luce dei gravi danni prodotti dal sisma del 6-4-2009 sull'edificato della provincia de L'Aquila

I terremoti avvenuti in Italia nell'ultimo secolo hanno influenzato in maniera rilevante la normativa tecnica antisismica, al fine di garantire norme più efficaci sulla *sicurezza* degli abitanti, sulla *stabilità* delle costruzioni e sulla *tutela* storica e ambientale dei territori esposti a prevedibili eventi sismici nel tempo.

L'esperienza del terremoto abruzzese

L'ultimo **terremoto del 6-4-2009** in Provincia de **L'Aquila** ha, di fatto, amplificato i riflessi sulle *cause* dei danni sismici e la ricerca di *criteri* più opportuni ed adeguati per il consolidamento, la ristrutturazione, la ricostruzione e le nuove necessarie edificazioni, nonché gli obiettivi per rendere più efficaci, sul piano contenutistico, applicativo e di controllo ispettivo, le norme antisismiche, nazionali e regionali, per garantire una maggiore tutela compatibile a tutti i livelli dagli hazard naturali (1).

(1) Dalla secolare *storia sismica* risultava che il territorio montano abruzzese e la città de L'Aquila erano stati da sempre sottoposti a pericolosi terremoti, tra i quali quelli, più gravi e documentati, che avvennero nel 1315 e nel 1461-62, nel 1703 con più di 3000 vittime e con l'edificato de L'Aquila completamente distrutto, oltre che nel 1915 (con epicentro ad Avezzano, e 33 mila morti).

Le proporzioni delle tragedie intervenute hanno comportato *accertamenti sulle diverse inadeguatezze* costruttive degli edifici danneggiati, anche perché la magnitudo del sisma Richter era stata elevata (5,8), ma non eccezionale, come quella (pari a 7) del terremoto dell'Irpinia, avvenuta il 20-11-1980, anche se alcuni esperti, avevano rilevato l'inadeguata riclassificazione operata dalla G.R., dato che diversi Comuni, come quelli de L'Aquila e attigui, erano stati mantenuti all'impropria **classe 2** e non rassegnati alla necessaria classe 1. Inoltre, si constatata una «cattiva esecuzione dei getti di calcestruzzo con granulometria non corretta e scarsità di inerti», per cui si è dedotto che trattavasi di un'opera realizzata con «errori vergognosi dal punto di vista ingegneristico» e la sussistenza, inoltre di *un potenziale grave rischio* «anche a livello nazionale», in quanto in Italia circa 75-80 mila edifici pubblici sono da consolidare.

Purtroppo, i terremoti sono rimasti ancora *eventi sottovalutati*, in quanto, nonostante la consapevolezza del massimo rischio sismico della zona, anche nel territorio appenninico dell'Abruzzo è stato fatto poco per migliorare il comportamento degli edifici durante il sisma.

Le emerse inadeguatezze costruttive hanno comportato, come a seguito di altri terremoti (parimenti a quello di Belice avvenuto nel 1963, in Irpinia), anche indagini giudiziarie da parte della Procura de L'Aquila, che ha aperto un'inchiesta contro ignoti per omicidio e disastro colposo per accertare se i materiali usati per gli edifici in c.a e le relative strutture risultassero o meno a norma di legge. A seguito di tale inchiesta sono stati effettuati diversi rinvii a giudizio dei soggetti ritenuti responsabili.

Contemporaneamente ad altri provvedimenti (2), il Governo ha emanato (dopo un Consiglio dei Ministri straordinario svolto a L'Aquila il 23-4-2009), il **D.L. n. 39 del 28-4-2009** (convertito, con modifiche, nella L. n. 77/09), per «Interventi urgenti in favore delle popolazioni colpite dagli eventi sismici nella regione Abruzzo nel mese di aprile 2009 e ulteriori interventi urgenti di protezione civile», sulla base degli artt. 77 e 87 Cost., data la «straordinaria necessità ed urgenza di emanare disposizioni per fronteggiare, con ulteriori

Come è noto, l'ultimo pericoloso evento sismico, di *magnitudo della scala Richter 5,8* (equivalente a VIII-IX di intensità Mercalli), si è verificato, dopo reiterate scosse sismiche nei mesi precedenti, all'ora 3,32 del 6 aprile 2009, seguito da numerose altre scosse di magnitudo inferiori ma significative (di cui oltre 150 nel solo giorno successivo del 7 aprile, con magnitudo tra 3,1 e 5,1), seguito da altri intensi focolai sismici sviluppati a sud-est del capoluogo, con *epicentro* tra i Comuni dell'Aquila, Torninparte e Lucori a profondità di 8,8 km, producendo 298 morti, 1500 feriti e 55.000 sfollati. Tale terremoto è stato avvertito anche su una vasta area interregionale, comprendente tutto il centro Italia.

Dopo la scossa principale, ne sono sopravvenute, nei mesi successivi, oltre 12.000 derivanti, secondo la cultura scientifica sui terremoti, dalla progressiva dispersione delle enormi energie, accumulate nei secoli, sulle croste e faglie delle aree appenniniche del territorio abruzzese.

Al riguardo si è accertato che:

- i *Comuni danneggiati* sono stati 122;
- gli *edifici colpiti* sono stati 115 mila, di cui oltre 55 mila *crollati e resi inagibili*;
- gli edifici rimasti *agibili* sono stati pari a circa il 50%, quelli da *riportare all'agibilità*, (con necessari interventi strutturali minimi) sono risultati pari al 20%, mentre quelli con *totale inagibilità* per restauri problematici o non realizzabili ammontano al 30%.

A subire i *danni di maggiore rilievo* è stato il centro storico dell'Aquila, con numerosi crolli e gravi lesioni a edifici anche storici e monumentali.

Va però rilevato che subito dopo il sisma abruzzese del 6 aprile 2009 si pose, a livello tecnico e scientifico, il problema del **perché** erano crollati o gravemente lesionati alcuni edifici nuovi in c.a. ed altri, parimenti recenti ma di significativo ruolo pubblico, come, ad esempio, l'ospedale de L'Aquila.

(2) Altri provvedimenti: due D.P.C.M. del 6-4-2009 (con dichiarazioni di rischio eccezionale e sopravvenuto stati d'emergenza) – due O.P.C.M. del 6 e 9-4-2009 (per primi interventi ed ulteriori disposizioni urgenti) – D.M. Min. economia e finanze del 9-4-2009 (con sospensione degli adempimenti tributari a favore dei terremotati) – O.P.C.M. del 15-16-21-28 e 30-4-09 (inerenti, rispettivamente, altre disposizioni urgenti, individuazione dei Comuni danneggiati, e attuazione dell'art. 2, co. 3, D.L. n. 39/09, in ordine al piano degli interventi da parte del Commissario delegato).

interventi, gli eccezionali eventi sismici verificatisi nella regione Abruzzo, nonché per potenziare le attività e gli interventi di protezione civile».

In esso sono stati previsti interventi immediati per il superamento dell'emergenza, tra cui le seguenti norme: «Realizzazione urgente di abitazioni» (art. 2); Ricostruzione e riparazione delle abitazioni private e di immobili ad uso non abitativo; indennizzi a favore delle imprese» (art. 3); «Ricostruzione e funzionalità degli edifici e dei servizi pubblici»; Misure urgenti per la ricostruzione e per la prevenzione del rischio sismico; comprese verifiche ed interventi per la riduzione del rischio sismico (art. 11) e l'anticipazione al 30 giugno 2009 dall'entrata in vigore della normativa antisismica sulle costruzioni, di cui al DM 14-1-2008.

In ordine a quanto rilevato sugli effetti del recente sisma abruzzese, va precisato che, già in sede di dichiarazione dello *Stato di rischio* e di quello di *emergenza*, si è posta l'esigenza di accelerare da parte del Governo la **messa in vigore**, a pieno regime, della *normativa antisismica*, di cui all'aggiornato **O.P.C.M. n. 3274/03**, e della nuova disciplina delle norme tecniche, relative al **D.M. 14-1-2008** che, invece, in precedenza, era slittato al 30 giugno 2010 con il decreto «milleproroghe» n. 207/08 approvato dalla L. n. 14/09, poiché non risultava più accettabile la permanente facoltà di utilizzare, a scelta dei progettisti, il precedente D.M. del 1996, sulle progresse «Norme tecniche per le costruzioni» (3).

15.2 Stabilità e sicurezza degli edifici secondo le nuove norme tecniche delle costruzioni e di tutela dai rischi sismici

L'emergenza del terremoto in Abruzzo ha attivato un forte dibattito sulle modalità più efficaci della ricostruzione, tra conservazione e nuova costruzione, e sul «che fare» per alleviare le condizioni delle popolazioni colpite e per prospettare ad esse un futuro di minore disagio, condizioni migliori di sicurezza globale, impostando analisi tecniche oggettive da perseguire.

Da questi rilievi è derivato la necessità di attribuire alle norme tecniche ed antisismiche una rilevanza assoluta sulla loro efficace e rapida applicazione operativa rispetto al passato, per cui si è consolidata la necessità di evidenziare i principi generali ed criteri operativi, in quanto assolutamente fondamentali per la sicurezza e compatibilità delle costruzioni edilizie.

Allo stato, sul piano normativo, i provvedimenti fondamentali contenenti norme generali e tecniche per le costruzioni consistono:

— nel **Testo unico per l'edilizia**, di cui al D.P.R. n. 380/01 che, oltre alle modalità autorizzative e di utilizzazione dei manufatti

La normativa esistente contenente principi generali e tecnici per le costruzioni

(3) Va, altresì, rilevato che tale sisma riuscì a far puntare i riflettori internazionali sul dramma del terremoto e ad incentivare la solidarietà, attraverso la **localizzazione del G8** nella città de L'Aquila (in un edificio pubblico non danneggiato, messo poi a disposizione dei terremotati nel mese di settembre), nel corso delle giornate 8, 9 e 10 luglio, al punto da ritenere che il G8 ha portato «L'Aquila al centro della storia»: nella generale convinzione che un «evento del genere aiuterà il difficile processo di ricostruzione che ci attende per i prossimi anni». Fondamentale è stata la seconda giornata del summit G8 (trasformato in G14, con i presidenti di Sudafrica, Brasile, Messico, Corea del sud, Australia e Indonesia), nonché la Danimarca, che a dicembre ospiterà la conferenza Onu sul clima che dovrà decidere il nuovo **sistema globale per la riduzione delle emissioni di CO₂**, in sostituzione del Protocollo di Kyoto che scade nel 2012, in quanto i grandi della Terra si sono compattati sul clima, trovando l'intesa sulla riduzione dell'80% dei gas serra entro il 2050, con resistenze della Cina e dell'India in prima linea, in quanto è stata approvato la «Agenda globale», insieme al dossier sui mutamenti climatici, mentre, in seguito si è avuto un più *significativo* approccio al riguardo tra USA e Cina.

edilizi, all'art. 52 (regolante il «Tipo di strutture e norme tecniche») prescrive che in tutti i Comuni, le costruzioni, sia pubbliche che private, devono essere realizzate in osservanza delle norme tecniche attuative, riguardanti i vari elementi costruttivi;

- nelle **nuove norme tecniche per le costruzioni**, di cui al D.M. 14-1-2008, con cui si è inteso costituire un sistema coordinato ed organico di norme tecniche, non più strutturate in autonomi decreti differenziati per materie e tempi della loro emanazione, come per il passato, ma correlate in modo da formare un contesto normativo volto a perseguire, in modo significativo, coerente e affidabile, la valutazione della sicurezza delle costruzioni, secondo criteri da intendersi come principi fondamentali.

Da ciò si comprende che la normativa edilizia e quella sulle tecniche costruttive hanno una correlazione, di natura essenziale, nel senso che le relative discipline sono da intendersi riferite all'universalità delle norme applicative riguardanti le costruzioni edilizie sotto tutti gli aspetti, dalla legittimità attuativa alla sicurezza ed alla tecnica costruttiva.

Ciò comporta la piena coerenza tra le previsioni delle norme generali del T.U. per l'edilizia, di fonte primaria, ed i contenuti delle norme tecniche attuative, secondo le quali le operazioni preordinate alla realizzazione delle costruzioni edilizie (progettazione, esecuzione e collaudo) devono garantire prefissati livelli di sicurezza delle opere, tali da consentire ai soggetti proprietari, la loro utilizzazione, per tutto il periodo di vita utile, «senza l'insorgenza di pericoli per la pubblica e privata incolumità».

In ordine al ruolo delle norme tecniche, va preso atto dell'orientamento governativo che ha voluto far entrare definitivamente in vigore, a partire dal 30 giugno 2009, il **D.M. 14-1-2008**, relativo alle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» e l'**O.P.C.M. n. 3274/03** inerenti le norme antisismiche, superando la perdurante traslazione applicativa nel tempo e il relativo regime transitorio.

L'entrata in vigore delle nuove norme tecniche per le costruzioni è stata resa opportuna e necessaria a seguito dei gravi crolli e danni, prodotti dall'elevato (anche se non estremo) sisma del 6 aprile 2009, su una vasta parte del territorio abruzzese, dal quale si è evidenziato, a livello tecnico e scientifico, che la mancata sussistenza della sicurezza strutturale al rischio sismico sia derivata dall'*impropria qualità* dei materiali utilizzati (cemento e acciaio per i c.a.), dal *non corretto dimensionamento* delle strutture fondali e in elevazione, dal *mancato rilievo* sul carattere geologico dei terreni di soффondazione, e dall'*inefficace applicazione* delle norme tecniche vigenti all'epoca dell'edificazione, compreso anche la non completa adeguatezza delle norme tecniche del relativo periodo applicativo, e i mancati controlli sullo stato degli edifici nel tempo.

Va, comunque, rilevato, in ordine al nuovo D.M. 14-1-2008, che il pregresso D.M. 14-9-2005 (4) sulle «Norme tecniche per le costruzioni» era ad esso equivalente per contenuti ed impostazione.

Infatti, secondo quanto espresso nel «preambolo» del decreto del 2005, lo stesso era già caratterizzato da una chiara ed efficace identificazione dei livelli di sicurezza e prestazionali delle costruzioni, sia attraverso l'unificazione delle norme relative al «comportamento e resistenza dei materiali e delle strutture» con quelle della definizione delle «azioni agenti e dei loro effetti sulle strutture», sia per la valutazione delle resistenze e della sicurezza delle costruzioni in modo compiuto, coerente ed affidabile, al fine di garantire la conservazione delle opere nel tempo e di assicurarne la tutela per la pubblica incolumità; il tutto impron-

(4) A. MONACO - R. MONACO, *Norme tecniche per le costruzioni*, Napoli, 2005.

tato a «coerenza, chiarezza, univocità e sinteticità», oltre che «al più moderno indirizzo di normazione prestazionale».

Ciò si desume dalle *innovazioni significative* introdotte in tale D.M. in ordine ai **concetti**:

- di *vita utile* della struttura da prevedersi in sede di progetto, intesa come «periodo di tempo nel quale la struttura, purché soggetta a manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo a cui è destinata», superando, in tale modo, il vecchio concetto, secondo il quale la durata delle costruzioni veniva riferita, senza limitazione di sorta, alla efficacia delle caratteristiche e dei sistemi costruttivi, alla resistenza e qualità dei materiali e alla durabilità delle costruzioni se eseguite a regola d'arte, oltre che al rispetto della moderna scienza e tecnica delle costruzioni, tradotte da molti decenni in norme tecniche applicative;
- dell'*ambiente di progetto*, costituito da tutte le condizioni delle azioni di contesto del luogo in cui va prevista l'opera da realizzare, che generano su di essa sollecitazioni di varia natura e consistenza, da valutare analiticamente in ordine agli aspetti naturali caratteristici del sito (azioni ambientali), agli aspetti legati alle attività umane (azioni antropiche di natura sia permanente che accidentale, rapportate alle destinazioni d'uso ed alle attività ordinarie e straordinarie dell'uomo) ed a quelli accidentali.
- dei *livelli di sicurezza*, costituenti principi generali, da garantire per la pubblica incolumità in modo da consentire l'utilizzazione delle costruzioni, per tutta la vita utile di progetto, in forma economicamente sostenibile, con requisiti per tutte le tipologie strutturali tali da garantire la resistenza nei confronti degli stati limite, sia ultimi che di esercizio, e la loro robustezza rispetto a tutte le predette azioni sollecitanti.

Esso corrispondeva, infatti, ai moderni e consolidati orientamenti scientifici e culturali di livello internazionale sul cosiddetto metodo prestazionale, inteso come uno strumento consistente nella determinazione di *principi fondamentali* supportati da standard tecnici vincolanti e obbligatori per garantire la sicurezza delle costruzioni, senza però inglobare le prescrizioni tecniche nel corpo normativo con conseguente valenza giuridica, la cui disapplicazione formale da parte degli operatori comportava precise responsabilità di varia natura.

Sul nuovo D.M. 14-1-2008 è stata emanata la «**Circolare 2 febbraio 2009, n. 617** - Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni», con la quale si è ritenuto opportuno

privilegiare, con una trattazione maggiormente diffusa, gli argomenti più innovativi e per certi versi più complessi trattati dalle nuove norme tecniche, fornendo solo informazioni, chiarimenti ed istruzioni applicative, con integrazioni per una più agevole ed univoca applicazione di tali norme tecniche (NTC) che disciplinano, in forma unitaria, la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle costruzioni al fine di garantire, per stabiliti livelli di sicurezza, la pubblica incolumità, con una serie di indicazioni inerenti le procedure di calcolo e di verifica delle strutture, nonché regole di progettazione ed esecuzione delle opere, in linea con i seguenti *indirizzi*:

- mantenimento del criterio prestazionale, per quanto consentito dall'esigenza di operatività della norma stessa;
- coerenza con gli indirizzi normativi a livello comunitario, sempre nel rispetto delle esigenze di sicurezza del Paese e, in particolare, in coerenza con gli Eurocodici (tra cui l'EC8 antisismico), norme europee EN ormai ampiamente diffuse;

Circolare 2-2-2009, n. 617 sulle istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche

- approfondimento degli aspetti normativi connessi alla presenza delle azioni sismiche;
- approfondimento delle prescrizioni ed indicazioni relative ai rapporti delle opere con il terreno e, in generale, agli aspetti geotecnici.

Le nuove norme contengono diverse ed efficaci disposizioni, per cui si riportano quelle *tecniche antisismiche* più significative (entrate in vigore) relative a quelle del **D.M. 14-1-2008** e dell'**O.P.C.M. n. 3274/03**.

Nuove norme tecniche (D.M. 14-1-2008) Con le *nuove norme tecniche per le costruzioni*, relative al D.M. 14-1-2008 (sostitutivo del D.M. 14-9-2005), si è inteso costituire un

sistema coordinato ed organico di norme tecniche, correlate in modo da formare un *criterio normativo* con cui perseguire, in modo significativo, coerente e affidabile, la valutazione della sicurezza delle costruzioni, secondo criteri da intendersi come principi generali indefettibili.

Nei principi generali rientra il concetto di sicurezza, intesa come garanzia prestazionale di tenuta strutturale delle costruzioni, da rapportare alle condizioni dei cosiddetti stati limite che possono generarsi nel corso dell'esistenza delle costruzioni, in quanto il superamento di tali stati limite produce labilità costruttive tali da fare cessare i requisiti di sicurezza.

Principio generale di tale nuovo D.M. è, infatti, quello che prescrive che tutte le tipologie strutturali devono rispettare le norme specifiche sui *requisiti* di:

- sicurezza nei confronti degli **stati limite ultimi** (SLU), corrispondenti alle condizioni per cui le labilità strutturali sono tali da generare: «crolli, perdite di equilibri e dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone o la perdita di beni», mettendo fuori esercizio le opere e provocando «gravi danni ambientali e sociali»;
- sicurezza nei confronti di **stati limite d'esercizio** (SLE), corrispondenti alle condizioni per cui sussistano «tutti i requisiti atti a garantire le previste prestazioni», per assicurare l'ordinario esercizio delle opere;
- **robustezza nei confronti di azioni accidentali** atte ad evitare «danni sproporzionati rispetto all'entità delle cause generatrici di tali cause (disciplinate nel capitolo 4 del decreto).

Il superamento dello stato limite ultimo, corrispondente al «collasso» della struttura e costituisce un fenomeno irreversibile, mentre il superamento di quello d'esercizio può essere sia reversibile, quando il danno cessa una volta venuto meno la causa destabilizzante, sia irreversibile, ove il danno o le deformazioni strutturali restano in modo permanente e incompatibile con la loro stabilità.

Tra i *principi generali* da osservare nella progettazione ed esecuzione delle costruzioni, oltre a quello della sicurezza strutturale durante «tutta la vita utile di progetto dell'opera», sono compresi *altri principi fondamentali* correlati a quello essenziale della *sicurezza*, tra cui la durabilità delle strutture costruite, intesa come «conservazione delle caratteristiche meccaniche dei materiali e delle strutture», rispetto al logorio ed al degrado derivanti dalle condizioni ambientali e dalla ricorrenza dei cicli di carico interessante il manufatto strutturale, per la cui tutela è necessario o l'uso di materiali costruttivi più resistenti e meno vulnerabili, o la previsione di maggiorazioni di parti esposte a deterioramento ambientale (come, ad esempio, lo spessore dei copriferrì in ambienti marini corrosivi), ovvero a mezzo di manutenzioni ordinarie e straordinarie programmate, di tipo conservativo.

Va rilevato che il D.M. 14-1-2008 consiste in provvedimenti alquanto innovativi, in quanto la sua impostazione ha l'**obiettivo** di:

Obiettivi del D.M. 14-1-2008

- *identificare* in modo chiaro i «livelli di sicurezza e le prestazioni delle costruzioni», unificando sia le norme relative al comportamento dei materiali e delle strutture, sia quelle relative alla definizione delle azioni e dei loro effetti sulle costruzioni»;
- *costituire* un sistema coordinato ed organico di norme tecniche, non più strutturate in autonomi decreti differenziati per materie e tempi della loro emanazione, come per il passato, ma correlate in modo da formare un contesto normativo con cui si possa conseguire, in modo significativo, coerente e affidabile, la «valutazione della sicurezza» delle costruzioni, secondo criteri da intendersi come principi fondamentali.

In particolare, nell'articolazione dei progetti vanno introdotte, distintamente, la modellazione geologica e la modellazione geotecnica del sito, i cui metodi e risultati delle indagini devono essere esaurientemente esposti e commentati, rispettivamente, nella «relazione geologica» e nella «relazione geotecnica» in presenza di azioni sismiche, introducendo un importante paragrafo riguardante esplicitamente i criteri generali di progettazione e modellazione delle strutture, per la evidente riconosciuta importanza che assume nella progettazione la corretta modellazione delle strutture.

Le principali innovazioni delle *nuove norme tecniche costruttive* (NTC) del **D.M. 14-1-2008** hanno riguardato:

Innovazioni introdotte dal D.M. 14-1-2008 sulle nuove norme tecniche

- 1) La *vita nominale* (VN) di una costruzione che così come definita dal paragrafo 2.4.1 delle NTC, è la *durata* (numero di anni nei quali la struttura può essere usata per lo scopo al quale è destinata) alla quale deve farsi espresso riferimento in sede progettuale, con riferimento alla durabilità delle costruzioni, nel dimensionare le strutture ed i particolari costruttivi, nella scelta dei materiali e delle eventuali applicazioni e delle misure protettive per garantire il mantenimento della resistenza e della funzionalità, fermo restando che sono necessari interventi di manutenzione straordinaria per ripristinare le *capacità di durata della costruzione*, in quanto, attraverso successivi interventi di ripristino manutentivo, si riesce a garantire una durata effettiva maggiore della vita nominale quantificata nelle NTC.
- 2) In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di un'interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in **classi d'uso** così definite:
 - *classe I*: costruzioni con presenza solo occasionale di persone ed edifici agricoli;
 - *classe II*: costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali, oltre a industrie con attività non pericolose, opere infrastrutturali, reti viarie e ferroviarie e dighe, il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti;
 - *classe III*: costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi, industrie con attività pericolose per l'ambiente, reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Con rischio di un loro eventuale collasso;
 - *classe IV*: costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità oltre alle industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente, alle reti viarie appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia ed a. ponti e reti ferroviarie

di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico.

Nella normativa di tale D.M. viene previsto, in modo esplicito, la «vita utile di progetto», come una delle *variabili* di cui tenere conto nel modello di progetto, soprattutto quando i valori di azione e di resistenza variano nel tempo, per cui, nell'impianto progettuale diventa fondamentale il «periodo di riferimento» al quale è rapportato la prevista vita utile della struttura; intendendosi, con tale dizione: «il periodo di tempo nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata».

Ai fini di detta durata, si prevede la suddivisione delle costruzioni nelle seguenti *due classi* d'importanza:

- **Classe I** (vita utile di 50 anni): nella quale rientrano le costruzioni, per le quali i fenomeni sollecitanti naturali, da cui possono essere coinvolti (ad esempio: i terremoti), hanno un periodo di ritorno di 500 anni. Per le stesse si prevede che siano interessate da «normali affollamenti», da usi non pericolosi per l'ambiente, e da funzioni pubbliche e sociali non essenziali.
- **Classe II** (vita utile di 100 anni): nella quale rientrano le costruzioni per le quali il richiamato periodo di ritorno è di 1000 anni (caso dei terremoti più rovinosi), e quando si possono avere utilizzazioni comportanti affollamenti significativi, industrie pericolose per l'ambiente, e situazioni di emergenza per funzioni pubbliche e sociali importanti e strategiche.

Ciascuna di tali classi sono suddivise in *ulteriori due sottoclassi*, in funzione del costo concernente gli accorgimenti migliorativi della sicurezza, da intendersi come rapporto (che può essere alto o basso) tra il costo necessario per migliorare la sicurezza della costruzione e il costo ordinario della costruzione stessa.

- 3) Per controllare le **condizioni potenziali di sicurezza** delle opere strutturali, vanno operate le verifiche:
- per lo **stato limite ultimo** (STU) che, una volta superato, provoca il «collasso strutturale», con crolli, perdita degli equilibri, dissesti gravi, da cui scaturisce la messa «fuori esercizio irreversibile» della struttura, con le seguenti condizioni dissestanti: a) *perdita parziale o totale* dell'equilibrio strutturale; b) *deformazioni o movimenti eccessivi*; c) *raggiungimento della massima capacità di resistenza* di parti di strutture o della struttura nel suo insieme, ovvero del terreno di fondazione; d) *rottura* di membrature e di collegamenti per fatica o di altri effetti; e) *instabilità* parziale o totale del sistema strutturale.
 - per lo **stato limite di esercizio** (SLE) relativo ai *requisiti prestazionali* delle opere prefigurati in sede progettuale che, una volta superato, genera la «perdita della funzionalità», condizionando o limitando la prestazione dell'opera, consistente in: a) *danneggiamenti locali* che riducono la curabilità della struttura, la sua efficienza o la sua geometria; b) *eccessive deformazioni o distorsioni* che limitano l'uso o l'efficienza della costruzione e degli impianti o dei macchinari; c) *vibrazioni eccessive* compromettenti l'utilizzazione dei manufatti; d) *danni* per fatica, corrosione o degrado dei materiali derivante dall'ambiente di esposizione che compromettono la durabilità della costruzione.

4) Il progetto comporta la fissazione in via preliminare di **modelli**:

- per le azioni, per la geometria (dimensioni delle strutture), per i materiali impiegati, per le trasformazioni delle azioni e della geometria connesse alle azioni, denominati effetti E;
- per le trasformazioni delle «proprietà dei materiali e della geometria» con conseguenze in ordine alle capacità portanti, denominate resistenze R,

Di norma i *valori geometrici* di una struttura sono definiti, in generale, secondo valori numerici, a scala diversa sia a seconda che trattasi di progetti di massima, esecutivi o di particolari costruttivi, sia in relazione alle tipologie costruttive.

Secondo il D.M. possono essere ancora utilizzati i modelli, considerati fra i più convenzionali, del tipo:

- *elastico* (caso in cui le deformazioni si annullano con il venire meno delle azioni agenti;
- *elasto-lineare* (caso in cui sussiste proporzionalità tra deformazioni ed azioni agenti;
- *elasto-plastico* (caso in cui le azioni generano plasticizzazioni parziali senza fenomeni d'isteresi) avendo «chiare le ipotesi che ne garantiscono l'affidabilità»

5) Per **azioni sulle costruzioni** s'intendono l'insieme delle forze e dei carichi che generano sollecitazioni sulle strutture dei manufatti costruttivi. Per l'individuazione e definizione di tali azioni è necessario tenere conto dell'ambiente di progetto e del sistema strutturale.

Nei materiali e prodotti per uso strutturale che debbono essere *identificati e qualificati* sotto la responsabilità del produttore, secondo le procedure applicabili, rientrano:

a) calcestruzzi

I *calcestruzzi* per usi strutturali (CLS) armato e non, normale e precompresso, aggregati con materiali naturali (sabbie fluviali) e artificiali (granuli di rocce calcaree) e miscelati con acqua (leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia), debbono essere confezionati in modo da garantire i prescritti valori caratteristici delle *resistenze cubica* (RCK) e *cilindrica* (FCK a compressione «uniassiale»).

b) acciaio e relative tipologie

Per gli *acciai* si prevedono forme di controllo obbligatorie, da eseguirsi negli stabilimenti di produzione (con contrassegni al prodotto finito e alle grandezze dimensionali) e nei centri di trasformazione, da eseguirsi sulle forniture (massimo 90 t) da parte dei fornitori in sede di accettazione, con prove di qualificazione e *verifiche periodiche della qualità* attraverso i laboratori incaricati, di cui all'art. 59 D.P.R. n. 380/01, secondo uno specifico piano di qualità approvato dal Servizio Tecnico Centrale, che ne certifica, fra l'altro il tipo di prodotto, le dimensioni nominali ed effettive del prodotto ed i risultati delle prove e delle verifiche periodiche della qualità: degli acciai (impiegabili solo se saldabili) per cemento armato in barre o rotoli, per reti e tralici elettrosaldati, per cemento armato precompresso, per carpenterie metalliche.

c) costruzioni in legno strutturale

Il *legno massiccio per uso strutturale* è un prodotto naturale, selezionato e classificato in dimensioni d'uso secondo la resistenza, elemento per elemento, sulla base delle normative applicabili. (norma europea armonizzata UNI EN 14081).

I criteri di *classificazione* garantiscono prestazioni minime, statisticamente determinate senza necessità di ulteriori prove sperimentali e verifiche, definendone il profilo resistente, che raggruppa le proprietà fisico-meccaniche, necessarie per la progettazione strutturale.

d) costruzioni in muratura

Per le *costruzioni in muratura*, oggetto delle norme del D.M. 14-1-2008, s'intendono gli edifici costituiti da opere murarie verticali interconnesse, con funzione portante dei carichi linearmente ripartiti, da solai di piano, formanti le strutture orizzontali, gravanti, nel loro insieme, sulle opere di fondazione, con funzione di trasmissione e ripartizione dei carichi sul terreno sottostante agli edifici.

Le **murature** costituite sin dalle origini possono essere o a paramento lavorato unico (caso, ad esempio, dei rivestimenti stabilizzanti di pareti allo stato naturale) o a duplice paramento (ossia a doppia faccia, per lo più parallele come nel caso ordinario degli edifici) fra loro efficacemente interconnessi in modo da formare, attraverso un «solido collegamento», blocchi strutturalmente unitari e resistenti.

- 6) In materia di **progettazione geotecnica** l'oggetto delle norme riguarda *il progetto e la realizzazione: delle opere di fondazione, di sostegno e in sotterraneo*, dei manufatti di materiali sciolti naturali, dei fronti di scavo, del miglioramento e rinforzo dei terreni e degli ammassi rocciosi e del consolidamento dei terreni interessanti le opere esistenti, nonché la valutazione della sicurezza dei pendii e la fattibilità di opere che hanno riflessi su grandi aree.

Il **progetto** delle opere e dei sistemi geotecnici deve articolarsi nelle seguenti fasi:

- 1) caratterizzazione e modellazione geologica del sito;
- 2) scelta del tipo di opera o d'intervento e programmazione delle indagini geotecniche;
- 3) caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni e delle rocce e definizione dei modelli geotecnici di sotto-suolo;
- 4) descrizione delle fasi e delle modalità costruttive;
- 5) verifiche della sicurezza e delle prestazioni;
- 6) piani di controllo e monitoraggio.

Nel caso di costruzioni o di interventi di *modesta rilevanza*, che ricadano in zone ben conosciute dal punto di vista geotecnico, la progettazione può essere basata sull'esperienza e sulle conoscenze disponibili, ferma restando la piena responsabilità del progettista su ipotesi e scelte progettuali.

Le scelte progettuali per le *opere di fondazione* devono essere effettuate contestualmente e congruentemente con quelle delle strutture in elevazione, le cui strutture devono rispettare le verifiche agli stati limite ultimi e di esercizio e quelle di durabilità.

Nel caso di opere situate *su pendii o in prossimità di pendii naturali o artificiali* deve essere verificata anche la stabilità globale del pendio in assenza e in presenza dell'opera e di eventuali scavi, riporti o interventi di altra natura, necessari alla sua realizzazione.

- 7) **Le costruzioni (sia civili che industriali)** di *carattere strutturale*, disciplinate dalle norme tecniche del D.M. 14-1-2004, in vigore a partire dal 30 giugno 2009, sono essenzialmente quelle dotate di strutture in:

- a) **calcestruzzo** armato normale (c.a.), armato precompresso (c.a.p.), a bassa percentuale di armatura o non armato, con riferimento a calcestruzzi di peso normale e con esclusione di quelle opere per le quali vige una regolamentazione apposita a carattere particolare.

- b) **acciai** laminati a caldo in profilati, quali: barre, larghi piatti, lamiere e profilati cavi, oltre ai tubi saldati (provenienti da nastri laminati a caldo)
- c) in **murature** costituite dall'assemblaggio organizzato ed efficace di elementi e malta, che possono essere a singolo paramento, o a paramento doppio, se le pareti sono senza cavità.

Nel **D.M. 14-1-1998**, l'**azione sismica** è assimilata a tutte le altre «azioni ambientali e naturali» che sollecitano le costruzioni, per cui, secondo la definizione contenuta al punto 3.2 di tale D.M., l'azione consisterebbe in quella «generata dal moto non uniforme del terreno di sedime per effetto della propagazione delle onde sismiche».

Ciò appare non del tutto efficace rispetto alla portata degli effetti distruttivi di eventi naturali come i terremoti che, invece, rientrano nelle più gravi calamità che hanno colpito da sempre, a causa della deriva dei continenti e della fragilità delle faglie, l'intera litosfera, compreso i suoli ed i sottosuoli dei territori antropizzati ed edificati.

Rilevanti nel D.M. sono:

Le **azioni sismiche** di progetto, in base alle quali va valutato il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla «pericolosità sismica di base» del sito di costruzione, che è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa e in condizioni di campo libero su sito di riferimento. **Azioni sismiche di progetto**

Le *componenti delle azioni* consistono in:

- accelerazione massima attesa in superficie;
- accelerazione massima e relativo spettro di risposta attesi in superficie;
- accelerogramma.

Le due componenti ortogonali indipendenti, che descrivono il *moto orizzontale*, sono caratterizzate dallo stesso *spettro di risposta* o dalle due *componenti accelerometriche orizzontali* del moto sismico, mentre il *moto verticale* è caratterizzato dal suo spettro di risposta o dalla componente accelerometrica verticale.

Nel caso delle costruzioni civili e industriali le verifiche agli stati limite ultimi o di esercizio devono essere effettuate per la combinazione dell'azione sismica con le altre azioni, i cui effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai previsti carichi gravitazionali.

Le norme generali antisismiche, che prescrivono un'adeguata capacità di dissipare energia in campo inelastico per azioni cicliche ripetute, riguardano quelle d'acciaio, e quelle in muratura. **Costruzioni antisismiche**

Ai fini della *tutela antisismica*, è emerso negli ultimi decenni, a livello mondiale, un fondamentale metodo di **isolamento sismico**.

Ciò, in quanto, tale «isolamento» può ottenersi, in modo più facile per i nuovi edifici e in modo più complesso per quelli esistenti da ristrutturare, con l'*interposizione*, tra le *fondazioni* e la *sovrastuttura*, di elementi con elevata deformabilità orizzontale ed elevata rigidità assiale (verticale), che separano il moto della struttura da quello del terreno, riducendo la trasmissione dell'energia cinetica fornita dall'azione sismica alla sovrastuttura.

Ciò può, infatti, dedursi dalle figure dei telai di un edificio, relativi al comportamento dinamico sotto l'azione di un terremoto nel caso di edificio *fisso alla base* e nel caso di quello

con *isolatori sismici*, in quanto, con l'inserimento di tali elementi tecnologici, la struttura *non s'inclina*, ma *oscilla* quasi come un corpo rigido, senza deformazioni e dissipazione di energia, con assenza quasi totale di deformazioni interpiano, che consente di evitare anche lesioni o danni agli elementi non strutturali (tamponature, tramezzi, infissi) e ai beni contenuti all'interno degli edifici.

Deformata, sotto l'azione di un terremoto, di un edificio tradizionale e di uno con isolamento sismico

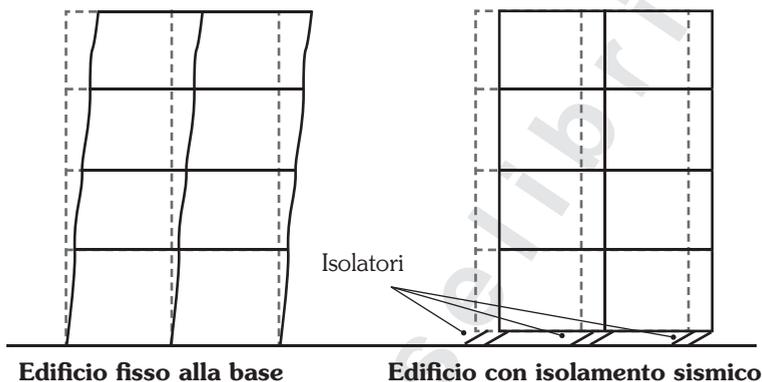
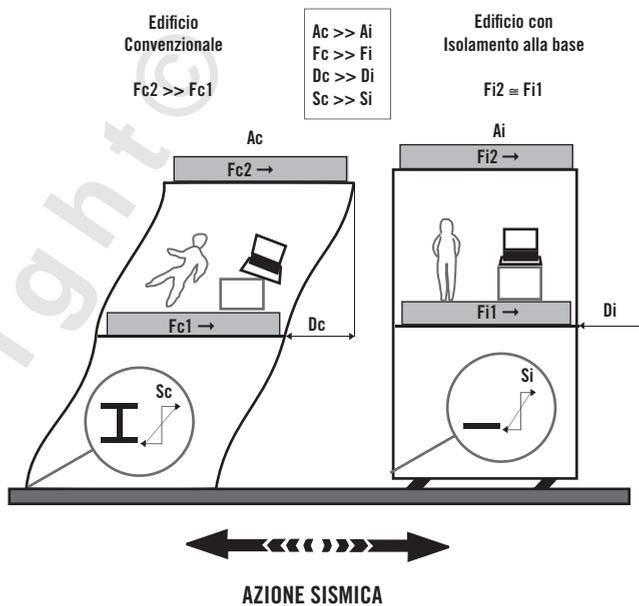


Fig.14.1

Pericolosità sismica, rischio sismico e prevenzione



Secondo le tecniche esistenti in materia, sono previsti, sostanzialmente, *due tipi di dispositivi* per la trasmissione dei carichi verticali e il disaccoppiamento del moto della struttura da quello del terreno, quali gli isolatori in materiale **elastomerico** ed acciaio, e quelli a **scorrimento** o a **rotolamento**.

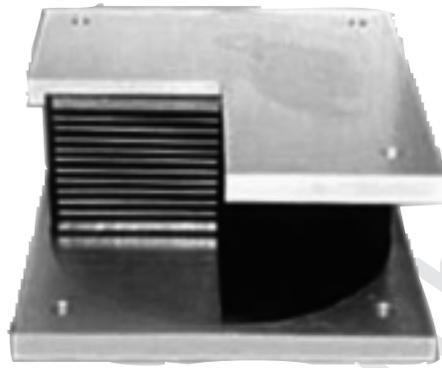


Fig. 14.3 - Isolatore elastomerico armato

Quelli *elastomerici armati* (di cui un modello rappresentato in figura) sono costituiti da *strati* di elastomero (gomma naturale, neoprene od altri materiali prodotti artificialmente), alternati a *lamierini di acciaio*, che riducono la deformabilità assiale dei dispositivi. Per effetto dell'inserimento di tali elastomeri, senza influenzare in modo apprezzabile la deformabilità orizzontale degli isolatori, generano un effettivo allungamento del periodo proprio ed un' apprezzabile *dissipazione* di energia, che, come sperimentati nei terremoti giapponesi e americani, mette l'edificio in grado di *resistere* ad eventi sismici distruttivi (di intensità Mercalli 9-10) *senza alcun danno* né alle strutture né alle finiture, con conseguente notevole riduzione dei costi di riparazione a seguito di tali eventi e, con la fondamentale salvezza di vite umane.

Data la rilevanza di tali isolatori, sarebbe necessario che le nuove edificazioni nelle zone sismiche si attuassero con simili strumenti per conseguire l'*isolamento sismico* al fine di aumentare in modo sensibile la loro sicurezza rispetto ai potenziali danni rovinosi dei terremoti, onde garantire al meglio la tutela conservativa antropica e naturale dei territori a rischio sismico.

Sono previste altresì **tecniche di dissipazione dell'energia**, consistente, nell'inserimento nella struttura di «controventi dissipativi», capaci, sotto l'azione sismica, di assorbire grandi quantità di energia, con conseguente significativa riduzione delle sollecitazioni e degli spostamenti richiesti alla struttura. Grazie alla forte limitazione degli spostamenti interpiano, vengono fortemente *limitati i danni* alle parti non strutturali dell'edificio, oltre che, ovviamente alle strutture portanti.

Per rilevare l'*importanza istitutiva* di tale **O.P.C.M.**, va premesso che **O.P.C.M n. 3274/03** in essa fu introdotta la necessità della riclassificazione sismica (contenuta nell'allegato I dell'ordinanza in esame), che è stata resa di competenza regionale, ritenendo che lo scopo della «classificazione sismica» è quello di «definire,