

PARTE SECONDA: COSA COMUNICARE

INTRODUZIONE

Il terremoto costituisce una delle ipotesi di rischio più reale per l'Italia. Oltre ai terremoti del 1997 in Umbria-Marche, del 2002 in Molise-Puglia, e a quello recente del 2009 in Abruzzo, ancora vive nelle menti degli italiani restano i ricordi dei devastanti terremoti del 1976 in Friuli e del 1980 in Campania-Basilicata. È opinione diffusa che l'Italia sia un paese ad alto rischio sismico. È opportuno chiarire quale significato vada attribuito al termine rischio sismico, in modo da poter identificare i fattori sui quali è possibile e necessario incidere per giungere ad una sua riduzione. Per rischio sismico si intende la valutazione probabilistica dei danni materiali, economici e funzionali che ci si attende in un dato luogo ed in un prefissato intervallo di tempo, a seguito del verificarsi di un dato terremoto. Esso è frutto del prodotto concomitante di tre fattori: pericolosità sismica, vulnerabilità sismica ed esposizione.

La pericolosità sismica (spesso definita anche sismicità) è costituita dalla probabilità che si verifichino terremoti di una data entità, in un data zona ed in un prefissato intervallo di tempo; essa dipende dalla intensità, frequenza e mutevolezza dei sismi che possono interessare quella zona.

La vulnerabilità sismica misura la predisposizione di una costruzione, di una infrastruttura o di una parte del territorio a subire danni per effetto di un sisma di prefissata entità; essa è, in sostanza, una misura della incapacità, congenita e/o dovuta ad obsolescenza, di resistere ad azioni sismiche.

L'esposizione è costituita dal complesso dei beni e delle attività che possono subire perdite per effetto del sisma. A titolo di esempio si consideri una zona desertica caratterizzata da una forte sismicità; essa non può essere definita ad alto rischio sismico, in quanto alcun danno a persone o cose

può verificarsi anche a seguito di un forte terremoto (vulnerabilità ed esposizione nulle).

Anche al significato da attribuire al termine previsione è bene dedicare alcune considerazioni. Se si pensa che essa possa condurre alla individuazione del momento preciso in cui si verificherà un terremoto, è bene chiarire che tale atteggiamento, oltre che inutilmente dispendioso, è anche dannoso in quanto, alimentando speranze infondate, devia l'attenzione da quella che può e deve essere una responsabile strategia di difesa dai terremoti. L'analisi statistica della sismicità storica consente di risalire alla frequenza (periodo di ritorno) con la quale un terremoto di una determinata intensità può presentarsi in una data zona. Tale risultato, affiancato da considerazioni di carattere socio-politico effettuate su scala nazionale e basate sulle risorse disponibili per fronteggiare tutti i diversi scenari di rischio (analisi costi-benefici), porta alla definizione del livello di protezione da garantire alle diverse aree (rischio sismico accettabile). Si perviene, in definitiva, alla divisione del territorio nazionale in zone ad uguale pericolosità sismica, realizzando la cosiddetta zonazione sismica. Va però rilevato come in Italia si siano avuti danni significativi anche a seguito di eventi sismici più deboli rispetto a quelli verificatisi in altre parti del mondo. La causa di ciò va attribuita alla vulnerabilità del patrimonio edilizio esistente. Avendo messo in relazione il livello di rischio con i danni, appare a questo punto chiaramente come la concomitanza di una pericolosità medio-alta e di una elevata vulnerabilità producano livelli di rischio significativi. Nei capitoli che seguono i diversi temi, dalla sismicità storica, alle componenti del rischio sismico, ai possibili interventi per la riduzione del rischio, saranno approfonditi con riferimento ai contenuti del pieghevole informativo utilizzato per la campagna "Terremoto. Io non rischio". □

MEMORIA STORICA

a cura di Romano Camassi

L'ITALIA È UN PAESE SISMICO. Negli ultimi mille anni, circa 3000 terremoti hanno provocato danni più o meno gravi. Quasi 300 di questi hanno avuto effetti distruttivi (cioè con una magnitudo superiore a 5.5) e addirittura uno ogni dieci anni ha avuto effetti catastrofici, con un'energia paragonabile al terremoto dell'Aquila del 2009. Tutti i comuni italiani possono subire danni da terremoti, ma i terremoti più forti si concentrano in alcune aree ben precise: nell'Italia Nord-Orientale (Friuli Venezia Giulia e Veneto), nella Liguria Occidentale, nell'Appennino Settentrionale (dalla Garfagnana al Riminese), e soprattutto lungo l'Appennino Centrale e Meridionale, in Calabria e in Sicilia Orientale. Tu vivi in una zona ad alta pericolosità sismica, dove già in passato si sono verificati forti terremoti.

Quello che sappiamo sui terremoti

Sui terremoti, oggi, sappiamo molte cose, e quello che sappiamo deriva in gran parte semplicemente dall'osservazione, confortata da qualche modello. I terremoti hanno origine dove la crosta è più fragile: le rocce si fratturano esattamente come farebbe un mattone schiacciato da una morsa o sottoposto a trazione e soggette a questi sforzi le rocce tendono a rompersi sempre lungo le stesse fratture.

Per questo, già da molto tempo siamo in grado di disegnare mappe della sismicità mondiale che mostrano chiaramente che i terremoti più forti si concentrano prevalentemente in fasce limitate del globo, dove le tensioni sono più forti a causa delle collisioni fra i margini delle placche; con energia minore, tuttavia, possono avvenire praticamente dappertutto, dato che la litosfera è rigida e tutt'altro che a riposo. L'energia accumulata per decine, centinaia o migliaia di anni e rilasciata nel giro di pochi secondi si propaga velocemente e può scuotere, deformare e danneggiare tutti gli edifici costruiti.

Queste mappe ci dicono “**dove**” avvengono i terremoti, soprattutto quelli più forti; in qualche caso rendono evidente “**quanto spesso**” accadono que-

sti terremoti; non ci dicono il “**quando**”, se non per il passato (bella forza, direte voi: ma vedremo quanto questo sia importante).

“Dove” avvengono, “quanto forti” e, forse, “quanto spesso” sono interrogativi importanti, molto importanti. Ma conosciamo le risposte?

Sempre più indietro, nel tempo

I terremoti, vale la pena ripeterlo, non capitano a caso: tendono a ricorrere sempre nelle stesse zone. È quindi importante studiare quelli già avvenuti, tramite le informazioni registrate dagli strumenti, gli effetti prodotti sugli edifici e le tracce che hanno lasciato nell'ambiente: in questo modo possiamo definire la “sismicità” del nostro territorio. Per i terremoti più recenti abbiamo i dati dei sismometri, ma solo da pochi decenni esiste una moderna ed efficiente rete di osservazione. Per gli eventi più vecchi non resta che studiare i documenti storici o le tracce lasciate nelle opere dell'uomo e nel paesaggio.

Dalle informazioni storiche e strumentali si ottengono i parametri essenziali (una sorta di carta di identità) dei terremoti: data e ora, localizzazione dell'epicentro, intensità e (direttamente o indirettamente) magnitudo e profondità.

Di strumenti di ‘misura’ del terremoto ne esistono fin dall’antichità, ma possiamo parlare di osservazione strumentale dei terremoti solo da quando esistono le moderne **reti sismiche**; a livello mondiale una data spartiacque è il 1964, mentre per l’Italia solo dopo il terremoto dell’Irpinia del 1980 si sviluppa una vera rete sismica: disponiamo quindi di dati strumentali di buona qualità e con una buona copertura territoriale solo per gli ultimi 25-30 anni.

Le mappe che rappresentano la sismicità strumentale del territorio italiano (in rete se ne trovano facilmente dal 1981 ad oggi) sono interessanti, perché rendono evidente quanto sia frequente e diffusa la sismicità. Tuttavia i processi geologici che producono un terremoto hanno tempi molto lunghi: decenni, centinaia (per i terremoti più forti), in qualche caso migliaia di anni. Per questo per sapere “dove”, “quanto forti” ed eventualmente “quanto spesso” occorre una finestra di osservazione molto, molto più grande.

Per fare questo occorrono reti di osservazione molto diverse da quelle strumentali: le principali (non uniche) sono quelle che ricostruiscono la sismicità di un territorio attraverso lo studio degli effetti che i terremoti del passato hanno prodotto; è il lavoro che fanno la **macrosismologia** e la **sismo-**

un esempio) attraverso la raccolta e interpretazione di informazioni sugli effetti prodotti dal terremoto sul maggior numero possibile di località potenzialmente interessate; tali informazioni sono interpretate, “classificate” in una “graduatoria” crescente di intensità previste da una scala macrosismica. Come la Scala Mercalli, ad esempio (ma la versione attuale, in Italia, si chiama Mercalli-Cancani-Sieberg “MCS”, e ne esiste una versione europea più raffinata, la European macroseismic Scale, appunto “EMS”).

Il singolo grado di intensità (dal II all’XI, per semplificare, anche se i gradi sono 12) classifica, “ordina” l’insieme degli effetti (su persone, cose, edifici) osservati in una località, cioè su un insieme rappresentativo di persone e edifici. L’effetto su una o un piccolo numero di persone o edifici potrebbe essere influenzato in modo determinante da condizioni particolari.

In qualche modo ogni singola località funziona, con questa tecnica, come una sorta di sismometro, di stazione sismica. La singola osservazione ci dice ben poco sul terremoto; la distribuzione degli effetti osservati su qualche decina o centinaia di località (più sono meglio è) ci consente di ricavare i parametri del terremoto (soprattutto localizzazione e stima dell’energia), che a volte possono essere estremamente accurati, e comunque del tutto

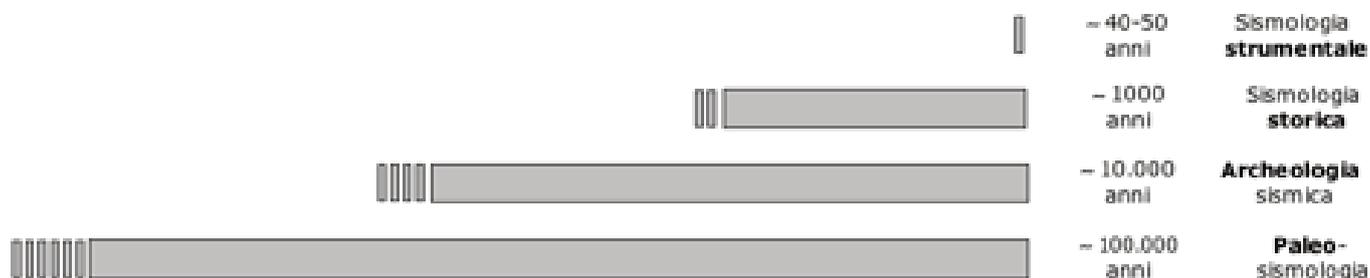


Fig. 1 – Schema semplificato dell’arco cronologico studiato dalle diverse discipline

logia storica, soprattutto.

La **macrosismologia** è la disciplina (la tecnica) che studia un terremoto (anche uno recente, incluso quello di l’Aquila del 6 aprile 2009, per fare

confrontabili con quelli strumentali. Oltre a fornire informazioni ulteriori, quali ad esempio le caratteristiche di propagazione dell’energia, eventuali effetti di amplificazione e molto altro ancora. Ogni grado di intensità definisce un particolare scenario

di effetti dello scuotimento; la descrizione di ogni singolo grado della scala macrosismica è molto estesa e ben più complessa delle sintesi super-semplificate comunemente note e la sua applicazione obbedisce a regole molto rigorose.

L'insieme di tutte le osservazioni macrosismiche, di tutte le stime di intensità riferite a un singolo terremoto, vengono poi elaborate in modo formalizzato, in modo da calcolare un epicentro del terremoto stesso e un valore di magnitudo, che viene calibrato nel tempo con tutti i dati strumentali disponibili. Questa stessa procedura viene utilizzata per studiare terremoti di dieci, cinquanta o cinquecento anni fa. L'unica differenza è che in luogo dell'osservazione diretta degli effetti si utilizzano testimonianze storiche: descrizioni, diari, cronache, materiali giornalistici, documenti tecnici o amministrativi; tutti materiali raccolti e interpretati con le tecniche proprie della ricerca storica quantitativa, la stessa che studia la storia economica, ad esempio. Per questo la **memoria storica**, intesa nel senso più estensivo, è davvero importante. Il nostro paese ha una tradizione gigantesca di produzione, conservazione e studio di documentazione storica. Paradossalmente è spesso più difficile studiare un evento di cinquanta anni fa, piuttosto che quello di trecento anni fa. Ci sono terremoti di trecento anni fa per i quali disponiamo di documentazione ricchissima, incluse perizie tecniche (di muratori o architetti) casa per casa; per uno dei terremoti più importanti della storia sismica italiana, quello che nel 1456 danneggia gravemente una vasta area appenninica fra l'Abruzzo meridionale e la Basilicata, abbiamo informazioni su circa duecento località; e così per i terremoti calabresi del 1638, quello molisano-campano del 1688, quello irpino del 1694, ecc.. Quando la documentazione sugli effetti di un terremoto è molto ricca, sia come dettaglio che per numero di località documentate, i parametri che ne ricaviamo sono molto accurati, al livello dei migliori dati strumentali.

La storia sismica

La disciplina che più di tutte contribuisce a definire le caratteristiche della sismicità estendendo "all'indietro" la finestra di osservazione è, come detto, la **sismologia storica**. Indicativamente tale finestra oggi si estende, in Italia, a circa 1.000 anni fa (e anche qualcosa di più), anche se per i secoli più antichi è lontana dall'intercettare tutti i terremoti importanti. Altre discipline aggiungono informazioni su alcuni grandi terremoti, ancora più antichi: come l'archeologia sismica o la paleosismologia, che cerca di riconoscere le dislocazioni di grandi terremoti di migliaia o decine di migliaia di anni fa direttamente sulle faglie. A tutt'oggi la sismologia storica italiana conosce circa 3.000 terremoti (costituiti normalmente da sequenze, a volte molto complesse) che negli ultimi mille anni circa hanno prodotto danni; non sono tutti i terremoti "forti" che si sono verificati in Italia in questo millennio, ma ci danno un'idea abbastanza rappresentativa di quella che è la sismicità reale. L'immagine complessiva, che abbiamo visto tutti quanti molte

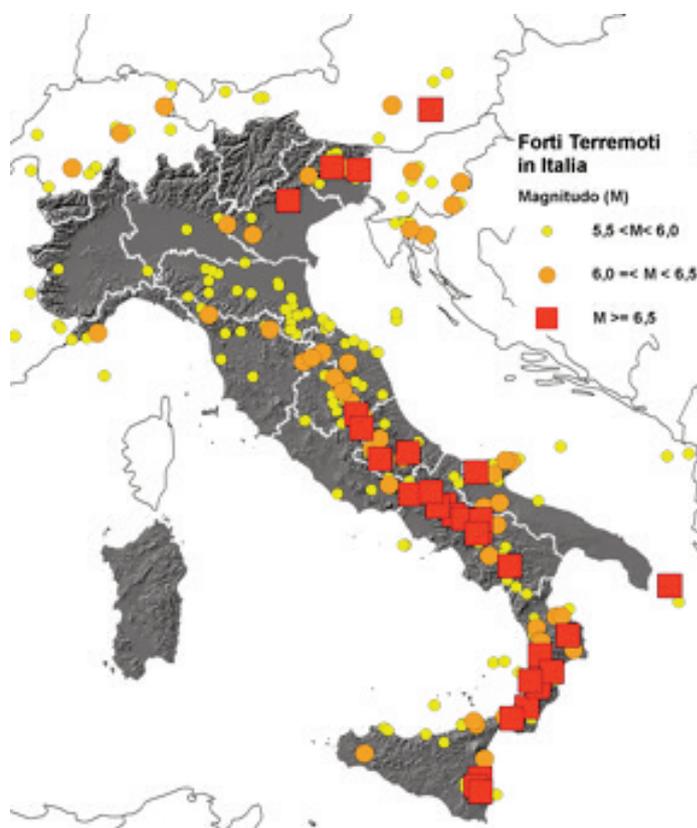


Fig. 2 - Mille anni di forti terremoti in Italia [M_w 5.5] - www.emidius.mi.ingv.it/CPTI11)

volte e facilmente rintracciabile in rete, è un territorio che ha una sismicità molto diffusa, ma dove i terremoti più forti avvengono solo in alcune zone.

Quasi 300 terremoti hanno avuto una magnitudo superiore a 5.5 (in grado cioè di produrre danni gravi) e quasi uno ogni 10 anni, di media (negli ultimi 600 anni), ha avuto una energia paragonabile al terremoto dell'Aquila del 2009, uno ogni trent'anni (negli ultimi 400) di energia paragonabile o superiore al terremoto dell'Irpinia del 1980. Quasi tutte le località italiane possono subire danni da terremoti, ma i terremoti più forti si concentrano in alcune aree ben precise: nell'Italia Nord-Orientale (Friuli Venezia Giulia e Veneto), nella Liguria Occidentale, nell'Appennino Settentrionale (dalla Garfagnana al Riminese), e soprattutto lungo l'Appennino Centrale e Meridionale, in Calabria e Sicilia Orientale.

Un viaggio nel tempo, dal Sud al Nord

Uno dei terremoti più forti della storia sismica italiana, se non il più forte in assoluto (M_W intorno a 7.4) è quello della **Sicilia** sud-orientale del gennaio **1693**. Le due scosse principali si ebbero il 9 e 11 gennaio e produssero devastazioni in circa 70 località della Sicilia sud-orientale. Catania, Augusta e molti paesi del Val di Noto furono totalmente distrutti; parecchie località furono ricostruite in un luogo diverso. Le vittime furono circa 60.000. Ci furono vistosi sconvolgimenti del suolo in un'area molto vasta. I danni si estesero dalla Calabria meridionale a Malta e da Palermo ad Agrigento. Il terremoto fu fortemente avvertito in tutta la Sicilia, in Calabria settentrionale e in Tunisia. Effetti di maremoto si ebbero lungo la costa orientale della Sicilia da Messina a Siracusa. Le repliche continuarono per circa 2 anni. Proprio Siracusa è uno dei punti di osservazione più importanti dell'area e la sua storia sismica è segnata dagli effetti distruttivi di terremoti: da quelli del 1125 e del 1169, su cui poco sappiamo, a quello del 1542 (M_W 6.7), che produsse danni gravi anche a Catania e

Augusta, a quello recentissimo del 13 dicembre 1990 (M_W 5.7). La sismicità dell'area Etnea è molto intensa, seppure di energia non elevata, ed è spesso collegata a fasi eruttive del vulcano; significativa anche la sismicità dell'area montuosa dei Peloritani-Nebrodi-Madonie, mentre è stata molto importante la sequenza sismica che nel 1968 ha colpito la Valle del Belice, con effetti distruttivi.

Alcune delle sequenze più drammatiche della storia sismica italiana colpiscono la **Calabria** centro-meridionale (e la Sicilia nord-orientale): a partire da quella che nei primi mesi del 1783 (fra il 5 febbraio e il 28 marzo in particolare, due eventi di M_W 7) ne sconvolge il paesaggio naturale e costruito; su una scala temporale diversa una sequenza altrettanto catastrofica si verifica all'inizio del secolo scorso, con i grandi terremoti dell'8 settembre 1905 e del 28 dicembre 1908 (entrambi di M_W intorno a 7), intercalati da un evento 'minore' (23 ottobre 1907, M_W 5.9). Anche la Calabria centrale ha una storia sismica importante: la sequenza più importante è quella che la devasta nel 1638. Il 27 marzo (M_W 7) molti centri lungo la fascia tirrenica tra Nicotera e Cosenza subirono distruzioni e crolli diffusi, una ventina furono totalmente distrutti. Furono gravemente danneggiate anche le città di Catanzaro e, soprattutto, Cosenza, dove centinaia di case crollarono o divennero inagibili. Le vittime furono diverse migliaia. L'8 giugno dello stesso anno un nuovo fortissimo terremoto (M_W 6.9) colpì il versante ionico della regione, in particolare il crotonese. Diverse località nell'area del Marchesato e sul versante orientale della Sila subirono crolli e gravi distruzioni. Catanzaro, già fortemente danneggiata dal terremoto di marzo, fu semidistrutta e interi palazzi crollarono completamente. Danni molto gravi anche a Crotona. Il cosentino è colpito negli ultimi secoli da diversi terremoti di energia elevata (prossimi a M_W 6), seppure non distruttivi, quali quelli del 1767, del 1835, del 1854 e del 1870.

La sismicità maggiore della **Basilicata** si concentra lungo la catena appenninica al confine con la Campania; i terremoti storici più distruttivi ($M_W > 6.3$) sono localizzati in Irpinia (8 settembre 1694 e 23 novembre 1980); l'importante sequenza del luglio-agosto 1561 è localizzata proprio al confine fra Campania e Basilicata, mentre il terremoto del 14 agosto 1851 è localizzato nel settore settentrionale, al confine con la Puglia. Il terremoto del 16 dicembre 1857, di gran lunga il più importante per la Basilicata, è localizzato in territorio regionale; insieme a quello del 1694 e a quello, poco noto, del 1273, produce danni molto gravi a Potenza.

La Campania è caratterizzata da una notevole attività sismica nelle aree appenniniche e da sismicità moderata lungo la fascia costiera; i terremoti storici più distruttivi ($M_W > 6.5$) interessano le due principali aree attive del territorio regionale: l'8 settembre 1694, il 29 novembre 1732, il 23 luglio 1930 e il 23 novembre 1980 in Irpinia, il 5 dicembre 1456 e il 5 giugno 1688 nel Sannio. La storia sismica di Avellino è segnata da effetti molto gravi; quelli più drammatici sono per il terremoto del 29 novembre 1732 e quello del 5 giugno 1688; ma nel 1456 e in altri 3 casi almeno (1805, 1930 e 1980) la città è danneggiata seriamente.

Più a Est, in **Puglia**, la sismicità più importante interessa la Capitanata (20 marzo 1731, M_W 6.5) e il Gargano (30 luglio 1627, M_W 6.7; 31 maggio 1646, M_W 6.6). Il terremoto che segna la storia di **Foggia** è quello del **1731**: verso le 4 del mattino del 20 marzo una fortissima scossa causò il crollo di circa un terzo degli edifici e danni gravi agli altri; subirono danni gravi vari centri della pianura foggiana e delle colline circostanti (Cerignola, Ortanova, Ascoli Satriano ecc.). A Foggia si contarono circa 500 vittime.

Il **Molise** condivide con le regioni vicine gli effetti dannosi dei forti terremoti appenninici, in particolare quelli del 5 dicembre 1456 (uno dei più forti

della storia sismica italiana, M_W 7.2) e del 5 giugno 1688 nel Sannio; il terremoto di San Giuliano di Puglia del 2002, può essere considerato un evento di energia moderata (M_W 5.9), mentre ben più significativo, in Regione, è il terremoto del 26 luglio 1805 (M_W 6.6).

Anche nel **Lazio** la sismicità maggiore è localizzata nelle aree appenniniche, in particolare nelle province di Frosinone e Rieti; nel frusinate l'evento più importante è quello del 24 luglio 1654 (M_W 6.3), nel reatino il terremoto di Amatrice del 10 ottobre 1639, di magnitudo poco inferiore a 6. Terremoti forti interessano anche il Viterbese, mentre decisamente più moderati, ma frequenti, sono i terremoti che si verificano nell'area dei Colli Albani. La città di Roma avverte sensibilmente i terremoti di quest'ultima area, mentre gli effetti di danno sono storicamente prodotti da terremoti 'lontani', dell'Aquilano in particolare.

Una notevole attività sismica appenninica caratterizza l'**Abruzzo**, in particolare nei settori della Valle dell'Aterno (2 febbraio 1703, M_W 6.7), nella Conca del Fucino (13 gennaio 1915, M_W 7.0) e nei Monti della Maiella (3 novembre 1706, M_W 6.8); altri terremoti importanti sono quelli localizzati a SE della città de L'Aquila (27 novembre 1461, M_W 6.4, e 6 ottobre 1762, M_W 6.0) e quello della Maiella del 26 settembre 1933 (M_W 5.9).

Umbria e **Marche** condividono pienamente tutta la sismicità appenninica maggiore, molto frequente e particolarmente ben documentata. Uno dei terremoti più forti è quello "di Colfiorito" del 30 aprile 1279 (M_W 6.3), che colpisce le stesse aree del terremoto del 26 settembre 1997 (M_W 6.0). Il terremoto più violento di tutto l'Appennino centro-settentrionale è quello del 14 gennaio 1703 (M_W 6.7), che precede di un paio di settimane l'evento aquilano, e 'inaugura' un secolo scandito da forti terremoti (fra i più importanti quelli del 1741 nel Fabrianese, 1781 nel Cagliese e 1799 nel Camerinese). Un terremoto importante per l'Umbria è

quello della Valle del Topino del 13 gennaio 1832 (M_W 6.3), mentre nella zona costiera marchigiana e romagnola diversi terremoti, generalmente di magnitudo di poco inferiore a 6, producono danni nelle provincie di Ancona, Pesaro e Urbino e Rimini.

L'Appennino settentrionale, fra **Toscana** ed **Emilia Romagna**, manifesta una sismicità decisamente contenuta, seppur molto variabile: dalla costa riminese, all'Appennino Forlivese (22 marzo 1661, M_W 6.1), al Mugello (29 giugno 1919, M_W 6.3) e alla Garfagnana diversi settori manifestano una sismicità importante che qualche volta supera M_W 6. Il terremoto più forte è certamente quello che colpisce la Garfagnana il 7 settembre 1920 (M_W 6.5). Alcuni villaggi dell'alta Garfagnana furono quasi completamente distrutti e una settantina di altre paesi, fra Fivizzano e Piazza al Serchio, subirono danni gravissimi e crolli estesi. Danni minori si ebbero in un'area molto ampia comprendente la Toscana nord-occidentale dalla Versilia alle provincie di Pisa e di Pistoia, la Riviera ligure di levante e parte dell'Emilia.

I terremoti più importanti che interessano la **Liguria** (e il basso Piemonte) sono quelli che si verificano nel settore occidentale, fra i quali spicca il grande terremoto del 23 febbraio 1887 (M_W 6.9), probabilmente localizzabile a mare. Forti terremoti, ma di magnitudo inferiore a 6, sono localizzati sul versante francese (1564, 1618, 1644). Altri terremoti significativi, ma di energia non particolarmente elevata, si verificano in Val Pellice e in Val di Susa.

Nella parte più settentrionale della Regione e in **Valle d'Aosta** si risentono effetti di danno per i forti terremoti del Vallese, in qualche caso di magnitudo superiore a 6.

Il settore della pianura Lombardo-Veneta ha una sismicità generalmente moderata, con qualche episodio però significativo, quale ad esempio il terremoto del 25 dicembre 1222 (M_W 5.8), larga-

mente ricordato dalle fonti, che produce danni seri nel Bresciano.

In **Veneto** la sismicità più importante si manifesta nel Veronese e lungo tutto il versante orientale. Il più forte terremoto di area padana è quello notissimo del 3 gennaio 1117 (Veronese, M_W 6.7), la cui localizzazione è ancora incerta. Molto importanti sono i terremoti dell'Asolano del 25 febbraio 1695 (M_W 6.5) e del Bellunese del 29 giugno 1873 (M_W 6.3). Decisamente più moderata, ma da non trascurare, la sismicità delle Provincie autonome di Trento e Bolzano.

I terremoti più forti dell'Italia Settentrionale si verificano però in **Friuli Venezia Giulia**. Insieme alla forte sequenza del 1976 (6 maggio, M_W 6.4; 15 settembre M_W 6.0) sono da ricordare il grande terremoto del 26 marzo 1511 (M_W 7.0), che interessa un'area molto simile e produce danni seri in Slovenia e Austria, e il terremoto del 25 gennaio 1348 (M_W 7.0), localizzabile nell'area di confine fra il Friuli e la Carinzia.

Per concludere occorre ricordare due cose importanti. La prima è che pressoché nessun terremoto si manifesta come evento isolato: un forte terremoto è normalmente parte di una sequenza che può essere molto lunga e complessa, all'interno della quale possono manifestarsi eventi di energia molto prossima all'evento che riconosciamo come principale. La seconda è che quelli citati sono solo alcuni fra i più forti terremoti che hanno colpito il nostro paese nei secoli scorsi, mentre sono molto frequenti terremoti che, pur con energia minore, possono provocare danni a persone e cose. Affrontare il problema solo quando si verifica il grande catastrofico terremoto è troppo tardi. □

N.B. *Nell'Appendice a pagina 71 è possibile consultare una tabella che raccoglie tutti i terremoti con magnitudo superiore a 6 gradi accaduti nell'ultimo millennio in Italia*

PERICOLOSITA' SISMICA

Perché i terremoti causano danni e distruzione?

a cura di Marco Mucciarelli

QUANDO AVVERRÀ IL PROSSIMO TERREMOTO? Nessuno può saperlo, perché potrebbe verificarsi in qualsiasi momento. Sui terremoti sappiamo molte cose, ma non è ancora possibile prevedere con certezza quando e precisamente dove si verificheranno. Sappiamo bene, però, quali sono le zone più pericolose e cosa possiamo aspettarci da una scossa: essere preparati è il modo migliore per prevenire e ridurre le conseguenze di un terremoto.

La pericolosità, ovvero facciamo "luce" sui terremoti

I motivi per cui gli edifici crollano durante un terremoto dipendono dal come e dal dove un edificio viene costruito. Del come si occupa l'ingegneria sismica (vedi capitoli seguenti). Il luogo di costruzione può essere più o meno pericoloso per due motivi:

- 1 la distanza dalla sorgente delle onde sismiche;
- 2 le caratteristiche dei suoli di fondazione.

I terremoti non avvengono ovunque sulla superficie terrestre, ma solo in alcune zone che i sismologi hanno imparato a conoscere. L'ideale sarebbe stare lontani da queste aree, che si chiamano zone sismogeniche. In un paese come l'Italia queste zone sono molto numerose e non è purtroppo possibile allontanarsene molto. Se guardiamo una lampadina da 100 watt da un metro dobbiamo chiudere gli occhi per il fastidio, ma ad un chilometro di distanza la stessa lampadina è un punto appena visibile. A parità di energia alla sorgente, i segnali luminosi così come le onde sismiche diminuiscono la loro ampiezza in maniera inversamente proporzionale alla distanza.

Quando immaginiamo che tutta l'energia di un terremoto provenga da un solo punto lo chiamiamo epicentro. A complicarci la vita con i terremoti c'è però il fatto che né la sorgente delle onde

né la loro propagazione sono semplici e simmetriche come quelle generate da un sasso in uno stagno. Spesso capita che da un lato dell'epicentro si osservino danni per decine di chilometri, mentre dall'altro lato non si osservano danni: questo fenomeno si chiama direttività. Per tornare all'esempio delle luci pensiamo ad un faro che ruota o ai lampeggianti blu delle ambulanze. Nella direzione in cui si proietta il fascio la luce è molto più intensa. La sorgente delle onde sismiche (la faglia) è come un lampeggiante bloccato che proietta più luce in una direzione. Purtroppo non possiamo sapere quale sia questa direzione prima del terremoto. Per alcuni terremoti generati in California dalla stessa faglia a distanza di qualche decina di anni si è visto che le due direzioni erano esattamente opposte.

L'energia del terremoto alla sorgente viene misurata con la magnitudo, una grandezza che deriva dalla conoscenza dell'ampiezza misurata delle onde sismiche una volta nota la distanza dall'epicentro. L'idea della magnitudo viene dalla classificazione delle stelle, perché anche la loro luminosità è così diversa da non poter essere descritta da una relazione semplice come quella della luminosità di una lampadina (due lampadine da 50 W fanno quasi la stessa luce di una da 100 W). La magnitudo infatti non è una scala lineare e ad ogni incremento di una unità corrisponde un aumento dell'energia di 30 volte. Quindi un terremoto di magnitudo 8.0 rispetto ad uno di 5.0 è $30 \times 30 \times 30 =$

27.000 volte più energetico. Questo non significa che farà quasi 30.000 volte più danni. I danni sono una proprietà locale del terremoto che dipendono dalla distanza dall'epicentro, da quanto è profonda la sorgente (ipocentro) dalla direzione principale dell'energia, dalle caratteristiche dei terreni di fondazione e dalla qualità delle costruzioni. Così può capitare che nel 2010 un terremoto di magnitudo 7 ad Haiti causi 250.000 vittime, mentre con la stessa magnitudo in Nuova Zelanda non si sono avuti morti. L'anno dopo nella stessa Nuova Zelanda ci sono state quasi 200 vittime per un terremoto di magnitudo 6. Gli effetti dei terremoti sono misurati dalle scale di intensità. In Italia si usa la scala Mercalli-Cancani-Sieberg. Fino al quinto grado non ci sono danni ma effetti sempre maggiori sulle persone (da non avvertito a spavento, terrore) e su oggetti (spostamenti, ribaltamenti, rottura). Dal sesto al settimo grado iniziano danni agli edifici, e dall'ottavo in poi ci sono crolli in percentuali crescenti. Se diciamo che due terremoti all'epicentro son stati di decimo grado intendiamo che hanno causato entrambi il crollo di oltre i $\frac{3}{4}$ degli edifici in muratura.

Dobbiamo poi chiederci ogni quanto tempo si "accende" la sorgente di un terremoto. Sarebbe bello se il comportamento fosse quello delle vecchie luci ad intermittenza dell'albero di Natale, periodico e regolare. Guardando per pochi minuti una lampadina potremmo imparare subito per quanto sta accesa e per quanto sta spenta, e tutte le altre sul filo seguirebbero la stessa regola. Purtroppo il terremoto è come un filo di luci natalizie di ultima generazione aggrovigliato su se stesso. A volte lampeggiano regolari ma poco dopo sembrano impazzire: non riusciamo a capire ogni quanto tempo si accende una singola lampadina e non capiamo neanche se quando se ne accende una poi si accenderà quella più vicina oppure un'altra. Possiamo fissare una singola lampadina e contare quante volte si accende in 5 minuti. Avremo così una idea del tempo medio che passa tra due accen-

sioni. Lo stesso avviene per i terremoti. Non possiamo dire se una sorgente si accenderà domani o tra 20 anni, ma possiamo dire che rispetto a quelle vicine si accende più o meno frequentemente, e quindi abitare le città nei suoi paraggi sarà più o meno pericoloso che stare in altre. Avremo così una classifica relativa di pericolosità che serve agli ingegneri per capire dove bisogna progettare edifici più resistenti o rinforzare quelli esistenti. Perché i sismologi non sono capaci di dirci niente di più sulla pericolosità? Torniamo all'esempio delle lampadine natalizie. Quello che a noi sembra caos è in realtà una sequenza programmata. Se anziché 5 minuti aspettiamo un tempo più lungo vedremo la sequenza ripetersi più volte. Ma ogni singola sorgente dei terremoti si accende raramente, se paragonata alla vita umana. Alcune hanno un tempo medio tra due terremoti di centinaia di anni. Noi non abbiamo visto il ciclo sismico ripetersi più volte, e volendo essere onesti non possiamo dire se i 2000 anni di storia per cui abbiamo fonti attendibili che ci parlano dei terremoti passati sono un ciclo completo oppure no.

Se vogliamo un'altra metafora, pronosticare quando accadrà un terremoto è come stare seduti sul treno guardando in senso contrario alla marcia. Non possiamo vedere e sapere dove stiamo andando a meno che non siamo già passati molte volte sulla stessa linea. Allora riconosceremo qualcosa nel paesaggio o nelle città che ci farebbe capire dove siamo e dove stiamo andando. Ma la storia dei terremoti avviene su tempi così lunghi che nessun italiano (per fortuna) passa due volte per lo stesso terremoto ed i sismologi cercano di capire dove sta andando il treno mettendo insieme memorie di tempi e testimoni diversi (dati strumentali, dati storici, dati archeologici, dati geologici). Come l'avar Scrooge del "Racconto di Natale" di Dickens dobbiamo ricevere un insegnamento dai tre spettri del Natale Passato, Presente e Futuro. Dobbiamo approfittare dell'attenzione creata dal terremoto presente perché quello che sappiamo

dai terremoti del passato ci permetta di salvare vite
dai terremoti del futuro. □

GLI EFFETTI DI UN TERREMOTO SONO GLI STESSI OVUNQUE? A parità di distanza dall'epicentro, l'intensità dello scuotimento provocato dal terremoto dipende dalle condizioni del territorio, in particolare dal tipo di terreno e dalla forma del paesaggio. In genere, lo scuotimento è maggiore nelle zone in cui i terreni sono soffici, minore sui terreni rigidi come la roccia; anche la posizione ha effetti sull'intensità dello scuotimento, che è maggiore sulla cima dei rilievi e lungo i bordi delle scarpate.

L'influenza del terreno, ovvero quando il terremoto "suona" male.

I terreni di fondazione sono molto importanti per la tenuta di un edificio, ed è cosa nota da millenni. Il Vangelo di Matteo riporta una parabola dove l'uomo saggio è colui che costruisce sulla roccia mentre lo stolto costruisce sulla sabbia e vedrà la sua casa in rovina.

Potrebbe sembrare strano che questo sia vero anche per i terremoti. Gli atleti del salto in lungo atterrano senza danni nella morbida sabbia e si gioca a pallavolo sulla spiaggia, non su lastre di granito. Il senso comune ci farebbe pensare che una casa sulla sabbia stia su di un materasso messo lì apposta per attutire l'urto del terremoto. Questo è in parte vero, i terreni sciolti **attenuano** le onde più della roccia, ma i terreni hanno una proprietà contrastante che la roccia non ha: **amplificano** alcune frequenze del terremoto. Come è possibile che un materiale amplifichi più di quanto attenui? Quando pensiamo all'amplificazione abbiamo in mente l'impianto stereo: si gira una manopola ed il volume aumenta. Per i terremoti però non c'è nessun amplificatore nel terreno che faccia il lavoro di alzare il volume, consumando magari un bel po' di energia elettrica. Allora cosa succede? Pensiamo ad un automobilista che guida a velocità costante con i finestrini aperti: sentirà un certo livello di rumore che rimane uguale. Se però entra in una galleria il rumore percepito diventa molto più forte. Cosa è successo? Il rumore generato dal motore a regime di giri costante non è aumentato, ma le onde sonore rimangono intrappolate nella galleria rimbalzando

sulle pareti, ed anziché disperdersi lontano tornano nell'abitacolo.

Quello che amplifica le onde sismiche non è la maggiore o minore "durezza" del terreno ma è il fatto che un terreno soffice sia a contatto con terreni più rigidi o con roccia che come le pareti di un tunnel imprigiona le onde nei suoli soffici e non le fa allontanare. E' importante capire che se un terreno amplifica le onde sismiche lo farà per qualsiasi terremoto, facendo diventare terremoti deboli e lontani potenzialmente distruttivi come se fossero forti e vicini. A peggiorare la situazione contribuisce poi il fatto che i terreni meno rigidi a seguito di un terremoto possono trasformarsi in sabbie mobili (**liquefazione**), o se sono in pendenza possono dare il via alle **frane indotte**.

Per questo motivo è importante conoscere le caratteristiche dei terreni per capire se e quanto è sicuro costruirci sopra. Per il singolo edificio l'ingegnere necessita di dati il più possibile precisi ed affidabili circa il terreno per ricostruire la **risposta sismica** del punto dove si andrà a costruire. Agli architetti che pensano allo sviluppo urbanistico di una città serve invece una visione meno raffinata ma che permetta comunque di stabilire dove sarebbe più opportuno far sorgere nuovi quartieri o infrastrutture importanti (scuole, ospedali, centri commerciali), considerando che costruire sui terreni peggiori non è né impossibile né vietato, ma costa sicuramente di più. Questi studi che differenziano i terreni su tutta l'area urbana secondo il loro comportamento in caso di terremoti vengono definiti **microzonazione sismica**. Tornando al para-

gone con il mondo dei suoni, nel primo caso serve un solista, al massimo delle capacità perché tutto è affidato a lui. Nel secondo caso ci serve un coro, un contributo di molte voci dove la qualità dei singoli non è importante quanto il risultato d'insieme.

Ci sono delle situazioni particolari dove "l'eco" del terremoto può riverberare più a lungo che altrove, causando più danni. Alcuni rilievi montuosi e la gran parte delle valli possono dare problemi di amplificazione sismica. Geologi e sismologi hanno imparato a riconoscere i casi peggiori, e quindi anche se non possiamo prevedere quando avverrà un terremoto possiamo avere un'idea in anticipo su dove il terremoto farà i maggiori danni. Dobbiamo quindi spostare l'attenzione dalla generica "previsione del terremoto" alla "previsione delle conseguenze del terremoto". Adesso esistono strumenti normativi ed anche finanziamenti statali che incentivano gli studi di microzonazione. E' importante far comprendere ai cittadini che fare le indagini che servono sia per un singolo edificio che per una intera città è un piccolo costo materiale, se paragonato agli enormi costi economici ed umani che si potrebbero avere quando il prossimo terremoto colpirà.

Se il gruppo rock del figlio del vicino che prova in garage ci sembra troppo fracassone possiamo provare a picchiare con la scopa sul pavimento, ma quando il terremoto arriva, se siamo su di un terreno che amplifica non c'è modo di chiedergli di "abbassare il volume". □

VULNERABILITA' SISMICA

a cura di Angelo Masi, con la collaborazione di Leonardo ChiauZZi

COSA SUCCEDE A UN EDIFICIO? Una scossa sismica provoca oscillazioni, più o meno forti, che scuotono gli edifici con spinte orizzontali. Gli edifici più antichi e quelli non progettati per resistere al terremoto possono non sopportare tali oscillazioni, e dunque rappresentare un pericolo per le persone. È il crollo delle case che uccide, non il terremoto. Oggi, tutti i nuovi edifici devono essere costruiti rispettando le normative sismiche.

È normale che un edificio oscilli durante un terremoto, non deve preoccuparci. Quello che bisogna evitare, o quantomeno limitare, è che queste oscillazioni possano provocare danni gravi, fino a far crollare l'edificio, in tutto o in parte. Se non è mai accettabile che un edificio possa crollare, ancor più lo è se il terremoto non è molto forte, come a volte accade nel mondo e, purtroppo, anche in Italia. Questo accade quando l'edificio è troppo *vulnerabile*, ossia debole rispetto al terremoto.

Definiamo *vulnerabilità sismica* la predisposizione di un edificio a subire danni (effetto) a fronte di un terremoto di una data intensità (causa). Osservando il comportamento degli edifici dopo un terremoto vediamo che alcuni si danneggiano più di altri anche se molto vicini tra loro (Fig. X.1 A e B) e quindi interessati dalla stessa intensità sismica. In sostanza, non definiamo vulnerabile un edificio se questo si danneggia durante un terremoto, come già detto entro certi limiti il danno è un effetto fisiologico che può essere accettato, ma definiamo vulnerabili quegli edifici che si danneggiano in modo sproporzionato rispetto all'intensità del terremoto. Come diremmo per un'automobile che, a causa di un impatto a bassa velocità, si danneggia gravemente mettendo in pericolo la vita

degli occupanti.

Quando si verifica un terremoto, mentre il terreno si muove orizzontalmente, un edificio subisce delle spinte in avanti ed indietro in modo simile a quelle che subisce un passeggero dentro un autobus che frena ed accelera alternativamente. A parità di sollecitazione sismica (domanda), quanto più l'edificio è capace di assorbire queste sollecitazioni senza subire danni (capacità) tanto meno è vulnerabile.

Gli studi sulla vulnerabilità sismica si occupano del confronto tra domanda e capacità, controllando se e quanto la domanda è maggiore della capacità (*valutazione della vulnerabilità*) e, qualora sia necessario, indicando come intervenire per diminuire la domanda - ad es. alleggerendo l'edificio - o aumentare la capacità (riduzione della vulnerabilità).

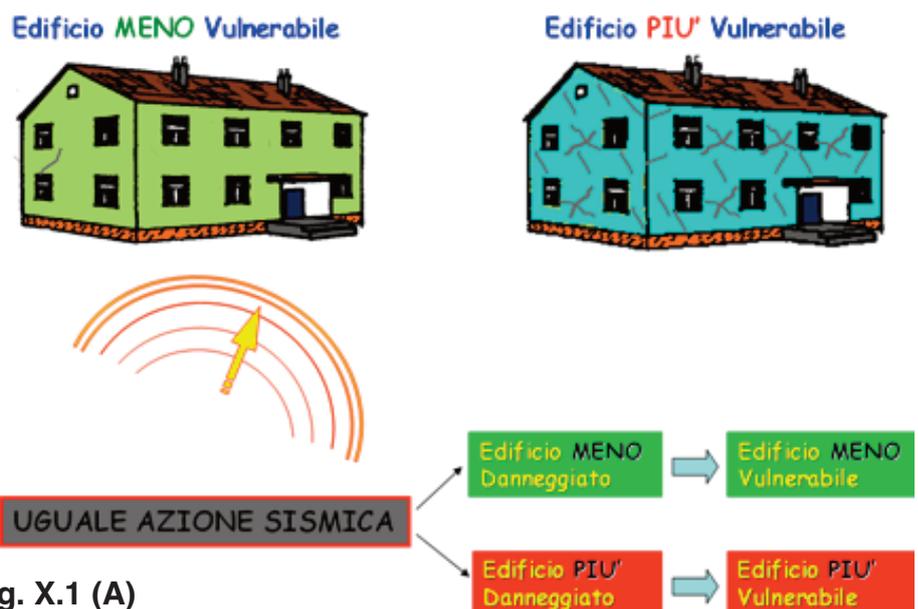


Fig. X.1 (A)

Un edificio è costituito da tre componenti principali: 1. la struttura portante (es. muri portanti, pilastri, ecc.); 2. gli elementi non portanti ma che assolvono funzioni proprie della vivibilità dell'edificio (es. tamponature esterne, divisori interni, controsoffitti, ecc.); 3. gli impianti (elettrico, idrico, idro-sanitario e di riscaldamento).

Per struttura portante di un edificio (Fig. X.2) si intende l'insieme degli elementi che garantiscono il sostegno del suo stesso peso (cosiddetto peso proprio), dei carichi che può contenere al suo interno (persone, suppellettili, attrezzature, ecc.) e delle azioni che provengono dall'ambiente esterno (es. vento, neve, terremoto).

La funzione della struttura portante è garantire che l'edificio possa essere utilizzato con le prestazioni attese e il livello di sicurezza previsto dalle norme. In Italia, in particolare per l'edilizia di tipo residenziale, i materiali che si utilizzano per realizzare la struttura portante di un edificio sono prin-



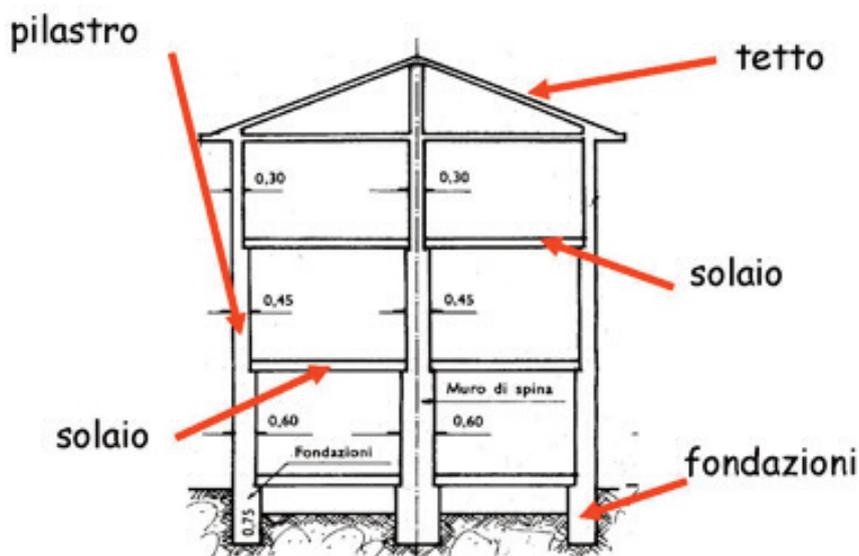
Fig. X.1 (B)

cialmente due: muratura e cemento armato (Fig. X.3, a) e b)). Molto pochi sono gli edifici costruiti in legno o acciaio (Fig. X.3, c) e d)).

Per come è fatta la struttura portante delle differenti tipologie edilizie il comportamento in caso di terremoto di un edificio in muratura è differente rispetto a quello di un edificio in cemento armato. Infatti, nelle strutture in muratura la resistenza al terremoto dipende essenzialmente dai muri "maestri" esterni ed interni, dal collegamento tra loro e con i solai. Per una struttura in cemento armato invece la resistenza è concentrata in elementi singoli quali i pilastri (elementi verticali), le

travi (elementi sui quali poggia il solaio di ogni piano) ed i loro collegamenti (nodi). Se i collegamenti tra i vari elementi sono stati progettati e realizzati pensando al terremoto allora l'azione sismica verrà distribuita in modo adeguato tra tutti gli elementi della struttura assicurando una maggiore resistenza all'azione sismica (meno vulnerabile). In caso contrario, l'azione sismica verrà concentrata su alcuni elementi provocandone una richiesta di resistenza locale maggiore di

EFFETTI SULLE COSTRUZIONI



X.2. Esempio di struttura portante di un edificio



Fig X.3. Esempi di struttura portante: a) muratura, b) cemento armato , c) acciaio, d) legno

quella con la quale essi sono stati progettati (si vedano gli esempi riportati nelle Figg. X.4-X.6 nella pagina successiva).

In un edificio, durante un terremoto, anche gli elementi cosiddetti non strutturali (es. tamponature esterne, tramezzi interni, controsoffitti, camini, ecc.) possono subire seri danni causando sia gravi conseguenze alle persone che costi e tempi elevati per la loro riparazione (Fig. X.7). Questo può accadere anche in assenza di danni alla struttura portante, potendo coinvolgere le persone che stanno cercando di uscire ed allontanarsi dall'edificio. Ecco perché, durante un terremoto, è preferibile non scappare fuori ma ripararsi ad es. sotto un tavolo, un letto (o un banco se si è in una scuola) ed attendere la fine della scossa e poi, con calma, individuare un percorso sicuro per poter evacuare

l'edificio.

Anche gli impianti possono provocare danni, principalmente alla persone con cortocircuiti elettrici, fughe di gas ed altri problemi simili. Infine, molto importante è tener conto di mobili e suppellettili interni all'abitazione, come gli armadi che, con la loro caduta, possono causare serie conseguenze alle persone anche se l'edificio non fosse per niente danneggiato. Così come ciascun passeggero riesce a reggersi nell'autobus in modo più o meno efficace rispetto ad altri, così ciascun edificio ha una propria vulnerabilità sismica in relazione alle differenti caratteristiche costruttive con cui è stato realizzato. Quindi, a parità di forza ed energia dell'evento sismico, la previsione della gravità del danno che si può verificare, e quindi la vulnerabilità della struttura, dipende da una serie di fattori

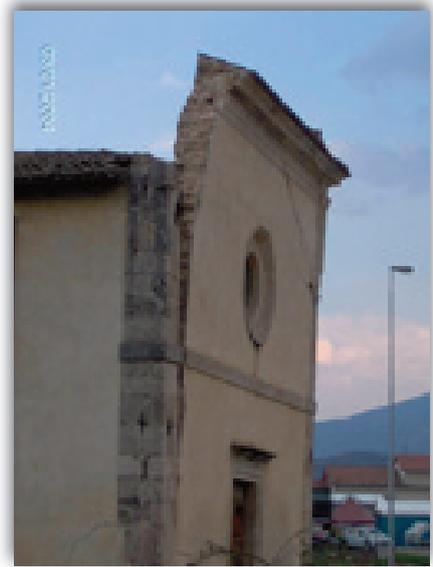


Fig X.4 Esempi di danneggiamento in edifici in muratura



Fig. X.5 Esempi di crollo e danneggiamento in edifici in cemento armato (a destra: crollo di tamponature e danni locali a pilastri e nodi; a sinistra: crollo totale del piano terra)



Fig.X.6 Esempio di danno localizzato in una struttura in cemento armato (grave danno alla testa di un pilastro a causa della presenza delle tamponature di altezza limitata delle per la realizzazione di finestre a nastro).

come il tipo di materiale utilizzato (muratura, cemento armato, ecc.), la qualità del materiale, l'età di costruzione, lo schema resistente della struttura (telai, pareti, ecc.), l'altezza della struttura, ecc.

Dall'osservazione del danneggiamento di terremoti passati si è visto che edifici con caratteristiche simili, sotto l'azione della stessa intensità sismica, subiscono danni simili. Sempre avendo come riferimento l'esempio del passeggero nell'autobus, la capacità della classe "adulti", pur avendo al suo interno qualche piccola differenza tra gli individui che la compongono, è nettamente differente rispetto a quella della classe "anziani" mediamente meno capaci di resistere alle sollecitazioni esterne. Riconoscere questo diverso comportamento in gruppi di persone (edifici) con caratteristiche simili



Fig. X.7. Due esempi di danno agli elementi non strutturali: crollo parziale espulsione della tamponatura esterna in un edificio in cemento armato (sopra); crollo rovinoso di tramezzi divisorii all'interno (sotto).

significa in sostanza classificarli in termini di capacità rispetto ad una causa che può provocare delle conseguenze (danni). Se l'osservazione dei danni dopo un terremoto ci consente di attribuire la vulnerabilità "a posteriori", la stima della vulnerabilità sismica degli edifici prima che si verifichi un terremoto (valutazione "a priori", cosiddetta in tempo di pace) è certamente un tema più complesso. Infatti, se dopo un evento sismico è sufficiente rilevare i danni che sono stati provocati, associandoli all'intensità della scossa subita ed alle differenti tipologie di edifici presenti, molto più difficile è la attribuzione della vulnerabilità "a priori". A tale scopo sono stati messi a punto numerosi metodi che si basano sia sull'esperienza tratta da terremoti passati (metodi empirici) che su calcoli e modelli numerici (metodi analitici) che cercano di rappresentare, nel modo fisicamente più prossimo alla realtà, il comportamento delle strutture sotto l'effetto di differenti terremoti. Questi due approcci vengono spesso integrati dal cosiddetto giudizio "esperto" di specialisti nel campo dell'ingegneria sismica.

Per poter stimare la vulnerabilità "a priori" si può operare considerando che strutture realizzate con caratteristiche costruttive simili possono essere raggruppate in classi omogenee sul piano della loro vulnerabilità attesa. Ad es. alla classe ad alta vulnerabilità corrispondono gli edifici in muratura più scadente (struttura portante in pietrame), una vulnerabilità più bassa è assegnata agli edifici con una muratura più resistente (struttura portante in mattoni) e alla classe con bassa vulnerabilità gli edifici con struttura in cemento armato. Differenti sviluppi sono stati effettuati nel corso degli anni introducendo classificazioni più dettagliate e anche classi aggiuntive considerando anche eventuali rinforzi strutturali come cordoli e/o catene o la tipologia di solai presente (legno, pignatte con travetti di cemento o di acciaio). □

RISCHIO SISMICO

a cura di Sergio Castenetto e Angelo Masi

ANCHE IL PROSSIMO TERREMOTO FARÀ DANNI? Dipende dalla forza del terremoto (se ne verificano migliaia ogni anno, la maggior parte di modesta energia) e dalla vulnerabilità degli edifici, cioè dal livello di rischio. Nella zona in cui vivi il rischio sismico è elevato e già in passato i terremoti hanno provocato danni a cose e persone. È possibile quindi che il prossimo forte terremoto faccia danni: per questo è importante informarsi, fare prevenzione ed essere preparati a un'eventuale scossa di terremoto.

Ogni giorno, ciascuno di noi ha a che fare con pericoli e rischi di vario genere. L'errore che spesso si fa, tuttavia, è quello di considerare i due termini equivalenti: pericolo e rischio vengono considerati la stessa cosa. In realtà, il pericolo è rappresentato da un evento "pericoloso", che può cioè produrre conseguenze, ma che non è certo avvenga o per lo meno non sappiamo quando avverrà, mentre il rischio è rappresentato dalle conseguenze dell'evento. Facciamo un esempio legato ai nostri trascorsi scolastici. L'interrogazione di matematica rappresentava certamente un pericolo per il brutto voto che avremmo potuto prendere, ma non sapevamo quando il professore ci avrebbe interrogato. Le possibili conseguenze dell'interrogazione dipendevano da quanto eravamo vulnerabili, cioè preparati a rispondere alle domande del professore. Ovviamente la probabilità di essere interrogati e quindi di subirne le conseguenze dipendeva da quanto eravamo esposti alla possibile interrogazione, cioè se eravamo presenti o assenti alla lezione. Il rischio in questo caso era rappresentato dal brutto voto che avremmo potuto prendere. Quindi, esprimendoci in un modo più formale, possiamo dire che il rischio è il risultato di tre componenti: pericolo, vulnerabilità ed esposizione. Consideriamo ora il problema sismico.

Il terremoto è un fenomeno naturale e la sismicità (frequenza e forza con cui si manifestano i terremoti) è una caratteristica fisica del territorio, al pari del clima, dell'orografia, dell'idrografia,... Così

come la penisola è caratterizzata da due catene montuose principali, le Alpi e gli Appennini, allo stesso modo possiamo dire che, ad esempio, la Calabria e la Sicilia orientale sono interessate da terremoti poco frequenti ma di elevata energia, mentre nell'Appennino settentrionale i terremoti sono più frequenti ma l'energia associata è generalmente minore. Conoscendo la frequenza e l'energia (magnitudo) associata ai terremoti che caratterizzano un territorio ed attribuendo un valore di probabilità al verificarsi di un evento sismico di una certa magnitudo, in un certo intervallo di tempo, possiamo definire la sua "pericolosità sismica". Un territorio avrà una pericolosità sismica tanto più elevata quanto più forte sarà, a parità di intervallo di tempo considerato, il terremoto più probabile. Ma in un territorio ad elevata pericolosità sismica non necessariamente le conseguenze di un terremoto sono sempre gravi; basti pensare alle numerose scosse che ogni anno interessano nazioni come il Giappone o gli Stati Uniti e che, nonostante l'energia associata all'evento, provocano danni limitati. Molto dipende infatti, dalle caratteristiche di resistenza delle costruzioni alle azioni di una scossa sismica. Questa caratteristica, o meglio la predisposizione di una costruzione ad essere danneggiata da una scossa sismica, si definisce "vulnerabilità".

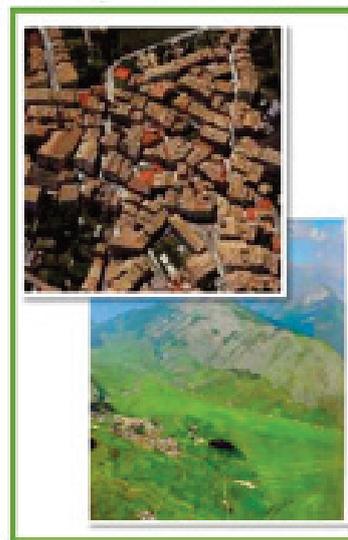
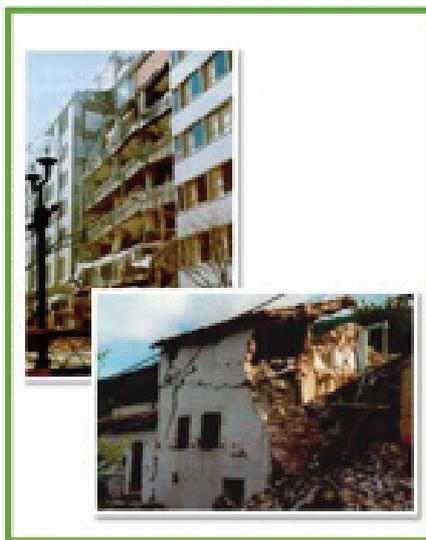
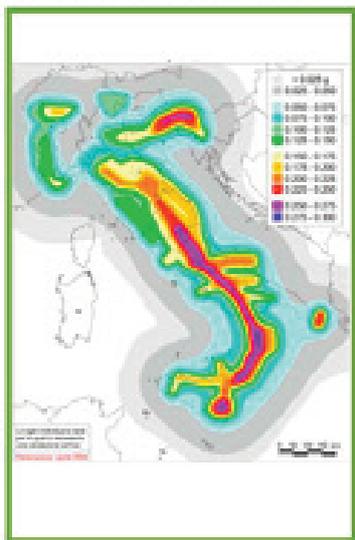
Quanto più un edificio è vulnerabile (per la scadente qualità dei materiali utilizzati o per le modalità di costruzione), tanto maggiori saranno le conseguenze che ci si devono aspettare in seguito alle oscillazioni cui la struttura sarà sottoposta.

Immaginiamo ora di considerare la funzione cui è adibito un edificio; ad esempio una abitazione o un ufficio in ore diverse della giornata (giorno, notte), oppure una scuola o un albergo in periodi diversi dell'anno (estate, inverno). Avremo una maggiore o minore possibilità di danno alle persone secondo l'ora o il momento dell'anno in cui avviene il terremoto. Una considerazione analoga si può fare considerando una città d'arte e una cittadina moderna. Pensiamo ai danni inestimabili subiti dai monumenti di Assisi a causa del periodo sismico umbro-marchigiano del 1997. Anche in questo caso le conseguenze non sono paragonabili a quelle che si avrebbero in un piccolo centro montano, ad esempio. Questa maggiore possibilità di subire un danno (economico, in vite umane, ai beni culturali,...) viene definita "esposizione". L'insieme dei fattori "pericolosità", "vulnerabilità" ed "esposizione", consentono di valutare il rischio sismico di un territorio, ossia la misura dei danni che, in base

al tipo di sismicità, di resistenza delle costruzioni e di antropizzazione (natura, qualità e quantità dei beni esposti), ci si può attendere in un dato intervallo di tempo. Ecco allora che, a partire da una azione (lo scuotimento del terreno) che può provocare un danno, è possibile anche individuare quali siano gli elementi sui quali agire per ridurre gli effetti: la resistenza delle costruzioni (vulnerabilità), le caratteristiche di utilizzo del territorio (esposizione). L'Italia ha una pericolosità sismica medio-alta (per frequenza e intensità dei fenomeni), una vulnerabilità molto elevata (per fragilità del patrimonio edilizio, infrastrutturale, industriale, produttivo e dei servizi) e un'esposizione altissima (per densità abitativa e presenza di un patrimonio storico, artistico e monumentale unico al mondo). La nostra Penisola è dunque ad elevato rischio sismico, in termini di vittime, danni alle costruzioni e costi diretti e indiretti attesi a seguito di un terremoto. □

RISCHIO SISMICO

Pericolosità x **Vulnerabilità** x **Esposizione**



Rischio sismico

Per saperne di più

Rischio sismico

http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/descrizione_sismico.wp

PREVENZIONE

a cura di Sergio Castenetto e Angelo Masi

Prevenire il possibile danno causato da un evento, qualunque esso sia, significa mettere in atto una serie di azioni che consentano di evitarlo o almeno di ridurne le conseguenze. Tornando all'esempio dell'interrogazione scolastica, per ridurre le possibili conseguenze, ossia riuscire a prendere almeno una sufficienza, non posso certo agire sul pericolo, perché non posso influenzare le decisioni del professore su chi interrogherà. Posso, però, studiare di più e quindi essere meno vulnerabile o più furbescamente darmi malato nei giorni di interrogazione, riducendo la mia esposizione.

Nel caso del terremoto, è possibile ridurre le sue conseguenze ma non annullare il rischio. L'evento (il terremoto), infatti, non è evitabile e la "pericolosità sismica" di un territorio è una caratteristica

fisica che non si può modificare. La prevenzione o meglio la riduzione degli effetti di un terremoto si ottiene intervenendo sulle altre componenti del rischio: la predisposizione a subire un danno (vulnerabilità) ed il valore di ciò che è esposto ad un possibile danno (esposizione).

Una efficace politica di prevenzione è fatta di regole e norme, ma soprattutto è basata su un modello culturale nuovo nei confronti del terremoto. La prevenzione, infatti, essendo il rischio sismico indissolubilmente legato alla presenza dell'uomo, richiede un rapporto consapevole e responsabile dell'uomo con il territorio in cui vive e in questa attività di prevenzione due sono gli attori principali: le istituzioni ed il cittadino, ciascuno dei quali svolge un ruolo importante e interagisce con l'altro.

COSA FA LO STATO PER AIUTARTI? Nel 2009, dopo il terremoto dell'Aquila, lo Stato ha avviato un piano nazionale per la prevenzione sismica, che prevede lo stanziamento alle Regioni di circa un miliardo di euro in sette anni con diverse finalità:

- indagini di microzonazione sismica, per individuare le aree che possono amplificare lo scuotimento del terremoto;
- interventi di miglioramento sismico di edifici pubblici strategici e rilevanti;
- incentivi per interventi di miglioramento sismico di edifici privati.

Lo Stato, ma più in generale le istituzioni, agiscono in vari modi per aumentare la sicurezza della popolazione nei confronti del rischio sismico, attraverso:

- il miglioramento delle conoscenze sul fenomeno, il monitoraggio del territorio e la valutazione del pericolo a cui è esposto il patrimonio abitativo, la popolazione e i sistemi infrastrutturali (la viabilità, le reti elettriche, idriche, gasdotti, ferrovie, ecc.);

- la riduzione della vulnerabilità ed esposizione con azioni **indirette** (classificazione sismica, normativa per le costruzioni, micro zonazione sismica, pianificazione del territorio) e azioni **dirette** (rafforzamento locale, miglioramento e adeguamento sismico delle costruzioni);
- intervenendo sulla popolazione con una costante e incisiva azione di informazione e sensibilizzazione.

Un ruolo molto importante hanno le attività di studio e ricerca. In particolare, per quanto riguarda l'ingegneria sismica, negli ultimi anni sono nati in Italia centri di competenza come ReLUIIS (Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica, www.reluis.it) ed EUCENTRE (www.eucentre.it), che svolgono studi e ricerche per conto del Dipartimento della Protezione Civile (DPC) su tematiche relative alla valutazione e riduzione della vulnerabilità delle strutture esistenti (edifici in muratura e in calcestruzzo armato e ponti), allo sviluppo di criteri di progetto e verifica innovativi concernenti le opere geotecniche (come dighe e gallerie), alle nuove metodologie per la mitigazione del rischio che utilizzano dispositivi e materiali innovativi, alla gestione e pianificazione dell'emergenza, al monitoraggio di strutture e infrastrutture, ecc.. Le ricerche sono basate su studi teorici e su estese campagne sperimentali effettuate presso i principali laboratori italiani di ingegneria sismica e sono finalizzate allo sviluppo di manuali applicativi, proposte di normativa e messa a punto di procedure operative a supporto dell'azione del DPC. Gli studi sono un elemento di base importante per applicare il concetto di prevenzione sismica, ma, perché ciò accada in modo concreto e diffuso, sono necessari tecnici competenti, politici lungimiranti e, soprattutto, cittadini informati e consapevoli.

Il Piano nazionale per la prevenzione del rischio sismico

Dopo il terremoto aquilano del 6 aprile 2009, lo Stato ha avviato un piano di interventi per la riduzione del rischio sismico, a livello nazionale, che prevede lo stanziamento di circa 965 milioni di euro distribuiti su 7 anni. Per la prima volta, attraverso un programma organico pluriennale, l'intero territorio nazionale viene interessato da studi per la caratterizzazione sismica delle aree e da interventi per rendere più sicuri gli edifici pubblici e privati. Novità assoluta del piano è la possibilità per i cittadini di richiedere contributi economici per realizzare interventi su edifici privati e non solo di be-

neficiare di detrazioni fiscali.

La cifra di 963,5 milioni di euro, anche se cospicua rispetto al passato, rappresenta una minima percentuale del fabbisogno necessario per il completo adeguamento sismico degli edifici pubblici e privati e delle infrastrutture strategiche. Tuttavia, il piano può avviare un processo virtuoso che porterà a un deciso passo avanti nella crescita di una cultura della prevenzione sismica da parte della popolazione e degli amministratori pubblici.

L'attuazione del piano è regolata attraverso ordinanze del Presidente del Consiglio dei Ministri, che disciplinano l'uso dei contributi impiegati per:

- studi di microzonazione sismica;
- interventi di rafforzamento locale o miglioramento sismico o demolizione e ricostruzione di edifici ed opere pubbliche di interesse strategico per finalità di protezione civile. Sono esclusi dai contributi gli edifici scolastici, oggetto di altri finanziamenti, ad eccezione di quelli che ospitano funzioni strategiche e sono individuati nei piani di emergenza di protezione civile;
- interventi strutturali di rafforzamento locale o miglioramento sismico o di demolizione e ricostruzione di edifici privati;
- altri interventi urgenti e indifferibili per la mitigazione del rischio sismico, con particolare riferimento a situazioni di elevata vulnerabilità ed esposizione.

I finanziamenti riguardano interventi di prevenzione del rischio sismico nei Comuni ad elevata pericolosità sismica in cui la classificazione sismica prevede una accelerazione al suolo a_g non inferiore a 0,125g: in sostanza tutti i comuni che ricadono in Zona 1 e 2, più una parte di comuni in zona 3, per un totale di oltre 3000 comuni.

L'OPCM 3907 del 1 dicembre 2010 ha regolato l'utilizzo dei contributi della prima annualità. L'OPCM 4077 del 29 febbraio 2012 disciplina l'utilizzo dei fondi dell'annualità 2011.

Gli interventi previsti per l'annualità 2011, come per l'annualità precedente, vengono attuati attraverso programmi predisposti dalle Regioni e dalle Province autonome, in base a strategie e priorità che tengono conto delle caratteristiche territoriali.

Tra gli strumenti di prevenzione sismica che maggiormente possono incidere sulla salvaguardia delle persone e delle cose e che ha visto un significativo sviluppo e diffusione negli ultimi trent'anni, c'è sicuramente la microzonazione sismica (MS).

L'osservazione dei danni alle costruzioni e alle infrastrutture spesso evidenzia differenze sostanziali anche a piccole distanze, oppure crolli e danni notevoli anche a grandi distanze dall'epicentro. Esempi di questo tipo si sono riscontrati in quasi tutti i terremoti accaduti negli ultimi 100 anni. Sicuramente la qualità delle costruzioni può influire sulle differenze del danno, ma spesso le cause vanno ricercate in una differente pericolosità sismica locale, determinata da effetti di amplificazione del moto sismico o da instabilità del suolo. Tutto ciò è oggetto degli studi di MS, attraverso i quali è possibile individuare e caratterizzare le

zone stabili, le zone stabili suscettibili di amplificazione locale e le zone soggette a instabilità, quali frane, rotture della superficie per faglie e liquefazioni dinamiche del terreno.

Gli studi di MS forniscono dunque informazioni utili per il governo del territorio, per la progettazione, per la pianificazione per l'emergenza e per la ricostruzione post sisma.

Altro elemento innovativo è la destinazione di parte dei contributi a interventi sull'edilizia privata, non utilizzati nella prima annualità, previsti obbligatoriamente per l'annualità 2011 in misura minima del 20% e massima del 40% del finanziamento assegnato alle Regioni, purché questo sia pari o superiore a 2 milioni di euro. Nell'annualità precedente (2010) solo la Regione Marche ha destinato parte dei fondi, circa 400.000 euro, a interventi sull'edilizia privata.

I cittadini possono richiedere contributi per gli interventi di rafforzamento locale, miglioramento sismico, demolizione e ricostruzione sugli edifici privati consultando i bandi dei propri comuni sugli albi pretori e sui siti web istituzionali. E' compito dei comuni registrare le richieste di contributi dei cittadini per poi trasmetterle alle regioni, che le inseriscono in una graduatoria di priorità. Le richieste sono ammesse fino a esaurimento delle risorse ripartite. □

Per saperne di più

Prevenzione

http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/view_ris.wp?contentId=RIS116

Piano nazionale per la prevenzione del rischio sismico

http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/piano_nazionale_prevenzione.wp

Microzonazione sismica

<http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/microzonazione.wp>

COSA DEVI SAPERE? In quale zona vivi. L'Italia è un Paese interamente sismico, ma il suo territorio è classificato in zone a diversa pericolosità. Chi costruisce o modifica la struttura di un'abitazione è tenuto a rispettare le norme sismiche della propria zona, per proteggere la vita di chi ci abita. Per conoscere la zona sismica in cui vivi e quali sono le norme da rispettare, rivolgiti agli uffici competenti della tua Regione o del tuo Comune.

Sulla base della frequenza ed intensità dei terremoti del passato, tutto il territorio italiano è stato classificato in quattro zone sismiche che prevedono, nei comuni inseriti in elenco, l'applicazione di livelli crescenti di protezione per le costruzioni (massima per la Zona 1).

Zona 1. E' la zona più pericolosa, dove in passato si sono avuti danni gravissimi a causa di forti terremoti.

Zona 2. Nei comuni inseriti in questa zona in passato si sono avuti danni rilevanti a causa di terremoti abbastanza forti.

Zona 3. I comuni inseriti in questa zona hanno avuto in passato pochi danni. Si possono avere scuotimenti modesti.

Zona 4. E' la meno pericolosa. Nei comuni inseriti in questa zona le possibilità di danni sismici sono basse.

A ciascuna zona è attribuito un valore di pericolosità sismica espressa in termini di accelerazione al suolo a_g che ha la maggior probabilità di essere superata in un dato intervallo di tempo, in genere 50 anni. La classificazione del territorio è iniziata nel 1909, dopo il disastroso terremoto di Reggio Calabria e Messina del 28 dicembre 1908, ed è stata aggiornata numerose volte fino all'attuale, disposta nel 2003 con Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (n. 3274). In futuro, potrà subire nuove modifiche se il miglioramento delle conoscenze renderà necessario un suo aggior-

namento.

L'adozione della classificazione sismica del territorio spetta per legge alle Regioni. Ciascuna Regione, pertanto, ha pubblicato con un proprio decreto l'elenco dei comuni con l'attribuzione ad una delle quattro zone sismiche previste dall'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/03. Per conoscere la zona sismica in cui è classificato il territorio in cui si vive, ci si può quindi rivolgere alla Regione o al Comune. Nei comuni classificati sismici, chiunque costruisca una nuova abitazione o intervenga su una abitazione esistente, modificando le parti strutturali (mura portanti, solai, travi, pilastri, tetto) è obbligato a farlo rispettando la normativa antisismica, cioè criteri particolari di progettazione e realizzazione degli edifici. Ciò è avvenuto già a partire dal 1909, quando furono pubblicati i primi elenchi di comuni nei quali per le nuove costruzioni era necessario applicare specifiche norme.

A partire dal Testo Unico delle leggi emanate a seguito del terremoto calabro-messinese del 1908 (T.U. 1399 del 1917) la normativa tecnica per le costruzioni da applicarsi in zona sismica si è evoluta, per giungere alle più recenti disposizioni.

Il principio sul quale si fonda la normativa vigente, è quello di prescrivere norme per le costruzioni tali che *un edificio sopporti senza gravi danni i terremoti meno forti e senza crollare i terremoti più forti, salvaguardando prima di tutto le vite umane*. Il che significa, in altri termini, garantire che un edificio costruito con criteri antisismici non subisca danni significativi per i terremoti che con più frequenza

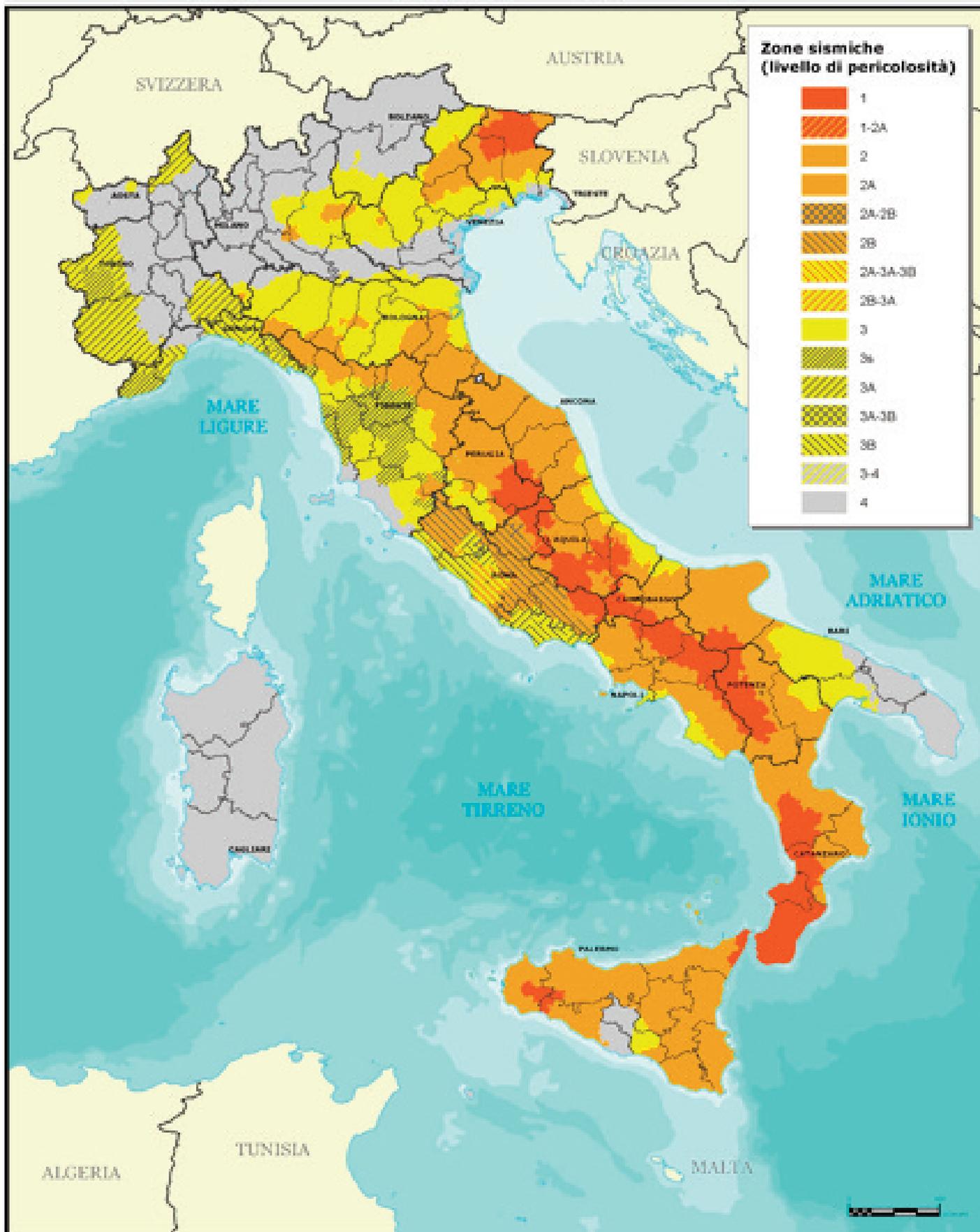


Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della protezione civile
Ufficio prevenzione, valutazione e mitigazione del rischio sismico

Classificazione sismica al 2010

Recupero da parte delle Regioni e delle Province autonome dell'Ordinanza PCM 20 marzo 2003, n. 3274.

Atti di recepimento al 21 marzo 2010: Abruzzo: DGR 28/3/03, n. 438; Basilicata: DGR 19/11/03, n. 721; Calabria: DGR 20/2/04, n. 47; Campania: DGR 2/11/02, n. 5447; Emilia Romagna: DGR 21/7/03, n. 1435; Friuli Venezia Giulia: DGR 1/8/03, n. 2325; Lazio: DGR 22/5/09, n. 387; Liguria: DGR 24/10/08, n. 1308; Lombardia: DGR 2/11/03, n. 14964; Marche: DGR 29/7/03, n. 2046; Molise: LR 20/5/04, n. 13; Piemonte: DGR 19/01/10, n. 13088-790; Puglia: DGR 2/3/04, n. 153; Sardegna: DGR 30/3/04, n. 15/71; Sicilia: DGR 19/12/03, n. 408; Toscana: DGR 14/6/03, n. 604; Trentino Alto Adige: Bolzano: DGP 8/11/08, n. 4047; Trento: DGP 23/10/03, n. 2813; Umbria: DGR 18/6/03, n. 852; Veneto: DGR 3/12/03, n. 57; Valle d'Aosta: DGR 26/12/03, n. 5120.



interessano l'area in cui ricade, mentre potrà subire danni, anche gravi, solo per i terremoti di forte intensità (quelli più rari), senza però crollare.

Pur danneggiandosi, un edificio antisismico sarà in grado, quindi, di proteggere la vita di chi lo occupa.

Per garantire che l'edificio sopporti lo scuotimento del terremoto, le attuali Norme Tecniche per le Costruzioni (DM 14 gennaio 2008; NTC08), entrate in vigore il 1 luglio 2009, prevedono che per ogni costruzione ci si debba riferire per la definizione dell'azione sismica di cui tenere conto nei calcoli di progetto, ad una accelerazione di "sito" individuata sulla base delle coordinate geografiche dell'area dove si deve realizzare l'opera e in funzione della "vita nominale" dell'opera, cioè del numero di anni durante i quali una struttura deve poter essere usata per lo scopo per cui è stata progettata, generalmente pari o superiore a 50 anni. Questo valore di pericolosità di base è stato definito e reso disponibile per ogni punto del ter-

ritorio nazionale, su una maglia quadrata di 5 km di lato, indipendentemente dai confini amministrativi comunali (<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>).

La classificazione sismica (zona sismica di appartenenza del comune) e il relativo valore di pericolosità attribuito alle zone, dunque, non serve per la progettazione delle opere, ma è utile per la pianificazione e per il controllo del territorio da parte degli enti preposti (Regione, Genio Civile, ecc.).

Per il cittadino sapere la zona sismica in cui ricade il comune dove abita è un'informazione utile a comprendere il livello di pericolosità sismica dell'area, ossia la possibilità che possa essere interessata da terremoti e sulla loro forza. Spetta ai tecnici esperti (ingegneri, architetti, geometri), nel rispetto delle norme tecniche per le costruzioni, occuparsi della progettazione corretta di nuovi edifici o della realizzazione di interventi sulle strutture di un edificio esistente per renderlo più sicuro in caso di terremoto. □

Per saperne di più

Classificazione sismica

<http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/classificazione.wp>

Normativa antisismica

http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/leg_rischio_sismico.wp

LA SICUREZZA DELLA TUA CASA. È importante sapere quando e come è stata costruita la tua casa, su quale tipo di terreno, con quali materiali. E soprattutto se è stata successivamente modificata rispettando le norme sismiche. Se hai qualche dubbio o se vuoi saperne di più, puoi rivolgerti all'ufficio tecnico del tuo Comune oppure a un tecnico di fiducia.

La classificazione sismica del territorio e l'applicazione di norme e regole per le costruzioni, non ha ridotto ancora in modo significativo l'entità del rischio sismico in Italia. Il limite fondamentale della prevenzione affidata alla sola applicazione del binomio classificazione sismica - normativa è dato dalla presenza in Italia di un consistente patrimonio edilizio storico, che caratterizza gran parte dei centri abitati e che spesso si presenta degradato e più vulnerabile, senza contare il patrimonio edilizio abusivo, spesso concentrato proprio dove maggiore è il livello di rischio, che non offre certamente garanzie di resistenza alle azioni sismiche. Il problema è, dunque, avviare il recupero di questa edilizia in chiave antisismica, recupero che richiede la partecipazione diretta del cittadino, consapevole delle caratteristiche di sismicità e del livello di rischio del territorio in cui vive. Questo modello culturale nuovo nei confronti del terremoto si deve tradurre in una crescita della responsabilità individuale, condizione indispensabile per una efficace azione di prevenzione.

È importante saperne di più sulla propria abitazione, ad esempio: conoscere l'età della costruzione, il tipo di struttura (muri portanti o struttura in cemento armato), i materiali di costruzione impiegati, il tipo di interventi di ristrutturazione realizzati, ecc.

In sintesi le cose utili da sapere sono:

I muri sono fatti:

- di cemento armato, di mattoni o di grandi pietre regolari ed ordinate

- di mattoni o di pietre regolari e ordinate, con catene
- di pietre piccole, irregolari e disordinate

Tetto e solai sono:

- di cemento armato
- in legno, a volta o in travi di ferro

la casa è:

- nuova o costruita di recente e progettata da un tecnico
- abbastanza vecchia, costruita tra i primi anni del '900 e gli anni cinquanta
- molto vecchia o antica, costruita prima del '900

solaio, tetto e muri sono:

- nuovi, oppure sono stati rifatti o riparati
- vecchi, ma parzialmente rifatti e tenuti sotto controllo
- vecchi e nessuno si è mai preoccupato di verificare in che stato siano

Qualora il cittadino non sappia rispondere o abbia dei dubbi è importante che si rivolga ad un tecnico specializzato per saperne di più. Solo tecnici esperti possono dare un giudizio sulla qualità delle costruzioni e sulle caratteristiche di resistenza di un edificio alle azioni sismiche. □

COSA DEVI FARE PER LA TUA SICUREZZA? Con il consiglio di un tecnico. A volte basta rinforzare i muri portanti o migliorare i collegamenti fra pareti e solai: per fare la scelta giusta, fatti consigliare da un tecnico di fiducia.

I problemi descritti sugli edifici esistenti possono essere affrontati adeguatamente, per quelli nuovi, già in fase di progettazione. Realizzare edifici nuovi “poco” vulnerabili (anche se l’invulnerabilità è un mito) è abbastanza semplice e non comporta costi elevati: basta rispettare poche regole contenute nelle norme tecniche per le costruzioni in zona sismica. Tuttavia, tenuto conto delle caratteristiche del patrimonio edilizio italiano, in cui sono presenti molti edifici antichi ma soprattutto vecchi, molti edifici costruiti senza regole antisismiche negli anni '50, '60 e '70 e, dunque, anche piuttosto “stanchi”, possiamo dire che la vera sfida che abbiamo davanti per la riduzione del rischio sismico è la messa in sicurezza degli edifici esistenti, pubblici e privati.

Costruzioni realizzate dopo l’entrata in vigore della classificazione sismica e quindi soggette al rispetto delle norme è molto probabile che siano sismicamente protette, che siano state costruite, cioè, nel rispetto delle norme, in vigore già dal 1909 per alcune zone d’Italia. Ciò non toglie che, in assenza di controlli o a seguito di ristrutturazioni irregolari, le caratteristiche di resistenza della costruzione possono essere venute meno. Quindi, in tutti i casi, per fare la scelta giusta è importante affidarsi ad un tecnico di fiducia, sia per una valutazione delle caratteristiche dell’edificio sia per farsi consigliare su eventuali interventi, che in molti casi possono essere anche semplici e poco costosi. Molto importante è rivolgersi a professionisti che siano esperti di ingegneria sismica. Nel campo delle costruzioni ciò spesso non accade, contrariamente a quanto accade in ambito sanitario: si cerca sempre un bravo medico ma nessuna persona di buon senso si sognerebbe, avendo pro-

blemi ad un ginocchio, di andare da un dermatologo invece che da un ortopedico.

Operare su edifici esistenti significa anzitutto valutarne la vulnerabilità sismica attuale. Tale operazione di *diagnosi* è spesso sottovalutata o, anche in questo caso, affidata a mani poco esperte. Mentre nessuno di noi si sognerebbe di fare anche una banale otturazione ad un dente senza essersi prima sottoposti a radiografie ed altre analisi, nel valutare la sicurezza della propria casa questo in genere non accade: le indagini vengono viste come un fastidio che si cerca di evitare o limitare al massimo. Al contrario, le indagini e la conseguente valutazione della vulnerabilità sono fondamentali per capire quali siano le cause che determinano la debolezza dell’edificio e, di conseguenza, cosa si può fare per ridurla individuando quello che è realmente necessario. Ciò eviterà sia di fare meno di quanto è necessario per salvaguardare la nostra vita e quella della nostra famiglia, sia più del necessario per salvaguardareil nostro “portafoglio”. Ad esempio, per gli edifici in muratura, molto diffusi nei centri storici e nelle zone rurali, se il materiale delle pareti è di cattiva qualità bisogna intervenire per migliorare tale qualità ma, qualora anche i solai non siano idonei (ad es. solai con volte o in legno), senza intervenire anche su di essi non si riuscirebbe a ridurre significativamente la vulnerabilità. Per gli edifici con struttura in cemento armato, ossia i grandi fabbricati molto diffusi nelle zone urbane più recenti, è importante guardare alla qualità dei materiali (calcestruzzo e acciaio), ai particolari costruttivi (ad es. come sono disposte le barre di acciaio all’interno di pilastri e travi), e alle caratteristiche generali della struttura (forma regolare o irregolare, presenza e posizione delle tam-

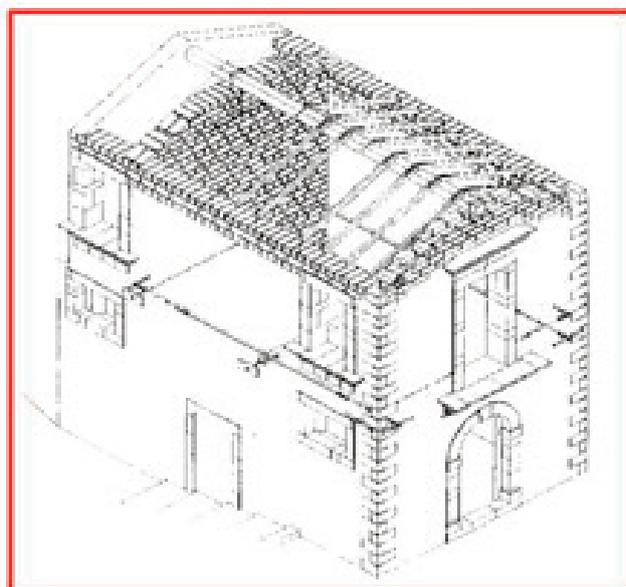
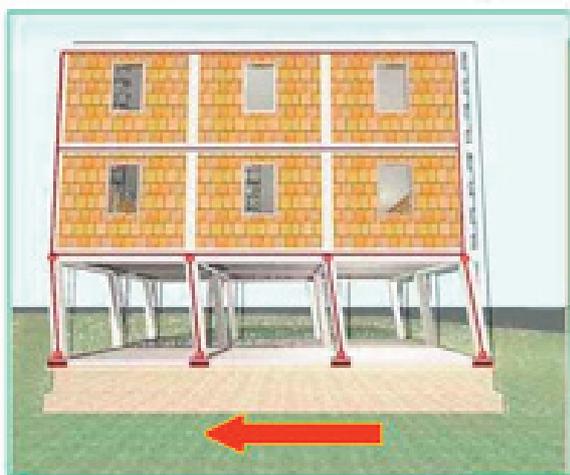
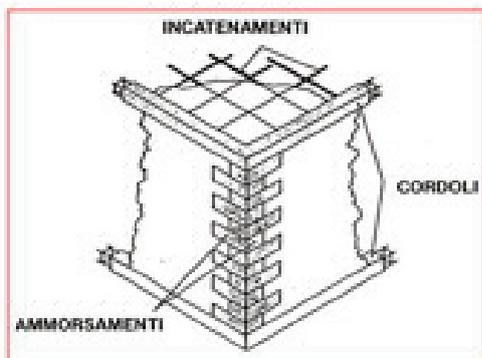
ponature esterne, ecc.). Gli interventi che si possono fare per ridurre la vulnerabilità sono tanti e di tipo diverso in termini di obiettivo, tecnica e tecnologia. Per quanto riguarda l'obiettivo, la riduzione della vulnerabilità può essere "totale" o parziale:

- interventi di *adeguamento sismico* finalizzato a dare all'edificio lo stesso livello di sicurezza previsto per gli edifici nuovi dalle norme tecniche vigenti;
- interventi di *miglioramento sismico* finalizzati ad aumentare la sicurezza strutturale esistente, pur senza necessariamente raggiungere i livelli richiesti dalle norme vigenti;
- riparazioni o interventi locali di *rafforzamento* che interessino elementi isolati, e che comunque comportino un miglioramento

delle condizioni di sicurezza preesistenti.

Per quanto riguarda il tipo di intervento, le possibilità sono numerose. Ecco alcune indicazioni tratte dalle attuali norme tecniche italiane:

- rinforzo di alcune parti della struttura (pilastri, travi, ecc.);
- aggiunta di nuovi elementi resistenti come, ad esempio, pareti in c.a. o controventi in acciaio;
- saldatura o ampliamento di giunti inadeguati tra edifici adiacenti o inserimento di materiali atti ad attenuare gli urti;
- eliminazione di eventuali piani "deboli" come il piano terra aperto attraverso la modifica o l'inserimento di nuovi elementi strutturali;
- trasformazione di elementi non strutturali, come la tamponature in laterizio, in elementi strutturali, ad esempio inserendo una incami-



Incatenamenti, ammorsamenti, posizionamento di cordoli, eliminazione di eventuali piani "deboli" e tetti spingenti.

ciatura in c.a.;

- riduzione delle masse, ad esempio eliminando una copertura pesante e sostituendola con materiali leggeri come il legno;
- limitazione o cambiamento della destinazione d'uso dell'edificio;
- demolizione parziale.
- introduzione di una protezione passiva mediante strutture di controvento dissipative e/o isolamento alla base.

Gli interventi devono ottenere il risultato di far crescere il rapporto tra la resistenza sismica dell'edificio (capacità) e l'azione del terremoto (domanda): gli interventi da 1. a 5. mirano essenzialmente a far crescere la capacità, quelli da 6. a 8. a far diminuire la domanda, l'intervento tipo 9. opera su entrambi i fattori. Come si vede si tratta di soluzioni tecniche diverse, da affidare a professionisti esperti che possano garantirne una applicazione "intelligente" in modo da ottenere il migliore risultato possibile in termini di efficacia tecnica e di efficienza economica. □

DA SOLO, FIN DA SUBITO

- Allontana mobili pesanti da letti o divani.
- Fissa alle pareti scaffali, librerie e altri mobili alti; appendi quadri e specchi con ganci chiusi, che impediscano loro di staccarsi dalla parete.
- Metti gli oggetti pesanti sui ripiani bassi delle scaffalature; su quelli alti, puoi fissare gli oggetti con del nastro biadesivo.
- In cucina, utilizza un fermo per l'apertura degli sportelli dei mobili dove sono contenuti piatti e bicchieri, in modo che non si aprano durante la scossa.
- Impara dove sono e come si chiudono i rubinetti di gas, acqua e l'interruttore generale della luce.
- Individua i punti sicuri dell'abitazione, dove ripararti in caso di terremoto: i vani delle porte, gli angoli delle pareti, sotto il tavolo o il letto.
- Tieni in casa una cassetta di pronto soccorso, una torcia elettrica, una radio a pile, e assicurati che ognuno sappia dove sono.
- Informati se esiste e cosa prevede il Piano di protezione civile del tuo Comune: se non c'è, pretendi che sia predisposto, così da sapere come comportarti in caso di emergenza.
- Elimina infine tutte le situazioni che, in caso di terremoto, possono rappresentare un pericolo per te o i tuoi familiari.

Non tutti gli interventi che aumentano la sicurezza all'interno della casa in cui abitiamo richiedono il coinvolgimento di un tecnico o hanno bisogno di tempi lunghi di realizzazione e costi economici. Il primo passo è guardarsi intorno e identificare nella nostra abitazione tutto ciò che in caso di terremoto può trasformarsi in un pericolo. La maggioranza delle persone pensa che le vittime di un terremoto siano provocate dal crollo degli edifici. In realtà, molte delle vittime sono ferite da oggetti che si rompono o cadono su di loro, come televisori, quadri, specchi, controsoffitti. Alcuni accorgimenti poco costosi e semplici possono rendere più sicura la nostra casa. Ad esempio:

- Allontanare mobili pesanti, come le librerie, da letti o divani o posti dove normalmente ci si riposa o ci si siede;
- Fissare alle pareti scaffali, librerie e altri mobili alti; appendere quadri e specchi con ganci chiusi, che impediscano loro di staccarsi dalla parete.
- Porre gli oggetti pesanti sui ripiani bassi delle scaffalature e fissare gli oggetti sui ripiani alti con del nastro biadesivo
- In cucina, utilizzare un fermo per l'apertura degli sportelli del mobile dove sono contenuti piatti e bicchieri, in modo che non si aprano durante la scossa
- Imparare dove sono e come si chiudono i rubinetti di gas, acqua e l'interruttore generale della luce.
- Individuare i punti sicuri dell'abitazione, dove ripararsi in caso di terremoto: i vani delle porte, gli angoli delle pareti, sotto il tavolo o il letto.

- Tenere in casa una cassetta di pronto soccorso, una torcia elettrica, una radio a pile, e assicurarsi che ognuno sappia dove sono.
- Informarsi se esiste e cosa prevede il Piano di protezione civile comunale: se non c'è, pretendere che sia predisposto, così da sapere come comportarsi in caso di emergenza.

Il piano di protezione civile comunale

Un piano di protezione civile non è altro che il progetto di tutte le attività coordinate e di tutte le procedure che dovranno essere adottate per fronteggiare un evento calamitoso atteso in un determinato territorio, in modo da garantire l'effettivo ed immediato impiego delle risorse necessarie al superamento dell'emergenza ed il ritorno alle normali condizioni di vita. Il Piano di protezione civile o piano di emergenza è il supporto operativo al quale il Sindaco si riferisce per gestire l'emergenza col massimo livello di efficacia.

Il Piano deve rispondere alle domande:

- a) quale eventi calamitosi possono ragionevolmente interessare il territorio comunale?
- b) quali persone, strutture e servizi ne saranno coinvolti o danneggiati?
- c) quale organizzazione operativa è necessaria per ridurre al minimo gli effetti dell'evento con particolare attenzione alla salvaguardia della vita umana?
- d) a chi vengono assegnate le diverse responsabilità nei vari livelli di comando e controllo per la gestione delle emergenze?

Il Piano di emergenza è dunque uno strumento di lavoro tarato su una situazione verosimile sulla base delle conoscenze scientifiche dello stato di rischio del territorio, utile a dimensionare preventivamente la risposta operativa necessaria al superamento della calamità con particolare atten-

zione alla salvaguardia della vita umana: quanti uomini, quali strutture di comando e controllo, quali strade o itinerari di fuga, quali strutture di ricovero, aree sanitarie, etc.

Le aree di emergenza

Arece destinate, in caso di emergenza, ad uso di protezione civile. Esse devono essere preventivamente individuate nella pianificazione di protezione civile e possono essere di tre tipi:

- 1 Aree di ammassamento soccorritori e risorse.** Luoghi, in zone sicure rispetto alle diverse tipologie di rischio, dove dovranno trovare sistemazione idonea i soccorritori e le risorse necessarie a garantire un razionale intervento nelle zone di emergenza. Tali aree dovranno essere facilmente raggiungibili attraverso percorsi sicuri, anche con mezzi di grandi dimensioni, e ubicate nelle vicinanze di risorse idriche, elettriche e con possibilità di smaltimento delle acque reflue. Il periodo di permanenza in emergenza di tali aree è compreso tra poche settimane e qualche mese.
- 2 Aree di attesa della popolazione.** Sono i luoghi di prima accoglienza per la popolazione; possono essere utilizzate piazze, slarghi, parcheggi, spazi pubblici o privati non soggetti a rischio (frane, alluvioni, crollo di strutture attigue, etc.), raggiungibili attraverso un percorso sicuro. Il numero delle aree da scegliere è funzione della capacità ricettiva degli spazi disponibili e del numero degli abitanti. In tali aree la popolazione riceve le prime informazioni sull'evento e i primi generi di conforto. Le Aree di Attesa della popolazione saranno utilizzate per un periodo di tempo compreso tra poche ore e qualche giorno.
- 3 Aree di accoglienza o di ricovero della popolazione.** Sono luoghi, individuati in aree sicure rispetto alle diverse tipologie di rischio e poste nelle vicinanze di risorse idriche, elettriche e fo-

gnarie, in cui vengono installati i primi insediamenti abitativi per alloggiare la popolazione colpita. Dovranno essere facilmente raggiungibili anche da mezzi di grandi dimensioni per

consentirne l'allestimento e la gestione. Rientrano nella definizione di aree di accoglienza o di ricovero anche le strutture ricettive (hotel, residence, camping, etc.). □

Per saperne di più

Cosa fare

http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/cosa_fare_sismico.wp

Piani di emergenza

http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/piano_emergenza.wp