

# **QUANDO LA TERRA TREMA...**

Il rischio sismico e la convivenza con il terremoto

immagini di un percorso espositivo  
sul terremoto e sul rischio sismico

*a cura di S. Castenetto, D. Di Bucci e &. Naso*

ISTITUTO POLIGRAFICO E ZECCA DELLO STATO  
ROMA 2000

*In copertina:*

a. Dissesti provocati dal terremoto del 1964 ad Anchorage, Alaska (foto Life).

b. Effetti del terremoto umbro-marchigiano del 1997 (foto Paolo Lembo).

e. Sismoscopio di Chang, 132 d.C. (da «Terremoti», Hobby & Work, 1998).

d. Rotaie deformate dal terremoto del 1985 in Messico (foto National Geographic).

## **Indice**

### IL PERCORSO: LA PRESENTAZIONE

Prefazione .....	Pag.	7
Premessa: «Quando la Terra trema ...», una realtà che tutti abbiamo a cuore .....	»	9
Le professionalità e i riferimenti tecnico-scientifici .....	»	11

### IL PERCORSO: LA GUIDA

1 - Introduzione.....		13
<i>Pag.</i>		14
2 - Pericolosità.....	»	19
3 - Vulnerabilità.....	»	21
4 - Esposizione .....	»	22
5 - Rischio.....	»	23
6 - Emergenza .....	»	25
7 - Prevenzione .....	»	26
8 - La sismicità in Italia, nel mondo, in altri pianeti .....	»	

### IL PERCORSO: LE FONTI

Indicazioni bibliografiche e fonti delle illustrazioni .....	Pag.	33
Il Servizio Sismico Nazionale .....	»	37
Alcuni indirizzi Internet utili .....	»	37
Ringraziamenti .....	»	

### IL PERCORSO: LE SCHEDE (*in allegato*)

#### 1 - INTRODUZIONE

- 1.1 - *Dal centro della Terra ai comignoli*  
Terremoti, rocce, case ed emergenze
- 1.2 - *Mito, religiosità e finzione*  
Il terremoto nell'immaginario collettivo
- 1.3 - *Rischio sismico*

#### 2 – PERICOLOSITA'

- 2.1 - *Pericolosità*
- 2.2 - *Professione pericolo*  
La pericolosità sismica: cosa occorre conoscere
- 2.3 - *Sorgenti e onde*  
Il terremoto come fenomeno fisico
- 2.4 - *Il viaggio delle onde*  
Localizzazione e misura di un terremoto

- 2.5 - *La Terra inquieta*  
Due tipi di crosta. La danza delle placche
- 2.6 - *Sismicità nel mondo -1*  
Dorsali oceaniche e lacerazioni crostali
- 2.7 - *Sismicità nel mondo - 2*  
Dove la crosta si consuma
- 2.8 - *Sismicità nel mondo - 3*  
La fucina delle catene montuose
- 2.9 - *... e la Terra si spacca*  
Lo studio geologico delle faglie sismogenetiche
- 2.10- *Attenti al... luogo* Vulnerabilità  
dell'ambiente fisico
- 2.11 - *Il terremoto in dodici gradi*  
La scala Mercalli
- 2.12 - *balle cronache al catalogo*  
Le ricerche sismologiche storiche
- 2.13-1 *terremoti di un romantico*  
Osservazioni *sismiche in Italia* alla fine dell'800
- 2.14 - *Di record in record*  
La costruzione del catalogo moderno
- 2.15- *Probabilità e certezze* Metodologie di  
studio della pericolosità
- 2.16 - *L'Italia dei terremoti*  
Misura della pericolosità sismica di un'area

### 3 - VULNERABILITÀ

- 3.1 - *Vulnerabilità*
- 3.2 - *Casa forte casa*  
Tipologie costruttive degli edifici
- 3.3- *Capanna o bunker?*  
Vulnerabilità delle costruzioni
- 3.4 - *Crepe e crolli*  
Come si comportano e si danneggiano le costruzioni
- 3.5- *Case in movimento*  
Comportamento teorico e sperimentazione 3.6-1  
«bodyguard» delle case  
Sistemi di protezione attiva e passiva degli edifici
- 3.7- *La casa degli Italiani*  
Analisi di vulnerabilità a scala nazionale

### 4 - ESPOSIZIONE

- 4.1 - *Esposizione*
- 4.2 - *Oggetti di valore*  
Esposizione: la città e la sua struttura
- 4.3 - *Persone di valore*  
Esposizione: come sono coinvolte le vite umane

### 5 - RISCHIO

- 5.1 - *Rischio*
- 5.2 - *Rischio!!!*  
Concetti generali
- 5.3- *Casa mia, casa mia ...*  
Rischio sismico del patrimonio abitativo

## 6 - EMERGENZA

- 6.1 - *Emergenza*
- 6.2 - *Arrivano i nostri -1*  
Come scatta la macchina dell'emergenza
- 6.3 - *Arrivano i nostri - 2*  
I soccorsi alle popolazioni disastrose
- 6.4 - *Posso rientrare in casa?*  
Agibilità degli edifici

## 7 - PREVENZIONE

- 7.1 - *Prevenzione*
- 7.2 - *Questione di educazione*  
Prevenzione e riduzione del rischio sismico
- 7.3 - *100 anni di terremoti*  
La storia della classificazione sismica
- 7.4 - *Sapersi comportare*  
Cosa fare e non fare in caso di terremoto

## 8 - LA SISMICITÀ IN ITALIA, NEL MONDO, IN ALTRI PIANETI

- 8.1 - *Terremoti in Italia, nel mondo, in altri pianeti*
- 8.2 - *Da Casamicciola a Messina*  
I maggiori terremoti dell'ultimo secolo (1)
- 8.3 - *1915: l'Italia su due fronti*  
I maggiori terremoti dell'ultimo secolo (2)
- 8.4 - *1930-1980, la storia si ripete*  
I maggiori terremoti dell'ultimo secolo (3)
- 8.5 - *Da sud a nord...*  
I maggiori terremoti dell'ultimo secolo (4)
- 8.6 - *Voltaire, Hollywood, ecc.*  
I maggiori terremoti nel mondo (1)
- 8.7 - *Magnitudo simili...*  
I maggiori terremoti nel mondo (2)
- 8.8 - *Terremoti spaziali (1)*  
L'attività sismica dei pianeti vicini
- 8.9 - *Terremoti spaziali (2)*  
La Luna: onde sismiche e montagne
- 8.10 - *Terremoti spaziali (3)*  
Sismometri sulla Luna
- 8.11 - *Forse tutti sanno che ...*  
Risposte della scienza alle convinzioni popolari

## 1 - INTRODUZIONE

### 1.1 - *Dal centro della Terra ai comignoli*

#### Terremoti, rocce, case ed emergenze

Il percorso che stiamo per intraprendere si caratterizza per la multidisciplinarietà. Infatti, il terremoto è un fenomeno naturale, dirompente e affascinante, che coinvolge l'uomo in tutta la sua complessità (la vita, le emozioni, gli affetti, la casa, gli averi, il lavoro, la società); di conseguenza vari saranno gli aspetti descritti, il fenomeno fisico, il suo impatto sull'ambiente, sulle persone, sugli abitati, sulla società.

### 1.2 - *Mito, religiosità e finzione*

#### Il terremoto nell'immaginario collettivo

Il terremoto, così improvviso, imprevedibile e violento, ha da sempre esercitato forti suggestioni sull'uomo, che di frequente, specie nell'antichità, lo ha messo in relazione a entità soprannaturali. Ciò trova testimonianza nei numerosi racconti mitologici che ne spiegano l'origine, ma anche nella diffusa interpretazione del sisma come segnale divino e, generalmente, come punizione.

In tempi moderni, il terremoto ha ancora un forte impatto sull'immaginario collettivo, come del resto dimostrano i numerosi film, spesso di grande successo, che ad esso si ispirano.

### 1.3 - *Rischio sismico*

Il rischio sismico è il cuore del nostro percorso. Questo concetto verrà ampiamente sviluppato in tutte le sue parti; tuttavia vale la pena di introdurlo, qui, nei suoi tratti generali, in modo da non perdere mai l'orientamento quando andremo a soffermarci in dettaglio sui vari aspetti che concorrono a definirlo. Vediamo dunque che esso consta di tre componenti che attengono al fenomeno naturale (pericolosità), alla caratterizzazione dei danni che esso determina (vulnerabilità) e al valore dei beni, economici e in termini di vite umane, esposti all'evento sismico (esposizione).

### 2.1 - Pericolosità

La pericolosità sismica racchiude in se' diversi elementi che, complessivamente, descrivono il terremoto come fenomeno fisico-naturale. Vale la pena di richiamare, qui, la differenza tra il concetto di pericolosità e quello di rischio, termini che nel parlare comune vengono, di solito, utilizzati come sinonimi. Nell'accezione tecnica, invece, la pericolosità è legata alla probabilità che l'evento si verifichi, a prescindere dai danni o dalle perdite che esso potrebbe causare, che sono considerati nel rischio.

### 2.2 - Professione pericolo

La pericolosità sismica: cosa occorre conoscere

Proprio perché definisce il fenomeno fisico, la pericolosità è un tema complesso che deriva da una sintesi organica del contributo di varie discipline: geologia, fisica, statistica, storia. Esse concorrono, in definitiva, a caratterizzare la distribuzione nello spazio e nel tempo dei terremoti in una certa regione, così da poter stimare dove, con che forza, con quale frequenza e con che probabilità si verificheranno i terremoti futuri.

### 2.3 - Sorgenti e onde

Il terremoto come fenomeno fisico

Vengono qui introdotti alcuni concetti di base che saranno indispensabili per proseguire nel nostro percorso. Viene caratterizzato da un punto di vista fisico il volume di roccia in cui, all'interno della Terra, *si genera* un terremoto e le modalità con cui questo *accade*. Vengono inoltre descritti i principali tipi di onde sismiche che si generano all'ipocentro e che sono responsabili, quando arrivano in superficie, di ciò che noi osserviamo durante una *scossa*.

## 2.4 - Il viaggio delle onde

### Localizzazione e misura di un terremoto

Lo studio delle onde sismiche, delle leggi fisiche che ne governano il comportamento e che ne descrivono l'attenuazione con la distanza, è indispensabile per capire molti aspetti della sismicità e, più in generale, della struttura del nostro pianeta. Ad esempio, il modo in cui le onde si propagano all'interno della Terra ha permesso di identificare la struttura a gusci che la caratterizza, mentre le leggi di attenuazione vengono utilizzate nelle stime di pericolosità sismica. La registrazione delle onde permette di calcolare la «magnitudo», che esprime la grandezza di un terremoto su base strumentale; i valori di magnitudo compongono la *scala* Richter. È da sottolineare la differenza con («intensità», che descrive la forza di un terremoto sulla base degli effetti indotti; i valori di intensità costituiscono i gradi della *scala* Mercalli).

## 2.5 - La Terra inquieta

### Due tipi di crosta. La danza delle placche

I terremoti si generano essenzialmente nella litosfera terrestre, cioè nell'involucro solido più superficiale della Terra, costituito dalla crosta e dalla parte alta del mantello superiore. La litosfera, e in particolare la crosta, non è omogenea né per composizione né per spessore. Inoltre, essa è divisa in placche che si muovono, l'una rispetto all'altra, anche in funzione di queste disomogeneità. L'assetto litosferico, il suo spessore, il movimento delle placche e la geometria dei margini di ognuna di esse governano la formazione dei terremoti sulla Terra, la loro distribuzione e la profondità dei fuochi.

## 2.6 - Sismicità nel mondo -1

### Dorsali oceaniche e lacerazioni crostali

Il margine di due placche contigue può essere caratterizzato da un allontanamento relativo tra esse. Questo caso è esemplificato da aree quali la Dorsale medio-atlantica o la Rift Valley in Africa. Lungo questo tipo di margine di placca (estensionale) gli ipocentri si trovano a basse profondità. Il moto può anche essere di scorrimento in direzioni opposte, senza avvicinamento o allontanamento relativo delle placche (margine conservativo): è il caso della ben nota Faglia di San Andreas in California o della Faglia Anatolica in Turchia. Questo tipo di faglia è caratterizzato da superfici subverticali, e i terremoti possono essere relativamente più profondi di quelli connessi ai margini di placca estensionali.

## 2.7 - Sismicità nel mondo - 2

### Dove la crosta si consuma

Secondo la teoria della «Tettonica delle Placche», se lungo i margini di placca estensionali si ha continua formazione di nuova crosta, altrove essa dovrà essere consumata, poiché l'area della superficie terrestre è costante. Ciò accade lungo i margini di due placche in avvicinamento relativo. In tal caso, se ad esempio una delle due placche è costituita da crosta oceanica, più sottile e densa, e l'altra da crosta continentale, più *spessa e meno* densa, la prima andrà a incunarsi sotto la seconda scendendo nel mantello. Lungo questo cuneo in subduzione, rigido e relativamente più freddo, si generano numerosi terremoti fino a profondità che raggiungono circa 700 km.

## 2.8 - Sismicità nel mondo - 3

### La fucina delle catene montuose

I margini tra due placche sono, in alcuni casi, marcati dalla presenza di catene montuose; *anch'esse* sono sede di numerosi e forti terremoti. Un classico meccanismo per la formazione di una *carena* montuosa secondo la tettonica delle placche prevede la collisione di due placche formate da crosta continentale, come *accade* nelle Alpi e nell'Himalaya. Inoltre, i *terremoti* nelle catene montuose possono essere dovuti anche al fatto che la *catena*, *oltre certe* dimensioni, tende a riequilibrarsi sotto il suo stesso peso ad opera della forza di gravità.

## 2.9 -... e la Terra si spacca

### Lo studio geologico delle faglie sismogenetiche

A partire dal quadro geodinamico *generale* finora descritto, lo studio geologico di dettaglio di un'area interessata da terremoti prevede, innanzi tutto, la caratterizzazione del volume di roccia in cui i sismi si generano. Esso si trova a diversi chilometri di profondità e ospita un sistema di fratture lungo le quali avviene il rilascio di energia (faglie sismogenetiche). A volte queste faglie tagliano le rocce dall'ipocentro fino alla superficie terrestre: in tali casi lo studio geologico di superficie permette di caratterizzare la direzione e la pendenza del piano di faglia nonché la direzione, il verso e l'entità del movimento.

## 2.10 - Attenti al... luogo

### Vulnerabilità dell'ambiente fisico

Abbiamo visto che le onde sismiche si attenuano progressivamente man mano che si allontanano dall'ipocentro, e quindi dall'epicentro, del terremoto. Alcune condizioni geologiche superficiali, tuttavia, possono produrre amplificazioni locali dei parametri che descrivono il moto del suolo (accelerazione, velocità, spostamento, ecc.). Tali amplificazioni, che prendono il nome di «effetti di sito», possono, di conseguenza, produrre danni maggiori di quanto ci si aspetterebbe a quella distanza dall'epicentro e per una data magnitudo.

Un aumento del danno prodotto da un evento sismico in una località può anche dipendere dallo sviluppo di deformazioni del suolo indotte dal sisma stesso: un esempio tipico è dato dall'attivazione di frane o dalla liquefazione di alcuni tipi di terreno.

## 2.11 - Il terremoto in dodici gradi

### La scala Mercalli

La *scala* Mercalli introduce il problema della conoscenza e della caratterizzazione dei terremoti del passato. Di essi, infatti, non esistono misure strumentali e, di conseguenza, l'unico modo per definirne la forza è quello di valutare e classificare i danni prodotti, di cui *si* hanno resoconti nelle cronache storiche. La *scala* Mercalli, dunque, esprime l'intensità di un *terremoto* attraverso la valutazione degli effetti osservabili, non solo nell'area epicentrale, ma in tutta la regione colpita dal sisma; questo implica che essa non è applicabile, ad esempio, in zone desertiche (dove non esistono beni da danneggiare). Inoltre le diverse tipologie edilizie (edifici in muratura, in cemento armato, ecc.) *si* danneggiano in maniera *differente*, e di ciò *si* deve *tenere conto* nell'attribuzione dei valori di intensità.

## 2.12 - Dalle cronache al catalogo

### Le ricerche sismologiche storiche

Il primo passo per ricostruire gli effetti dei terremoti passati è quello di recuperare e interpretare le fonti storiche: *si* tratta di un lavoro delicato e complesso, che in Italia copre un lasso di tempo di oltre due millenni. Le fonti sono costituite dai documenti più disparati, scritti in varie lingue e con diverse finalità: relazioni, epistole, cronache, saggi, epigrafi, che vanno interpretati con i metodi della storiografia.

Alla fine del XIX secolo, queste ricerche ebbero un notevole impulso, mentre lo sviluppo tecnologico spinse i pionieri della sismologia a *cercare* una via «strumentale» allo studio dei terremoti.

### 2.13- I terremoti di un romantico

#### Osservazioni sismiche in Italia alla fine dell'800

Un esempio di attività di ricerca pionieristica nel campo della sismologia è data dall'opera di Adolfo Cànconi. Lo studioso italiano, oltre ad aver contribuito alla stesura di una delle versioni della scala Mercalli (detta MCS -Mercalli, Cancani, Sieberg) sviluppò numerose ricerche sullo studio del terremoto inteso come fenomeno fisico, mettendo tra l'altro a punto strumenti in grado di registrare il moto causato dalle onde sismiche e l'ora precisa del loro inizio.

### 2.14 - Di record in record

#### La costruzione del catalogo moderno

Nei calcoli di pericolosità è *necessario avere* una lista, per quanto possibile completa, dei terremoti che, nel *passato*, hanno colpito la *regione in esame*. Questa lista deve essere parametrica, cioè deve *caratterizzare* numericamente ogni evento sismico (coordinate epicentrali, intensità, data, ora, ecc.). Il passaggio dalla documentazione storiografica al dato parametrico di un catalogo moderno è un'operazione complessa e molto delicata. *Grosse difficoltà si incontrano* nel definire l'area epicentrale (spesso i dati disponibili sono pochi, le città e i paesi hanno cambiato nome, sono stati spostati o *non esistono più*), la data (*si pensi alle differenze fra* il Calendario Giuliano e quello Gregoriano, ad esempio), l'ora dell'evento e la durata (spesso quest'ultima viene espressa come durata di alcune preghiere). *Diversi sono* i cataloghi pubblicati per le diverse esigenze di utilizzo.

### 2.15 - Probabilità e certezze

#### Metodologie di studio della pericolosità

Dopo essere stati raccolti, tutti i dati *fisici*, geologici e *storici* vengono opportunamente trasformati in *valori* parametrici per essere poi elaborati, secondo diverse procedure di calcolo, al fine di *ottenere dei valori che esprimano* la pericolosità sismica di un'area. Anche se la procedura più auspicabile sarebbe quella *deterministica* (che permetterebbe di affermare che in una certa area, in un momento ben preciso, ci sarà un terremoto di magnitudo nota), molto raramente i dati disponibili sono sufficienti per realizzarla. Pertanto, di frequente lo studio delle pericolosità è di tipo statistico e *fornisce dei valori di probabilità sul verificarsi di* un evento con certe caratteristiche in una determinata area e per un definito lasso di tempo.

### 2.16 - L'Italia dei terremoti

#### Misura della pericolosità sismica di un'area

Il metodo statistico attualmente utilizzato per la realizzazione delle carte di pericolosità sismica in Italia è il cosiddetto «Metodo di Cornell», dal nome del suo ideatore. Attraverso questo metodo possono essere ricavate carte di pericolosità in funzione di diversi parametri e per differenti finestre temporali. Ad esempio, esse possono essere rappresentate in termini di intensità macrosismiche (valori della *scala* Mercalli) o di accelerazioni del suolo massime attese nelle prossime decine o *centinaia* di anni. I valori così ottenuti condizionano la progettazione di nuovi edifici e infrastrutture, o il miglioramento di quelli già esistenti. In funzione della durata preventivata, queste strutture *saranno* progettate per resistere a sismi previsti per lo stesso lasso di tempo; infatti, finestre temporali più ampie prendono in considerazione eventi sismici più rari ma di maggiore entità.

## 3 - VULNERABILITÀ

### 3.1 - Vulnerabilità

La vulnerabilità è il secondo parametro che entra in gioco nelle stime di rischio. Essa esprime la propensione che edifici e infrastrutture hanno a subire un danno in occasione di un evento sismico. Di fatto, dunque, con la vulnerabilità si passa a considerare l'impatto dell'evento naturale sull'uomo e sulle sue opere. Alcuni dei temi affrontati negli studi di vulnerabilità concernono la definizione di quanto e in quali condizioni una struttura sia vulnerabile, in funzione delle caratteristiche del sisma da cui è investita; altri riguardano gli accorgimenti e le tecniche da adottare per ridurre la vulnerabilità.

### 3.2 - Casa forte casa

#### Tipologie costruttive degli edifici

Il comportamento di un edificio durante un terremoto dipende principalmente dai materiali da costruzione e dal sistema costruttivo. Sulla base di tali caratteristiche gli edifici possono essere classificati in due gruppi. Nel primo, la funzione portante verticale e quelle di distribuzione degli spazi e di separazione dell'interno dall'esterno sono svolte dagli *stessi* elementi della costruzione: sono le costruzioni a «muri portanti», che possono essere realizzate in muratura o in cemento armato.

Nel secondo gruppo la funzione statica è affidata a «travi e pilastri» (in cemento armato o in acciaio), che costituiscono lo scheletro portante. La funzione distributiva e l'isolamento degli ambienti avviene, invece, per mezzo di pareti interne ed esterne, dette «tamponature», che in questo caso non hanno funzione portante. Per entrambi i gruppi la funzione portante orizzontale è affidata ai «solai».

### 3.3 - *Capanna o bunker?*

#### Vulnerabilità delle costruzioni

Il danno che una costruzione vulnerabile subisce in occasione di un evento sismico può essere di diverso tipo: ad esempio apparente (dato da ciò che appare, che si vede: lesioni, ad esempio) o meccanico (misura degli spostamenti, variazione del periodo di oscillazione, ...). Esso può, nella maggior parte dei casi, essere ricavato da un'osservazione diretta della costruzione considerata. Quando, invece, si deve stabilire la vulnerabilità di una costruzione non ancora colpita da un terremoto, le tecniche sono varie e prevedono l'uso di modelli analogici o digitali della struttura in esame, o lo studio di fattori di vulnerabilità di cui sono note le caratteristiche e che possono essere riconosciuti nella costruzione.

### 3.4 - *Crepe e crolli*

#### Come si comportano e si danneggiano le costruzioni

Ma perché un edificio, sottoposto all'azione di un terremoto, si danneggia? Il motivo è che gli edifici costruiti senza seguire norme antisismiche sono progettati per resistere a forze statiche verticali; «statico», in particolare, significa che non varia nel tempo. Un esempio di questo tipo di forza è la gravità. Quindi, un edificio è progettato per non crollare sotto il proprio peso e sotto il peso di ulteriori carichi che potrà ospitare temporaneamente o stabilmente (serbatoi per l'acqua, mobili, persone, ecc.). Quando si verifica un terremoto, le onde sismiche sottopongono gli edifici a forze dinamiche orizzontali: «dinamiche» significa che variano nel tempo (inducendo delle oscillazioni), «orizzontali» indica che tali forze agiscono spingendo sulle pareti dell'edificio, normalmente non progettate per resistere a tali spinte. Il danno dipenderà, ovviamente, dalla forza del terremoto e dalle modalità con cui gli edifici sono stati costruiti.

### 3.5 - *Case in movimento*

#### Comportamento teorico e sperimentazione

Il comportamento delle strutture durante un evento sismico viene analizzato sia mediante lo sviluppo di modelli teorici che attraverso studi a carattere sperimentale; entrambi mirano a identificare alcuni aspetti caratteristici delle strutture. In sintesi, essi sono riconducibili al fatto che una struttura, interessata da onde con certe frequenze, ampiezze, ecc. (quali quelle di un terremoto, ma anche del vento, ad esempio), reagisce vibrando in modo non casuale. Infatti, esistono alcune frequenze per le quali le vibrazioni con cui un edificio risponde all'onda da cui è sollecitato sono molto accentuate: sono le «frequenze di risonanza» della struttura. Se queste frequenze sono particolarmente pronunciate in un terremoto che investe la struttura, quest'ultima entrerà facilmente in risonanza, danneggiandosi di conseguenza.

### 3.6-1 «bodyguard» delle case

#### Sistemi di protezione attiva e passiva degli edifici

La conoscenza delle *frequenze* di risonanza di una struttura e del contenuto in *frequenze* dei sismi che caratterizzano la regione in cui essa si trova sono gli elementi di base per ridurre la vulnerabilità della struttura stessa. Infatti, se le frequenze di risonanza di un edificio sono le stesse che più caratterizzano i possibili terremoti di *interesse*, ci si dovranno aspettare ingenti danni e, quindi, si *cercherà* di operare per ridurli. Se l'edificio è ancora in fase di progettazione, esso potrà, ad esempio, essere modificato in modo da *variare* le *frequenze* di *risonanza*. Se, invece, l'edificio è già costruito, si adotteranno dei sistemi di protezione volti a dissipare l'energia sismica, a isolare l'edificio dal terreno, ecc.

### 3.7 - La casa degli Italiani

#### Analisi di vulnerabilità a scala nazionale

Per quanto il concetto di vulnerabilità sia strettamente legato ai singoli edifici, esso viene anche sviluppato in modo estensivo secondo un approccio di tipo statistico. In tale quadro sono state messe a punto delle metodologie per l'acquisizione speditiva di dati di base, tali da permettere una valutazione accettabile della distribuzione sull'intero territorio nazionale delle varie tipologie edilizie. *Ciascuna* di queste tipologie è caratterizzata da determinati valori di vulnerabilità. Si giunge, così, a una valutazione della vulnerabilità a *scala* nazionale; essa, integrata alle mappe di pericolosità, *concorre* alla definizione a tale *scala* delle mappe di rischio sismico.

## 4 - ESPOSIZIONE

### 4.1 - Esposizione

L'esposizione esprime il valore dei beni esposti a un terremoto. Questi sono di vario *genere*: *i primi a cui* pensiamo sono le vite umane, in termini di vittime, feriti e senza tetto. *Ci sono, poi, i beni* economici, quali il valore degli edifici, ma anche delle attività produttive (industrie, turismo, ...). Esiste inoltre l'esposizione del patrimonio storico artistico, data dal valore delle opere d'arte che possono subire un danno (crollo di chiese, incendi di archivi, ...). Oltre che le singole strutture, l'esposizione riguarda infine anche i centri urbani nel loro complesso, comprese le infrastrutture e il valore intrinseco del tessuto urbano stesso.

#### 4.2 - Oggetti di valore

Esposizione: la città e la sua struttura

E' molto interessante vedere quanti e quali sono i beni e le attività esposti al pericolo sismico: da una parte le attività agricole e industriali, nonché le infrastrutture (che consentono il commercio e gli scambi), condizionano in modo significativo la produttività di un'area; dall'altra il patrimonio storico e i beni artistici, dato l'elevato valore intrinseco, aumentano l'esposizione della zona che li ospita. In Italia, inoltre, il patrimonio storico e quello artistico alimentano le attività turistiche, e ciò ne amplifica l'esposizione, perché il loro danneggiamento induce delle perdite anche nella produttività dell'area.

#### 4.3 - Persone di valore

Esposizione: come sono coinvolte le vite umane

Una stima relativamente precisa dell'esposizione della popolazione deve tenere conto non solo del semplice numero di individui coinvolti nel sisma, ma anche delle caratteristiche di tale popolazione e dell'ambiente in cui essa si trova al momento dell'evento. La relazione tra l'esposizione delle vite umane e la vulnerabilità appare in tutta la sua complessità e, come vedremo più avanti, rende notevolmente diverso il numero di vittime in terremoti di uguale magnitudo. Si ricorda che il numero di vittime è spesso accresciuto da eventi calamitosi indotti dal terremoto, come ad esempio gli incendi.

## 5 - RISCHIO

#### 5.1 - Rischio

Il rischio, sia come concetto generale che applicato più strettamente ai terremoti, esprime la probabilità che, a seguito di un evento (pericolosità), si verifichino dei danni (vulnerabilità) sui beni esposti (esposizione), determinando delle perdite. Tale probabilità viene calcolata per un certo intervallo di tempo in una determinata area. Vediamo ora di approfondire questi concetti.

## 5.2 - *Rischio!!!*

### Concetti generali

I caratteri della pericolosità, vulnerabilità ed esposizione variano in funzione del *rischio* che si considera, ad esempio: terremoto, incidente stradale, incendio. In tutti e tre i *casi* si individua una pericolosità, direttamente *connessa* alla probabilità che l'evento *si* verifichi. *Si* riconosce, poi, una vulnerabilità (nell'incidente automobilistico, è *condizionale* dalla robustezza del veicolo o dalla presenza di dispositivi di protezione, come nel terremoto è condizionata dalla qualità degli edifici o dalla presenza, anche *in* questo caso, di dispositivi di protezione) e una esposizione, che in un incidente stradale sarà data, ad esempio, non solo dal valore del veicolo che subisce il danno, ma anche dal numero *di* individui presenti nell'abitacolo e, di conseguenza, coinvolti nell'incidente.

## 5.3 - *Casa mia, casa mia ...*

### Rischio sismico del patrimonio abitativo

Tutti gli studi sinora presentati hanno condotto alla realizzazione di carte del *rischio sismico per* il territorio italiano. In esse vengono elaborate insieme, con le semplificazioni *necessarie* lavorando a *scala* nazionale, tutte le informazioni a nostra disposizione sulla sismicità in Italia, sulle caratteristiche del patrimonio abitativo e sulla popolazione; molti tra questi ultimi dati provengono da fonti Istat.

Le carte del *rischio sismico* esprimono una stima delle perdite annue attese, per evento *sismico*, *in* tutti i comuni; queste perdite *si riferiscono sia ai beni* economici, *in* particolare al patrimonio abitativo, *sia* alla popolazione residente, in termini di vite umane.

## 6 - EMERGENZA

### 6.1 - *Emergenza*

Il quadro di conoscenze *sinora* descritto ha delle forti ricadute *in* tema di prevenzione a lungo termine, consentendo di ridurre, *in* prospettiva, le difficoltà che *s'incontrano in fase di emergenza*. *L'emergenza, però, è governata da* una serie di norme gestionali e di fasi di attività proprie che servono a limitare al massimo i disagi che caratterizzano i primi momenti *successivi* al verificarsi di un terremoto. Vediamo *ora* alcuni aspetti particolarmente importanti in questo contesto.

## 6.2 - Arrivano i nostri - 1

### Come scatta la macchina dell'emergenza

Al verificarsi di un forte terremoto, le attività *connesse* alla condizione di emergenza si sviluppano parallelamente sia a livello centrale che a livello locale. A livello centrale la segnalazione dell'evento sismico arriva dalla rete sismica nazionale (gestita dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia), che opera un monitoraggio continuo dell'intero territorio. Sulla base di questa segnalazione entrano in azione: la Protezione Civile, il Servizio Sismico Nazionale, il Gruppo Nazionale di Difesa dai Terremoti del CNR e i Vigili del Fuoco. Le caratteristiche del terremoto (coordinate geografiche, magnitudo) fornite dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, permettono al Servizio Sismico Nazionale di sviluppare degli «scenari di danno», cioè delle ipotesi verosimili sul numero di vittime, di senzatetto, di crolli, ecc. Sulla base di queste indicazioni preliminari, prima di qualsiasi verifica sul terreno, la Protezione Civile è in grado di predisporre in tempi estremamente brevi l'invio ragionato dei primi soccorsi (quantità appropriata di viveri e tende, squadre di Vigili del Fuoco, ecc.).

## 6.3 - Arrivano i nostri - 2

### I soccorsi alle popolazioni disastrose

Contemporaneamente, nell'area investita dal sisma si attivano le Autorità locali di Protezione Civile, *in primis* il Sindaco. Quest'ultimo, nel territorio di sua competenza, gestisce le attività delle forze dell'ordine, del volontariato, degli organi sanitari, ecc. Tutto questo, però, avviene secondo regole generali stabilite a livello nazionale dalla Protezione Civile. In tal modo si può ottenere un coordinamento ottimale tra le attività locali di gestione dell'emergenza e i soccorsi che progressivamente giungono dalle altre parti del territorio nazionale.

## 6.4 - Posso rientrare in casa?

### Agibilità degli edifici

Un notevole contributo tecnico è fornito dalle squadre di esperti: ingegneri, architetti e geologi che effettuano continue campagne di rilievi al fine di stabilire se gli edifici, le infrastrutture (ponti, gallerie, ecc.) e alcuni aspetti del territorio (*aree in frana, pareti di roccia, ecc.*) siano o meno pericolosi per la popolazione. Una delle attività squisitamente tecniche che vengono svolte durante l'emergenza è la valutazione dell'agibilità degli edifici. Esiste una sostanziale differenza tra danno e agibilità: infatti un edificio può essere inagibile perché, pur presentando danni assolutamente lievi, non garantisce l'incolumità degli abitanti (ad esempio per il distacco di intonaci, o per il rischio di incendi legato a malfunzionamento dell'impianto elettrico). È importante stabilire quali e quanti edifici sono inagibili dopo un evento sismico, perché ne consegue il numero di tende e *container* da predisporre.

### 7.1 - Prevenzione

La prevenzione rispetto al rischio sismico *si* concretizza in una serie di azioni da compiere e di informazioni da acquisire in periodo di normalità, che consentano di ridurre i danni di un terremoto e di produrre un'efficace risposta durante l'emergenza. Ad esempio, gli studi volti a migliorare la qualità degli edifici e le norme che derivano dai risultati conseguiti con tali studi riducono i valori di vulnerabilità. L'informazione alla popolazione sulle caratteristiche e sul significato della sismicità del territorio e l'educazione ai comportamenti da adottarsi durante e subito dopo un sisma riducono, invece, i valori di esposizione.

### 7.2 - Questione di educazione

Prevenzione e riduzione del rischio sismico

La prevenzione rispetto al rischio sismico si fonda essenzialmente su: 1) le norme legislative che lo Stato e le Regioni predispongono per l'edilizia, al fine di ridurre la vulnerabilità delle strutture (patrimonio abitativo, ma anche strutture e infrastrutture particolari: ponti, centrali elettriche, ospedali, ecc.). Esse si basano su documenti tecnico-scientifici, quali la Carta della Classificazione sismica dei Comuni; 2) la diffusione delle regole di comportamento che la popolazione deve adottare in *occasione* di eventi *sismici*; 3) la formazione e l'informazione, affinché in ogni cittadino *cresca* la consapevolezza sul terremoto e sulle relazioni tra questo, il territorio e la vita di ciascuno di noi. La predisposizione di piani di prevenzione e di emergenza favorisce una corretta gestione della fase di emergenza.

### 7.3 -100 anni di terremoti

La storia della classificazione sismica

In quest'ultimo secolo, lo Stato italiano ha affrontato il problema della riduzione degli effetti di un terremoto attraverso la classificazione sismica del territorio nazionale e l'applicazione di specifiche norme tecniche per le costruzioni. Ripercorrendo dagli inizi la storia della classificazione risulta evidente come, per lungo tempo, i comuni *siano* stati classificati in seguito al verificarsi di un evento *sismico*, con una logica dunque di indennizzo e sovvenzione. L'attuale filosofia, invece, è volta alla prevenzione e, di conseguenza, tiene conto di tutti gli studi disponibili sulla sismicità della nostra penisola. Sono, pertanto, considerate sismiche anche zone che di recente non hanno subito forti terremoti, ma che in passato sono state interessate con certezza da eventi importanti.

#### *7.4 - Sapersi comportare*

Cosa fare e non fare in caso di terremoto

In caso di terremoto ci sono alcune regole, poche ma essenziali, che ciascuno di noi deve conoscere per salvaguardare la propria vita. La sicurezza dipende certamente dalla *casa* in cui si abita, tuttavia è importante, durante una *scossa*, mantenere la calma e seguire delle norme corrette di comportamento.

## 8 - LA SISMICITÀ IN ITALIA, NEL MONDO, IN ALTRI PIANETI

### *8.1 - Terremoti in Italia, nel mondo, in altri pianeti*

A completamento di quanto visto sinora, ecco una carrellata di documenti riguardanti la sismicità sia del nostro Paese, sia dell'intero Pianeta, sia infine di altri pianeti del Sistema solare.

## 8.2 - *Da Casamicciola a Messina*

I maggiori terremoti dell'ultimo secolo (1)

I terremoti di Casamicciola (Isola d'Ischia) del 28 luglio 1883 e di Reggio Calabria e Messina del 28 dicembre 1908 rappresentano entrambi momenti fondamentali per lo sviluppo dell'azione di prevenzione dei *danni* provocati da un evento sismico. Nel 1883 la località di Casamicciola viene distrutta da una scossa del IX grado Mercalli. Lo Stato unitario, nato nel 1860, si trova ad affrontare la prima grave catastrofe sismica. Vengono emanate le prime norme da applicarsi per le costruzioni in zona sismica, ma bisognerà aspettare il terremoto disastroso (XI grado Mercalli, circa 90.000 vittime) di Reggio Calabria e Messina perché venga emanata la prima normativa sismica da applicarsi all'intero territorio nazionale.

### 8.3 - 1915: L'Italia su due fronti

#### I maggiori terremoti dell'ultimo secolo (2)

Alla vigilia dell'ingresso nella Prima Guerra Mondiale, la Morsica viene colpita da uno degli eventi più forti della storia sismica italiana. La scossa del 13 gennaio 1915 viene avvertita dal Veneto alla Calabria; una vasta porzione dell'Italia centrale subisce danni. Il terremoto provoca *danni anche* nella città di Roma, riferibili al VII grado della *scala* Mercalli. Il numero delle vittime e dei centri abitati distrutti è enorme; Avezzano è praticamente cancellata. L'impegno bellico, nonostante le dimensioni del disastro, renderà difficile la ricostruzione e in breve il terremoto verrà dimenticato.

### 8.4 - 1930-1980, la storia si ripete

#### I maggiori terremoti dell'ultimo secolo (3)

«Irpinia, terra condannata dal destino ad essere rapinata di tutto, di terre, di acque, di tradizioni e di glorie», affermava un anonimo cronista all'indomani del terremoto del 23 luglio 1930, un evento sismico con epicentro in terra irpina ma che, per i danni prodotti ai centri abitati posti ai piedi del Monte Vulture (antico vulcano), venne all'epoca denominato terremoto del Vulture. Negli anni '20 c'erano già scienziati che sostenevano: «E assicurato che le scosse di terremoto preferiscono sempre le stesse regioni; in questi posti vi sono punti in cui le scosse si presentano con gli stessi caratteri di intensità e di effetti». Il 23 novembre 1980 l'Irpinia viene interessata dal più forte terremoto avvenuto in Italia negli ultimi decenni, terremoto purtroppo passato alla storia per la pessima gestione della ricostruzione.

### 8.5 - Da sud a nord...

#### I maggiori terremoti dell'ultimo secolo (4)

Aree geografiche in punti lontani e opposti della penisola, distanti geograficamente ma anche per *caratteri* economici, storici e culturali. E, tuttavia, unite da uno stesso problema: il terremoto. *Gli eventi sismici* dei 16 gennaio 1968 del Belice (Sicilia occidentale) e del 6 maggio 1976 del Friuli, al di là dei danni e delle vittime - purtroppo molte - sono emblematici di una diversa gestione del dopo-terremoto. Nel Belice, terra storicamente povera, a tradizione contadina, la ricostruzione porta viadotti, superstrade, scelte urbanistiche innovative ma lontane dalle caratteristiche del contesto sociale e culturale dell'area. Diversa la scelta in Friuli, dove viene fortemente sostenuto il recupero -dei centri storici per evitare lo sradicamento delle popolazioni colpite, salvaguardando il tessuto sociale, economico, ma anche culturale del territorio. Una ricostruzione avvenuta con successo.

### 8.6 - Voltaire, Hollywood, ecc.

#### I maggiori terremoti nel mondo (1)

Cosa hanno in comune terremoti avvenuti in epoche e in aree geografiche diverse? Sia il terremoto di Lisbona del 1755 - uno dei più forti che la storia ricordi - che il terremoto di San Francisco del 1906 e dell'Alaska del 1964, oltre ad avere avuto un forte impatto emotivo e avere stimolato in qualche caso l'estro creativo di scrittori come Voltaire, consentono di descrivere importanti effetti indotti da una *scossa sismica*, effetti che in qualche caso provocano più danni della scossa stessa. Nel 1755 un'onda di maremoto completò la distruzione della città di Lisbona e venne osservata anche nel porto di Londra. Nel 1906 la città di San Francisco fu completamente rasa al suolo da un incendio che durò per circa una settimana, mentre in Alaska, nel 1964, alcune zone della città di Anchorage subirono vistosi e impressionanti fenomeni di dissesto del terreno, con lo scivolamento di intere colline verso il mare.

### 8.7 - Magnitudo simili...

#### I maggiori terremoti nel mondo (2)

Messico, Armenia, Giappone, terremoti di magnitudo e quindi energia simile, con conseguenze molto diverse. In Messico, nel 1985, i gravi danni osservati nella capitale, Città del Messico, furono dovuti in larga misura a un effetto di amplificazione delle onde sismiche causato dai terreni di fondazione degli edifici. In Armenia, nel 1988, le caratteristiche degli insediamenti, la povertà dei materiali usati per le costruzioni e la scarsa preparazione ad affrontare un'emergenza sismica provocarono danni e vittime in numero enorme. Il Giappone, in occasione del terremoto di Kobe del 17 gennaio 1995, subì danni molto gravi. Non è in discussione il modello di prevenzione dal rischio sismico adottato in Giappone, ma certamente questo evento ha evidenziato alcuni limiti della normativa antisismica dando spunto a riflessioni e discussioni sul tema.

### 8.8 - Terremoti spaziali (1)

#### L'attività sismica dei pianeti vicini

Affrontando l'osservazione di alcuni tra i vari corpi del Sistema solare (che comprendono anche la Terra), vediamo quali sono le principali cause riconosciute di attività sismica.

Una prima *causa* è data dall'attività endogena, come visto ben nota sulla Terra. Su altri corpi terrestri, specie con diverse caratteristiche atmosferiche, gli impatti cosmici divengono anch'essi una *causa* rilevante, e di certo lo sono stati nel passato. Una terza *causa* viene riconosciuta nelle forze di marea, ad esempio quelle, considerevoli, che la Terra esercita sulla Luna o che Giove esercita sui suoi satelliti. Infine, così come accade per la Terra, anche su altri corpi celesti l'attività vulcanica è accompagnata da sismi.

### 8.9 - Terremoti spaziali (2)

La Luna: onde sismiche e montagne

I numerosi crateri che la Luna mostra sulla sua superficie sono la testimonianza dei violenti impatti che essa ha subito, *in* passato, a opera di meteoriti e pianetini. Le dimensioni dei crateri fanno ipotizzare per questi corpi un diametro che *andava* dalle decine alle centinaia di chilometri. La distribuzione dei «mari» e di risalite magmatiche dal profondo, ormai solidificate, descrivono la forte attività ignea che, in passato, ha avuto sede sulla Luna. Entrambi questi aspetti *ci* suggeriscono quanto intensa debba essere stata l'attività sismica lunare in epoche passate della sua storia evolutiva.

### 8.10 - Terremoti spaziali (3)

Sismometri sulla Luna

Esistono, però, anche testimonianze dirette dell'attuale sismicità della Luna. Infatti, durante le spedizioni Apollo è stata installata una rete di sismometri; essi hanno la funzione di registrare sia eventi sismici naturali che prodotti artificialmente, anche con lo scopo di investigare la struttura interna *di* questo corpo celeste. I risultati sono stati interessanti, *perché* numerosi sono i *sismi* individuati, non casuale la loro distribuzione e ancora non del tutto chiarite le cause.

### 8.11 - Forse tutti sanno che ...

Risposte della scienza alle convinzioni popolari

Alcune credenze popolari sul terremoto, malgrado siano esse prive di ogni fondamento scientifico, trovano ancora oggi seguito tra la popolazione e spazio nei *mass-media*. Eccone una breve rassegna, che comprende anche quei *cas*i in cui alcuni aspetti scientificamente corretti vengono mal interpretati e portano, quindi, a conclusioni errate.

### Indicazioni bibliografiche e fonti delle illustrazioni

Le immagini dei corpi planetari sono state ricavate da materiale NASA (pubblicazioni, immagini su Internet o distribuite tramite agenzie, ecc.): le altre illustrazioni sono state tratte da alcuni testi e riviste di Astronomia e di Scienze della Terra.

Numerose fotografie sono state tratte da Internet; alcune immagini e *clip-art* utilizzate sono rese pubbliche gratuitamente dalla Microsoft e dalla Hewlett Packard, che si ringraziano sentitamente.

Carte e sezioni geologiche, schemi, grafici e illustrazioni sono stati in parte appositamente realizzati o adattati in base a numerose pubblicazioni, *m parte* derivano direttamente da pubblicazioni scientifiche o a carattere divulgativo, facilmente reperibili. Tra gli altri, sono risultati di notevole aiuto i testi e le riviste che seguono.

AA.VV. (1982) - *Enciclopedia delle Scienze Cambridge: Scienze della Terra*. Laterza.

AA.VV. (1984) - *Pianeta Terra. I vulcani*. Gruppo Mondadori Editore, 176 p.

AA.VV. (1998) - *Alla scoperta del Pianeta terra. I terremoti*. Hobby A Work.

ACCORDI B., LUPA PALMIERI E. A PAROTTO M. (1993) - *Il globo terrestre e la sua evoluzione*. Zanichelli. 520 p.

ACCORDI G., CARBONE F., CIVITELLI G., CORDA L., DE RITA D., ESU D., FUNICIELLO R., KOTSAKIS T., MARIOTTI G. A SPOSATO A. (1986) - *Note illustrative alla Carta delle litofacies del Lazio-Abruzzo ed aree limitrofe*. Quaderni de «La Ricerca scientifica», 114, 5. 223 p.

BALLARD R.D. (1988) - *Alla scoperta del pianeta Terra*. National Geographic Society. Touring Club Italiano. 365 p.

BOLT B.A. (1990) - *L'interno della Terra. Come i terremoti ne rivelano la struttura*. Zanichelli. 207

P-BROWN B. A MORGAN L. (1989) - *Il grande pianeta*. De Agostini, Novara.

COSENTINO D., PAROTTO M. A PRATURLON A. (1993) - *Guide geologiche regionali. Lazio*. BE-MA. 368

P-GEOL&ICAL MUSEUAA DI LONDRA ed. (1980) - *La storia della Terra*. Zanichelli.

GEOLOGICAL MUSEUM DI LONDRA ed. (1984) - *Moon, Mars and Meteorites*. British Geological Survey, Londra. GUEST J. E. A GREELY R. (1979) - *La geologia della Luna*. Newton Compton. LEW M. A

SALVADORI M. (1997) - *Why the Earth Quakes*. Norton A Co. 215 p. MOSCIATTI A. ed. (1997) - *Mi tremava anche il sogno*. Edizioni Scientifiche Magi. 99 p. MOTTANA A., CRESPI R. A LIBORIO G. (1985) - *Minerali e rocce*. Mondadori. 607 p. PARFIT M. A RICHARDSON J. (1998) - *Vivere con le calamità naturali*. National Geographic Italia. Voi.

2, n. 1, 2-39. TARBUCK E. S., LUTH&ENS F. K. A Tozzi M. (1995) - *Scienze della Terra*. Principato.

VAN ROSE S. (1983) - *Earthquakes: Geological Museum*. 36 p. VAN ROSE S. A MUSSON R. (1997) - *Earthquakes. Our trembling planet*. British Geological Survey.

72 p.

### Cataloghi

CNR-PFG (1985) - *Catalogo dei terremoti italiani dall'anno 1000 al 1980*. A cura di D. POSTPISCHL.

Quaderni de «La Ricerca Scientifica», CNR-PFG, n. 114. CNR-GNDT (1996) - NT4.1. *Un catalogo parametrico dei terremoti di area italiana al di sopra della soglia del danno*. A cura di R. CAMASSI A M. STUCCHI. 66 p.

ING-SGA (1997) - *Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 a.C. al 1990*. A cura di E. BOSCHI, E. GUIDOBONI, G. FERRARI, G. VALENSISE & P. GASPERINI. 2 volumi. Gruppo di Lavoro CPTI (1999) - *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani*. ING, GNDT, SGA, SSN, Bologna, 1999. 92 p.

Altri riferimenti bibliografici sono riportati direttamente sui poster che ne contengono la citazione.

## Il Servizio Sismico Nazionale

Il Servizio Sismico Nazionale (SSN) è un organo dello Stato la cui attività è parte integrante delle competenze affidate alla Protezione Civile.

*I compiti istituzionali affidati al SSN con il D.P.R. n. 106/93 sono:*

- raccolta sistematica, in occasione di eventi sismici, di tutte le informazioni di carattere macrosismico;
- raccolta di informazioni inerenti la sismicità storica del territorio nazionale. Studio della propagazione delle onde sismiche in relazione alla natura geologica e geotecnica dei terreni;
- studio degli effetti dei sismi sui manufatti e studi teorico-sperimentali sui materiali, gli elementi costruttivi e le tecnologie delle costruzioni da realizzarsi in zona sismica, nonché le tecniche di intervento sulle costruzioni esistenti;
- studio e definizione di metodi per la valutazione della pericolosità sismica del territorio, con particolare riguardo ai criteri di macrozonazione e di microzonazione;
- studio di metodi per la definizione e il rilievo della vulnerabilità sismica del patrimonio edilizio costruito;
- studio di metodi per la valutazione del rischio sismico, nonché di criteri, strategie e priorità per interventi finalizzati alla sua riduzione;
- formulazione di proposte al Ministero dei Lavori Pubblici per la definizione e/o l'aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni e per la classificazione, nonché dei criteri per l'acquisizione degli elementi necessari per la prevenzione del rischio sismico;
- attività di informazione ed educazione nel settore, nonché di formazione e aggiornamento rivolta ai tecnici operanti nel settore stesso.

I tecnici di cui il SSN si compone ricoprono tutte le professionalità necessarie all'adempimento dei compiti istituzionali: fisici, geologi, storici, architetti, ingegneri, statistici, esperti di sistemi informativi.

Le principali attività che vengono attualmente sviluppate dal SSN, anche in collaborazione con Istituti di ricerca, Università ed Enti, sono illustrate qui di seguito.

### *Monitoraggio del territorio*

La funzione di monitoraggio sismico del territorio nazionale è sviluppata a diverse scale dal SSN. Il Servizio ha infatti affrontato e avviato a soluzione il problema del monitoraggio sismo-metrico a *scala* locale, operando sistematici censimenti delle reti presenti sul territorio nazionale e predisponendo criteri, metodi e standard per l'acquisizione, il processamento, l'archiviazione e la diffusione dei dati.

Inoltre, il Servizio ha acquisito dal 1997 la rete ENEL di monitoraggio accelerometrico (Rete Accelerometrica Nazionale, RAN). Questa rete è costituita da 250 postazioni distribuite su tutto il territorio nazionale; il SSN provvede all'acquisizione, al processamento e alla diffusione dei dati provenienti dalla RAN e all'ammodernamento e potenziamento della rete stessa.

### *Valutazione del rischio sismico*

Il SSN sviluppa iniziative volte a una migliore definizione delle metodologie per la valutazione del rischio sismico sull'intero territorio nazionale, impegnandosi nella restituzione di un aggiornato quadro di sintesi a *scala* nazionale e in alcuni approfondimenti metodologici a scala di dettaglio. Queste attività rappresentano un presupposto essenziale per qualsiasi intervento di riduzione del rischio e riguardano principalmente:

- individuazione e studio delle strutture sismogenetiche;
- aggiornamento dei cataloghi di terremoti storici e strumentali;
- aggiornamento di mappe per la valutazione probabilistica della pericolosità sismica, sviluppate con metodologie convenzionali e innovative;
- valutazione a *scala* nazionale degli effetti di amplificazione del moto del terreno legati a condizioni geologico-morfologiche locali;
- valutazione della vulnerabilità del patrimonio edilizio abitativo;
- valutazione della vulnerabilità degli edifici aventi caratteristiche strategiche, ai fini di protezione civile;
- valutazione della vulnerabilità dei sistemi a rete e delle «lifelines»;
- studi sulla correlazione tra moto del terreno e danni agli edifici;
- elaborazione di mappe e di scenari di rischio a *scala* nazionale e locale.

### *Prevenzione e riduzione del rischio sismico*

L'attività di prevenzione e riduzione del rischio sismico svolta dal SSN si concentra su:

- produzione e diffusione di dati relativi al comportamento sismico di costruzioni esistenti e messa a punto di proposte per l'aggiornamento della normativa tecnica; sperimentazione e messa a punto di nuove tecniche, a costi contenuti, per il miglioramento e l'adeguamento antisismico delle strutture. Lo scopo è quello di sviluppare le conoscenze volte alla riduzione della vulnerabilità degli edifici già esistenti, oltre che per una corretta progettazione degli edifici di nuova costruzione, e di contribuire a una più avanzata stesura di norme legislative statali e regionali in questo settore;
- informazione e formazione della popolazione (campagne informative sul terremoto e sulle norme di comportamento da adottarsi in occasione di un evento sismico; predisposizione di audiovisivi e di strumenti informativi e didattici; corsi di aggiornamento per gli insegnanti);
- formazione di tecnici della Pubblica Amministrazione e di professionisti che operano in campo sismico.

### *Gestione dell'emergenza sismica e pronto intervento*

Il SSN è una struttura operativa e propositiva di cui la Protezione Civile si avvale anche ai fini della predisposizione dei piani di emergenza sismica. In particolare, il SSN fornisce strumenti, metodologie e banche dati in grado di concorrere alla soluzione dei problemi della gestione dell'emergenza, nonché all'elaborazione di scenari necessari per la predisposizione dei piani di emergenza.

Inoltre, il Servizio ha predisposto un'attività di pronto intervento post-terremoto con finalità di studio, rilievo e documentazione, che viene attuata, sulla base di uno specifico protocollo concordato con la Protezione Civile, ogni qualvolta si verifichi un evento di magnitudo maggiore o uguale a 5, o comunque a seguito di specifica richiesta. La prima operazione che viene effettuata è l'avvio della procedura automatica di elaborazione di un «Rapporto preliminare» presso il Centro di elaborazione dati del SSN. Il rapporto, predisposto entro 30 minuti dalla comunicazione dei parametri del terremoto da parte dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, viene invia-

to alla Protezione Civile e al Ministero degli Interni e contiene una sintesi di dati ed estratti cartografici riguardanti l'area epicentrale.

È stato inoltre predisposto un sistema di reperibilità dei tecnici anche durante l'orario notturno e nei giorni festivi. L'allertamento del funzionario *In* reperibilità *avviene* quando l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia comunica alla Protezione Civile il *verificarsi* di un evento di magnitudo superiore alla soglia prefissata. Entro 12 ore, una prima squadra di *tecnici viene Inviata* sul posto con il compito di fornire alla Protezione Civile e al Ministero degli Interni un quadro sui *danni* verificatisi.

Il SSN, *Infine, Insieme* al Gruppo Nazionale per la Difesa *dal* Terremoti, collabora alla gestione e organizzazione delle attività di rilevamento dei danni e dell'agibilità degli edifici nell'ambito dei «Centri Operativi Misti» (CO/M), *che* vengono istituiti a livello provinciale e comunale in seguito al verificarsi di un evento calamitoso. In tal senso, in seguito alla vasta esperienza acquisita in *occasione dei* terremoti di Umbria e Marche (settembre 1997) e Lagonegro (settembre 1998), è stato predisposto dal SSN un apposito «Manuale per la gestione dell'attività *tecnica nel COM*».

### *Sistema Informativo*

Il Sistema Informativo del Servizio Sismico Nazionale (SI/SSN) rappresenta un punto centrale dell'attività conoscitiva svolta dal SSN e costituisce la base informativa indispensabile per l'approccio alla valutazione del rischio sismico in ambito nazionale. L'informazione complessivamente disponibile all'interno del SI/SSN è strutturata *In* diversi ambiti tematici, disponibili sotto la forma sia di basi-dati cartografiche georeferenziate che di dati alfanumerici.

## Alcuni indirizzi Internet utili

### In Italia:

Servizio Sismico Nazionale:	<a href="http://www.dstn.it/ssn/">http://www.dstn.it/ssn/</a>
Protezione Civile:	<a href="http://www.protezionecivile.it">http://www.protezionecivile.it</a>
Consiglio Nazionale delle Ricerche:	<a href="http://www.cnr.it">http://www.cnr.it</a>
Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti:	<a href="http://emidius.itim.mi.cnr.it/GNDT/">http://emidius.itim.mi.cnr.it/GNDT/</a>
Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche:	<a href="http://www.gndci.pg.cnr.it">http://www.gndci.pg.cnr.it</a>
Gruppo Nazionale per la Vulcanologia:	<a href="http://www.dst.unipi.it/gnv">http://www.dst.unipi.it/gnv</a>
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia:	<a href="http://www.ingrm.it">http://www.ingrm.it</a>
Osservatorio Geofisico Sperimentale <b>di Macerata:</b>	<a href="http://www.geofisico.wnt.it">http://www.geofisico.wnt.it</a>
Osservatorio Geofisico Sperimentale di Trieste:	<a href="http://www.ogs.trieste.it">http://www.ogs.trieste.it</a>
I.G.G. Seismic Network Università <b>di Genova:</b>	<a href="http://www.dister.unige.it/geofisica">http://www.dister.unige.it/geofisica</a>
Osservatorio Vesuviano:	<a href="http://www.voxneapolis.it/osservatorio.vesuviano/">http://www.voxneapolis.it/osservatorio.vesuviano/</a>

### E. inoltre:

Surfing the Internet for Earthquake

Data by Steve Malone (mirror): <http://seismo.ethz.ch/seismosurf/seismobig.html>

Federal Emergency Management Agency - U.S.: <http://www.fema.gov>

## Ringraziamenti

Per il materiale relativo alla scheda sugli studi scientifici di fine '800 si ringrazia la Famiglia *Cancani*.

Per la cartografia del centro abitato di Cesi si ringraziano Maurizio D'Orefice e Roberto Graciotti, del Servizio Geologico Nazionale.

Per il contributo sulle analisi di vulnerabilità si ringraziano Alessandro Baratta e Giulio Zuccaro, dell'Università degli Studi di Napoli "Federico II" - Centro Interdipartimentale di Ricerca L.U.P.T.

L'esperienza della mostra sul rischio sismico, di cui questo lavoro è il naturale sviluppo, ha trovato particolare stimolo e collaborazione nei ragazzi del Liceo Scientifico G. Braschi di Subiaco (Roma) e nelle loro insegnanti Rita Restante e Maria Vittoria Lollobrigida, nonché nei ragazzi della Scuola Elementare di Colfiorito - III Circolo didattico di Foligno, e nelle loro insegnanti Maria Vittoria Cucchiari, Ines Marazzani, Maria Marinangeli, Ombretta Nardi e Luisella *Sensi*. A tutti loro va un nostro affettuoso grazie.

# IL PERCORSO: LA PRESENTAZIONE

## Prefazione

L'allestimento di percorsi espositivi sul terremoto, sul significato del rischio sismico e sulle possibili azioni di prevenzione ha assunto un ruolo sempre più importante fra le attività sviluppate dall'Ufficio Formazione e Informazione del Servizio Sismico Nazionale; pannelli ricchi di immagini, filmati, modelli e strumenti con cui poter interagire creano interesse soprattutto nei più giovani, consentendo così di rendere più efficace un trasferimento di conoscenze teso a favorire la crescita della consapevolezza sulla sismicità che caratterizza gran parte del territorio italiano.

A partire dalla mostra «Quando la terra trema...», realizzata nell'ambito della IX Settimana della Cultura Scientifica e Tecnologica (1999), sono stati progettati ed allestiti numerosi altri percorsi espositivi, diversi per contenuti e livello *di* approfondimento; tutte le iniziative, tuttavia, sono state caratterizzate dall'impegno di proporre in forma semplice e sintetica temi anche molto complessi.

Ritenendo che il lavoro di semplificazione svolto potesse essere di ausilio nelle attività didattiche, fornendo altresì utili indicazioni per eventuali approfondimenti, si è quindi pensato, traendo spunto dalla prima mostra allestita, di *realizzare* questa raccolta di schede.

Con l'itinerario presentato in tale raccolta, si è voluto costruire un percorso di lettura «originale» del problema sismico in Italia affrontando sia gli aspetti relativi alla definizione del rischio che alle azioni di prevenzione: dal fenomeno fisico al monitoraggio del territorio; dal comportamento delle strutture sottoposte *ad una scossa sismica*, alle *regole* tecniche per ridurre la vulnerabilità delle costruzioni; dalla descrizione degli effetti dei maggiori terremoti, in Italia e nel mondo, alle fasi in cui si articola la gestione di una *emergenza* sismica.

Si ringraziano tutti gli Uffici del Servizio Sismico Nazionale per la collaborazione tecnico -scientifica fornita; un ringraziamento particolare all'Ufficio Sismogenesi e zonazione sismica per aver inoltre collaborato alla rilettura critica, omogeneizzazione e integrazione delle schede.

*Grazia Maria Chianello*

*Dirigente Ufficio Formazione e Informazione*

**Premessa: «Quando la Terra trema ...», una realtà che tutti abbiamo a cuore**

*A cura di Sergio Castenetto, Daniela Di Bucci di Giuseppe Naso*

I terremoti sono un tema attuale con un forte impatto sulla nostra società.

Al *procedere* degli studi scientifici è andata affiancandosi la consapevolezza che una diffusa e corretta informazione su alcuni aspetti del terremoto, nonché sul significato delle norme tecniche e degli stili di comportamento da adottare *in* relazione a esso, permettano la convivenza con un fenomeno naturale che, di fatto, l'uomo non è *in* grado di controllare.

E da questi presupposti che si sviluppa l'itinerario che vi proponiamo in questo volume. Esso *nasce* dall'esperienza acquisita nell'allestimento della mostra sul rischio sismico «Quando la terra trema...», nell'ambito della IX Settimana della Cultura Scientifica e Tecnologica, organizzata dal MURST (22-28 marzo 1999), realizzata grazie al contributo di diverse professionalità che, in vari campi, *si* occupano di tematiche correlate al problema sismico.

L'itinerario *si* sviluppa in sezioni. A partire dal contesto geologico *generale* in cui i terremoti *si* collocano, vengono affrontati i temi della pericolosità, vulnerabilità ed esposizione fino a giungere al concetto di rischio sismico. E' illustrato il modo in cui il terremoto viene trattato dal punto di vista normativo; vengono affrontati i temi dell'emergenza sismica e della prevenzione. Troverete, inoltre, delle schede su alcuni temi particolari, quali, ad esempio, la storia di alcuni forti terremoti che hanno colpito in passato la nostra penisola e altre parti della Terra, o la presenza di *sismi in altri* pianeti del Sistema solare.

Per non allontanarsi dall'esperienza della mostra, il volume è strutturato come una raccolta di schede/poster. *Esse* possono essere lette, utilizzate singolarmente o in gruppi, affisse nelle classi, ecc. Le schede sono integrate da un commento al percorso: esso rappresenta il filo logico che collega tra loro i poster, guidandovi *in* quest'itinerario tecnico-scientifico, per sottolineare alcuni aspetti salienti di *ciascuna* scheda o per richiamare concetti sviluppati in precedenza.

L'obiettivo del volume è la divulgazione delle conoscenze di base sui terremoti, sul rischio sismico e sulla prevenzione. Esso, pertanto, è rivolto ai giovani e agli insegnanti come sussidio didattico; al personale che, a vario titolo (Vigili del Fuoco, Volontari della Protezione Civile, ...), opera nell'ambito del rischio sismico quale strumento di formazione e informazione; in definitiva, a quel vasto pubblico che, in caso di evento sismico, vuole o ha la necessità di capire ciò che sta accadendo e il significato delle notizie che arrivano dai mezzi di informazione di massa.

La speranza è che questo volume stimoli in noi la sensibilità e la curiosità *necessarie* per migliorare le *conoscenze* sul fenomeno sismico, così da poter affrontare la convivenza con il terremoto *in modo* informato e consapevole, come individui e come comunità.

## Le professionalità e i riferimenti tecnico-scientifici

Il materiale raccolto *in* questo volume è stato realizzato, *in* stretta collaborazione, dal personale del Servizio Sismico Nazionale, del Dipartimento di Scienze Geologiche dell'Università «Roma Tre» e del Centro di Documentaristica Scientifica C.C.C.D.S.

### **Servizio Sismico Nazionale**

Donatella Benetti	Architetto	Mario Nicoletti	<i>Ingegnere</i>
Fabrizio Bramerini	Architetto	Angelo Pizza	<i>Ingegnere</i>
Cosmo Mercuri	Architetto	Catia Serra	<i>Ingegnere</i>
Filomena Papa	Architetto	Daniele Spina	Ingegnere
Ornella Segnai ini	Architetto	Tiziana Lo Presti	Statistico
Gaetano De Luca	Fisico	Danila Abruzzese	Umanista
Luisa Filippi	Fisico	Riccardo Bianconi	Tecnico
<i>Giovanni</i> Logorio	Fisico	Roberto Gerard	Tecnico
Sandro Marcucci	Fisico	<i>Gianni</i> Isola	Tecnico
Giuliano Milana	Fisico	Marco Toma	Tecnico
Fabio Sabetta	Fisico	Salvatore Alfano	Segreteria
<i>Anna Maria</i> Blumetti	Geologo	Emanuele Cappa	Collaboratore
Vittorio Bosi	Geologo	Mirko Di Gregorio	Collaboratore
Franco Capotorti	Geologo	<i>Andrea</i> Ferlito	Collaboratore
Sergio Castenetto	Geologo	Alessandro Marini	Collaboratore
Daniela Di Bucci	Geologo		
Roberta Giuliani	Geologo		
Antonella Gorini	Geologo		
Paolo Marsan	Geologo		
<i>Maria Giovanna</i> Martini	Geologo		
Giuseppe Naso	Geologo		
Pierluigi Soddu	Geologo		
<i>Anna</i> Spaziani	Geologo		
Grazia Maria Chianello	Ingegnere		
Riccardo Colozza	Ingegnere		
Renato De Angelis	Ingegnere		
Giacomo Di Pasquale	Ingegnere		
Vittorio Gorelli	Ingegnere		
Agostino Goretti	Ingegnere		
Bruno Lamonaca	Ingegnere		

### *Dipartimento di Scienze Geologiche*

#### *Università «Roma Tre»*

<i>Andrea</i> Billi	Geologo
Alessandro Cecili	Geologo
Sveva Corrado	Geologo ricercatore
Maurizio Parotto	Prof. Ordinario di Geologia
Letizia Maravalli	Segreteria

#### *Centro di Documentaristica Scientifica*

##### *C.C.C.D.S.*

Maurizio Chirri	Geologo
Umberto Clementi	Geologo
Anna Rita Gasbarri	Segreteria