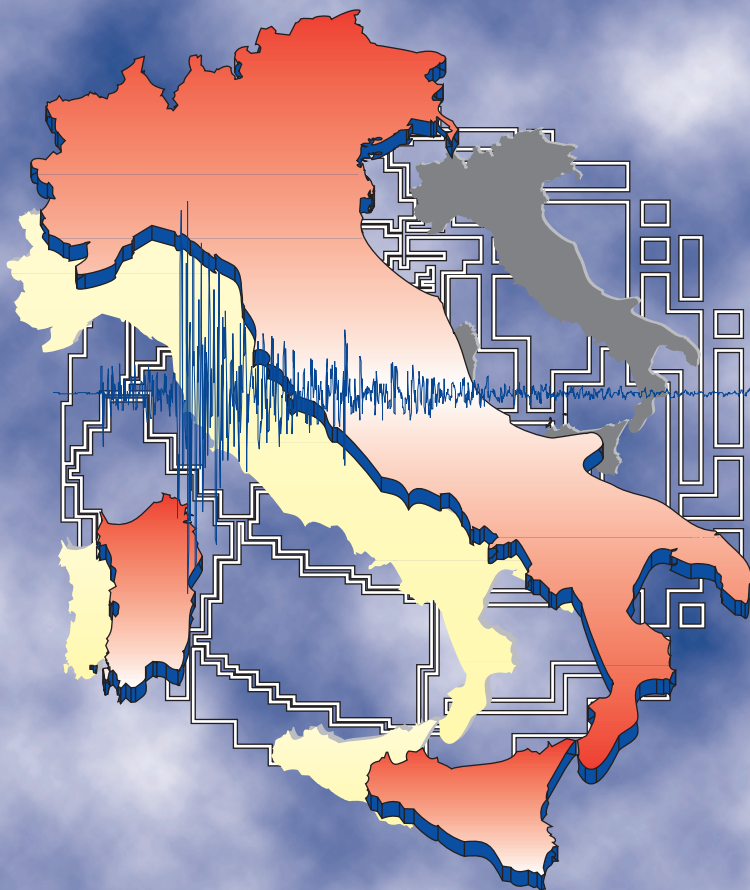


# CONOSCERE IL TERREMOTO



Istituto Nazionale di Geofisica



Dipartimento della Protezione Civile



*Questo opuscolo, indirizzato a un pubblico di “non addetti ai lavori”, è stato redatto per contribuire alla conoscenza del terremoto, delle sue cause e dei suoi effetti. Si compone di un testo descrittivo sul fenomeno terremoto e di un glossario comprendente i più comuni termini usati nella sismologia moderna (evidenziati in rosso nel testo). I temi affrontati nell’opuscolo sintetizzano alcune tra le principali attività di ricerca e monitoraggio strumentale svolte dall’Istituto Nazionale di Geofisica. Queste attività sono descritte in molteplici iniziative editoriali curate dall’Ente, diverse delle quali espressamente concepite in funzione della divulgazione e della didattica, e alle quali si rimandano i lettori interessati per approfondimenti sui diversi temi trattati.*

Istituto Nazionale di Geofisica

# CONOSCERE IL TERREMOTO

*a cura di Francesca Di Stefano e Daniela Riposati  
coordinamento scientifico di Rodolfo Console e Gianluca Valensise  
progetto e realizzazione grafica di Daniela Riposati*

# L'ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA...

*L'Istituto Nazionale di Geofisica (ING) è stato fondato nel 1936 quale organo del Consiglio Nazionale delle Ricerche, allora diretto da Guglielmo Marconi, con il compito di svolgere specificatamente misure e ricerche in campo geo-*

*fisico. Oggi l'ING opera autonomamente in qualità di Ente pubblico di Ricerca sotto la supervisione del Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica, svolgendo i seguenti compiti istituzionali:*

- *eseguire studi e ricerche nel campo delle discipline geofisiche e delle loro applicazioni all'industria, all'agricoltura, alle comunicazioni e ai lavori pubblici;*
- *provvedere al rilevamento sistematico in Italia dei fenomeni geofisici, a mezzo di appositi osservatori;*
- *concorrere al perfezionamento dei mezzi di studio e di rilevamento, alla formazione del personale scientifico e tecnico nel campo della geofisica, anche mediante il conferimento di borse di studio per concorso pubblico;*
- *curare pubblicazioni nel campo della geofisica, a scopo scientifico e didattico;*
- *svolgere ogni altra attività utile ai fini dello sviluppo degli studi e delle ricerche nel campo della geofisica.*

*Questi compiti vengono svolti nella Sede centrale di Roma e in altre sedi distaccate attraverso la promozione di ricerche di base e*

*applicate nel campo della Sismologia, della Geodinamica, della Geodesia, del Geomagnetismo e della Aeronomia.*

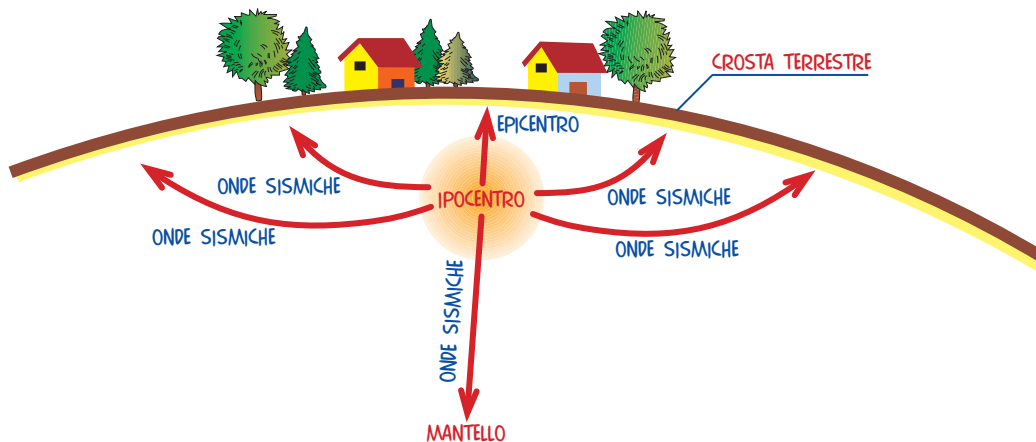
# UNO SGUARDO ALLA TERRA...

La Geofisica studia il comportamento fisico della Terra nei suoi tre ambienti (*solido, liquido e gassoso*).

La **Sismologia** è quella parte della Geofisica che studia i movimenti improvvisi dell'interno della Terra, ovvero i **terremoti**.

Un terremoto si manifesta come moto vibratorio del terreno che ha origine in un punto più o meno profondo

ma il quadro complessivo delle scosse e dei loro effetti sull'uomo e sull'ambiente (concetto definito dai sismologi come **periodo sismico** o **sequenza sismica**). Per esempio con l'espressione "Il Terremoto dell'Irpinia del 1980", si intende comunemente non solo la scossa principale che si verificò il 23 novembre di quell'anno, ma anche tutti gli eventi, naturali e

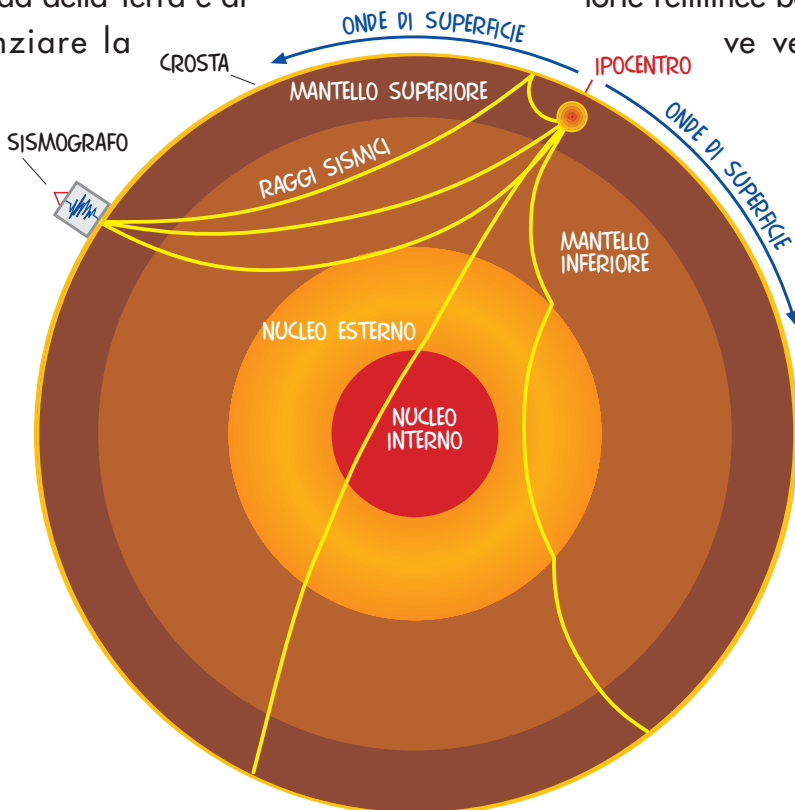


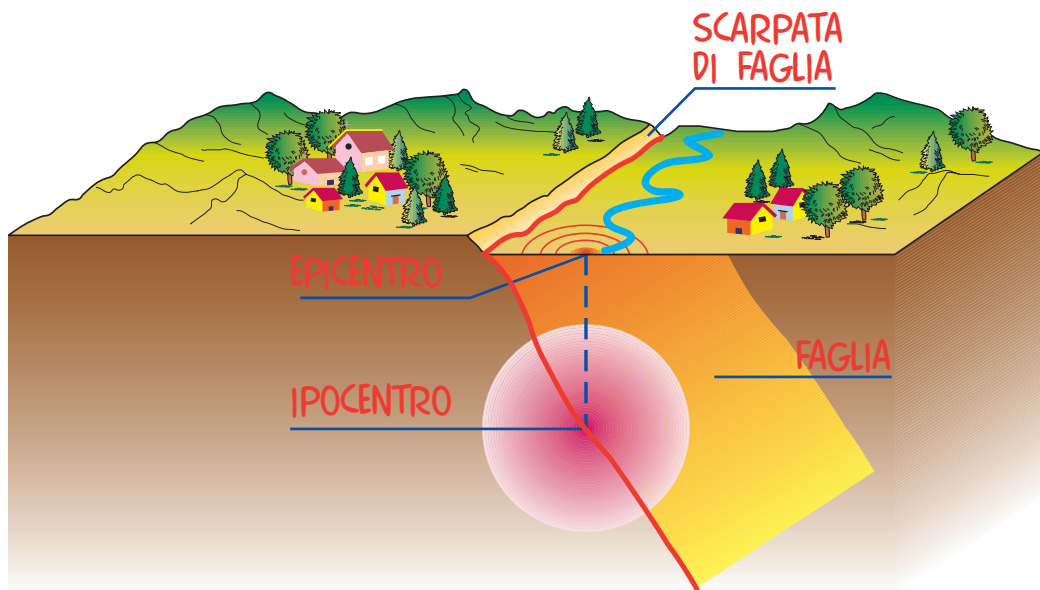
della Terra (**ipocentro** o fuoco del terremoto) da cui si sprigionano **onde sismiche** o **elastiche**, e per questo può essere definito anche **scossa sismica**. Tuttavia, spesso gli organi di informazione usano la parola "terremoto" per indicare non una singola scossa

non, che l'hanno seguita, fino a comprendere le attività per la ricostruzione. L'**intensità** e la vastità degli effetti di un terremoto dipendono strettamente dalla profondità dell'ipocentro, dall'energia liberata e dalle caratteristiche geologiche dell'area interessata.

Oltre a produrre effetti sull'uomo e sull'ambiente, le onde elastiche generate dai terremoti (ma anche dalle esplosioni artificiali) costituiscono la principale fonte di informazione utilizzabile per lo studio dell'interno della Terra, così come i raggi X si utilizzano per l'esame degli organi interni del corpo umano. A partire dall'inizio del secolo, il progredire delle osservazioni sismografiche e delle metodologie di interpretazione ha consentito di rivelare la struttura profonda della Terra e di evidenziare la

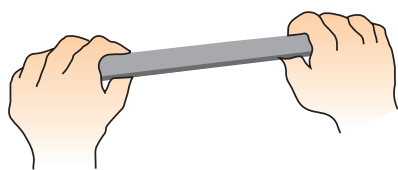
sua suddivisione in **crosta**, **mantello** e **nucleo**. Tale suddivisione corrisponde a variazioni nella velocità di propagazione delle onde sismiche all'interno della Terra (**discontinuità sismiche**). I **raggi sismici** cambiano direzione al passaggio da un mezzo più lento a uno più veloce. Inoltre, dato che la velocità delle onde sismiche aumenta all'aumentare della profondità, all'interno di ogni singolo strato i raggi sismici non percorrono traiettorie rettilinee bensì concave verso l'alto.



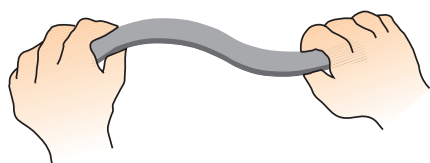
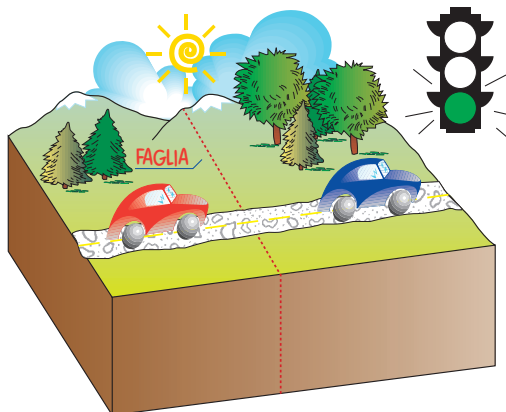


Le rocce che formano la crosta e il mantello sono sottoposte a sforzi, detti *sforzi tettonici*, che sono il risultato dei movimenti reciproci delle grandi placche in cui è suddivisa la porzione più superficiale della Terra. Tali sforzi sono massimi nelle regioni poste in prossimità dei confini tra le placche, come l'Italia ed in generale tutta l'area Mediterranea, e minimi all'interno delle placche stesse, come nel Canada e nell'Africa centrale.

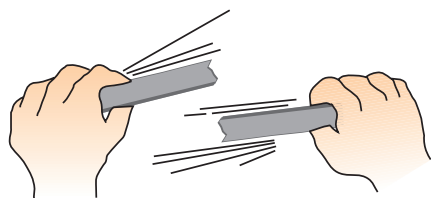
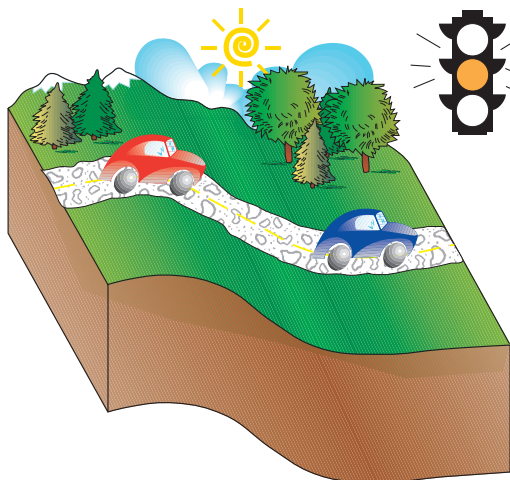
Quando tali sforzi raggiungono il limite della resistenza offerta dalle rocce che formano la crosta, si forma una frattura e si genera un terremoto. Talvolta, ma non sempre, tale frattura si manifesta in maniera visibile anche sulla superficie terrestre, formando scalini (*scarpate di faglia*) e/o discontinuità topografiche che rappresentano l'effetto in superficie del processo che si è svolto in profondità.



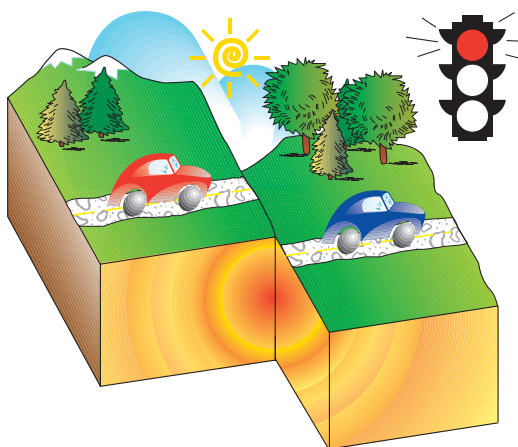
posizione originale:  
**SENZA DEFORMAZIONE**



accumulo di energia:  
**PROGRESSIVA  
DEFORMAZIONE**



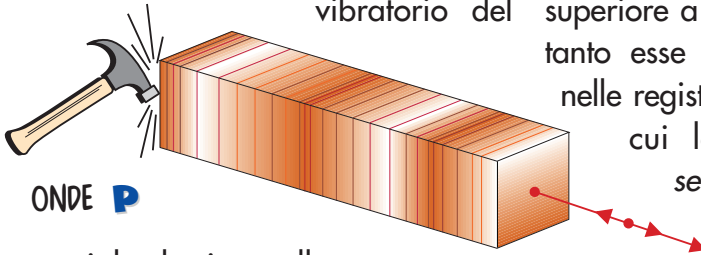
rottura con rilascio di  
energia: **TERREMOTO**  
E SPOSTAMENTO  
PERMANENTE





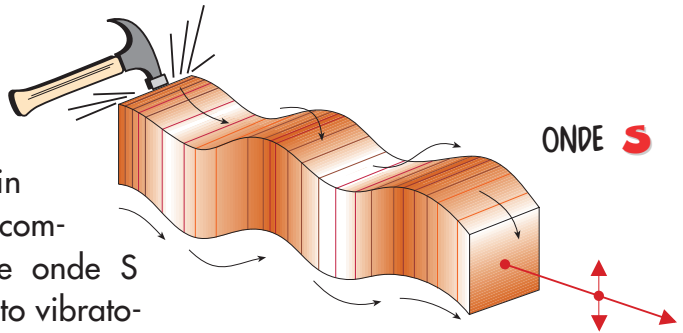
# LE ONDE SISMICHE

Le onde sismiche o elastiche si suddividono in **P** (*primae* - longitudinali) e **S** (*secundae* - trasversali). Le onde P sono caratterizzate da un moto vibratorio del

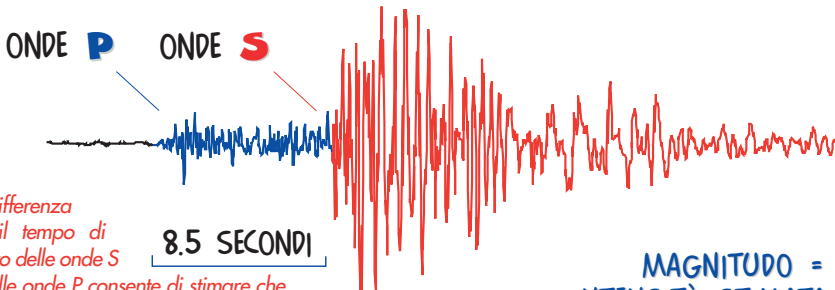


materiale elastico nella direzione in cui si propagano, cioè viaggiano attraverso il materiale roccioso determinando in esso una successione di compressioni e dilatazioni; le onde S presentano, invece, un moto vibrato-

rio del materiale elastico in direzione perpendicolare alla direzione di propagazione. Le **onde P** viaggiano a una velocità che è circa 1,7 volte superiore a quella delle **onde S**; pertanto esse precedono queste ultime nelle registrazioni sismografiche (da cui le definizioni *primae* e *secundae*).



**EVENTO SISMICO REGISTRATO ALLE ORE 01:03 DEL 7 FEBBRAIO 1998 DALLA STAZIONE SISMOGRAFICA DI ARCEVIA (AN) E LOCALIZZATO NELLA ZONA DI COLFIORITO (PG)**



La differenza tra il tempo di arrivo delle onde P e delle onde S consente di stimare che l'epicentro si trova a circa 60 km dalla stazione stessa. Ripetendo lo stesso procedimento per tre o più stazioni, si possono calcolare le coordinate assolute dell'epicentro.

**MAGNITUDO = 3.2**  
**INTENSITÀ STIMATA: IV MCS**

# STIMIAMO LA "GRANDEZZA" DI UN TERREMOTO...

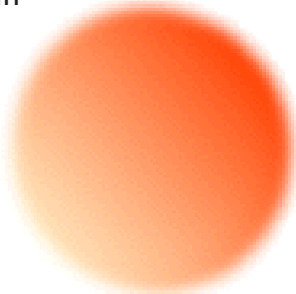
Per indicare quanto sia stato forte un terremoto vengono utilizzate due definizioni differenti: la **magnitudo** e l'**intensità**.

La **magnitudo** è stata definita nel 1935 dal famoso sismologo **C.F. Richter** come misura oggettiva della quantità di energia elastica emessa durante un terremoto. La magnitudo viene calcolata a partire dall'ampiezza delle onde sismiche registrate dai sismografi, ed è espressa attraverso una scala che, in

quelli che possono provocare danni alle abitazioni e vittime hanno generalmente una magnitudo superiore a 5,5.



**MAGNITUDO 1**



**MAGNITUDO 2**

omaggio a C.F. Richter, è detta "**scala Richter**".

Ogni incremento di una unità di magnitudo corrisponde ad un incremento di trenta volte dell'energia emessa. I terremoti più piccoli percettibili dall'uomo hanno una magnitudo intorno a 2,5, mentre

**MAGNITUDO 4**

L'intensità di un terremoto quantifica e classifica esclusivamente gli effetti provocati sull'ambiente, sulle cose e sull'uomo. Pertanto, a differenza della magnitudo, per uno stesso terremoto essa assume valori diversi in luoghi diversi. Questo deriva dal fatto che gli effetti tendono di norma a divenire più deboli con l'aumentare della distanza dall'epicentro. L'intensità di un terremoto viene espressa tramite la **scala MCS Mercalli-**

**Cancani-Sieberg** (più nota come scala Mercalli, dal nome del sismologo italiano dell'inizio del secolo che per primo ha proposto una scala basata sugli effetti dei terremoti) che si compone di dodici gradi. In genere l'uomo avverte terremoti a partire dal III grado, dal VI all'VIII si verificano danni alle abitazioni, mentre a partire dal IX, si possono avere crolli totali e stravolgimenti del paesaggio (frane, alterazioni del regime idrico).

## LA SCALA MERCALLI

**I: IMPERCETTIBILE**

**II: MOLTO LEGGERO**

**III: LEGGERO**

**IV: MODERATO**

**V: ABBASTANZA FORTE**

**VI: FORTE**

**VII: MOLTO FORTE**

**VIII: ROVINOSO**

**IX: DISTRUTTIVO**

**X: TOTALMENTE DISTRUTTIVO**

**XI: CATASTROFICO**

**XII: GRANDEMENTE  
CATASTROFICO**

# L'INTENSITA' MACROSISMICA

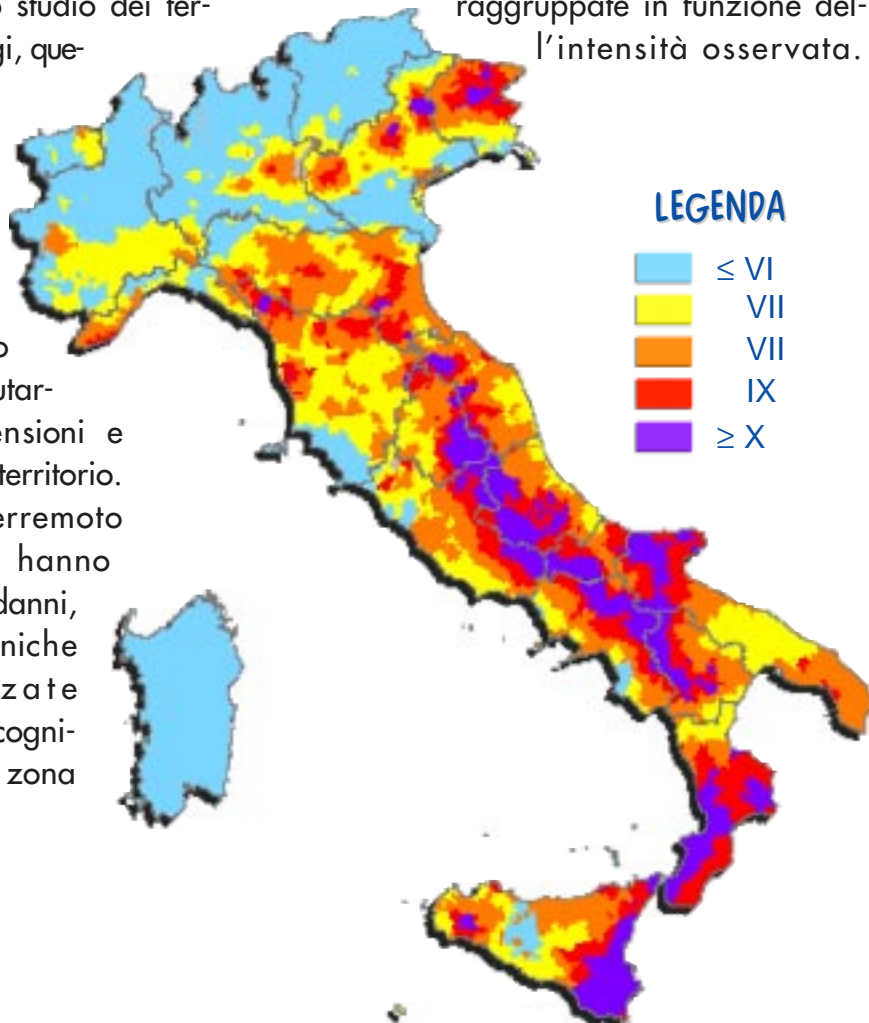
La **macrosismica** è quella parte della sismologia che si interessa degli effetti dei terremoti sul territorio.

Attraverso lo studio dei terremoti di oggi, questa disciplina

consente di definire correttamente gli effetti dei terremoti del passato e quindi valutarne le dimensioni e l'impatto sul territorio.

Dopo un terremoto per cui si hanno notizie di danni, squadre tecniche specializzate compiono ricognizioni nella zona

interessata e raccolgono dati utilizzabili per la realizzazione di mappe in cui le diverse località colpite sono raggruppate in funzione dell'intensità osservata.



## CARTA DELLA MASSIMA INTENSITA' MACROSISMICA

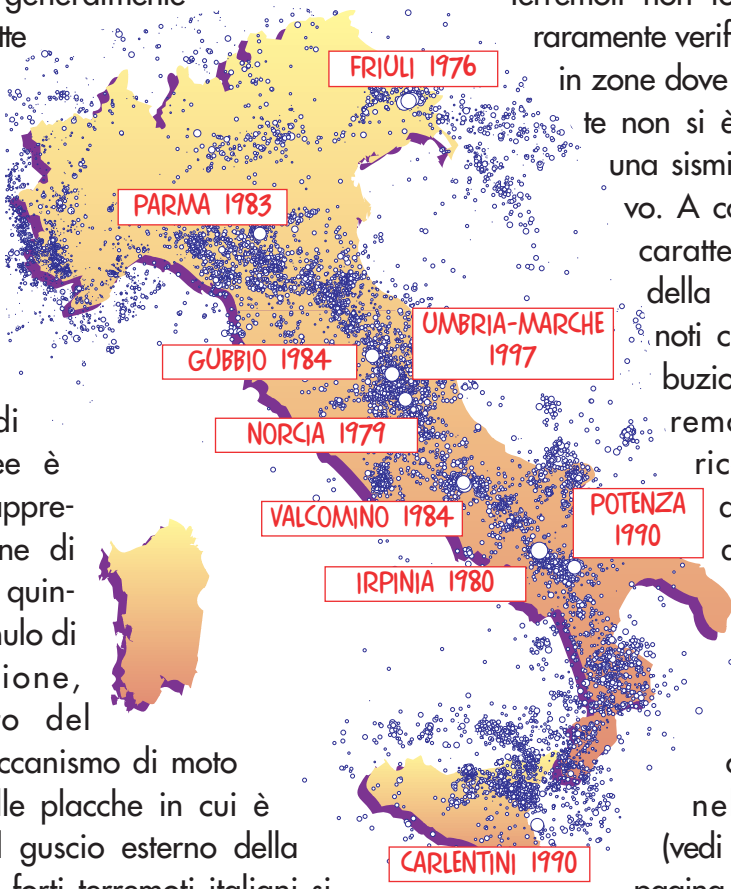
osservata tra il **1000** e il **1990**. La carta è stata elaborata dall'Istituto Nazionale di Geofisica (ING), dal Gruppo Nazionale Difesa dai Terremoti (GNDT) e dal Servizio Sismico Nazionale (SSN).

# LA SISMICITA' IN ITALIA

La registrazione e l'analisi della sismicità consentono di mettere in relazione cause ed effetti dei terremoti e di fornire valutazioni utili in materia di prevenzione dai disastri. I terremoti si verificano generalmente in zone, dette **aree sismo-genetiche**, nelle quali si sono già verificati terremoti nel passato. La particolarità di queste aree è quella di rappresentare zone di cerniera, e quindi di accumulo di deformazione, nell'ambito del grande meccanismo di moto relativo delle placche in cui è suddiviso il guscio esterno della Terra. I più forti terremoti italiani si manifestano lungo gli Appennini centro-meridionali, dall'Abruzzo alla Calabria, in Sicilia e nelle Alpi orien-

tali, una tendenza confermata anche dalla sismicità degli ultimi venti anni (vedi figura). Sismicità di rilievo si registra anche nell'Appennino centro-settentrionale e nelle Alpi Marittime.

Terremoti non forti possono raramente verificarsi anche in zone dove storicamente non si è riscontrata una sismicità di rilievo. A conferma del carattere ripetitivo della sismicità si noti che la distribuzione dei terremoti recenti ricalca molto da vicino la distribuzione dei massimi valori di intensità osservati nel passato (vedi figura della pagina precedente).

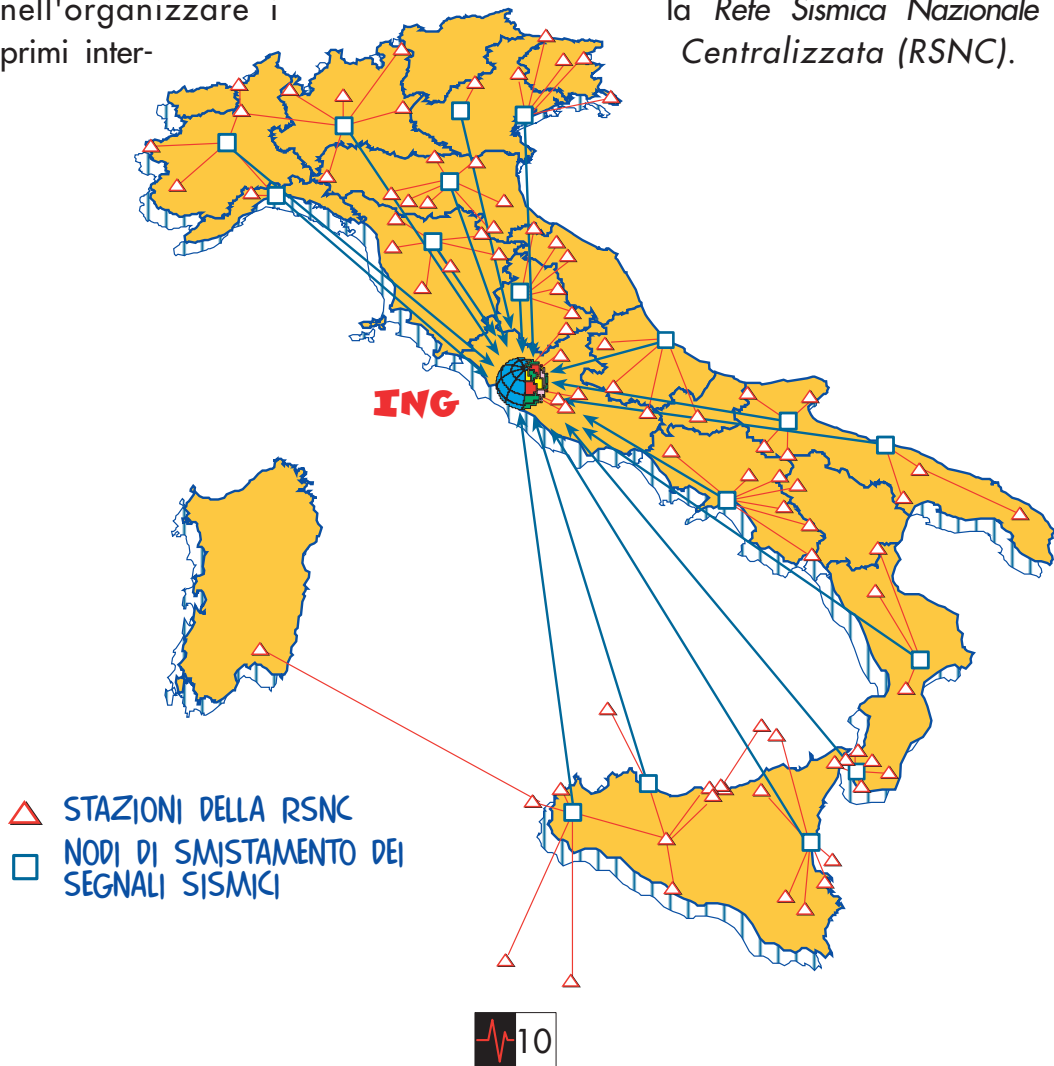


PRINCIPALI TERREMOTI E DISTRIBUZIONE DELLA SISMICITÀ MINORE IN ITALIA TRA IL 1975 E IL 1997

# L'OSSERVAZIONE DEL TERRITORIO...

L'esperienza maturata con i terremoti catastrofici che si sono verificati in Italia e all'estero ha insegnato che l'informazione rapida e precisa è uno strumento indispensabile agli Organi di Protezione Civile nell'organizzare i primi inter-

venti di soccorso nelle zone colpite da un terremoto. Per assicurare tale servizio, l'Istituto Nazionale di Geofisica ha installato circa 100 **stazioni sismometriche** distribuite su tutto il territorio nazionale a costituire la *Rete Sismica Nazionale Centralizzata (RSNC)*.





Sala Operativa - ING, Roma

La sala operativa dell'Istituto Nazionale di Geofisica svolge il controllo dell'attività sismica che si manifesta su tutto il territorio nazionale e nelle regioni limitrofe. Tale servizio di sorveglianza sismica è effettuato 24 ore su 24, 365 giorni l'anno, da personale tecnico specializzato e da ricercatori sismologi sulla base dei dati trasmessi in "tempo reale" dalle stazioni della RNSC. Questo garantisce un'attenta ed accurata analisi del fenomeno terremoto ed una pronta comunicazione alla Protezione Civile dei

dati ipocentrali, della lista delle località interessate e degli effetti aspettati su cose e persone in base ad opportuni modelli teorici della propagazione delle onde sismiche.

**INTENSITÀ:**

**MAGNITUDO:**

<b>III-IV</b>	2.8-3.1
<b>IV</b>	3.2-3.4
<b>IV-V</b>	3.5-3.7
<b>V</b>	3.7-3.9
<b>V-VI</b>	4.0-4.1
<b>VI</b>	4.2-4.4
<b>VI-VII</b>	4.5-4.6
<b>VII</b>	4.7-4.9
<b>VII-VIII</b>	5.0-5.1
<b>VIII</b>	5.2-5.6
<b>IX</b>	5.7-6.1
<b>X, XI</b>	≥6.2

# PREVENZIONE E PREVISIONE...





Un terremoto non può essere evitato anche se ne fosse possibile la previsione. Tuttavia i danni provocati dai terremoti possono essere contenuti

adottando apposite misure di prevenzione.

La prima, e più ovvia, consiste nel costruire edifici in grado di resistere alle massime sollecitazioni che possono

ragionevolmente essere causate dai terremoti più intensi attesi in una data zona. A tale scopo tutti i comuni italiani sono classificati per legge in base alla probabilità che in ognuno di essi si raggiunga una soglia di scuotimento superiore a un certo livello prefissato, sia come effetto di un forte terremoto distante o di un terremoto moderato ma più vicino. Tale classificazione si basa principalmente sull'analisi dei terremoti che sono avvenuti nel passato in Italia.

## LEGENDA

-  NON CLASSIFICATO
-  III CATEGORIA
-  II CATEGORIA
-  I CATEGORIA

## ATTUALE CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO NAZIONALE

in base ai Decreti Ministeriali emanati tra il 1980 ed il 1984.



I comuni classificati come sismici sono soggetti a particolari norme che regolamentano la progettazione delle nuove costruzioni. La classificazione sismica vigente in Italia, ma anche in molti altri paesi, è basata sull'assunzione che ogni area sismogenetica possa generare terremoti simili a quelli del passato in un qualunque istante di tempo, cioè prescindendo da qualsiasi considerazione sull'istante esatto di accadimento. È evidente che

le misure di prevenzione sarebbero molto più efficaci se fosse possibile stabilire in anticipo non solo il "dove" e il "quanto forte", ma anche il "quando" di un certo terremoto, ovvero se quel terremoto fosse prevedibile. Purtroppo, a dispetto degli

innumerevoli tentativi effettuati dai sismologi di tutti i Paesi e di tutte le epoche, non è ancora stata messa a punto una tecnica attendibile, e perciò utilizzabile a fini pratici, che consenta simili previsioni.



# I FORTI TERREMOTI ITALIANI DI QUESTO SECOLO

Data	Intensità <i>(scala MCS)</i>	Magnitudo	Regione	Note
8 settembre 1905	X	6.8	Calabria	<i>557 vittime, circa 300.000 senzatetto</i>
28 dicembre 1908	XI	7.1	Calabro-Messinese	<i>circa 80.000 vittime</i>
13 gennaio 1915	XI	6.9	Avezzano	<i>circa 33.000 vittime</i>
26 aprile 1917	IX-X	6.0	Val Tiberina	<i>circa 20 vittime</i>
29 giugno 1919	IX	6.0	Mugello	<i>oltre 100 vittime, 400 feriti</i>
7 settembre 1920	X	6.4	Garfagnana	<i>171 vittime, 650 feriti</i>
23 luglio 1930	X	6.7	Irpinia	<i>1.404 vittime, circa 100.000 senzatetto</i>
21 agosto 1962	IX	6.2	Irpinia	<i>17 vittime</i>
15 gennaio 1968	X	6.4	Belice	<i>231 vittime, 623 feriti</i>
6 maggio 1976	X	6.6	Friuli	<i>965 vittime, 2.400 feriti</i>
19 settembre 1979	VIII-IX	5.9	Valnerina	<i>5 vittime</i>
23 novembre 1980	X	6.8	Irpinia-Basilicata	<i>circa 3.000 vittime, oltre 10.000 feriti</i>
7 maggio 1984	VIII	5.9	Valcomino	<i>61 feriti, circa 7.800 senzatetto</i>
13 dicembre 1990	VII	5.5	Carlentini	<i>12 vittime, 300 feriti</i>
26 settembre 1997	VIII-IX	5.8	Umbria-Marche	<i>12 vittime, 133 feriti</i>

Dati tratti dal "Catalogo dei Forti Terremoti in Italia dal 461 a.C. al 1990"

ING-SGA (Storia Geofisica Ambiente), 1997

# IL TERREMOTO DALLA "A" ALLA "Z"

## GLOSSARIO



**Area sismogenetica:** zona dove l'attività sismica si manifesta con maggiore frequenza.

**Crosta terrestre:** involucro più esterno della parte solida della terra.

**Dati macrosismici:** insieme di informazioni raccolte sul territorio interessato da un terremoto al fine di catalogare le diverse località in funzione dell'intensità osservata.

**Discontinuità sismiche:** superfici o strati sottili posti all'interno della Terra attraverso i quali si verificano nette variazioni di velocità delle onde sismiche.

**Epicentro:** punto sulla superficie terrestre direttamente al di sopra del punto in cui ha origine il terremoto (vedi *ipocentro o fuoco*).

**Faglia:** frattura o zona di fratture della crosta terrestre lungo la quale può verificarsi un terremoto.

**Intensità:** misura degli effetti di un terremoto su cose e persone. Fornisce una stima dello scuotimento del suolo ricavata dai fenomeni e dai

danni subiti dalle strutture costruite dall'uomo, dalle eventuali modificazioni dell'ambiente naturale e dalle testimonianze dirette (sensazioni percepite dall'uomo).

**Ipo centro (o fuoco):** punto in cui la frattura delle rocce che genera il terremoto ha inizio; esso è posto a profondità variabile da pochi ad alcune centinaia di chilometri

**Magnitudo:** misura dell'energia meccanica liberata sotto forma di onde sismiche durante un terremoto.

**Mantello:** parte della terra solida, compresa tra la crosta e il nucleo, che si estende fino a circa 2.900 chilometri di profondità.

**Nucleo:** parte centrale della terra al di sotto di 2.900 chilometri di profondità; a sua volta suddiviso in nucleo esterno (fuso) e nucleo interno (solido).

**Onde sismiche:** rappresentano il modello fisico di propagazione dell'energia elastica liberata da un terremoto e si dividono in onde P (primarie), onde S (secundarie) e onde di superficie.

**Onde P:** sono onde longitudinali in quanto vibrano parallelamente alla direzione di propagazione dell'onda, implicando variazioni di volume nel mezzo.

**Onde S:** sono onde trasversali o di taglio in quanto vibrano perpendicolarmente alla direzione di propagazione dell'onda con conseguenti variazioni di forma nel mezzo; non si propagano nei mezzi liquidi.

**Onde di superficie:** onde sismiche che si propagano solo lungo la superficie terrestre, con velocità inferiore a quella delle onde S. Sono di due tipi: le onde di Rayleigh e le onde di Love.

**Periodo sismico o sequenza sismica:** serie di terremoti localizzati nella stessa area, in un definito intervallo temporale, che seguono o contengono un evento di magnitudo maggiore detto “scossa principale” (vedi).

**Prevenzione sismica:** complesso di azioni che la comunità intraprende per mitigare i danni di futuri terremoti, prima fra tutte l’adozione di misure per la costruzione di edifici antisismici.

**Previsione:** definizione del luogo, del tempo e dell’intensità di un terremoto con anticipo e precisione sufficienti per disporre misure precauzionali per la popolazione.

**Raggio sismico:** linea immaginaria lungo la quale si propaga l’energia trasportata dalle onde sismiche.

**Repliche:** scosse secondarie che seguono la scossa principale in una sequenza sismica; il loro numero è in genere proporzionale alla grandezza della principale e sono caratterizzate da un’energia minore. Nel gergo dei *media*, esse vengono comunemente chiamate *scosse di assestamento*, risultando concentrate in un ristretto volume crostale circostante l’ipocentro dell’evento principale.

**Scala Mercalli Cancani Sieberg (MCS):** stima dell’intensità di un terremoto basata su valori numerici discreti (vedi *intensità*).

**Scala Richter:** espressione comunemente utilizzata come sinonimo di magnitudo.

**Scarpata di faglia:** dirupo o ripido pendio prodotto dallo spostamento della superficie del suolo, eventualmente in seguito ad un terremoto.

**Scossa principale:** la scossa più forte nell’ambito di un periodo sismico.

**Sciame sismico:** serie di scosse localizzate nella stessa area tra le quali non se ne riscontra una di entità nettamente superiore rispetto alle altre.

**Sismogramma:** registrazione dei movimenti del terreno generati dal terremoto realizzata tramite il sismometro (su carta, digitale, etc.).

**Sismologia:** scienza che studia i terremoti, le sorgenti sismiche e la propagazione delle onde attraverso la Terra.

**Sismometro:** strumento che registra, in funzione del tempo, le oscillazioni del terreno causate dai terremoti, cioè i movimenti della superficie terrestre dovuti alla propagazione delle onde sismiche.

**Stazione sismometrica:** sito che ospita un insieme di strumenti atti a rilevare i movimenti del terreno (sensori o sismometri).

**Terremoto:** vibrazione della terra causata dal passaggio di onde sismiche irradiate da una sorgente di energia elastica.



*Si ringraziano Barbara Angioni e Anna Nardi per la collaborazione e i preziosi suggerimenti.*

Istituto Nazionale di Geofisica  
Via di Vigna Murata 605 - 00143 Roma  
tel. 06-518601 • fax 06-5041181  
*<http://www.ingrm.it>*