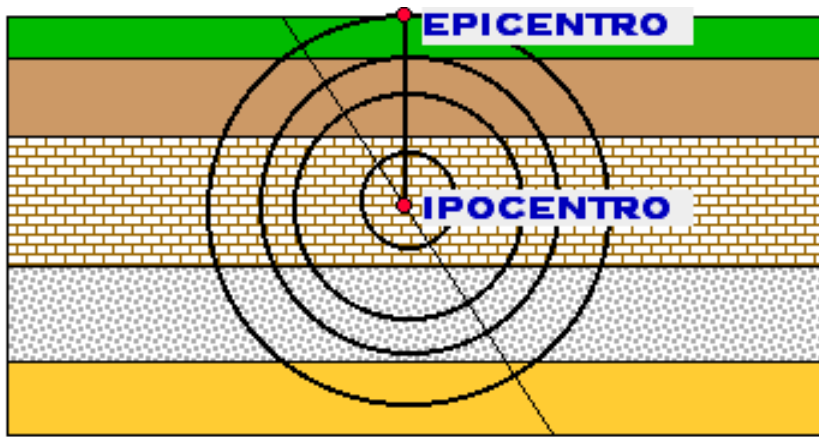


I terremoti (A)



di Carlo Genzo

Definizioni. (A)



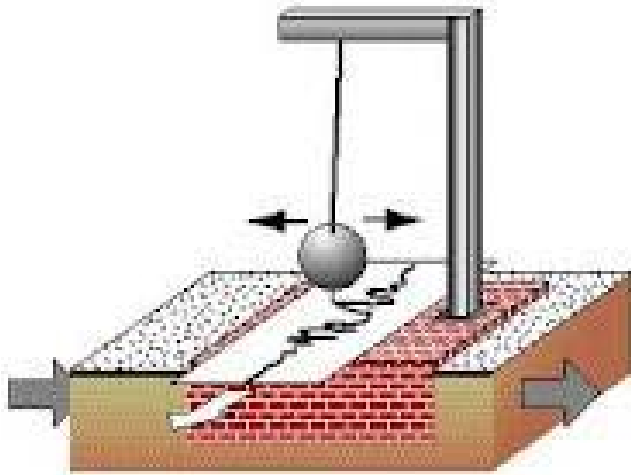
Ipocentro ed epicentro
di un terremoto

Un **terremoto** (o **sisma**) è una vibrazione violenta della crosta terrestre.

Esso si genera in un punto interno della crosta, detto **ipocentro**.

L'epicentro è il punto della superficie terrestre posto sulla verticale dell'ipocentro: è il luogo dove si registrano le onde di maggiore ampiezza.

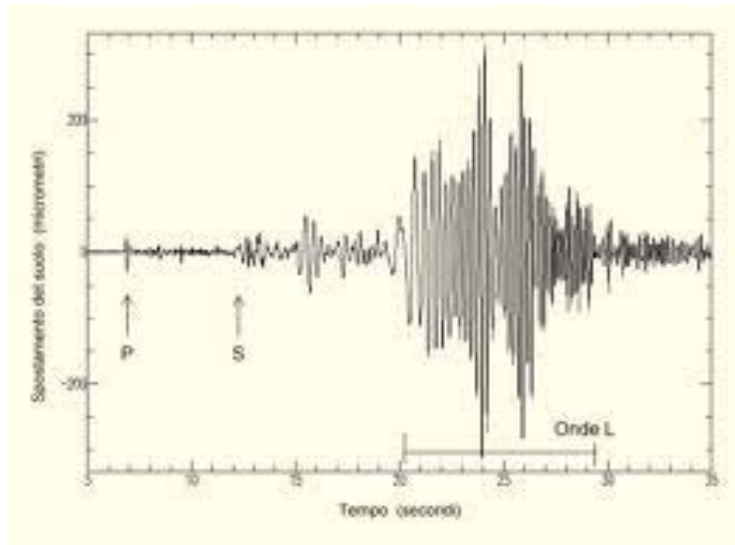
Sismografi. Grafici delle onde (B)



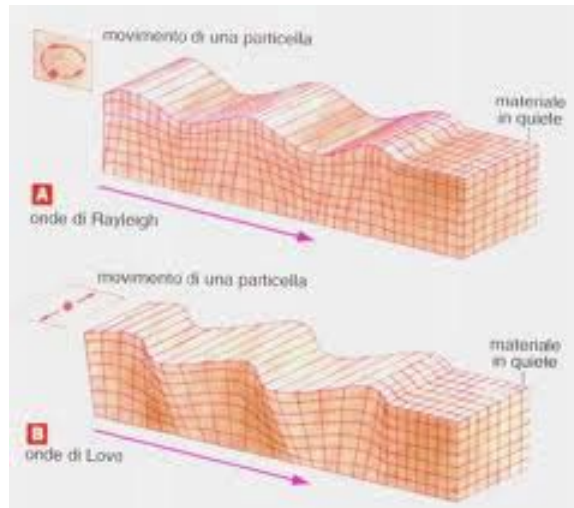
I sismografi sono strumenti che misurano le vibrazioni (onde) di un sisma. Le vibrazioni della Terra mettono in oscillazione un pendolo, e un pennino posto sulla sua parte inferiore traccia un grafico sul foglio sottostante in movimento.

(N.B.: nelle registrazioni moderne si usano ovviamente strumenti elettronici)

Nel grafico di un terremoto si distinguono tre tipi di onde: P, S ed L.

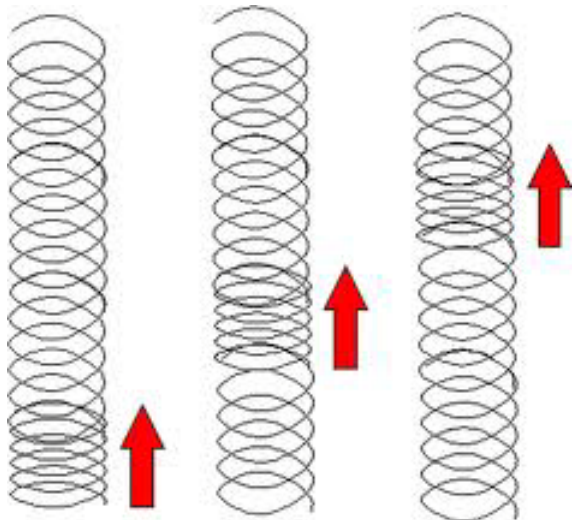


Le Onde longitudinali (onde P) (C)



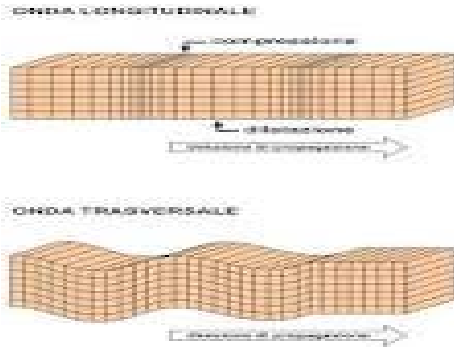
Le onde P (onde longitudinali) sono le più veloci, e sono registrate per prime. In esse l'oscillazione delle particelle ha la stessa direzione della propagazione dell'onda.

Una molla che viene schiacciata rappresenta un buon modello di come si propaga un'onda longitudinale.



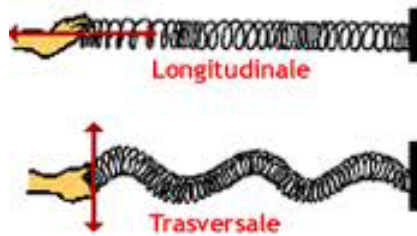
Le onde longitudinali si propagano nella materia, sia allo stato solido che fluido.

Le onde trasversali (onde S) (C)



Le onde S (onde trasversali) hanno velocità intermedia.

In esse le oscillazioni delle particelle sono perpendicolari alla direzione di propagazione dell'onda.

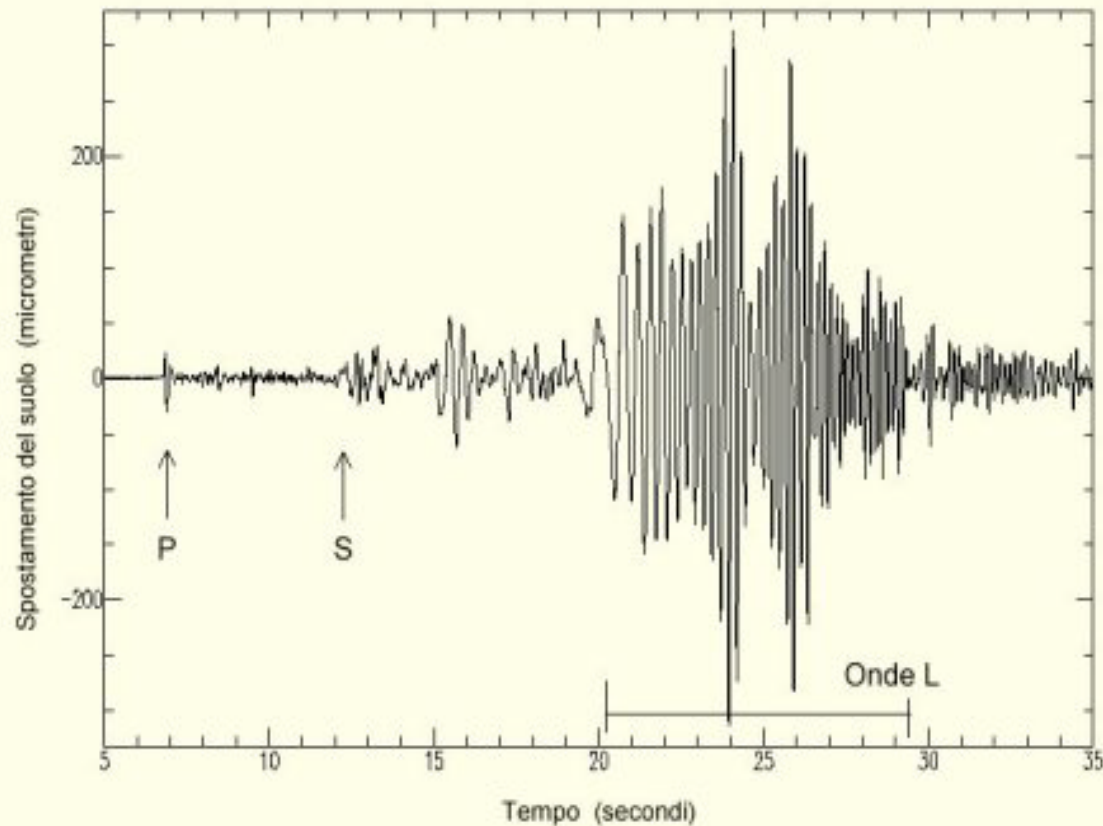


Nel modello si vede la differenza tra un'onda longitudinale (sopra) e un'onda trasversale (sotto).

In quest'ultima la molla è fissata da un lato, e messa in oscillazione da una mano all'altra estremità.

Le onde trasversali si trasmettono solo nella materia allo stato solido.

Le onde superficiali (onde L) (C)



Le onde L (onde superficiali) sono le più lente, e sono registrate per ultime. Sono anche quelle di ampiezza maggiore: se sono abbastanza intense possono provocare gravi danni alle costruzioni prodotte dall'uomo.

Grafico di un terremoto

Velocità delle onde sismiche (C)

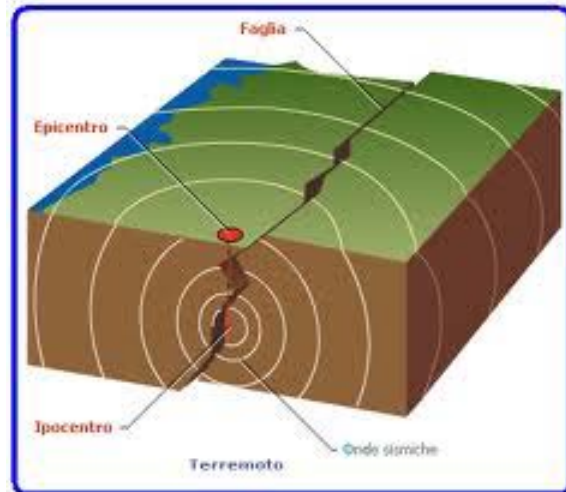


Ogni tipo di onda si trasmette secondo particolari velocità, che possono però essere influenzate dal materiale attraversato. I corpi compatti trasmettono le onde più rapidamente. Nel granito, ad esempio, le onde P viaggiano ad una velocità di 5,5 km/s, le onde S a 3,3 km/s.

In generale, le onde S hanno una velocità che corrisponde al 60% circa rispetto alla velocità delle onde P.

Determinazione della distanza di un terremoto (C)

Osservando l'intervallo di tempo tra le onde P e le onde S di un sismogramma, si può stabilire la **distanza d** di partenza del terremoto rispetto allo strumento registratore.



Questo è possibile poiché le onde S viaggiano a una velocità che corrisponde al rapporto 0,6 rispetto alle onde P.

Localizzazione geografica dell'ipocentro di un terremoto (C)



Tuttavia, tutti i punti disposti su una circonferenza di raggio d possono costituire il punto di avvio del sisma.

Per determinare esattamente la posizione geografica di tale punto è necessario disporre delle distanze ottenute da tre stazioni di rilevazione diverse. Le tre circonferenze così determinate si incontrano in un unico punto, quello di partenza del sisma.

Intensità di un terremoto. La scala Mercalli (A)

Grado	Scossa	Descrizione
I	impercettibile	Avvertita solo dagli strumenti sismici.
II	molto leggera	Avvertita solo da qualche persona in opportune condizioni.
III	leggera	Avvertita da poche persone.
IV	moderata	Avvertita da molte persone; tremore di infissi e cristalli, e leggere oscillazioni di oggetti appesi.
V	piuttosto forte	Avvertita anche da persone addormentate; caduta di oggetti.
VI	forte	Qualche leggera lesione negli edifici e finestre in frantumi.
VII	molto forte	Caduta di fumaioli, lesioni negli edifici.
VIII	rovinosa	Rovina parziale di qualche edificio; qualche vittima isolata.
IX	distruttiva	Rovina totale di alcuni edifici e gravi lesioni in molti altri; vittime umane sparse ma non numerose.
X	completamente distruttiva	Rovina di molti edifici; molte vittime umane; crepacci nel suolo.
XI	catastrofica	Distruzione di agglomerati urbani; moltissime vittime; crepacci e frane nel suolo; maremoto.
XII	apocalittica	Distruzione di ogni manufatto; pochi superstiti; sconvolgimento del suolo; maremoto distruttivo; fuoriuscita di lava dal terreno.

La scala Mercalli

L'intensità di un terremoto dipende dall'ampiezza delle oscillazioni. In superficie, essa è massima all'epicentro.

All'inizio del Novecento il sismologo italiano Giuseppe Mercalli (1850-1914) formulò una scala per classificare i terremoti a seconda della loro intensità.

La scala Mercalli è una scala empirica, in quanto valuta il grado di intensità di un terremoto a seconda degli effetti che questo produce.

Intensità di un terremoto. Scala Richter (A)

SCALA RICHTER	
magnitudo	TNT equivalente
0	1 chilogrammo
1	31,6 chilogrammi
1,5	178 chilogrammi
2	1 tonnellata
2,5	5,6 tonnellate
3	31,6 tonnellate
3,5	178 tonnellate
4	1000 tonnellate
4,5	5600 tonnellate
5	31600 tonnellate
5,5	178000 tonnellate
6	1 milione di tonnellate
6,5	5,6 milioni di tonnellate
7	31,6 milioni di tonnellate
7,5	178 milioni di tonnellate
8	1 miliardo di tonnellate
8,5	5,6 miliardi di tonnellate
9	31,6 miliardi di tonnellate
10	1000 miliardi di tonnellate

*Magnitudine di un
sisma confrontata
con l'esplosione
del tritolo*

La scala Mercalli rimane approssimativa, nonostante i perfezionamenti elaborati successivamente, in quanto verifica gli effetti dei sismi solo in zone popolate, senza considerare il fatto che le costruzioni possono offrire diversa resistenza in regioni diverse, a seconda dei materiali e delle tecniche costruttive utilizzate.

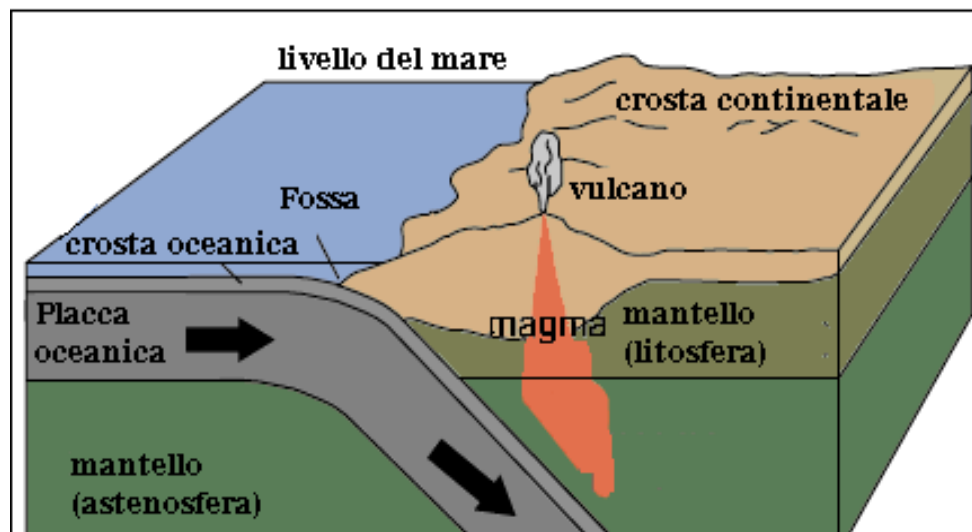
Dagli anni Trenta essa è stata perciò sostituita con la scala Richter, che misura l'accelerazione del suolo durante un sisma, ossia un valore oggettivo (magnitudo).

Essendo tale scala logaritmica, l'aumento di magnitudo di 1 punto corrisponde a un sisma dieci volte più intenso.

Profondità dell'ipocentro di un terremoto. (B)

Gli ipocentri dei terremoti si registrano a profondità massime di 700 km. Più in basso non è possibile la fratturazione di strati rocciosi, in quanto il materiale si trova allo stato semifluido.

Un bell'esempio di localizzazione dei sismi si ha tra le Ande e la costa dell'oceano Pacifico. La placca del Pacifico scivola sotto la placca americana. Gli ipocentri dei terremoti sono situati sulla faccia superiore della placca oceanica, per attrito con quella continentale. Tali ipocentri sono gradualmente sempre più profondi, quanto più distanti dalla costa.

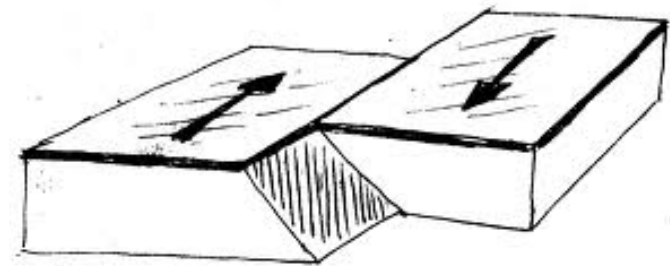


Oceano Pacifico Ande

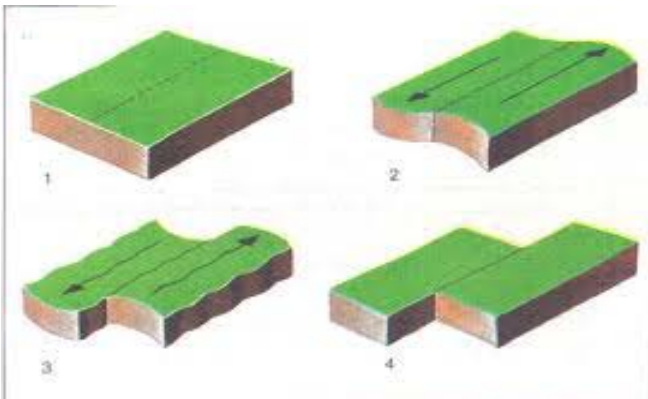
Origine dei terremoti: origine tettonica (placche crostali) (A)



Le placche crostali



FAGLIA LATERALE
STRIKE-SLIP FAULT



Il maggior numero dei terremoti ha origine per lo spostamento reciproco delle placche crostali. Le tensioni che si formano all'interno della Terra provocano enormi fratture di rocce (faglie), con vibrazioni che dall'ipocentro si trasmettono fino alla superficie.

Origine dei terremoti: eruzioni vulcaniche (A)



Altri terremoti possono essere provocati dall'esplosione di vulcani. Questo avviene generalmente quando i camini dei vulcani sono ostruiti, e il magma preme dal basso per uscire all'esterno.

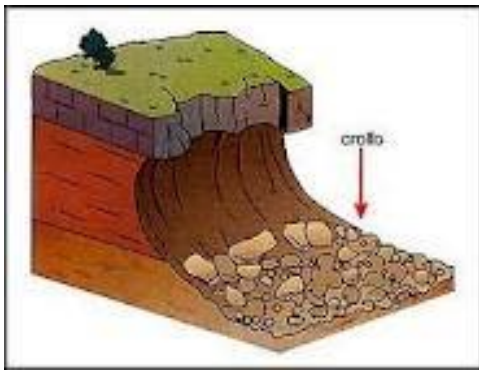
Origine dei terremoti: frane (B)



Anche frane di enormi dimensioni possono provocare terremoti. Questi sono in genere meno intensi dei precedenti, e diffusi su territori poco ampi.

*La frana del Vajont (Prealpi Carniche):
in basso tutto il materiale scivolato
dal versante del monte.*

Origine dei terremoti: crolli delle volte delle caverne (B)



Frane di crollo



Anche il crollo della volta di una caverna può provocare piccoli terremoti locali.

In questo caso, i danni sono limitati ad eventuali costruzioni disposte al di sopra della volta crollata.

Frequenze e distribuzione dei terremoti nel mondo (A)



I terremoti non si verificano ovunque, essi sono particolarmente frequenti ed intensi su particolari linee, come indicato qui a sinistra.

Distribuzione dei terremoti nel mondo

Tali linee corrispondono agli orli delle placche della crosta terrestre, in continuo reciproco movimento tra di loro.

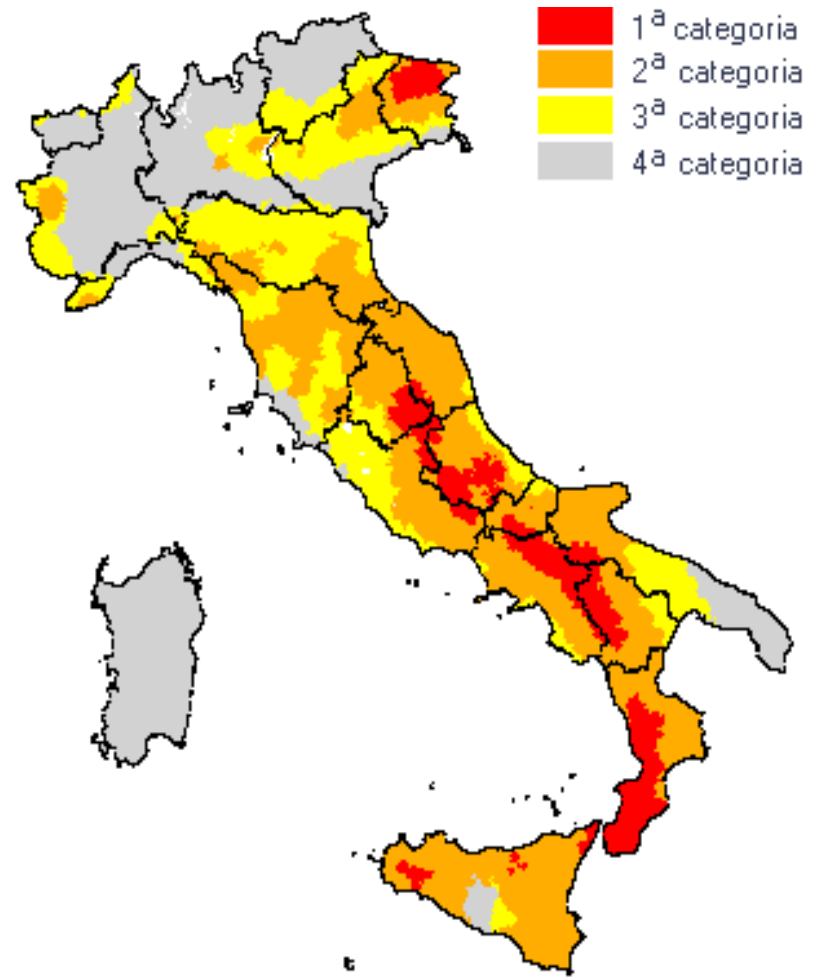
Frequenze e distribuzione dei terremoti in Italia (A)

Anche in Italia i terremoti sono purtroppo frequenti, e spesso disastrosi.

Le zone più a rischio sono l'Appennino, in particolare quello centro meridionale, la Sicilia, ed il Friuli.

La regione più “tranquilla” è la Sardegna.

Le zone a forte rischio corrispondono all'orlo occidentale della placca Adriatica.



E' possibile prevedere un terremoto? (B)

E' ovvio che l'uomo ha sempre sperato di poter prevedere le scosse sismiche, per difendersi dal loro effetto distruttivo.

Ha interpretato l'intorbidamento delle acque, l'odore insolito delle sorgenti, il comportamento anomalo di animali, come segni di un prossimo sisma.

Più recentemente, variazioni nelle conducibilità elettrica e magnetica nel suolo, oppure l'aumento di radon proveniente dal sottosuolo, ecc. sono pure stati interpretati come sintomi di terremoti imminenti. La comunità scientifica non ha finora accettato questi “segnali”. L'unica certezza è che alcune zone sono molto più a rischio di altre per frequenza di terremoti intensi.



Effetti di un terremoto



Che fare in caso di terremoto? (A)

In certe zone la probabilità che si verifichi un terremoto è alta. Ci sono alcune cose da fare, ed altre da non fare, in caso di un evento sismico.

Tra quelle da fare, ricordiamo:

- ripararsi sotto gli architravi dei muri portanti;
- ripararsi sotto un robusto tavolo;
- avere possibilmente con sé un cellulare e una torcia elettrica;
- scendere per le scale senza usare gli ascensori;
- sostare (se si è all'aperto) in luoghi ampi, lontano da edifici alti, da condutture elettriche, da ripidi pendii montuosi;

Dopo le scosse:

- chiudere in casa i rubinetti di gas, acqua ed energia elettrica;
- non accendere fiamme libere (fiammiferi, candele, ecc.)

In ogni caso la migliore difesa da un terremoto è la **prevenzione**, ossia la **costruzione di edifici antisismici**, che possono ridurre fortemente i rischi per la vita e i danni. (vedi slide n. 25 e 26)

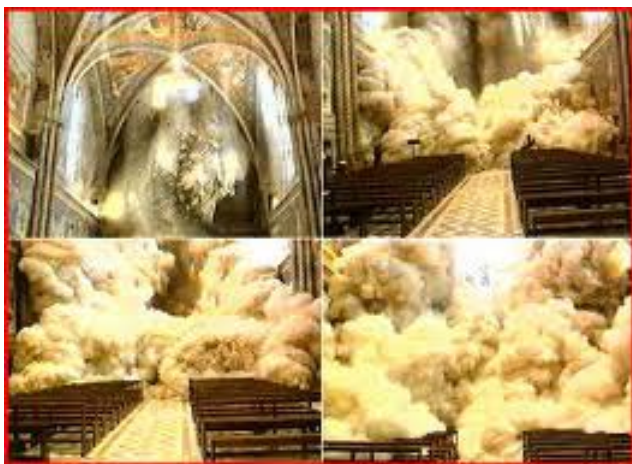
Effetti di un sisma (A)



In ambienti non interessati dall'attività umana, i terremoti più intensi possono provocare faglie, crepacci, e frane in zone montuose.

Nelle zone densamente popolate i morti possono essere molto numerosi e i danni molto gravi.

Effetti di un sisma (A)



Gli edifici possono essere gravemente danneggiati o distrutti dai terremoti.

In alto, la drammatica sequenza del crollo del soffitto della basilica di Assisi, in Umbria, a destra due immagini del recente terremoto nell'Abruzzo.



Effetti di un sisma: maremoti e tsunami (A)



Onda di tsunami



*Effetti sulla costa
di uno tsunami*

Quando l'epicentro di un terremoto è sui fondali marini, in superficie si formano onde alte anche 30 m, che viaggiano a centinaia di km all'ora. L'effetto di tali onde è devastante, quando esse arrivano sulle coste.

Effetti di un sisma: maremoti e tsunami (B)



Basti pensare che un solo metro cubo d'acqua di mare pesa più di una tonnellata. Giungendo sulle coste a quella velocità, esso è in grado di distruggere qualsiasi manufatto.

*Effetti di un maremoto in Alaska:
pescherecci tra le case*

Edificazione in zone sismiche I (A)



*Casa in legno con
caratteristiche antisismiche*



Una casetta antisismica

Per evitare perdite umane è necessario costruire gli edifici con caratteristiche antisismiche. Le costruzioni devono avere “scheletri” interni con barre d'acciaio interconnesse tra loro, di spessori adeguati, in modo da essere sufficientemente resistenti ed elastiche anche nel caso di vibrazioni molto intense.

Edificazione in zone sismiche II (B)

Tutte le costruzioni devono essere realizzate in cemento armato, con malte che avvolgano completamente le armature metalliche. E' preferibile che le case siano larghe e basse, con strade ampie.



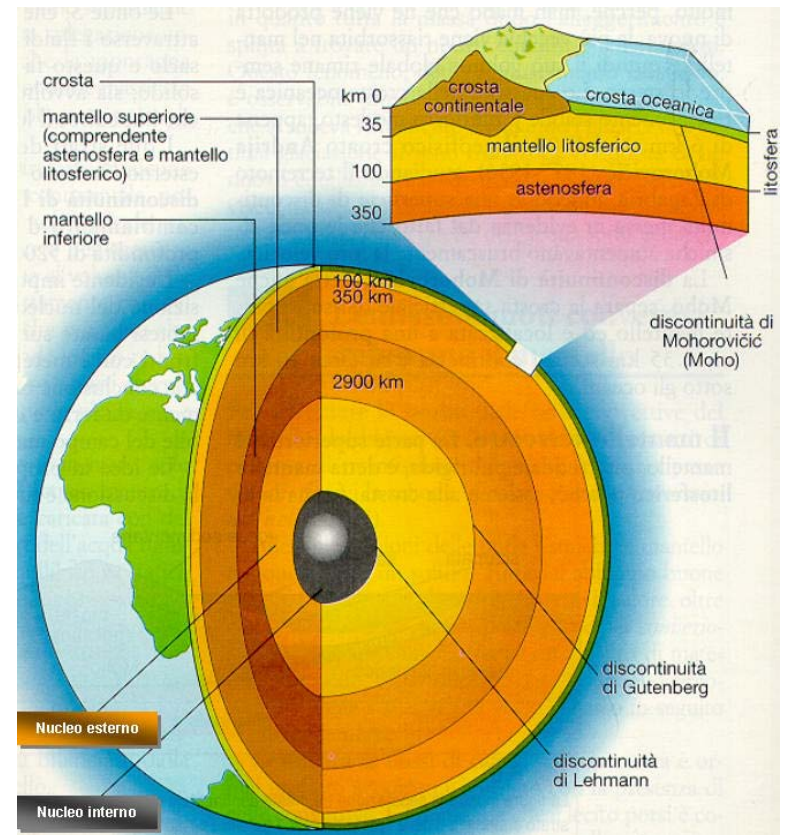
Quartiere urbano costruito con criteri antisismici

Importanza scientifica dei terremoti (B)

I terremoti rivestono una notevole importanza per lo studio dell'interno della Terra.

Infatti, dalla propagazione e dalla riflessione delle onde sismiche si possono dedurre caratteristiche di zone interne della Terra, altrimenti non raggiungibili.

In particolare, la Terra è stata suddivisa in crosta, mantello e nucleo. Si è scoperto che la parte esterna di quest'ultimo è liquida, poiché non lascia passare le onde trasversali. Essa inizia a 2900 km di profondità, ed è nota come discontinuità di Gutenberg.



*Struttura interna della Terra:
in alto a destra particolari della
crosta terrestre.*