

**ZANICHELLI**

Jay Phelan, Maria Cristina Pignocchino

# Scopriamo le scienze della Terra

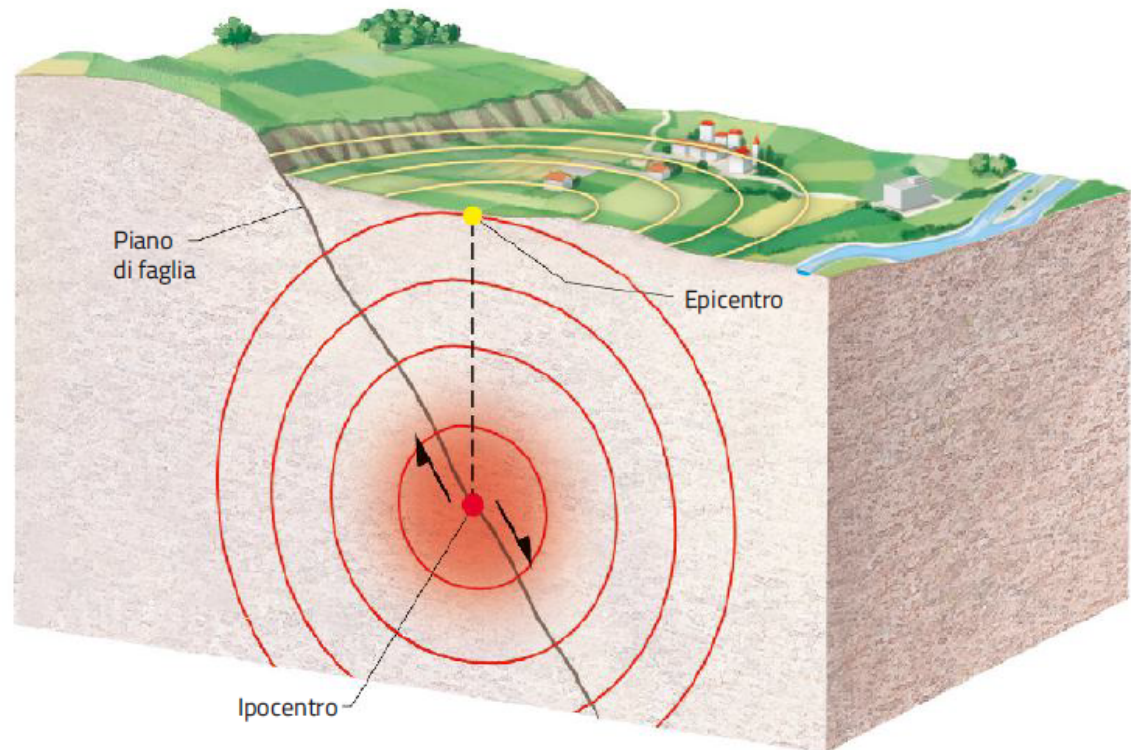
## Capitolo 5

# I terremoti

# 1. Che cosa sono i terremoti /1

Un **terremoto** o **sisma** è un'improvvisa e rapida vibrazione del terreno, causata dal rilascio di una grande quantità di energia meccanica accumulata nel sottosuolo; questo rilascio avviene in parte sotto forma di calore e in parte sotto forma di **onde sismiche**.

Le onde sismiche si generano nell'**ipocentro** e si propagano in tutte le direzioni come onde concentriche. Il punto in superficie che si trova sulla verticale dell'ipocentro è l'**epicentro**: da qui si propagano onde concentriche di superficie.



# 1. Che cosa sono i terremoti /2

La scienza che studia i terremoti, chiamata **sismologia**:

- misura la forza e gli effetti dei terremoti;
- ne stabilisce le cause;
- cerca di identificare le aree a rischio.

La basilica di San Benedetto a Norcia  
prima e dopo il sisma del 30 ottobre 2016.

L'ipocentro del terremoto fu a  
9 km di profondità e l'epicentro  
a 5 km dalla città umbra.



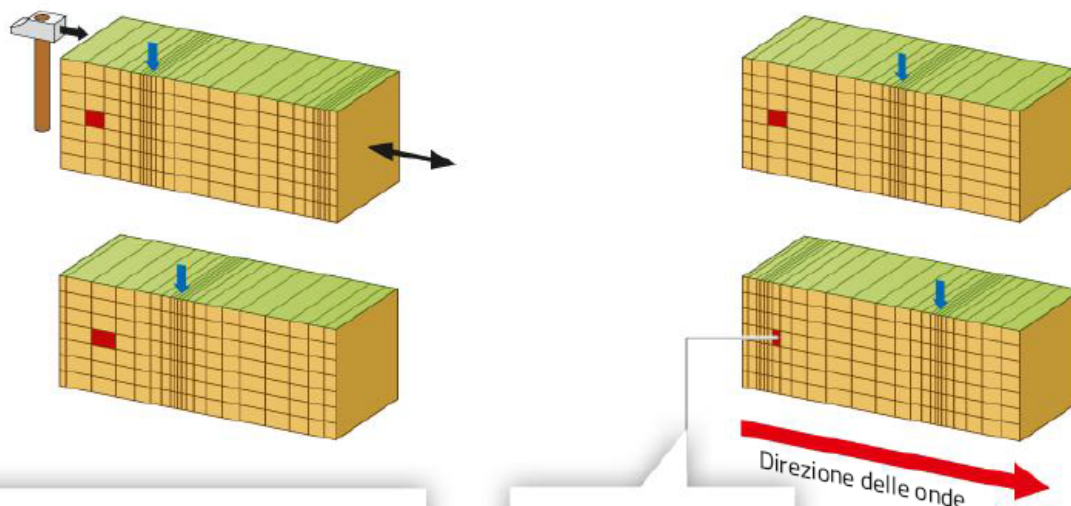
## 2. I vari tipi di onde sismiche /1

Ci sono tre tipi di onde sismiche: le **onde P**, le **onde S** e le **onde superficiali**. Le onde P e le onde S sono considerate **onde di volume**, perché si generano nell'ipocentro del terremoto e si propagano all'interno della Terra in tutte le direzioni. Quando raggiungono la superficie terrestre, le onde P e S generano le onde superficiali.

1

### ONDE PRIMARIE

Le onde P sono onde di compressione, come le onde sonore, e viaggiano velocemente attraverso le rocce.



Le **onde P** viaggiano sotto forma di una serie di contrazioni ed espansioni, «spingendo» e «tirando» i blocchetti di roccia nella direzione in cui si propagano.

Il quadratino rosso indica le contrazioni e le espansioni di un singolo volume di roccia.

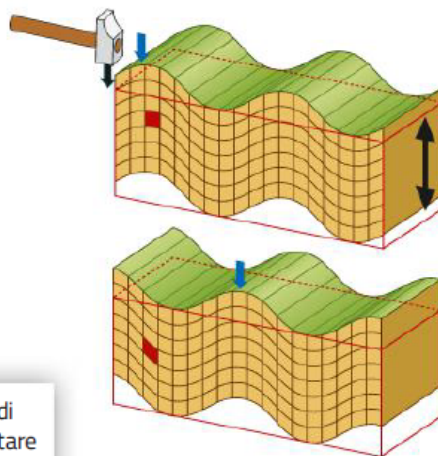
Direzione delle onde

# 2. I vari tipi di onde sismiche /2

2

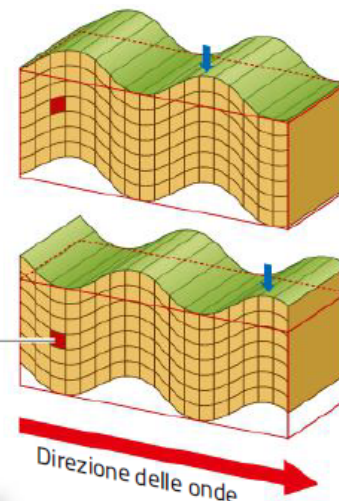
## ONDE SECONDARIE

Le onde S viaggiano a una velocità che è circa la metà di quella delle onde P.



Le onde S sono onde di taglio che fanno spostare ogni blocchetto in direzione perpendicolare alla propagazione dell'onda.

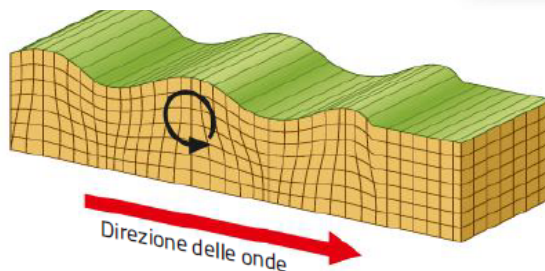
Il quadratino rosso mostra come un singolo volume di roccia si deforma al passaggio delle onde S.



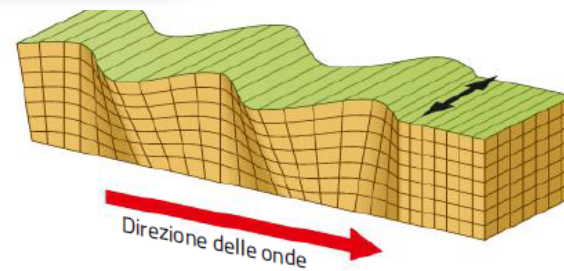
3

## ONDE SUPERFICIALI

Le onde superficiali si propagano solo in superficie e producono oscillazioni perpendicolari alla direzione di propagazione; queste oscillazioni si smorzano con la profondità. Esistono due tipi di onde superficiali.



Nel primo tipo di **onde superficiali**, la superficie del terreno compie un movimento di rotolo che si smorza al di sotto di essa. Ogni particella compie un'orbita ellittica in un piano verticale, prima di tornare nella posizione di riposo.

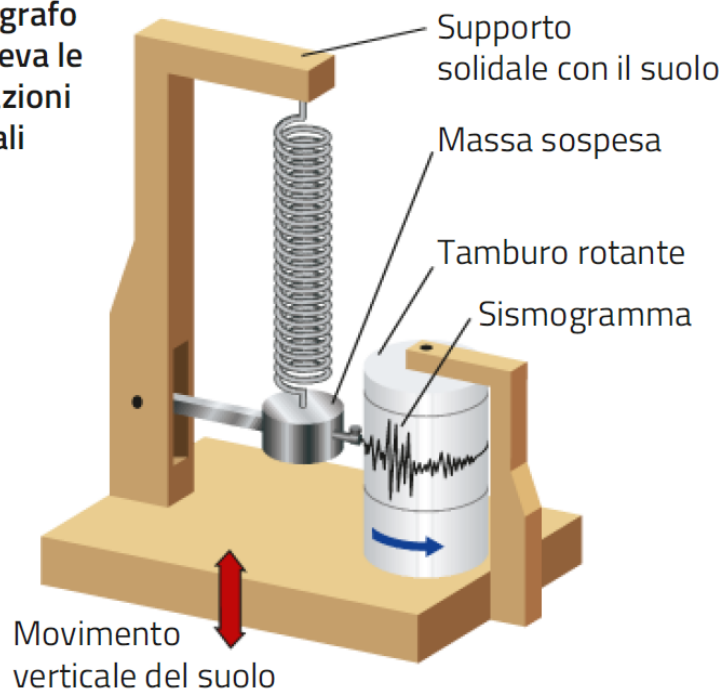


Nel secondo tipo il terreno è scosso lateralmente senza movimento verticale. Il movimento si smorza con la profondità.

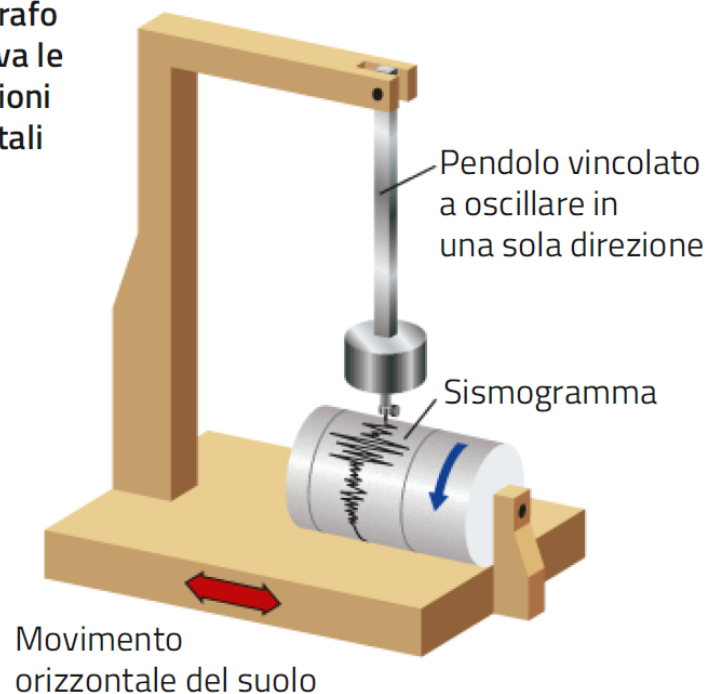
# 3. I sismografi e i sismogrammi /1

Il **sismografo** è lo strumento usato per misurare le onde sismiche. Un pennino attaccato a una molla può muoversi insieme ai movimenti della terra, lasciando un tracciato su un rullo rotante.

Sismografo che rileva le oscillazioni verticali



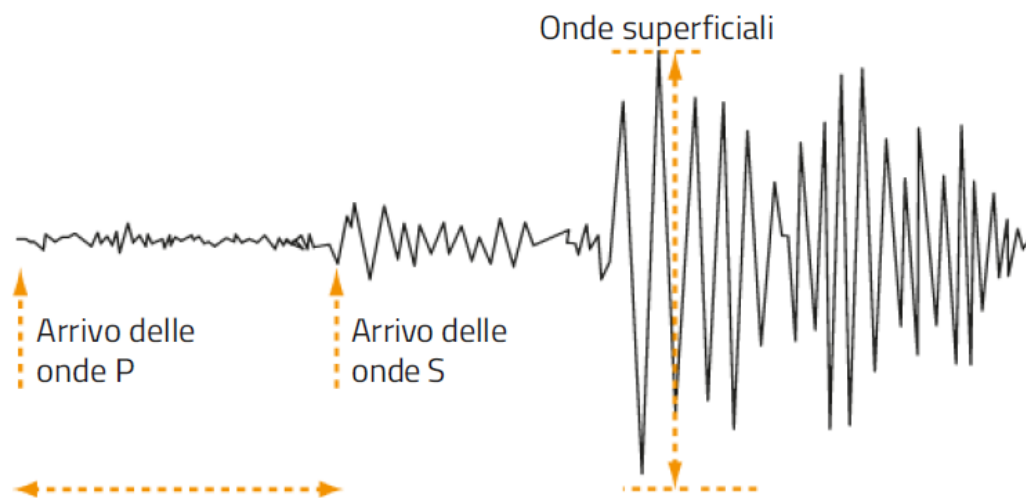
Sismografo che rileva le oscillazioni orizzontali





# 3. I sismografi e i sismogrammi /2

Il tracciato del sismografo è chiamato **sismogramma** ed è studiato con grande attenzione dai geologi.



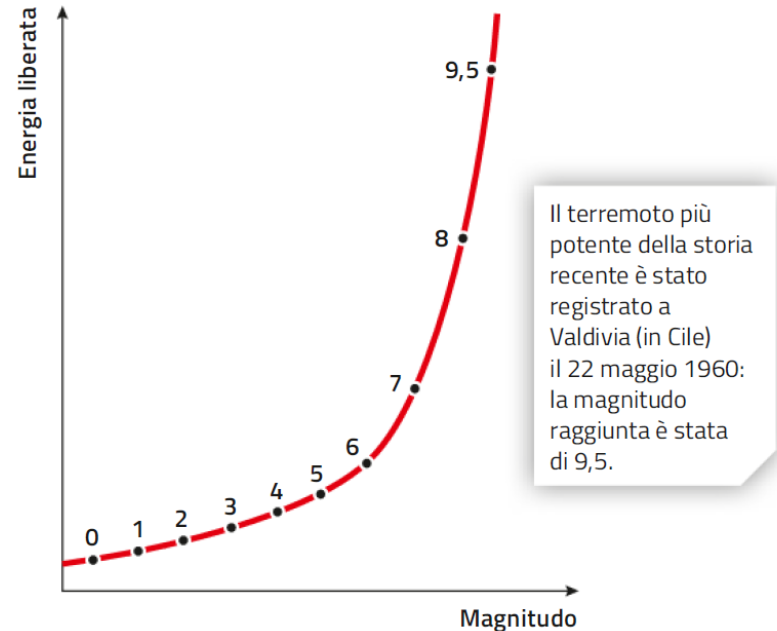
L'intervallo di tempo tra l'arrivo delle onde P e delle onde S serve a calcolare la distanza dall'epicentro.

La massima ampiezza delle onde superficiali si usa per calcolare la magnitudo del sisma.

# 4. La magnitudo e la scala Richter

La **scala Richter** misura la forza di un terremoto e si basa sull'analisi del sismogramma: tanto maggiore è l'energia liberata da un sisma, tanto più ampie sono le oscillazioni registrate dalle oscillazioni del sismografo.

La **magnitudo** si ottiene confrontando la massima oscillazione del terremoto con la massima oscillazione prodotta da un terremoto-campione scelto come unità di misura.



Magnitudo scala Richter	Terremoti all'anno nel mondo
$\geq 8,0$	$0,1 \pm 0,2$
$\geq 7,4$	4
$7,0 \pm 7,3$	15
$6,2 \pm 6,9$	100
$5,5 \pm 6,1$	500
$4,9 \pm 5,4$	1400
$4,3 \pm 4,8$	4800
$3,5 \pm 4,2$	30000
$2,0 \pm 3,4$	800000

# 5. L'intensità di un sisma e la scala MCS

## La scala MCS

(Mercalli-Cancani-Sieberg)

assegna a ogni sisma un grado di intensità, in base agli effetti delle scosse sismiche sulla popolazione, sui manufatti e sull'ambiente.

I **danni** provocati da un sisma dipendono da:

- caratteristiche dell'evento;
- caratteristiche del territorio;
- presenza di centri abitati.

Grado	Descrizione
I	Non percepito dalle persone; registrato solo dai sismografi.
II	Percepito ai piani alti delle case (che oscillano più dei piani a terra) da persone sensibili.
III	Percepito da più persone; oscillazione di oggetti appesi e vibrazioni.
IV	Oscillazioni e vibrazioni anche di automezzi, tintinnio di vetri, vibrazioni di vasellame, scricchiolio di pareti.
V	Scossa che sveglia chi dorme, scricchiolii, tintinnii, spavento; cadono calcinacci.
VI	Fa fuggire le persone all'aperto, produce boati, fa cadere oggetti pesanti, provoca lesioni agli edifici.
VII	Provoca panico, caduta di intonaci, camini e tegole, rottura di vetri, danni di scarsa entità ai muri, piccole frane in materiali sciolti, suono di campane, onde sugli specchi d'acqua.
VIII	Si sente anche guidando automezzi, danneggia murature anche solide, ma non di cemento armato; provoca la caduta di torri, palizzate, alberi e l'apertura di crepacci nel suolo.
IX	Distrugge edifici non molto resistenti, rompe tubazioni sotterranee, provoca crepacci nel terreno, apre crateri con espulsione di sabbia e fango.
X	Distrugge buona parte degli edifici, danneggia dighe e argini, devia fiumi e rotaie, provoca grandi frane, sposta orizzontalmente i terreni che si fessurano.
XI	Rovina completamente gli edifici, rompe ogni tubazione, provoca molte vittime.
XII	Distrugge ogni opera umana, sposta grandi masse rocciose o vasti tratti di terreno in cui si aprono larghi crepacci, lancia in aria oggetti, provoca grandi frane e può causare migliaia di vittime.

# I DATI A COLPO D'OCCHIO



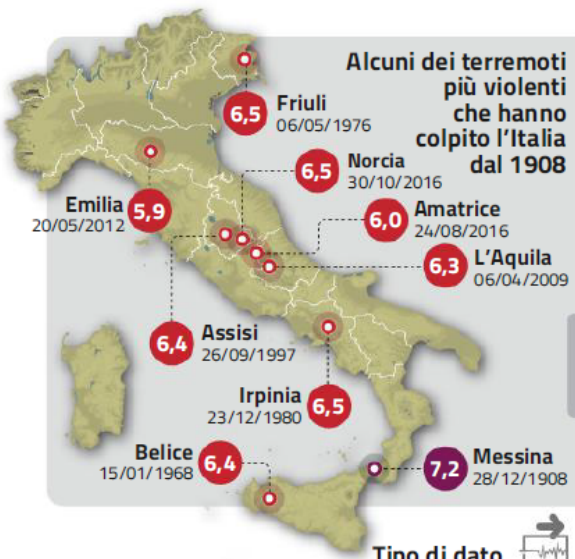
## MAGNITUDO Scala Richter

Misura dell'energia sprigionata da un terremoto nell'ipocentro (punto da cui ha origine).



**Charles Francis Richter**

Hamilton, 26 aprile 1900 - Pasadena, 30 settembre 1985  
è stato un fisico e sismologo statunitense.



**Tipo di dato**

È un dato fisico ed è possibile calcolarlo in pochi minuti dall'evento sismico.

## Misurazione dei terremoti

### Grado di pericolosità

0		
1		
1,5		
2		
2,5	Impercettibile	I
3		
3,5	Molto Leggero	II
4	Leggero	III
4,5	Moderato	IV
5	Abbastanza forte	V
5,5	Forte	VI
6	Molto forte	VII
6,5		
7	Rovinoso	VIII
7,5		
8	Distruttivo	IX
8,5	Totalmente distruttivo	X
9	Catastrofico	XI
10	Apocalittico	XII

Misura degli effetti che il terremoto ha prodotto sull'uomo, sull'ambiente e sugli edifici.

## INTENSITÀ Scala MCS



**Giuseppe Mercalli**

Milano, 21 maggio 1850 - Napoli, 18 marzo 1914  
è stato un geologo, sismologo, vulcanologo e sacerdote cattolico italiano



Il terremoto del 2012 in Emilia ha avuto un grado MCS di VI-VII nella zona di Finale Emilia.

Il terremoto del 2016 nell'Italia centrale ha avuto un grado MCS di XI nella città di Amatrice.



**Tipo di dato**

Per quantificarla occorre conoscere dei dati oggettivi, ovvero i **danni provocati dal sisma**.

Fonte: INGV

## Svolgi i seguenti esercizi.

1. Qual è il terremoto più violento avvenuto in Italia dal 1908 a oggi?
2. A quanto corrisponde una magnitudo 5 della scala Richter sulla scala Mercalli?

# 6. Le cause dei terremoti /1

Considerando le loro cause, si distinguono tre tipi di terremoti.

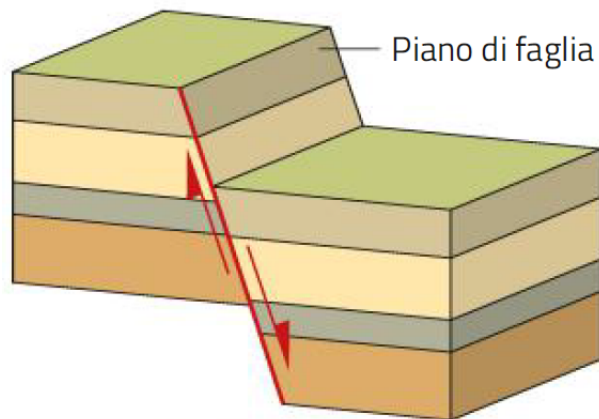
- **I terremoti di sprofondamento e di assestamento** sono causati da eventi come il crollo improvviso della volta di una grotta, una frana imponente o un'esplosione nucleare violenta.
- **I terremoti vulcanici** precedono o accompagnano le eruzioni.
- **I terremoti tettonici** si verificano in zone instabili della crosta terrestre, dove le forze endogene generano tensioni nelle masse rocciose in profondità.

# 6. Le cause dei terremoti /2

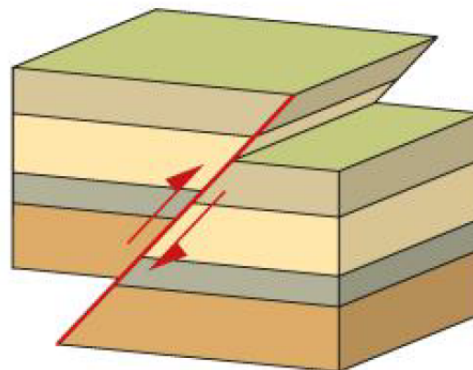
Gli ipocentri dei terremoti tettonici si collocano in corrispondenza delle **faglie**, che sono le fratture della litosfera. Lungo le faglie si verifica lo scorrimento relativo dei blocchi di roccia a contatto.

Il movimento di scorrimento avviene lungo il **piano di faglia**, la superficie di contatto fra i due blocchi.

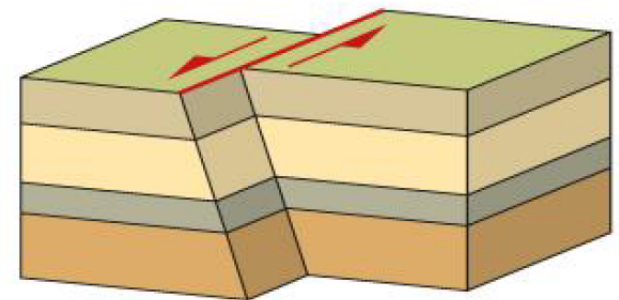
**FAGLIA NORMALE**  
(provoca distensione)



**FAGLIA INVERSA**  
(provoca compressione)

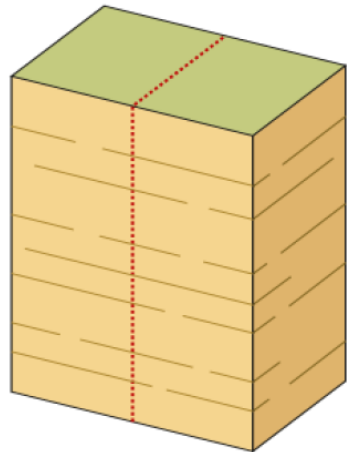


**FAGLIA TRASCORRENTE**  
(provoca movimento orizzontale)

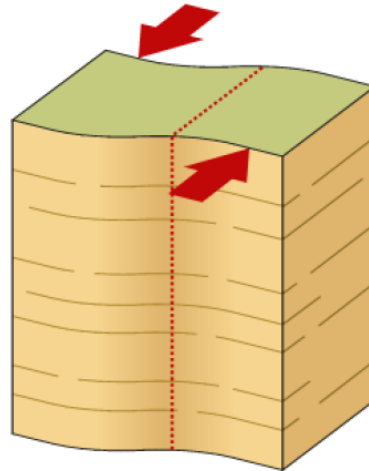


# 7. La teoria del rimbalzo elastico

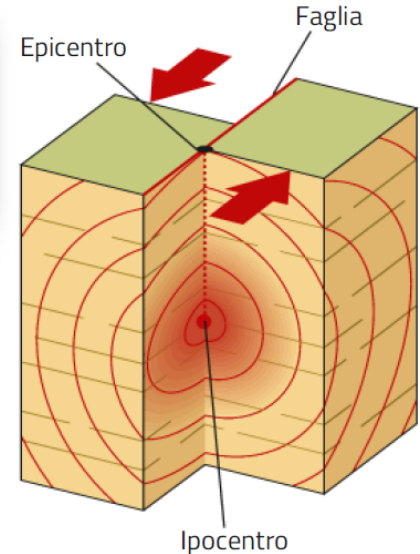
Secondo la **teoria del rimbalzo elastico**, il terremoto è il culmine di una serie di eventi che si realizzano quando una grande massa rocciosa è sottoposta per lungo tempo a forti pressioni orientate che agiscono in direzioni opposte.



**1** Quando una massa rocciosa è sottoposta a forze che agiscono in verso opposto, all'inizio l'attrito e la reazione elastica impediscono la frattura e la deformazione permette di immagazzinare forza elastica.



**2** Superato il limite di rottura, le rocce si spaccano e l'energia liberata dà origine alle scosse sismiche.



# 8. La pericolosità sismica e il rischio sismico /1

La **pericolosità sismica** di una regione è la probabilità che in essa si verifichi, in un certo intervallo di tempo, un terremoto in grado di causare danni.

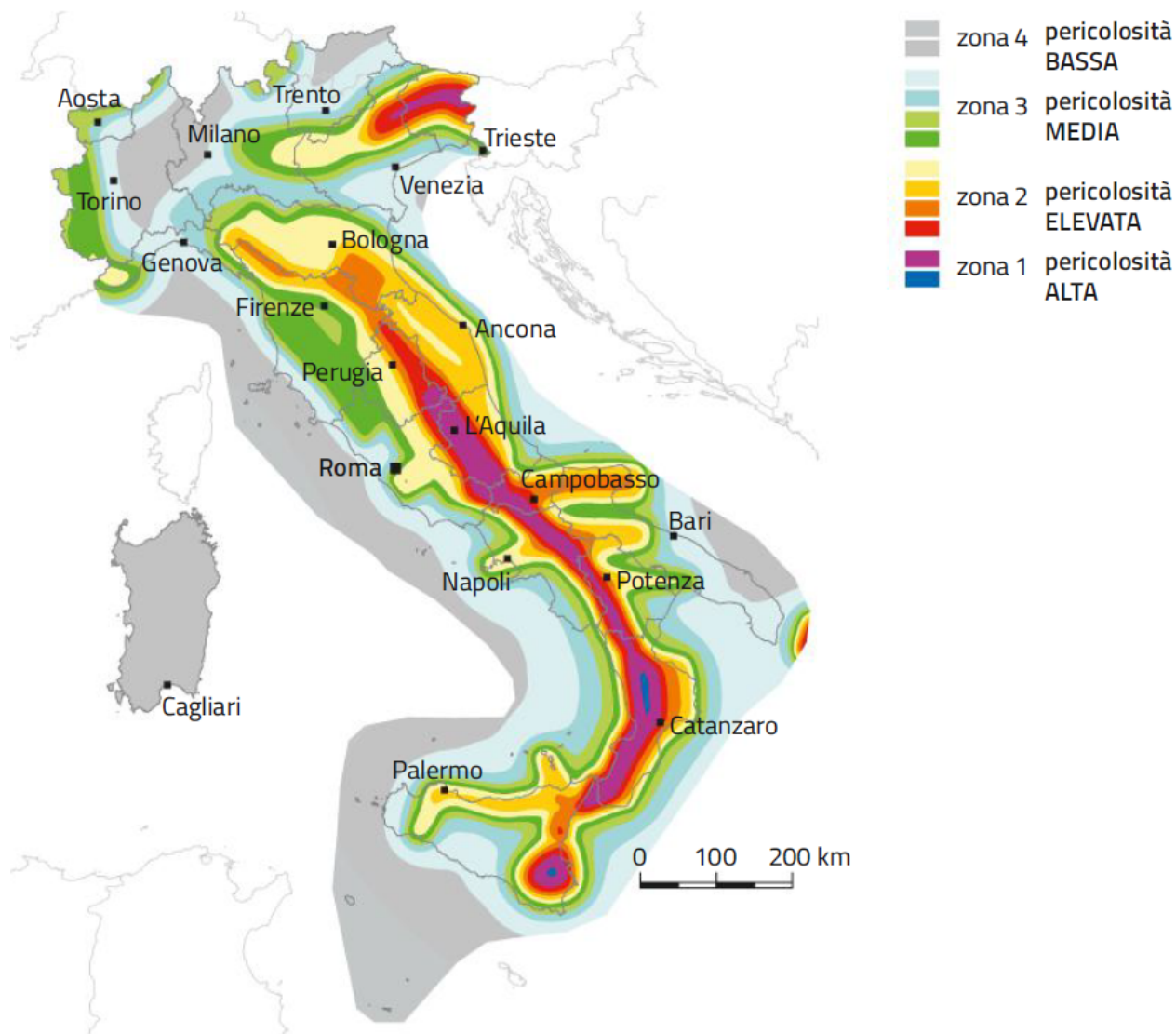
Il **rischio sismico** è una stima dei danni che un terremoto potrebbe produrre in una data area.

$$\text{rischio sismico} = P \cdot V \cdot E$$

- **P** indica la pericolosità sismica;
- **V** è la vulnerabilità sismica, cioè la tendenza degli edifici a essere danneggiati;
- **E** è l'esposizione sismica, che tiene conto di quante persone vivono delle zone che possono essere colpite da un evento sismico.

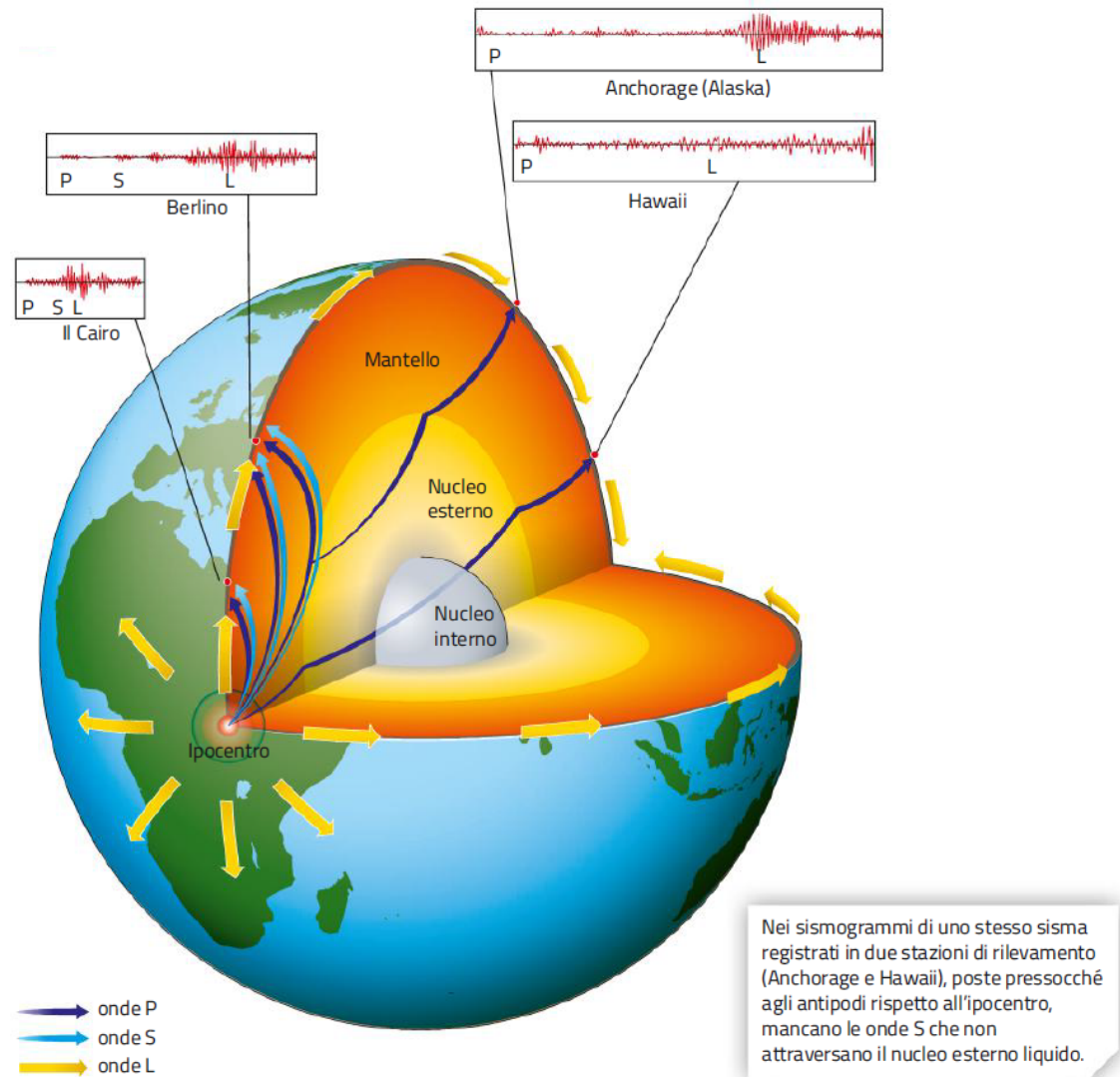


# 8. La pericolosità sismica e il rischio sismico /2



# 9. Le onde sismiche e l'interno della Terra /1

Le onde sismiche P e S si propagano a velocità diverse a seconda della densità, della rigidità e dello stato fisico dei materiali che attraversano.



# 9. Le onde sismiche e l'interno della Terra /2

Una **superficie di discontinuità** separa due strati della Terra nei quali le onde sismiche si propagano con direzione e velocità nettamente differenti.

