



RISORSE DIDATTICHE.



[ResearchGate Project](#) By ... 0000-0001-5086-7401 & [lnkd.in/erZ48tm](https://www.linkedin.com/in/erZ48tm)



.....



.....

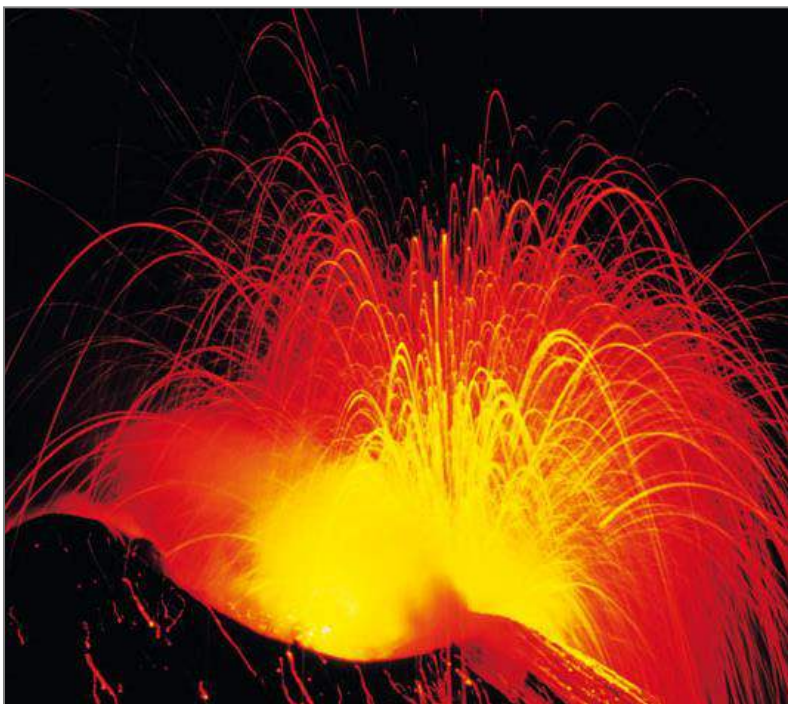
UNITÀ D5 – I VULCANI E I TERREMOTI

1. I vulcani e le eruzioni
2. I terremoti
3. L'origine dei vulcani e dei terremoti

Unità D5 – 1. I vulcani e le eruzioni

Indice

Un **vulcano** è una spaccatura nella crosta terrestre attraverso cui il **magma** può emergere in superficie con un'**eruzione**.



Il **magma**, fatto di **roccia fusa** mista a **gas**, proviene dall'interno della Terra.

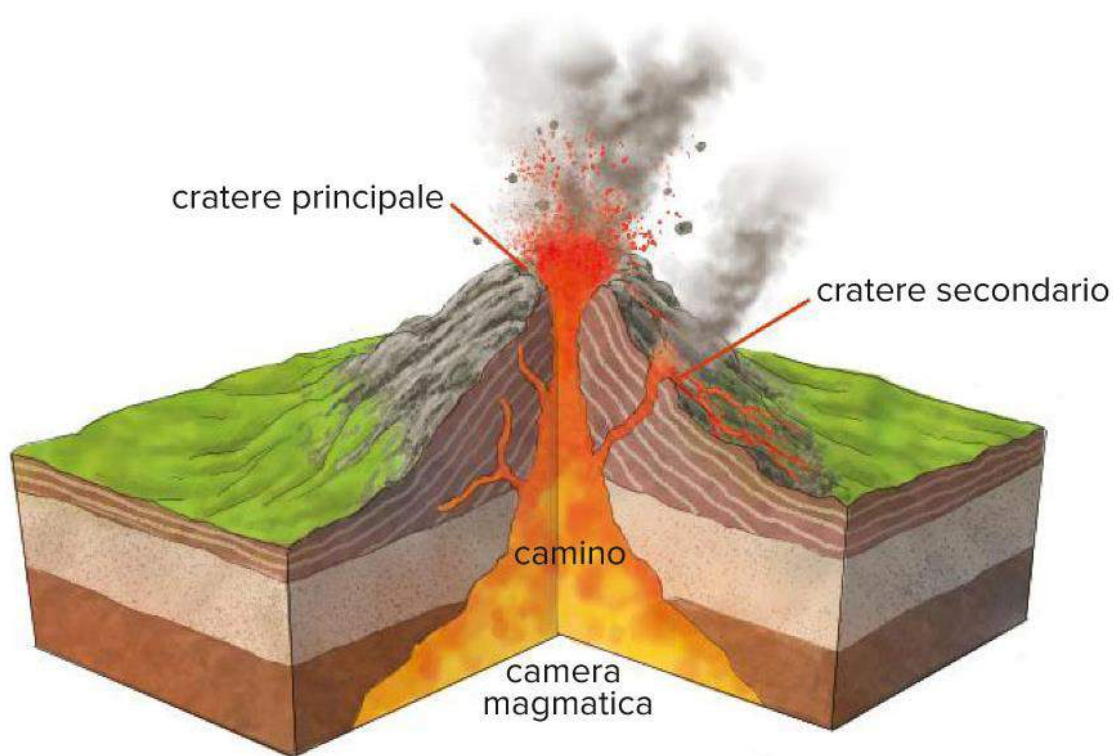
Quando viene eruttato è chiamato **lava**.

La lava emessa dal vulcano **scorre sul suolo e si raffredda** fino a solidificare.

Unità D5 – 1. I vulcani e le eruzioni

Indice

Un **vulcano** è una spaccatura nella crosta terrestre attraverso cui il **magma** può emergere in superficie con un'**eruzione**.



Un'eruzione dopo l'altra, **la lava si accumula** e spesso forma una montagna dalla forma caratteristica: il **cono vulcanico**.

la struttura di un **cono vulcanico**

Unità D5 – 1. I vulcani e le eruzioni

Indice

Un **vulcano** è una spaccatura nella crosta terrestre attraverso cui il **magma** può emergere in superficie con un'**eruzione**.

Quando la **lava** è **molto fluida**, forma un fiume incandescente che scende lungo i fianchi del vulcano: l'**eruzione** è detta **effusiva**.



Unità D5 – 1. I vulcani e le eruzioni

Indice

Un **vulcano** è una spaccatura nella crosta terrestre attraverso cui il **magma** può emergere in superficie con un'**eruzione**.

Quando la **lava** è **molto viscosa**, forma un «tappo» che **blocca il cratere**.

Il magma imprigionato si accumula e **la pressione dei gas aumenta** fino a far «saltare il tappo»: si ha allora un'**eruzione esplosiva**.



Unità D5 – 1. I vulcani e le eruzioni

Indice

Un **vulcano** è una spaccatura nella crosta terrestre attraverso cui il **magma** può emergere in superficie con un'**eruzione**.



Le **eruzioni esplosive** spesso producono una **nube ardente**, fatta di polveri caldissime, che scende veloce lungo i fianchi del vulcano distruggendo tutto.

Un **vulcano che non erutta** può essere **quiescente** oppure **spento**.



I **geyser** sono un esempio di **vulcanismo secondario**.

Un vulcano è **quiescente** quando dà qualche segno di attività, con fenomeni di **vulcanismo secondario** come:

- fumarole
- solfatare
- sorgenti di **acqua calda**
- getti di vapore.

Unità D5 – 1. I vulcani e le eruzioni

Indice

Un **vulcano che non erutta** può essere **quiescente** oppure **spento**.

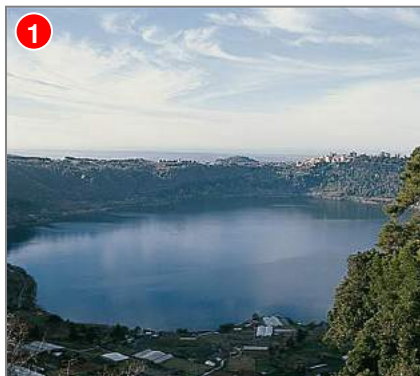
Un vulcano è **spento** quando **non dà più nessun segno di attività**.

Al posto della **camera magmatica vuota** rimane una **caldera** in cui l'acqua si accumula, formando **laghi dalla caratteristica forma circolare**.

Unità D5 – 1. I vulcani e le eruzioni

Indice

L'Italia è ricca di vulcani: ne abbiamo di attivi, di quiescenti e di spenti.



1 Il **lago di Nemi** riempie la caldera di un antico vulcano ormai **spento**.

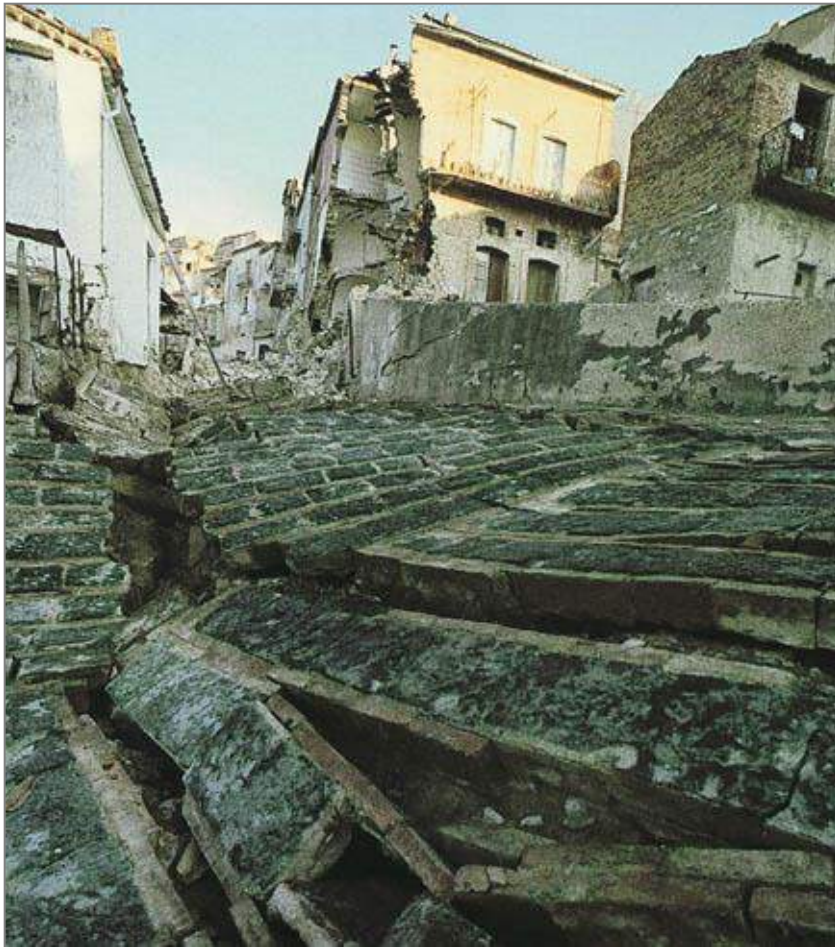
2 Il **Vesuvio** è **quiescente** e ha il cratere chiuso da un «tappo» di **lava viscosa**.

3 Lo **Stromboli** è tra i pochi vulcani al mondo **costantemente in attività**.

4 L'**Etna** d'inverno si copre di neve: quando non è attivo, ci si può sciare.



Il **terremoto** o **sisma** è conseguenza di una **frattura della crosta terrestre**.



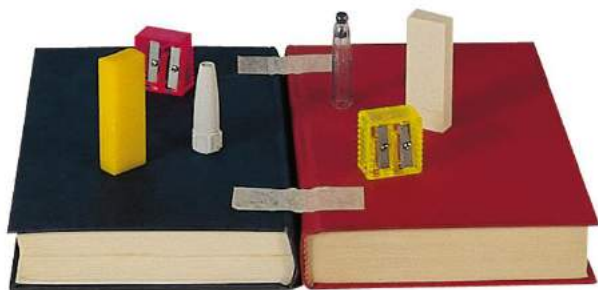
Durante un **terremoto** il terreno improvvisamente inizia a **vibrare**.

Una **scossa di terremoto** di solito dura qualche decina di secondi.

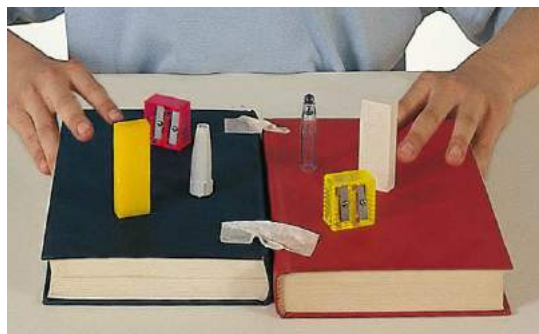
Unità D5 – 2. I terremoti

Indice

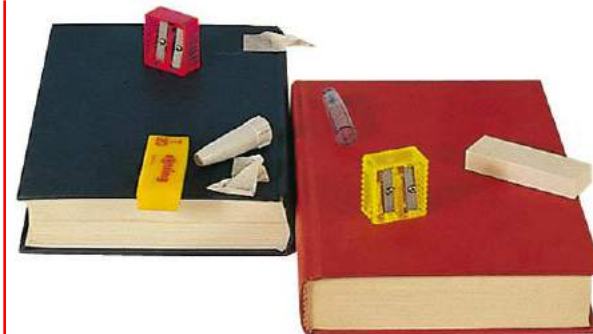
I geologi spiegano l'origine dei terremoti con la **teoria elastica**.



Immagina che questi **due libri** uniti da pezzi di nastro adesivo siano **due masse di roccia della litosfera**.

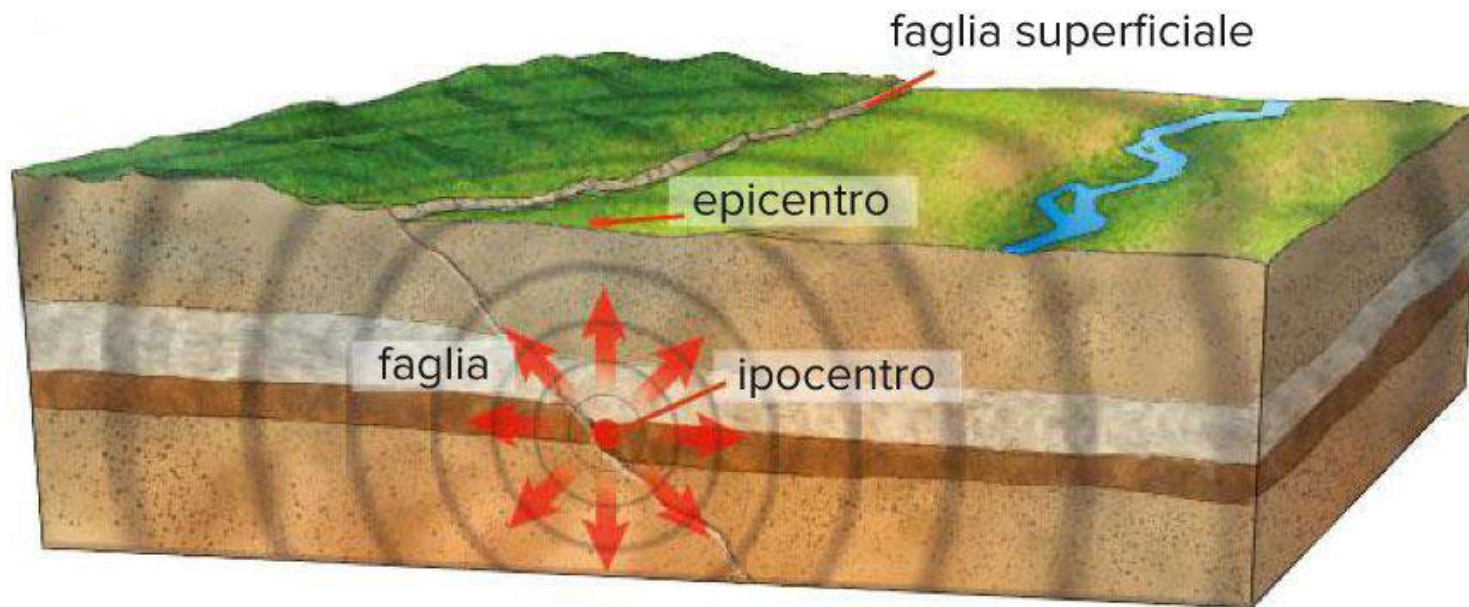


Enormi forze tettoniche spingono le due masse di roccia facendole muovere una rispetto all'altra: le due masse allora **si deformano** e nel farlo **accumulano energia elastica**.



Quando la deformazione delle rocce è troppo forte, **la litosfera si frattura** e rilascia all'improvviso tutta l'**energia elastica** che aveva accumulato: si ha un **terremoto**.

I geologi spiegano l'origine dei terremoti con la **teoria elastica**.



La **deformazione della crosta terrestre** che provoca il **terremoto** avviene sottoterra, nel punto chiamato **ipocentro**, a parecchi chilometri di profondità.

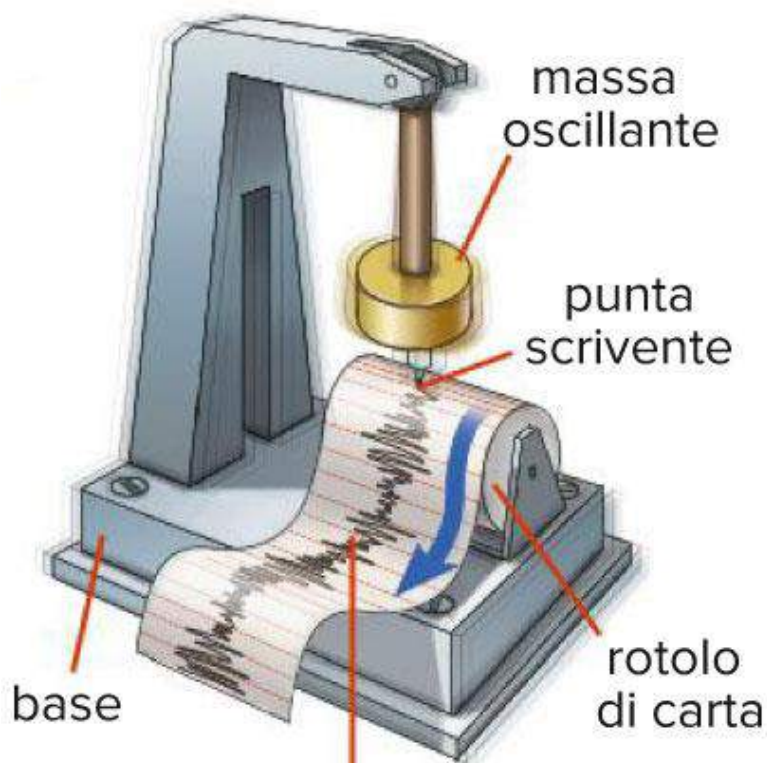
In **superficie** il sisma si avverte con la **massima intensità** nell'**epicentro**.

La **linea di frattura** tra le rocce, o **faglia**, può manifestarsi anche in superficie.

Unità D5 – 2. I terremoti

Indice

L'**intensità dei terremoti** si misura con il **sismografo**.



Durante un sisma il pendolo oscilla rispetto al rotolo di carta e lascia una traccia a zig zag, con **oscillazioni più ampie** quando la scossa è più forte.

il sismografo rileva le onde sismiche

Unità D5 – 2. I terremoti

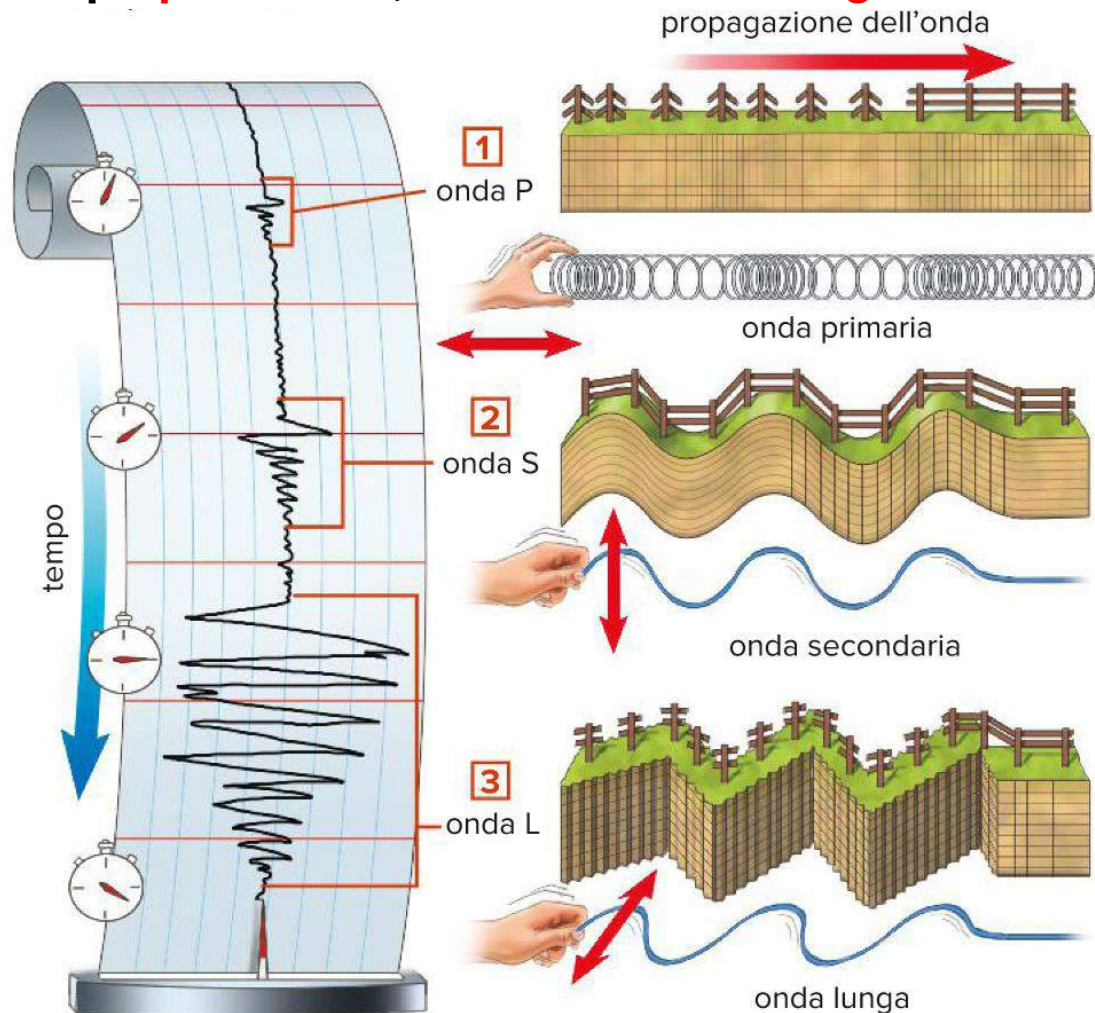
Indice

Le onde sismiche sono di tre tipi: **primarie P**, **secondarie S** e **lunghe L**.

Le **onde primarie P**, più veloci, arrivano per prime; sono **onde longitudinali di compressione**.

Poi arrivano le **onde secondarie S**, più lente, che sono **onde trasversali**.

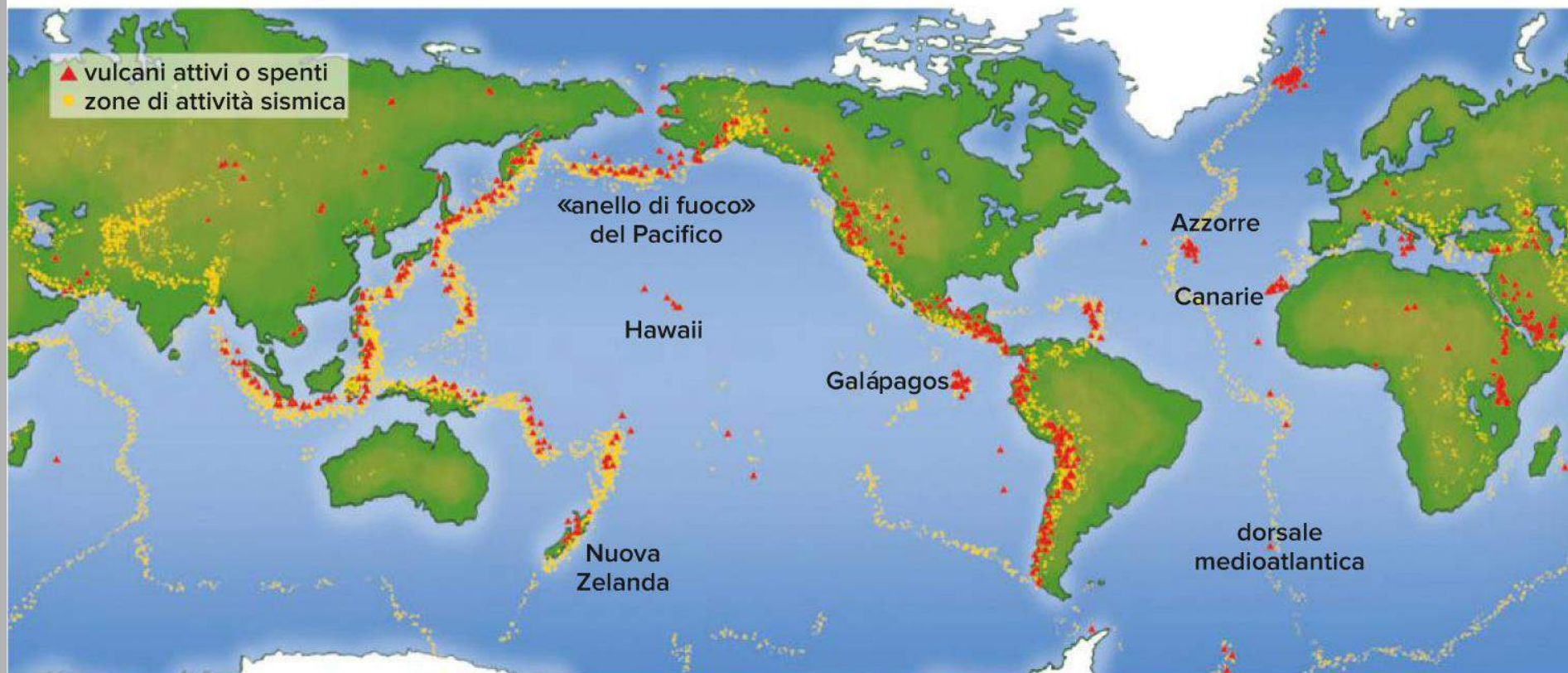
Infine arrivano le **onde lunghe L**, trasversali, che si propagano in superficie a partire dall'epicentro e sono le **più pericolose**.



Unità D5 – 3. L'origine dei vulcani e dei terremoti

Indice

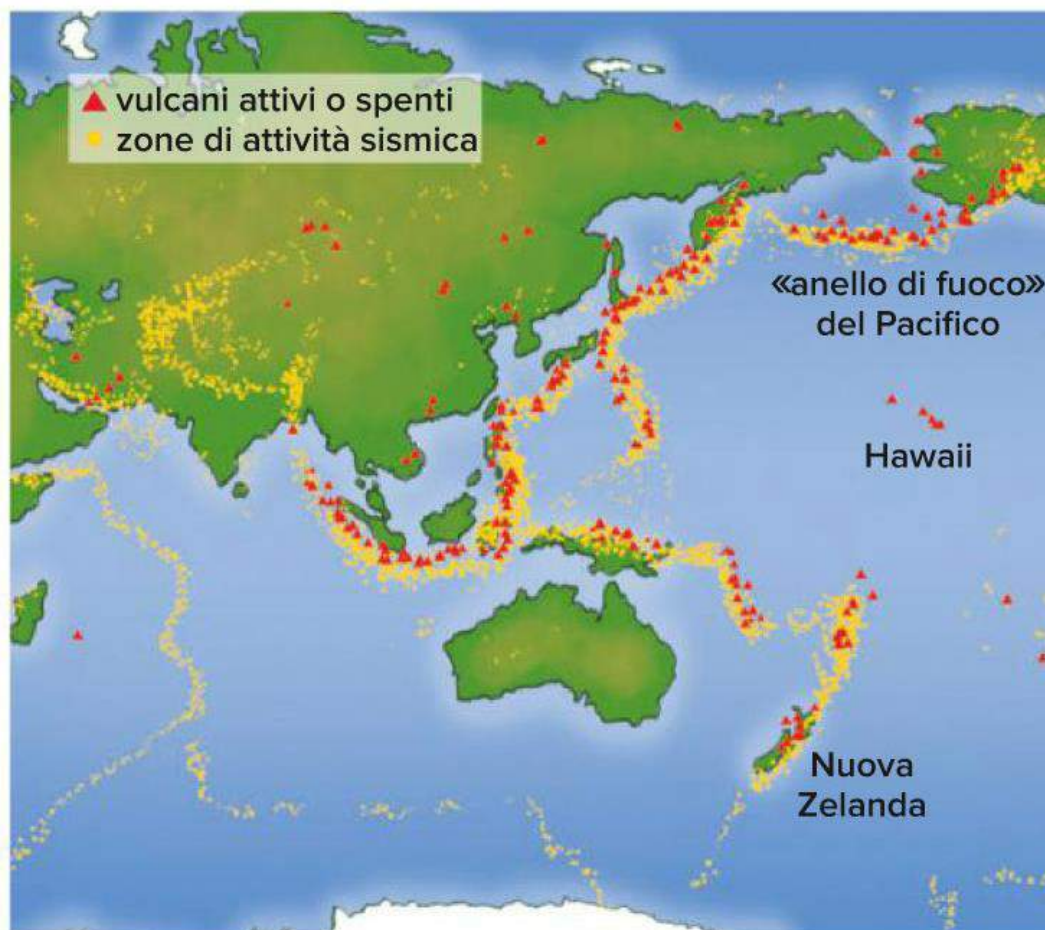
I **vulcani** e i **terremoti** si concentrano lungo le **dorsali oceaniche** e nelle **zone di subduzione**. Come si può spiegare questo fatto?



Unità D5 – 3. L'origine dei vulcani e dei terremoti

Indice

I **vulcani** e i **terremoti** si concentrano lungo le **dorsali oceaniche** e nelle **zone di subduzione**. Come si può spiegare questo fatto?



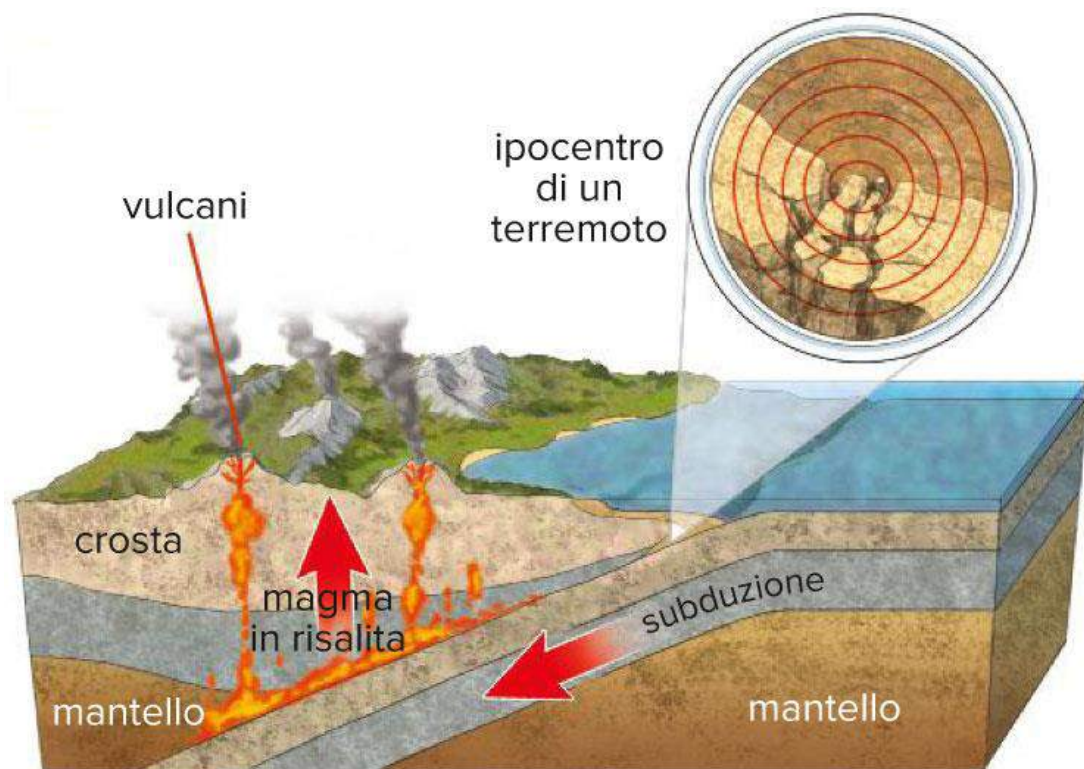
Nei **margini trascorrenti** ai **confini tra le placche** grandi masse di roccia si spostano e si deformano, provocando così **terremoti**.

Lo stesso accade nelle **zone di subduzione**, dove si formano anche catene di **vulcani**.

Unità D5 – 3. L'origine dei vulcani e dei terremoti

Indice

I **vulcani** e i **terremoti** si concentrano lungo le **dorsali oceaniche** e nelle **zone di subduzione**. Come si può spiegare questo fatto?



zona di subduzione

Nelle **zone di subduzione** la **crosta oceanica** penetra nel mantello terrestre dove **si riscalda e fonde**.

Si forma così un **magma** che risale, perché è meno denso della crosta.

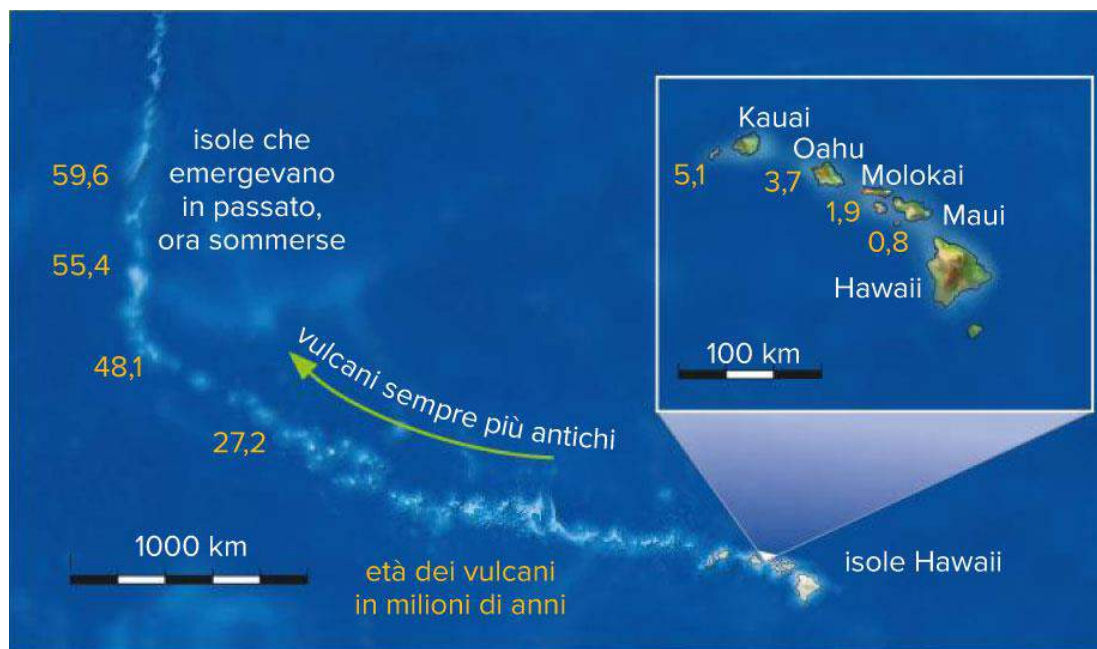
Dove il magma emerge in superficie, forma **vulcani**.

Unità D5 – 3. L'origine dei vulcani e dei terremoti

Indice

Esistono anche **vulcani** che sono **lontani dai bordi delle placche** della litosfera: questi vulcani si trovano sopra i cosiddetti «**punti caldi**».

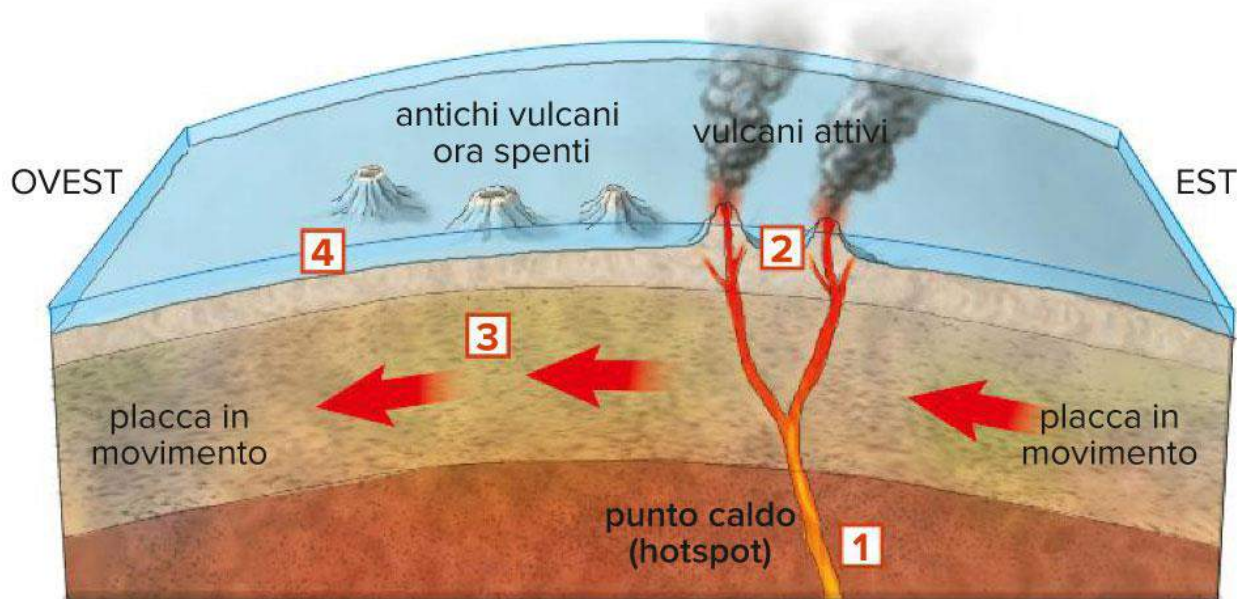
- L'**arcipelago delle Hawaii**, al centro dell'Oceano Pacifico, è un esempio di questo **vulcanismo di intraplacca**.
- **Ciascuna isola è la punta di un vulcano** che è nato sul fondo dell'oceano e poi è cresciuto fino a emergere.
- **I vulcani più recenti sono attivi**, mentre i **vulcani più antichi sono spenti**.



Unità D5 – 3. L'origine dei vulcani e dei terremoti

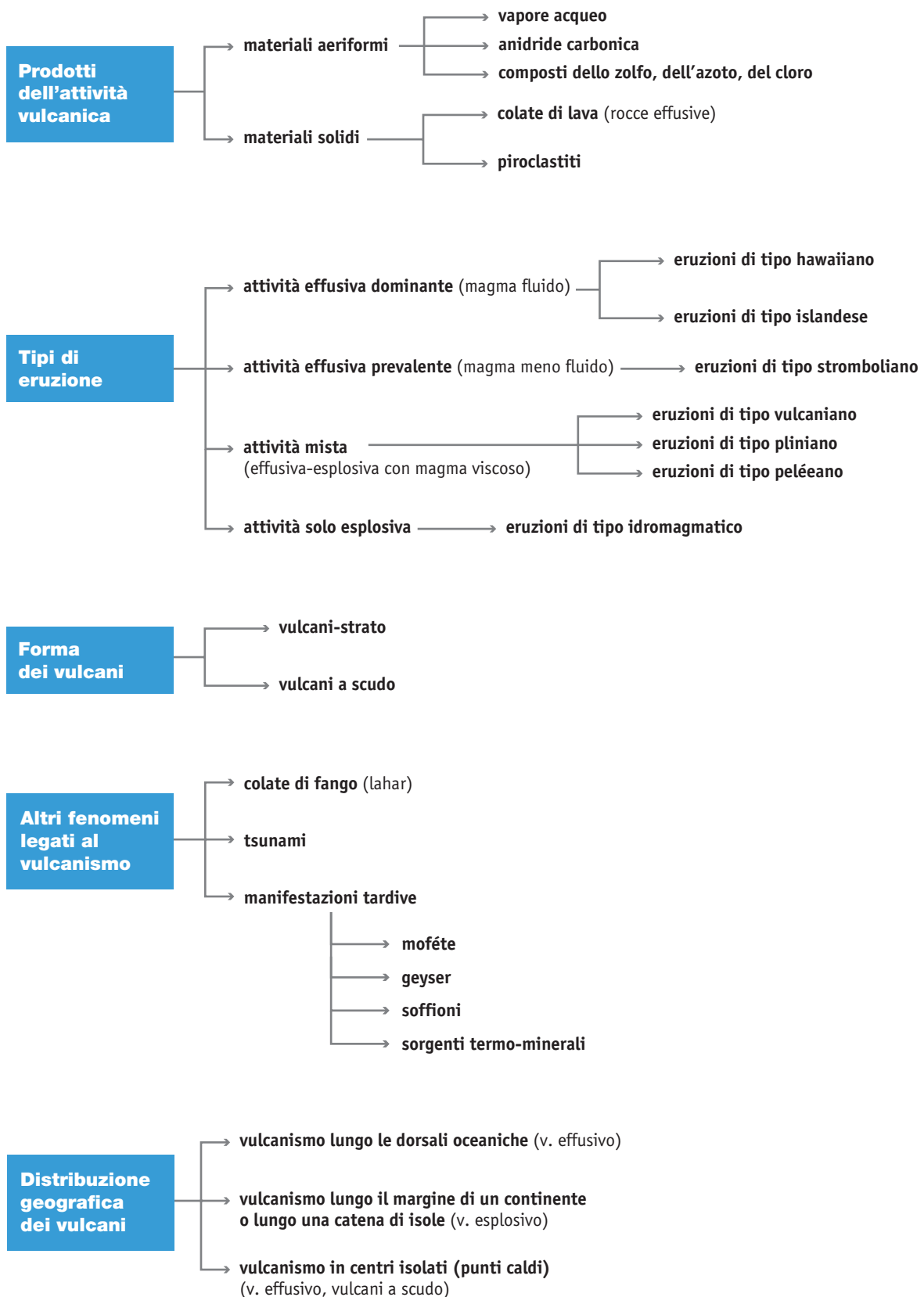
Indice

Esistono anche **vulcani** che sono **lontani dai bordi delle placche** della litosfera: questi vulcani si trovano sopra i cosiddetti «**punti caldi**».



- nel **mantello** sotto le odierne isole Hawaii c'è un **punto caldo** (*hot spot*) da cui sale **magma** che attraversa la crosta oceanica e forma un **vulcano sottomarino**
- la **placca della litosfera** intanto **si muove lentamente** verso nord-ovest
- così i **vulcani** che in **passato** erano sopra il punto caldo oggi sono spenti

UNITÀ 12. I fenomeni vulcanici



Che cos'è un vulcano

Un vulcano è la manifestazione in superficie della risalita di **magma**, cioè di roccia fusa mescolata a gas e vapori, tutti ad alte temperature. Il magma proviene principalmente dalla zona superiore del **mantello**, l'involucro su cui si appoggia la crosta terrestre.

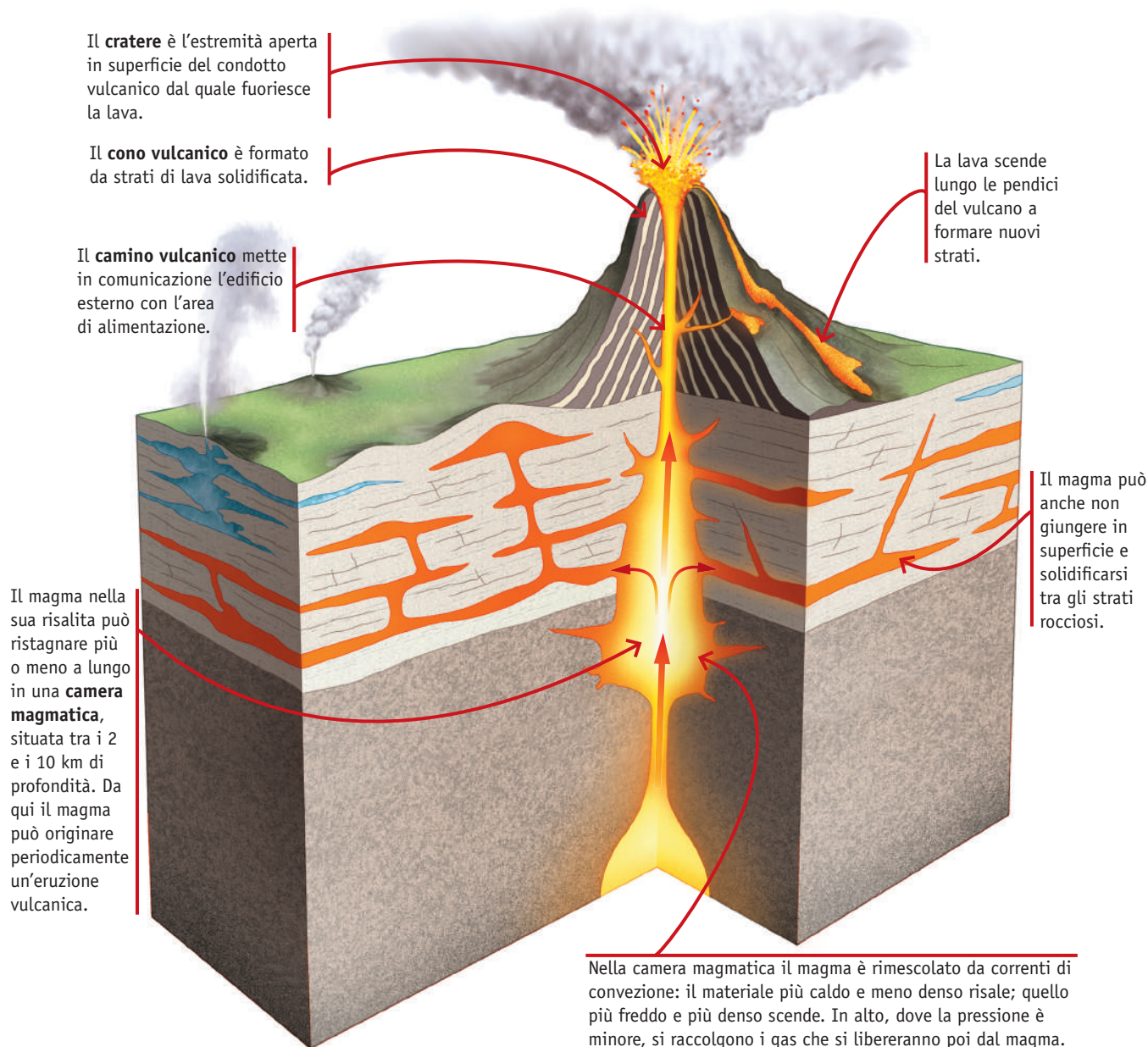
Il mantello, però, non è la sola sorgente di magma; le rocce possono andare incontro a fusione anche in zone più «superficiali», e cioè nelle parti più profonde della **crosta**. Dopo la sua eruzione in superficie, il materiale fuso viene chiamato **lava**.

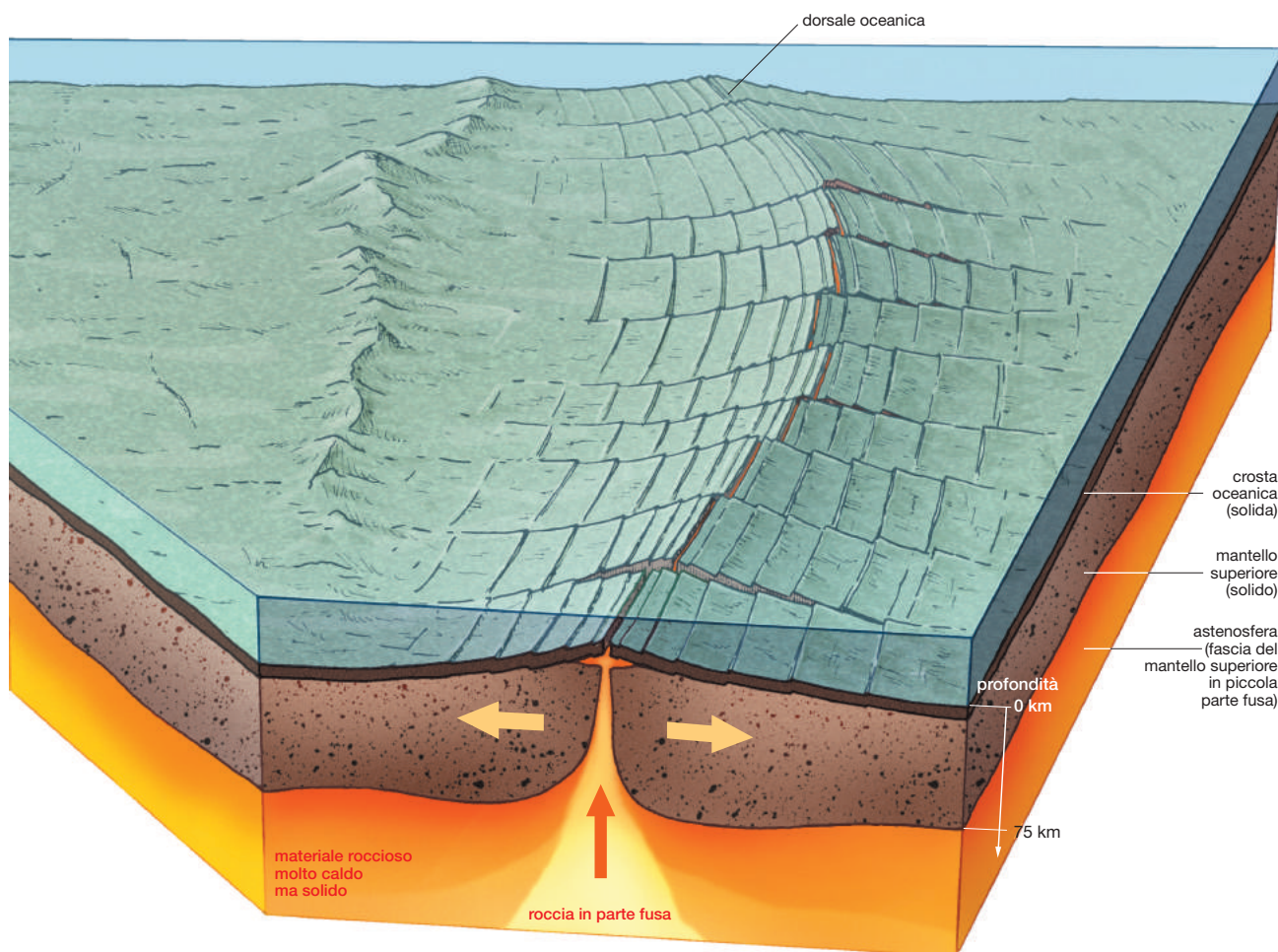
Quando la lava solidifica, in genere si accumula, fino a costituire un **edificio vulcanico**.

I vulcani vengono distinti in:

- **vulcani centrali** e
- **vulcani lineari**.

I vulcani centrali sono quelli più comunemente noti, perlomeno in Italia, dove se ne conoscono diversi esempi: l'Etna, il Vesuvio, lo Stromboli.





I **vulcani lineari** si formano quando il magma risale per mezzo di **fessure eruttive**: delle spaccature che penetrano profondamente nell'interno della Terra.

I vulcani lineari si trovano soprattutto in corrispondenza delle dorsali oceaniche.

■ I diversi prodotti delle eruzioni

Le eruzioni vulcaniche trasferiscono materiale dall'interno della Terra alla sua superficie. Questo materiale – chiamato *magma* quando è ancora in profondità e *lava* quando è giunto in superficie – si trova in genere allo stato **fluid**o.

I prodotti fluidi delle eruzioni vulcaniche sono le **lave**. Esse non sono tutte uguali ma differiscono per composizione chimica, per contenuto di gas e per temperatura. Questi fattori influiscono sulla viscosità dei magmi cioè sulla resistenza allo scorrimento.

L'aspetto di una colata di lava dipende da vari fattori: dalla composizione, dalla viscosità, dalla quantità di gas che contiene e dalla morfologia del terreno sul quale scende.

I frammenti solidi che vengono scagliati all'esterno da un vulcano formano le **piroclastiti**. Le piroclastiti hanno dimensioni molto variabili: le **ceneri vulcaniche**; i **lapilli**; le **bombe vulcaniche**.

Il magma può contenere fino al 5% in peso di gas e di vapori.

La composizione chimica delle **emissioni aeriformi** è caratterizzata dall'abbondanza di vapore acqueo, anidride carbonica, zolfo, cloro e azoto.

La presenza dei gas vulcanici svolge una funzione importante nell'innescare le eruzioni.

La forma dei vulcani

Con il tempo, le colate di lava solidificata e i materiali piroclastici fuoriusciti durante le eruzioni si accumulano intorno al condotto, formando un rilievo. La forma di questo rilievo dipende dalla composizione della lava e dal tipo di materiali eruttati.

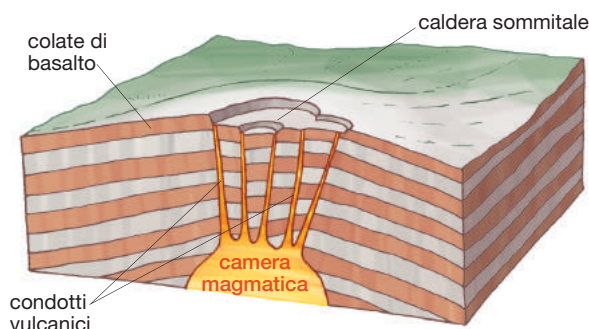
In base alla forma, si distinguono due tipi principali di edificio vulcanico: i vulcani a scudo e i vulcani-strato.

I più grandi vulcani terrestri sono del tipo a scudo. Sono edifici vulcanici larghi e con i fianchi poco ripidi. I vulcani a scudo sono originati da **lave fluide**. Queste lave contengono **piccole quantità di gas** e vapori, perciò le eruzioni sono poco violente.

Il vulcano a scudo Mauna Loa (Hawaii)



CHE COSA VEDE IL GEOLOGO



I vulcani-strato sono vulcani a forma di cono, dai fianchi generalmente assai ripidi.

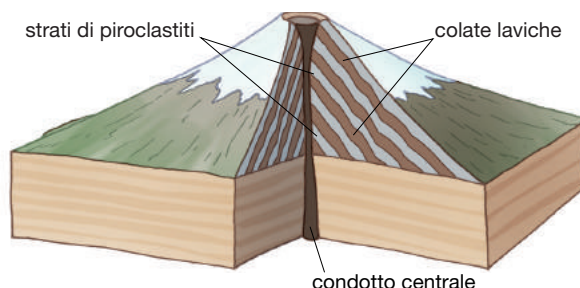
I vulcani-strato sono un'alternanza di **colate di lava** e di strati di **materiali piroclastici** eruttati dal condotto centrale durante le fasi esplosive.

Quando le lave solidificano ostruiscono il condotto vulcanico e i gas devono raggiungere forti pressioni per poter rimuovere il «tappo».

Il vulcano-strato Fuji (Giappone)



CHE COSA VEDE IL GEOLOGO



Esistono anche altri tipi di strutture derivate dall'attività vulcanica: le caldere e i coni di scorie.

Le **caldere** sono ampie depressioni circolari con il fondo piatto e le pareti interne ripide, che si formano in seguito al crollo della parte superiore dell'edificio vulcanico (sia del tipo a scudo, sia del tipo strato).

I **coni di scorie** sono ammassi piuttosto regolari di frammenti di lava solidificata. I coni di scorie sono relativamente piccoli e hanno un profondo cratere alla sommità.



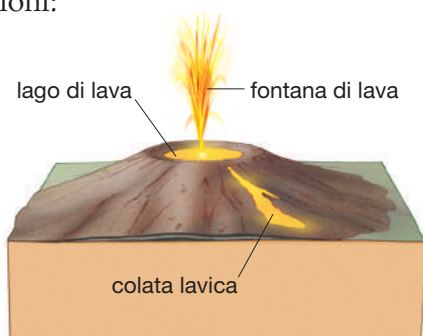
■ I tipi di eruzione

Possiamo classificare i vulcani in base al *tipo di eruzione*, anche se in un medesimo vulcano possono succedersi nel tempo tipi di attività diversi.

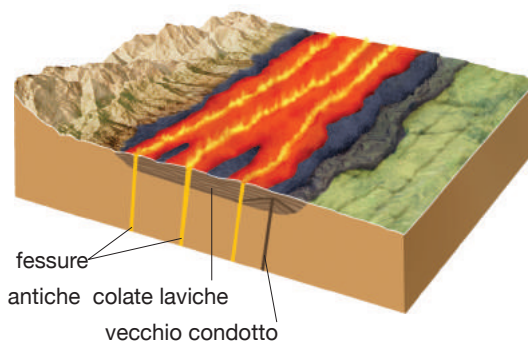
I fattori che più direttamente influenzano il tipo di eruzione sono la viscosità del magma e il contenuto in aeriformi, soprattutto acqua e anidride carbonica. La viscosità varia moltissimo: è elevata nei *magmi acidi* e molto minore nei *magmi basici*. Il contenuto in acqua agisce attraverso la capacità di espansione «esplosiva» del vapore ad alte temperature, quando diminuisce la resistenza delle rocce attraverso le quali il magma sta risalendo. In base a queste differenze si può dare la seguente classificazione dei tipi di eruzione.

In presenza di attività effusiva dominante (con magma fluido e contenuto in acqua variabile) si hanno eruzioni:

– di **tipo hawaiano**;



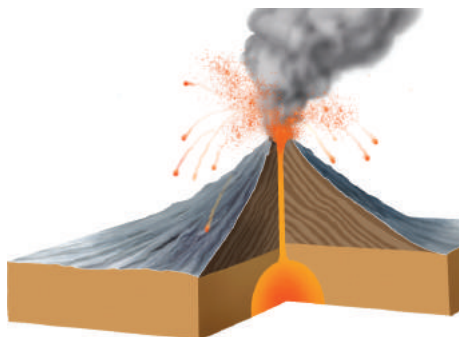
– di **tipo islandese**.



UNITÀ 12. I fenomeni vulcanici

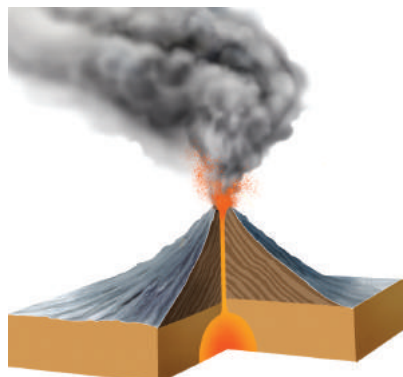
Se l'attività è mista, effusiva-esplosiva, ma si presenta prevalentemente in forma effusiva (con magma meno fluido), si hanno eruzioni:

- di **tipo stromboliano**.

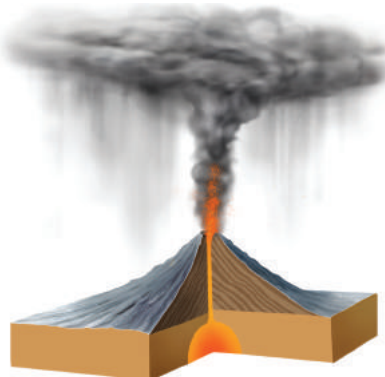


Se l'attività è mista effusiva-esplosiva (con magma viscoso e contenuto in aeriformi elevato) si hanno eruzioni:

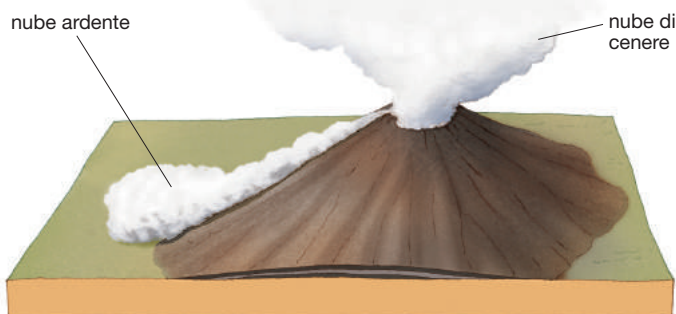
- di **tipo vulcaniano**;



- di **tipo pliniano**;

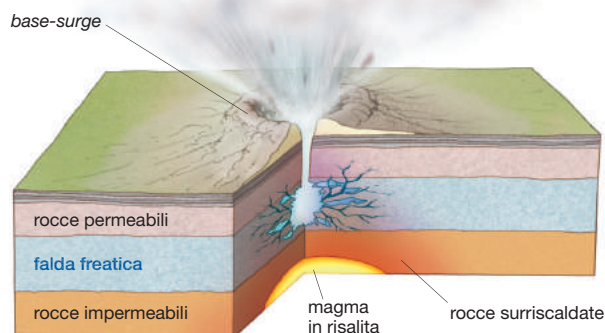


- di **tipo peléeano**.



Quando l'attività è soltanto esplosiva (e si ha un'interazione tra il magma e l'acqua) si hanno eruzioni:

- di **tipo idromagmatico**.



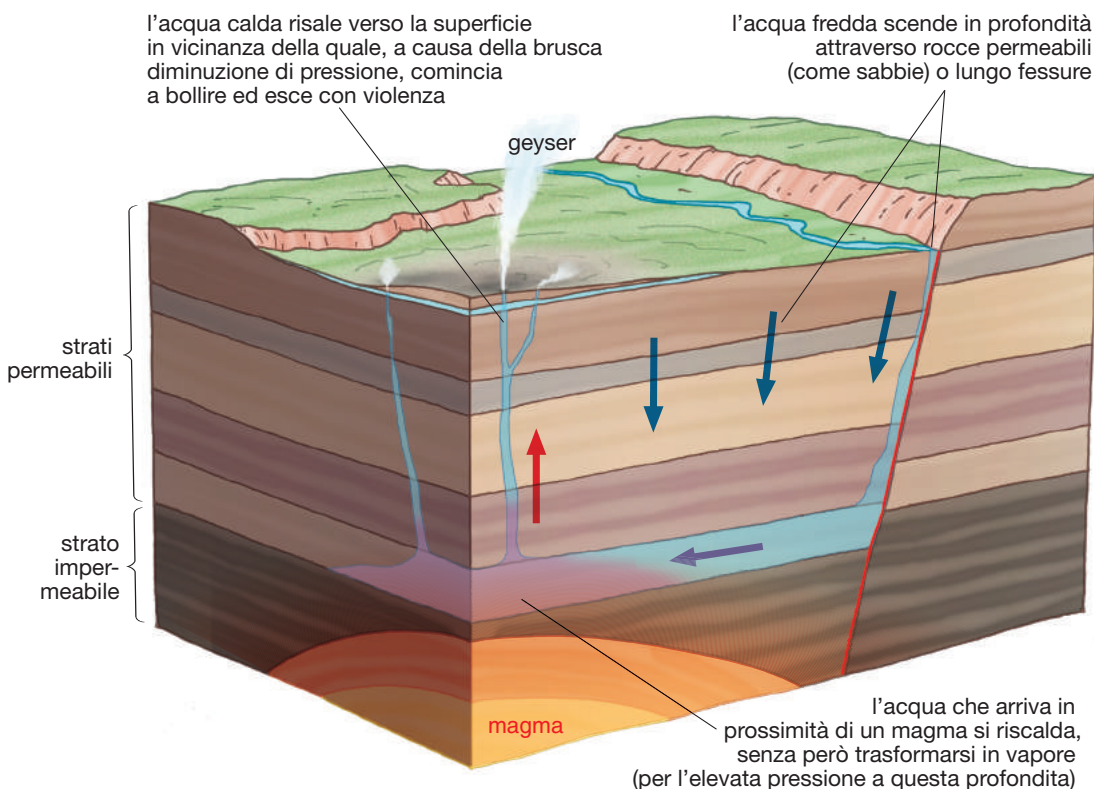
Fenomeni legati all'attività vulcanica

Oltre alle eruzioni, esistono altri fenomeni legati all'attività vulcanica.

I **lahar** sono delle colate di fango che si formano quando le ceneri presenti sui versanti di un vulcano si mescolano all'acqua piovana. Spesso, infatti, le eruzioni sono accompagnate o seguite da piogge intense, dovute alla condensazione del vapor acqueo emesso dal vulcano stesso.

Le **emissioni di gas** vulcanici accompagnano quelle di lava, ma può accadere che esse si verifichino anche durante le fasi di quiescenza di un vulcano.

Un **geyser** è un getto di acqua caldissima, emesso a intervalli di tempo regolari. L'altezza della colonna d'acqua può raggiungere molte decine di metri. Vediamo quale meccanismo lo regola.



I **soffioni** sono fuoriuscite di vapore meno violente dei geyser, spesso utilizzate come fonte di energia geotermica.

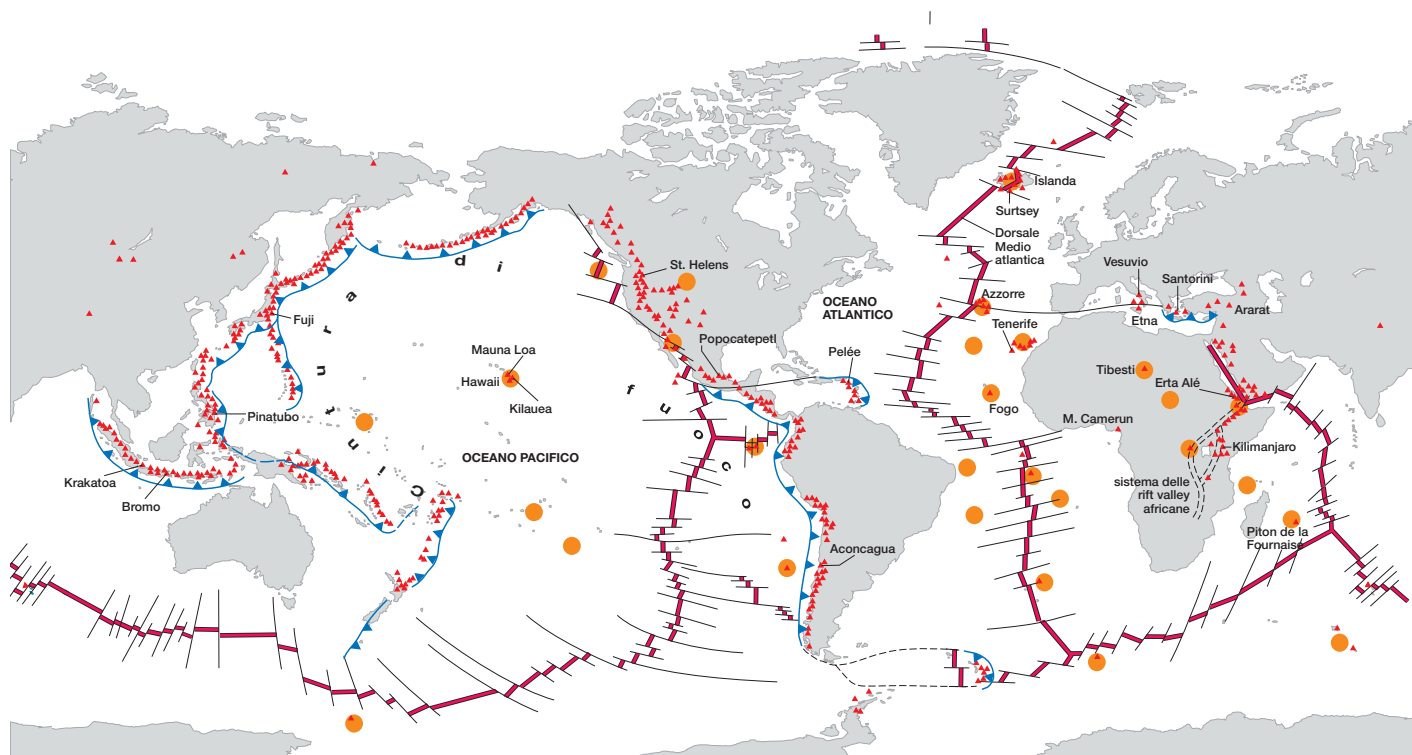
Se l'acqua non si spinge a profondità elevate, o la massa di roccia non è più tanto calda, l'acqua non si riscalda intensamente e anziché geyser si formano delle **sorgenti termali**.

La distribuzione geografica dei vulcani

Sulla Terra i **vulcani attivi** si trovano sia sulle terre emerse (dove sono più di 500) sia sui fondi oceanici.

La maggior parte dei fenomeni vulcanici si verifica in corrispondenza delle **dorsali oceaniche**, dalla cui sommità fluiscono enormi quantità di lave basaltiche fluide.

La maggior parte dei vulcani emersi della Terra è invece localizzata in corrispondenza di alcuni **margini di continenti**, oppure fanno parte di intere catene di **isole vulcaniche**.



Alcuni vulcani, però, si trovano in punti isolati all'interno dei continenti o delle piane abissali. Queste zone sono chiamate **punti caldi**.

Nel nostro paese molti vulcani hanno costituito dei complessi imponenti, ma sono ormai totalmente estinti.

Attualmente sono attive quattro zone: il monte Etna in Sicilia, parte della costa laziale-campana e del mare antistante, le isole Eolie e il Canale di Sicilia.

Il maggiore dei vulcani attivi italiani è l'**Etna**, 3350 m, un vulcano-strato. Oggi le eruzioni avvengono sia da bocche poste alla sommità dell'edificio, sia da numerose bocche laterali, lungo le pendici.

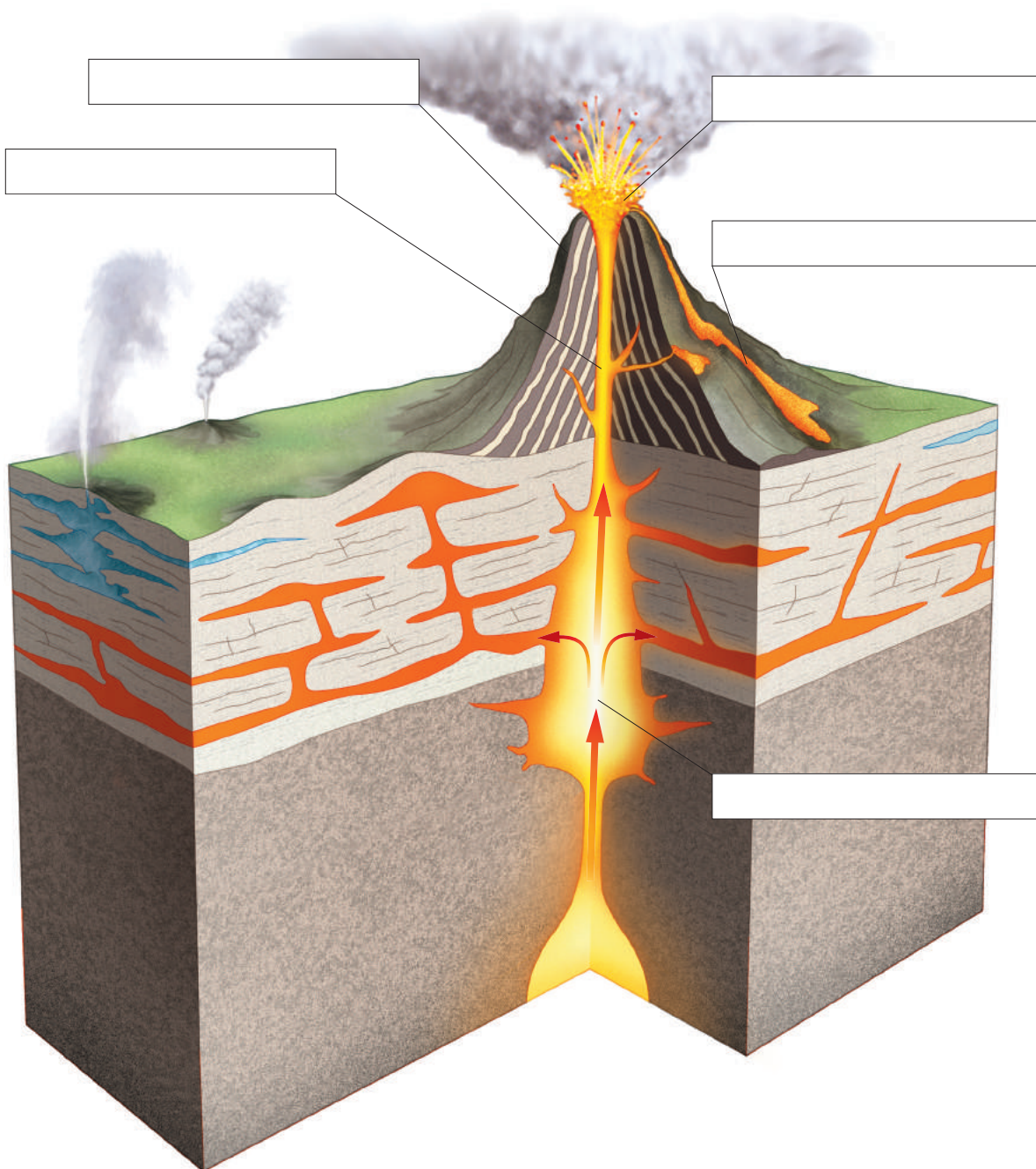
Presso Napoli c'è il Vesuvio, un vulcano-strato. Le sue fasi di attività sono intercalate a lunghi periodi di stasi. Come il Vesuvio, anche i vicini **Campi Flegrei** e l'isola di **Ischia** si trovano oggi in fase di temporaneo riposo.

Nell'**arcipelago delle Eolie** si trovano il cono vulcanico dello **Stromboli**, **Vulcano**, **Lipari**, mentre **Panarea** ha avuto manifestazioni recenti. **Salina**, **Alicudi** e **Filicudi** sono considerati quiescenti.

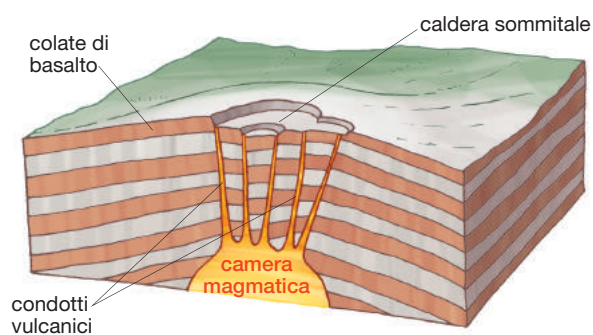
UNITÀ 12. I fenomeni vulcanici

1 Inserisci nel disegno i termini elencati qui sotto, scrivendoli nei punti appropriati.

Cratere; cono vulcanico; camino vulcanico; lava; camera magmatica.



2 Quale tipo di vulcano rappresenta il disegno? Quale tipo di lava dà origine a questi edifici vulcanici?





D

8

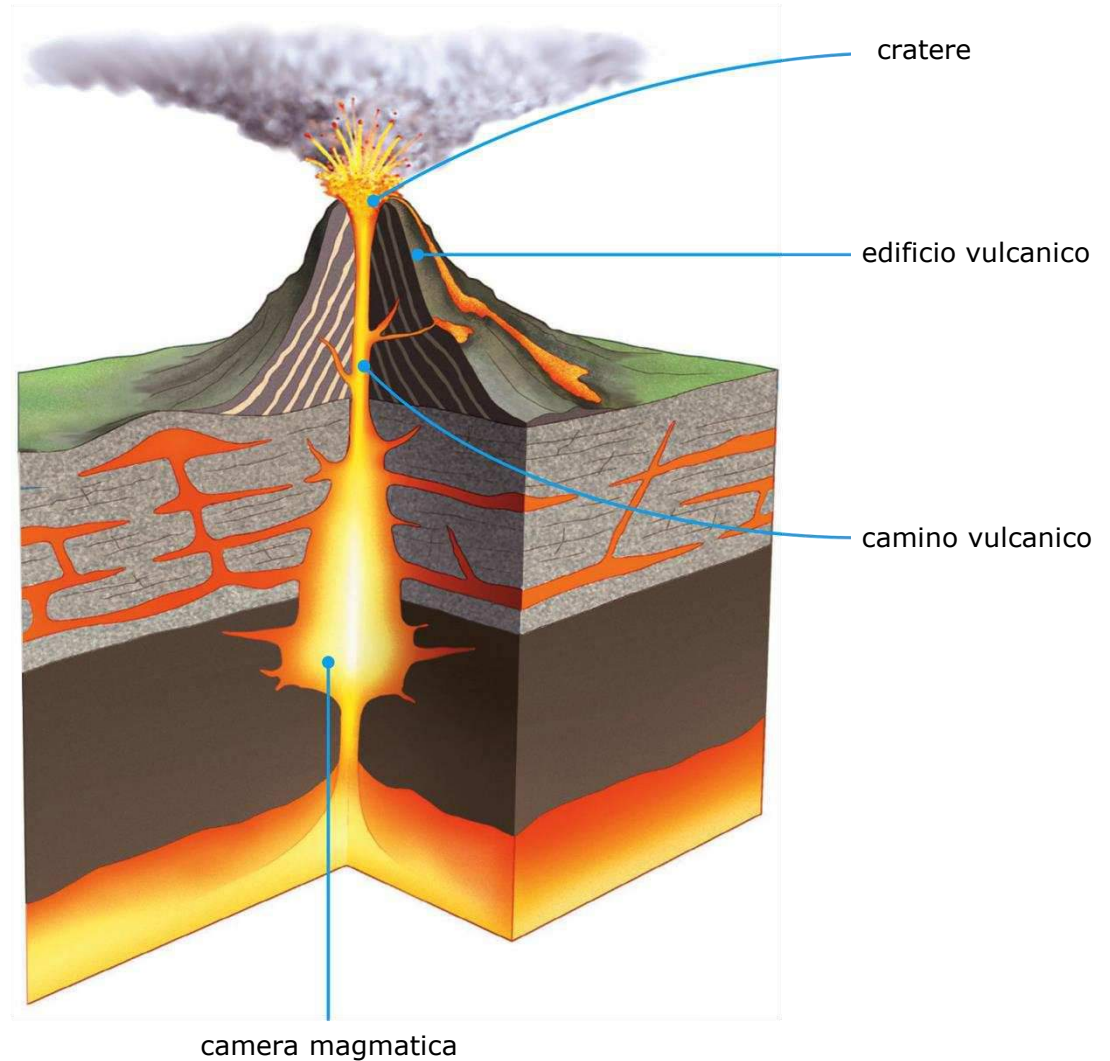
I vulcani e i terremoti



Sulla Terra esistono oltre 600 **vulcani** attivi e moltissimi ormai spenti. I vulcani eruttano **lava**, gas e materiali solidi, come accade per il vulcano della fotografia (il Tungurahua, in Ecuador). Anche quando un vulcano è spento possono esserci segni della presenza di magma in profondità: è il caso per esempio dei **geyser**, getti di acqua caldissima alti anche decine di metri, delle **sorgenti termali** e delle **fumarole**. Esistono poi anche altri fenomeni che dimostrano che il nostro pianeta è geologicamente attivo: per esempio, i **terremoti**.

1. I vulcani

I **vulcani** sono aperture nella crosta terrestre dalle quali esce il **magma**: roccia fusa mescolata con gas e vapori.

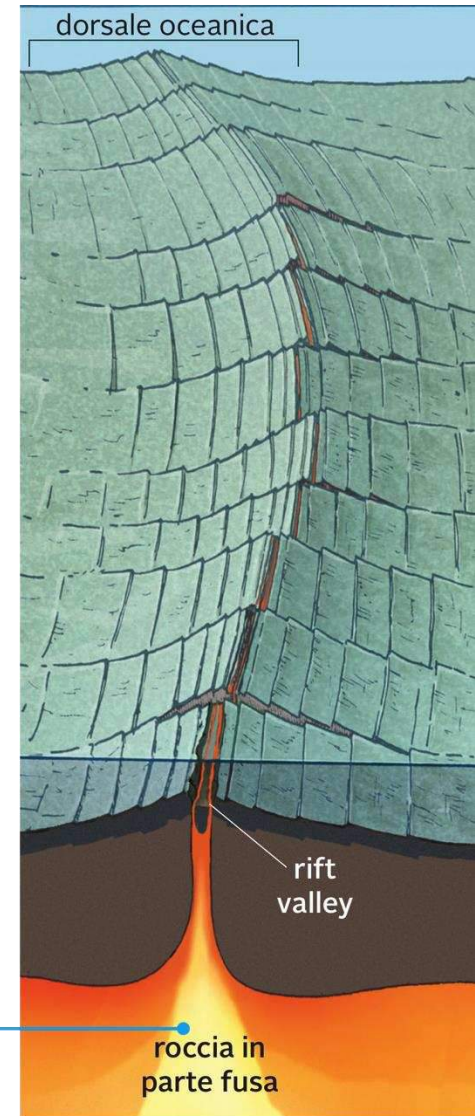


1. I vulcani

I **vulcani lineari** si formano quando il magma esce direttamente, senza ristagnare in una camera magmatica, da spaccature della crosta terrestre.

Questo tipo di vulcani si trova soprattutto in corrispondenza delle *dorsali oceaniche*.

I magmi dei vulcani lineari si originano a grande profondità nell'**astenosfera** (la parte del mantello parzialmente fusa) e risalgono senza sostare in una camera magmatica.



ZANICHELLI

1. I vulcani

Un **geyser** è un getto d'acqua caldissima, emesso a intervalli di tempo regolari.



Il geyser di Strokkur, in Islanda, è alto circa 40 m.

1. I vulcani

Le **sorgenti termali calde** si formano quando l'acqua riscaldata dal magma torna in superficie senza getti violenti, seguendo un percorso lineare nelle rocce.



Una sorgente termale calda nel parco di Yellowstone (USA).

1. I vulcani

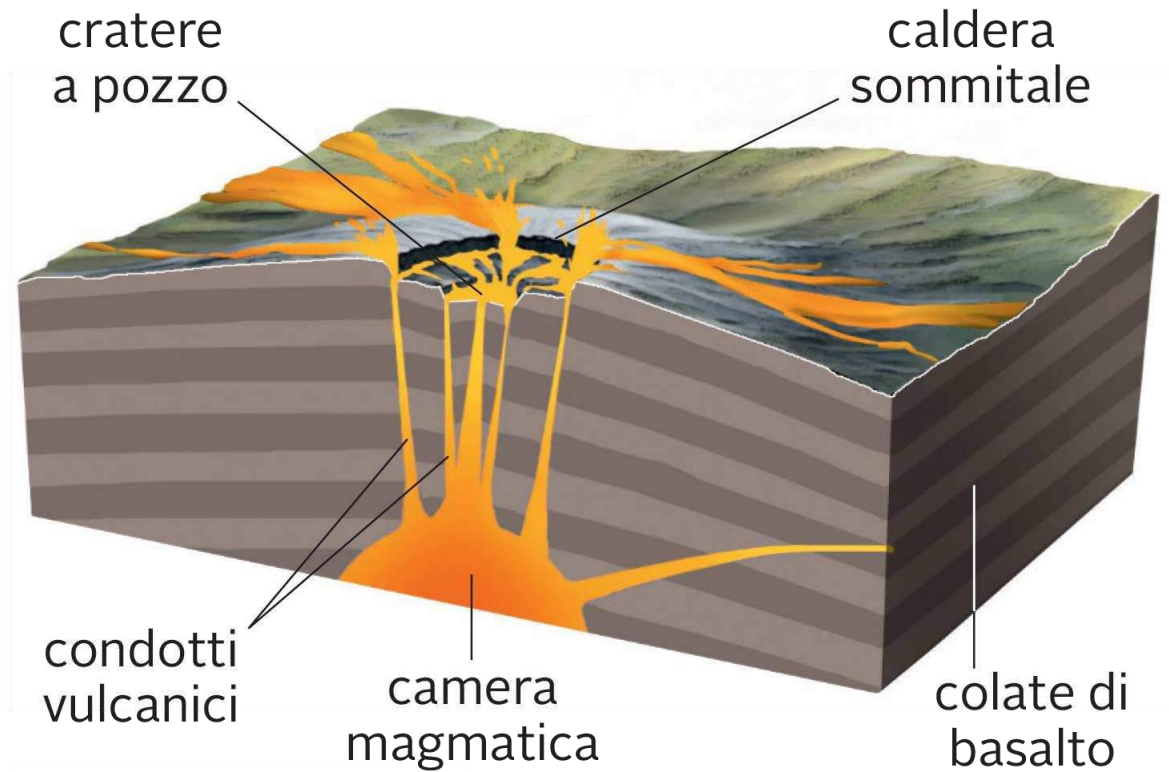
Se la camera magmatica di un vulcano si svuota, l'edificio vulcanico può quindi crollare. In seguito al crollo, si può formare un'ampia depressione di forma circolare chiamata **caldera**.



Il Crater Lake, negli USA. Occupa il fondo di una caldera.

2. Le eruzioni vulcaniche

Le **eruzioni effusive** sono caratterizzate da magmi poco viscosi.



2. Le eruzioni vulcaniche

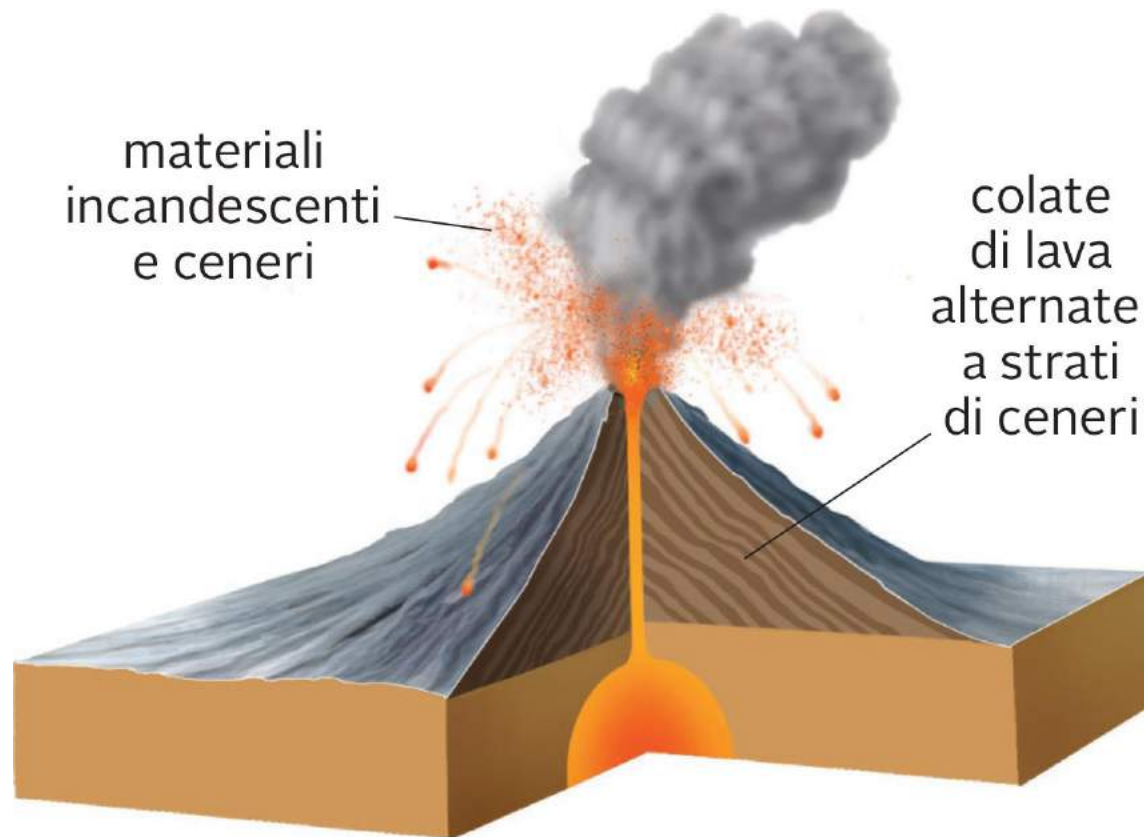
Le eruzioni effusive avvengono nei vulcani lineari e in alcuni vulcani centrali detti **vulcani a scudo**.



Il vulcano a scudo Mauna Loa, nelle isole Hawaii.

2. Le eruzioni vulcaniche

Le **eruzioni esplosive** sono caratterizzate da magmi viscosi e ricchi di gas.



2. Le eruzioni vulcaniche

Le eruzioni esplosive sono tipiche dei **vulcani-strato** che presentano fianchi ripidi e una forma tipicamente a cono.

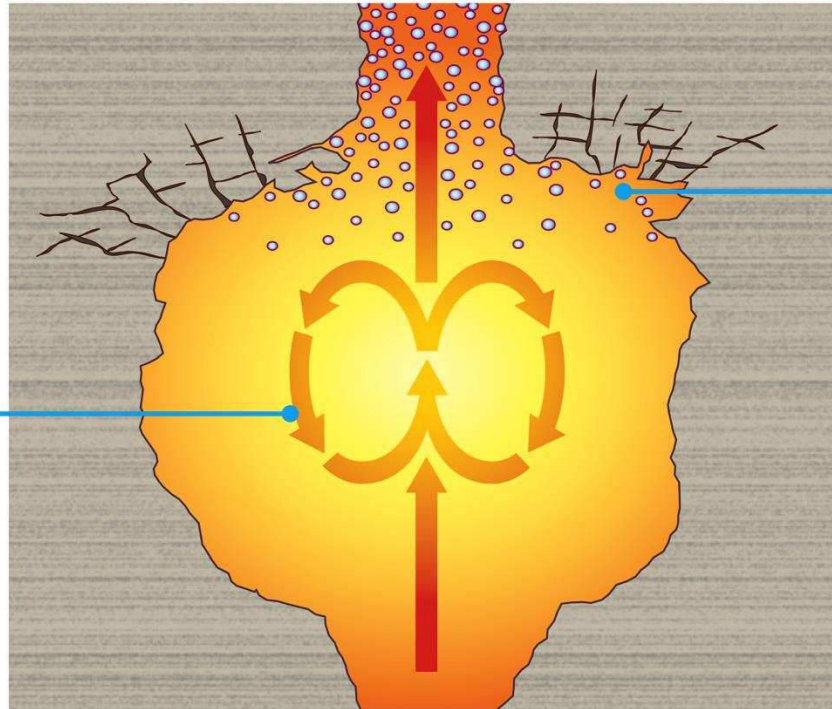


Il vulcano-strato Fuji, in Giappone.

2. Le eruzioni vulcaniche

Le eruzioni vulcaniche sono provocate dalla presenza di sostanze aeriformi all'interno del magma.

All'interno della camera magmatica il magma è rimescolato da correnti convettive: il materiale più caldo e meno denso risale; quello meno caldo e più denso scende.



In alto, dove la pressione è minore, si raccolgono i gas che poi si liberano nel magma.

2. Le eruzioni vulcaniche

I gas espulsi da un'eruzione sono il vapore acqueo e l'anidride carbonica, ma possono essere presenti anche gas contenenti zolfo, cloro e azoto.



2. Le eruzioni vulcaniche

La **lava**, che fuoriesce allo stato liquido, può essere più o meno calda e da questo fattore dipende la distanza alla quale una colata può spingersi prima di solidificare.



2. Le eruzioni vulcaniche

I **piroclasti** sono materiali solidi come brandelli di lava che solidifica in volo oppure pezzi di roccia già solidificata.



3. I vulcani italiani

La maggior parte dei **vulcani attivi** italiani si distribuisce lungo una linea che segue la costa del Mar Tirreno, dalla Toscana alla Sicilia.

- ▲ vulcani attivi, oggi o in epoca storica
- ▲ vulcani attivi in epoche meno recenti, oggi spenti
- △ vulcani sottomarini



3. I vulcani italiani



Il cono del Vesuvio con, sullo sfondo,
il bordo della caldera del Monte Somma.

3. I vulcani italiani



Lo Stromboli sull'omonima isola
dell'arcipelago delle Eolie.

3. I vulcani italiani



Un ricercatore misura la temperatura delle rocce prodotte dal vulcano sommerso Ferdinandea.

3. I vulcani italiani



La sommità dell'Etna, dalla quale si sprigionano gas e vapori con grande frequenza.

3. I vulcani italiani

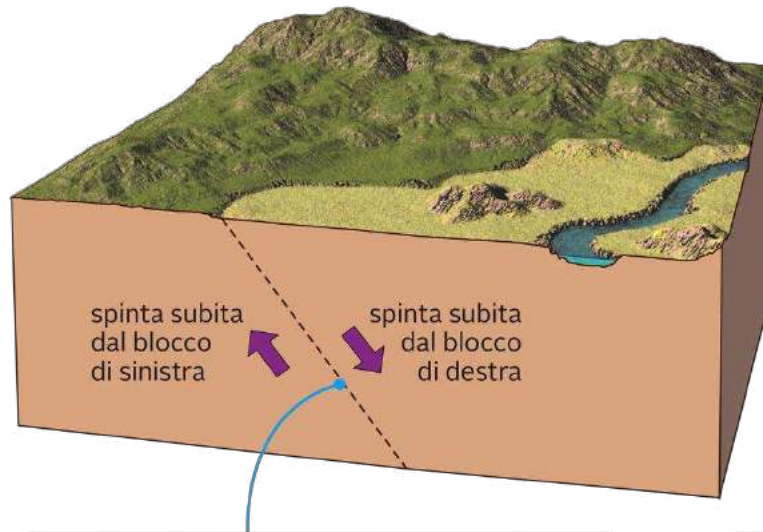


I Colli Euganei sono stati un grande centro vulcanico, con numerose intrusioni a piccola profondità: «sacche» di magma solidificato che hanno inarcato verso l'alto gli strati superficiali e che sono state in seguito messe a nudo dall'erosione.

4. Che cos'è un terremoto

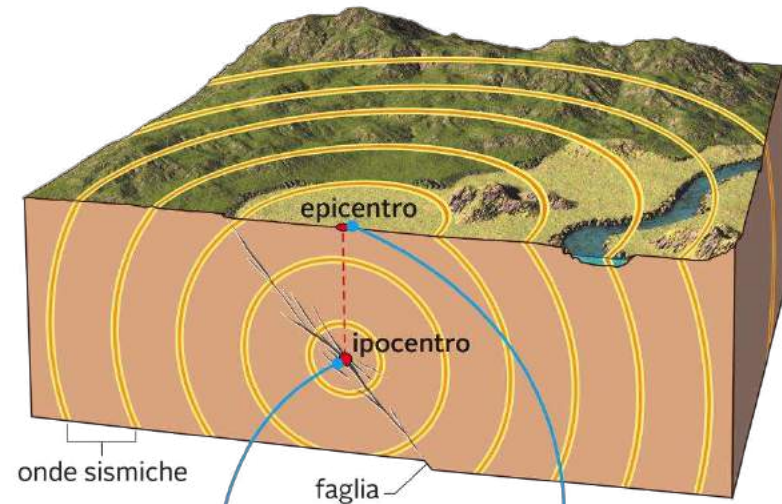
Il meccanismo di formazione di un terremoto è simile a ciò che avviene quando si spezza un rametto di legno secco: se si esercita una forza per piegarlo, in un primo momento il ramo si incurva in modo elastico; aumentando la forza si giunge a un punto in cui il ramo si spezza e rilascia tutta l'energia accumulata.

PRIMA DEL TERREMOTO



Due blocchi di crosta terrestre sono spinti in direzioni opposte. Le rocce a contatto si deformano fino a raggiungere il *punto di rottura*.

DOPO IL TERREMOTO

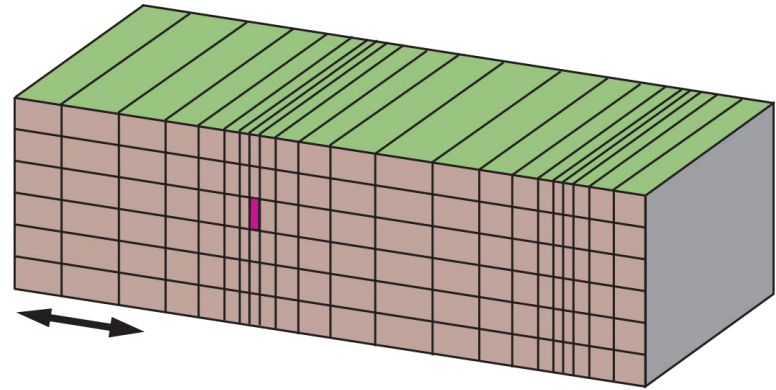


Nel momento della rottura, l'energia accumulata dalle rocce viene rilasciata e dall'**ipocentro** si propaga in tutte le direzioni in forma di *onde sismiche*.

L'**epicentro** è il punto della superficie terrestre che si trova sulla verticale dell'ipocentro.

4. Che cos'è un terremoto

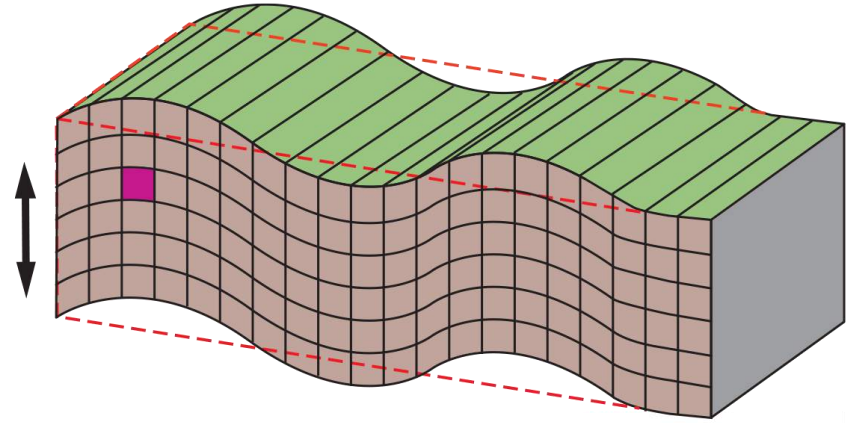
Le **onde P** sono le prime che vengono registrate in caso di terremoto perché sono le più veloci.



Le **onde P** sono *onde longitudinali*: al loro passaggio, le particelle di roccia oscillano avanti e indietro nella stessa direzione di propagazione dell'onda.

4. Che cos'è un terremoto

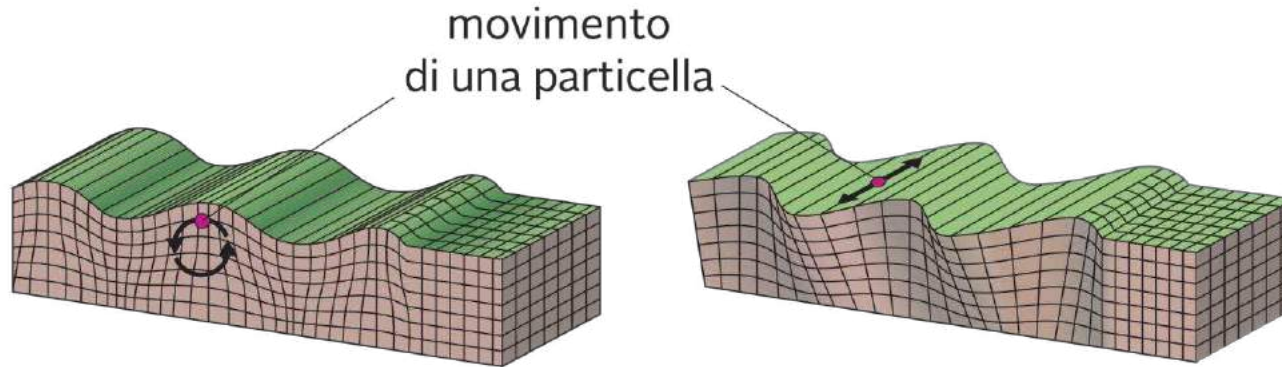
Le **onde S** vengono registrate per seconde perché sono più lente.



Le **onde S** sono *onde trasversali*: al loro passaggio, le particelle di roccia oscillano perpendicolarmente alla direzione di propagazione dell'onda.

4. Che cos'è un terremoto

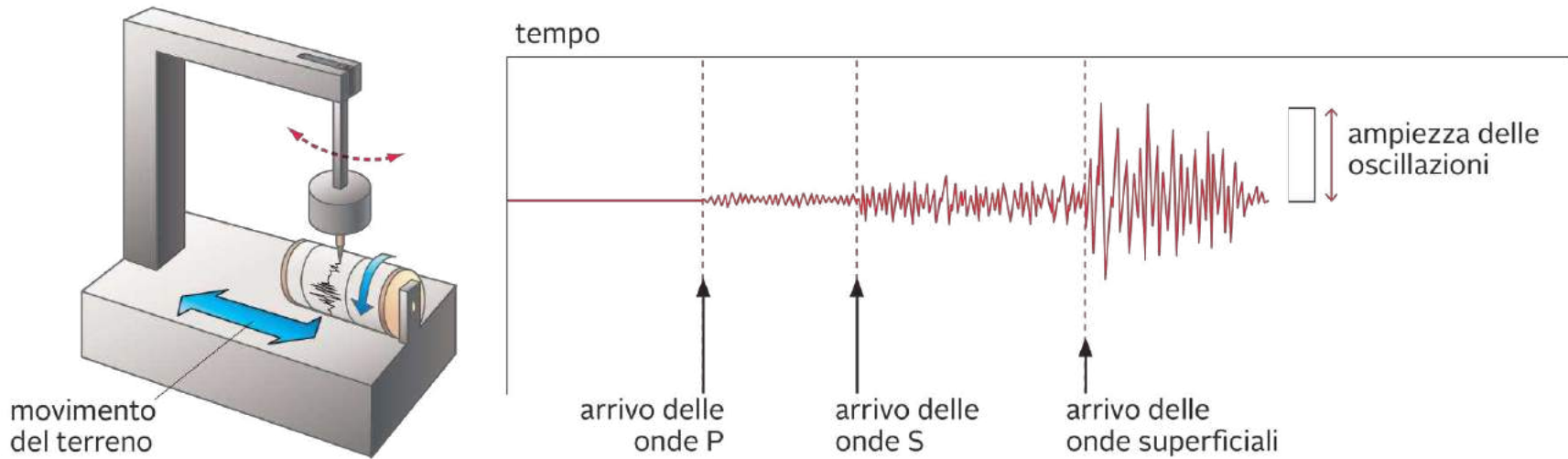
Le **onde superficiali** si generano dalla sovrapposizione delle onde P e delle onde S quando arrivano in superficie.



Le **onde superficiali** hanno forme complesse; sono quelle che causano oscillazioni più ampie e quindi i danni maggiori.

4. Che cos'è un terremoto

Il **sismografo** è uno strumento che registra le onde sismiche.



5. Gli effetti di un terremoto

La **scala Richter** è basata sulla **magnitudo**: una misura (assoluta) dell'ampiezza dell'onda sismica che dipende dall'energia liberata dal terremoto.

I TERREMOTI PIÙ FORTI DAL 1976			
ANNO	LUOGO	MAGNITUDO	DANNI ED EFFETTI GEOLOGICI
1976	Italia, Friuli	6,5	965 morti
1976	Cina, Tangshan	7,6	650000 morti circa
1980	Italia, Irpinia	6,5	3000 morti circa; 300000 senzatetto
1995	Giappone, Kobe	6,9	5500 morti, 37000 feriti, 310000 sfollati
1999	Turchia, Izmit	7,4	15600 morti; settimo sisma (in 60 anni) lungo la faglia dell'Anatolia
2004	Indonesia, Sumatra	9,0	300000 morti e 500 000 feriti per maremoto (onde fino a 20 m)
2009	Italia, Abruzzo	5,8	300 morti circa, migliaia di senzatetto, L'Aquila devastata
2010	Haiti	6,1	centinaia di migliaia di morti
2011	Giappone, Tohoku	9,0	maremoto con 30000 vittime; gravi danni alla centrale nucleare di Fukushima
2012	Italia, Emilia	5,9	ipocentro poco profondo; movimenti nelle strutture appenniniche sepolte sotto la Pianura padana emiliana
2016	Italia, Appennino Centrale	6,0-6,5	ipocentro poco profondo; 300 morti circa; gravi danni

5. Gli effetti di un terremoto

La **scala Mercalli** dà una valutazione dell'intensità di un terremoto in base agli effetti che il terremoto produce.



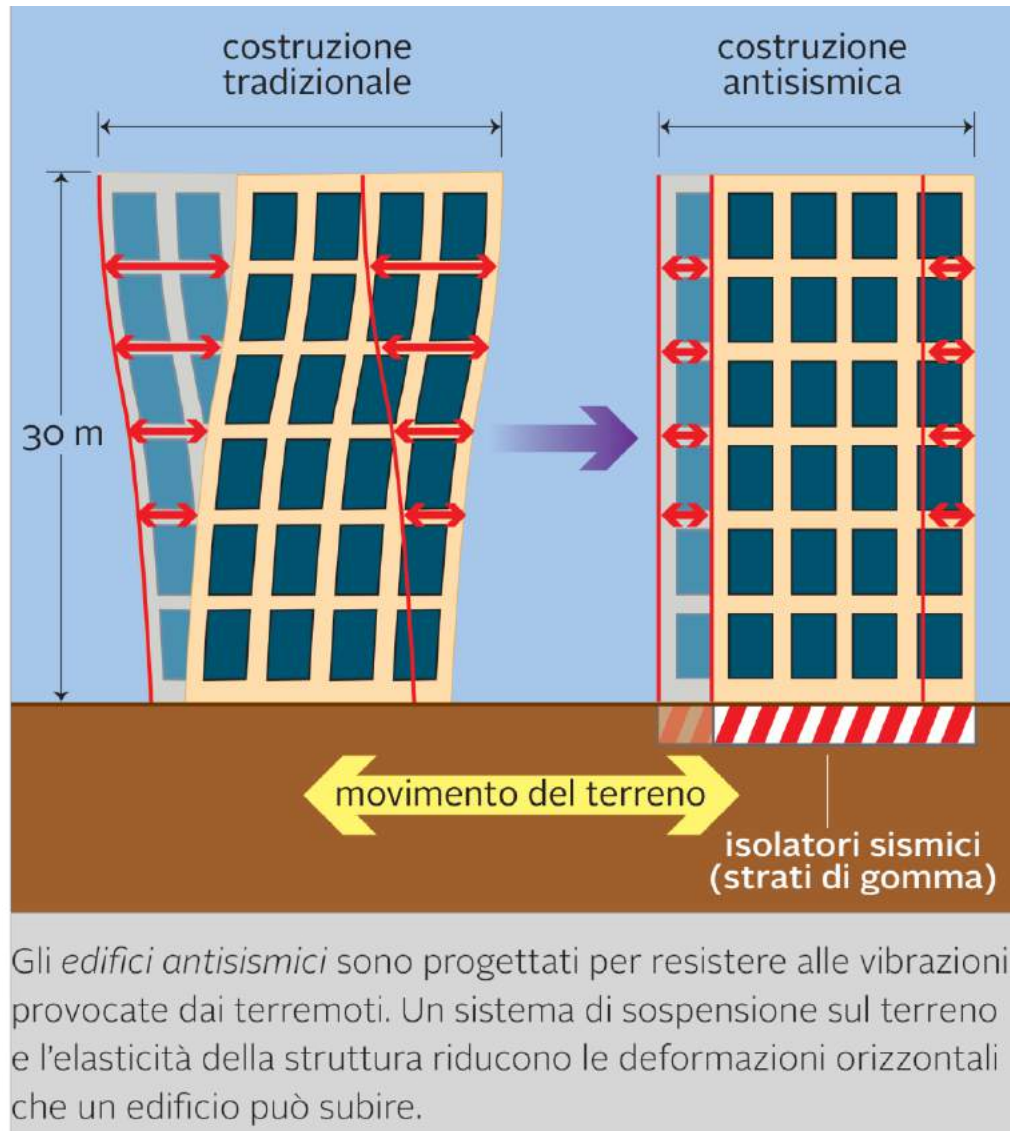
I danni subiti dai binari di una linea ferroviaria in Nuova Zelanda dopo un terremoto nel 2010.

5. Gli effetti di un terremoto



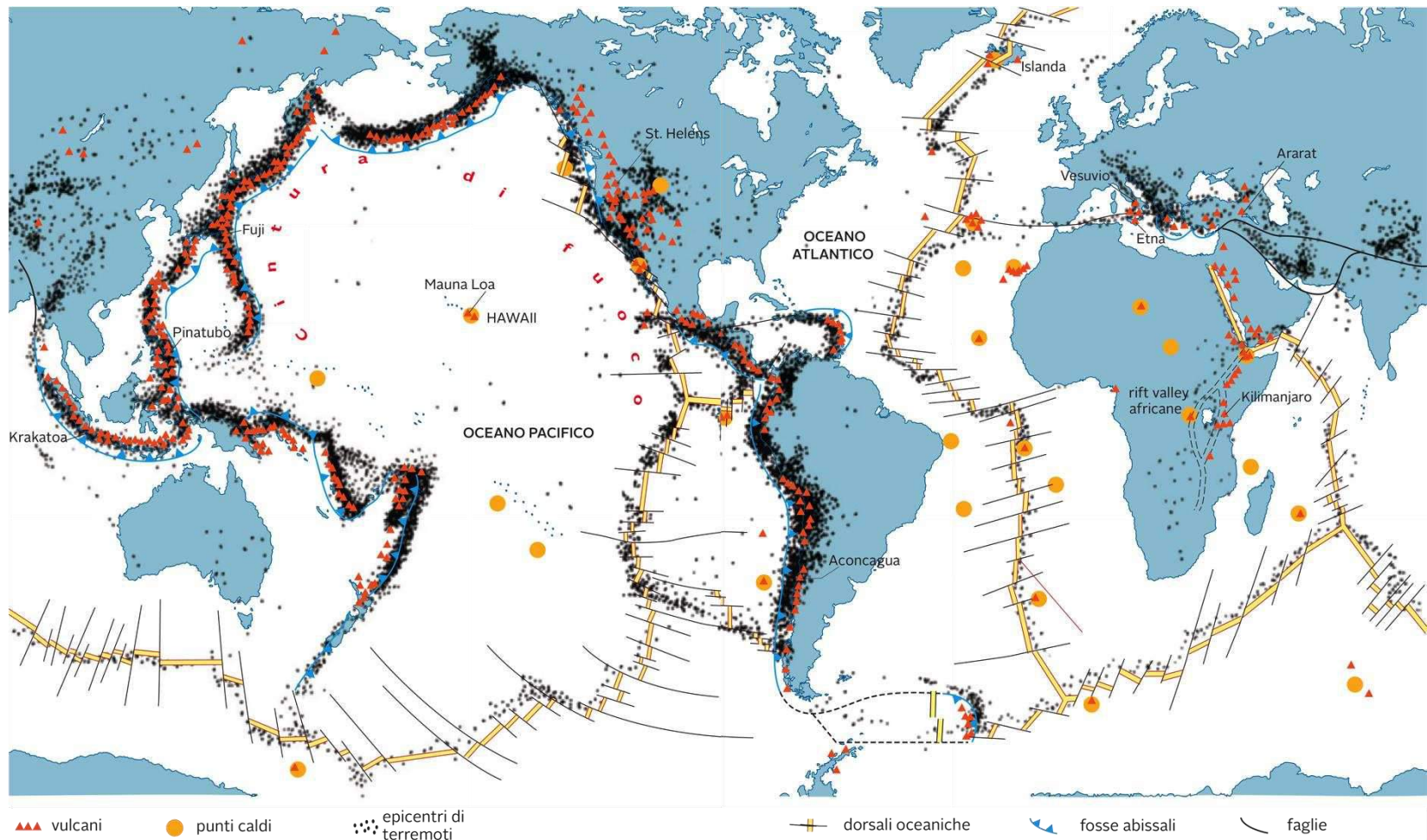
Il terremoto che ha colpito Haiti nel 2010 è stato particolarmente distruttivo: la magnitudo (6,1) fu inferiore a quella di altri terremoti che avevano provocato meno vittime, ma l'ipocentro del terremoto si trovava molto vicino alla superficie.

5. Gli effetti di un terremoto



6. La distribuzione geografica dei vulcani e dei terremoti

La distribuzione dei vulcani e dei terremoti è molto simile: vulcani e terremoti si concentrano lungo fasce ben determinate della superficie terrestre.



6. La distribuzione geografica dei vulcani e dei terremoti



Una delle zone più attive del nostro pianeta è la **Cintura di fuoco**, una fascia stretta e lunga che circonda l'Oceano Pacifico. I vulcani presenti lungo questa fascia, come il Sinabung (Indonesia), sono caratterizzati da *eruzioni esplosive*, potenzialmente molto pericolose.

6. La distribuzione geografica dei vulcani e dei terremoti



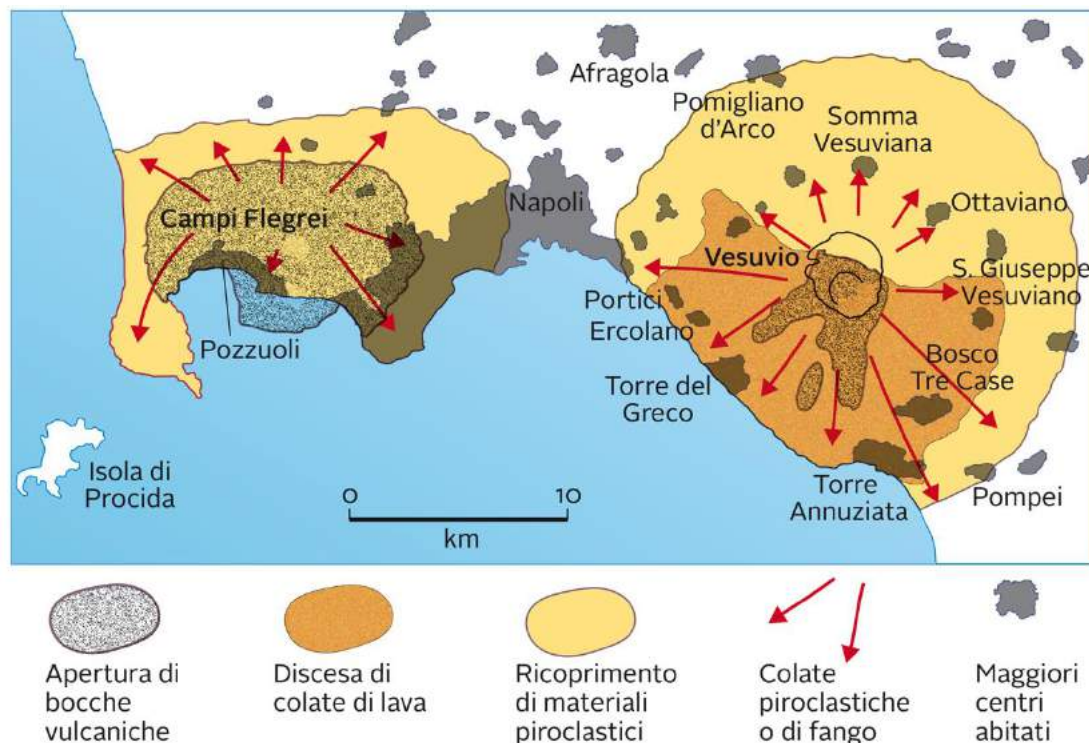
Queste persone stanno per essere evacuate dal loro villaggio, sull'isola di Lombok, in Indonesia.

La Cintura di fuoco, di cui tutto l'arcipelago indonesiano fa parte, è sede anche di un'intensa attività sismica.

Il rischio vulcanico e il rischio sismico

Il **rischio vulcanico** associato a una certa zona dipende dalla *probabilità* che un'eruzione vulcanica avvenga e dai *danni* che essa provocherebbe. Il rischio quindi aumenta nel caso in cui un'eruzione possa avvenire in aree densamente abitate.

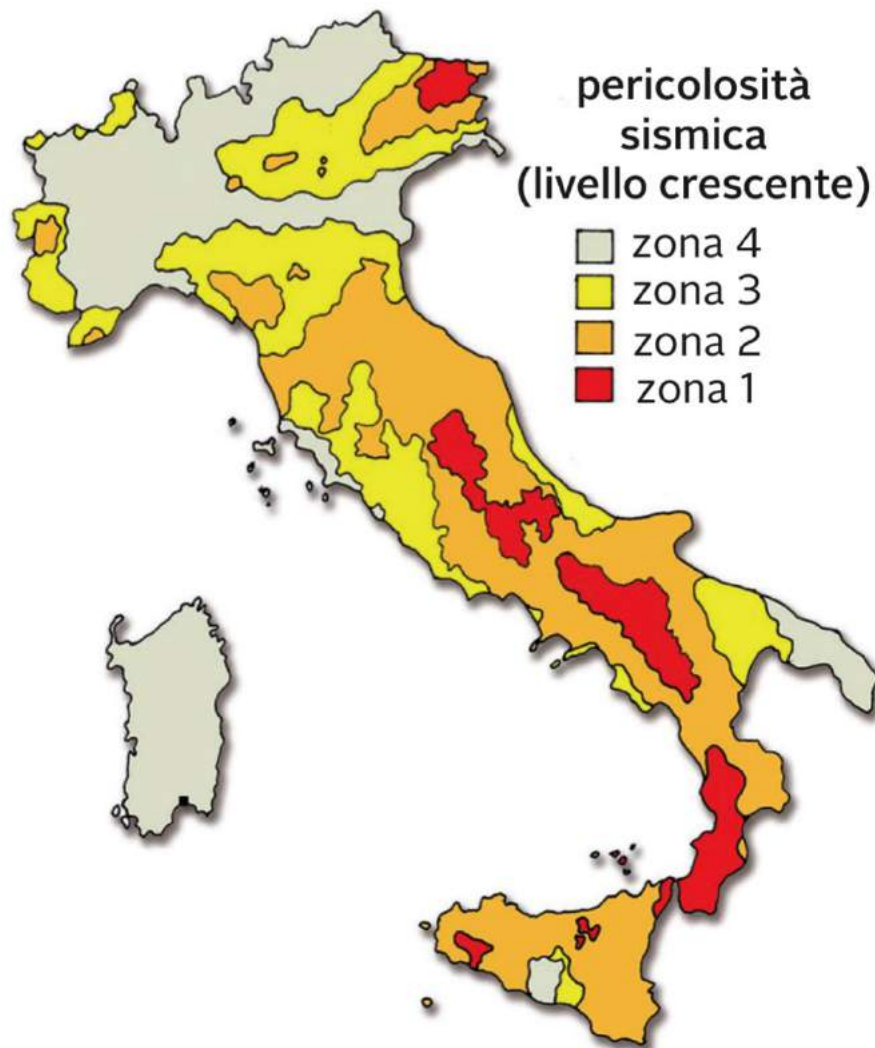
La carta mostra i dintorni della città di Napoli e indica le aree più a rischio in caso di eruzione del Vesuvio e dei Campi Flegrei.



Il rischio vulcanico e il rischio sismico

I terremoti non sono prevedibili; si può solo analizzare la storia sismica di una regione e individuare le aree dove è più probabile che si verifichi un terremoto in futuro.

Nella carta dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) il territorio italiano è diviso in 4 zone con diversa **pericolosità sismica**.



Il rischio vulcanico e il rischio sismico

CHE COSA FARE SE C'È IL TERREMOTO

PRIMA delle scosse

- Informati sulla classificazione sismica della tua zona su **zonesismiche.mi.ingv.it**
- In casa, guarda dove si trovano l'interruttore generale della luce e i rubinetti che chiudono l'acqua e il gas del tuo appartamento.
- In casa, informati su dove si trova la cassetta del pronto soccorso o la scatola dei medicinali.
- A scuola, informati sul piano di emergenza per i terremoti.

Il rischio vulcanico e il rischio sismico

CHE COSA FARE SE C'È IL TERREMOTO DURANTE le scosse

Se sei al chiuso

- Esci di casa soltanto se ti trovi a pianterreno.
- Cerca riparo nei punti più solidi: sotto una trave o nel vano di una porta inserita in un muro portante (uno di quelli più spessi).
- Oppure riparati sotto un mobile robusto, per esempio un tavolo pesante.
- Stai lontano dai vetri, che potrebbero rompersi, e da librerie pesanti o lampadari sospesi, che potrebbero caderti addosso.
- Non uscire su un balcone o scendere per le scale, perché sono strutture che possono crollare più facilmente.
- Non prendere l'ascensore, che potrebbe bloccarsi.



Il rischio vulcanico e il rischio sismico

CHE COSA FARE SE C'È IL TERREMOTO DURANTE le scosse

Se sei all'aperto

- Vai in una zona aperta, come una piazza o un giardino pubblico.
- Non sostare vicino a edifici, grandi alberi, tralicci, linee elettriche, ponti e strade sopraelevate.
- Non sostare in prossimità di spiagge, perché potrebbe verificarsi uno tsunami.
- Non andare in giro a curiosare e raggiungi le aree di attesa individuate dal piano di emergenza.
- Non usare i telefoni pubblici, perché bisogna lasciare le linee telefoniche libere per non intralciare i soccorsi.

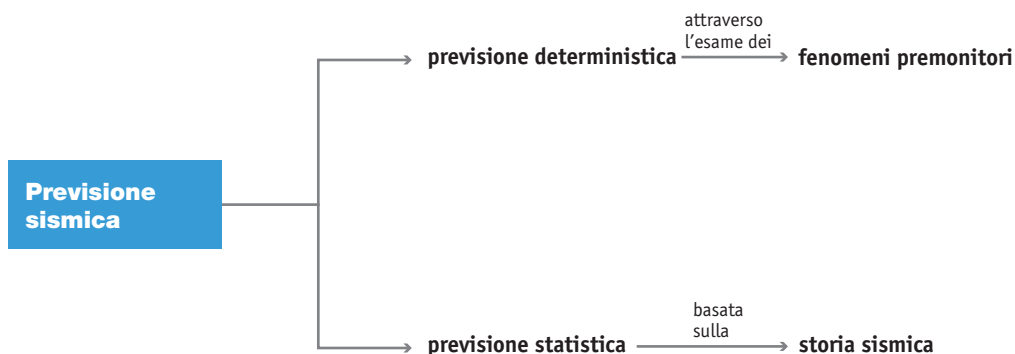
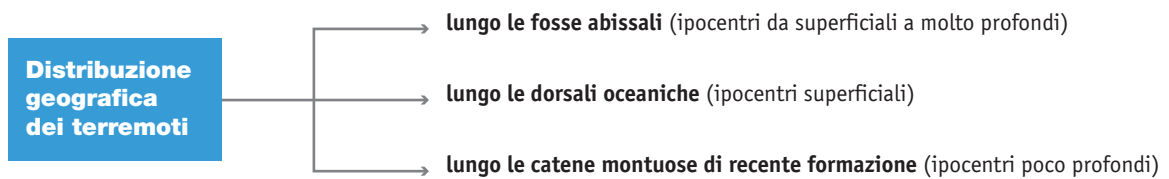
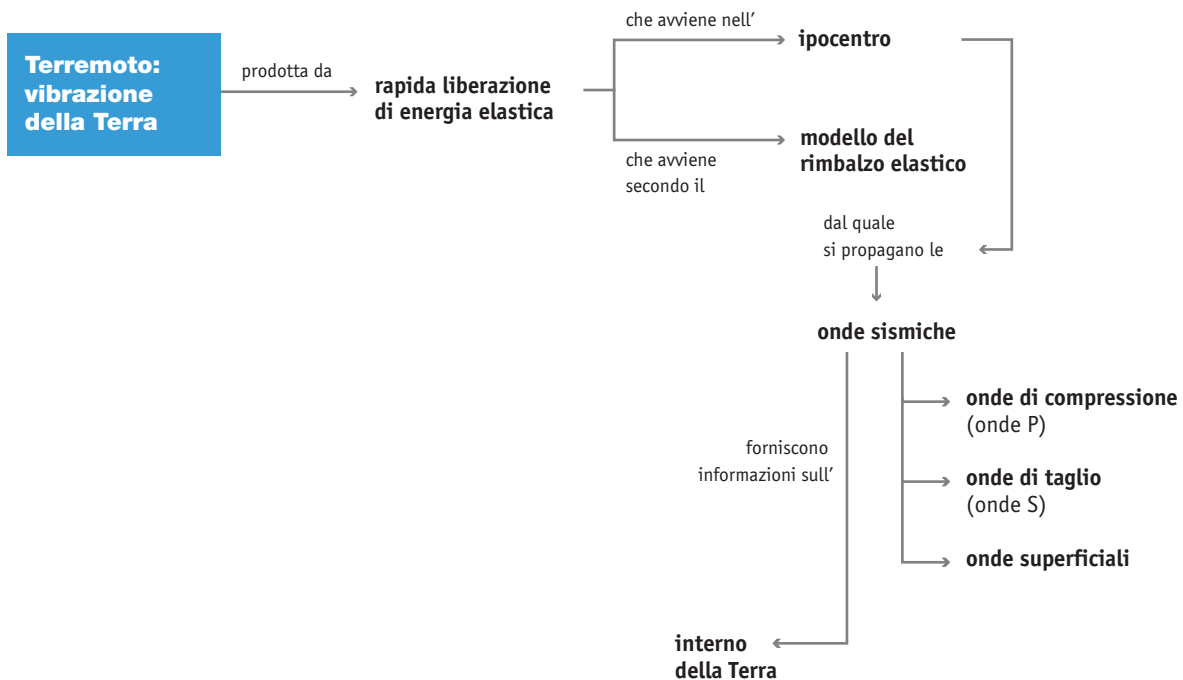


CHE COSA FARE SE C'È IL TERREMOTO

DOPO le scosse

- Chiudi il rubinetto del gas, quello dell'acqua e stacca l'interruttore della luce.
- Metti le scarpe, verifica se le scale sono praticabili ed esci chiudendo bene la porta.
- Segnala ai tuoi amici, con il cellulare e sui social network, dove sei e che stai bene: aiuta a indirizzare i soccorsi dove c'è bisogno.
- Controlla che le persone attorno a te stiano bene. Se qualcuno ha bisogno di aiuto, non farlo muovere e cerca i soccorritori.

UNITÀ 13. I fenomeni sismici



Che cos'è un terremoto

Un **terremoto** (o *sisma*) è una vibrazione che si verifica nella crosta terrestre. È dovuta a un'improvvisa liberazione, nel sottosuolo, di energia elastica (l'energia che si accumula in un corpo elastico sottoposto a deformazione).

Secondo la teoria elaborata da Reid le rocce, sottoposte a spinte o pressioni, si comportano in maniera elastica e si deformano progressivamente, fino a quando non si raggiunge il **limite di rottura**. Superato il limite, la roccia si spezza e le due parti slittano bruscamente una rispetto all'altra: nello scatto, l'energia elastica si trasforma in energia cinetica, provocando vibrazioni che si propagano tutt'intorno sotto forma di **onde sismiche** (non c'è dunque trasporto di materia, ma la propagazione di una perturbazione elastica in ogni direzione).

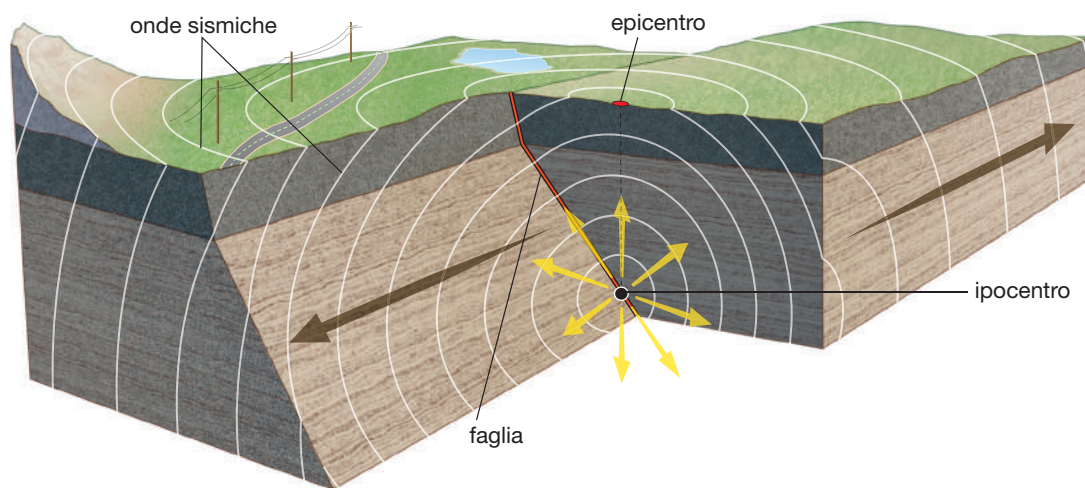
Con la rottura, nelle rocce si forma una **faglia**, cioè una superficie di taglio tra due blocchi di rocce.

I terremoti non si verificano soltanto nel momento della formazione della faglia, ma anche lungo faglie esistenti, quando si «riattivano».

Il punto all'interno della Terra in cui ha inizio lo scivolamento dei blocchi rocciosi che generano le onde sismiche si chiama **ipocentro** del terremoto.

La proiezione di questo punto sulla superficie terrestre (cioè il punto situato sulla verticale dell'ipocentro) si chiama invece **epicentro**.

Dall'ipocentro le onde sismiche si propagano per tutta la Terra, indebolendosi man mano che si allontanano dal punto di origine del terremoto.



Le onde sismiche

Durante un terremoto vengono liberate onde di tre tipi: **onde P**, **onde S** (entrambe interne) e **onde superficiali**; ciascun tipo di onde produce, nelle rocce che attraversa, una particolare deformazione.

Le onde sismiche più veloci, che arrivano per prime, sono le *onde P*, seguite dalle *onde S*. Queste onde si propagano all'interno del pianeta e, arrivate in superficie, generano le *onde superficiali*.

Velocità e modo in cui si propagano le onde sismiche dipendono dai materiali attraversati.

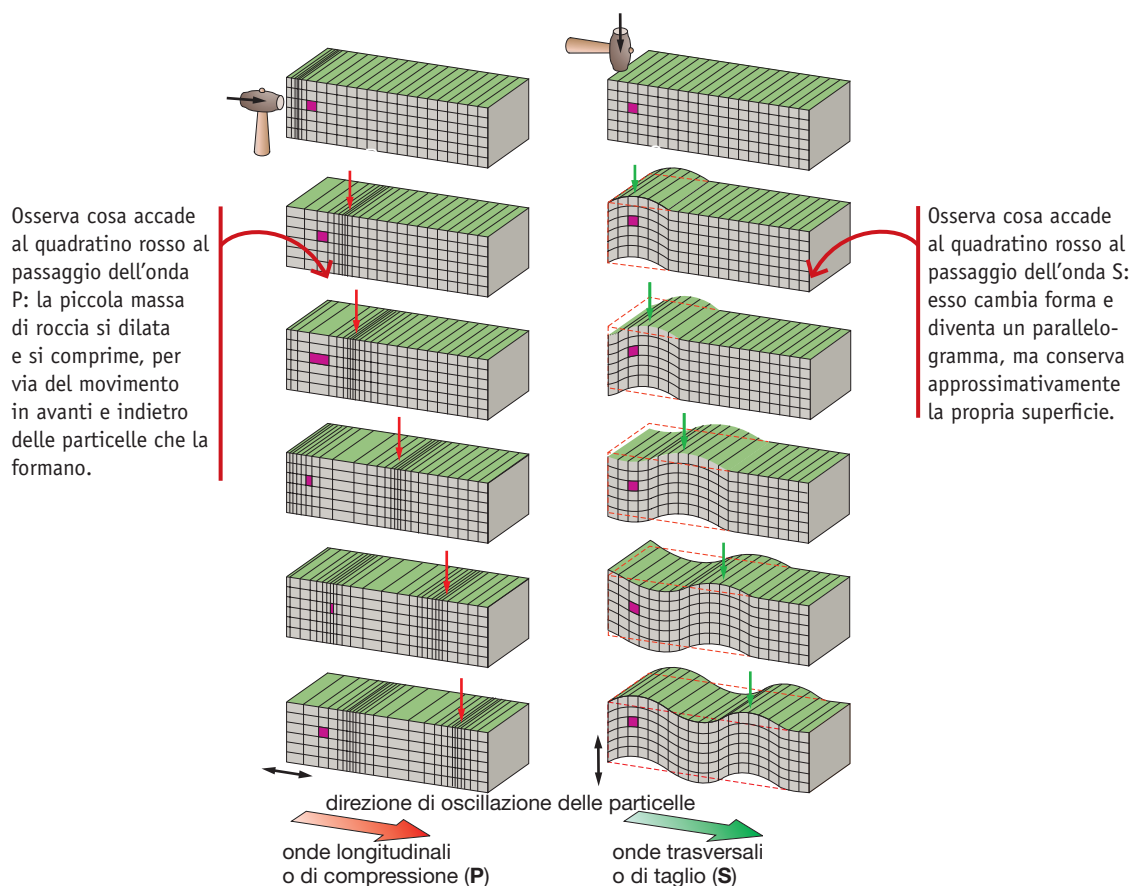
Confrontiamo i tre tipi.

1. Le onde P sono onde di compressione: al loro passaggio, le particelle di roccia oscillano avanti e indietro nella direzione in cui si sta muovendo l'onda. Le onde P sono le

più veloci. Possono propagarsi in ogni mezzo: nelle rocce più compatte, nel magma, nell'acqua o nell'aria.

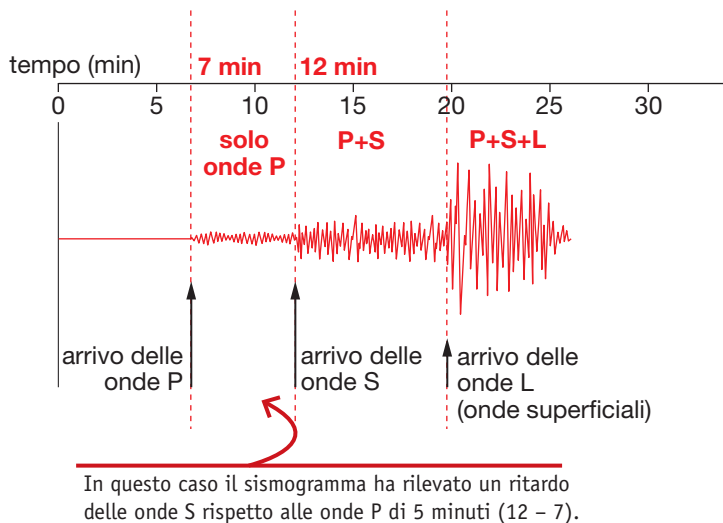
2. Le **onde S** sono invece onde trasversali, o di taglio: al loro passaggio provocano un cambiamento della forma della roccia, ma non una variazione di volume. Le particelle di roccia oscillano perpendicolarmente alla direzione di propagazione dell'onda. Non possono propagarsi attraverso i fluidi.

3. Le **onde superficiali** hanno forme diverse, a seconda di come sono giunte in superficie le onde P e S. Si propagano a partire dall'epicentro.



Il **sismografo** è lo strumento con il quale vengono registrate le onde sismiche.

Dai **sismogrammi** – i tracciati che mostrano le onde sismiche dei diversi tipi – registrati in queste stazioni si possono ricavare molte informazioni importanti: per esempio l'entità e la durata di un terremoto, oppure la posizione del suo epicentro.



■ Onde sismiche per studiare la Terra

Si può studiare la **struttura interna della Terra** analizzando il modo in cui si propagano le onde sismiche quando attraversano il nostro pianeta.

Le onde sismiche portano con sé una serie di informazioni sulla natura dei materiali che hanno attraversato, sotto forma di variazioni della loro **velocità di propagazione** e della **direzionalità delle loro traiettorie**. La velocità delle onde sismiche dipende infatti dal mezzo in cui esse si propagano.

I percorsi delle onde P all'interno della Terra non sono rettilinei, ma curvi. Inoltre, la velocità sia delle onde P sia delle onde S non è costante, ma varia con la profondità.

– Le **onde P** accelerano con l'aumentare della profondità fino a quasi la metà del raggio terrestre; se si spingono più in profondità, rallentano all'improvviso; se vanno infine molto in profondità subiscono una nuova (minore) accelerazione.

– Anche le **onde S** accelerano con l'aumentare della profondità fino a poco meno della metà del raggio terrestre, dove si arrestano improvvisamente.

Tutto ciò fa concludere che il pianeta non sia omogeneo ma strutturato in strati di natura diversa.

Grazie alle informazioni ricavate dallo studio dei dati sismici, oggi sappiamo che la Terra è formata da **involucri concentrici**, che sono costituiti da materiali che differiscono per densità e per lo stato fisico in cui si presentano (solido o fluido).

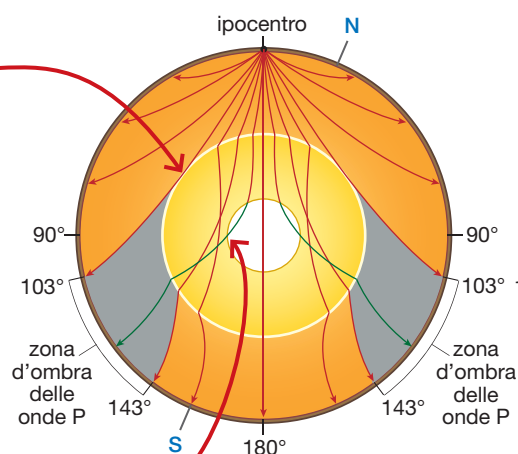
Questi tre involucri – *crosta*, *mantello* e *nucleo* – sono separati da superfici chiamate *superfici di discontinuità sismica*, perché in loro corrispondenza le onde sismiche vengono deviate.

La **crosta** è l'involucro più superficiale. È separato da quello sottostante dalla *superficie di Mohorovičić* (o *Moho*).

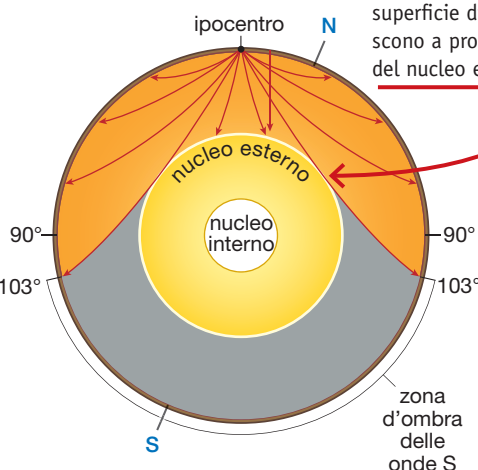
Il **mantello** è un involucro che si estende per migliaia di chilometri al di sotto della crosta. Una parte del mantello (chiamata *astenosfera*) si comporta come se fosse parzialmente fusa: qui, infatti, le onde sismiche rallentano. Il mantello continua fino a 2900 km di profondità, dove è separato dall'involucro sottostante tramite la *superficie di Gutenberg*.

Ancora più in profondità il nucleo si divide in **nucleo esterno** e **nucleo interno**: essi sono separati dalla *superficie di Lehmann*, posta a 5170 km dalla superficie della Terra. Il nucleo interno è solido.

Le **onde P**, quando raggiungono la superficie di Gutenberg, sono deviate e rallentate dai materiali (fluidi) del nucleo esterno e tornano a emergere dopo aver «saltato» una fascia di superficie.



Le **onde S** quando raggiungono la superficie di Gutenberg non riescono a propagarsi nei materiali del nucleo esterno e si arrestano.



Più in profondità, le onde P incontrano la superficie di Lehmann e sono reindirizzate dai materiali del nucleo interno (solidi) verso la superficie (sono le uniche a cadere nella zona d'ombra, in ritardo e con minore energia).

La «forza» di un terremoto

La forza di un sisma può venire espressa in due modi.

1. Attraverso la sua *magnitudo*. La magnitudo misura l'entità di un terremoto e il procedimento per valutarla fu ideato, nel 1935, dal sismologo Charles Richter. Egli constatò che, a parità di distanza dall'epicentro, *un terremoto più forte di un altro fa registrare sui sismogrammi oscillazioni più grandi*.

2. Attraverso la sua *intensità*. Prima dell'introduzione della magnitudo, la forza di un terremoto era indicata solo con l'intensità, stabilita in base agli effetti prodotti dal sisma sulle persone, sugli edifici e sul terreno. Per confrontare gli effetti di diversi terremoti (o dello stesso terremoto in località diverse) sono state ideate delle *scale di riferimento*. La scala MCS è la più utilizzata in Europa e in America ed è suddivisa in 12 gradi. Il suo nome deriva dalle iniziali dello studioso italiano che l'ha ideata (Mercalli).

La magnitudo e l'intensità sono due misure della forza di un terremoto, ma sono anche dati decisamente diversi.

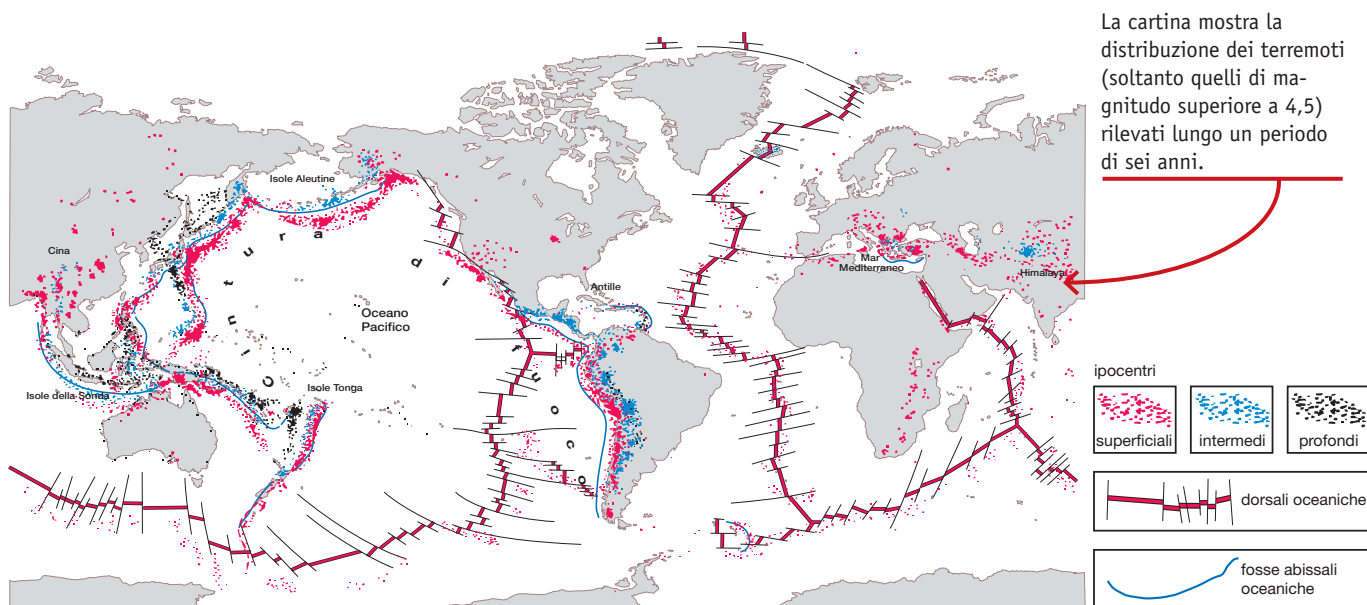
Riportando su una carta geografica il valore di intensità ottenuto per ogni località e tracciando le linee di confine tra le zone in cui il terremoto si è manifestato con intensità diverse, si ottiene una serie di curve chiuse, dette **isosisme**, che uniscono tutti i punti con lo stesso grado di intensità.

La distribuzione geografica dei terremoti

Attraverso lo studio dei sismogrammi i geologi hanno trovato una certa regolarità nella distribuzione degli epicentri dei terremoti. Essi sono allineati seguendo delle fasce ai margini dei continenti o lungo o nei pressi delle dorsali oceaniche.

Una delle fasce sismiche più note è la **Cintura di fuoco** che circonda l'Oceano Pacifico. Lungo la Cintura di fuoco, i terremoti si verificano in prossimità delle grandi fosse abissali, sia dove queste si sviluppano lungo il margine di un continente, sia dove esse sono affiancate da un arco di isole.

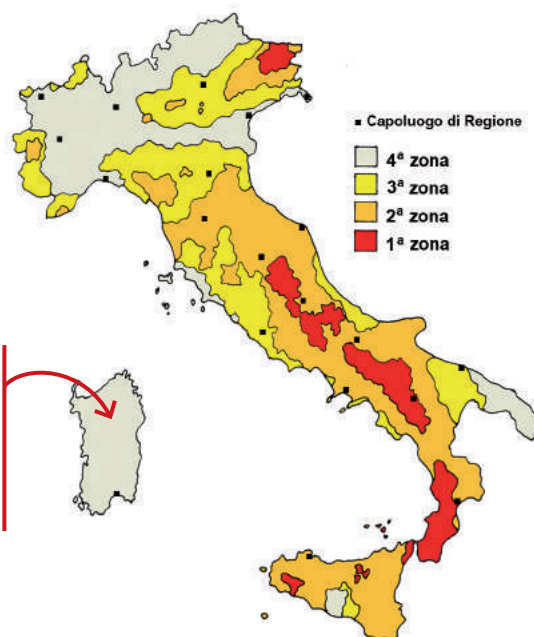
Un'altra fascia sismica segue il percorso delle catene montuose che si sono formate in tempi più recenti, a nord del *Mar Mediterraneo* occidentale, fino all'*Himalaya*, con un ramo che prosegue verso la Cina.



Se osserviamo le dorsali oceaniche, infine, ci rendiamo conto che esiste una chiara relazione tra la sismicità e queste aree geologiche sottomarine.

Guardando la carta che mostra la distribuzione degli epicentri dei terremoti avvenuti in Italia dall'inizio del secolo al 1980, è particolarmente evidente che la nostra penisola è a forte rischio sismico.

Sulla base della frequenza e dell'intensità dei terremoti del passato, il territorio italiano è stato classificato in quattro zone, alle quali corrispondono livelli di protezione crescenti (da 4 a 1) richiesti per le costruzioni.



La difesa dai terremoti

Ogni anno, nelle zone sismiche, i terremoti e gli eventi da essi innescati (come gli incendi, le carestie, le epidemie) provocano migliaia di vittime e danni incalcolabili all'economia dei Paesi colpiti.

La prevenzione dei pericoli legati all'attività sismica viene attuata in più modi.

1. Come primo passo si cerca di **definire la sismicità** di un'area, in base all'intensità e alla frequenza dei terremoti.
2. Inoltre, nelle aree a rischio, si cerca di costruire i nuovi edifici secondo **norme antisismiche** e di rinforzare quelli esistenti.
3. Vengono anche messi a punto dei **piani di intervento** per organizzare i soccorsi nel caso si verifichi un terremoto.
4. Infine, la popolazione è istruita, tramite **esercitazioni**, sui comportamenti da tenere nel momento dell'emergenza.

SE ARRIVA IL TERREMOTO ...



Cerca riparo all'interno di una porta in un muro portante o sotto una trave. Se rimani al centro della stanza potresti essere ferito dalla caduta di vetri, intonaco o altri oggetti.



Non precipitarti fuori per le scale: sono la parte più debole dell'edificio. Non usare l'ascensore: si può bloccare. In strada potresti essere colpito da vasi, tegole ed altri materiali che cadono.



Chiudi gli interruttori generali del gas e della corrente elettrica, alla fine della scossa, per evitare possibili incendi.



Esci alla fine della scossa. Indossa le scarpe: in strada potresti ferirti con vetri rotti. Raggiungi uno spazio aperto, lontano dagli edifici e dalle linee elettriche.

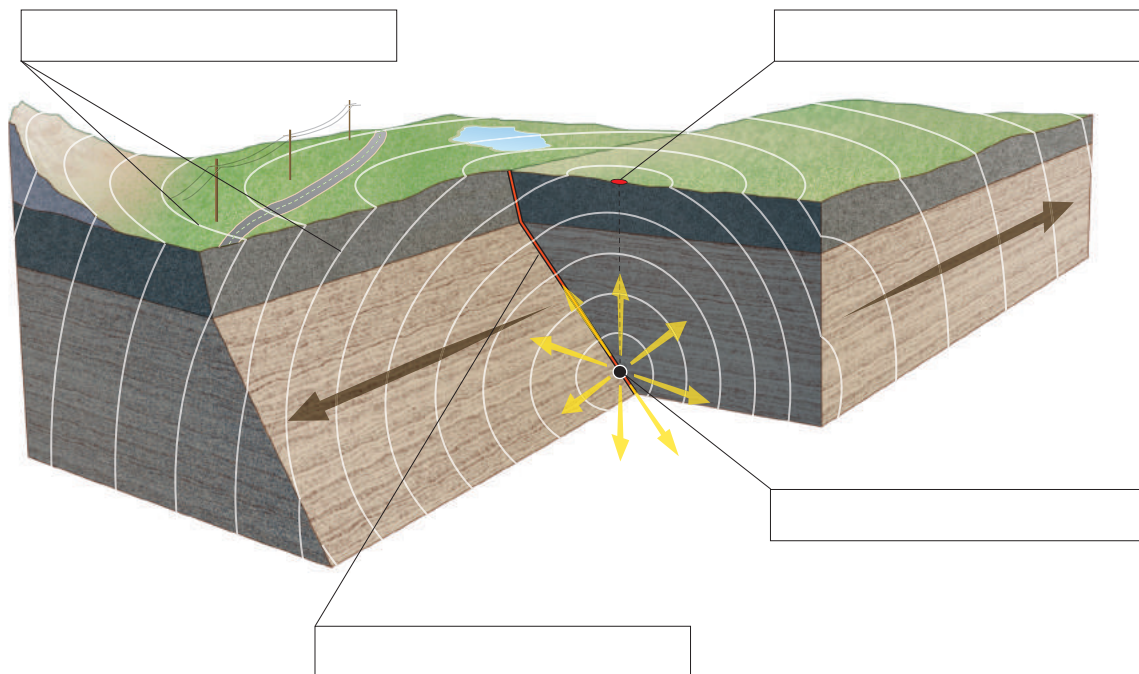


Non bloccare le strade. Servono per i mezzi di soccorso. Usa l'automobile solo in caso di assoluta necessità.

UNITÀ 13. I fenomeni sismici

1 Inserisci nella figura i termini riportati qui sotto, scrivendoli nella posizione esatta.

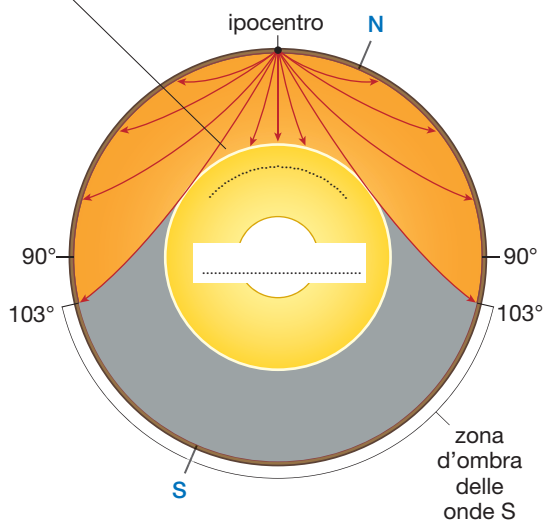
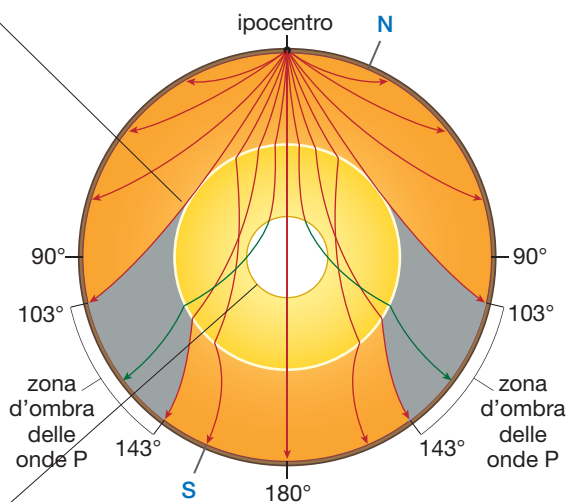
Epicentro; faglia; onde sismiche; ipocentro.



2 Completa la figura inserendo i termini mancanti.

Le onde, quando raggiungono la superficie di
....., sono deviate e rallentate dai materiali (fluidi) del nucleo esterno e tornano a emergere dopo aver
«saltato» una fascia di superficie.

Le onde quando raggiungono la superficie
di non riescono a propagarsi nei
materiali del nucleo esterno e si arrestano.



Più in profondità, le onde incontrano la superficie di e sono
reindirizzate dai materiali del nucleo interno (solidi) verso la superficie.

10 I grandi terremoti

Fin dall'antichità esistono testimonianze dei terremoti, che hanno dunque accompagnato tutta la vita dell'umanità sulla Terra.

Nell'anno 526 un terremoto uccise circa 250 000 persone ad Antiochia, in Siria.

Nel gennaio del 1556 un sisma sconvolse la provincia cinese di Shensi, provocando circa 850 000 vittime: in termini di vite umane perdute, questo è stato il terremoto più devastante della storia.

Un tempo le oscillazioni del suolo erano attribuite all'ira delle divinità o ad altri interventi sovranaturali.

Soltanto con la nascita delle scienze della Terra si è capito che i terremoti sono una manifestazione di fenomeni naturali che avvengono sotto la superficie terrestre.

Dopo il 1950 è stata sviluppata la teoria della tettonica delle placche e si sono diffuse nel mondo le reti di sismografi che misurano i movimenti del terreno.

Ciò ha aiutato gli scienziati a identificare l'origine dei terremoti, e oggi sappiamo che essi sono distribuiti lungo i margini tra le placche che formano la litosfera.

Esistono diverse scale su cui misurare l'intensità dei terremoti. I dodici gradi della *scala Mercalli* misurano l'intensità dei terremoti attraverso una stima dei danni osservati nelle costruzioni e nel territorio.

I gradi o *magnitudo* della *scala Richter*, introdotta nel 1935, sono invece basati sui dati rilevati dai sismografi. Essi misurano l'energia libe-

rata dalle scosse di terremoto, che aumenta di circa 25 volte da un grado all'altro.

Nel caso del terremoto cinese del 1556 i geologi hanno stimato indirettamente la magnitudo, a partire dai danni provocati, e ritengono

che il sisma sia stato di 8,3 gradi Richter.

L'intensità massima registrata finora sulla scala Richter è stata di 8,9 gradi, in occasione di un terremoto che nel 1933 in Giappone causò tremila morti.



La città di San Francisco, in California, fu distrutta nel 1906 da un terremoto di magnitudo 7,8 sulla scala Richter.

● I grandi terremoti nel mondo

L'associazione dei terremoti con i bordi delle placche tettoniche fa sì che nel mondo esistano regioni quasi prive di rischio sismico, e altre do-

ve il rischio è molto elevato.

Una delle aree in cui i terremoti sono più frequenti e devastanti è l'Iran, che si trova «compresso» tra le plac-

che africana, indiana ed eurasiatica. Qui negli ultimi dieci anni sono stati registrati più di mille sismi di intensità considerevole, che hanno ucciso 60 000 persone.

Un'altra area a rischio è la California, dove l'attività sismica è associata a enormi linee di frattura.

Alla fine del 2004 un forte sisma, con epicentro sottomarino vicino all'isola di Sumatra, ha prodotto onde di maremoto (*tsunami*) che si sono propagate per migliaia di chilometri attraverso l'Oceano Indiano.

L'impatto di queste onde

ha devastato prima le coste dell'Indonesia, poi quelle della Thailandia, dello Sri Lanka e dell'India. L'improvvisa violenta marea ha distrutto città, coltivazioni e villaggi turistici, con una perdita ingentissima di vite umane.

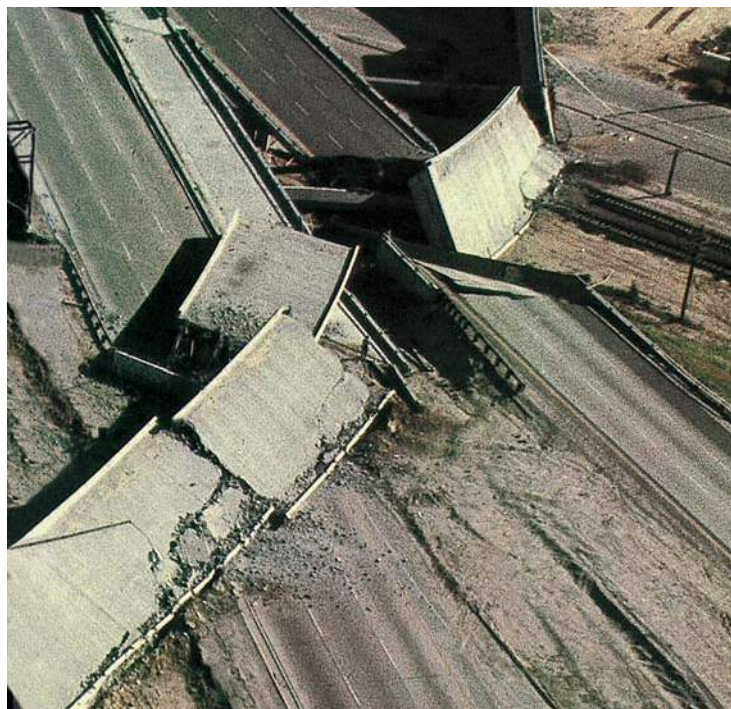


La «cicatrice» della *faglia di San Andreas*, nel sud della California, è formata dallo scontro tra la placca del Pacifico e quella nordamericana.

alcuni fra i tragici eventi sismici nel mondo

ANNO	AREA COLPITA	MAGNITUDO SULLA SCALA RICHTER	NUMERO DELLE VITTIME
526	Antiochia (Siria)	(?)	250 000
1556	Shensi (Cina)	8,3 stimata	850 000
1905	Kangra (India)	8,6	20 000
1906	San Francisco (Usa)	7,8	750
1933	Sanriku (Giappone)	8,9	3000
1954	Alaska (Usa)	8,4	136
1970	Ancash (Perù)	8,1	67 000
1976	Tangshan (Cina)	7,9	242 000
1985	Città del Messico	8,1	9500
1995	Kobe (Giappone)	7,2	6400
1997	Birjand (Iran)	7,1	1600
2001	Gujarat (India)	7,7	30 000
2003	Bam (Iran)	6,3	40 000
2004	Oceano Indiano	8,9	250 000

● I terremoti in Italia



La distruzione causata dal terremoto in Irpinia del 1980.

● I danni causati dai terremoti

I terremoti possono rovinare irrimediabilmente anche i beni artistici e culturali. Nel 1997 per esempio un sisma ha colpito l'Appennino centrale, provocando fortunatamente poche vittime ma danni considerevoli al patrimonio artistico dell'Umbria.

Come le case private anche le costruzioni pubbliche (scuole, strade e ponti) possono essere distrutte se non sono costruite con opportune precauzioni.

Nell'ottobre del 2002, per esempio, nel paese molisano di San Giuliano di Puglia un

L'Italia è soggetta ai terremoti perché si trova tra la placca litosferica europea e quella africana, che vi spinge contro inesorabilmente.

Le scosse sismiche si verificano prevalentemente nelle Alpi, lungo gli Appennini e in corrispondenza dei grandi vulcani attivi o quiescenti (Etna, Vesuvio, campi Flegrei). Relativamente tranquilla è la Pianura padana, mentre le uniche regioni non a rischio sembrano essere la Puglia e la Sardegna.

Dall'anno 1000 a oggi in Italia sono stati registrati oltre 30 000 eventi sismici di media e forte intensità, 200 dei quali disastrosi.

La Sicilia è la regione che ha registrato i due terremoti

più devastanti della nostra storia.

Nel dicembre del 1693 a Catania e nella Val di Noto un sisma causò oltre 60 000 vittime. E il 28 dicembre del 1908 un terremoto di magnitudo 7.5 sulla scala Richter (XI grado della scala Mercalli) colpì lo stretto di Messina devastando le città di Reggio, Bagnara e la stessa Messina, con quasi 100 000 morti (il numero delle vittime è ancora oggi incerto).

Negli ultimi cento anni altre 40 000 persone hanno perso la vita in Italia a causa dei terremoti. L'Irpinia è stata sconvolta due volte, prima nel 1930 e poi di nuovo nel 1980, con migliaia di morti e feriti e danni ingentissimi.

terremoto ha fatto crollare su se stessa una scuola, uccidendo 26 bambini. La scuola era stata costruita senza seguire le *regole antisismiche* che rendono gli edifici resistenti al terremoto.

Negli ultimi venti anni i terremoti hanno prodotto in

Italia danni per oltre 60 miliardi di euro. Ma nonostante ciò, ancora oggi la realizzazione di costruzioni antisismiche stenta ad affermarsi.

La storia dei terremoti nel nostro Paese dovrebbe insegnarci a non sottovalutare questo importante problema.



Gli effetti del terremoto avvenuto nell'ottobre del 2002 a San Giuliano di Puglia.

i più grandi terremoti della storia recente in Italia

ANNO	AREA COLPITA	MAGNITUDO SULLA SCALA RICHTER	NUMERO DELLE VITTIME
1693	Catania e Val di Noto (Sicilia)	(?)	60 000
1783	Calabria	(?)	30 000
1857	Salerno (Campania)	6,5	12 000
1908	stretto di Messina	7,5	90 000
1915	Avezzano (Abruzzo)	7,0	33 000
1918	Giarre (Sicilia)	4,3	100
1930	Irpinia (Campania)	6,5	1400
1968	valle del Belice (Sicilia)	6,0	240
1976	Friuli Venezia-Giulia	6,5	1000
1980	Irpinia (Campania)	7,2	2700
1997	Umbria e Marche	5,7	11
2002	Molise	5,5	26