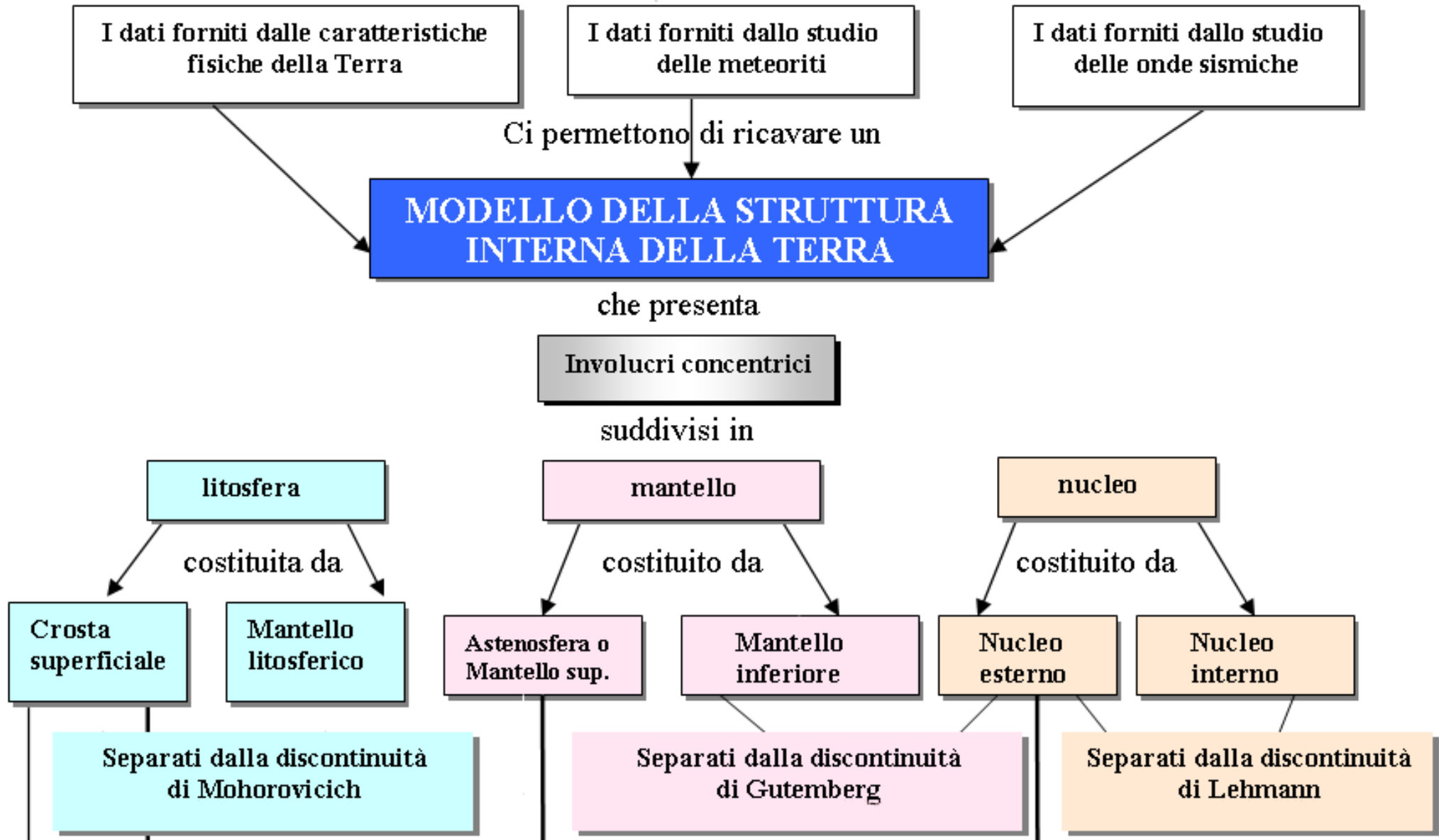
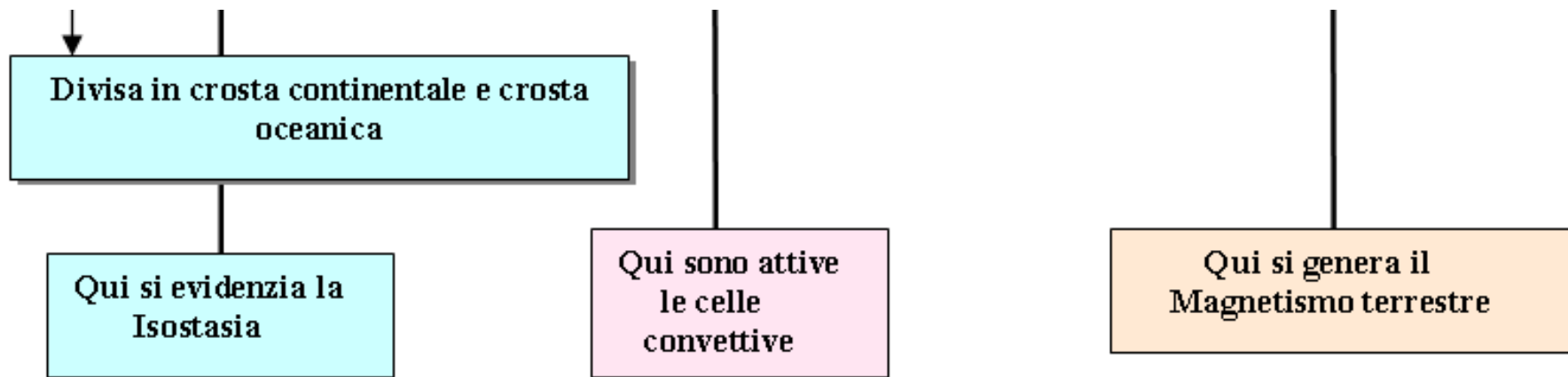


La struttura interna della terra





Poiché non ci è possibile l'accesso agli strati profondi del pianeta (le gallerie ed i pozzi più profondi raggiungono a malapena i 10 km ed il raggio terrestre è pari a poco meno di 6.400 km), lo studio dell'interno della Terra si presenta particolarmente difficile; ci si deve basare su similitudini, su misure indirette, su dati desunti per analogia; in pratica noi possiamo solo avanzare supposizioni, seppur solidamente basate, e cercare di raccogliere il maggior numero di informazioni possibili dai fenomeni che possiamo direttamente osservare e studiare.

Che cosa ci dicono LE CARATTERISTICHE FISICHE DELLA TERRA

Dalla Fisica noi sappiamo che la densità (d) è il rapporto tra una determinata quantità di materia ed il volume che essa occupa, cioè

$$d = m/V$$

Se vogliamo applicare questa formula al nostro pianeta dobbiamo conoscere sia la sua massa che il suo volume. Ambedue sono stati **indirettamente** calcolati: il Volume, calcolato da Eratostene, è pari a $1,08 \cdot 10^{27} \text{cm}^3$ e la massa, calcolata dopo l'enunciazione della Legge di Newton (o della Gravitazione universale), è pari a $5,975 \cdot 10^{27} \text{g}$. Quindi la densità media della Terra risulta essere $5,52 \text{g/cm}^3$

Le misure **dirette** di densità terrestre sono ovviamente limitate allo strato superficiale, unico accessibile per le campionature. Mediando una grande quantità di valori di densità di

campioni provenienti da moltissime parti superficiali del pianeta si è giunti a concludere che la densità media delle rocce superficiali è pari a $2,85\text{g/cm}^3$.

Risulta pertanto evidente la grande differenza esistente tra densità media e densità superficiale; la spiegazione più probabile e più semplice è che l'involucro esterno sia formato da materiali a bassa densità e che i materiali più densi siano situati nelle zone più interne ed inaccessibili alle campionature.

Che cosa ci dicono LE METEORITI

Le meteoriti, ossia quei frammenti di materiali provenienti dallo spazio che occasionalmente cadono sulla superficie terrestre, ci possono fornire altre interessanti informazioni: alcune di esse hanno una composizione chimica simile a quella delle rocce terrestri e, d'altra parte, già da parecchio tempo si accetta l'ipotesi che di una comune origine di tutte le componenti del sistema solare. Per quanto riguarda la composizione, alcune di esse hanno stretta somiglianza con le rocce superficiali del pianeta (silicati) e presentano anche uguali valori di densità; altre hanno composizione diversa (leghe ferro - nichel) con densità molto più elevata; altre ancora hanno composizione e densità intermedie. Le cose incominciano a farsi interessanti quando osserviamo che i valori di densità delle meteoriti, mediati tra di loro, danno valori assai simili alla densità media terrestre e quindi, se ammettiamo l'unica origine di tutti gli oggetti appartenenti al sistema solare, possiamo verosimilmente supporre che anche la composizione degli strati più interni ed inaccessibili della Terra sia analoga a quella delle meteoriti più dense.

Che cosa ci dicono LE ONDE SISMICHE

Le onde sismiche, così come le onde acustiche, si propagano a velocità costante e con percorso rettilineo se attraversano un mezzo omogeneo; se il mezzo cambia il suo stato fisico (per esempio si passa da una roccia solida ad una fusa) oppure cambia la sua composizione chimica (per esempio si passa da un materiale più denso ad uno meno denso), la velocità e la direzione delle onde sismiche cambiano: precisamente la velocità aumenta passando da un mezzo meno denso ad uno più denso. Questo fenomeno è facilmente spiegabile se si richiamano i fenomeni della riflessione e della rifrazione (anche delle onde luminose) sulla superficie di separazione dei due mezzi: d'ora in avanti noi chiameremo superficie di discontinuità la superficie di separazione tra materiali diversi o in stato fisico diverso all'interno della Terra.

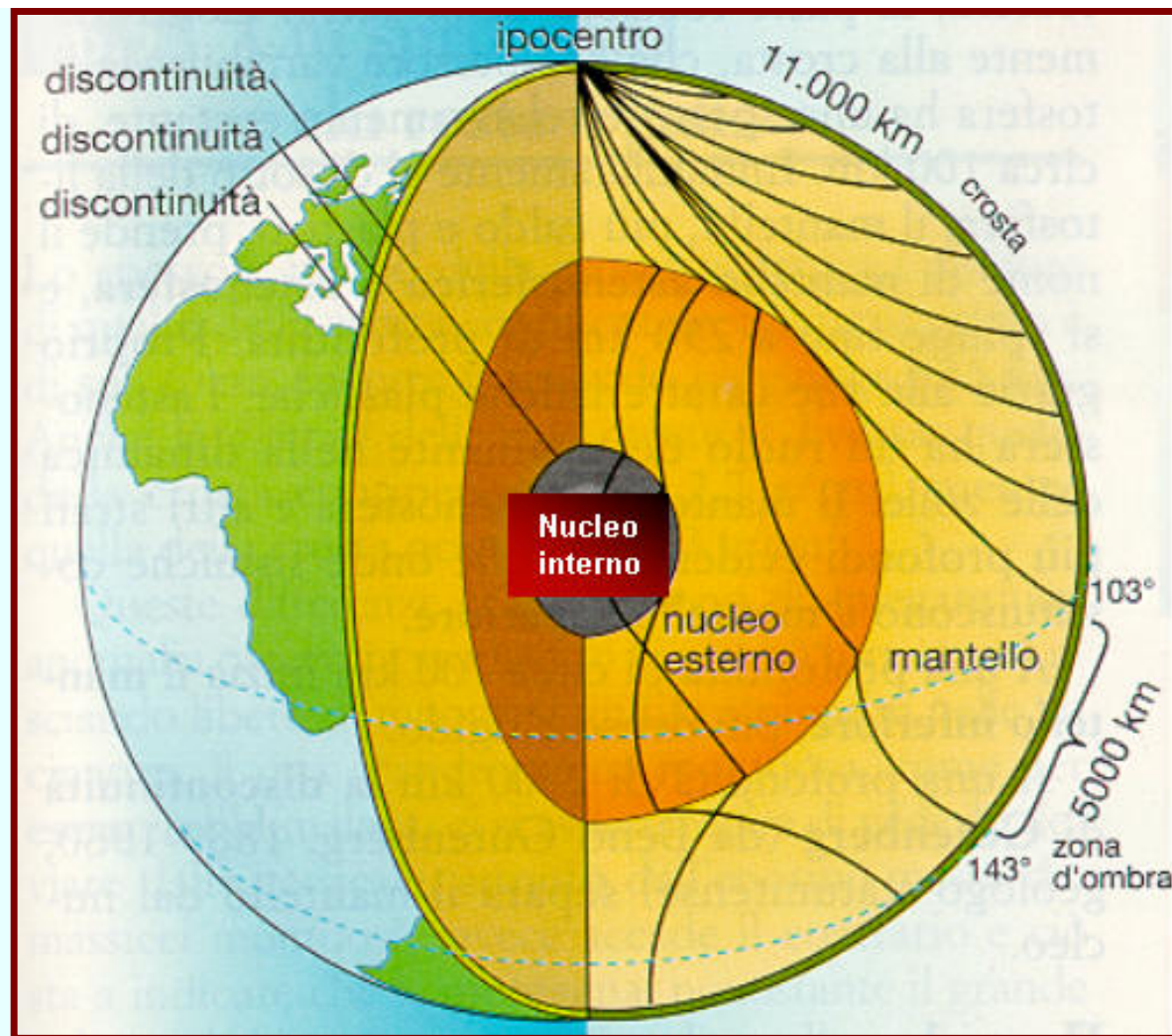
Dallo studio delle onde sismiche, anche provocate artificialmente e tenendo presente che esse possono essere registrate a grande distanza dall'ipocentro, possiamo ricavare ulteriori informazioni:

- le traiettorie descritte dalle onde sismiche nell'attraversare la Terra sono curve, e ciò significa che la d. dei materiali attraversati cambia continuamente;
- la velocità di propagazione delle onde aumenta con la profondità, e ciò significa che procedendo verso l'interno la d dei materiali aumenta;
- a distanze notevoli dall'ipocentro, alcune zone della superficie terrestre non sono raggiunte dalle onde sismiche (zone d'ombra), e ciò può essere spiegato solo ipotizzando che esistano dei materiali in grado di rifrangere e/o riflettere le onde P quando attraversati;
- a notevole profondità, la velocità delle onde cambia bruscamente, e ciò mette ancora in evidenza che la d. dei materiali cambia in modo notevole, creando superfici di discontinuità.

In base a quanto fin qui raccolto noi possiamo ipotizzare il seguente modello dell'interno della Terra:

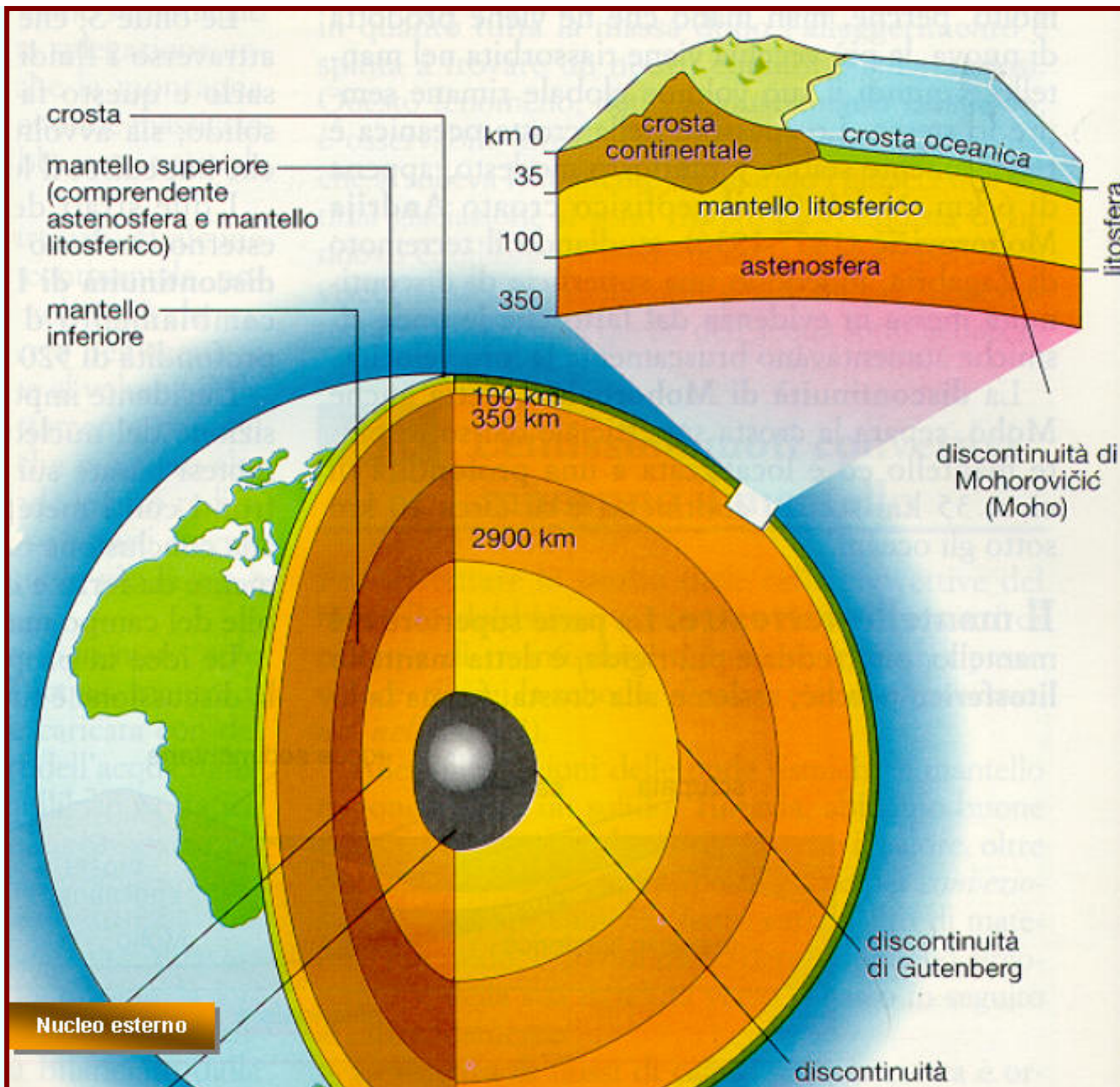
Struttura interna della terra: zona d'ombra, mantello, nucleo, zone di discontinuità

Lo studio delle traiettorie dell'[onda P, originata da un terremoto](#) mette in evidenza una fascia lungo la superficie terrestre (**zona d'ombra**) che non è raggiunta da tali onde generate **nell'ipocentro** di un sisma. Questo rilievo, insieme ad altri, ha permesso di ipotizzare che all'interno della Terra debba esistere, al di sotto di uno strato chiamato **mantello**, un **nucleo di materiale** (distinto in una parte **esterna liquida** ed in una **interna solida**) che provoca la rifrazione delle onde. Altrettante **superfici di discontinuità** separano il **mantello** dal **nucleo esterno** e quest'ultimo dal **nucleo interno** . Un'altra superficie di discontinuità separa la crosta dal mantello.



Schema dell'interno della Terra

Al centro si trova un **nucleo ferroso**: la **discontinuità di Lehmann** lo separa dal guscio successivo, il **nucleo esterno**. Questo è a sua volta separato dal mantello inferiore dalla **discontinuità di Gutemberg**. Si passa quindi al mantello superiore che comprende l'**astenosfera** ed il **mantello litosferico** che, insieme alla **crosta continentale** e a quella **oceanica** (che costituisce il fondo dei mari e degli Oceani), forma la **litosfera**.





< schemi grafici tratti dal manuale in adozione nella classe: R. Rosa, S. Simonelli, A. Spanò, Scienze della Terra, Garzanti, p.117 >

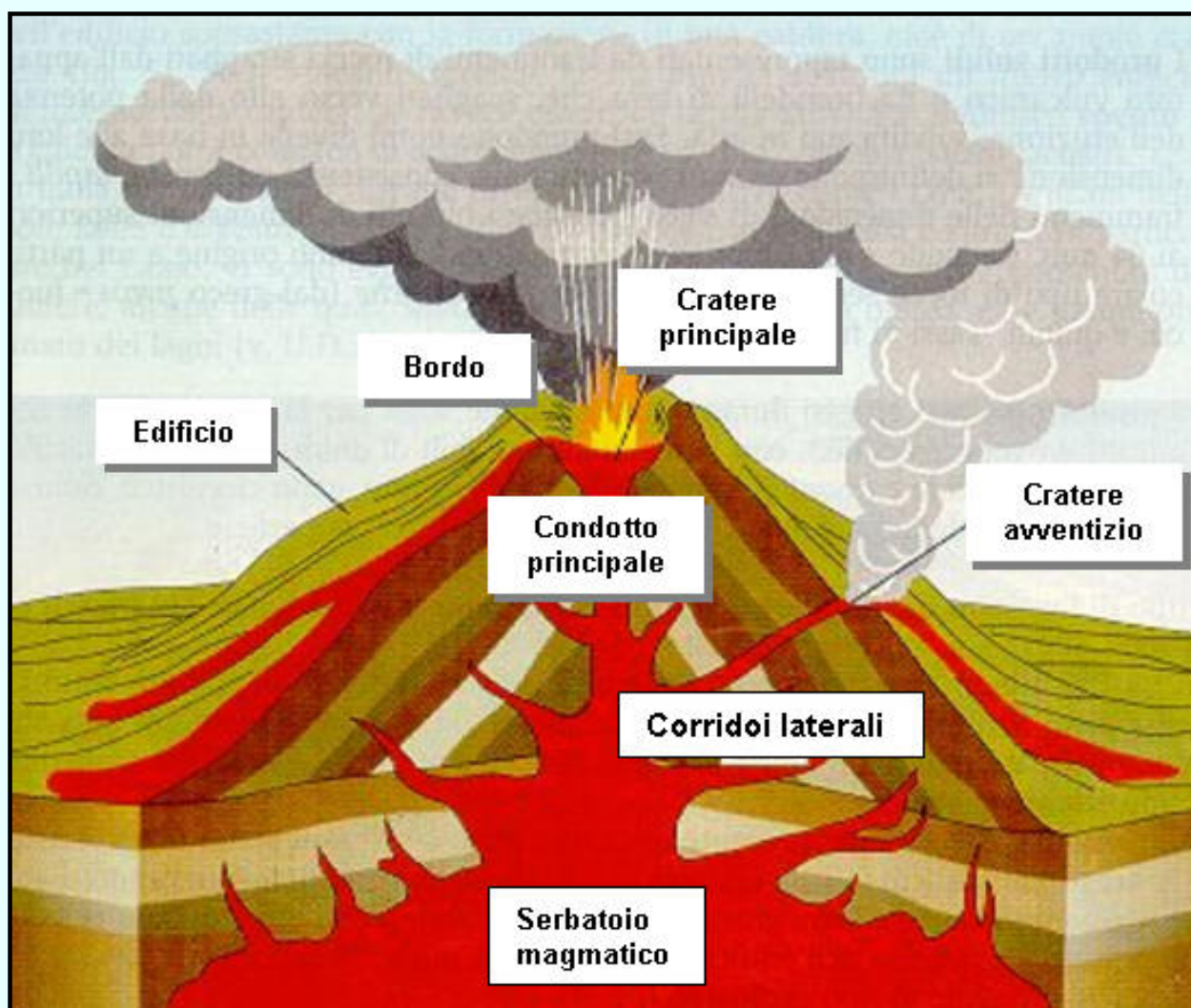
[Didattica in rete](#) , [Programmazione](#)

[Programmazione](#)[Geosistema](#)[Dinamica
endogena](#)[Energia
interna
e calore
interno](#)[Fenomeni
vulcanici](#)[Fenomeni
sismici](#)[Tettonica
a placche](#)[Strutture
interne
della Terra](#)

Fenomeni vulcanici

Definizione: **VULCANO** = spaccatura della crosta terrestre da cui fuoriescono materiali allo stato liquido (fluido), solido e gassoso.

FENOMENI VULCANICI. = manifestazioni collegate a vulcanesimo in atto o trascorso.



Serbatoio magmatico (o camera magmatica) : cavità della crosta terrestre in cui si raccoglie il magma proveniente dalla zona magmatica sub – crostale, o in cui si origina il magma.

Condotto principale (o camino vulcanico) : grande fessura della crosta lungo la quale risale il magma.

Condotti secondari : fessurazioni laterali lungo le quali si ha intrusione di magma.

Cratere camino : apertura alla sommità di un vulcano, in comunicazione con il condotto attraverso la quale fuoriescono lava e altri prodotti vulcanici.

Cratere avventizio : aperture laterali, lungo i fianchi del vulcano, da cui fuoriesce lava.

Edificio vulcanico : struttura esterna del vulcano, spesso di forma pseudoconica.

Magma : roccia fusa composta in massima parte da una fase liquida, contenente gas disciolti e, non di rado, cristalli in sospensione.

Lava : magma che, durante una eruzione, giunge sulla superficie terrestre allo stato fluido o viscoso, più o meno degassato.

La composizione dei magmi e la loro temperatura non sono direttamente determinabili, poiché non è possibile accedere in alcun modo alla camera magmatica. Possiamo però affermare che il magma è un miscuglio di sostanze ad alta temperatura, vicine al punto di fusione e/o parzialmente fuse. Gli elementi più abbondanti dei magmi sono : silicio (Si), ossigeno (O), alluminio (Al), ferro (Fe), calcio (Ca), magnesio (Mg), potassio (K) e sodio (Na); i minerali più frequenti sono il quarzo, costituito da **silice (SiO₂)**, e diversi altri silicati.

Il contenuto in silice influisce sostanzialmente sulle caratteristiche dei magmi, ne determina la classificazione e il comportamento

- **magmi acidi**: hanno contenuto in silice superiore al 65%; sono molto viscosi, perciò scorrono lentamente e con difficoltà. Essendo costituiti da composti a basso peso specifico, come silice e silicati di Al, **sono poco densi**, cioè, a parità di volume, pesano meno dei quelli basici. Originano **lave viscose**, che scorrono con difficoltà e tendono ad accumularsi sui fianchi del vulcano, generando **coni con pendii assai ripidi**. Solidificando, danno origine **a rocce di colore chiaro**, dovuto al quarzo e ai silicati presenti; tali rocce prendono il nome di **sialiche**.
- **magmi intermedi**: hanno contenuto in SiO₂ compreso tra il 52% e il 65%; hanno caratteristiche fisiche e composizione mineralogica intermedia rispetto ai precedenti.
- **magmi basici**: hanno contenuto in SiO₂ che si aggira intorno al 40%; sono poco viscosi, quindi scorrono con facilità non solo a causa della loro composizione chimica, ma anche perché la loro temperatura è in genere molto alta e perché contengono una notevole quantità di gas e acqua; **sono molto densi** a causa della alta concentrazione di minerali di Fe e Mn ad alto peso specifico. Originano **lave molto fluide**, che scorrono con estrema facilità e coprono ampie superfici; **non generano montagne vulcaniche**. Solidificando, danno origine a **rocce di colore scuro** – nere o rossastre o verde-oliva – **dette femiche**.

IL MECCANISMO DI UNA ERUZIONE

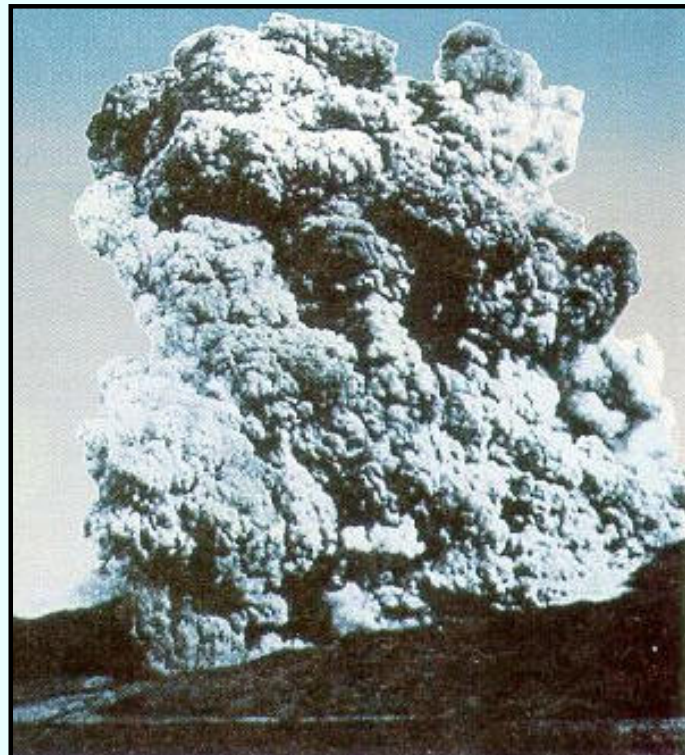
Come in una normalissima lattina di bevanda gassata o in una bottiglia di spumante, fino ad un attimo prima ermeticamente chiuse e poi improvvisamente agitate ed aperte, l'essenza del fenomeno eruttivo consiste in un processo di degassazione.

La liberazione dei gas dal magma varia tra due estremi: lenta, tranquilla e costante nella attività persistente, improvvisa



e violenta nella attività esplosiva parossistica.







Tra questi due estremi abbiamo una varietà infinita di possibili vie.

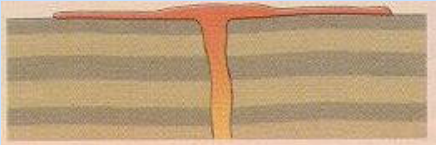



- Se **il camino vulcanico non è ostruito da materiali solidi**, i gas che si liberano dal magma possono liberamente espandersi ed allontanarsi dalla massa fusa con una **attività complessivamente tranquilla**.
- Se, invece, **il camino è ostruito da materiali solidi**, che lo occludono come un robusto tappo, i gas non possono allontanarsi tranquillamente, ma si accumulano al di sotto della ostruzione fino a che non si raggiunge la Pressione critica: a quel punto si ha rottura dell'equilibrio, la pressione fa saltare violentemente "il tappo", il materiale magmatico viene improvvisamente a contatto con l'atmosfera, dove la P è decisamente inferiore, e si ha un fortissimo richiamo verso l'esterno, esattamente come avviene nella normale bottiglia di spumante: i gas si liberano violentemente "risucchiando" fuori il fluido sottostante: **si ha una eruzione esplosiva**.



Classificazione dei vulcani

Tipo di eruzione	Caratteristiche	Edificio	Esempi
Hawaiano	La lava è fluida con composizione basaltica. Esce da un cratere centrale espandendosi in tutte le direzioni. In corrispondenza del cratere i gas che fuoriescono innalzano la lava creando suggestive fontane incandescenti.	<p>Vulcano a scudo, caratterizzato da un cono con base molto ampia e pendii lievi.</p> 	<p>Hanno questo aspetto i vulcani delle isole Hawaii.</p> 

e n t r	Stromboliano	<p>la lava è piuttosto fluida e fuoriesce con eruzioni effusive. A essa si alternano eruzioni più violente con emissioni di ceneri e lapilli, proiettati anche ad altezze elevate. Tale caratteristica è legata al ristagno della lava nel cratere; si forma così una crosta solida che, sotto la pressione dei gas sottostanti, viene frantumata e scagliata all'esterno.</p>	<p>Strato - vulcano, dalla caratteristica forma di cono</p> 	<p>Molti vulcani hanno queste caratteristiche e fra essi il vulcano dell'isola di Stromboli, nelle Eolie.</p> 
a l e	Vulcaniano	<p>la lava è abbastanza viscosa e fuoriesce in modo violento con abbondanza di piroclastiti che originano - nella fase iniziale dell'eruzione una grande nuvola scura: Le emissioni di lava sono più rare.</p>	<p>Strato - vulcano</p> 	<p>Il nome deriva dall'isola di Vulcano, anch'essa situata nell'arcipelago delle Eolie.</p> 
	Peleano	<p>Lava molto viscosa estrusa già in parte solidificata. L'eruzione è accompagnata da polveri e nubi ardenti che scivolano lungo il pendio, distruggendo tutto ciò che incontrano</p>	<p>Cumulo - vulcano può avere aspetto di cupola o torre o dente</p> 	<p>Il nome deriva dal vulcano La Pelée, in Martinica, che nel 1902 distrusse una città con i suoi 30.000 abitanti</p> 

F i s s u r a l e	Eruzioni lineari	<p>La lava è fluida con composizione simile a quella dei vulcani hawaiani. Fuoriesce però da più punti allineati lungo grandi fratture della crosta.</p>	<p>Plateau basaltico formato da tavolati sovrapposti di strati di basalto.</p> 	<p>Sono tipici dell'Islanda; a essi si accompagnano anche piccoli coni vulcanici allineati lungo le fratture</p> 
		<p>Lava viscosa, che fuoriesce con nubi ardenti da fratture della crosta.</p>	<p>Plateau ignimbrítico</p> 	<p>Campi Flegrei (Campania)</p> 
<p>La Tabella riportata è presente alle pp.49-50 del testo in adozione: E.Porzio, O.Porzio; Scienze della natura 2, Markes</p>				

A proposito di vulcani spenti e del rischio vulcanico.

L'attività di un vulcano si manifesta in tempi e modi assai vari: abbiamo visto che si possono susseguire attività di tipo esplosivo ad altre di tipo effusivo, a seconda delle variazioni di temperatura e di composizione del magma, della pressione esistente all'interno del serbatoio, di eventuali contatti del materiale magmatico con altre sacche, ecc. Anche i tempi, però, sono quanto mai enigmatici: si possono alternare, infatti, periodi di intensissima attività ad altri lunghissimi periodi di tranquillità. Si pensi, ad esempio, alla tragica eruzione del 79 d.C. – quella che ha distrutto Pompei ed Ercolano – avvenuta all'improvviso dopo circa 250 anni di silenzio del Vesuvio; oppure a quella del Saint Helens (Stato di Washington – USA) nel 1980, che ha devastato con la sua nube ardente e le sue ceneri la regione circostante nel raggio di 20 Km su un fronte di 30 Km. e avvenuta dopo secoli di inattività o di attività non percepite dall'uomo. Un altro eclatante esempio ci è di recente stato offerto dalla improvvisa eruzione di un vulcano del Messico, il cui cratere era occupato da un lago, da cui si è originata una gigantesca colata di fango che ha sepolto una intera valle, causando migliaia di vittime.

E' incauto, dunque, parlare di vulcani spenti , più appropriato parlare di vulcani quiescenti.

Si può definire estinta una struttura vulcanica che non dà segni di attività alcuna almeno da diverse migliaia di anni (come il Monte Amiata o il complesso dei Colli Albani), ma non bastano di certo alcune centinaia di anni di assenza di manifestazioni per farci pensare alla raggiunta quiete totale.

Da qui nasce un dei maggiori rischi: il non tenere in sufficiente considerazione la possibilità di ripresa.

Parlare di pericolosità di un vulcano ha comunque poco senso se non si considerano, oltre al tipo di attività (esplosiva od effusiva), la vulnerabilità del territorio e l'esposizione della popolazione.

Le aree vulcaniche, per la fertilità del suolo, sono tra quelle più densamente popolate e sono sede di intense attività economiche di svariata tipologia. In Italia, per esempio, la stima della persone che vivono a rischio vulcanico è di 2.000.000; basti pensare che l'eventuale (e probabile!) risveglio del Vesuvio potrebbe interessare più di 800.000 persone, per le quali l'unica difesa sarebbe la totale evacuazione! Definire il rischio vulcanico di un territorio significa dunque mettere in relazione l'entità dei danni che un vulcano potrebbe causare sia alle persone che ai beni della zona e la probabilità che esso entri in attività, calcolata in base a previsioni oggettive e scientifiche.

Ogni vulcano ha caratteristiche sue e le previsioni alla sua attività eruttiva sono fornite da dati solo statistici e dai cosiddetti segni premonitori, quali aumento di produzione di gas, aumento della temperatura di sorgenti termali, deformazioni del terreno, scosse sismiche di lunga durata e bassa frequenza ecc., ricordando sempre che non è possibile prevedere con certezza il momento di una eruzione né, tanto meno, la sua entità. L'unica vera ed utile azione di prevenzione è data da una corretta e consapevole pianificazione dello sviluppo e della gestione del territorio; questo di certo comporta scelte anche impopolari ma indispensabili per evitare tragedie che non possono essere considerate catastrofi naturali, ma solo catastrofi da stupidità umana.

Più estesa e dettagliata trattazione dei fenomeni vulcanici può essere reperita al seguente indirizzo web : <http://www.ingv.it>

[Programmazione](#), [Didattica in rete](#)

Programmazione	Geosistema	Dinamica endogena	Energia interna e calore interno	Fenomeni vulcanici	Fenomeni sismici	Tettonica a placche	Strutture interne della Terra
--------------------------------	----------------------------	-----------------------------------	--	------------------------------------	----------------------------------	-------------------------------------	---

Fenomeni sismici ([Sismografi e sismogrammi](#))

Definizione: Il Sisma o Terremoto può essere definito come una improvvisa e violenta vibrazione del suolo.

La definizione possibilista deriva dal fatto che normalmente si parla di terremoto solo quando la scossa viene avvertita dall'uomo; in realtà i terremoti che si verificano ogni anno sulla Terra sono circa un milione, ma solo un migliaio di questi viene interpretato come tale. La prima grande distinzione, infatti, deve riguardare i **microsismi** e i **macrosismi**.

I **microsismi** sono quei fenomeni avvertiti e registrati solo a livello strumentale e sono comunissimi.

I **macrosismi** sono, invece, quelli che saranno oggetto del nostro studio.

Le vibrazioni del suolo, dette **scosse sismiche**, hanno durata molto variabile, da pochi secondi a qualche minuto e possono verificarsi come evento isolato oppure inserite in un contesto molto più ampio; le zone interessate possono essere assai circoscritte oppure di grande estensione; già queste semplici considerazioni iniziali lasciano poco spazio alle previsioni. I Terremoti sono eventi incontrollabili che colpiscono senza preavviso e con i quali bisogna, comunque, convivere perché fanno parte della normale attività della dinamica terrestre.

Il Terremoto ha origine in un punto, detto **ipocentro**, all'interno della crosta terrestre. Dall'ipocentro si propagano in tutte le direzioni **onde elastiche** chiamate **onde sismiche**. Il punto sulla superficie terrestre perpendicolare all'ipocentro, che è anche il primo ad essere raggiunto dalle onde sismiche, si chiama **epicentro**.

Classificazione dei terremoti

I terremoti possono essere classificati

1. in base alla **profondità dell'ipocentro** in

Terremoti superficiali

se l'ipocentro è compreso tra 0 e 70 Km. di profondità

Terremoti intermedi

se l'ipocentro è compreso tra 70 e 300 Km. di profondità

Terremoti profondi

se l'ipocentro supera i 300 Km di profondità (non si sono finora registrati terremoti con ipocentro con profondità superiore a 700 Km)

2. 2. in base alla **causa della liberazione di energia** in

Terremoti vulcanici

legati a movimenti del magma

Terremoti di crollo

legati a crollo o sprofondamento di grotte o caverne (di solito sono molto circoscritti e di bassa intensità)

Terremoti tettonici

legati a movimenti di masse rocciose lungo una linea di frattura profonda della crosta, detta faglia

ORIGINE DEI TERREMOTI

Per comprendere bene quali sono i meccanismi che scatenano un sisma bisogna innanzi tutto non dimenticare mai che le strutture rocciose della litosfera sono continuamente sottoposte ad enormi tensioni; alcune zone, quelle più antiche come vedremo, sono meno sensibili, altre sono molto elastiche per composizione, altre ancora non sono per nulla elastiche.

Possiamo fare un esempio con materiali facilmente osservabili.

Se esercitiamo una notevole forza su un bicchiere di vetro, questo si frantuma, perché il vetro è un materiale anelastico; se, invece, pressiamo tra le mani una palla di gomma essa si deforma ma, non appena io smetto di agire con la forza deformante, la palla riacquista la sua forma originaria, cioè si comporta come un materiale totalmente elastico; tra questi due tipi di comportamento ce ne sono altri intermedi. Immaginiamo di tirare, a poco a poco ma costantemente, un elastico: questo si deformerà accumulando energia ma, quando l'energia accumulata supera il punto critico – limite di elasticità – l'elastico si spezza, liberando violentemente ed in un solo momento tutta l'energia accumulata al suo interno.

Analogamente, una grande massa rocciosa, sottoposta a tensioni che

tendono a deformarla, può variamente ripiegarsi oppure lasciarsi attraversare oppure fratturarsi, a seconda dello stato di coesione delle particelle che compongono la roccia. Comunque, quando le forze di tensione superano le forze di coesione, si determina la frattura improvvisa, con il repentino liberarsi della enorme quantità di energia accumulata: questa si propaga sotto forma di onde sismiche che causano il sisma.

LE ONDE SISMICHE

L'energia liberata in corrispondenza del punto di fratturazione, l'ipocentro appunto, si propaga in tutte le direzioni attraverso due tipi di onde: le **onde longitudinali o di compressione (onde P)**, simili a quelle che si producono quando si deforma una molla, e le **onde trasversali o di taglio (onde S)**, simili a quelle che si originano facendo oscillare una corda fissata ad un estremo.

Al passaggio delle **onde P** le particelle interessate oscillano nella stessa direzione di propagazione dell'onda e ciò provoca la dilatazione e la compressione alternate del materiale.

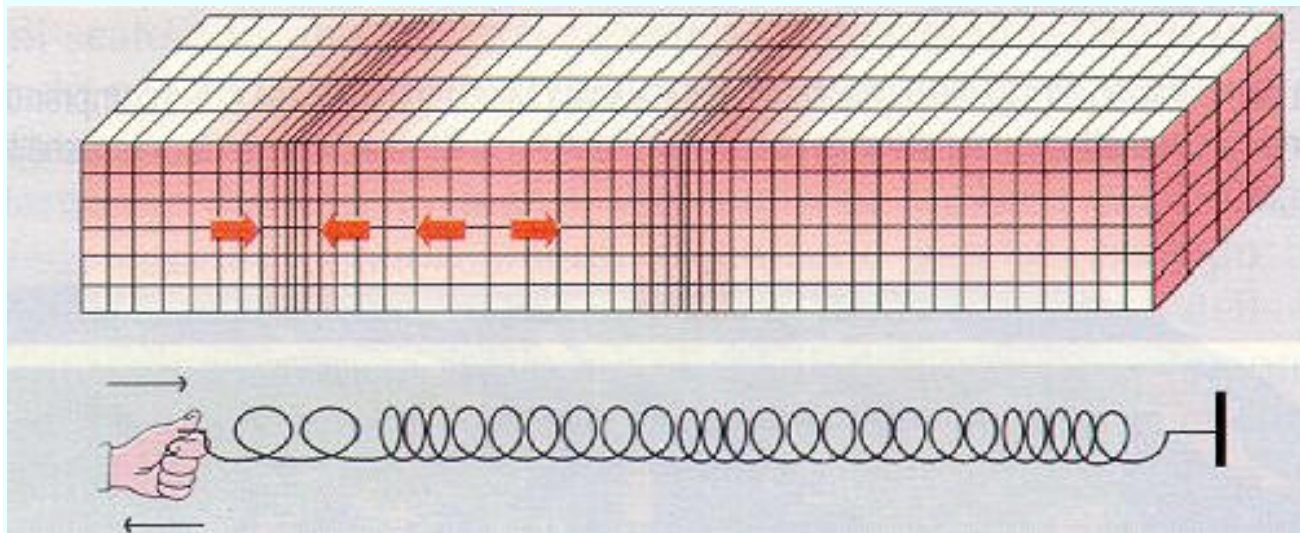
Nel caso delle **onde S**, l'oscillazione avviene perpendicolarmente alla direzione di propagazione dell'onda, in pratica le particelle si muovono in su e in giù.

Quando le onde P e le onde S giungono in superficie all'epicentro, da questo inizia a propagarsi un treno di **onde superficiali** concentriche di vario tipo; ne ricordiamo due soltanto, perché più comuni; le **onde Rayleigh**, che fanno compiere un'orbita ellittica alle particelle colpite e sono responsabili delle **scosse ondulatorie**, e le **onde Love**, che causano una oscillazione orizzontale, trasversale rispetto alla direzione di propagazione dell'onda e sono responsabili delle **scosse sussultorie**.

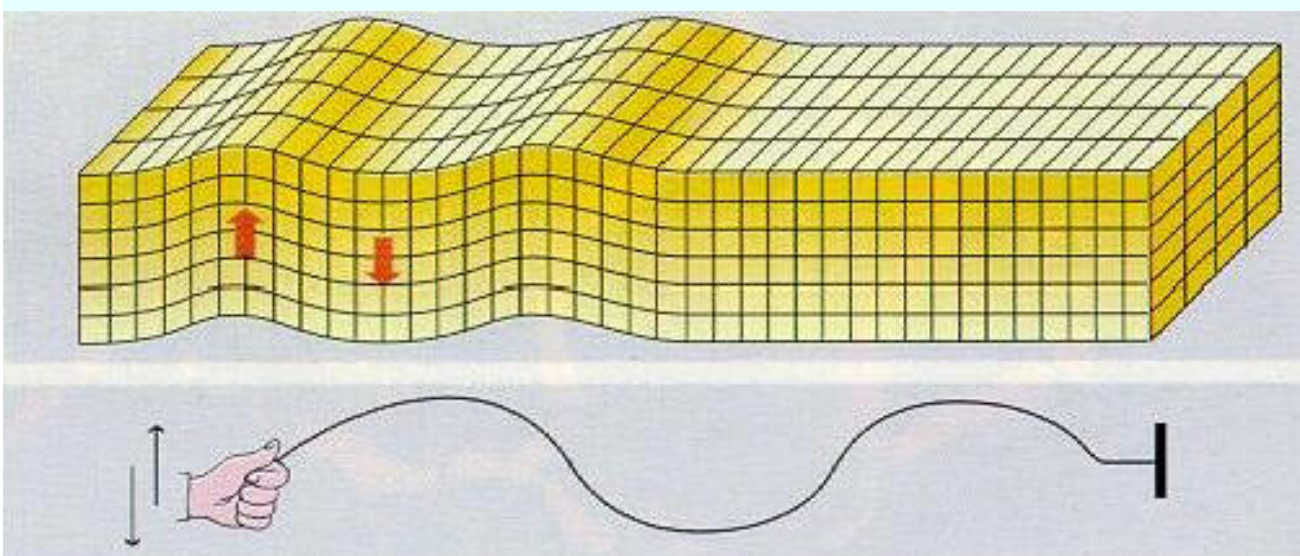
Sia le **onde di compressione** che quelle di taglio sono **onde elastiche**, infatti non deformano in modo permanente i materiali che attraversano. In simulazioni di laboratorio si è inoltre visto che le onde di compressione attraversano senza problemi sia i materiali solidi che quelli liquidi e fluidi; le **onde di taglio**, invece, possono essere trasmesse dai solidi, ma si smorzano fino a scomparire se incontrano fluidi o liquidi.

Simulazione dei movimenti che le onde sismiche provocano nelle rocce che attraversano

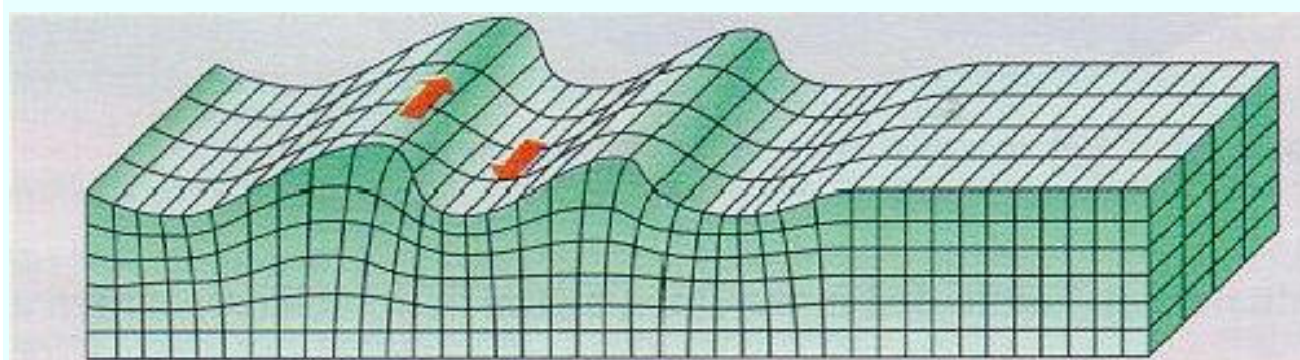
< **schemi grafici tratti dal manuale in adozione nella classe: E. Porzio, O. Porzio, Scienze della natura Vol.2, Markes, p.54** >



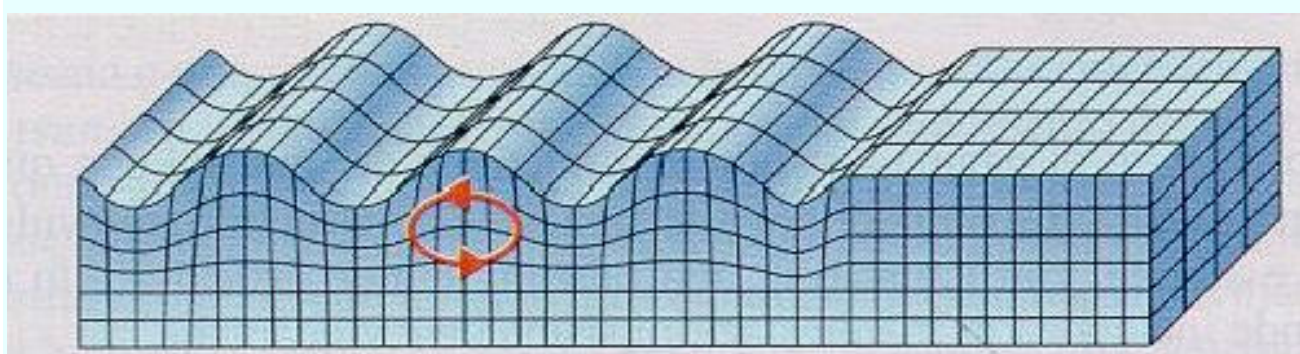
Onde P



Onde S



Onde superficiali Love



Onde superficiali Rayleig

COME SI REGISTRA E COME SI MISURA UN TERREMOTO

La registrazione dei movimenti della superficie terrestre quando colpita da un evento sismico viene effettuata per mezzo dei [SISMOGRAFI](#). Questi sono strumenti particolari, dotati di una punta scrivente, che traccia su un rullo di carta scorrevole il tracciato delle onde sismiche. Il funzionamento di un sismografo si basa sul principio di inerzia di una massa sospesa, che resta ferma, mentre il supporto si muove solidalmente con il terreno al quale è ancorato. Il tracciato che se ne ottiene – detto [SISMOGRAMMA](#) – appare come una linea spezzata in cui ogni picco rappresenta una scossa. Spesso i sismogrammi registrano tre fasi: una serie di piccole scosse premonitrici, una serie di scosse principali ed, infine, uno sciame di scosse di assestamento.

Le notizie che normalmente ci provengono dai mezzi di informazione fanno riferimento a due modi di misurare l'entità di un sisma: [la Scala Mercalli e la Scala Richter](#).

Esiste tra le due una differenza sostanziale:

- **la scala Mercalli misura gli effetti che un sisma produce sul territorio** e, in particolare, sulle costruzioni e sull'uomo. Risulta quindi evidente che la sua misurazione **non può essere oggettiva**, infatti i danni causati, a parità di intensità di scossa, dipendono da fattori esterni al fenomeno, quali possono essere la stabilità di una costruzione, i criteri di costruzione, la natura del territorio colpito, la densità di abitanti e/o di strutture; per esempio, due scosse di pari intensità, ma una in un territorio intensamente abitato e l'altra in deserto, avranno classificazione Mercalli diversa, perché diversi ne saranno gli effetti.
- **La scala Richter riporta invece i valori di Magnitudo**, cioè **la quantità di energia liberata** durante un evento sismico, e quindi rappresenta una misurazione oggettiva del fenomeno.

La scala Mercalli, formulata nel 1902, prevedeva originariamente 10 gradi di distruzione; a seguito del disastroso terremoto di Messina del 1908 venne aggiunto l'undicesimo grado, quindi ancora un dodicesimo a seguito del terremoto di Agadir; essa, comunque, è soggetta a revisioni continue.

La scala Richter non ha un limite superiore di misurazione; per fare un esempio, un terremoto di Magnitudo pari a 8 libera una quantità di energia superiore a 600 milioni di tonnellate di tritolo: la corrispondente quantità di energia termica sarebbe sufficiente a riscaldare per un periodo di 30 anni una città come New York.

Il valore massimo fino ad oggi registrato è di Magnitudo 9,8.

Scala Mercalli	Scala Richter
I. Avvertito quasi da nessuno	2,5 Generalmente non avvertita
II. Avvertito da pochissime persone	
III. Molti avvertono un tremore ma non si rendono conto che è un terremoto.	3,5 Avvertito da molte persone
IV. Sentito da molti come se un camion avesse urtato un edificio	
V. Sentito quasi da tutti; molte persone si svegliano nel sonno. Alberi e lampioni oscillano	
VI. Sentito da tutti: molte persone corrono all'aperto; si sposta il mobilio e si verificano lievi danni.	4,5 Può verificarsi qualche danno locale
VII. Tutti corrono all'apertoLe strutture deboli sono notevolmente danneggiate. Lievi danni alle altre strutture.	
VIII. Le strutture antisismiche sono leggermente danneggiate; le altre crollano.	6,0 Terremoto distruttivo
IX. Tutti gli edifici sono notevolmente danneggiati; in molti si spostano le fondamenta. Notevoli spaccature nel terreno.	
X. Molte strutture distrutte. Il terreno presenta grandi spaccature.	7,0 Terremoto disastroso
XI. Quasi tutte le strutture cadono. I ponti crollano. Spaccature molto ampie nel terreno	8,0 e oltre Terremoto catastrofico
XII. Distruzione totale. Le onde sismiche sono visibili sulla superficie e gli oggetti vengono scagliati verso l'alto.	

Un tipo assai particolare di fenomeno sismico è il **Maremoto o tsunami**; esso si origina quando l'epicentro è situato sul fondale marino. I movimenti delle rocce in profondità generano onde gigantesche che viaggiano con velocità impressionante e si abbattono sulle coste con inaudita violenza, seminando distruzione e morte. Il fenomeno è assai comune in Giappone, e il suo nome lo dimostra; si può verificare anche in corrispondenza di una violenta eruzione sottomarina, come accadde nel caso della eruzione, scoppio e sprofondamento del vulcano Krakatoa, in Indonesia.

IL RISCHIO SISMICO

Così come già si è ampiamente detto a proposito di eruzioni vulcaniche, anche per i fenomeni sismici è impossibile parlare di **previsione**. Le attuali conoscenze in materia ci dicono che i terremoti differiscono tra loro molto più di quanto si potesse immaginare e, di conseguenza, differiscono anche quei segnali premonitori che si potrebbero utilizzare per lo scopo previsionale.

A questo proposito, ricordiamo che esistono eventi apparentemente insignificanti, che, invece, costantemente preannunciano un evento sismico; tra questi, deboli scosse, deformazioni territoriali lievi o lievissime, variazioni del livello delle falde acquifere e anche modificazione del comportamento degli animali domestici. In Giappone, paese costretto a convivere quotidianamente con una miriade di scosse di varia intensità, la tradizione consiglia di tenere in casa un pesce-gatto, perché i suoi cambiamenti di umore sono un insostituibile segnale di imminente evento sismico.

E' impossibile al momento attuale delle nostre conoscenze fare **previsioni deterministiche** che ci consentano di sapere esattamente il luogo ed il momento in cui si manifesterà il sisma; però è possibile elaborare dati riguardanti la frequenza e l'intensità di terremoti in una determinata area; è possibile studiare la geologia e la tettonica dei territori e, dai dati ricavati, procedere ad una **previsione probabilistica** che, pur non dicendoci dove, come e quando si verificherà un evento sismico, ci può fornire utili indizi per sapere dove, come e quando esso si potrebbe verificare.

L'Italia è un territorio interessato da una intensa attività sismica: la maggior parte della penisola e delle isole, con esclusione della sola Sardegna e di alcune aree dell'Italia settentrionale, è storicamente sede di terremoti di svariata intensità; la dorsale appenninica, la porzione alpina del Friuli, la Sicilia, l'Umbria e, recentissimamente, anche il Molise sono e sono stati teatro di eventi drammatici e disastrosi sia per le perdite umane che per quelle economiche.

La **prevenzione** consisterebbe in un capillare programma di costruzione anti-sismiche le quali, però, sono costosissime e non sempre compatibili con la situazione economica. Si sta tentando di attuare quanto possibile in fatto di prevenzione, piuttosto che continuare a risarcire danni provocati da "calamità naturali".

[Programmazione, Didattica in rete](#)

Programmazione	Geosistema	Dinamica endogena	Energia interna e calore interno	Fenomeni vulcanici	Fenomeni sismici	Tettonica a placche	Strutture interne della Terra
--------------------------------	----------------------------	-----------------------------------	--	------------------------------------	----------------------------------	-------------------------------------	---

La tettonica a placche.

Verso la tettonica a placche La deriva dei continenti

Già da parecchio tempo prima della grande intuizione di Alfred Wegener (F. Bacon nel 1620 e Buffon circa un secolo dopo) si erano notate le quasi perfette corrispondenze tra le coste atlantiche dell'America meridionale e quelle occidentale dell'Africa e le grandi somiglianze tra la flora e la fauna dei due lontani continenti, nonché alcune risponderenze di carattere litologico: da queste osservazioni nacque l'ipotesi che le due masse fossero state unite in un lontano passato. La formulazione scientifica di questa ipotesi è opera di **Alfred Wegener**: nel suo libro **“La formazione degli Oceani e dei Continenti”** (1915) espone la sua teoria sulla **Deriva dei Continenti**.

Circa 200 milioni di anni fa tutti i continenti erano riuniti in un'unica massa continentale, che Wegener chiamò Pangea, circondata da un unico grande Oceano, la Pantalassa (i due termini derivano dal greco antico, dove **παν** significa tutto, **γή** significa Terra e **θαλασσα** significa Mare). Questo super – continente si sarebbe in seguito fratturato; i diversi frammenti, come enormi zatteroni, sarebbero andati alla deriva, allontanandosi l'uno dall'altro, fino ad occupare la posizione attuale. Lo studioso portò prove a favore della sua teoria, come

- le analogie di flora e fauna,
- la corrispondenza tra le coste,
- i resti paleontologici (**Mesosaurus**, rettile vissuto circa 250 milioni di anni fa sia in Africa che in Sudamerica, privo di strutture che potessero permettere la capacità natatoria),
- la continuità geologica di strutture rocciose africane e sudamericane,

ma il nodo fondamentale, rimasto sempre senza risposta, fu l'individuazione del motore dello spostamento e, proprio su questo fu duramente attaccato dall'ambiente scientifico legato alla Geologia. Wegener morì nel 1930 senza essere riuscito a dimostrare in modo definitivo la fondatezza della sua ipotesi.

Naturalmente Wegener ebbe anche dei sostenitori: tra questi il grande geologo Suess e lo svizzero Argan, il quale, basandosi proprio sull'ipotesi di Wegener, fornì una rivoluzionaria spiegazione della formazione del sistema alpino-himalayano; esso sarebbe nato dal poderoso scontro di due masse continentali alla deriva, Laurasia e Gondwana.



Il tempo e i nuovi mezzi a disposizione della Scienza permisero in seguito di rivalutare l'opera di Wegener.
Vediamo di raccogliere brevemente alcune delle nuove scoperte:

- Negli anni '30 si scoprì sui fondali dell'Atlantico una serie di rilievi sottomarini, **la dorsale medio-atlantica**, che alcuni vollero identificare con l'antico continente scomparso di Atlantide
- Negli anni '50-'60, con l'aiuto dell'ecoscandaglio, si scoprì che tali strutture erano presenti sui fondali di tutti gli oceani.
- Ancora negli anni '50 si scoprì che le dorsali sono interessate da **intensi fenomeni sismici e vulcanici e da intense anomalie gravitazionali e termiche**



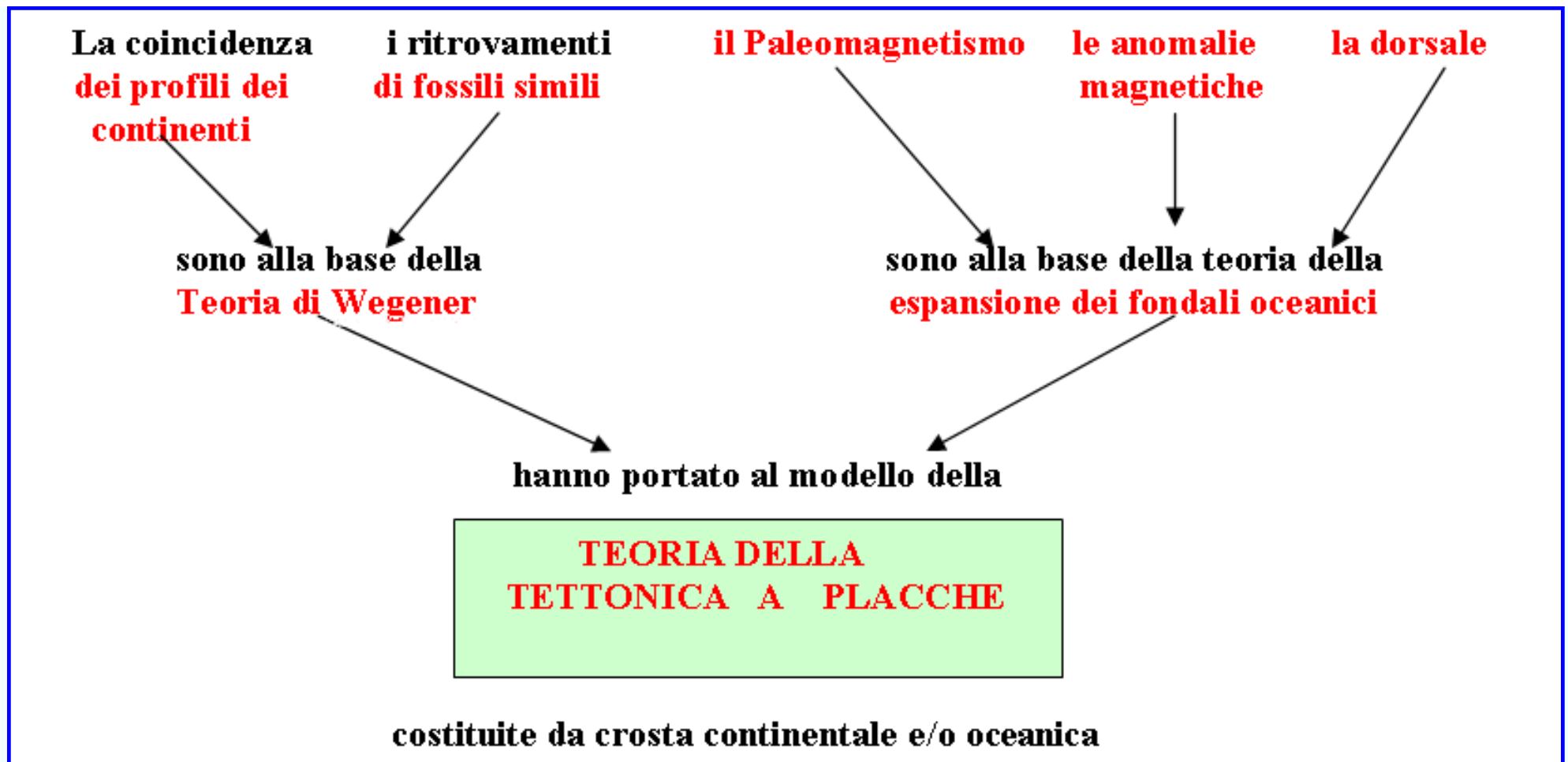
Planisfero asciutto nel quale si evidenziano gli elementi fondamentali della crosta oceanica e continentale: in particolare si possono osservare le grandi dorsali dell'Oceano Atlantico, dell'Oceano Indiano e dell'Oceano Pacifico, create da eruzioni sottomarine, che a volte emergono tanto da formare isole, come nei casi delle Azzorre o dell'Islanda -

Illustrazione tratta dal testo in adozione **Rosa, Simonelli, Spanò, Scienze della terra, Garzanti**

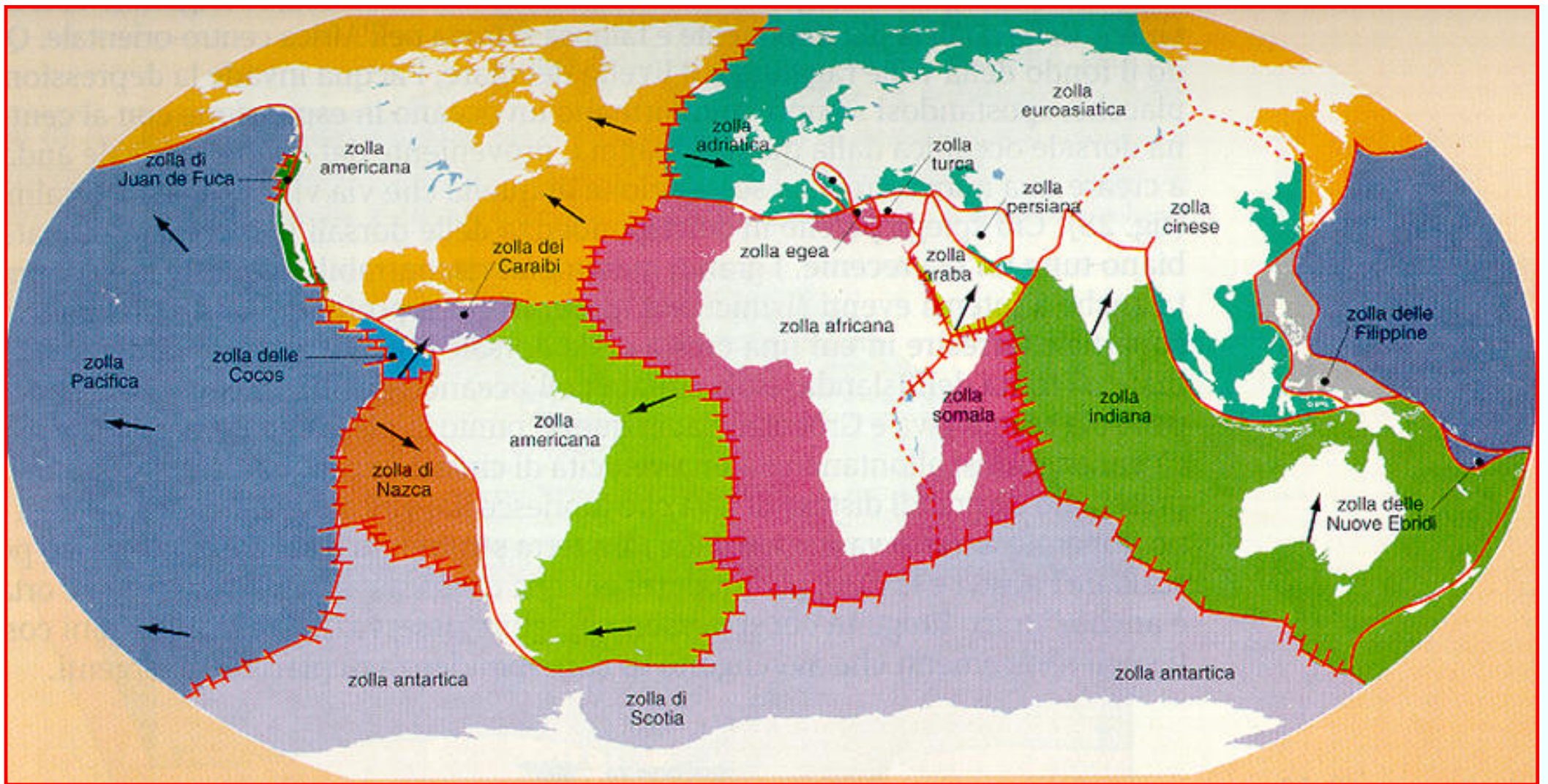
- All'inizio degli anni sessanta un'altra scoperta contribuì a complicare le cose: **i sedimenti sui fondali oceanici avevano potenza diversa** e precisamente avevano spessore minimo vicino alla dorsale ed invece molto più consistente lontano da questa. La deduzione fu che la crosta vicina alla dorsale era più giovane, avendo raccolto meno sedimento, di quella lontana da essa; ed ancora
- **sui fondali oceanici si scoprirono strane anomalie magnetiche**: il basalto della crosta oceanica presentava con una certa regolarità **inversione di polarità magnetica; sembrava che periodicamente il Polo Nord migrasse al Polo Sud e poi tornare nella sua posizione.**

Ora, non ci rimane altro che cercare di comporre le informazioni che abbiamo raccolto:

se ipotizziamo che i fondali oceanici vengano prodotti da eruzioni di materiale magmatico provenienti dalle dorsali avremmo riscontro positivo a tutte le precedenti osservazioni. Infatti si spiegherebbero l'attività sismica, le anomalie termiche e gravimetriche, la differente età dei sedimenti e l'inversione di polarità magnetica. A proposito di quest'ultima va evidenziato che i minerali ferrosi del magma si dispongono secondo la polarità magnetica esistente in quel momento e, se questa si inverte, anche la loro orientazione risulta invertita. Le **“strisce”** di fondale, studiate con gli isotopi radioattivi, funzionano, quindi, come un poderoso orologio geologico e ci hanno permesso di conoscere gli spostamenti dei poli, e la velocità di espansione dei fondali (da 1 cm a 18 cm a seconda dei luoghi). Inoltre si riscontra una inversione di magnetizzazione ogni 3 milioni di anni circa.



Secondo questa teoria, la litosfera sarebbe divisa in **una ventina di frammenti rigidi e di diverse dimensioni: le Placche o Zolle**. Queste sono giustapposte come le tessere di un mosaico, non sono ferme ma si muovono l'una rispetto all'altra. Ogni placca, in linea di massima, ha un basamento di materiale denso di rocce decisamente basiche, cui si sovrappongono la crosta oceanica formata da basalti e la crosta continentale di rocce granitiche; vi sono però placche in cui è presente solo crosta oceanica ed altre in cui è presente solo crosta continentale. Ovviamente, **in funzione della densità dei materiali di cui sono costituite, le placche hanno comportamento diverso: le granitiche, più leggere, tendono a restare in alto; le basaltiche, più pesanti, tendono a sprofondare. I margini di separazione tra una placca e l'altra sono le zone in cui avviene il movimento reciproco.**

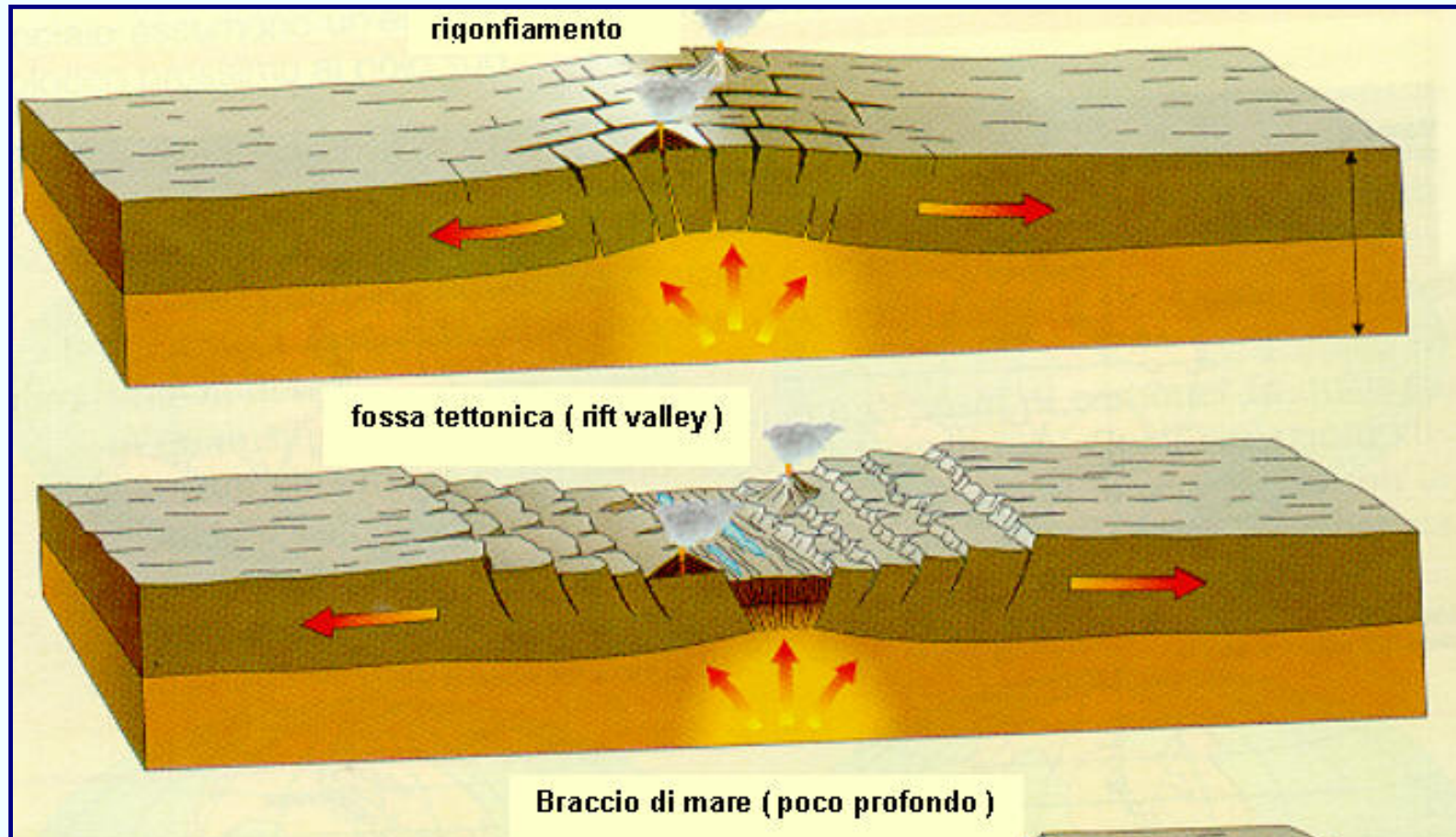


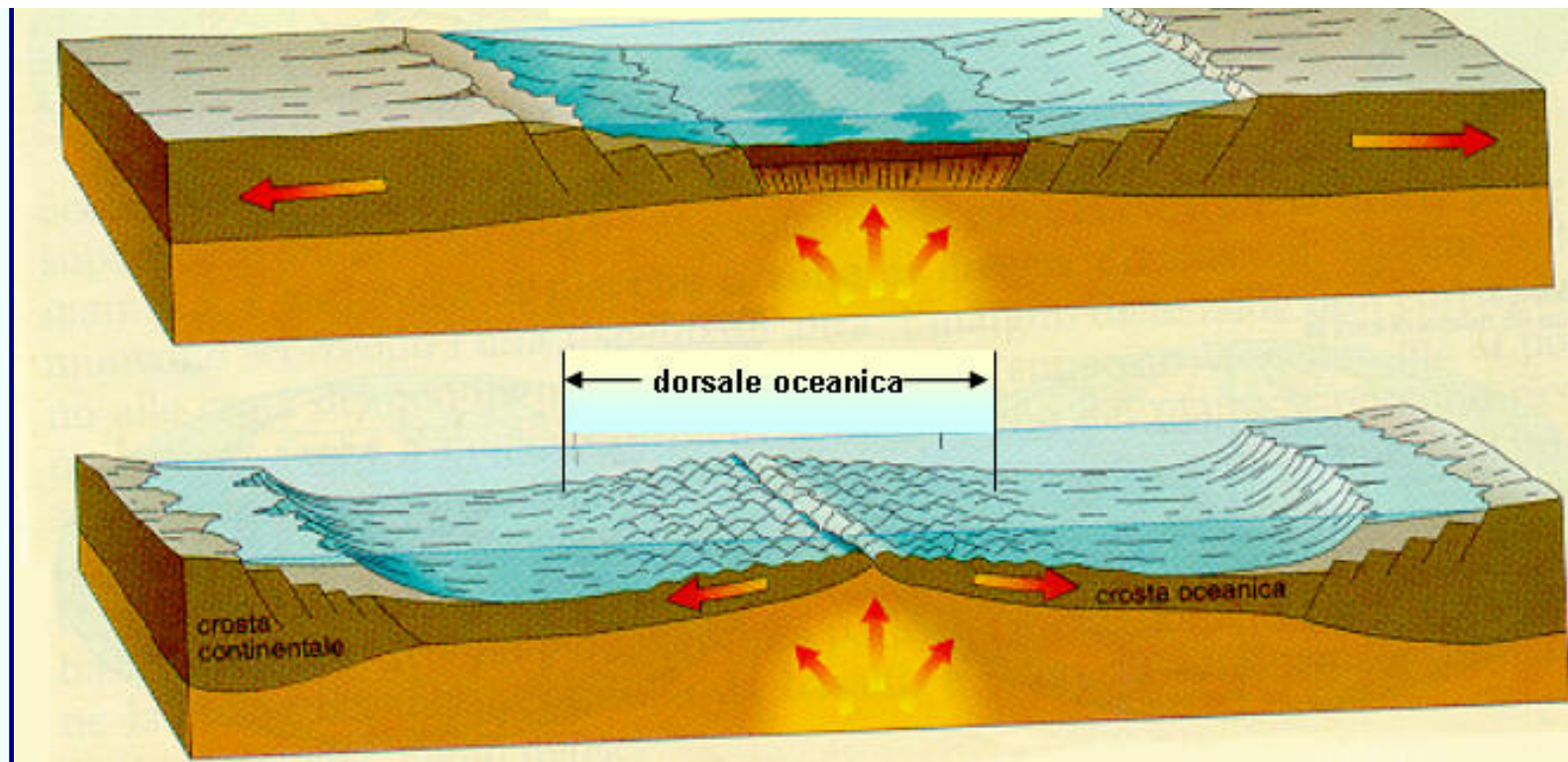
I movimenti dei margini e le loro conseguenze

- Margini divergenti

Quando i margini di due placche si allontanano l'uno dall'altro si parla di margini divergenti.

Nelle zone in cui avviene questo fenomeno si verifica una **distensione della litosfera** e la potenza crostale diminuisce sempre di più fino a portare alla **lacerazione della crosta**, i magmi profondi risalgono lungo le grandi fratturazioni che vengono a crearsi e danno origine ad una **intensa attività vulcanica**; le **rift valley** (tra le quali la più imponente e spettacolare è in Africa Orientale) hanno questa origine. Quando il fondo della fossa raggiunge il livello del mare, le acque la invadono e si genera un **oceano in espansione**. **La lunga linea di vulcani che è caratteristica di questa struttura viene chiamata DORSALE**. La dorsale più famosa e studiata è la dorsale medioatlantica, che attraversa in senso longitudinale tutto l'oceano Atlantico; i vulcani che la formano in alcuni punti giungono a superare il livello del mare formando isole famose come Sant'Elena, le Isole di Capo Verde, le Azzorre, l'Islanda.





• Margini convergenti

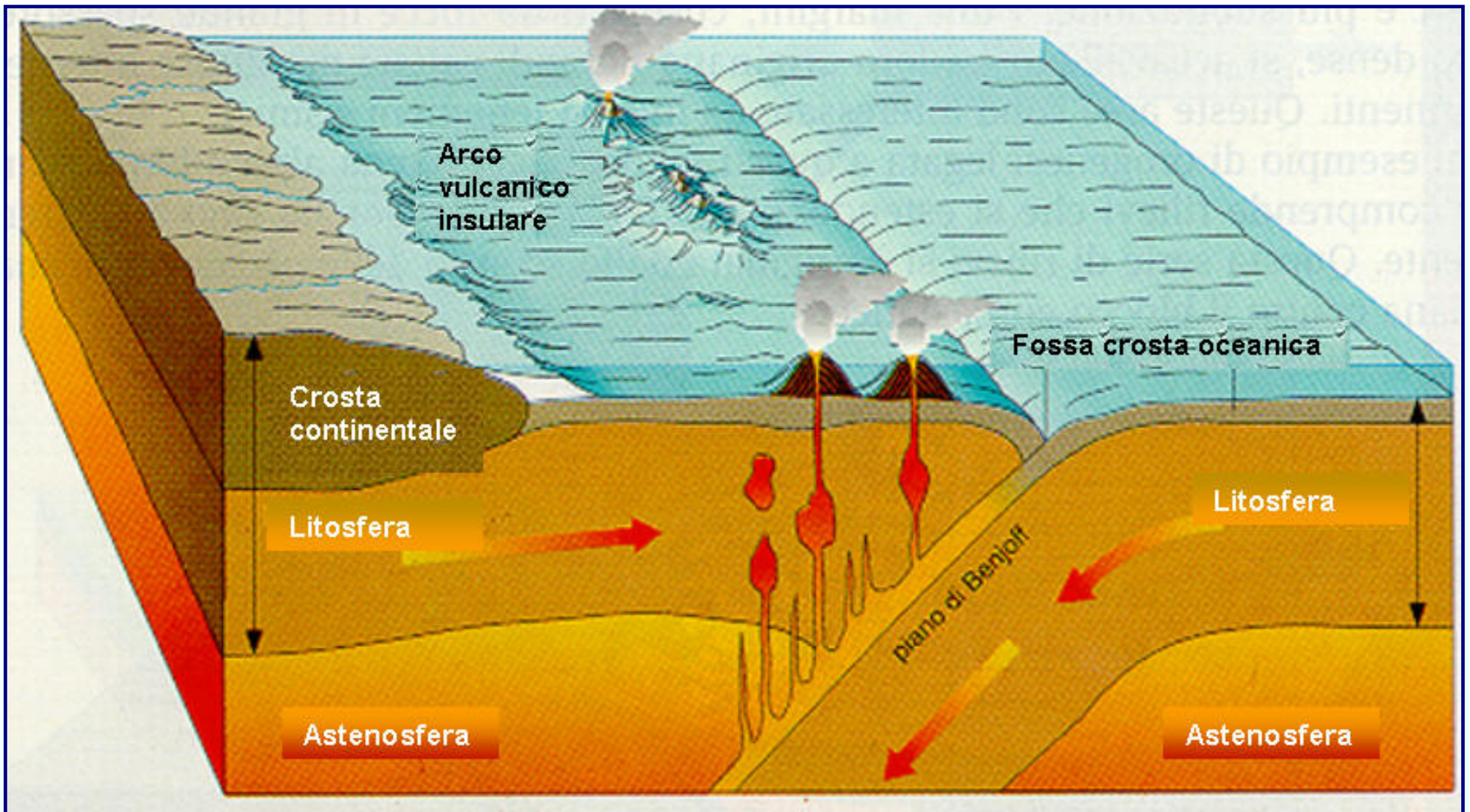
Quando i margini di due placche si avvicinano si parla di margini convergenti, ma gli effetti che ne derivano dipendono dalla natura delle due placche.

Possiamo avere tre situazioni assai differenti tra loro:

- scontro di crosta oceanica con crosta oceanica
- scontro di crosta oceanica con crosta continentale
- scontro di crosta continentale con crosta continentale.

Primo caso: crosta oceanica con crosta oceanica

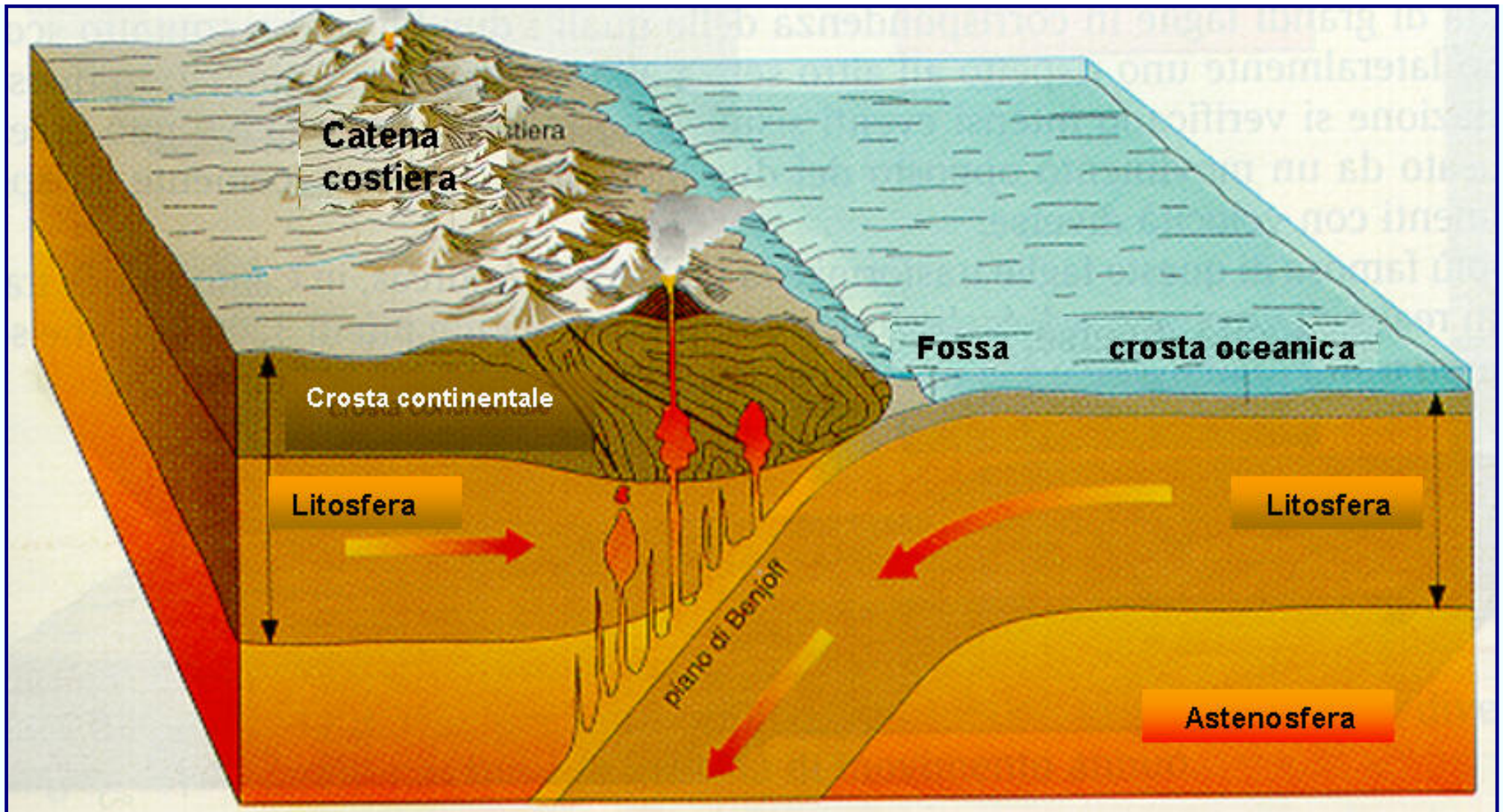
Anche se in questo caso non esiste sostanziale differenza di densità di materiali, una delle due placche si infossa sotto l'altra, con un fenomeno chiamato **subduzione**.



Il piano lungo il quale avviene la subduzione si chiama **Piano di Benjoff e si configura chiaramente come una zona intensamente sismica**. L'attrito al contatto tra i due margini fa ripiegare verso il basso anche il margine della zolla subducente (qui si generano fosse profonde) che va incontro a parziali fusioni, originando serbatoi magmatici da cui il magma fuoriesce attraverso le numerose fratture che sono presenti nella zona; ne nascono isole vulcaniche allineate ad arco (arco magmatico o insulare), come l'Arcipelago nipponico e quello filippino.

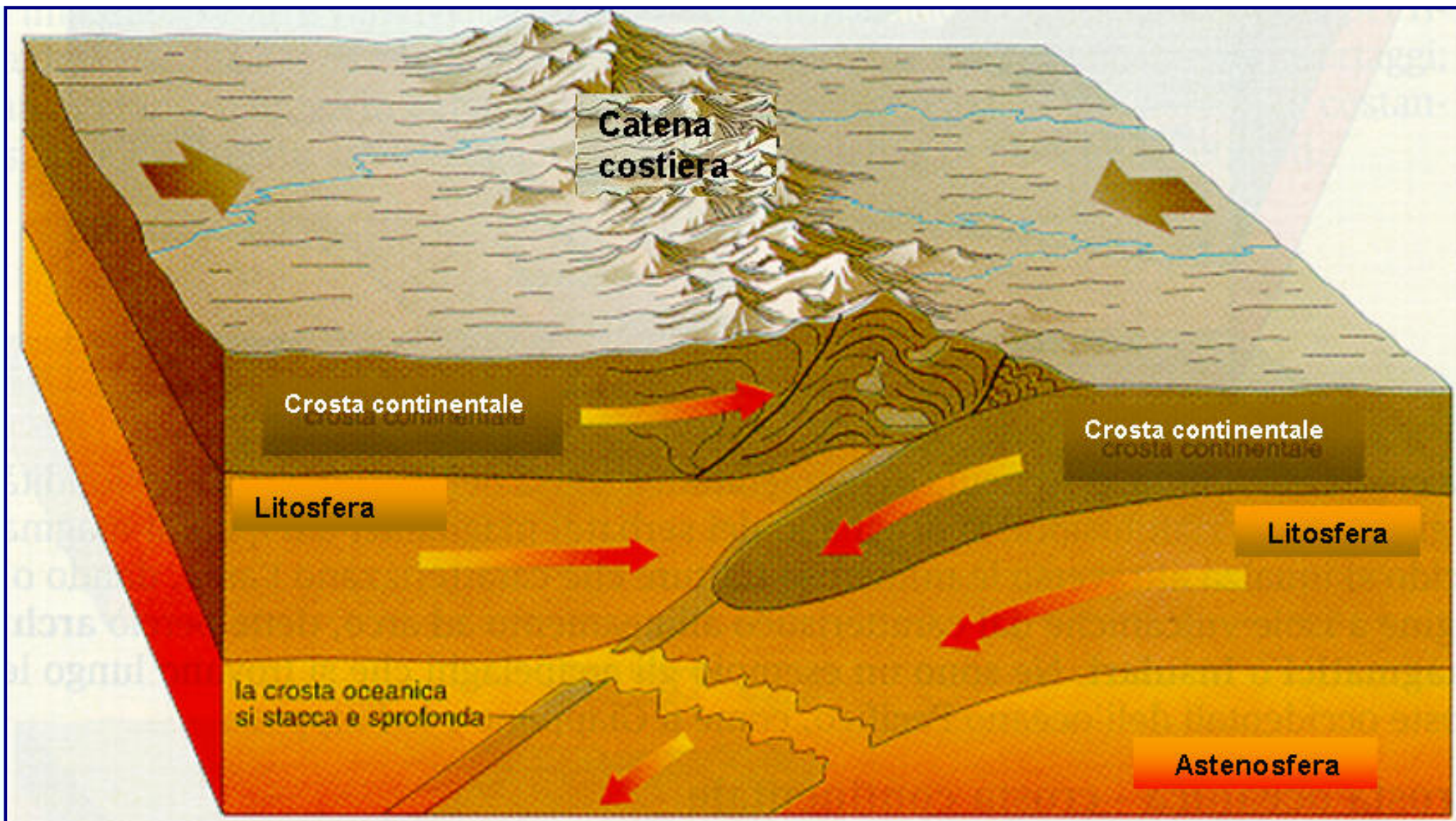
Secondo caso: crosta oceanica con crosta continentale

In questo caso la notevole **differenza di densità tra le due placche** fa sì che sia **la placca oceanica** ad essere **subdotta** (con i relativi Piani di Benjoff) poiché più densa e pesante, e la **crosta continentale**, formata da **materiali più leggeri**, **risponde** alle spinte dell'altra **deformandosi, ripiegandosi ed "accartocciandosi"**. Nasce in questo modo il fenomeno della **OROGENESI** (o nascita di **sistemi montuosi**), che vede catene di rilievi allineate lungo le coste. Sono sempre presenti fenomeni vulcanici, per motivi analoghi al caso precedente. Ha questa origine la Cordigliera delle Ande, che trae origine dallo scontro della placca di Nazca subdotta dalla placca sudamericana.



Terzo caso: crosta continentale con crosta oceanica

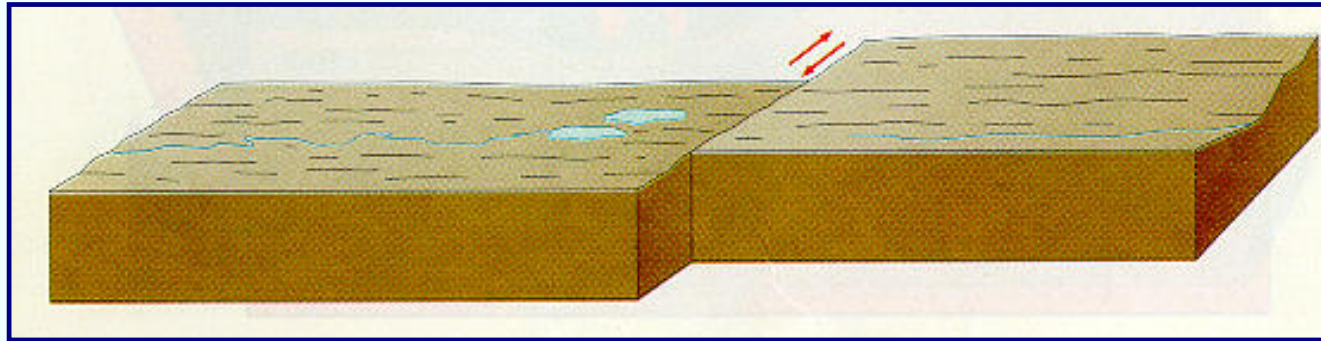
La sostanziale **corrispondenza di densità** tra le due placche interessate al fenomeno fa sì che **non ci sia subduzione**; i margini delle zolle, che portano grande potenza di materiali leggeri, si sovrappongono e **si accavallano l'uno all'altro**, dando così origine a **catene montuose interne ai continenti**: l'imponente sistema **Alpino-himalayano**, che inizia dai Pirenei per spegnersi con le sue ultimissime propaggini nella penisola di Kamciatka, attraverso l'arco alpino, i Balcani, i monti della penisola anatolica, i sistemi dell'Hindukush e del Karakorum, la catena himalayana, le sue digitazioni verso l'Asia sud orientale, la Cina propriamente detta, la Cina settentrionale e la Russia nord-orientale, è la manifestazione esterna e non definitiva dello scontro avvenuto tra il blocco euroasiatico e le placche africana e indiana.



- **Margini trasformati**

In alcuni casi il movimento reciproco delle zolle non vede né subduzione né accavallamento, ma scivolamento, scorrimento laterale, senza che i due blocchi si avvicinino o si allontanino.

Il moto di scorrimento può essere dovuto a diversa velocità di movimento delle zolle oppure a movimento opposto lungo il piano di contatto tra i due blocchi, piano che prende il nome di Faglia. Una tra le più famose faglie è quella di S. Andreas, in California, responsabile dei grandi terremoti che periodicamente devastano l'area di San Francisco e le zone vicine, originati dallo "sfregamento" tra la placca del Pacifico e la placca nordamericana.



Il motore delle placche

La teoria della Tettonica a placche, presentata al mondo scientifico nei primi anni '60, è ormai assai consolidata e, in fondo, conferma le ipotesi di Wegener e dei suoi sostenitori, con spiegazioni che hanno la loro testimonianza in strutture e fenomeni vistosi ed incontrovertibili.

Tuttavia alcuni aspetti non sono ancora molto chiari e tra questi il più problematico è trovare il **responsabile del movimento delle zolle**. Per un lungo periodo di tempo si è pensato che "il motore" fosse rappresentato **i moti convettivi della astenosfera** fossero la litosfera, rigida ed anelastica, reagirebbe a queste correnti spezzandosi in blocchi che seguirebbero il moto delle correnti convettive stesse. Dove c'è risalita di materiali caldi i margini, costretti dalla risalita degli stessi, sarebbero divergenti; al contrario, dove c'è la discesa di flussi più freddi, i margini sarebbero convergenti.

Le ultime scoperte degli anni '90, però, hanno rinvigorito il problema: si è constatato, infatti, che il **movimento preferenziale delle placche segue all'incirca l'andamento dei paralleli**. Questa osservazione ha generato un'altra ipotesi nella ricerca del nostro motore, ipotesi che parrebbe confermare quanto già sosteneva Wegener, e cioè che **il moto di rotazione terrestre** sia il responsabile ultimo. Secondo questa ipotesi, **la litosfera, rigida e separata da una superficie di scollamento dalla sottostante astenosfera fluida, favorita dal moto di rotazione terrestre – va ricordato che la terra ruota da Ovest verso Est – si muoverebbe verso Ovest. Se la zona di separazione tra i due strati fosse omogenea, il moto della litosfera sarebbe anch'esso**

omogeneo e non ci sarebbero fratturazioni; esistono, invece, zone in cui è presente forte disomogeneità, dovuta a differente composizione, temperatura e pressione, tra i due involucri e qui, in funzione della diversa velocità di movimento, avverrebbe la fratturazione della litosfera in blocchi. Se un blocco più “scollato” posto ad Ovest si muove più velocemente di uno posto ad Est, si verificherebbe un allontanamento; al contrario, se è quello orientale a muoversi più velocemente, si verifica avvicinamento e subduzione.

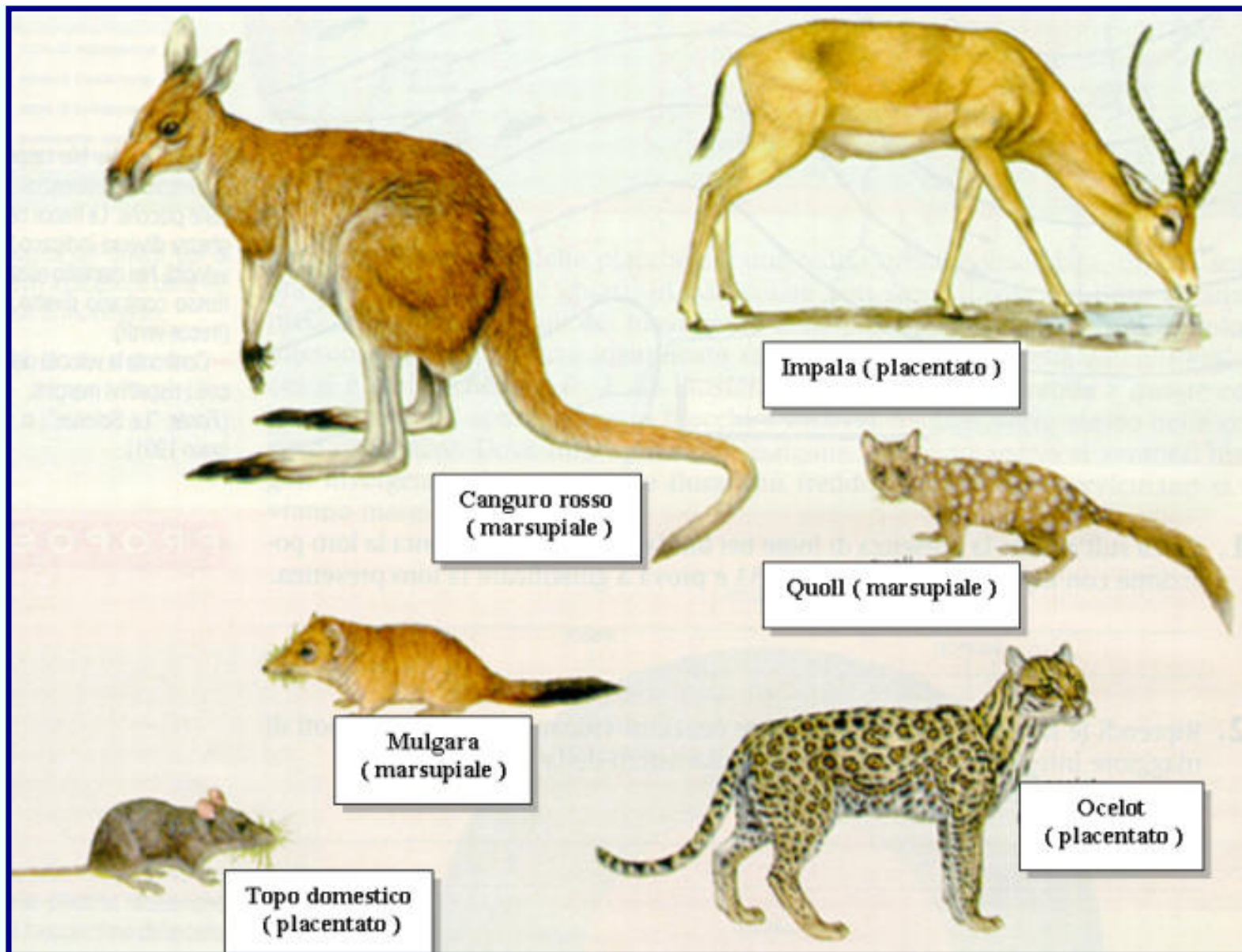
Come sempre avviene in Scienze, la teoria è in continua evoluzione e il compito di ogni scienziato che studia la Tettonica è quello di trovare nuove prove a favore e coltivare ogni forma di dubbio che possa sollecitare nuove scoperte. Al momento attuale quella esposta è la Teoria più accreditata per spiegare i fenomeni geologici, non certo tutti esauriti da questa trattazione, che sono osservabili direttamente, di quelli che non sono per nulla osservabili ma di cui si vedono le conseguenze e di quelli avvenuti in un passato più o meno lontano e che hanno lasciato profonde tracce sul nostro pianeta.

La tettonica e i viventi

I movimenti della litosfera e i fenomeni a essi associati influenzano e hanno influenzato profondamente la distribuzione e lo sviluppo di tutti gli esseri viventi.

L'Australia, per esempio, è l'unico continente in cui sopravvivono i **marsupiali**, mammiferi completamente scomparsi dagli altri continenti in cui in passato si erano sviluppati. Si differenziano dal più numeroso gruppo dei **placentati** per la riproduzione; essi infatti partoriscono figli prematuri che completano il loro sviluppo nella tasca ventrale della madre. Come mai in Australia si è verificata questa situazione atipica con la presenza di mammiferi scomparsi ovunque e con l'assenza dei placentati diffusi ovunque?

La spiegazione è da ricercare nella storia geologica di questo continente, che 180 milioni di anni fa faceva parte, insieme ad Africa, India, Sudamerica e Antartide, di un grande continente detto **Gondwana**, che occupava l'emisfero meridionale del pianeta. Prima l'Africa poi l'India e infine, 50 milioni di anni fa, l'Australia si staccarono dalla grossa zolla; mentre il destino dei primi due li portò a saldarsi con il continente settentrionale dell'Eurasia, dando origine alla catena alpino - himalayana, l'Australia restò da allora isolata e nello stesso tempo si ritrovò successivamente ad attraversare fasce climatiche molto diverse, passando da un clima caldo e piovoso tipico del 45° parallelo meridionale a un clima semiarido quale quello del 20° parallelo, posizione che occupa ancora attualmente. Il continente portò con sé i mammiferi marsupiali, che si erano già sviluppati, mentre il suo prolungato isolamento impedì ai placentati, scomparsi successivamente in Asia, di insediarsi sul suo territorio. Negli altri continenti invece che, in tempi diversi, si vennero a trovare a contatto, ci fu l'invasione dei placentati. I loro figli avevano maggiori probabilità di sopravvivere rispetto a quelli dei marsupiali in quanto la placenta assicura il completo sviluppo del piccolo all'interno del corpo materno, garantendo cibo e protezione in ogni momento della gestazione. Questa peculiarità li portò a diffondersi in grande numero e a occupare tutti gli ambienti, entrando in competizione coi marsupiali e determinandone la scomparsa. È curioso osservare come esista una stretta somiglianza di forma e di abitudini tra moltissimi marsupiali e i corrispondenti placentati.



La straordinaria somiglianza tra alcune specie di marsupiali e placentati. Solo i canguri presentano una più evidente diversità morfologica con i corrispondenti placentati, che si possono riconoscere nelle antilopi

La mancanza di scontri con altri continenti impedì anche la formazione di rilievi, per cui le sole aree montuose che oggi si conoscono sono caratterizzate da montagne molto vecchie, ormai fortemente erose, che non danno grandi apporti di materiale sedimentario alle pianure; esse risultano perciò in gran parte ricoperte di suolo antico, fortemente dilavato e alterato, povero perciò di nutrienti. Una tale situazione, unita alle condizioni climatiche, ha influenzato notevolmente lo sviluppo della flora australiana, che risulta molto ridotta e costituita da *sclerofite*, come l'eucalipto, che hanno foglie di dimensioni ridotte e sono in grado di interrompere la crescita nei periodi di forte siccità.

Storia ancora più complessa è quella dell'America meridionale, che si è ritrovata a più riprese collegata e separata da diversi continenti e contemporaneamente interessata da una grande orogenesi, quale quella andina. Unita prima all'Africa, come testimoniano fossili di rettili e di vegetali in tutte e due i continenti, se ne distaccò con l'apertura dell'oceano Atlantico, restando isolata per un periodo durante il quale si svilupparono fauna e flora con caratteristiche peculiari; un esempio è offerto dai bradipi, mammiferi dal corpo tozzo e il capo piccolo e tondo, che si muovono da un ramo all'altro con estrema lentezza tanto da meritarsi l'appellativo di "poltroni".

I movimenti verso ovest la portarono allo scontro con la placca pacifica e alla formazione delle Ande. La catena montuosa costituì una nuova barriera contro i venti oceanici carichi di pioggia e di conseguenza parte del continente si inaridì, passando da un clima tropicale a un clima semiarido che portò alla drastica riduzione della fauna. Più volte si unì con il continente nordamericano attraverso arcipelaghi di isole che consentirono scambi, seppure limitati, di organismi da un continente all'altro. Tre milioni di anni fa, grazie ai movimenti tettonici, si completò l'istmo di Panama, che costituì un ponte attraverso il quale si verificò un grande interscambio tra le due Americhe. Spinti dalla ricerca di climi più favorevoli, predatori e grandi erbivori del nord si spostarono al sud, causando nel tempo l'estinzione della fauna locale. Solo alcune specie meridionali, come l'opossum, l'armadillo e il formichiere, riuscirono a insediarsi con successo a settentrione.

La Rift Valley africana

A occidente del Corno d'Africa, a partire dalle rive del Mar Rosso fino al Mozambico, si estende una vasta serie di fosse tettoniche che si biforca in due rami: il **rift orientale** e il **rift occidentale**. Il **rift orientale** è arido, ricco di laghi poco profondi e di vulcani; il **rift occidentale** è ricco di vegetazione, ha laghi grandi e profondi e pochi vulcani.


Rappresenta un esempio di fratturazione della crosta terrestre in situazione di distensione che porterà una parte dell'Africa ad allontanarsi dal resto del continente con la formazione di nuovo oceano e di una dorsale. La situazione è già in atto più a nord, in corrispondenza della fossa invasa dal Mar Rosso. La storia di quest'area inizia circa 20 milioni di anni fa, quando una grande porzione di territorio si gonfiò sotto la spinta del magma sottostante creando delle cupole che crollarono in corrispondenza di lunghe faglie, originando quello che i geologi definiscono **graben**, parola tedesca col significato di "fossa, tomba". Sin dall'inizio l'area fu interessata da manifestazioni vulcaniche anche intense, come testimonia la presenza di edifici vulcanici di discreta dimensione inoltre di manifestazioni associate al vulcanesimo, quali risalite di acque calde ricche di sali minerali.



Affiancati al rift inoltre si innalzano il vulcano Kenya e il Kyllimangiaro, generati dalle stesse forze endogene. I grandi e numerosi laghi che occupano le depressioni del *rift orientale* sono per lo più **endoreici**, ovvero laghi che risentono moltissimo delle variazioni di livello stagionale dovute alle enormi differenze di piovosità. Nei periodi secchi subiscono forte evaporazione che fa aumentare in modo sensibile la concentrazione dei sali, favorendone la deposizione. Il lago Magadi, in Kenya, rappresenta una situazione estrema di questo fenomeno; esso risulta in buona parte prosciugato e sul fondo abbondano i depositi di carbonato di sodio sfruttati per produrre la soda. Diversa la situazione nel *rift occidentale*, dove il clima caldo umido con abbondanti precipitazioni rende più costante il regime dei laghi, tra i quali i più grandi sono il Tanganica e il Malawi.

La *Rift Valley africana* ha una grande importanza anche dal punto di vista paleontologico.

Grazie alle grandi spaccature e al clima arido, affiorano vasti spessori di rocce che si sono rivelate molto prolifiche in fatto di fossili e in particolare di fossili di antenati dell'uomo, che percorrevano queste depressioni già più di 3 milioni di anni fa. Dal triangolo dell'Afar, regione situata a est dei Mar Rosso, sino alla Tanzania, crani, mandibole, tibie e femori hanno permesso agli antropologi di ricostruire la storia dell'evoluzione umana.



Il rift orientale si estende per una lunghezza di 800 Km, raggiungendo una larghezza massima di 150 Km in corrispondenza della fossa occupata dal Lago Rodolfo (o Turkana) a nord del Kenya.

Tutti i materiali grafici e documentari utilizzati in questa sezione si trovano sul manuale di testo Porzio, Porzio, Scienze della natura, Markes

[Didattica in rete](#) , [Programmazione](#)

Programmazione	Geosistema	Dinamica endogena	Energia interna e calore interno	Fenomeni vulcanici	Fenomeni sismici	Tettonica a placche	Strutture interne della Terra
--------------------------------	----------------------------	-----------------------------------	--	------------------------------------	----------------------------------	-------------------------------------	---

Dinamica endogena ([geosistema](#))

Anche se l'osservazione diretta delle **forze endogene** che modificano il pianeta nella maggior parte dei casi non ci è consentita, possiamo vederne quotidianamente gli effetti;

questi possono essere da noi considerati sia positivamente che negativamente, ma non dobbiamo mai dimenticare che il nostro eventuale giudizio negativo su di essi può riguardare solo ed esclusivamente l'impatto che possono avere con l'umanità; non ha senso, infatti, dal punto della intrinseca evoluzione del pianeta, considerare positivo o negativo un fenomeno naturale.

E' ancora necessario riflettere su qualche aspetto fondamentale della Dinamica terrestre; se è vero che alcune sue manifestazioni sono imponenti e repentine – un **sisma** piuttosto che una **eruzione vulcanica** – è altrettanto vero che quelle più significative dal punto di vista geologico - strutturale – la nascita di una **catena montuosa** piuttosto che l'apertura di un **bacino oceanico** – avvengono in tempi lunghissimi, dell'ordine di decine se non di centinaia di milioni di anni, e, di conseguenza, non possono essere osservati direttamente nella loro completezza.

Vedremo, nel corso del modulo, come sia possibile dare interpretazioni di tali fenomeni attraverso l'elaborazione di modelli teorici, i quali non possono certo offrire certezze assolute su quanto è accaduto, ma proporre risposte convincenti alle domande sul passato e sul futuro dei continenti e degli oceani.

E' inutile opporsi alle forze della Natura perché, come dicono i geologi, la Natura è più forte di noi, non ha mai fretta e, soprattutto, non ha mai bisogno di finanziamenti.

Vedremo, nel corso del modulo, come sia possibile dare interpretazioni di tali fenomeni attraverso l'elaborazione di modelli teorici, i quali non possono certo offrire certezze assolute su quanto è accaduto, ma proporre risposte convincenti alle domande sul passato e sul futuro dei continenti e degli oceani.

Poiché per definizione la Dinamica è espressione di forze, dovremo, per prima cosa, prendere in considerazione l'[energia che le genera](#).

[Programmazione](#), [Didattica in rete](#)

Programmazione	Geosistema	Dinamica endogena	Energia interna e calore interno	Fenomeni vulcanici	Fenomeni sismici	Tettonica a placche	Strutture interne della Terra
--------------------------------	----------------------------	-----------------------------------	--	------------------------------------	----------------------------------	-------------------------------------	---

Energia interna e calore interno

Definizione: ENERGIA = capacità di compiere un lavoro; di generare forze.
 INTERNA= ENDOGENA = generata all'interno.

Le forze endogene che agiscono all'interno della Terra hanno quale motore primario ***l'Energia Termica***.

Il fatto che il pianeta sia fornito di una enorme quantità di E.T. è chiaramente dimostrato da numerosi fenomeni: vulcani, sorgenti calde, elevate temperature in pozzi e miniere ecc. Meno chiaro, invece, è come il pianeta "sfrutti" l'E.T. per altri poderosi fenomeni come i movimenti delle placche, le orogenesi, la sismicità.

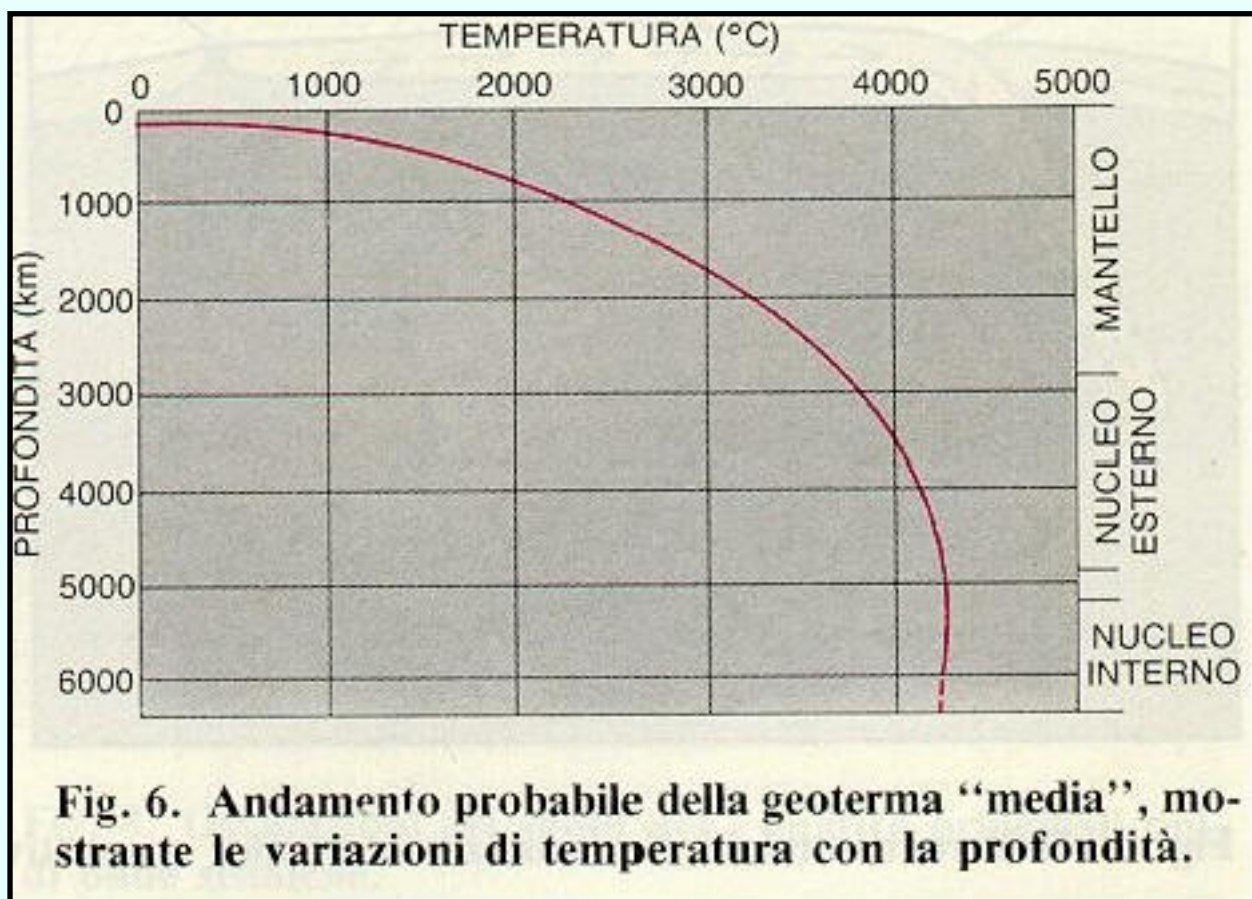
Si può, però, immediatamente spiegare questo secondo aspetto se si pensa alla trasformazione dell'E.T. in lavoro meccanico. Infatti il 1° Principio della Termodinamica afferma che il CALORE (INTERNO) è una forma di Energia e la stessa Termodinamica enuncia le leggi che regolano le possibili ***trasformazioni di calore in lavoro***.

L'origine del calore terrestre non è certa, e, nella più moderna interpretazione, si pensa sia duplice:

- una parte di esso sarebbe calore "fossile", ossia il residuo risalente alla nascita del pianeta e mantenuto per circa 5 miliardi di anni dalla protezione del "guscio" isolante superficiale, cattivo conduttore di calore;
- la maggior parte è dovuta ai processi di decadimento degli elementi radioattivi presenti nelle rocce della crosta e del mantello che, da soli, producono energia termica in quantità assai superiore a quella irradiata dalla superficie.

Anche prescindendo, dunque, dal calore fornito dal Sole (non penetra a più di 25 - 50 metri in profondità) il bilancio termico della Terra è attivo e questo significa che c'è effettiva energia disponibile per i movimenti di materia all'interno.

MISURA DEL CALORE INTERNO



Se dalla superficie terrestre si scende in profondità, le misurazioni possibili grazie alle perforazioni ci dicono che la T comincia a crescere a causa del calore diretto verso l'esterno; ovviamente l'aumento non è omogeneo. Si è però potuto stabilire che l'aumento della T con la profondità, cioè il **Gradiente geotermico**, è di 1°C ogni 33 metri in media. Questo valore valevole per la **Litosfera** deve comunque decrescere verso l'interno, altrimenti al centro del pianeta si raggiungerebbero temperature "stellari" dell'ordine dei figura del grafico 200.000 – 250.000°C. Inoltre le lave basaltiche provenienti dalla **Astenosfera** hanno una T di circa 1100÷1200°C, e tale dunque è la T che è necessario ammettere ad una profondità di circa 100 Km.

[Programmazione](#), [Didattica in rete](#)

Programmazione	Geosistema	Dinamica endogena	Energia interna e calore interno	Fenomeni vulcanici	Fenomeni sismici	Tettonica a placche	Strutture interne della Terra
--------------------------------	----------------------------	-----------------------------------	--	------------------------------------	----------------------------------	-------------------------------------	---

Classe 1[^] - Modulo 6

Il geosistema: la dinamica endogena

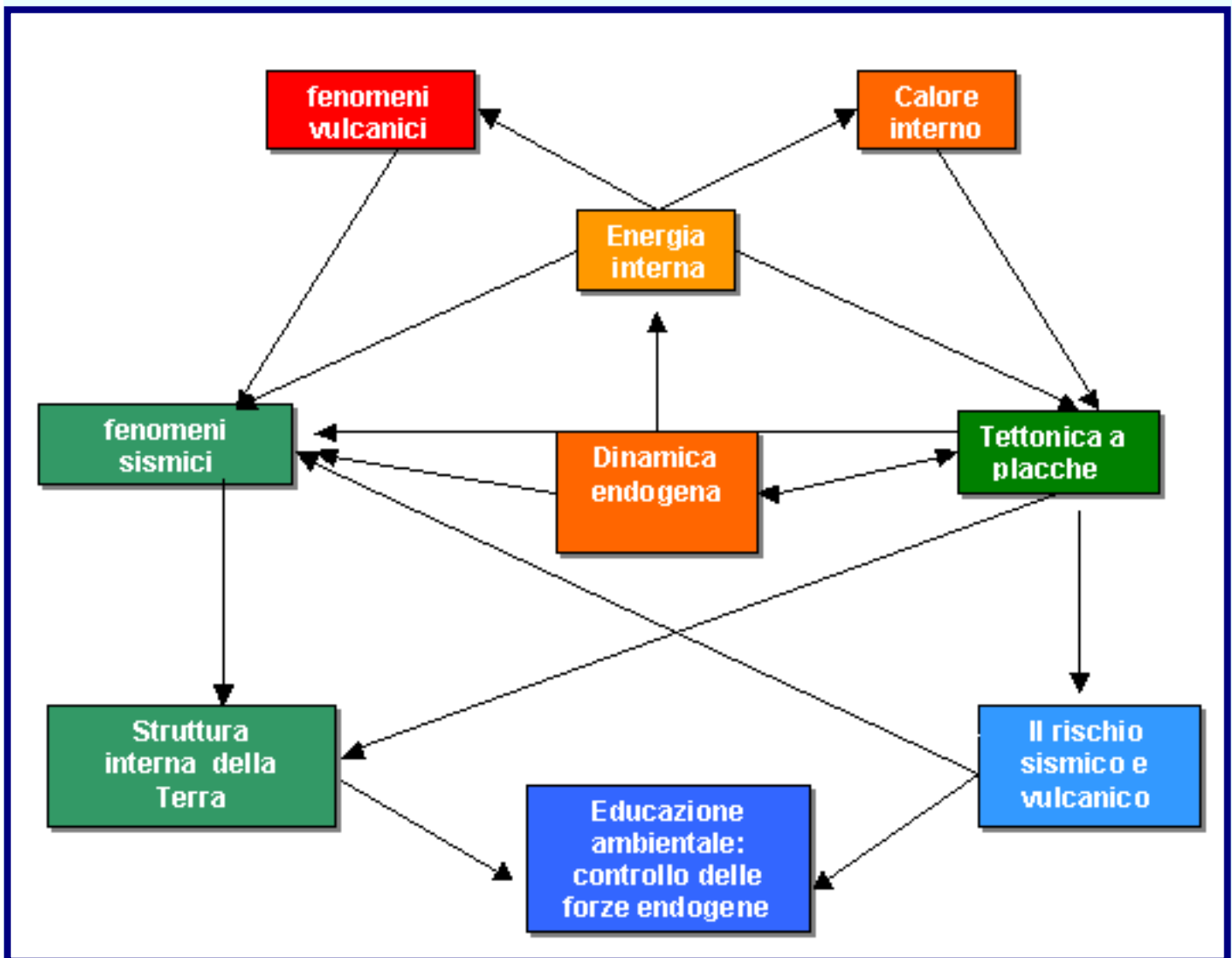
PRESENTAZIONE:

Il modulo viene trattato all'inizio del secondo anno di corso ed è la parte conclusiva della sezione di SCIENZE DELLA TERRA all'interno del programma biennale di SCIENZE DELLA NATURA. Gli allievi già conoscono il pianeta Terra nella sua collocazione nello spazio, i suoi moti e le loro conseguenze, l'atmosfera e l'idrosfera e le modificazioni esogene da queste compiute; hanno già acquisito dimestichezza con la lettura delle carte geografiche, e conoscono la carta d'Italia 1:100.000 dell'I.G.M. e sanno leggere le relative Tavole 1:25.000. La programmazione allineata con il docente di SCIENZE DELLA MATERIA e il Modulo Propedeutico allo studio delle discipline scientifiche svolto all'inizio del primo anno, permettono inoltre agli studenti di possedere i pre-requisiti di base, riguardanti la Fisica e la Chimica, indispensabili alla trattazione degli argomenti previsti.

Le competenze attese a fine modulo, i tempi di attuazione, le attività, gli strumenti, le verifiche formative e sommative sono contenuti nella seguente Tavola di Programmazione .

COMPETENZE ATTESE A FINE MODULO

1. 1. Conosce le forze endogene
2. 2. Conosce i fenomeni sismici e le onde sismiche
3. 3. Conosce i fenomeni vulcanici, i tipi di magma e i prodotti di solidificazione.
4. 4. Conosce la teoria della Tettonica a placche
5. Conosce la struttura interna della Terra
6. Sa individuare su una carta geologica le aree a rischio sismico e vulcanico



[Didattica in rete](#) , [Programmazione](#)

SCIENZE DELLA NATURA - Docente: Margherita Pasquino
 TAVOLA DI PROGRAMMAZIONE a.s. 2002 – 2003
 Corso: RAGIONERIA sez. E - Indirizzo: IGEA - Classe: 1

Descrizione del modulo n°5: [IL GEOSISTEMA: DINAMICA ENDOGENA](#)

CONTENUTI DISCIPLINARI	ABILITA' E COMPETENZE
<p>1. Propedeutica al corso di Scienze Naturali</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Conoscere e saper definire le grandezze matematiche e fisiche - Saper definire i concetti di Modello e di Sistema - Conoscere le fasi del metodo sperimentale - Saper impostare correttamente un problema - Riconoscere le relazioni esistenti tra sistemi diversi - Sapere effettuare osservazioni corrette ed effettuare semplici misure - Riconoscere l'errore e saperlo correggere - Conoscere la Legge della Gravitazione universale e saperla applicare - Conoscere la struttura di base della materia e distinguere le caratteristiche fisiche da quelle chimiche.
<p>2. LO SPAZIO E LA TERRA</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Conoscere la struttura dell'Universo e le ipotesi sulla sua origine (teoria del Big Bang). - Conoscere il Sistema solare e le ipotesi sulla sua origine, i suoi componenti e le leggi che ne regolano gli equilibri. - Descrivere il moto dei pianeti sulla base delle leggi di Newton e di Keplero. - Descrivere le relazioni tra attrazione gravitazionale, forza centrifuga e velocità orbitale.

Universo: origine, struttura, caratteristiche, dimensioni.
Sistema solare: origine, struttura ed evoluzione.
Forma, dimensioni e moti della Terra e loro conseguenze.
La luna: origine, caratteristiche e moti.
La misura del tempo.
Il reticolato geografico e le coordinate geografiche.
La rappresentazione del pianeta.

- Conoscere il moto di rotazione terrestre e le sue conseguenze; risolvere semplici problemi di calcolo su ora convenzionale e ora locale.
- Conoscere le caratteristiche del moto di rivoluzione terrestre e sue conseguenze.
- Conoscere le caratteristiche della Luna, i suoi moti e le loro conseguenze (eclissi e maree).
- Conoscere le coordinate geografiche e i fusi orari; risolvere semplici problemi di calcolo delle coordinate; saper calcolare l'ora in diverse parti del mondo.
- Conoscere i principali tipi di carte geografiche e di rappresentazione del territorio; saper usare l'atlante; saper orientare una carta; saper stabilire il valore di una scala; saper leggere qualsiasi carta geografica.

3. DINAMICA ESOGENA ATMOSFERA E ACQUA

- Atmosfera: definizione, composizione e struttura. Irraggiamento solare.
- Temperatura atmosferica. Pressione atmosferica.
- Circolazione dell'aria: masse e fronti d'aria.
- Umidità atmosferica; precipitazioni.
- Ciclo dell'acqua. Formazione della falda.
- Le acque dolci superficiali (fiumi, laghi, ghiacciai). Le acque dolci sotterranee

- Conoscere le caratteristiche dell'atmosfera, la sua struttura, i suoi componenti.
- Conoscere la Pressione e la Temperatura atmosferiche; riconoscere aree di alta e bassa pressione; calcolare un gradiente barico; conoscere isobare e isoterme e la loro funzione; conoscere l'escursione termica.
- Conoscere i fattori che determinano il tempo atmosferico e collegare oggettive situazioni atmosferiche a possibili mutamenti.
- Conoscere i principali fenomeni atmosferici (venti, nubi, condensazione atmosferica, precipitazioni).
- Conoscere le carte meteorologiche; saper leggere le carte sinottiche semplici, saper interpretare le previsioni del tempo.
- Conoscere il ciclo idrologico;

- Le acque marine: caratteristiche fisiche e chimiche. I moti delle acque marine (onde, maree, correnti). I fondali oceanici.
- L'acqua come agente modellatore geomorfologico. Il rischio idrogeologico.

- acque freatiche e meteoriche; le falde freatiche e artesiane; le sorgenti;
- il bilancio idrico.
- Conoscere i tipi e le caratteristiche delle acque dolci superficiali e la loro azione geomorfologica (fiumi, laghi, ghiacciai)
- Conoscere le caratteristiche fisiche e chimiche delle acque marine, i loro movimenti e la loro azione geomorfologica (salinità, temperatura, trasparenza; moto ondoso, moti di marea, correnti).
- Conosce le caratteristiche fondamentali dei fondali oceanici

4. IL GEOSISTEMA IL PIANETA DELLA VITA

- L'acqua e la vita
- Gli organismi viventi.
- La comparsa della vita sulla Terra; l'esperimento di Miller.
- La vita nell'acqua.
- La conquista della terraferma.
- Evoluzione della vita e teorie evoluzionistiche.
- I fossili

- Conoscere il legame tra acqua e vita
- Conoscere le caratteristiche degli organismi viventi.
- Saper definire i processi vitali.
- Sapere come è strutturata la biosfera.
- Conoscere le principali teorie riguardanti l'origine della Vita; conoscere le condizioni primordiali del pianeta; saper interpretare il ruolo dell'ossigeno.
- Conoscere l'esperimento di Miller.
- Conoscere le principali teorie evoluzionistiche: Lamarck e Darwin.
- Sapere che cosa significa "adattamento" e "selezione naturale"

5. IL GEOSISTEMA: DINAMICA ENDOGENA

- Energia interna; calore interno; gradiente e grado geotermico
- Densità terrestre; differenziazione gravitazionale; ipotesi sulla struttura interna del pianeta.
- I fenomeni sismici e le onde sismiche; discontinuità; struttura interna in funzione dello studio

- Conosce le forze endogene
- Conosce i fenomeni sismici e le onde sismiche
- Conosce i fenomeni vulcanici, i tipi di magma e i prodotti di solidificazione.
- Conosce la teoria della Tettonica a placche

delle onde sismiche.
 - I fenomeni vulcanici; i magmi e la loro solidificazione; strutture vulcaniche ; i fenomeni post-vulcanici.
 - Deriva dei continenti e teoria della Tettonica a placche; i margini delle placche e i loro movimenti; deformazioni della crosta terrestre.

- Conosce la struttura interna della Terra
 - Sa individuare su una carta geologica le aree a rischio sismico e **vulcanico**

SCIENZE DELLA NATURA - Docente: Margherita Pasquino
 TAVOLA DI PROGRAMMAZIONE a.s. 2002 – 2003
 Corso: RAGIONERIA sez. E - Indirizzo: IGEA - Classe: 2

CONTENUTI DISCIPLINARI

ABILITA' E COMPETENZE

1.IL GEOSISTEMA: IL PIANETA DELLA VITA

- Vita e processi vitali; la Biosfera; le caratteristiche degli organismi viventi.
 - Origine della vita sulla Terra; esperimento di Miller; comparsa e ruolo dell'ossigeno.
 - Teorie evoluzionistiche di Lamarck e Darwin; la comparsa e l'evoluzione della specie umana.

- Conosce le caratteristiche degli organismi viventi
 - Conosce le principali teorie sulla origine della Vita sulla Terra
 - Conosce il concetto di evoluzione biologica
 - Conosce le principali teorie evoluzionistiche
 - Conosce l'evoluzione della specie umana

2. BIOLOGIA GENERALE: LA CELLULA

- Teoria cellulare; cellule procariote ed eucariote; cellule animali e vegetali.
- Struttura e funzionamento cellulare; le membrane e gli scambi; gli organuli e il nucleo.
- Struttura di DNA e RNA; replicazione del DNA; significato genetico degli acidi nucleici e loro funzioni.
- Ciclo vitale della cellula; moltiplicazione cellulare: mitosi e meiosi.
- Il gene: struttura e funzione; il codice genetico; la sintesi delle proteine.

- Conosce la teoria cellulare
- Conosce la struttura e l'organizzazione cellulare
- Conosce la struttura e il significato di DNA e RNA
- Conosce i meccanismi di riproduzione cellulare:
 - Mitosi e Meiosi
- Conosce la costituzione e l'azione del gene
- Conosce il codice genetico e la sintesi delle proteine

3. BIOLOGIA GENERALE: LA GENETICA

- Riproduzione vegetale e animale; riproduzione umana.
- La genetica mendeliana e le leggi di Mendel. La teoria cromosomica della ereditarietà; genotipo e fenotipo.
- La determinazione del sesso; i caratteri legati al sesso; le malattie legate al sesso.
- Le mutazioni: geniche, genomiche, cromosomiche e puntiformi.
- Gli agenti mutageni e lo stile di vita.

- Conosce i meccanismi riproduttivi.
- Conosce le leggi della Ereditarietà (Mendel)
- Conosce genotipo e fenotipo
- Conosce la teoria cromosomica della ereditarietà
- Conosce la determinazione del sesso ed i caratteri ad esso legati.
- Conosce le principali mutazioni e gli agenti mutageni.

4. FONDAMENTI DI ANATOMIA E FISILOGIA UMANA

- Il tessuto osseo e le sue caratteristiche. Lo scheletro e la sua funzionalità. Il tessuto muscolare e le sue caratteristiche. I diversi tipi di muscolatura. Fisiologia dell'apparato.
- Gli alimenti. Gli organi dell'apparato e la loro funzionalità. Fisiologia dell'apparato: assimilazione e digestione cellulare.
- L'ossigeno. Gli organi respiratori e la meccanica respiratoria. Le molecole trasportatrici di ossigeno. Il sangue, il cuore e i sistemi di trasporto. Fisiologia degli apparati.
- I reni e la pelle: escrezione e regolazione. Fisiologia dell'apparato.
- I processi riproduttivi e l'apparato riproduttore. Fisiologia dell'apparato.
- Il coordinamento e le percezioni sensoriali; il neurone e il tessuto nervoso. SNC, SNP, parasimpatico, orecchio, occhio, tatto, olfatto e gusto: anatomia e fisiologia.
- Il sistema immunitario; meccanismi di vaccinazione e protezione.
- Le principali malattie da contagio. HIV e prevenzione.

- Conoscenze relative all'apparato locomotore
- Conoscenze relative all'apparato digerente
- Conoscenze relative agli apparati respiratorio e circolatorio
- Conoscenze relative agli apparati riproduttore ed escretore
- Conoscenze relative al sistema nervoso e gli organi di senso
- Conoscenze relative al sistema immunitario

[Didattica in rete](#)