

ZANICHELLI

Valitutti, Taddei, Maga, Macario

Carbonio, metabolismo, biotech

**Biochimica, biotecnologie
e tettonica delle placche**

con elementi di chimica organica

ZANICHELLI

Capitolo T2

Il dinamismo terrestre e la teoria della tettonica delle placche

ZANICHELLI

Sommario

1. Lo sviluppo della teoria della tettonica delle placche
2. La migrazione dei poli magnetici
3. L'espansione dei fondi oceanici
4. Le placche litosferiche e i loro movimenti
5. L'origine e l'evoluzione dei margini di placca
6. I margini trasformati
7. I punti caldi
8. Le cause fisiche della tettonica delle placche
9. L'orogenesi
10. Le grandi Province Geologiche della Terra

Lo sviluppo della teoria della tettonica delle placche

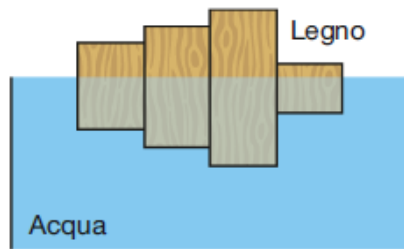
Esistono fenomeni che modellano continuamente la superficie della **Terra**:

- **fenomeni esogeni**, come la disgregazione meccanica delle rocce e la loro alterazione chimica, il trasporto meccanico dei detriti e la loro deposizione
- **fenomeni endogeni**, che causano i terremoti, i fenomeni vulcanici, il sollevamento delle catene montuose e la litogenesi

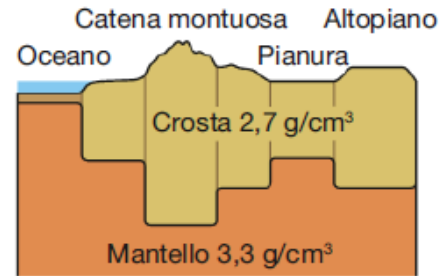
I fenomeni endogeni sono riconducibili alla **teoria della tettonica delle placche**.

Lo sviluppo della teoria della tettonica delle placche

Condizione di **isostasia**: la litosfera si trova in equilibrio gravitazionale, basato sul principio di Archimede.



Diversi blocchi di legno galleggiano sull'acqua mantenendosi in equilibrio idrostatico: quanto più alta è la parte emersa, tanto più essi affondano nell'acqua.



Allo stesso modo, diversi blocchi di crosta, per equilibrio isostatico, hanno radici che scendono tanto più in profondità nel mantello, quanto più è alta la parte che si eleva sulla superficie terrestre.

Se l'equilibrio isostatico viene alterato, la litosfera tende a sollevarsi o a sprofondare, subendo così **movimenti verticali** o **aggiustamenti isostatici**.

Lo sviluppo della teoria della tettonica delle placche

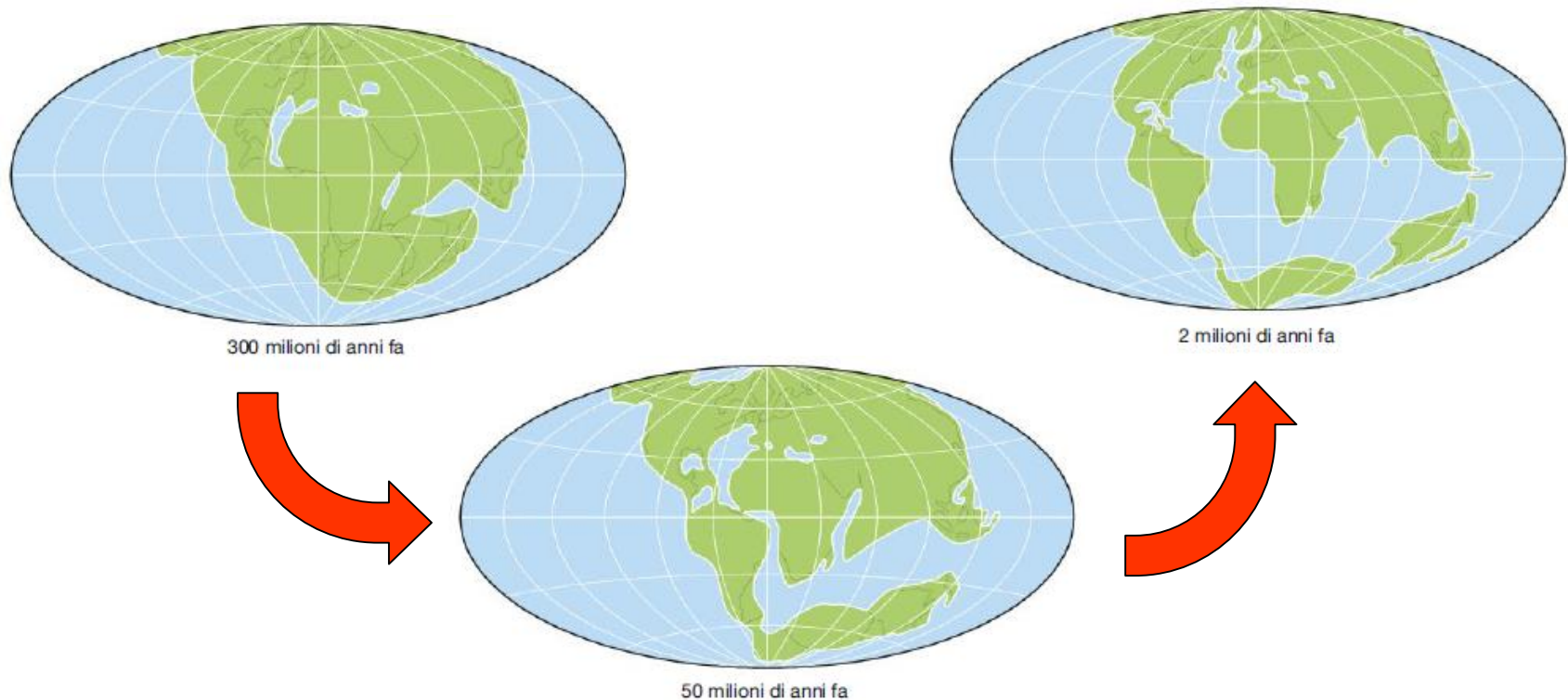
La litosfera subisce anche **movimenti orizzontali**, come ipotizzato da Alfred Wegener nel 1912.

- La **teoria della deriva dei continenti** sostiene che circa 225 milioni di anni fa le masse continentali fossero riunite in un unico supercontinente chiamato **Pangea**, circondato da un unico oceano, la **Panthalassa**.



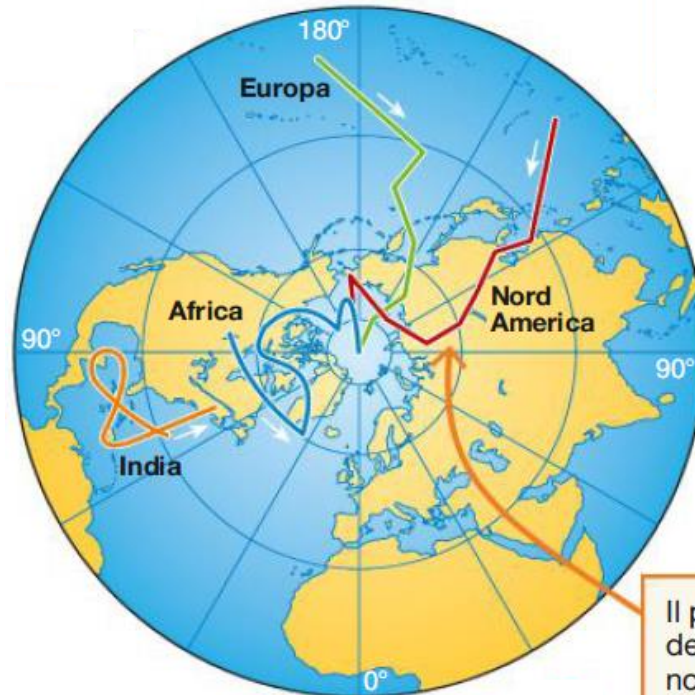
Lo sviluppo della teoria della tettonica delle placche

La Pangea si sarebbe frammentata in masse continentali di dimensioni minori che sarebbero progressivamente migrate fino ad acquisire la posizione e la conformazione attuali.



La migrazione dei poli magnetici

Le **analisi paleomagnetiche** condotte su campioni di rocce prelevate dai vari continenti suggeriscono che i continenti si siano spostati reciprocamente, ognuno conservando nelle rocce la propria storia paleomagnetica.



Il percorso di migrazione apparente del polo del Nord America non è lo stesso di quello dell'Africa, dell'Europa o dell'India.

L'espansione dei fondi oceanici

Gli oceani non sono strutture statiche e stabili nel tempo, ma subiscono una progressiva espansione.

La «vita» degli oceani si articola in fasi successive:

1. apertura
2. espansione
3. richiusura

Queste conclusioni giungono da dati sperimentali provenienti dalle osservazioni condotte sui fondi oceanici.

L'espansione dei fondi oceanici

L'invenzione del **sonar** permise di scandagliare i fondali in modo più rapido e preciso



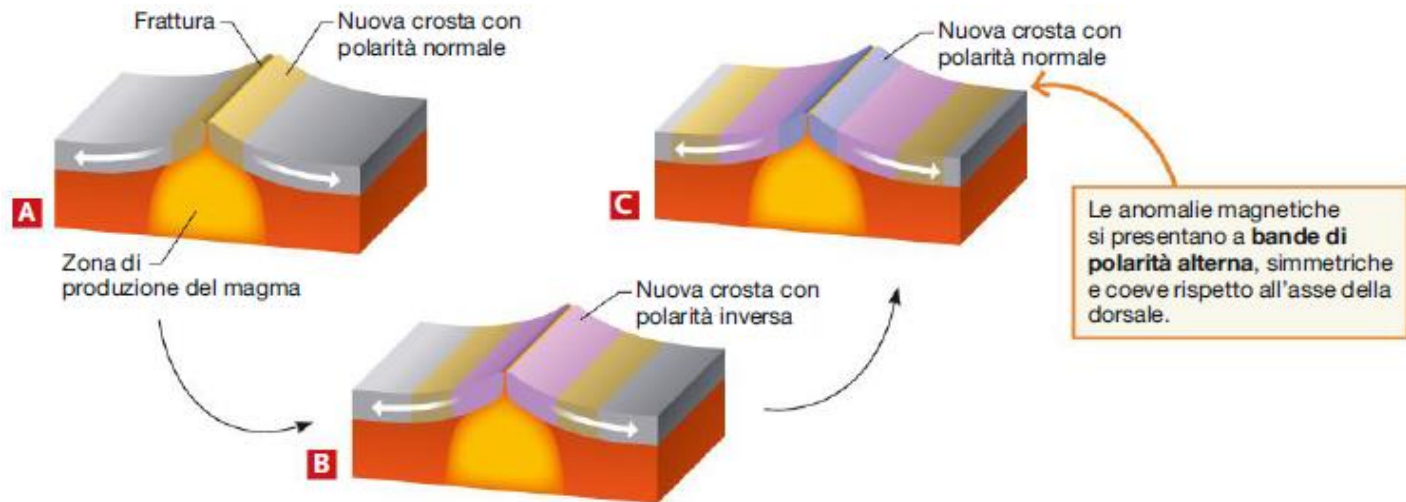
osservazioni batimetriche

Gli oceani presentano una serie di strutture regolari e fenomeni fisici che si ripetono nei diversi oceani:

- dorsali medio-oceaniche
- fratture che attraversano le dorsali in perpendicolare
- fosse oceaniche
- *seamounts*
- archi vulcanici

L'espansione dei fondi oceanici

Esistono **anomalie magnetiche** positive e negative sul fondo oceanico ai due lati della Dorsale medioatlantica.

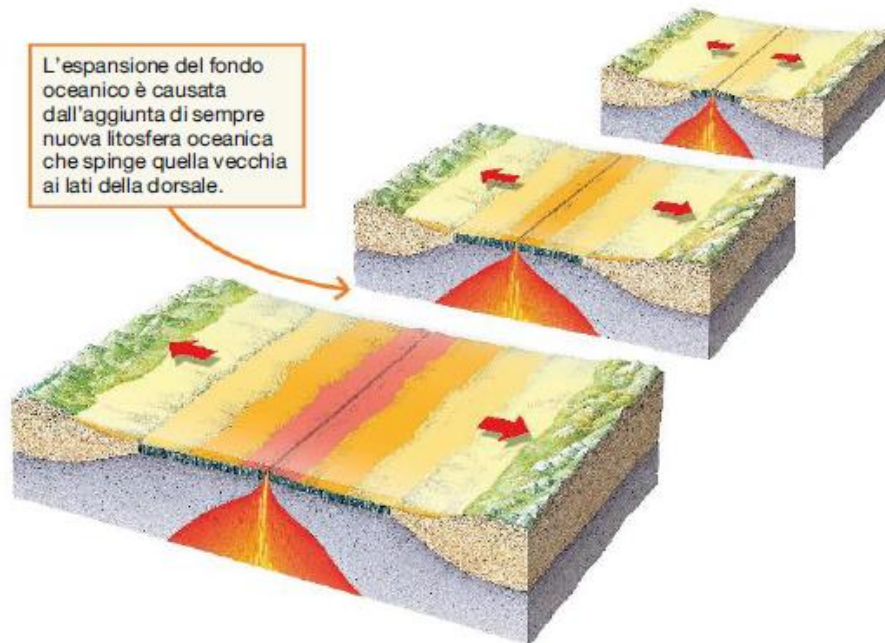


La crosta oceanica prossima ai lati della dorsale è più recente e magnetizzata con polarità normale.

Le parti più lontane e più antiche hanno magnetizzazione alternativamente di polarità opposta e coeve.

L'espansione dei fondi oceanici

Tre fasi determinano l'espansione del fondo oceanico.



1. In corrispondenza di una dorsale risale magma
2. Parte del magma si intrude nelle parti più profonde della crosta e in parte erutta sotto forma di lava sul fondale
3. La lava e il magma intruso solidificano, generando crosta oceanica che spinge la crosta più vecchia lontano dai due lati della dorsale

Le placche litosferiche e i loro movimenti

La litosfera è suddivisa in diverse porzioni di varia dimensione, chiamate **placche litosferiche**.



Le placche litosferiche e i loro movimenti

Le placche litosferiche sono in movimento relativo.

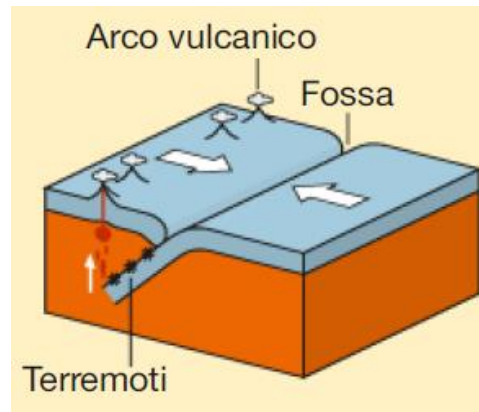
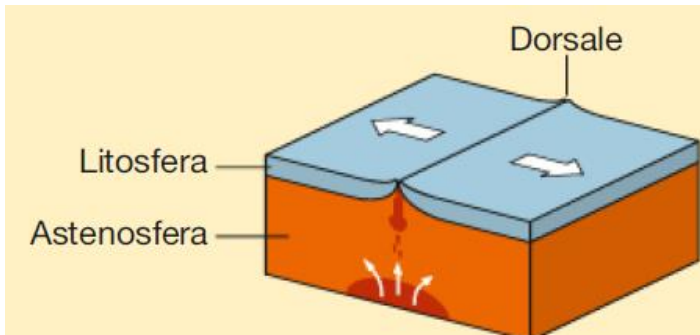
I margini di placca sono:

- zone strette e allungate, in corrispondenza delle quali due placche entrano in contatto tra loro
- sede di importanti fenomeni geologici come terremoti, vulcani, zone di fratturazione e catene montuose in formazione
- Un margine continentale **attivo** è interessato da imponenti fenomeni geologici
- Un margine continentale **passivo** è invece stabile dal punto di vista tettonico

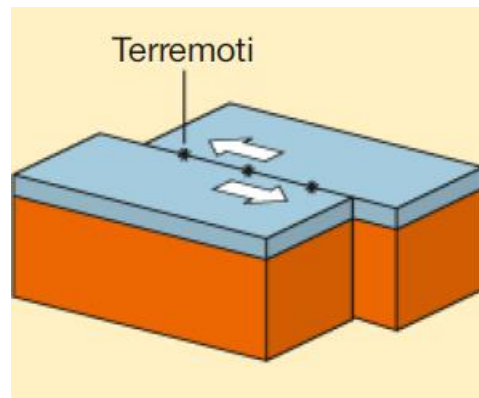
Le placche litosferiche e i loro movimenti

I **margini di placca** sono di tre tipi.

I **margini divergenti** sono margini ove avviene produzione di nuova litosfera



I **margini convergenti** sono margini ove la subduzione o la collisione continente-continente porta alla «scomparsa» di litosfera



I **margini trasformati** sono margini ove la litosfera non viene né prodotta né consumata, poiché il movimento prevalente è lo slittamento laterale

L'origine e l'evoluzione dei margini di placca

I margini di placca si originano e si evolvono seguendo quattro fasi fondamentali.

Tre portano alla **nascita** e all'**espansione** di un oceano:

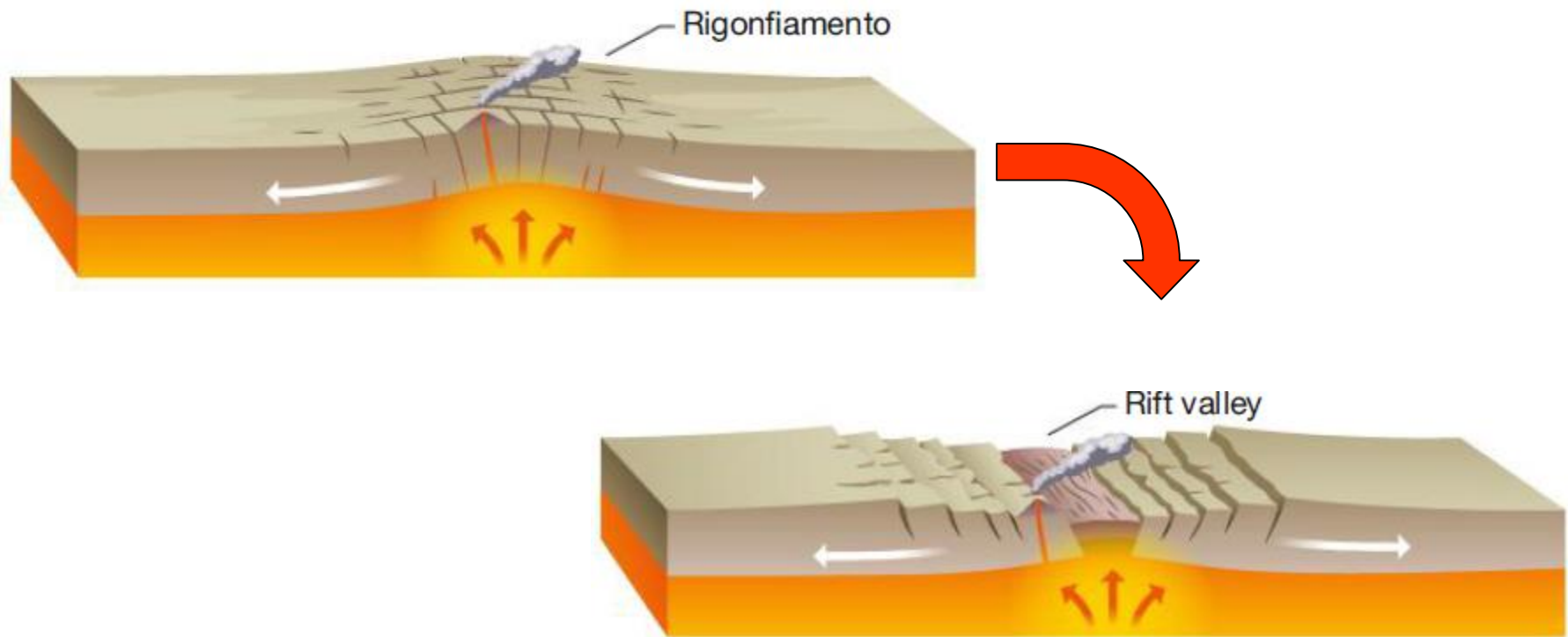
- fase di rifting continentale
- fase di rifting oceanico
- fase di espansione oceanica

L'ultima porta alla **scomparsa** dell'oceano:

- fase di convergenza e chiusura dell'oceano

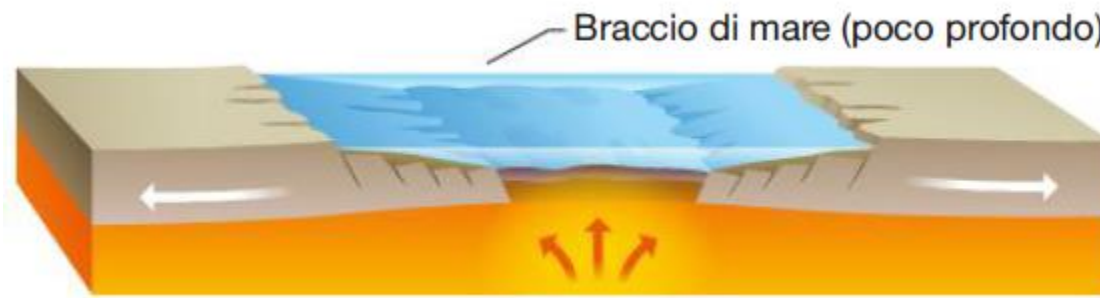
L'origine e l'evoluzione dei margini di placca

Il **rifting continentale** ha inizio con la risalita di materiale caldo dall'astenosfera che produce inarcamento e distensione della litosfera continentale.



L'origine e l'evoluzione dei margini di placca

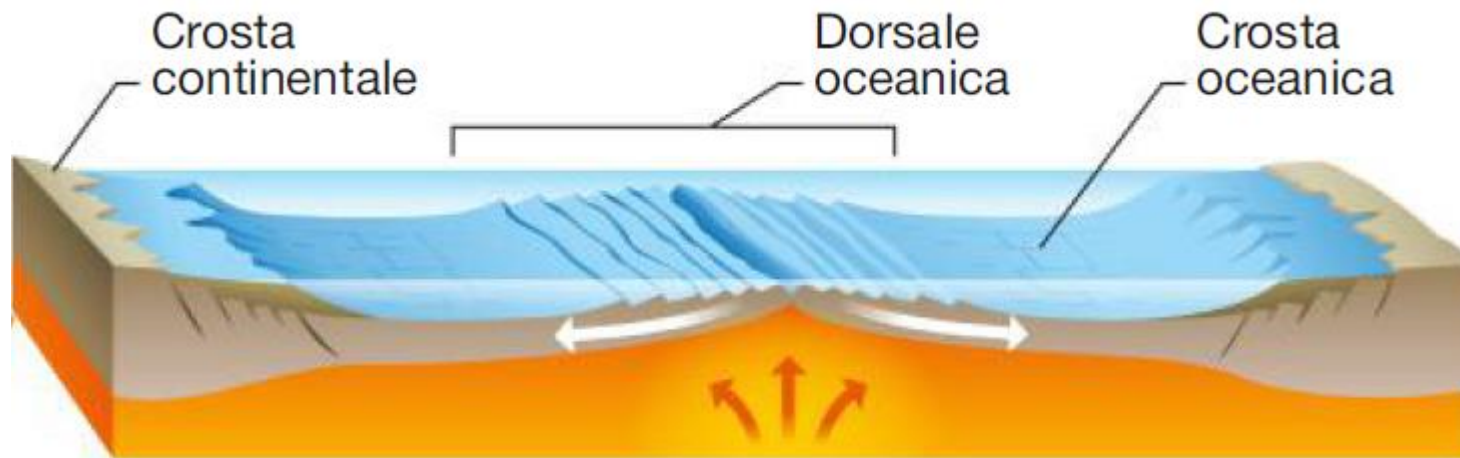
Nella **fase di rifting oceanico** il continente si separa definitivamente in due blocchi distinti e si formano due margini continentali passivi.



Compare la prima crosta oceanica di un nuovo oceano in embrione.

L'origine e l'evoluzione dei margini di placca

Nella **fase di espansione oceanica** continua l'allontanamento dei due blocchi continentali mentre il nuovo bacino diventa un vero e proprio oceano con lo sviluppo della dorsale medio-oceanica.



L'origine e l'evoluzione dei margini di placca

Lungo i **margini convergenti** due placche convergono l'una verso l'altra.

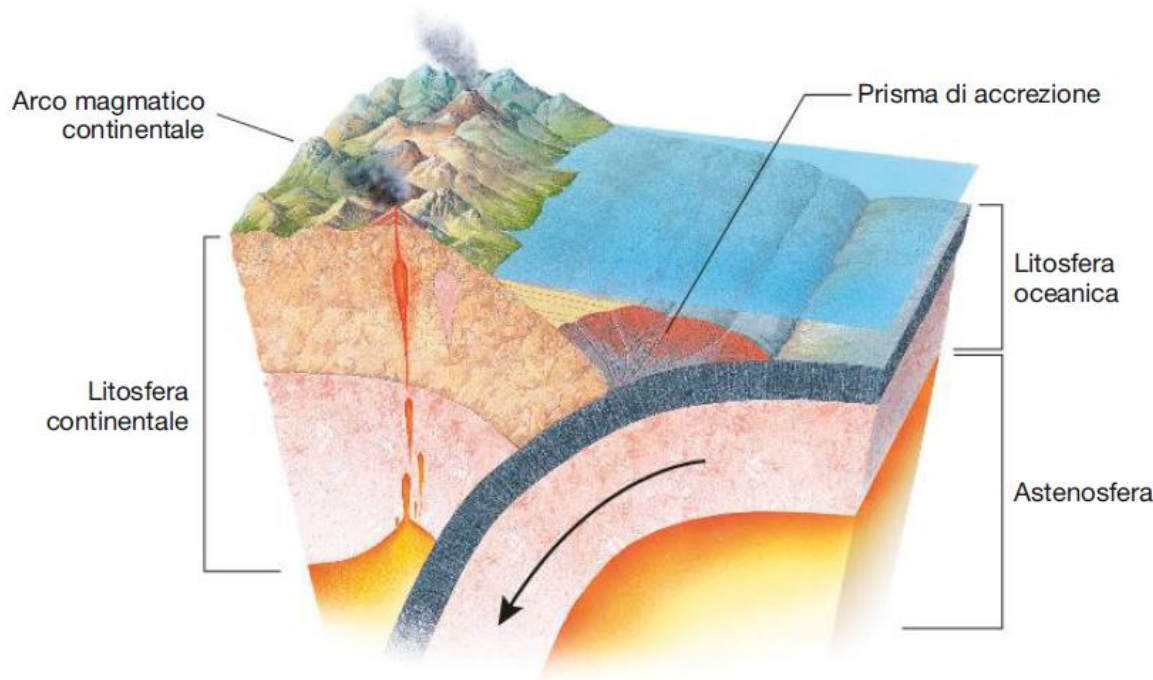
Questo determina, in corrispondenza del margine, un regime compressivo i cui esiti sono diversi a seconda del tipo di placche coinvolte.

Si distinguono tre tipi di convergenza tra placche:

- convergenza tra placca oceanica e placca continentale
- convergenza tra placche oceaniche
- convergenza tra placche continentali

L'origine e l'evoluzione dei margini di placca

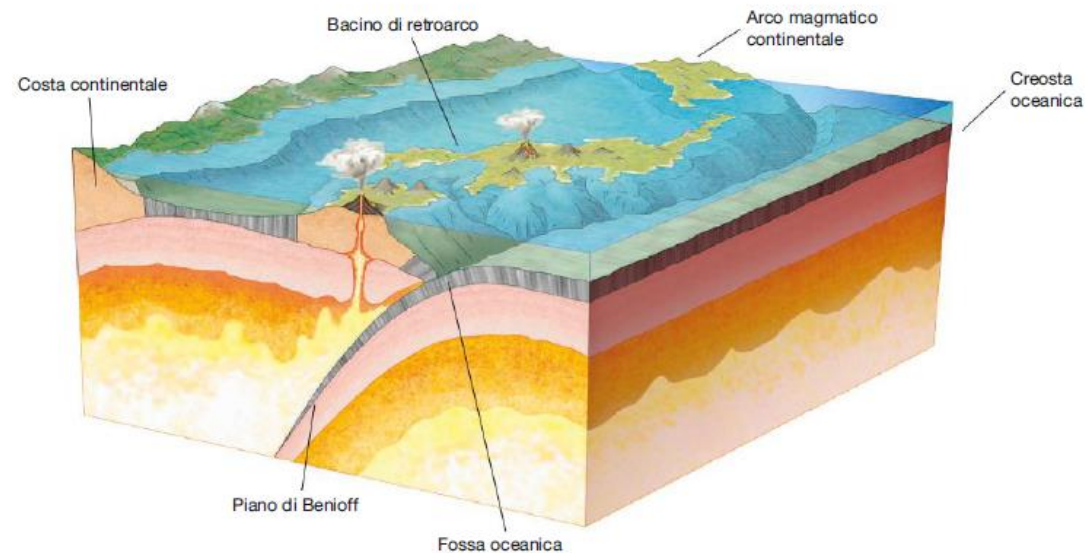
Convergenza tra **placca oceanica e placca continentale**: la placca oceanica, più sottile e più densa, tende a immergersi sotto il margine continentale, più spesso e meno denso (**subduzione**) e forma una **fossa oceanica**.



La zona di subduzione è caratterizzata da strutture tipiche (**sistema arco-fossa**).

L'origine e l'evoluzione dei margini di placca

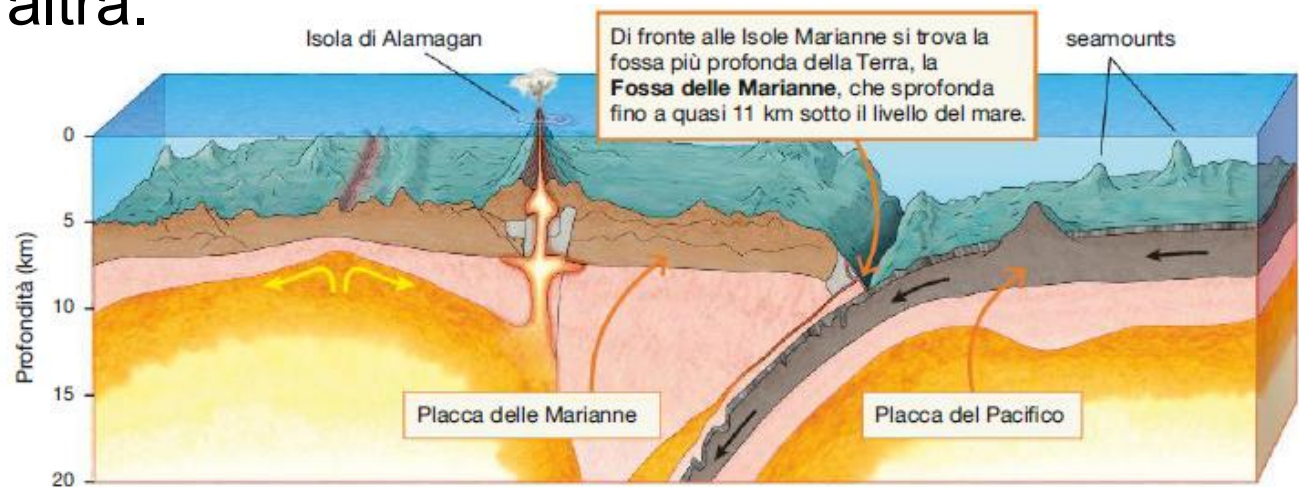
Convergenza tra **placca oceanica e placca continentale**: l'**arco magmatico** è una serie di vulcani allineati in prossimità di una zona di subduzione.



Il **piano di Benioff** è il piano lungo il quale la placca scivola al di sotto dell'altra e dove gli ipocentri dei sismi sono approssimativamente allineati

L'origine e l'evoluzione dei margini di placca

Convergenza tra **placca oceanica e placca oceanica**: avendo le stesse caratteristiche in termini di densità e proprietà litologiche, è la più veloce tra le due che subduce al di sotto dell'altra.



Si genera un **sistema arco-fossa**, ma con una fossa più larga e profonda e un arco vulcanico insulare costituito da una serie di isole vulcaniche.

L'origine e l'evoluzione dei margini di placca

Convergenza tra **placca continentale** e **placca continentale**:

1. l'**oceano** che prima separava due continenti progressivamente viene chiuso
2. i due blocchi continentali **collidono**, comprimendo e sollevando sempre di più i sedimenti tra loro interposti
3. emerge una **catena montuosa corrugata**

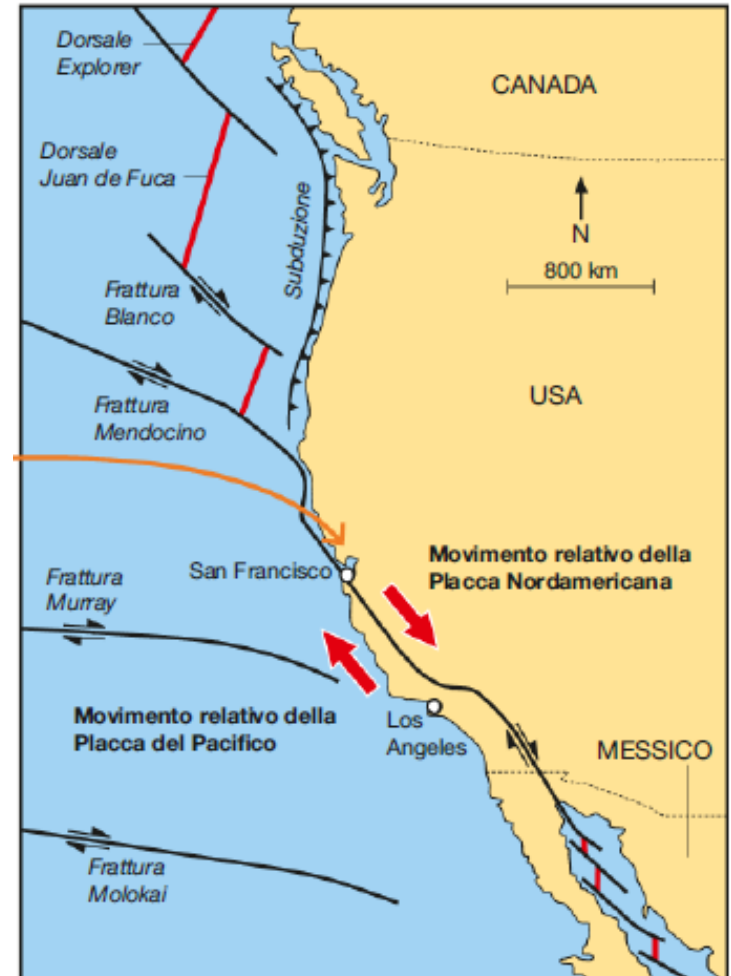
Questo processo è detto **obduzione**.

Le **ofioliti** (rocce tipiche del fondo oceanico) presenti sulle catene corrugate sono testimonianza di questo processo.

I margini trasformati

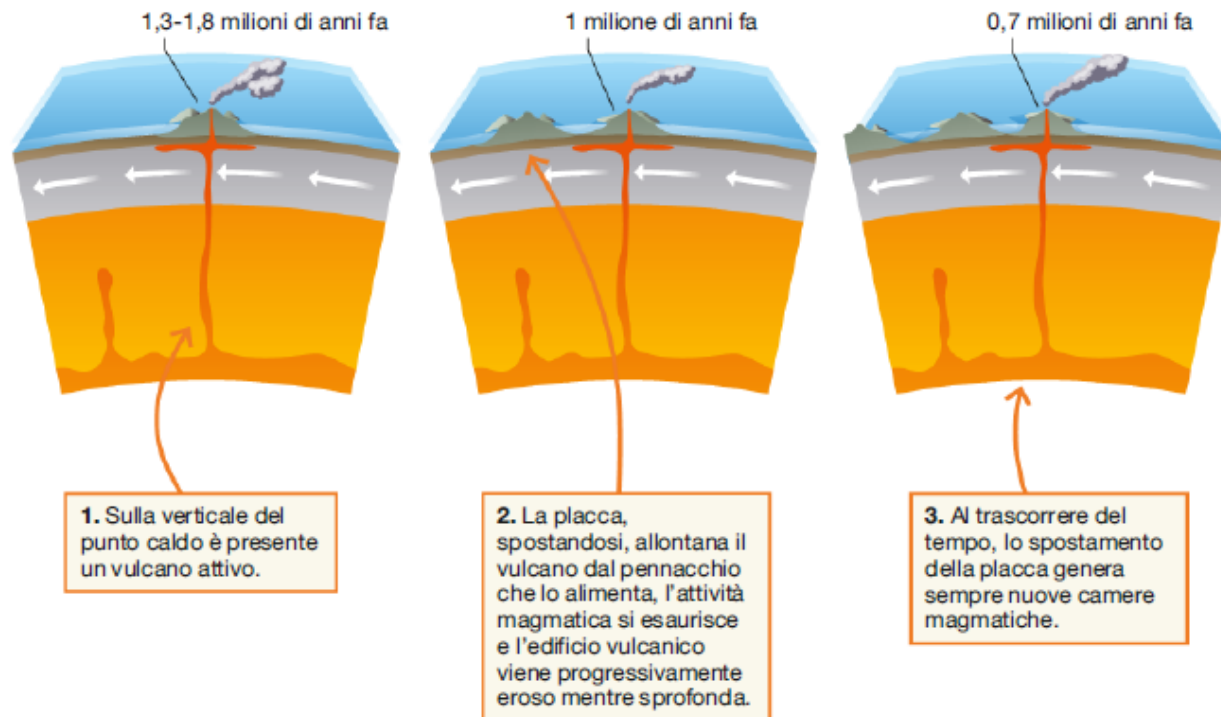
Le dorsali oceaniche sono segmentate in tronconi più o meno paralleli tra loro, di lunghezza variabile, chiamati **segmenti di dorsale**.

L'accumulo di nuova litosfera ai due lati di ogni segmento di dorsale genera frizione (moto trascorrente) solo nella porzione intermedia, che per questo motivo è detta **faglia trasforme**.



I punti caldi

I **punti caldi**, o **hot spots**, sono aree di estensione molto limitata, in cui si registra un elevato flusso termico dovuto alla risalita di materiale roccioso molto caldo (**pennacchio**), che genera in superficie un vulcano attivo.



Le cause fisiche della tettonica delle placche

Il problema della forza che spinge le placche a muoversi è fonte di discussione ancora oggi tra i geofisici.

Il **modello convettivo** propone la presenza nell'astenosfera di celle convettive che, muovendosi, trascinano le placche sovrastanti.



Le cause fisiche della tettonica delle placche

Altre forze che spingono le placche a muoversi.

- La **spinta dalla dorsale**: la litosfera oceanica neoformata in corrispondenza della dorsale, accumulandosi ai suoi fianchi, spinge la placca oceanica
- Lo **stiramento** esercitato dalla placca che scivola al di sotto di un'altra nella zona di subduzione
- **Forze tidali** (effetto mareale lunare) che agirebbero come una sorta di ganascia gravitazionale determinando una rotazione complessiva verso Ovest di tutta la litosfera rispetto all'astenosfera

L'orogenesi

La teoria della tettonica delle placche spiega l'**orogenesi**.

Le zone interessate da orogenesi sono regioni strette e allungate in prossimità dei margini continentali attivi, che sono dette **orogeni**.

Tre tipologie di processi orogenetici, in base ai quali si distinguono:

- catene montuose collegate alle zone di subduzione
- catene montuose collegate a collisione continentale
- catene montuose collegate a zone di rifting

L'orogenesi

Catene montuose collegate alle zone di subduzione

- Caratterizzata da imponenti **edifici vulcanici**
- Interessata da **fenomeni sismici** intensi a ipocentro sempre più profondo

Tipico esempio di questo tipo di catena è la Cordigliera delle Ande (costa occidentale del continente sudamericano).

L'orogenesi

Catene montuose collegate a collisione continentale

- La collisione genera compressione dei sedimenti oceanici con produzione di estesi sistemi di pieghe e faglie inverse
- Si producono delle **falde di ricoprimento**, pieghe enormi che come un tappeto che viene compresso progressivamente sovrascorrono sul blocco continentale
- La collisione genera una **catena montuosa corrugata**, formata da rilievi di notevole altitudine (Himalaya, in Asia)

L'orogenesi

Catene montuose collegate a zone di rifting

- La parte centrale sprofonda originando una fossa tettonica (*rift valley*) che è bordata ai fianchi da masse rocciose continentali che sono state fratturate a causa della distensione e spinte verso l'alto
- Si formano catene montuose con **rocce a strati inclinati**
- Una catena da zona di rifting è formata dai **rilievi che bordano la fossa tettonica** (Rift Valley, in Africa)

Le grandi Province Geologiche della Terra

Sulla superficie terrestre si riconoscono aree con caratteristiche e storie geologiche comuni.

- I **continenti**, a causa della loro bassa densità, «restano a galla» rispetto al mantello e a opporsi alla subduzione
- I **cratoni**, zone interne dei continenti lontane dai margini, stabili e praticamente privi di fenomeni sismici e vulcanici
- I **tavolati**, notevoli spessori di sedimenti che ricoprono il basamento cristallino dei cratoni
- Gli **orogeni**, zone strette e allungate che si trovano in corrispondenza dei margini continentali attivi interessati da processi di subduzione o di collisione continente-continente