

## IN SINTESI

## TERMINI E CONCETTI FONDAMENTALI

### La dinamica interna della Terra

- All'interno della Terra, in profondità, si verificano «movimenti» di materiali a spese dell'energia interna del pianeta. Queste trasformazioni sono il segno di una **dinamica interna attiva**. Le strutture della crosta sono il riflesso visibile in superficie di questa attività endogena.
- Importanti dati per lo studio della dinamica interna della Terra vengono dall'analisi dei fenomeni vulcanici e sismici, vere «finestre» sull'interno del pianeta.
- Vulcani e terremoti mostrano con la loro distribuzione geografica di essere il risultato di un meccanismo globale

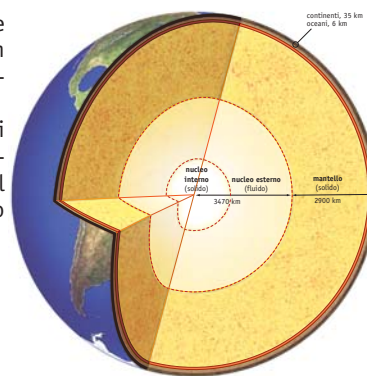


capace di «far muovere» la parte più interna del nostro pianeta. Questo meccanismo globale, che permette di interpretare la formazione delle rocce, il sollevarsi delle catene montuose, il vibrare sismico dell'intero pianeta, l'incessante affluire in superficie di magmi incandescenti, il modificarsi della forma dei continenti e degli oceani viene descritto da una teoria globale nota con il nome di «**Tettonica delle placche**».

### Alla ricerca di un «modello»

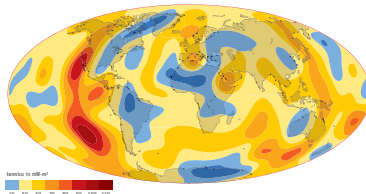
- La Terra ha una **densità media** di  $5,52 \text{ g/cm}^3$ . Questo risultato consente di arrivare a una prima conclusione sull'interno della Terra. Dato che le rocce della crosta hanno una densità media compresa tra  $2,7$  e  $3 \text{ g/cm}^3$ , l'interno del pianeta deve essere costituito da materiali con densità molto elevata per raggiungere il valore medio calcolato.
- Inoltre, i dati sismici permettono di concludere che la Terra è formata da una serie di involucri concentrici. A partire dall'esterno si riconoscono:
  - la **crosta**, con spessore medio di  $35 \text{ km}$ , relativamente leggera e con composizione eterogenea;

- il **mantello**, con uno spessore di circa  $2900 \text{ km}$ , costituito in prevalenza da rocce ultrabasiche (peridotiti);
- il **nucleo**, con un raggio di  $3470 \text{ km}$ , costituito da una lega metallica di ferro e nichel con qualche elemento meno denso (come silicio e zolfo).



### Un segno dell'energia interna della Terra: il flusso di calore

- La Terra perde continuamente calore.
- Il **flusso termico**, cioè la quantità di calore emessa nell'unità di tempo per ogni unità di superficie, vale  $0,06 \text{ W/m}^2$ .
- Il calore della Terra è prodotto al suo interno dal decadimento degli isotopi radioattivi.



- Il flusso termico è disomogeneo e riflette la presenza di **correnti convettive**: materiale più caldo risale nel mantello mentre materiale più freddo sprofonda alla velocità di qualche  $\text{cm/anno}$ .
- La **temperatura** all'interno della crosta aumenta in media di circa  $30 \text{ }^\circ\text{C}$  a ogni chilometro di profondità. Al centro del pianeta non dovrebbe superare i  $4300 \text{ }^\circ\text{C}$ .

### Il campo magnetico terrestre

- La Terra è circondata da un **campo magnetico** esteso nello spazio circostante. L'origine del campo magnetico è probabilmente legata alla presenza di un materiale buon conduttore di elettricità in movimento entro la Terra. Si ritiene che tale materiale possa essere individuato nel nucleo esterno di ferro fuso.
- Molte rocce possono essere magnetizzate al momento della loro forma-

zione e conservano tracce del campo magnetico terrestre che le ha influenzate (**paleomagnetismo**). In base alla magnetizzazione delle rocce è possibile ricostruire l'apparente posizione del Polo nord magnetico nel passato.

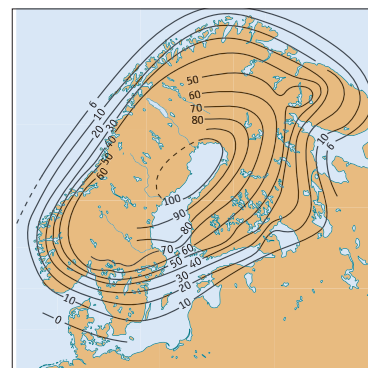
- Si è scoperto che i due poli magnetici si invertono periodicamente di posizione, si verificano cioè delle **inversioni di polarità** del campo magnetico terrestre.

### La struttura della crosta

- Esistono due tipi di crosta:
  - **crosta continentale**;
  - **crosta oceanica**.
- Le principali differenze tra i due tipi di crosta sono:
  - lo **spessore**. La crosta continentale è ovunque più spessa di quella oceanica. Lo spessore medio della crosta continentale è di circa  $35 \text{ km}$ . In corrispondenza delle catene montuose il suo spessore arriva a  $60-70 \text{ km}$ . Lo spessore della crosta oceanica è di circa  $6 \text{ km}$  (molto meno in corrispondenza delle dorsali oceaniche);
  - le **quote medie della superficie**. Il livello medio della superficie della crosta continentale è  $4000 \text{ m}$  maggiore di quello della crosta oceanica;
  - l'**età delle rocce**. Nella crosta continentale compaiono rocce di ogni età, tra oggi e  $4$  miliardi di anni fa; nella crosta oceanica le rocce più antiche hanno al massimo  $190$  milioni di anni;
  - la **natura delle rocce** e la loro **giacitura**. La crosta continentale ha una composizione eterogenea con profonde deformazioni. È divisa in **cratoni** (aree stabili da molto tempo) e **orogeni** (fasce deformate negli ultimi  $500$  milioni di anni). La crosta oceanica ha una composizione omogenea

e mostra una struttura a strati regolare (strato 1: sedimenti; strato 2: basalto; strato 3: gabbro).

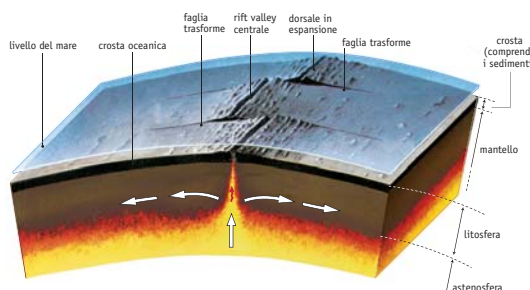
- La crosta «galleggia» sul sottostante mantello, più denso.
- Le catene montuose emergono in quota perché sotto di esse la crosta ha un forte spessore di rocce meno dense rispetto al mantello (dette **radici**) che le mantiene in equilibrio, grazie a una spinta paragonabile a quella di Archimede. La tendenza della crosta a raggiungere una posizione di equilibrio attraverso il fenomeno di galleggiamento è detta **isostasia**. Ogni variazione dello spessore della crosta si traduce in movimenti verso l'alto e verso il basso chiamati **aggiustamenti isostatici**.



TERMINI E CONCETTI FONDAMENTALI

■ **L'espansione dei fondi oceanici**

- Sul fondo degli oceani sono presenti:
  - un sistema di **dorsali**, lungo complessivamente 60 000 km;
  - numerose **fosse oceaniche**.
- Le **dorsali oceaniche** sono inarcamenti della crosta oceanica, ampie da 1000 a 4000 km, la cui sommità raggiunge i 2-3000 m rispetto al fondo. La cresta delle dorsali è percorsa da un profondo solco, detto **rift valley**. Lungo le spaccature che delimitano la **rift valley** risale continuamente dal mantello magma basaltico, che solidifica e forma nuova crosta. Un sistema di fratture, trasversali rispetto all'asse della **rift valley** disarticola le dorsali in segmenti, ciascuno dei quali risulta spostato rispetto a quelli contigui. Tali fratture sono chiamate **faglie trasformi**.
- Le **fosse oceaniche** sono depressioni del fondo oceanico lunghe migliaia



di km che raggiungono la profondità di 10 000 m.

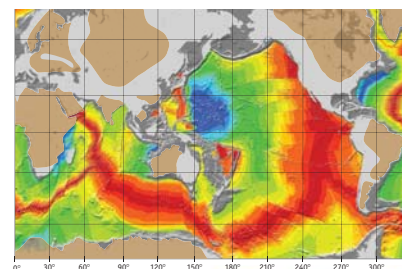
- L'ipotesi dell'**espansione dei fondi oceanici** prevede che lungo la **rift valley** delle dorsali si formi continuamente nuova litosfera e che i due fianchi delle dorsali si allontanino reciprocamente. Contemporaneamente, nelle fosse oceaniche affonda la litosfera, ormai fredda e densa, sprofonda nel mantello (con un meccanismo detto **subduzione**) e viene riciclata. Questo sprofondamento provoca terremoti

(i cui ipocentri sono distribuiti su una superficie inclinata detta **piano di Benioff**), mentre la progressiva fusione del materiale che affonda produce magmi che risalgono in superficie dove alimentano numerosi vulcani (**arco vulcanico**). Globalmente la nuova litosfera che viene prodotta in corrispondenza delle dorsali bilancia la vecchia che viene riciclata nelle fosse.

■ **Le anomalie magnetiche sui fondi oceanici**

- Una conferma dell'espansione dei fondi oceanici e della loro progressiva consunzione è rappresentata dalla distribuzione a fasce alternativamente positive e negative delle **anomalie magnetiche** registrate sui fondi oceanici.
- Le fasce di anomalie magnetiche sono disposte parallelamente alle dorsali e sarebbero causate dal paleomagnetismo dei basalti della crosta oceanica combinato con il fenomeno delle inversioni delle polarità magnetiche.

- La presenza dei due tipi di anomalie richiede che la crosta oceanica non si sia formata tutta insieme ma in tempi diversi. Le fasce di anomalie magnetiche più vicine alle dorsali sono più recenti di quelle che si trovano a maggiore distanza.



■ **La Tettonica delle placche**

- La litosfera è suddivisa in una ventina di **placche** di varie dimensioni, 6 molto vaste, le altre minori.
- I margini tra le placche possono essere di tre tipi:
  - **margini costruttivi**: sono le dorsali oceaniche lungo le quali si costruisce nuova litosfera oceanica;
  - **margini distruttivi**: sono le fosse oceaniche lungo le quali la litosfera viene distrutta nel processo di subduzione;
  - **margini conservativi**: sono alcune grandi faglie trasformi lungo le quali due placche scorrono l'una a fianco dell'altra in direzioni opposte.
- Le placche possono essere formate da sola litosfera oceanica, da sola litosfera continentale o da entrambe.

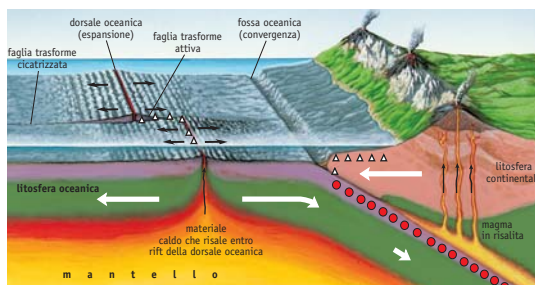


- Il movimento delle placche provoca la profonda deformazione di interi settori di crosta con formazione di catene montuose (**orogeni**).
- L'**orogenesi** può avvenire secondo vari meccanismi:
  - per **consunzione di crosta oceanica** in subduzione sotto il margine di un continente;
  - per **collisione continentale** dopo la consunzione di litosfera oceanica interposta tra due placche in convergenza tra loro;
  - per **accrescimento crostale** a seguito di collisioni di frammenti di crosta di varia natura trascinati a saldarsi lungo un margine continentale.

Il movimento delle placche porta alla periodica aggregazione di un supercontinente destinato ogni volta a smembrarsi. Questo ciclo di eventi è chiamato **ciclo di Wilson**.

■ **La verifica del modello**

- I fenomeni vulcanici e quelli sismici sono strettamente connessi alla Tettonica delle placche.
- **Vulcanismo effusivo e terremoti superficiali** sono associati alle dorsali oceaniche, dove si verifica la fusione parziale del mantello in risalita e l'attivazione di faglie lungo la **rift valley**.
- **Vulcanismo esplosivo e terremoti pro-**

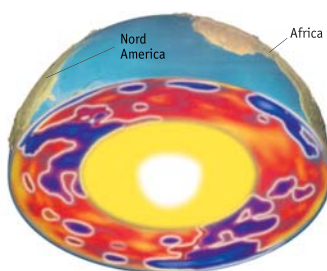


**fondi** sono collegati al piano di subduzione nelle fosse abissali. Qui si verifica la fusione della litosfera che discende verso l'interno della Terra e la riattivazione di faglie nella placca che affonda.

- Il **vulcanismo isolato** all'interno delle placche è dovuto alla risalita nel mantello di colonne di materiale caldo, i **punti caldi** (hot spots).

■ **Moti convettivi e punti caldi**

- Il «motore» delle placche potrebbe essere rappresentato da **movimenti convettivi** all'interno del mantello.
- I moti convettivi potrebbero seguire «circuiti unici» tra la base del mantello e la litosfera o «circuiti separati» nel mantello inferiore e in quello superiore.
- Il movimento dei materiali all'interno della Terra procederebbe in questo modo: la litosfera oceanica fredda e pesante sprofonderebbe nel mantello e alcuni lembi scenderebbero fino al limite con il nucleo. Dalle stesse zone



risalirebbero i **pennacchi**, che si manifestano in superficie come punti caldi.

- Questo gigantesco motore termico sarebbe mantenuto in attività dall'energia termica della Terra, prodotta dal calore latente che si libera nella solidificazione del nucleo esterno (fluido) e nel decadimento degli isotopi radioattivi.