

DINAMICA ENDOGENA

Definizione

Insieme delle forze interne della Terra

⌋ METODO DI STUDIO

* **OSSERVAZIONI DIRETTE** alcuni km di profondità

attraverso

✦ **miniere**

✦ **trivellazioni**

* **OSSERVAZIONI INDIRETTE**

attraverso l'esame di

✦ **densità della Terra**

✦ **meteoriti**

✦ **onde sismiche**

registrate con i sismografi

DENSITA' e STRUTTURA INTERNA DELLA TERRA

Definizione

La densità di un corpo
è il peso dell'unità di volume

$$d = m/V$$

si misura in

g/cm^3
 kg/L

H DENSITA' MEDIA DELLA TERRA $5,5 \text{ g/cm}^3$

H DENSITA' MEDIA DELLA CROSTA $2,8 \text{ g/cm}^3$

H DENSITA' DEL NUCLEO 10 g/m^3

→NB Dalle osservazioni sulla densità
è sorta l'ipotesi che la parte più interna della Terra
sia costituita da materiali ad alta densità,
nettamente diversi per composizione chimica da quelli superficiali

STRUTTURA INTERNA DELLA TERRA e METEORITI

*Un contributo interessante
agli studi sulla composizione interna della Terra
è venuto dall'analisi dei meteoriti

La composizione dei meteoriti
è simile a quella della Terra

Definizione

I meteoriti sono frammenti rocciosi
provenienti da corpi del Sistema Solare
che dopo aver attraversato l'atmosfera precipitano al suolo

✿ DISTINZIONE

● OLOSIDERITI	<i>meteoriti metallici</i>	costituiti di Fe e Ni 93 %
● AEROLITI	<i>meteoriti litoidi</i>	costituiti da materiali silicatici
● MESOSIDERITI	<i>meteoriti a composizione mista</i>	

→ Le osservazioni sui meteoriti
hanno portato a ipotizzare
che nella Terra sia presente

✦ una **zona interna** (nucleo) composta da ferro e nichel

✦ una **zona esterna** (mantello) con rocce simili
a quelle dei meteoriti litoidi

ONDE SISMICHE

Definizione

Onde elastiche causate dalla liberazione di energia.

Quello che si propaga non è la materia,
che compie solo piccole oscillazioni,
ma l'energia che si libera nel punto in cui inizia la vibrazione.

● Quando una roccia è sottoposta a qualche sforzo
(compressione o stiramento)

* si deforma

* accumula energia

● Quando il limite di elasticità della roccia viene superato

* la roccia improvvisamente si spacca

* l'energia che era stata accumulata
si libera improvvisamente

(dando origine a onde sismiche)

TIPI

HONDE LONGITUDINALI ***onde di compressione*** ***onde prime*** **onde P**

* si propagano dall'ipocentro

nei solidi

nei liquidi

* hanno una velocità superiore a tutte le altre onde (tra 4 e 8 km/s)

HONDE TRASVERSALI ***onde di taglio o di distorsione*** ***onde secondarie*** **onde S**

* si propagano dall'ipocentro nei solidi

* hanno una velocità inferiore alle onde longitudinali (tra 2,5 e 4,5 km/s)

HONDE SUPERFICIALI ***onde lunghe*** **onde L**

* si propagano dall'epicentro in superficie

* hanno origine dall'incontro delle onde longitudinali e trasversali
con la superficie

* hanno una velocità bassa (2,5 km/s)

(sono le onde che provocano i maggiori danni)

CARATTERISTICHE

→ **si propagano in ogni direzione dall'ipocentro**

che è il punto in cui si verifica lo spostamento iniziale della faglia

→ **sono soggette ai fenomeni di rifrazione e di riflessione**

quando passano attraverso materiali differenti per caratteristiche fisiche

Quando un'onda elastica che si propaga all'interno di un materiale
raggiunge la superficie di separazione con un materiale diverso

* subisce una **rifrazione**

cioè cambia direzione di propagazione

nell'attraversare tale superficie di separazione

* una parte della sua energia **rimbalza** su tale superficie

e tornerà a propagarsi nello stesso materiale ma con diversa direzione

→ **hanno differente velocità**

° le onde longitudinali sono più veloci delle onde trasversali

° la velocità delle onde longitudinali e trasversali

aumenta con l'aumentare della densità della sostanza che attraversano

ONDE SISMICHE

e

INTERNO DELLA TERRA 1

Onde sismiche

Onde elastiche

prodotte da

- sismi naturali
- sismi artificiali

terremoti
esplosioni

◆ TIPI

* ONDE LONGITUDINALI

onde prime

onde P

* si propagano dall'ipocentro

→ nei solidi

→ nei liquidi

* ONDE TRASVERSALI

onde secondarie

onde S

* si propagano dall'ipocentro

→ nei solidi

* ONDE SUPERFICIALI

* si propagano in superficie

◆ CARATTERISTICHE

H **si propagano in ogni direzione**

H **hanno differente velocità**

◦ le onde longitudinali sono più veloci delle onde trasversali

◦ la velocità delle onde longitudinali e trasversali
aumenta con l'aumentare della densità della sostanza
che attraversano

H **sono soggette ai fenomeni di rifrazione, riflessione, assorbimento**
quando passano attraverso materiali differenti per caratteristiche fisiche

→ Quando un'onda elastica che si propaga all'interno di un materiale
raggiunge la superficie di separazione con un materiale diverso

* subisce una **rifrazione**

cioè cambia direzione di propagazione
nell'attraversare tale superficie di separazione

* una parte della sua energia **rimbalza** su tale superficie
e si propaga nello stesso materiale con diversa direzione

★ **la traiettoria di un'onda sismica**

è

***rettilinea**

in un mezzo omogeneo

***curva**

quando attraversa mezzi
con caratteristiche diverse

ONDE SISMICHE

e

INTERNO DELLA TERRA 2

La struttura interna della Terra
è stata identificata e studiata in base ai dati sismici

I sismogrammi
registrano l'arrivo di onde che hanno attraversato la Terra
in ogni senso

ne forniscono una specie di radiografia

LE ONDE P si propagano dall'ipocentro verso il centro della Terra

- **risultano non rettilinee ma curve** perché attraversano mezzi a caratteristiche meccaniche diverse
- **vengono rifratte** cambiano direzione passando da un materiale all'altro
- **cambiano velocità**

LE ONDE S si propagano dall'ipocentro verso il centro della Terra

- **risultano non rettilinee ma curve** perché attraversano mezzi a caratteristiche meccaniche diverse
- **vengono rifratte** cambiano direzione passando da un materiale all'altro
- **cambiano velocità**
- **vengono assorbite** quando passano da un mezzo solido a un mezzo liquido

+La constatazione che nella loro traiettoria all'interno della Terra

- ┆ le **onde p** vengono deviate e diminuiscono di velocità
- ┆ le **onde S** vengono assorbite

ha portato a concludere che una parte all'interno della Terra è fluida

SUPERFICI DI DISCONTINUITA'

Il pianeta Terra presenta una struttura interna a involucri concentrici di diversa struttura e spessore

- **crosta**
- **mantello**
- **nucleo**

Questi tre involucri sono separati da superfici di *discontinuità*.

DISCONTINUITA' superficie che separa due materiali nettamente diversi per le caratteristiche fisiche

* Le discontinuità influenzano la propagazione delle onde elastiche.

Le onde sismiche che raggiungono una superficie di discontinuità, subiscono una brusca variazione di velocità (aumento o diminuzione), cui corrisponde un brusco cambiamento di direzione della loro traiettoria

Se la superficie di discontinuità segna il passaggio da un materiale solido a un materiale liquido

- Le **onde P** vengono deviate e proseguono molto più lentamente
- Le **onde S** smettono di propagarsi (vengono assorbite)

* Le principali discontinuità tra crosta, mantello e nucleo sono:

◆ **DISCONTINUITA' di MOHOROVICIC** limite tra crosta e mantello

- sotto gli oceani a 10 km
- sotto i continenti a 40 km
- sotto le catene montuose a 70 km

◆ **DISCONTINUITA' di GUTEMBERG** limite tra mantello e nucleo a 2900 km

◆ **DISCONTINUITA' di LEHMAN** limite tra nucleo esterno e nucleo interno a 5000 km

- ✦ **Nucleo esterno** *fluida* non è attraversato dalle onde S
- ✦ **Nucleo interno** *solido* è attraversato dalle onde S
è solido a causa della pressione molto alta

◆ **DISCONTINUITA' di REPETTI** La discontinuità di Repetti divide il mantello in

- ✦ **mantello superiore**
..... discontinuità di Repetti
- ✦ **mantello inferiore**

◆ DISCONTINUITA' di GUTEMBERG

limite tra mantello e nucleo a 2900 km

✦ Gutenberg ipotizzò la presenza di questa discontinuità per spiegare l'esistenza di una particolare zona d'ombra.

✦ Esiste per ogni terremoto una zona d'ombra che corrisponde a una fascia della superficie terrestre compresa tra 11.000 e 16.000 Km dall'epicentro. (distanza angolare dall'epicentro compresa tra i 103° e i 143°)

✦ All'interno della zona d'ombra arriva solo una piccolissima parte dell'energia delle onde

INTERNO DELLA TERRA

Il pianeta Terra
presenta una struttura interna
a *involucri concentrici* di diversa struttura e spessore

- **crosta**
- **mantello**
- **nucleo**

Questi tre involucri sono separati da superfici di *discontinuità*.

CROSTA

Definizione involucro più esterno del pianeta Terra

à **SPESSORE** fra i 10 e i 70 km

à **COMPOSIZIONE** silicati di alluminio SiAl

à **DENSITA'** $2,7 \text{ g/cm}^3$ per le rocce granitiche
 3 g/cm^3 per le rocce basaltiche

à **LIMITE** **discontinuità di Mohorovicic**
non è alla stessa profondità in tutti i punti della Terra

- sotto gli oceani a 10 km
- sotto i continenti a 40 km
- sotto le catene montuose a 70 km

à **DIVISIONE e STRUTTURA**

H **CROSTA CONTINENTALE**

- **strato profondo** → rocce basaltiche
- **strato intermedio** discontinuità di Conrad
- **strato superficiale** → rocce → ignee intrusive ed effusive
→ metamorfiche
→ sedimentarie

H **CROSTA OCEANICA**

sotto gli oceani *sottile*

- rocce basaltiche
- gabbri

à **ETA'**

- ◆ **nella crosta continentale** compaiono rocce di ogni età tra oggi e 4 miliardi di anni fa
- ◆ **nella crosta oceanica** non vi sono rocce più antiche di 190 milioni di anni fa

I bacini oceanici sono strutture giovani del piante
Le aree continentali sono strutture più persistenti

à **STRUTTURE FONDAMENTALI DEI CONTINENTI**

H **CRATONI**

→ **SCUDI**

nuclei antichi dove affiorano le rocce più antiche della crosta terrestre
aree corrugate da orogenesi archeozoiche
non sono state più interessate da orogenesi
né ricoperte dal mare almeno nell'ultimo miliardo di anni
es. s scudo canadese scudo baltico

→ **TAVOLATI**

Ampie aree pianeggianti che circondano gli scudi
su cui affiorano rocce sedimentarie

H **OROGENI**

Catene montuose recenti

H **FOSSE TETTONICHE**

Aree che presentano uno sprofondamento della crosta terrestre

★ **origine** ● tensione dell crosta terrestre
● movimenti di distensione

★ **manifestazione** ● faglie
● pilastri tettonici
● zona sprofondata es. mar Morto

MANTELLLO

Definizione strato intermedio tra la crosta e il nucleo

è **COMPOSIZIONE** silicati di magnesio e ferro **SiMa**
peridotiti olivina, pirosseni, xenoliti

è **TEMPERATURA** diventa sempre più elevata
man mano che si scende in profondità

è **LIMITI**

↳ **discontinuità di Mohorovicic** limite tra crosta e mantello
non è alla stessa profondità in tutti i punti della Terra

- sotto gli oceani a 10 km
- sotto i continenti a 40 km
- sotto le catene montuose a 70 km

↳ **discontinuità di Gutenberg** limite tra mantello e nucleo 2900 km

è **DIVISIONE**

↳ **MANTELLLO SUPERIORE**

..... discontinuità di Repetti

↳ **MANTELLLO INFERIORE**

✦NB	MANTELLLO LITOSFERICO	la zona rigida del mantello superiore immediatamente sotto la Moho
✦NB	LITOSFERA	l'insieme della crosta e del mantello fino alla astenosfera
✦NB	ASTENOSFERA	strato tra i 70 e i 150 km parzialmente fuso le onde sismiche subiscono rallentamento

NUCLEO

Definizione Involucro più interno della Terra

è **LIMITE** **discontinuità di Gutenberg** limite tra mantello e nucleo 2900

è **COMPOSIZIONE** Nichelio e Ferro **NiFe**
Siderite

è **DIVISIONE**

- **NUCLEO ESTERNO**
- **discontinuità di Lehman** 5000 km
- **NUCLEO INTERNO**

è **STATO FISICO**

★ **Nucleo esterno** *fluido* non è attraversato dalle onde trasversali

★ **Nucleo interno** *solido* è attraversato dalle onde trasversali
è solido a causa della pressione molto alta

è **PRESSIONE** aumenta con la profondità
da 1400 kbar fino a 3600 kbar

è **DENSITA'** 10 g/cm³ 13 al centro della Terra

