

Sezione

I Pianeti

Testo Parte VIII

Argomenti trattati



TERRA

- Introduzione
- Atmosfera della Terra
- Composizione dell'atmosfera della Terra
- Il buco dell'ozono e l'effetto serra
- Andamento di temperatura e pressione nell'atmosfera terrestre
- Il campo magnetico terrestre
- Le fasce di Van Allen
- Variazioni del campo magnetico terrestre e nelle fasce di Van Allen
- Parametri orbitali e dati fisici della Terra
- Struttura interna della Terra
- Superficie della Terra
- Il vulcano Pinatubo
- I vulcani
- I terremoti
- La tettonica a placche



Iperastro- Il Sistema Solare-La Terra-Parte VIII



•Introduzione

La Terra è il terzo pianeta in ordine di distanza dal Sole ed il quinto come dimensioni. Ha un diametro di 12756 km e viaggia nel Sistema Solare, attorno al Sole, ad una velocità di 108000 km/h in 365,256 giorni.

Soltanto dal XVI° secolo, con Copernico, si è cominciato ad accettare che la Terra, da un punto di vista astronomico, fosse un pianeta come tutti gli altri. In particolare essa, accanto ad evidenti differenze, mostra molte analogie con i pianeti cosiddetti "*interni o terrestri*" e cioè Mercurio, Venere e Marte. A questi si può senz'altro affiancare la Luna per la sua composizione e l'evoluzione fisico - chimica.

Caratteristica comune ai pianeti "*terrestri*" è la presenza di crateri d'impatto. Nel caso di Venere e della Terra l'atmosfera provoca però fenomeni di erosione e smussamento che tendono a diminuirne il numero e la visibilità. Come la Terra e Venere, anche Marte possiede un'atmosfera per quanto tenue, mentre sulla Luna è assente e su Mercurio è quasi inesistente.

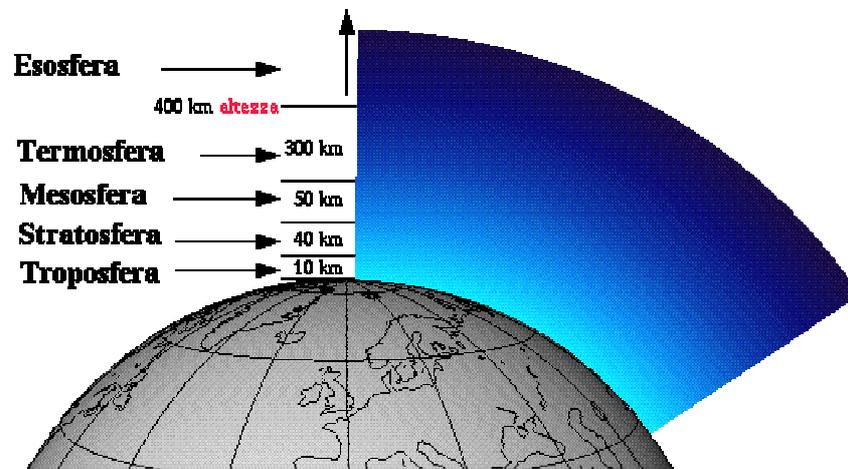
Tutti questi pianeti (e la Luna) hanno in comune un nucleo e un mantello esterno, al di sotto di una crosta sottile; procedendo dalla crosta al nucleo, aumentano sia la densità che la temperatura. La Terra è geologicamente attiva e questo si manifesta con la tettonica a zolle e quindi con la presenza di numerosi crateri vulcanici, caratteristica questa non comune nel Sistema Solare.

Il nucleo terrestre è fluido e composto principalmente da Ferro (Fe); ruota e la sua rotazione genera il campo magnetico della Terra per "*effetto dinamo*", che consente la trasformazione dell'energia di rotazione in energia magnetica.

La possibilità di osservare la Terra dall'alto tramite i satelliti artificiali ne ha permesso un monitoraggio continuo e completo. Le previsioni meteorologiche e lo studio del clima globale sono quindi diventate sempre più precise e permettono un controllo continuo delle condizioni di mantenimento della vita sul nostro pianeta.

La vita in tutte le sue espressioni si è evoluta sulla Terra nell'ultimo miliardo di anni. È sino ad oggi l'unico pianeta nel Sistema Solare in cui si è sviluppata e mantenuta secondo caratteristiche straordinarie ma legate alla "*fragilità*" del nostro ambiente.

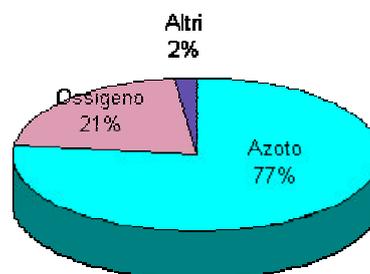
● *Atmosfera della Terra*



L'atmosfera è un guscio gassoso che si estende per oltre 1000 km di altezza al di sopra della superficie terrestre. Viene schematicamente divisa in cinque zone, dalla **Troposfera**, strato che va dalla superficie a circa 12 km di altezza, alla **Esosfera** che, a partire da 400 km di altezza, sfuma nello spazio interplanetario. Gli strati intermedi prendono il nome di **Stratosfera**, **Mesosfera** e **Termosfera**, in ordine di distanza dal suolo.

● *Composizione dell'atmosfera della Terra*

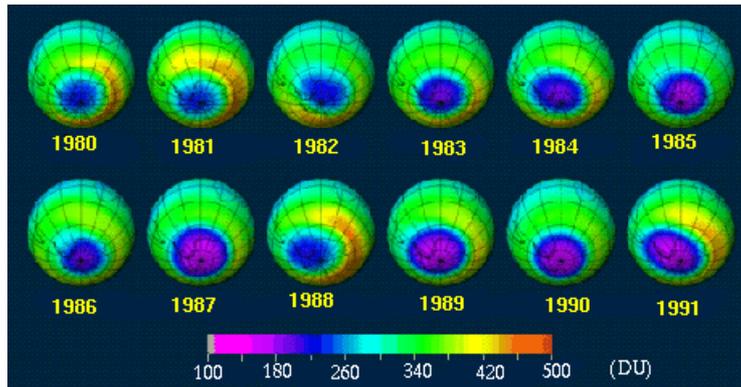
Composizione chimica dell'atmosfera terrestre



L'atmosfera terrestre è composta di azoto, per il 77% e ossigeno per il 21 %, ai quali si aggiungono, per circa il 2%, altri elementi (argon, biossido di carbonio, acqua). L'atmosfera è trasparente alla radiazione infrarossa (IR) e opaca alla radiazione ultravioletta (UV): quest'ultima produce quindi un riscaldamento dell'atmosfera stessa e provoca fenomeni di *ionizzazione* (nella ionosfera, tra 200 e 400 km). Una parte degli UV produce la dissociazione dell'ossigeno molecolare (O_2) in ossigeno atomico che successivamente si ricombina a formare **ozono** (nella ozonosfera, a circa 30 km di altezza). La presenza di ossigeno *libero* (cioè non in forma di composti) è importante dal punto di vista chimico: l'ossigeno è un elemento molto reattivo e in condizioni normali si combina velocemente con altri elementi. L'ossigeno nell'atmosfera terrestre è quindi prodotto dai processi legati alla vita.

●Il buco dell'ozono e l'effetto serra

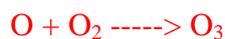
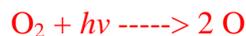
In questo periodo si parla molto di **buco dell'ozono**, due ampie zone al di sopra delle calotte polari, e in modo particolare di quella antartica, in cui si è misurata una costante diminuzione del contenuto di ozono. Per chiarire meglio il quadro complessivo, prima di parlare della sua mancanza è utile una breve descrizione dell'ozono e delle reazioni chimiche che lo coinvolgono.



Valore medio per il mese di ottobre della quantità di ozono sull'Antartide dal 1981 al 1991, in unità Dobson (DU).

L'Ozono

L'ozono (O_3) si forma in modo del tutto naturale nell'atmosfera: viene creato quando la radiazione ultravioletta proveniente dal Sole colpisce la stratosfera, spezzando le molecole di ossigeno (O_2) in atomi (O). L'ossigeno atomico si ricombina velocemente con le molecole di ossigeno circostanti, formando ozono, secondo le reazioni:



dove $1/\nu$ rappresenta la lunghezza d'onda della luce che colpisce l'atmosfera (in questo caso è minore o uguale a 240 nm) e h è la costante di Planck ($6.6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$).

Al livello del suolo l'ozono è un pericolo in quanto rappresenta il principale costituente del cosiddetto *smog fotochimico*. Nella stratosfera, però, è molto utile perché assorbe una parte della radiazione ultravioletta (UV), potenzialmente dannosa. L'ozono assorbe la radiazione UV, senza peraltro distruggersi, secondo le reazioni



La seconda reazione è molto più veloce di

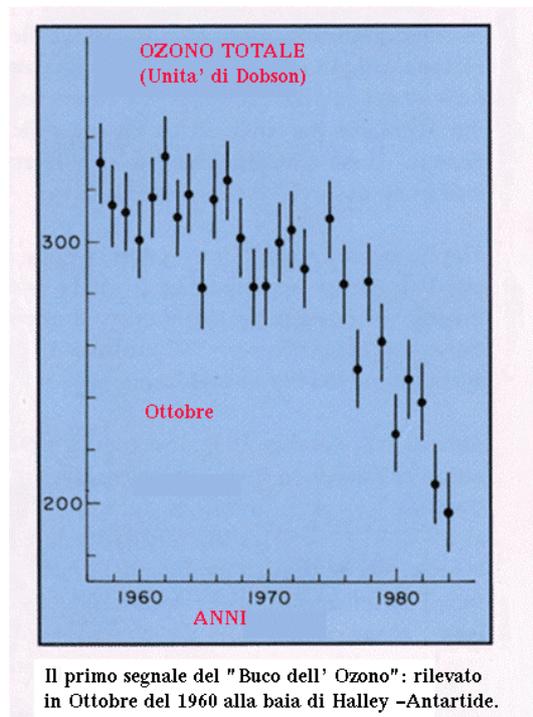


favorendo quindi la formazione di ozono piuttosto che di ossigeno molecolare.

● **Il buco dell'ozono**

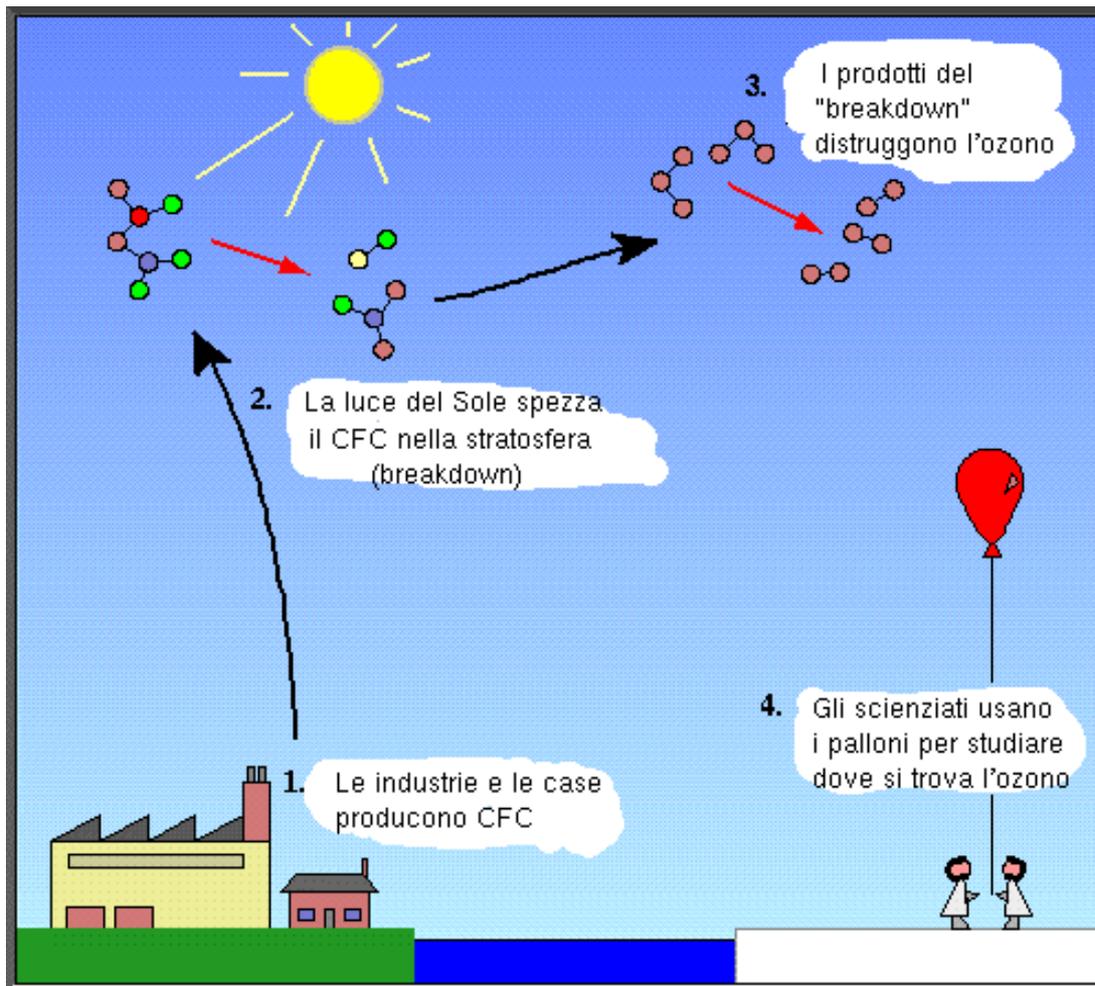
L'atmosfera della Terra è composta da diversi "gusci": l'ozono forma un guscio nella stratosfera, più sottile ai tropici, attorno all'equatore, e più denso verso i poli. La quantità di ozono, al di sopra di un punto qualsiasi della superficie terrestre, è misurata in "unità Dobson" (DU). Ai tropici si misurano valori di circa 260 DU mentre altrove si registrano valori più alti (fino a 300-350 DU) anche se le fluttuazioni stagionali sono abbastanza marcate.

Come si vede nel grafico in basso, la quantità di ozono stratosferico è stata ridotta, negli ultimi 15 anni, sopra l'Antartide e più recentemente sopra l'Artide, a causa dell'inquinamento dovuto ai CFC (Cloro Fluoro Carburi), ad alcuni composti alogeni legati ai CFC e ad ossidi di azoto (NO_x). È possibile osservare la variazione nel corso degli anni della quantità di ozono anche attraverso una [sequenza animata \(mpeg, 1MB\)](#), ottenuta al Center for Atmospheric Science dell'Università di Cambridge.



I CFC sono prodotti industriali comuni, usati nei sistemi di refrigerazione, nei condizionatori d'aria, negli aerosol (propellenti delle bombolette spray), nei solventi e in alcuni tipi di imballaggi. Gli ossidi di azoto sono un sottoprodotto dei processi di combustione, ad esempio nei reattori degli aerei.

Uno schema dell'azione del CFC, sintetico ma molto leggibile è mostrato nel disegno in basso.

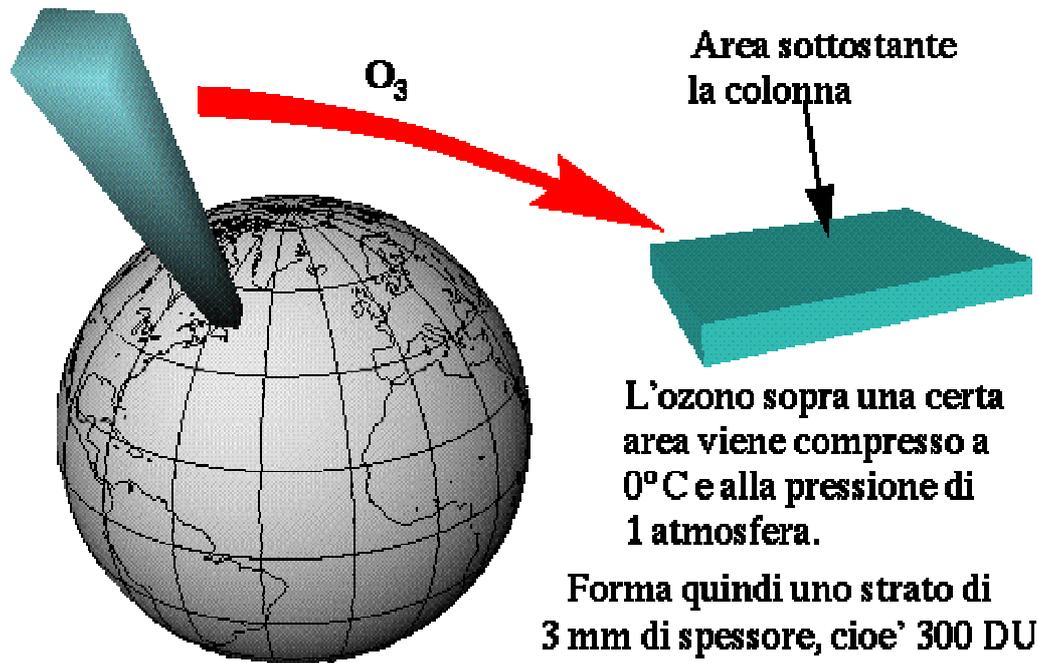


Informazioni derivate da: www.atm.ch.cam.ac.uk/tour/intro.html

•L'effetto serra

Nel periodo immediatamente successivo alla formazione della Terra, la presenza di anidride carbonica (CO₂) era quasi sicuramente molto superiore all'attuale; nel corso del tempo è stata tutta inglobata nelle rocce calcaree e, in misura minore, sciolta negli oceani e utilizzata dalle piante. La piccola quantità di CO₂ stabilmente presente nell'atmosfera gioca un ruolo importante nel mantenimento della temperatura superficiale della Terra, tramite l'effetto serra.

Definizione dell'unità Dobson :

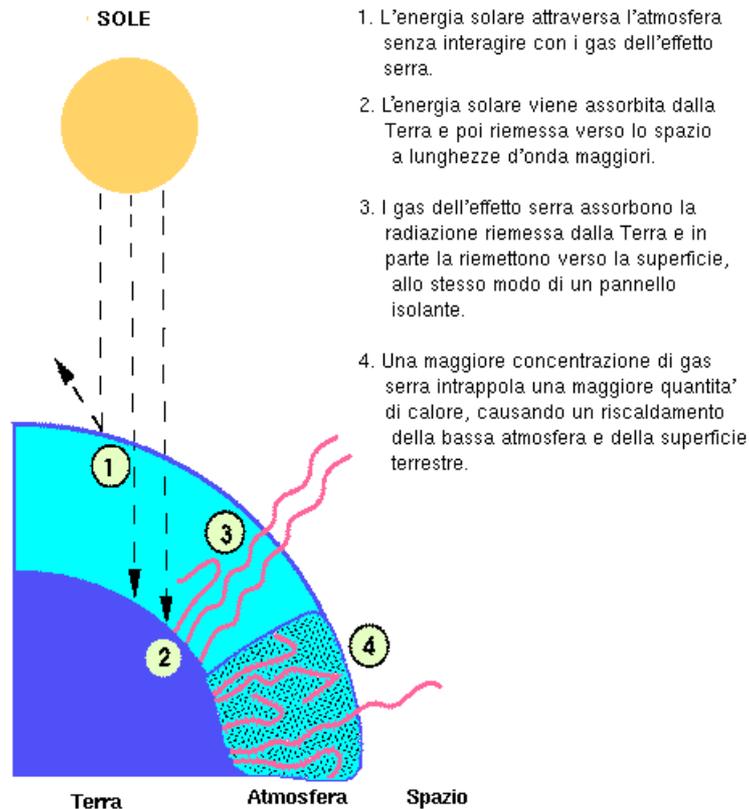


La figura mostra una colonna di aria, 10° x 5°, sopra il Labrador, in Canada. Se tutto l'ozono di questa colonna fosse compresso a temperatura e pressione normali (a 0° C e ad 1 atmosfera di pressione, o 1013.25 millibar), si formerebbe uno strato con spessore di circa 3 mm.

Una unità Dobson (1 DU) corrisponde ad uno spessore di 0.01 mm e quindi la quantità di ozono sopra il Labrador è circa 300 DU. Il nome di questa unità deriva da G.M.B. Dobson, uno dei primi studiosi dell'ozono atmosferico (tra il 1920 e il 1960). Ha progettato lo *spettrometro Dobson*, lo strumento standard per misure di ozono al livello del suolo.

Informazioni derivate da: www.atm.ch.cam.ac.uk/tour/dobson.html

Iperastro- Il Sistema Solare-La Terra-Parte VIII



Rappresentazione schematica dell'effetto serra

Nel periodo immediatamente successivo alla formazione della Terra, la presenza di anidride carbonica (CO₂) era quasi sicuramente molto superiore all'attuale; nel corso del tempo è stata tutta inglobata nelle rocce calcaree e, in misura minore, sciolta negli oceani e utilizzata dalle piante. La piccola quantità di CO₂ stabilmente presente nell'atmosfera gioca un ruolo importante nel mantenimento della temperatura superficiale della Terra, tramite l'effetto serra.

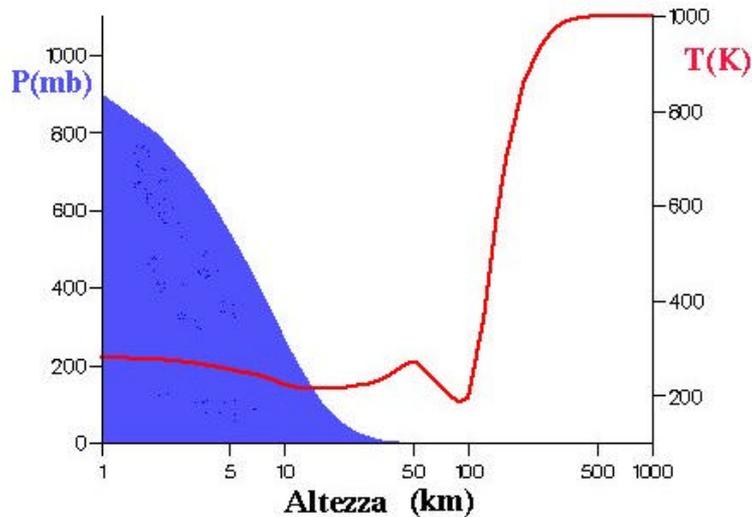
Informazioni derivate da: siksik.learnnet.nt.ca/Docs/TakethePlunge/Unit7A/greenhouse.html
edie.cprost.sfu.ca/~rhlogan/grenhaus.html www.isinet.it/greenworld/macro/serra.htm

• *Andamento di temperatura e pressione nell'atmosfera della Terra*

La **temperatura** dell'atmosfera vale circa 200 gradi assoluti (Kelvin, K. La relazione tra i gradi Kelvin ° K e i gradi centigradi ° C è: ° K = 273.15 + ° C) dal suolo a 40 km di altezza; tra 40 e 100 km mostra un aumento seguito da una diminuzione (*strato di inversione*) e da un nuovo forte aumento che, tra 100 e 1000 km di altezza, porta la temperatura a 1000 ° K. La **pressione** ha un valore di circa 900 millibar (mb) al suolo e diminuisce in modo continuo all'aumentare dell'altezza (1mb = 10⁵ pascal). Come si vede, il 90% della massa dell'aria della terra si trova

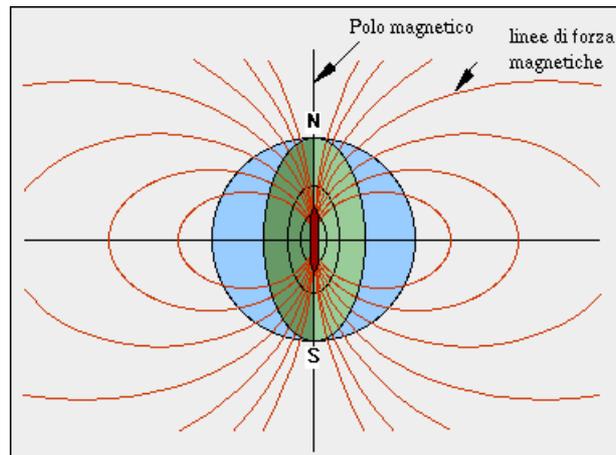
Iperastro- Il Sistema Solare-La Terra-Parte VIII

sotto i 10 km di altezza



Il magnetismo terrestre

• *Il campo magnetico terrestre*



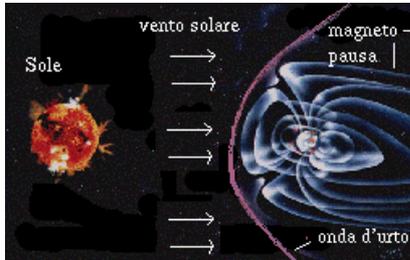
La terra si comporta come un dipolo magnetico, ossia come una calamita, le cui linee di forza generano attorno al pianeta un **campo magnetico**.

Il campo magnetico terrestre interagisce fortemente con il vento solare, fino al punto che, mentre fino ad un'altezza di 20000 km il campo magnetico è quasi esattamente quello di un dipolo, oltre questa distanza diventa asimmetrico, con le linee di forza deformate dalla parte del Sole. Il risultato complessivo è che il campo magnetico risulta confinato in una grande cavità detta **magnetosfera**. La magnetosfera ha, grossolanamente, la forma di una cometa con il "nucleo" posto tra il Sole e la Terra e la "coda" che si estende per oltre 100 raggi terrestri lungo la congiungente Sole-Terra.

Il bordo esterno della magnetosfera (la **magnetopausa**) si trova a circa 65000 km dal centro della Terra; questa distanza dipende però dal livello dell'attività solare.

Iperastro- Il Sistema Solare-La Terra-Parte VIII

Infatti, a causa della sua alta velocità, il vento solare genera un'onda d'urto (*qualcosa di simile al "bang" degli aerei supersonici*) quando entra in contatto con la magnetosfera e si forma una regione di forte instabilità tra il fronte dell'onda d'urto e la magnetopausa. Nei periodi di scarsa attività solare il fronte della magnetopausa si trova a circa 90000 km dal centro della Terra; in presenza di forte attività solare il fronte si sposta a circa 40000 km.



Le particelle che arrivano alla magnetosfera (cioè il vento solare) si muovono a spirale attorno alle linee di forza del campo magnetico terrestre ed oscillano tra i due poli magnetici (in realtà tra due punti *specchio* tra 70 e 75° di latitudine) in un tempo che va da 0.1 a 3 secondi. A questo moto veloce si aggiunge uno spostamento verso ovest delle particelle con carica positiva (protoni) e verso est di quelle con carica negativa (elettroni). Infine le particelle si accumulano in regioni, disposte lungo l'equatore magnetico, dette fasce di radiazione o fasce di Van Allen, dal nome del loro scopritore.

•Le fasce di Van Allen

Durante il viaggio delle particelle (protoni ed elettroni) nel campo magnetico terrestre, la traiettoria dipende dall'unione di due moti: la **rotazione** attorno alle linee del campo ed un contemporaneo **spostamento** lungo queste linee. Il risultato, come visto in precedenza (e come si deduce dalla figura in alto) è un moto a spirale. Con linee di forza tipiche, attaccate alla Terra ad entrambi gli estremi, succede che le particelle, che provengono dal Sole, sono trasportate verso l'atmosfera (cioè in basso, verso la Terra) dove subiscono forti collisioni con le particelle che compongono l'atmosfera, perdono quindi energia e si fermano.

Questo non succede nel caso del campo magnetico terrestre: infatti lo spostamento delle particelle lungo le linee di forza **rallenta** man mano che il campo diventa più forte (in vicinanza della Terra). Queste restano allora intrappolate per lungo tempo nelle zone dove il campo è minore (più lontano dalla Terra). Le zone in cui le particelle restano intrappolate prendono il nome di **fasce di radiazione**

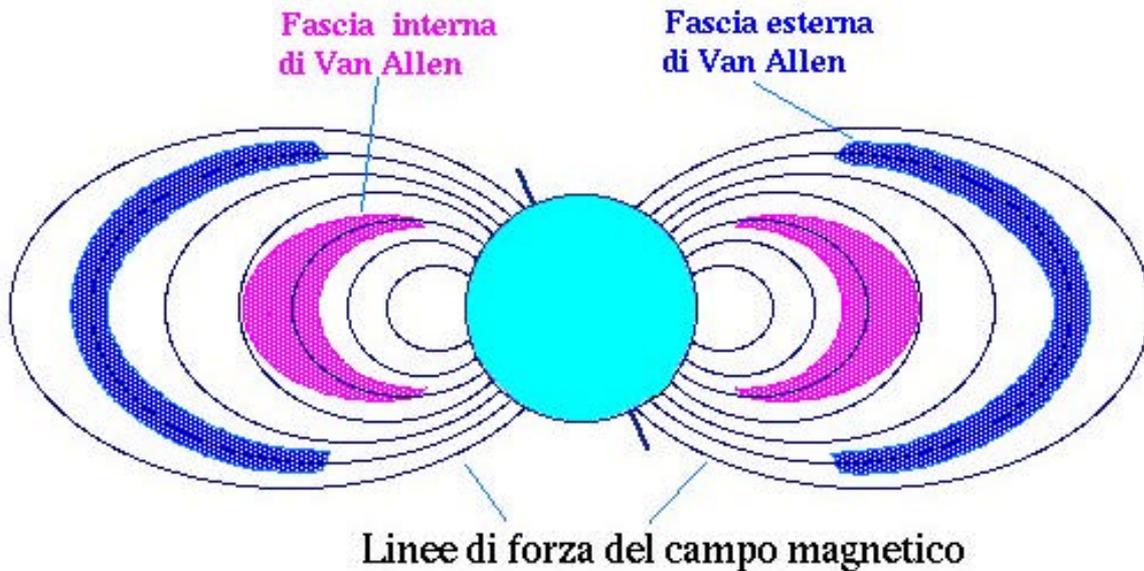
La scoperta delle fasce di radiazione.

Prima del 1958 gli scienziati sapevano che ioni ed elettroni potevano esser intrappolati dal campo magnetico terrestre, ma non che questo "intrappolamento" esistesse sempre. Al massimo pensavano che potesse verificarsi in occasione di forti tempeste magnetiche, per poi cessare di esistere dopo la fine delle tempeste stesse. Durante l'Anno Geofisico Internazionale (che durò in realtà due anni, 1957 e 1958) fu lanciato un satellite, l'Explorer 1, molto rudimentale, con a bordo un contatore geiger, costruito da Van Allen. L'apparecchio doveva servire a fare misure sui raggi cosmici ed ottenne buoni risultati ad altezze inferiori, mentre ad altezze maggiori non misurò alcuna particella. Un successivo satellite verificò che l'assenza di

Iperastro- Il Sistema Solare-La Terra-Parte VIII

conteggi (sinonimo di assenza di particelle) significava la presenza di una quantità di particelle talmente grande che lo strumento non era in grado di registrarle, segnalando "nessun conteggio": questa è la zona delle fasce di radiazione o **fasce di Van Allen**. Quest'ultimo satellite verificò anche che le fasce sono sempre presenti.

La Terra possiede due fasce di radiazione: una **fascia interna**, relativamente compatta, situata ad un'altezza di circa 3000 km e composta da protoni di alta energia (10-100 MeV), prodotti dagli urti tra i raggi cosmici e gli atomi dell'atmosfera.



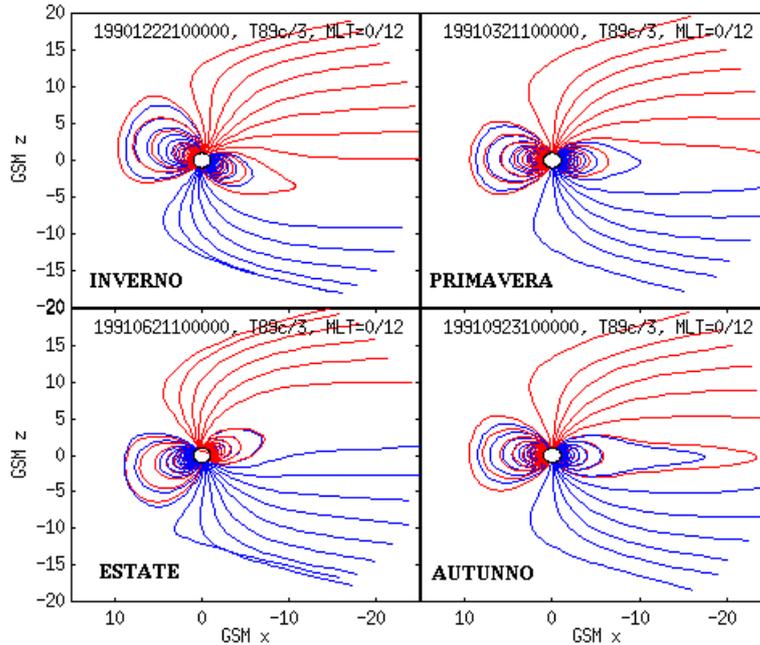
Da notare che particelle di tale energia perforano facilmente le pareti di satelliti e stazioni spaziali: le fasce di Van Allen sono zone che le imprese spaziali, con o senza uomini a bordo, devono evitare accuratamente.

Energia. L'energia degli ioni (protoni) e degli elettroni individuali, che spesso si muovono ad una frazione non trascurabile della velocità della luce, è tanto maggiore quanto maggiore è la loro velocità. Energie come questa sono misurate in **elettronvolt (eV)**: gli elettroni nelle aurore boreali hanno un'energia di 1000 - 15000 eV (o 1- 15 KeV); i protoni della fascia interna di circa 50 milioni di eV (50 MeV). Per confronto, l'energia delle molecole di aria nell'atmosfera è soltanto di 0.03 eV.

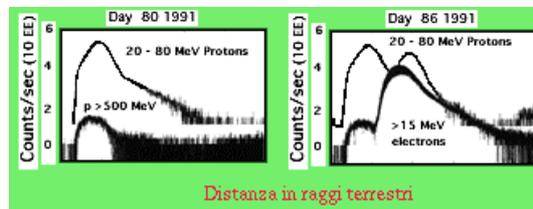
Esiste poi una **fascia esterna**, una vasta regione costituita da protoni ed elettroni di energia molto inferiore. A differenza di quanto accade nella fascia interna, la popolazione fluttua notevolmente (il numero delle particelle non è costante nel tempo) in funzione dell'attività solare e della stagione. Quando le tempeste magnetiche trasferiscono dalla magnetosfera alla fascia forti flussi di particelle, il loro numero cresce per poi diminuire all'estinguersi della tempesta.

Iperastro- Il Sistema Solare-La Terra-Parte VIII

• *Variazioni nel campo magnetico terrestre e nelle fasce di Van Allen*



Variazioni stagionali del campo magnetico terrestre



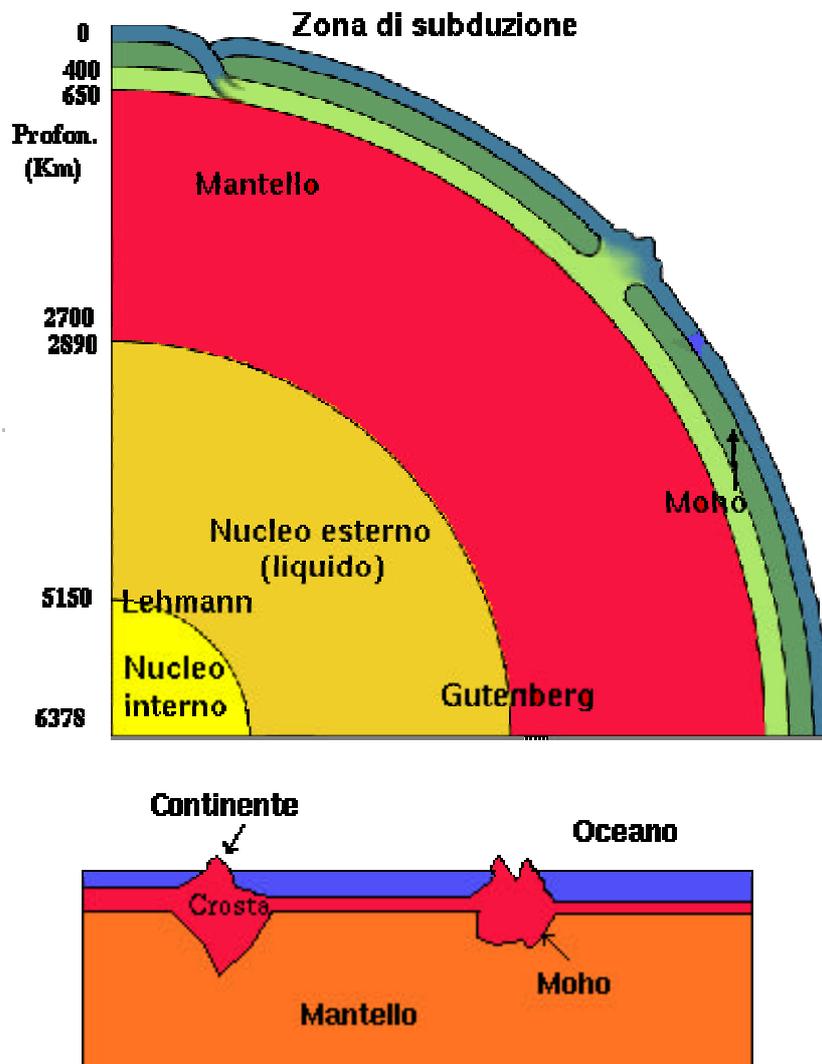
Il profilo delle fasce di radiazione, osservato prima e dopo una tempesta magnetica nel marzo 1991. L'asse orizzontale misura la distanza dalla Terra, in raggi terrestri e l'asse verticale misura l'intensità della radiazione. La curva più in alto si riferisce ai protoni di alta energia (20-80 MeV). Prima della tempesta questa curva mostra un solo massimo, corrispondente alla fascia interna. Dopo ne ha due, essendo il secondo massimo la fascia di radiazione esterna resa più intensa dalla tempesta magnetica.

• ***Tablelle della Terra***

Parametri Orbitali
Distanza dal Sole (U.A.) =1.0
Distanza dal Sole (km) =149 600 000
Periodo di rivoluzione (anni) =1.0
Periodo di rivoluzione (giorni) =365.256
Eccentricità=0.01675
Inclinazione rispetto all'eclittica =0 ° 0 '
Velocità orbitale media (km/sec) =29.80
Dati fisici
Massa (gr) =5.976 · 10 ²⁷
Massa (Terra=1) =1
Raggio equatoriale (km) =6 378
Raggio equatoriale (Terra=1) =1
Densità media (gr/cm ³) =5.52
Densità media (Terra=1) =1
Volume (Terra=1) =1
Ellitticità =0.0034
Accelerazione di gravità (m/sec ²) =9.78
Accelerazione di gravità (Terra=1) =1
Velocità di fuga (km/sec) =11.18
Periodo di rotazione =23h 56m 4s
Inclinazione sul piano dell'orbita =23.45 °
Albedo=0.37
Numero satelliti =1

• *Struttura Interna della Terra*

La struttura interna della Terra è caratterizzata da una serie di gusci sferici concentrici, di spessore variabile. La prima immagine che viene alla mente è quella della cipolla: nel caso della Terra, però, non sono presenti salti improvvisi nelle caratteristiche degli strati, tranne che a tre livelli di profondità. Ci sono, in sintesi, tre superfici di discontinuità in corrispondenza delle quali le onde sismiche cambiano improvvisamente velocità di propagazione. Questi cambiamenti di velocità rappresentano variazioni di composizione chimica o di temperatura e pressione o di stato di aggregazione della materia.



Iperastro- Il Sistema Solare-La Terra-Parte VIII

La prima

di queste superfici, detta Mohorovicic o Moho, si trova tra 5 e 70 *km* di profondità e delimita il sottile strato iniziale della struttura interna terrestre: quanto si trova al di sopra della Moho si chiama crosta.

La seconda

discontinuità, detta di Gutemberg, si trova a circa 2900 *km* di profondità. Si chiama mantello quanto si trova tra la Moho e questa discontinuità. Al di sotto della discontinuità di Gutemberg, e fino al centro della Terra si trova il nucleo.

La terza

superficie, quella di Lehmann, si trova a circa 5100 *km* e divide il nucleo in due parti: *nucleo esterno e nucleo interno*.

Crosta

È la parte più superficiale dell'interno terrestre; il suo spessore varia da 5 a 10 *km* in corrispondenza degli oceani, dove è costituita da rocce basaltiche coperte da sedimenti, e tra 20 e 70 *km* sotto i continenti, dove è costituita da rocce essenzialmente granitiche, più leggere dei basalti.

Mantello

È uno strato che si estende da poco sotto la crosta ad oltre la metà del raggio terrestre. In questo spessore, che costituisce il 67 % della massa e l'83% del volume della Terra, si hanno significative variazioni di pressione e temperatura. Esse determinano una stratificazione interna al mantello con un passaggio graduale da uno strato all'altro, il che fa pensare ad una composizione quasi uniforme.

Nucleo

A circa 3000 *km* di profondità, in corrispondenza della discontinuità di Gutemberg, si osserva un brusco cambiamento nella velocità delle onde sismiche, segno di mutamento nella composizione chimica. Da questa profondità inizia il nucleo che si estende fino al centro della Terra. I materiali che lo compongono hanno densità comprese tra 10 e 16 g/cm^3 (da confrontare con 2,7÷ 3,3 della crosta e circa 5,5 g/cm^3 come media su tutto il volume della Terra). Un modello abbastanza accettato stabilisce che il nucleo è formato da composti del ferro, quasi certamente mescolato con silicio e nichel. A circa 5000 *km* di profondità si osserva una nuova discontinuità (detta di Lehmann), che indica non tanto una variazione di composizione chimica, quanto una differenza di stato fisico: infatti si pensa che oltre questo limite il nucleo (detto *nucleo interno*) sia rigido ed elastico come un solido, mentre al di sopra della discontinuità (*nucleo esterno*) sia liquido. Il nucleo esterno è un conduttore di elettricità e questo fatto, abbinato al moto di rotazione della Terra, produce il campo magnetico terrestre

Iperastro- Il Sistema Solare-La Terra-Parte VIII

per effetto dinamico. In questa zona sono presenti moti convettivi che trasportano calore verso il mantello.

● *Superficie della Terra*

La superficie della Terra è stata ed è modificata da eventi connessi con l'atmosfera o con lo spazio interplanetario e da fenomeni derivati dalla continua evoluzione del suo interno: tra i primi possiamo ricordare l'azione della pioggia e del vento e i crateri dovuti ad impatto di meteoriti o piccoli asteroidi delle più varie dimensioni, mentre all'interno terrestre dobbiamo i vulcani, i terremoti, la tettonica delle placche.



I principali argomenti riguardanti la superficie della Terra trattati maggiormente in dettaglio sono:

i crateri da impatto

i vulcani

i terremoti

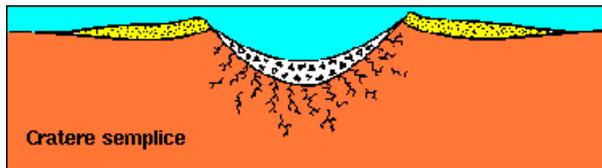
la tettonica delle placche

I crateri da impatto



I crateri da impatto sono una caratteristica dei pianeti *terrestri* e della Luna: sono strutture geologiche che si formano quando un meteorite, un asteroide o una cometa colpiscono un pianeta o un satellite. Tutti i pianeti interni sono stati pesantemente colpiti nel corso della loro storia e il risultato è ben visibile sulla Luna, su Marte e su Mercurio, dove i processi geologici si sono fermati molto tempo fa. Sulla Terra, che è stata colpita più duramente della Luna, l'evoluzione geologica ha provocato l'erosione e la sedimentazione (il riempimento) dei crateri da impatto, fino al punto che se ne riescono ad identificare solo 120, la maggior parte dei quali in zone geologicamente stabili.

Iperastro- Il Sistema Solare-La Terra-Parte VIII



I crateri da impatto si distinguono, in base al loro aspetto, in due gruppi: i crateri semplici sono relativamente piccoli e con il fondo arrotondato; la loro profondità è 5-7 volte inferiore al diametro.



I crateri complessi sono crateri più larghi nei quali la gravità ha fatto precipitare le pareti, inizialmente ripide, fino a formare strutture centrali (tipo picchi o anelli). Il rapporto tra profondità e diametro è in questo caso di 1:10 - 1:20

Le immagini di questa pagina sono tratte da: http://gdcinfo.agg.emr.ca/crater/world_craters.html, colorate e tradotte in italiano.

●Il vulcano Pinatubo



●I vulcani

I magmi, insieme di rocce fuse di diversa composizione chimica, si formano tra 30 e 100 km di profondità e sono soggetti a moti che tendono a portarli verso la superficie. A volte riescono ad uscire dando origine a fenomeni imponenti noti come eruzioni vulcaniche. Il vulcanismo si presenta con modalità molto differenti che dipendono dalla struttura fisica e chimica del magma e dal suo contenuto gassoso. Infatti le bolle di gas tendono a salire, trascinando con loro il magma fino a farlo traboccare all'esterno (il magma che esce all'esterno si chiama lava).

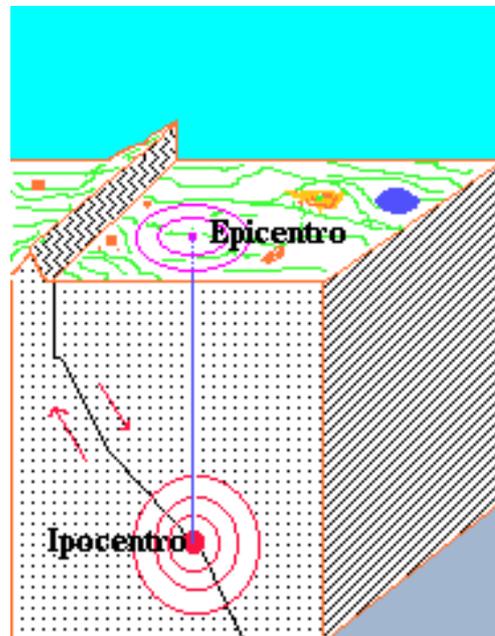
Iperastro- Il Sistema Solare-La Terra-Parte VIII

Raffreddandosi, il magma "costruisce" un monte che prende il nome di vulcano.

In traboccamenti, o eruzioni, successivi la struttura costruita dal magma può diventare imponente e, nel caso di attività vulcanica sottomarina, possono essere costruite intere isole che emergono dal mare.

La maggiore attività vulcanica si localizza al confine tra le placche, dove più forti sono le spinte meccaniche e quindi la possibilità che si aprano varchi dai quali la lava possa uscire. La struttura di un vulcano è costituita da una camera magmatica, nella quale si accumula il magma in attesa di avere sufficiente pressione, e un camino, lungo il quale (o i quali, se sono più d'uno) viene convogliato il magma. I prodotti dell'attività vulcanica, oltre alla lava, sono i lapilli e le ceneri.

•I terremoti



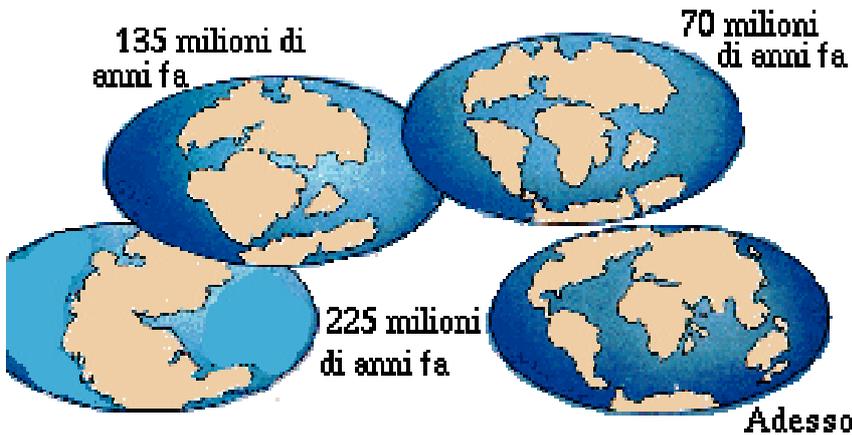
Il terremoto è un fenomeno caratterizzato dallo spostamento di masse rocciose (fenomeno tettonico); in superficie si presenta come un'improvvisa vibrazione generata dalla liberazione di energia nelle profondità della Terra. L'energia meccanica liberata si propaga tramite onde elastiche: se le rocce investite dall'onda si fratturano, si ha un'onda sismica che si propaga abbastanza velocemente attraverso la Terra. Le onde sismiche sono di tre tipi: onde P, onde S ed onde L. Le onde P e le S hanno origine nell'ipocentro, il punto profondo dove si è formata la frattura e sono rispettivamente onde longitudinali (di compressione) e trasversali, mentre le onde L si propagano dall'epicentro, il punto sulla superficie terrestre posto sulla verticale dell'ipocentro e sono le responsabili delle distruzioni provocate dai terremoti.

Iperastro- Il Sistema Solare-La Terra-Parte VIII

	<i>magnitudo</i>	<i>energia(Kg tritolo)</i>	<i>N° /anno</i>
<p><i>Un terremoto si misura tramite una grandezza, detta magnitudo, riferita all'energia sviluppata all'ipocentro. La scala di magnitudo, o scala Richter, è riportata nella tabella a lato. L'intensità del terremoto, espressa dalla scala Mercalli che utilizza dieci livelli, dà una valutazione degli effetti prodotti dal terremoto. Questa misura, però, dipende dalla distanza del terremoto: infatti a distanze diverse si producono effetti distruttivi diversi. è quindi una misura meno attendibile della magnitudo.</i></p>	=8.0	6×10^{11}	0.1 ÷ 0.2
	=7.4	--	4
	7.0 ÷ 7.3	2×10^{10}	15
	6.2 ÷ 6.9	--	100
	5.5 ÷ 6.1	6×10^8	500
	4.9 ÷ 5.4	2×10^7	1400
	4.3 ÷ 4.8	--	4800
	3.5 ÷ 4.2	6×10^5	30 000
	2.0 ÷ 3.4	1×10^4	800 000

Il disegno del terremoto è stato rifatto seguendo un analogo schema in: "Fantini, Menotta Monesi, Piazzini: Il pianeta che vive. Bovolenta ed., Ferrara"

•La tettonica delle placche



La teoria della tettonica delle placche si basa sulla considerazione che la litosfera, un guscio sottile che ricopre tutta la superficie terrestre, non è una struttura continua: è costituita da zone, dette placche, isolate e in moto relativo l'una rispetto alle altre. Il movimento è garantito dai moti convettivi (simili a quelli che si generano nell'acqua che bolle) che si hanno nella astenosfera, lo strato fluido immediatamente sottostante la litosfera. Le placche, alcune delle quali costituiscono la base su cui poggiano i continenti, si spostano continuamente, cambiando l'aspetto della Terra.

Iperastro- Il Sistema Solare-La Terra-Parte VIII



Le placche più rilevanti sono le 12 riportate nella mappa e solo alcune corrispondono ai continenti. Il moto di una placca, rispetto alla placca adiacente, è detto *convergente* quando le placche si avvicinano; *divergente* quando si allontanano e *trascorrente* quando le placche, a contatto in una zona detta faglia, scorrono una di fianco all'altra. Un esempio di moto convergente si ha in Italia, dove la placca africana spinge quella euroasiatica; in questi casi una delle placche (quella che spinge) si incunea sotto l'altra, esercitando forti pressioni e conseguenti corrugamenti della crosta che si manifestano come terremoti di forte intensità. Un esempio di moto trascorrente è quello della faglia di Sant'Andrea, in California, dove la placca pacifica e quella nord americana scorrono, la prima verso nord-ovest e la seconda verso sud-est. Lungo i confini dove le placche interagiscono si hanno forti tensioni meccaniche esercitate sulle rocce e violenti terremoti quando queste rocce si frantumano e l'energia accumulata viene rilasciata. I moti divergenti generano aree di "mancanza di litosfera" che sono riempite con magma il quale, raffreddandosi, produce nuova crosta (litosfera). In un'altra zona i moti saranno concorrenti, con conseguente dissolvimento di crosta (che si incunea), per cui la quantità totale di litosfera non cambia in modo apprezzabile.