EURESIS, associazione per la promozione della cultura e del lavoro scientifico, presenta:

Alle fonti dell'ENERGIA

Dalla natura risorse per il cammino dell'uomo

Si parla molto di energia, ma quasi si ammutolisce di fronte alla domanda: *che cos'è l'energia?*
È un bene che si compra e si vende, per il quale si combattono guerre, si programmano economie, si sviluppano programmi di ricerca.
Eppure anche gli scienziati più geniali e i politici più smaliziati vacillano davanti alla semplice domanda: di che si tratta? La mostra introduce a una comprensione quanto più possibile diretta del fenomeno dell'energia, realtà enigmatica e dalle molteplici forme. Con varie esperienze interattive viene messa in luce la straordinaria proprietà della conservazione dell'energia e vengono mostrati *i diversi volti che essa è capace di assumere* trasformandosi con disinvoltura dall'uno all'altro. La disponibilità di varie forme di energia potenzialmente utilizzabili è il risultato di una serie di condizioni favorevoli e tutt'altro che scontate in cui si trova il nostro ambiente terrestre e cosmico.
La mostra sorprende *la bellezza e la ricchezza della realtà naturale che ci consente di fare uso costruttivo dell'energia.*

La coscienza delle risorse naturali come di un dono inestimabile introduce a una *posizione attenta e realistica* nei confronti delle risorse stesse e dell'ambiente, per accompagnare e sostenere il cammino dell'uomo.

Mostra realizzata e organizzata da:
Meeting per l'amicizia fra i popoli

2004 meeting rimini 25

Redazione scientifica e Realizzazione
Agrari: T.Villa,
Biologi: S.Mazzucchelli
Biotecnologi: M.Benetti, L.Caffino, M.Gregori, C.Magnani, A.Martellosio, E.Mazzantini, M.Pellegatta, P.Rossi, M.Salina, L.Tagliabue
Chimici: D.Prosperi, S.Ronchi
Fisici: T.Bellini, M.Bersanelli, P.Bolzoni, M.Caggioni, S.Cacchioli, E.Chierici, P.Ferrario, G.Gorini, C.Lenardi, R.Lippi, D.Maino, T.Mazza, E.Mereghetti, G.Nava, O.Nicrosini, J. Parravicini, V.Perelli, S. Pezzati, M.Rotunno, A.Sandrinelli, E.Sindoni, C.Sozzi, C.Tamarindi, G.Vianello, G.Zambon G.Zanchetta
Geologi: S.Mazzola, N.Pajola, S.Pellini, F.Serra
Ingegneri: M.Beghi, F.Ponti
Naturalisti: M.Nova
Scienziati dell'ambiente: F.Angelini, C.Bellusci, F.Nigro, F.Novati, E.Quaia, S.Radaelli, C.Simonetti
Scienziati dei materiali: E.Moltrasio, A.C.Nale
Disegni: A. Leonardi, L.Ranzani
Coordinamento Marco Bersanelli, Elio Sindoni, Carlo Sozzi, Giovanni Zambon, Marco Di Biase
Architetto Enrico Magistretti
Grafica Dario Assi
Stampa catalogo Scuola Grafica Salesiana Milano

LA NATURA ALLEATA DELL'UOMO

"L'inventare non è altro che un vero trovare"

(Alessandro Manzoni)

Agli albori del cammino umano l'uso controllato del fuoco costituì un passo enorme. Da allora la natura si è sempre dimostrata generosamente predisposta ad accompagnare lo sviluppo dell'uomo con nuove risorse energetiche, capaci di sostenere i suoi crescenti livelli di conoscenza e di tecnologia.

Oggi siamo in grado di utilizzare la natura e le sue leggi fisiche a livelli nemmeno concepibili soltanto pochi secoli fa.

Abbiamo imparato a individuare e sfruttare svariate fonti di energia, dai combustibili fossili al calore terrestre, dalla gravità al gas combustibili, dal vapore al vento, dall'energia solare a quella atomica.

Vista notturna della città di Londra, da satellite

L'ENERGIA SI SVELA

Fermate quel carrello!!!

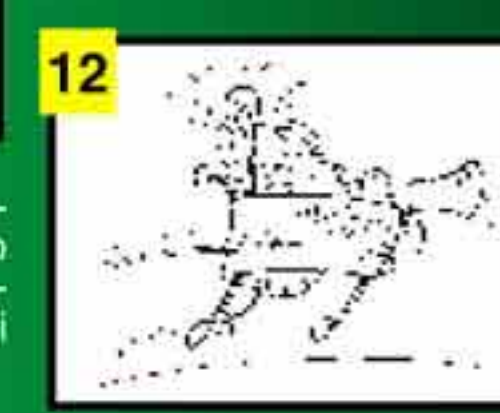
È impossibile fermare il carrello senza modificare in qualche modo l'ambiente circostante

Se il carrello perde le ruote per l'eccessiva velocità, inizia a strisciare sul pavimento, emettendo scintille, finchè si ferma. Cosi' facendo, però, si è scaldato e con lui anche il pavimento..

Oppure può fermarsi contro una molla, comprimendola. In questo caso, subito dopo riprende a muoversi nella direzione opposta.

Incontrando degli ostacoli può ugualmente fermarsi, urtandoli e trasferendo loro il suo movimento.

Una frenata più lenta e ordinata, potrebbe essere provocata da una dinamo da bicicletta. In questo caso possiamo approfittarne per produrre luce e far funzionare una sirena, illuminando il locale e allarmando i presenti.



Non si può fermare il carrello "a costo zero". È come se il moto del carrello portasse con sè qualche proprietà non facilmente eliminabile: l'arresto del carrello ha prodotto calore, deformazione, ulteriore movimento, luce, suono... Un'attenta analisi rivela che c'è un sottile bilancio tra la diminuzione del moto e la produzione degli effetti, e dimostra la presenza di qualcosa che si trasferisce dal carrello in moto all'ambiente. È l'energia, che in tutti gli avvenimenti descritti dal fumetto cambia volto senza che cambi la sua quantità totale. L'energia, nonostante sia una quantità difficile da vedere e da immaginare, si impone proprio per la sua straordinaria proprietà di conservarsi nel tempo.

UNA QUANTITÀ DAI MILLE VOLTI

È nelle trasformazioni o nei trasferimenti da un corpo all'altro che l'energia si svela, presentandosi in una grandissima varietà di forme:

ENERGIA GRAVITAZIONALE → MOVIMENTO

Il trenino delle montagne russe, quando è in cima alla salita, è quasi fermo. Ma non appena inizia a scendere, acquista velocità riuscendo addirittura a fare un giro della morte senza dover ricevere spinte.

ENERGIA ELASTICA → MOVIMENTO

Attenzione, l'elastico della fionda è pronto a scagliare il sasso alla velocità di un proiettile.

MOVIMENTO → CALORE

Nel film Apollo 13 si vede in maniera spettacolare come l'attrito della navicella con l'atmosfera trasformi parte del suo moto in calore.

RADIAZIONE ELETTROMAGNETICA → CALORE

Il perfido Sid sfrutta la radiazione solare per bruciare la fronte del povero Woody. I raggi del Sole, concentrati su un oggetto, lo possono incendiare.

TRASFERIMENTO DI CALORE

È evidente dove è andato a finire il calore del corpo di Arthritic cowboy!

ENERGIA CHIMICA → MOVIMENTO

In un motore a scoppio, i prodotti della combustione della benzina si espandono nei cilindri, generando movimento.

ENERGIA ELETTRICA → CALORE

Durante i temporali si accumulano cariche elettriche di segno opposto tra le nuvole e il terreno, finché avviene la scarica. L'intensa corrente elettrica arroventa i materiali che attraversa.

Ogni volta che gli oggetti interagiscono tra loro (la fionda con il sasso, il Sole con ciò che scalda,...) si scambiano energia. È proprio in questo modo che l'energia ci mostra i suoi mille volti.

LA VIA DELL'ENERGIA

REVERSIBILE

In quale successione sono state riprese le immagini in ciascuna serie?
Non abbiamo alcun criterio per determinare quale dei tre istanti dell' oscillazione venga per primo. In effetti non sappiamo neppure dire la direzione del moto del pendolo.

IRREVERSIBILE

L'immagine del proiettile che si avvicina al blocco d'acciaio è sicuramente la prima.
Non solo, sappiamo anche indicare la direzione del moto dei frammenti del proiettile dopo la collisione.

Una gomma bucata che si sgonfia, la batteria della macchina che si scarica, una foresta che si incendia, ma anche un profumo che si diffonde nella stanza, l'inchiostro che viene assorbito dalla carta, la stufa che riscalda la casa. La nostra vita è piena di eventi irreversibili.

La nostra percezione del tempo deriva da ciò che vediamo, sperimentiamo e ci aspettiamo che possa accadere.

G.Balla Trasformazione forme e spiriti (1918)

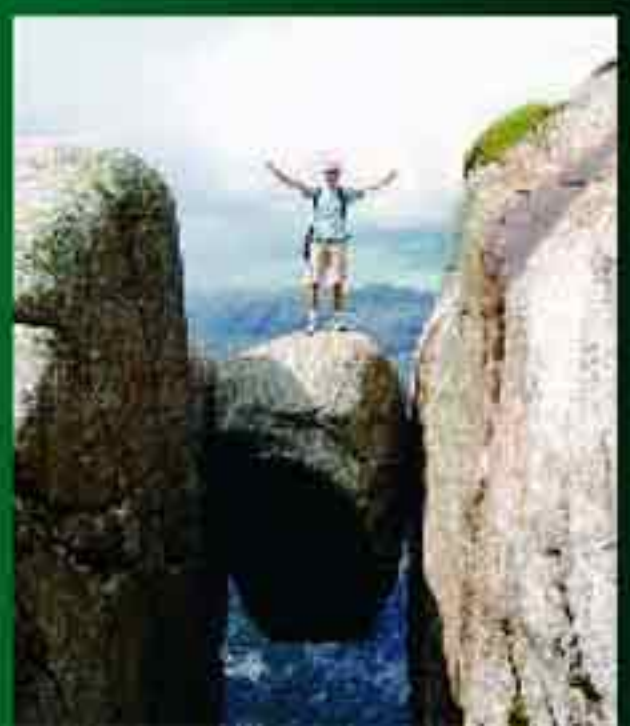
**L'irreversibiltà si mostra anche nelle trasformazioni dell'energia:
è molto più facile ottenere calore da altre forme di energia che non viceversa.**

"I fenomeni fisici sono tutti reversibili? Evidentemente no! Provate soltanto a "de-strapazzare" un uovo! Proiettate un film all'indietro e dopo pochi minuti tutti staranno ridendo. La caratteristica più naturale di tutti I fenomeni è la loro irreversibilità"
Richard Feynmann

In un incendio l'energia intrappolata nei legami chimici del legno si diffonde nell'ambiente distribuendosi sotto forma di calore e radiazione

In ultima analisi questo accade perché l'energia, non appena ne ha la possibilità, tende spontaneamente a scappare da dove è più concentrata e a disperdersi, distribuendosi nel modo più omogeneo tra tutti gli oggetti in gioco...

.... ma non sempre ne ha la possibilità



ENERGIA E MATERIA

DUE FACCE DELLA STESSA MEDAGLIA

La teoria della relatività ristretta di Einstein, secondo la quale la velocità della luce ha sempre lo stesso valore comunque la si produca e la si osservi, ha molte conseguenze sorprendenti. Per esempio, gli orologi in movimento appaiono scandire il tempo più lentamente e gli oggetti in movimento risultano più corti nella direzione del moto, e l'effetto è tanto più evidente quanto più alta è la velocità. Nella vita di tutti i giorni non ce ne accorgiamo, ma nei laboratori, dove gli scienziati possono accelerare particelle di materia a velocità molto vicine a quella della luce, questi effetti vengono verificati.

La previsione più straordinaria della teoria della relatività ristretta riguarda però l'energia, ed è racchiusa nella famosa formula: $\mathbf{E = mc^2}$

Questa è probabilmente la formula più famosa di tutta la Fisica: significa che l'energia (E) è uguale al prodotto della massa (m) per la velocità della luce (c) al quadrato. Essa può essere letta in due direzioni: da una parte prevede che l'energia possa essere utilizzata per generare massa, dall'altra che la massa possa essere convertita in energia. Prevede, in altri termini, "l'equivalenza" tra massa ed energia.

L'energia è una quantità poco intuitiva, la cui definizione è complessa a causa degli svariati volti che essa può assumere.

Ciononostante, l'energia si impone come una quantità straordinaria a causa della sua convertibilità tra diverse forme e della sua invarianza nel tempo.

L'equivalenza massa-energia appare, sulla scala delle nostre esperienze, molto "sbilanciata": l'energia necessaria per mandare in orbita uno Shuttle è dell'ordine di 10^{13} Joule, pari a un paio di decimi di grammo, ovvero all'incirca pari alla massa di un mirtillo.

L'energia che proviene dal Sole è prodotta dalla conversione di 4 milioni di tonnellate di massa ogni secondo; questa è circa la massa d'acqua contenuta nel lago Trasimeno

(Boccioni, "Quelli che vanno", 1911)

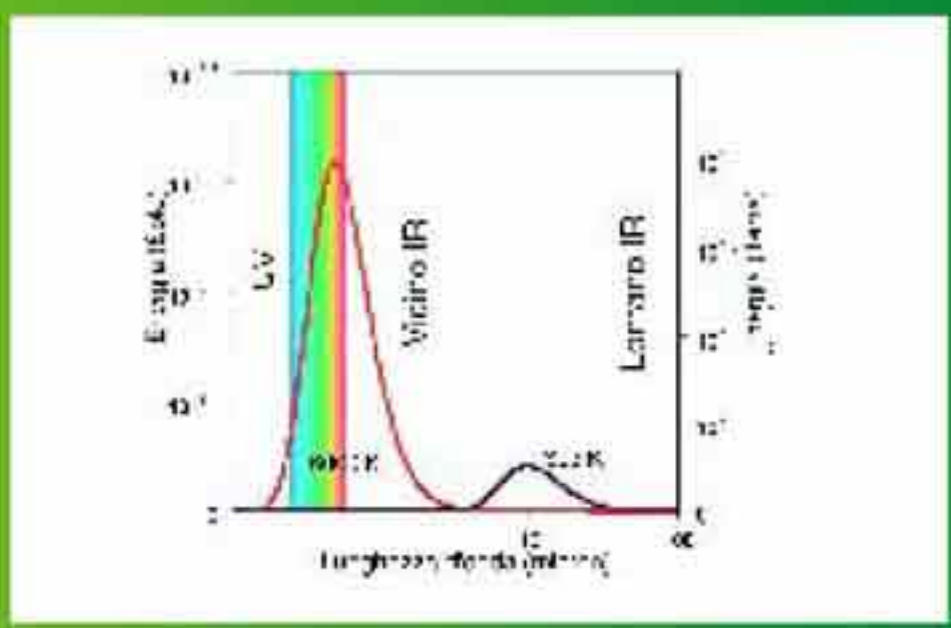
(E. Hopper, "Gas Station",1940)

Rispetto alla massa, una quantità molto più intuitiva anche a causa della sua "ovvia" invarianza, l'energia ci appare una grandezza sfuggente.

Eppure, le sorprendenti conclusioni della fisica moderna ci rivelano che energia e massa sono la stessa cosa.

QUANTI WATT DAL SOLE?

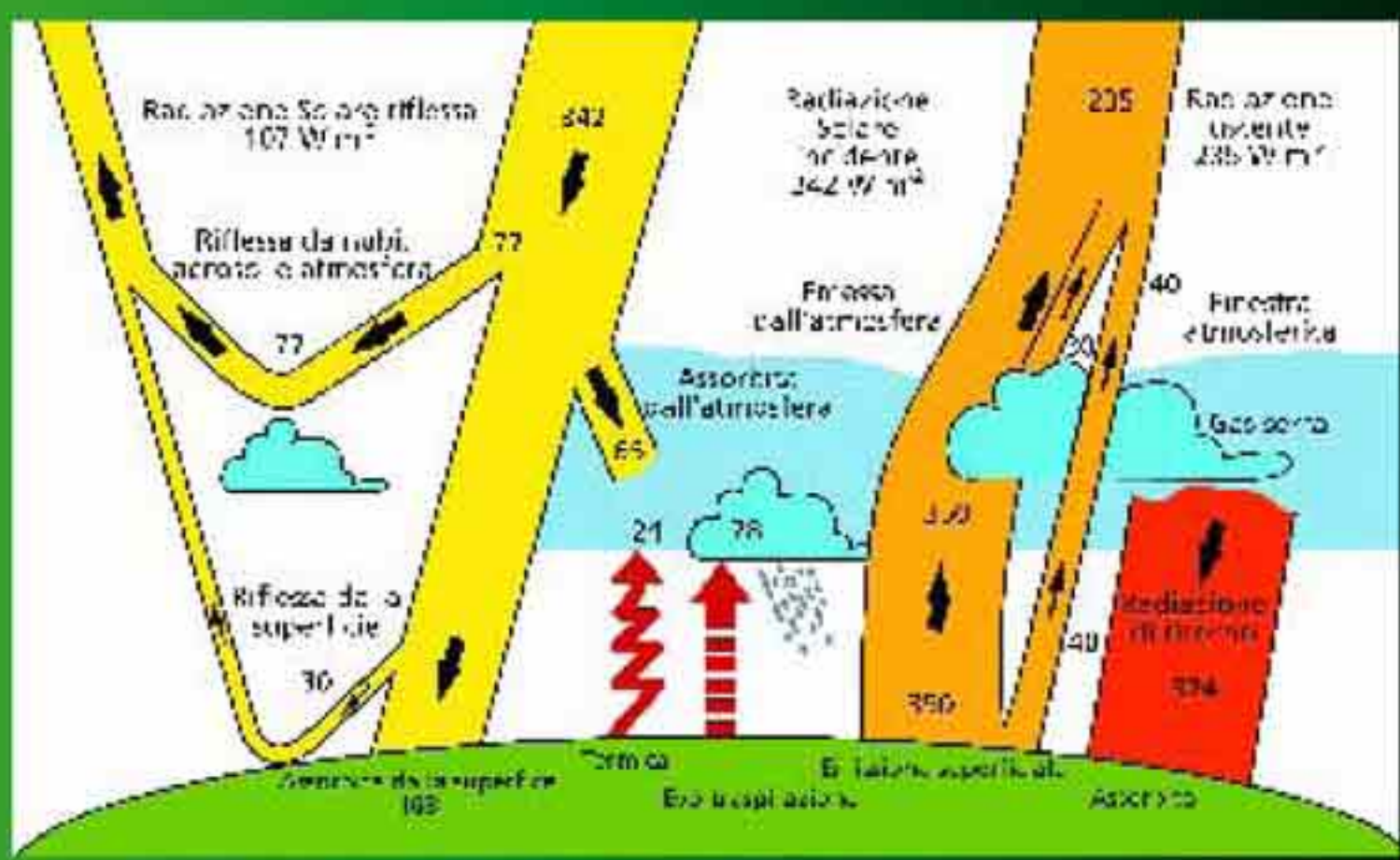
La radiazione proveniente dal Sole costituisce da sola il 99.998% dell'energia totale ricevuta dal sistema Terra-Atmosfera (il restante 0.002% è costituito dai raggi cosmici, dal fondo cosmico di microonde e da effetti gravitazionali). Quest'energia è circa 15000 volte la quantità totale di energia prodotta da parte dell'uomo e questo nonostante l'enorme distanza che ci separa dal Sole (circa 150 milioni di chilometri) per cui solo mezzo miliardesimo del totale di energia prodotta giunge alla Terra.



Lo spettro di emissione di una stella dipende dalla sua temperatura. Per il Sole (6000K) l'emissione è massima nel visibile. La Terra è molto più fredda (per fortuna): la sua emissione è massima nell'infrarosso.

La costante solare indica la quantità di energia solare che in 1 secondo arriva su una superficie di 1 m^2 posta al limite superiore dell'atmosfera e orientata perperdicolamente ai raggi solari. Essa vale 1367 W/m^2 corrispondenti a 257.5 $kcal/cm^2$ all'anno. Quest'energia è emessa massimamente nella regione del visibile.

L'energia solare ricevuta al secondo dalla Terra equivale all'energia prodotta dalla combustione di 16 milioni di barili di greggio.



Non tutta la radiazione solare incidente raggiunge la superficie della Terra. Circa un terzo è riflessa nello spazio (per le nubi, vapor acqueo e dalla superficie stessa), 67 W/m^2 sono invece assorbiti dall'atmosfera che quindi si riscalda. Alla fine solo 168 W/m^2 sono assorbiti e contribuiscono al riscaldamento della superficie della Terra. A causa di questo riscaldamento, la superficie emette 390 W/m^2 di radiazione nell'infrarosso (vedi riquadro in alto). Parte di questa (350 W/m^2) viene assorbita dall'atmosfera e parzialmente riemessa verso la superficie (effetto serra). A chiudere il bilancio energetico (la Terra ha una temperatura pressoché costante) entrano in gioco altri fenomeni di trasporto di calore: il moto turbolento degli strati alti dell'atmosfera e il trasporto di calore latente nei processi di condensazione-evaporazione che portano alla formazione delle nubi.

IL CALORE INTERNO

...dal centro della Terra ai nostri piedi!

Il flusso di calore proveniente dall'interno della Terra caratterizza lo stato energetico del pianeta

Durante la formazione del pianeta, circa 4500 milioni di anni fa', si accumulò nel nostro mondo un'enorme quantità di calore dato da

calore iniziale al momento della sua formazione
+
calore prodotto dalla successiva differenziazione gravitazionale in nucleo e mantello

La radioattività naturale (in particolare il decadimento degli isotopi di Potassio, Uranio e Torio) non faceva e fa tuttora altro che incrementare la combustione interna del globo.

QUESTA ENERGIA TERMICA STA LENTAMENTE DISPERDENDOSI

Sono soprattutto le correnti convettive nel mantello a trasferirla dalle profondità del nucleo alla superficie, come l'acqua che bolle in una pentola

I moti convettivi sono il motore della Tettonica a placche, meccanismo prevalente a causa del quale la Terra perde calore.

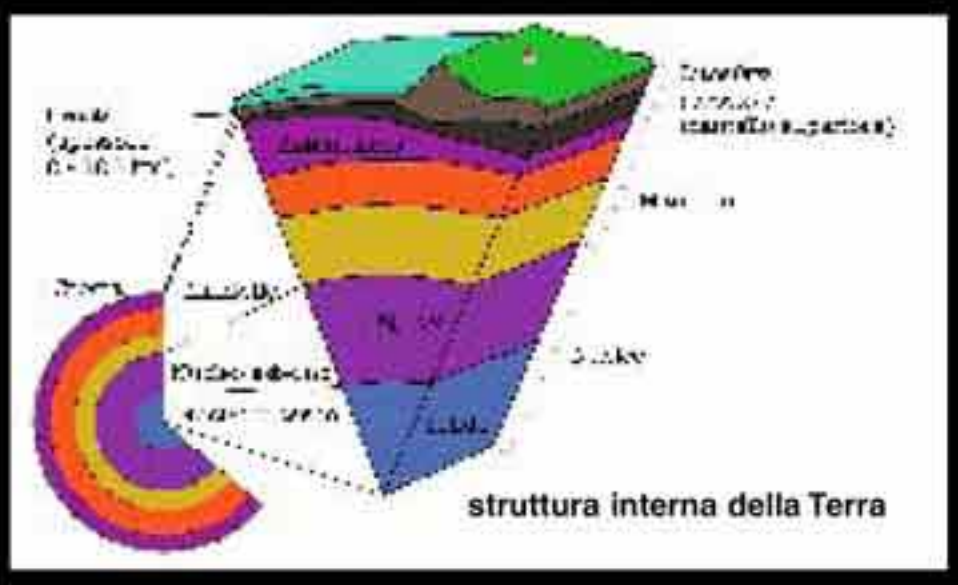
BILANCIO TERMICO DELLA TERRA

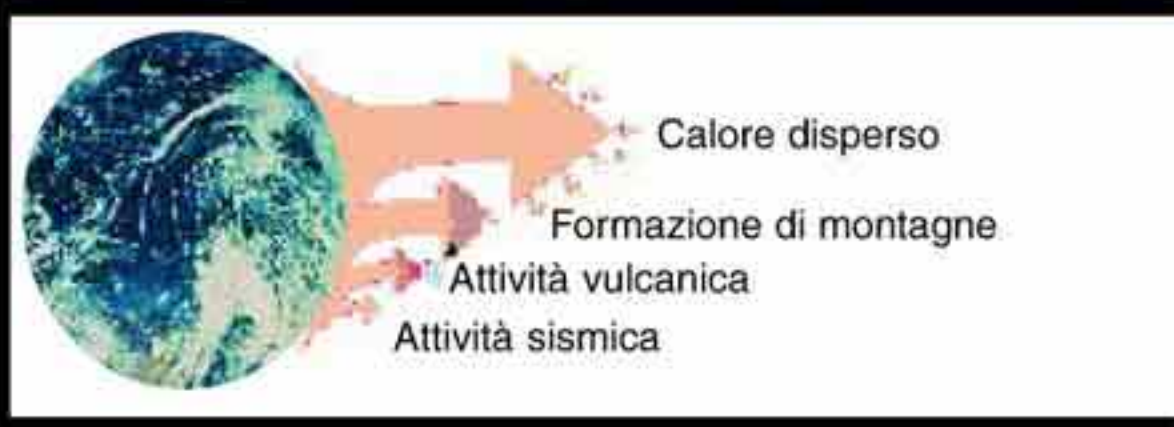
La sorgente di energia che mantiene la convezione nel mantello superiore deve in ogni caso essere notevolmente maggiore dell'energia meccanica di movimento delle placche che si spende per alimentare su tutta la superficie terrestre:

- l'attività sismica → 33,6 miliardi di Watt
- l'attività vulcanica → 76 miliardi di Watt
- l'attività orogenica (formazione montagne) 230 miliardi di Watt

Sommando questi valori si ha circa 340 miliardi di Watt, VALORE SENSIBILMENTE MINORE del flusso proveniente dall'interno della Terra che è pari a 31400 miliardi di Watt.

La temperatura aumenta con la profondità (GRADIENTE GEOTERMICO)
di circa 1°-5° C ogni 100 metri negli strati più superficiali e meno negli strati più profondi (inferiore a 0,5° C per km)
L'aumento di temperatura con la profondità è verificato nelle miniere o durante la perforazione di pozzi e gallerie





IL FLUSSO TERMICO TERRESTRE COMPLESSIVO è di 31400 MILIARDI DI WATT pari a circa 0,06 Watt/m^2

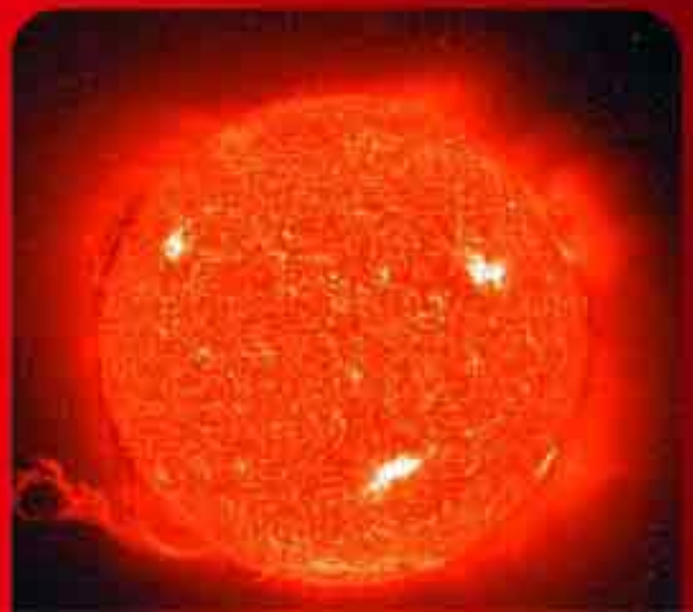
CIRCA 6000 VOLTE INFERIORE AL CALORE PROVENIENTE DAL SOLE

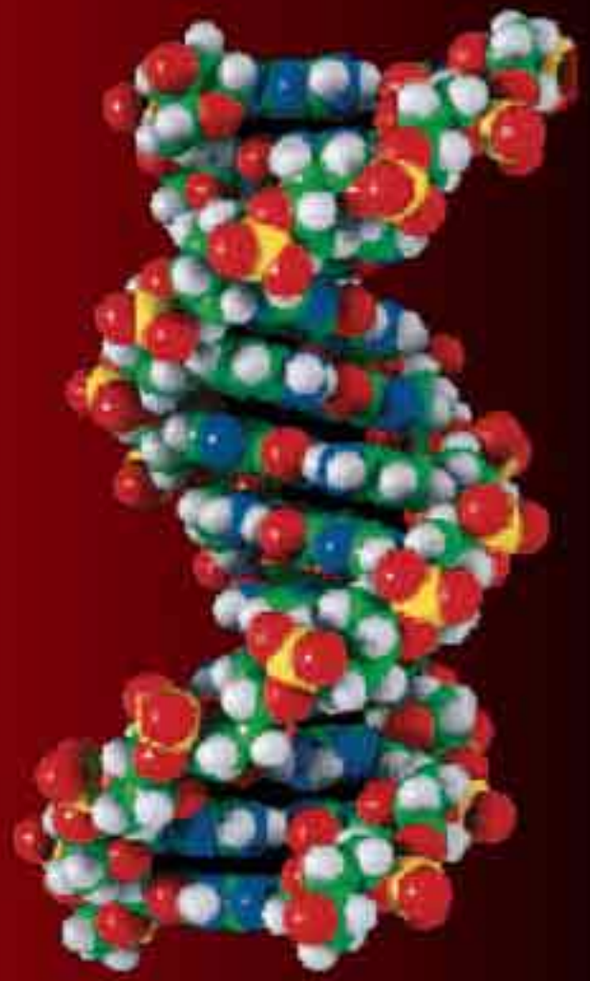
ENERGIA PER LA VITA

L'energia a noi accessibile viene ultimamente dalla radiazione solare e dalla materia di cui è composto il nostro pianeta.

La vita sussiste grazie a un utilizzo sapiente e parsimonioso dell'energia nei delicatissimi scambi che avvengono incessantemente a livello microscopico all'interno delle cellule, seguendo strade incredibilmente complesse.

Ma perché l'energia possa essere impiegata a favore della complessità e della vita biologica occorrono condizioni estremamente raffinate. È grazie alla stabilità eccezionale del flusso di energia sulla Terra che la vita ha potuto evolvere e mantenersi sul nostro pianeta.





La nostra esistenza fisica
in ogni istante
si appoggia su questo gioco sottilissimo
di scambi energetici

DIO VIDE CHE LA LUCE ERA COSA BUONA

e separò la luce dalle tenebre

(Genesi 1:4)

Non siamo noi gli autori e i padroni del mondo.
Più conosciamo la realtà creata, più aumenta la nostra ammirazione nel guardarla.