

Lez11 041115

# L'energia

- descrive **QUALUNQUE** trasformazione
  - FISICA
  - CHIMICA
  - BIOLOGICA
- Definizione: *la capacità di un sistema di compiere **LAVORO**, ovvero di compiere trasformazioni da uno stato iniziale a uno stato finale*
  - *Non ci interessa sapere se e come può avvenire la trasformazione*

# *Il concetto di energia*

L'energia è una grandezza fisica "costruita" teoricamente perché *utile ed economica*

Le caratteristiche che rendono l'energia un concetto utile ed economico:

- ha *forme diverse*
- si può *trasformare* da una forma all'altra
- può essere *trasferita* da un oggetto all'altro
- può essere *immagazzinata*
- passando e trasformandosi l'energia *fa cose utili*
- si *conserva*
- si *degrada*

# Conservazione dell'energia TOTALE

Abbiamo visto situazioni in cui viene trasferita energia tra corpi e sistemi, proprio come si trasferisce denaro da un conto all'altro.

In tutti i casi si può sempre verificare (sperimentalmente) da dove viene l'energia coinvolta; ciò induce a pensare che l'energia non può apparire e scomparire come per magia.

In un linguaggio formale, abbiamo sempre verificato che l'energia obbedisce al

**principio di conservazione dell'energia TOTALE, intesa come somma dell'energia meccanica, dell'energia termica e di ogni altra forma di energia interna distinguibile dall'energia termica**

$$L = \Delta E_{\text{mecc}} + \Delta E_{\text{th}} + \Delta E_{\text{int}}$$

❑ L'energia meccanica comprende quella cinetica e ogni altra forma di energia potenziale (gravit., elastica o di qualsiasi altro tipo)

❑ L'energia interna comprende tutte le forme di energia non riconducibili agli altri due (es: elettrica, nucleare, di legame chimico, etc)

Il principio di conservazione dell'energia non proviene da principi più generali, ma è il risultato INDOTTO da moltissime esperienze, cui tutt'oggi non è mai stata trovata eccezione

# Sistemi isolati ed energia totale

Quando parliamo di sistemi isolati, vogliamo dire che non possono avvenire scambi di energia tra il sistema e l'ambiente esterno, in tal caso  $L=0$  e si ha

$$0 = \Delta E_{\text{tot}} = \Delta E_{\text{mecc}} + \Delta E_{\text{th}} + \Delta E_{\text{int}}$$

L'energia totale di un sistema isolato non puo' cambiare  
MA...

ENTRO un sistema isolato possono avvenire molti trasferimenti di energia, p. es. tra energia cinetica e potenziale o tra energia cinetica e termica, in modo che il totale resti costante

# Energia Elettrica da ... Il Vento

**Germania in testa  
con 4000 MW**



**Italia al 5° posto  
con 280 MW**

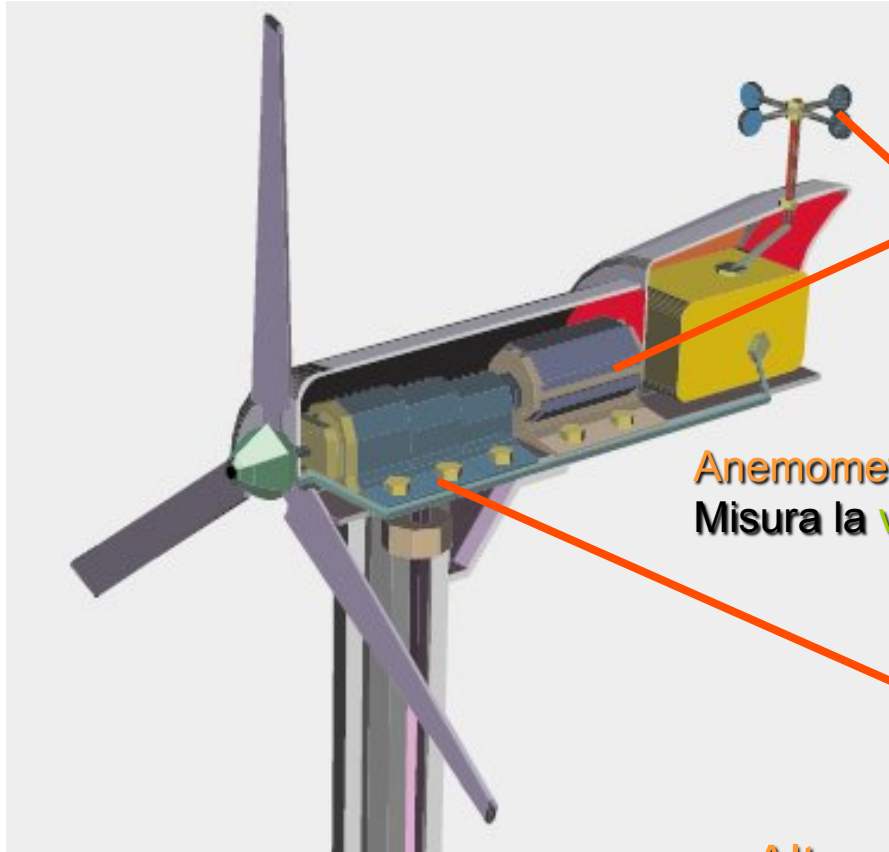
**La stessa produzione con  
una centrale a carbone  
emetterebbe nell'atmosfera  
22000 t di CO<sub>2</sub>,  
125 t di anidride solforosa  
43 t di ossido di azoto**

**Una fattoria del vento  
può produrre fino a 20  
milioni di kWh  
all'anno, sufficienti per  
7000 famiglie.**

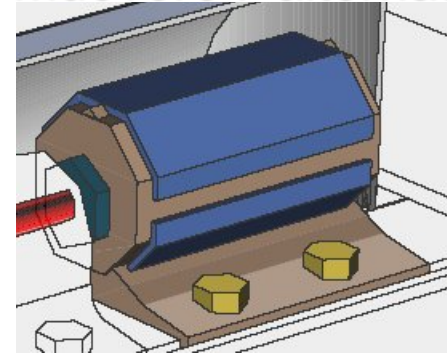
# Aerogeneratore

## Aerogeneratore

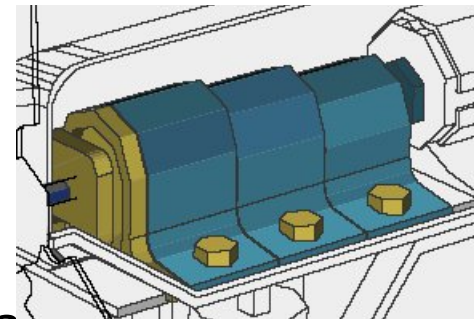
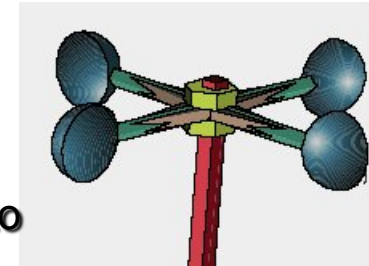
Funziona con un vento da 10 a 60 km/h  
Produce 500-600 kW



**Anemometro:**  
Misura la **velocità** del vento



**Moltiplicatore:**  
Trasforma la rotazione lenta delle pale fino a 1500 giri/m per muovere l'alternatore

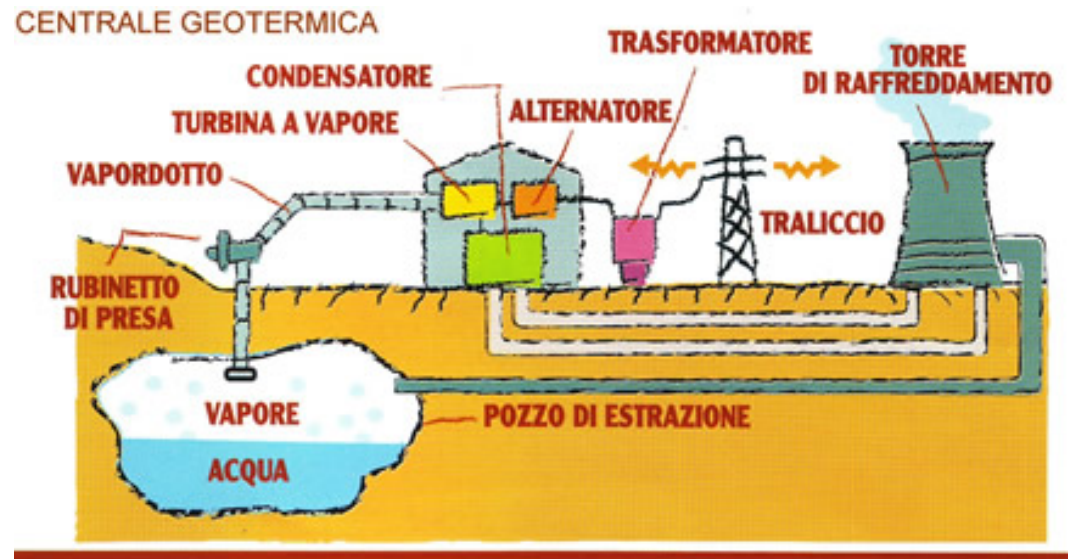


**Alternatore:**  
Converte energia **meccanica** in **elettrica**



# Energia elettrica da ...

## Calore della terra - Geotermia



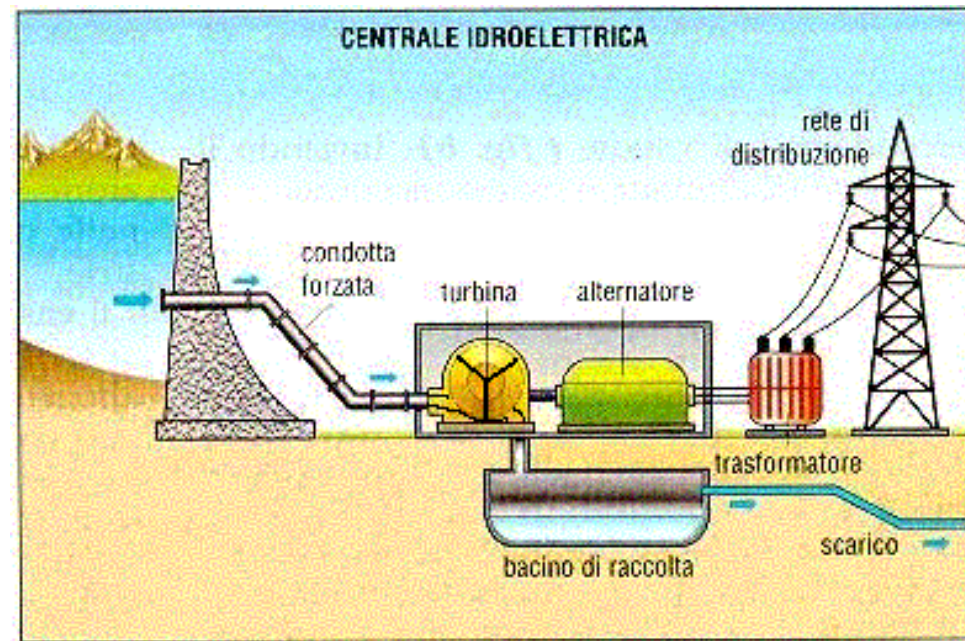
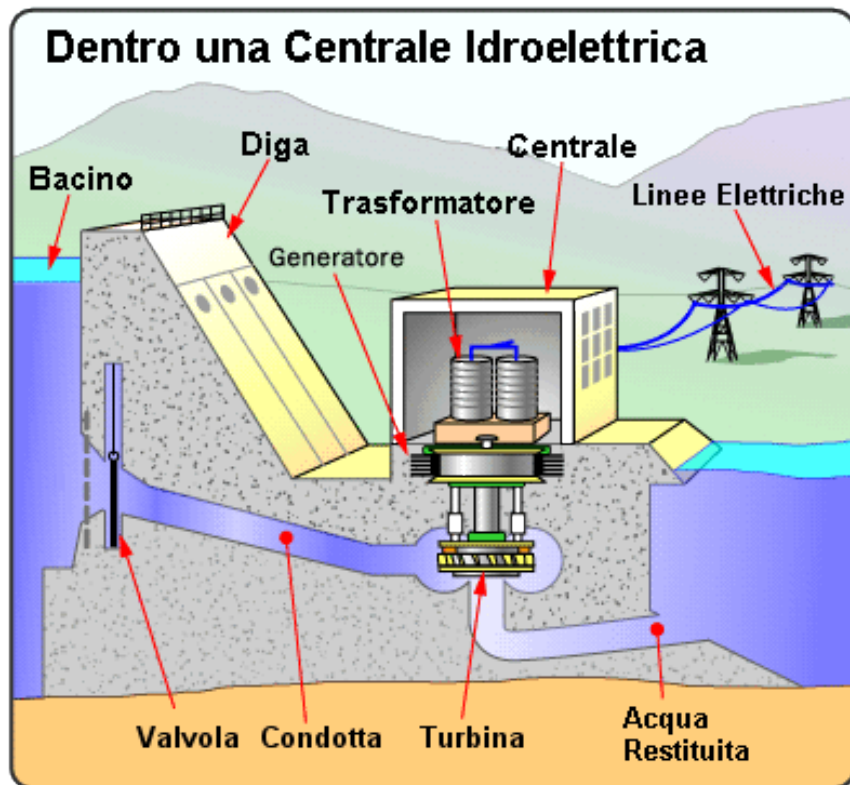
La risorsa geotermica è costituita da **acque sotterranee** che, a contatto con **rocce ad alte temperature**, si riscaldano.  
È sfruttata anche per **riscaldare case e serre**



# Energia Elettrica da ...

## Bacini montani – Centrale idroelettrica

**En. Potenziale >> En. Cinetica >> En. Elettrica**



# Energia Elettrica da ...

## Energia Chimica - Pila



La Pila di Volta

Walkman, orologi, cellulari, pace-maker, motori di avviamento di auto e motorini sono alimentati da pile o da accumulatori.

Forniscono **energia elettrica** a spese dell' **energia chimica**, attraverso **reazioni chimiche** che avvengono al loro interno

# Energia chimica nei sistemi biologici



**Tutti gli esseri viventi  
necessitano di energia  
per vivere.  
Essa proviene dal cibo**

# Energia chimica nel cibo

**Dovuta ai legami esistenti fra atomi e molecole che compongono alimenti, combustibili, esplosivi, e che sono detti legami chimici.**

## Energia chimica nel cibo

<b>Frutta, verdura</b>	<b>Molto bassa</b>
<b>Latte</b>	<b>Bassa</b>
<b>Carne</b>	<b>Media</b>
<b>Cereali</b>	<b>Alta</b>
<b>Oli, grassi</b>	<b>Molto alta</b>



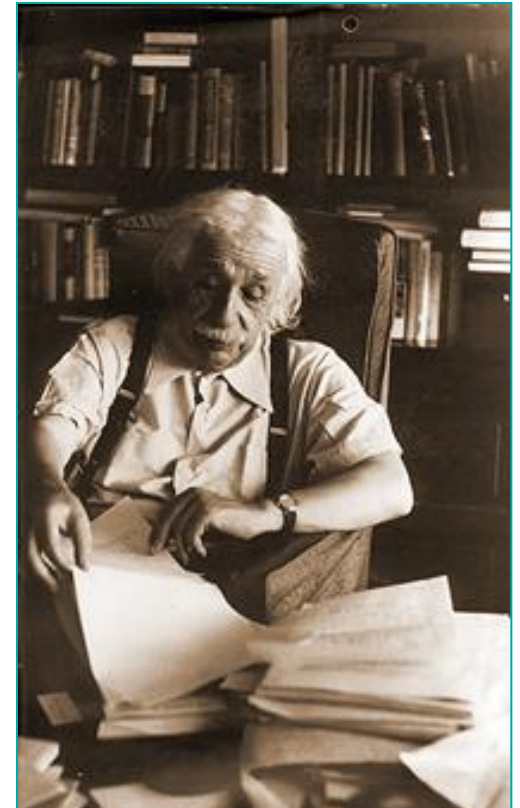
# Energia Elettrica da ...

## Energia Nucleare

Deriva dalla rottura e ricomposizione dei legami fra i protoni e i neutroni che formano i nuclei atomici.

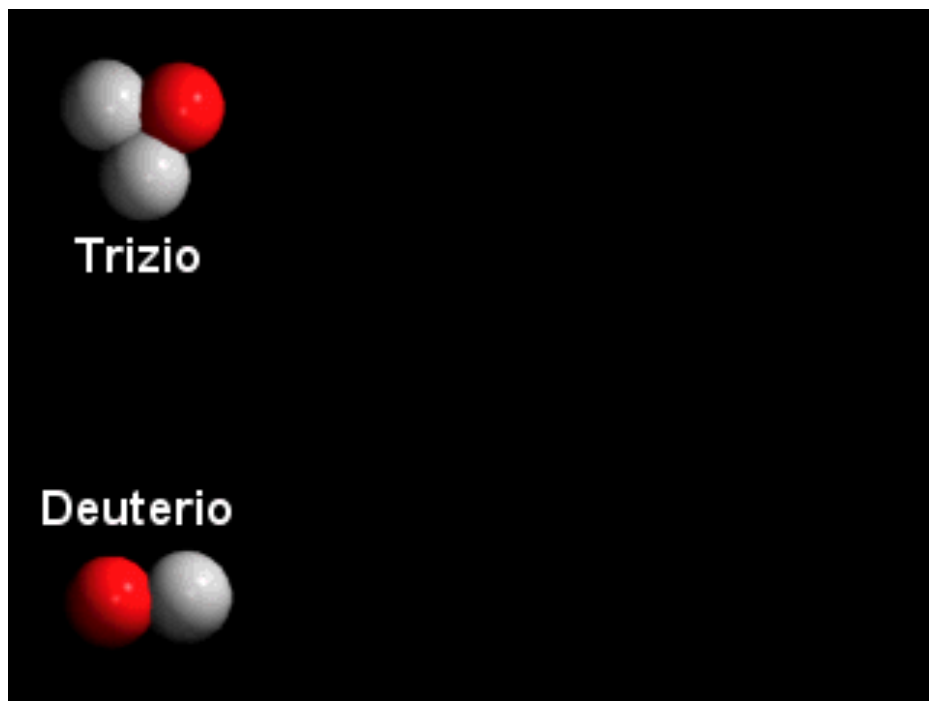
$$E = mc^2$$

La massa è  
una forma di energia



# Fusione Nucleare

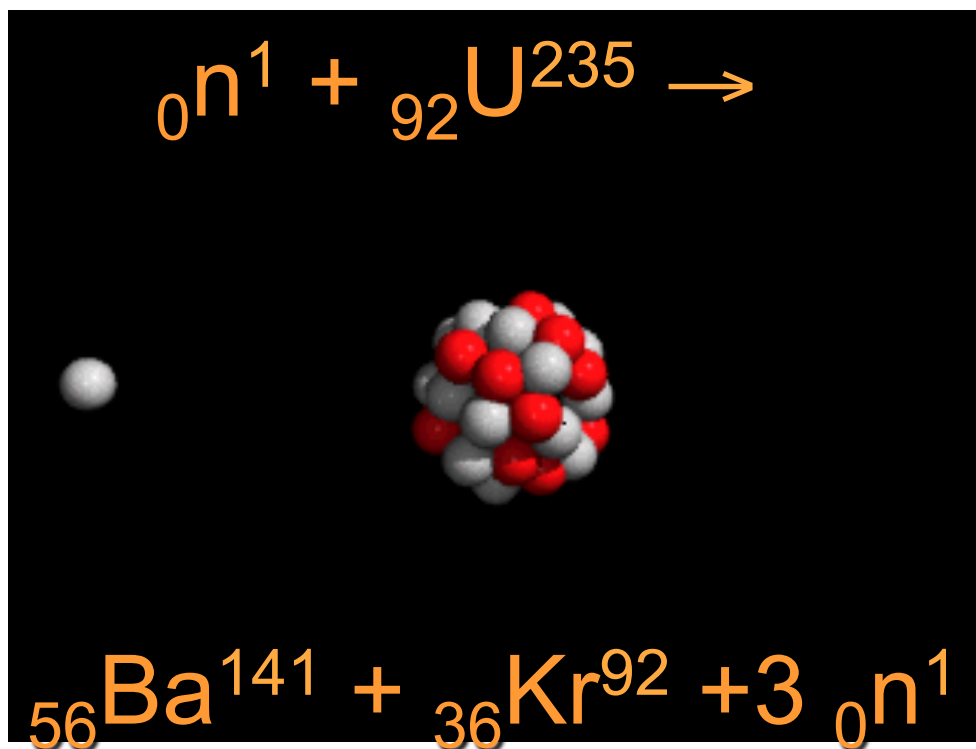
Le **stelle** sono i principali motori ad **energia nucleare**



Nel Sole, in ogni secondo, 560 milioni di tonnellate di idrogeno si trasformano in elio, liberando un'energia di  $3,8 \times 10^{23}$  kJoule

# Fissione Nucleare

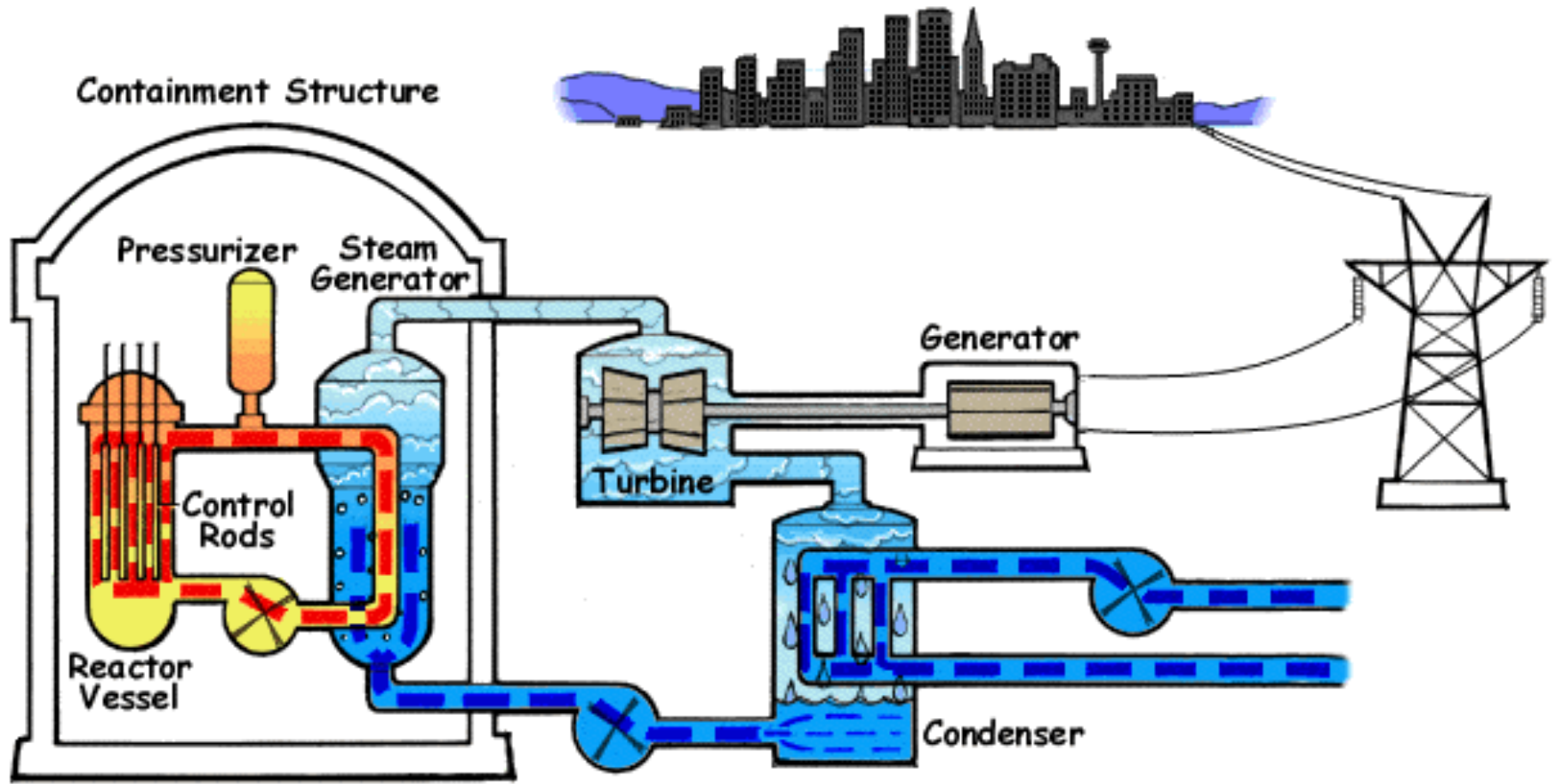
Un **neutrone lento** urta un atomo di **uranio** e lo **spezza** in due nuclei di dimensioni circa uguali



La **fissione** di 1 grammo di **Uranio** fornisce energia come 2 ton. di **petrolio**

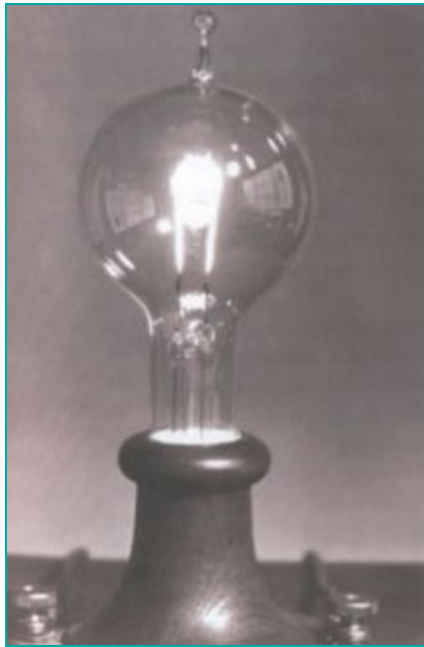


# Centrale Nucleare



# Consumi di Energia

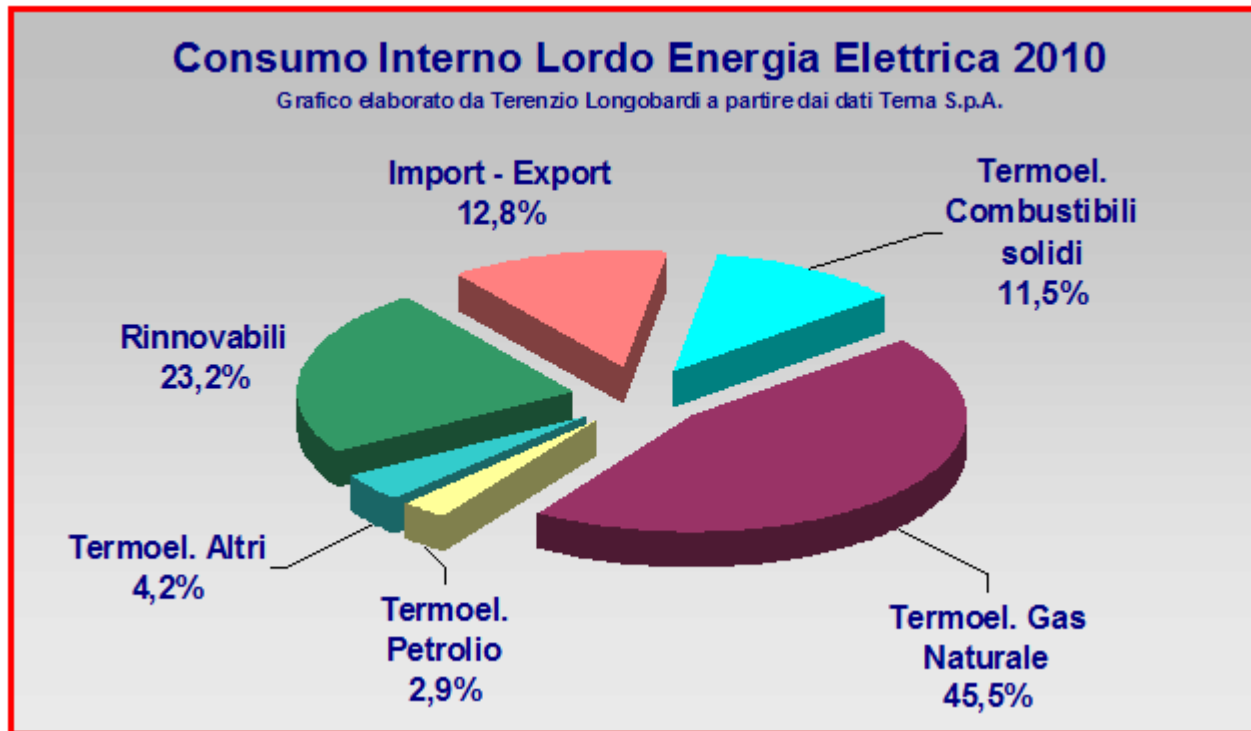
L'incremento nel consumo di energia elettrica fu dovuto all'invenzione della **lampadina** da parte di **Edison (1876)**



<b>Elettrodomestico</b>	<b>Potenza Media</b>
<b>Scaldabagno</b>	<b>1500 – 4000 watt</b>
<b>Lavatrice</b>	<b>300 – 800 watt</b>
<b>Frigorifero</b>	<b>200 – 500 watt</b>
<b>PC</b>	<b>20 – 200 watt</b>

**Lampada di Edison**

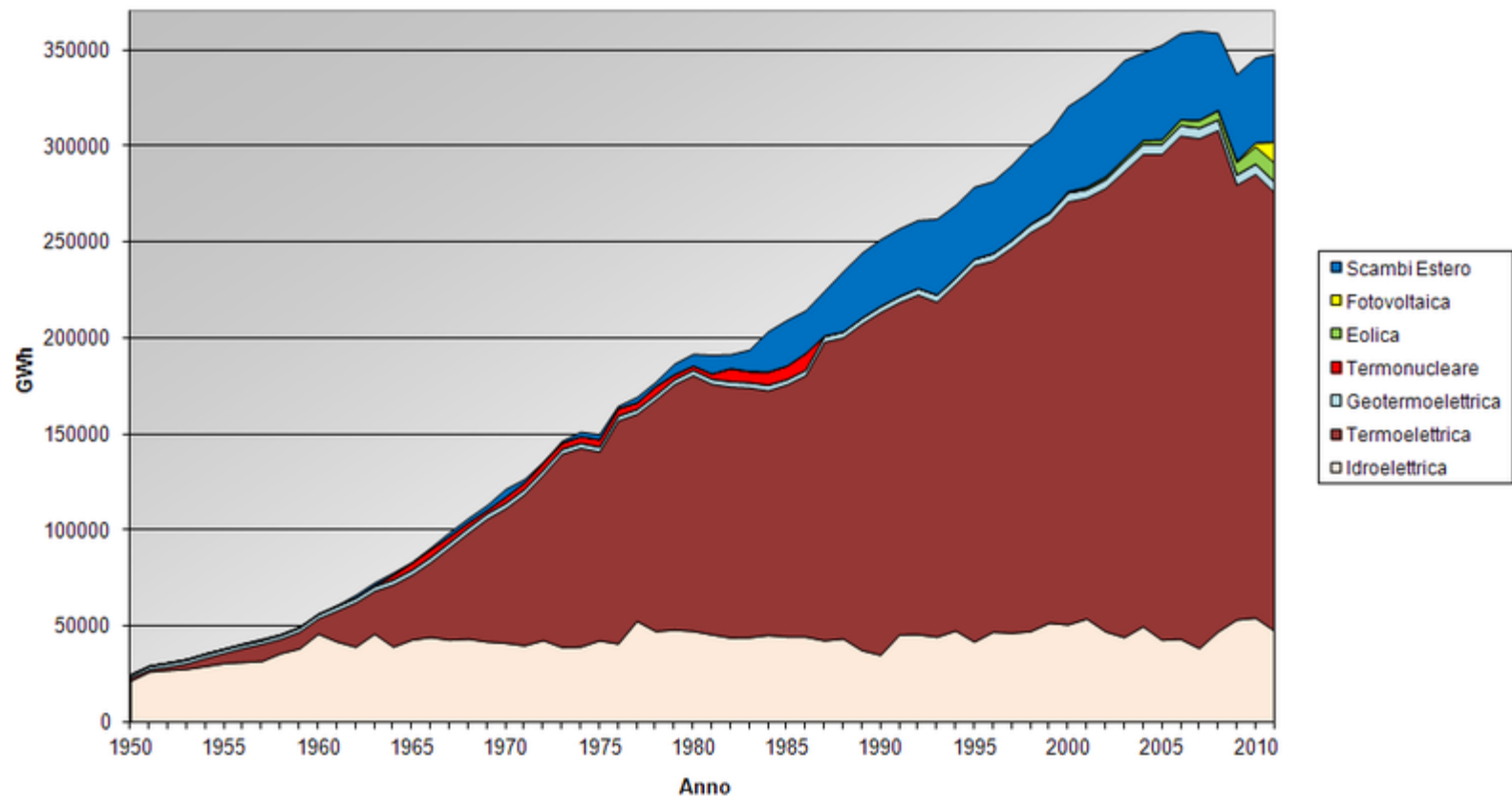
# Consumi di Energia in Italia - 2010



# Produzione Energia

## riepilogo storico

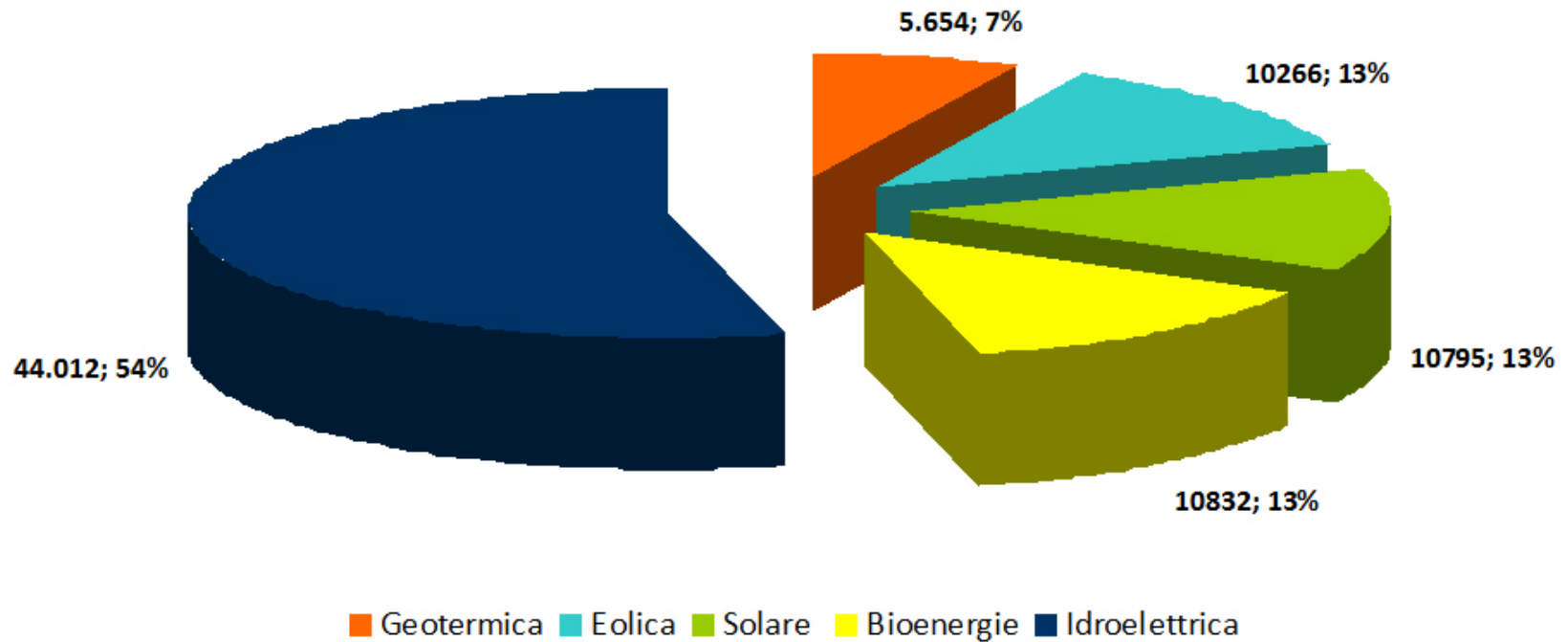
Riepilogo Storico della Produzione di Energia in Italia



# Produzione di Energia

## Energie rinnovabili

**PRODUZIONE RINNOVABILE IN ITALIA NEL 2011**  
(dati in GWh e percentuale)



# La Co2 e le fonti di energia

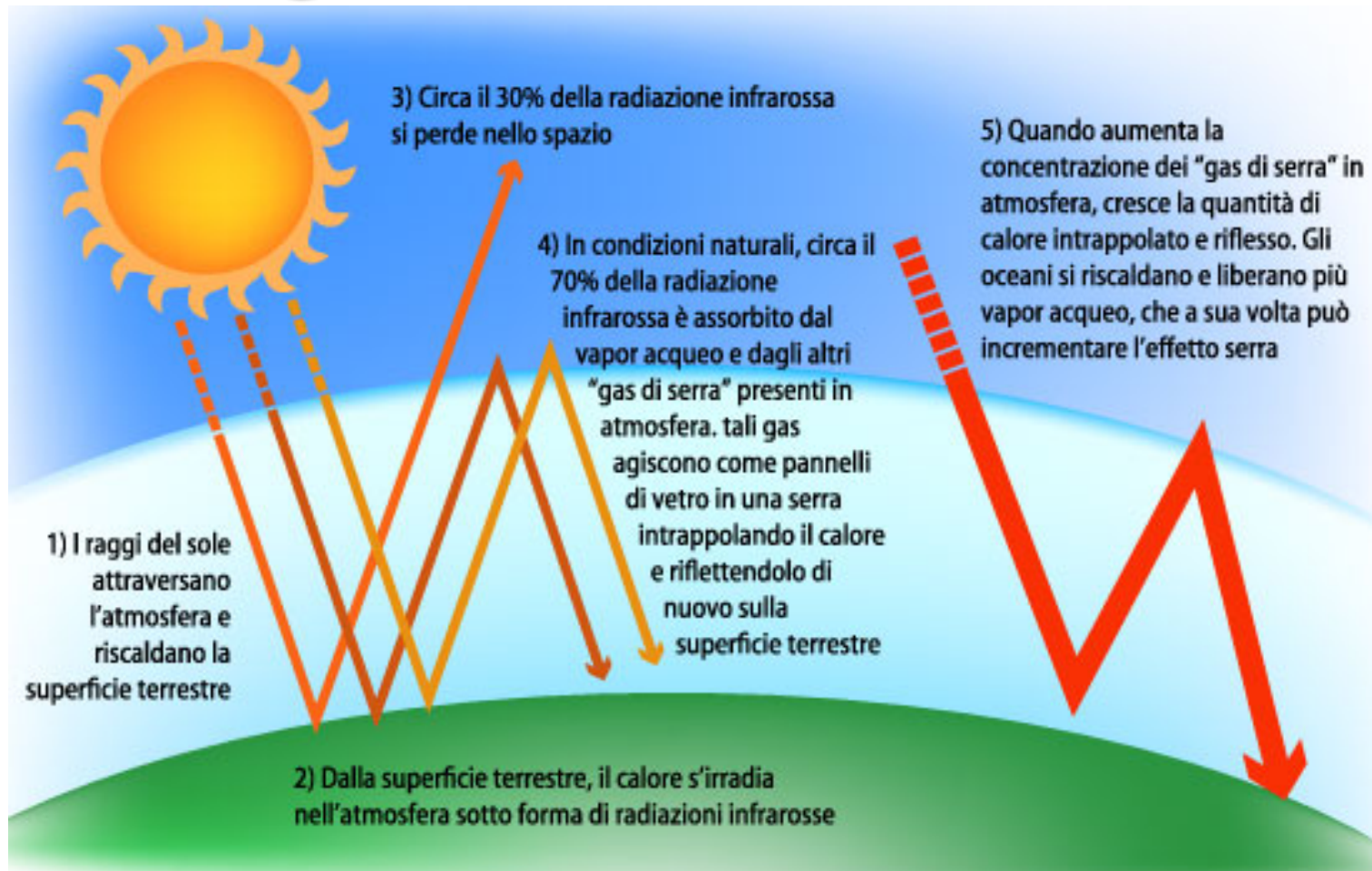
– Giuseppe Bianchi – dati 2006

<http://www.museoenergia.it/museo.php?stanza=85&ppost=355>

indice SEI (Specific Energy Impact) è riferito alle emissioni di CO2 per unità di energia generata e calcolato in Kg di CO2 per KWh elettrico prodotto

Fonte	SEI
<i>nucleare</i>	0,011
<i>idraulico</i>	0,013
<i>eolico</i>	0,014
<i>solare termodinamico</i>	0,044
<i>fotovoltaico</i>	0,209
<i>gas (cicli combinati)</i>	0,296
<i>petrolio (cicli vapore)</i>	0,654
<i>carbone</i>	0,739
<i>biomasse (combustione)</i>	0,952

# Gli effetti della produzione Energetica – Effetto Serra

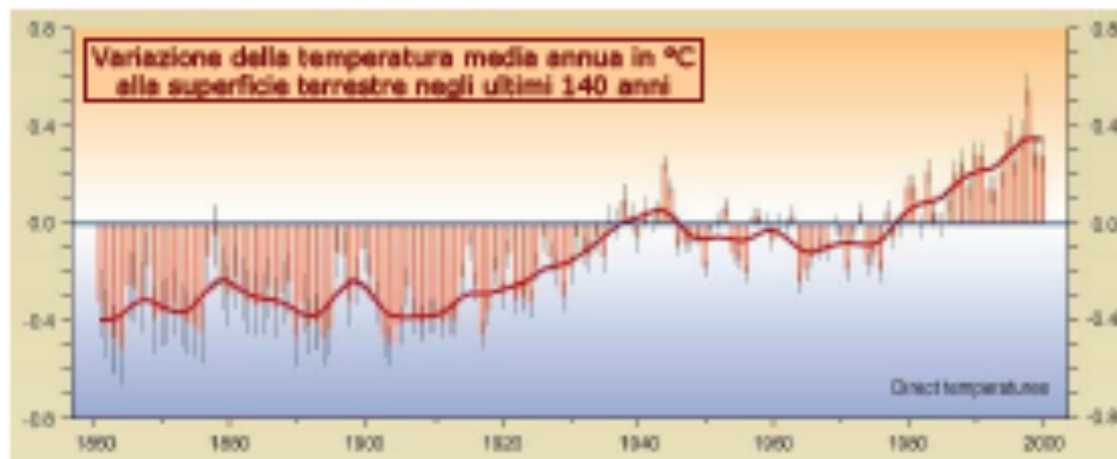




# Effetto Serra

## AUMENTO DELLE TEMPERATURE DEL PIANETA

L' IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), l'agenzia dell'ONU che si occupa dei cambiamenti climatici, prevede che le temperature medie della terra si alzeranno da 1,4 a 6,2 °C entro il 2100, a seconda delle politiche energetiche che verranno intraprese. Le conseguenze di questo aumento della temperatura sarebbero catastrofiche a vari livelli.



Dati tratti da IPCC, Climate change 2001 - Synthesis report

# Effetto Serra conseguenze

## **PARZIALE SCIOGLIMENTO DEI GHIACCIAI E INNALZAMENTO DEL LIVELLO DEI MARI (di 15-95 centimetri)**

Regioni come la Florida, la Louisiana, la zona costiera giapponese o il Delta del Po, Paesi come il Bangladesh o l'Egitto, arcipelaghi come le Isole Marshall, città come Atene, Boston, Tokyo, Nuova Delhi, Amsterdam, Londra, Leningrado, Venezia o Trieste potrebbero venire parzialmente sommerse.



[www.rffugioneella.com/immagini.htm](http://www.rffugioneella.com/immagini.htm)

# Effetto Serra conseguenze

## ALTERAZIONI CLIMATICHE

**Aumento del rischio di desertificazione** - I periodi di siccità si moltiplicherebbero e vaste aree intensamente coltivate che oggi forniscono grano e cibo a tutto il mondo potrebbero diventare zone aride non adatte all'agricoltura. Inoltre si assisterebbe alla crescente tropicalizzazione di mari "temperati" come il Mediterraneo, dove la fauna e la flora autoctone verrebbero progressivamente soppiantate da specie provenienti dai mari del sud.

**Aumento di frequenza e intensità di eventi climatici estremi** - alluvioni, inondazioni, cicloni tropicali.



asora.neelone.clemente.it/informazione/monografia/index.php

# Effetto Serra conseguenze

## **DISTRUZIONE DELLE SPECIE ANIMALI**

La febbre del pianeta accelererebbe l'estinzione di migliaia di specie animali e vegetali, non più in grado di sopravvivere nelle mutate condizioni climatiche. Tra le specie più a rischio orsi polari e pinguini, salmoni e trichechi, foche e tigri, e poi ambienti già oggi fortemente minacciati come le barriere coralline.



[www.natureimages.co.uk/image\\_index.htm](http://www.natureimages.co.uk/image_index.htm)

## **EFFETTI SANITARI**

Quanto più crescerà la temperatura sulla Terra, tanto più aumenterà anche l'incidenza e la diffusione di malattie tropicali. Secondo alcune stime, per esempio, se non verrà fermato l'effetto serra la parte della superficie terrestre a rischio-malaria passerà dal 45% al 60%.

# **La più grande fonte di energia pulita**

## **II RISPARMIO ENERGETICO**

### **Dell' energia Elettrica**

- **Utilizzo consapevole dei dispositivi**
- **Elettrodomestici ad alta efficienza**
- **Lotta allo Stand-by**

# **La più grande fonte di energia pulita**

## **II RISPARMIO ENERGETICO**

**Per produrre calore**

- Evitare se possibile scaldabagni e stufe elettriche**
- Utilizzare con accortezza frigo e condiz.**
- Alta efficienza dispositivi**
- Isolamento termico delle abitazioni**

# II RISPARMIO ENERGETICO

## Dispositivi più efficienti

<i>Elettrodomestico</i>	<i>Classe</i>	<i>Costo elettricità euro/anno</i>	<i>Classe</i>	<i>Costo elettricità euro/anno</i>
Frigorifero	C	92	A++	Inferiore a 34
Lavatrici	C	58	AAA	Inferiore a 40
Lavastoviglie	C	54	A	Inferiore a 42
Forno elettrico	C	24	A	Inferiore a 14
Condizionatori	C	180	A	Inferiore a 160

**Fonte Enea**



# Fluidi

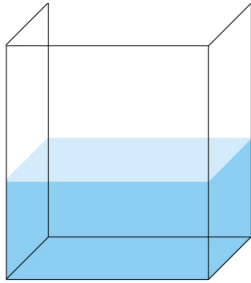


- I fluidi sono una particolare categoria di sistemi per i quali è necessario sviluppare delle considerazioni particolari.
- Innanzi tutto sono sistemi CONTINUI: possono essere scomposti in un numero arbitrario di parti, piccole a piacere (infinitesime)
- Sono classificabili come fluidi i liquidi ed i gas. La distinzione fra queste due categorie non è netta poiché si passa con continuità dall'uno all'altro.
- La distinzione viene quindi fatta in modo chiaro solo fra solidi e fluidi.
- Convenzionalmente si dice che i sistemi solidi sono definiti da una forma fissa.
- Andrebbe precisato anche *per quanto tempo*. Esistono infatti sistemi apparentemente solidi che non lo sono strettamente: la loro forma varia su una scala temporale molto lunga (mesi, anni, secoli ed oltre). Essi sono detti vetri. Hanno un comportamento vetroso anche materiali come i polimeri e molti altri.

# Cosa sono i Fluidi?

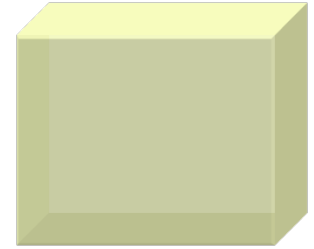
- **Definizione Intuitiva:** I Fluidi sono sostanze non aventi forma propria
  - Liquidi: fluidi dotati di volume proprio
  - Aeriformi: fluidi non dotati di volume proprio, cioè tendono a occupare tutto il volume a disposizione
- Tale definizione ha problemi nel descrivere le gelatine
- **Definizione Corretta:** I Fluidi sono sostanze in cui, all'equilibrio, tutti gli sforzi interni (vedremo cosa sono) hanno direzione normale alle rispettive superfici (in una gelatina questo non succede)
  - Liquido: fluido dotato di bassissima compressibilità isoterma
  - Aeriforme: fluido dotato di elevata compressibilità isoterma

# FLUIDI



## LIQUIDI

- Assumono la forma del recipiente
- Hanno volume proprio
- Superficie limite
- Praticamente incompressibili



## GAS

- Assumono la forma del recipiente
- Non hanno volume proprio
- Hanno densità inferiore a quella dei liquidi
- Facilmente comprimibili

**Le proprietà meccaniche possono essere trattate in modo unificato → PROPRIETÀ MECCANICHE DEI FLUIDI**

# Densità e Peso Specifico

Occorre definire alcune grandezze fisiche per caratterizzarli:

- Per i sistemi continui si definisce **densità** di una sostanza omogenea il rapporto tra la massa di tale sostanza ed il volume occupato

$$\rho = \frac{m}{V}$$

- Le dimensioni della densità sono  $[\rho] = [m \cdot L^{-3}]$  e l'unità di misura nel S.I. è il  $Kg/m^3$
- In genere la densità di un corpo (sostanza) dipende dalla sua temperatura poiché il volume varia al variare di  $T$  (cfr. *Termodinamica*)
- Il **peso specifico** è il rapporto tra il peso e il volume di un corpo

$$\sigma = \frac{P}{V} = \frac{mg}{V} = \rho g$$

# Proprietà Meccaniche dei Fluidi

## Fluidi

- **non hanno forma propria**, assumono quella del recipiente che li contiene
- non sostengono gli sforzi di taglio (scorrimenti)

### GAS

- **non hanno forma e volume propri**,
- occupano **tutto lo spazio** a disposizione  $\rho \approx 1,3 \text{Kg} / \text{m}^3$
- sono facilmente **comprimibili**

### LIQUIDI

- hanno volume definito e superficie limite
- sono incompressibili,  $\rho \approx 10^3 \text{Kg} / \text{m}^3$

- **Comportamenti diversi** dovuti a **diverse forze di legame** tra le molecole nella fase liquida e gassosa

# Leggi della dinamica per i fluidi

- Ai fluidi si applicano le stesse leggi della meccanica che abbiamo visto per punti e sistemi, opportunamente riformulate per tenere conto delle proprietà dei fluidi stessi

I fluidi sono sistemi continui composti da infiniti elementi di massa  $dm = \rho dV$

Su ciascun elemento  $dm$  agiscono due tipi di forze:

**Forze di volume:** sono quelle proporzionali al volume dell'elemento di massa

**Forze di superficie:** sono quelle dovute all'interazione dell'elemento di massa con gli altri elementi adiacenti di fluido e sono proporzionali alla superficie dell'elemento di massa

Caratteristica dei fluidi:

❑ Possibilità di scorrimento di un elemento di fluido rispetto ad una adiacente o alla parete del contenitore

❑ Attrito interno (viscosità) che si oppone allo scorrimento, non c'è forza di attrito statico che determina l'equilibrio come nei solidi

# Grandezze caratterizzanti i fluidi

## Densità

I Fluidi sono sistemi continui, composti da un insieme infinito di elementi :

$$dm = \rho \, dV$$

## Viscosità

Ciascun elemento può scorrere su di un altro adiacente.

Vi è una forza di attrito interno che si oppone allo scorrimento:

$$dF = \eta \, dS \, dv/dn$$

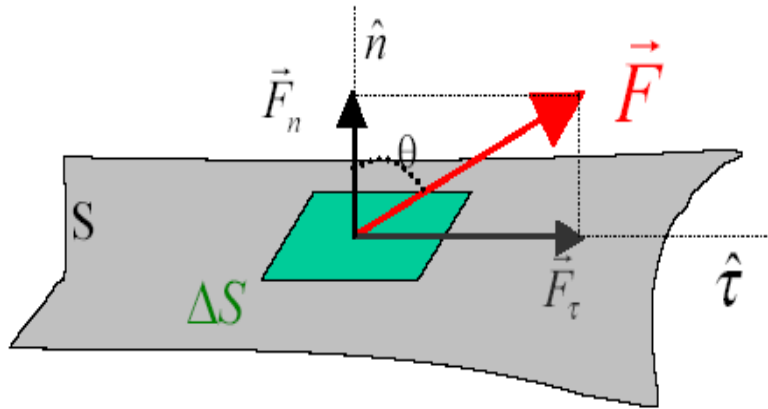
## Pressione

Per un fluido non si può parlare di forza applicata in un punto ma di

Forze di volume  $\propto dV$  Ex.  $dF = g \, \rho \, dV$

Forze di pressione  $dF = p \, dS$





$$\left. \begin{aligned} F_t^{(s)} &\Rightarrow \frac{dF_t^{(s)}}{dS} = \tau \\ F_n^{(s)} &\Rightarrow \frac{dF_n^{(s)}}{dS} = p \end{aligned} \right\} \Rightarrow \text{scalari}$$

## Forze di volume

Per ciascun elemento di massa  $dm$  del fluido si considerano forze di volume proporzionali a  $dV$ , come ad esempio la forza peso

$$dF^{(V)} = g dm = g \cdot \rho dV$$

## Forze di superficie

Forze di superficie si manifestano sulle superfici di contatto e/o di separazione di fluidi e sono proporzionali alla superficie.

$$dF^{(s)} \Rightarrow p \cdot ds$$

$$p = \frac{dF_n}{dS}$$

Sforzo normale

$$\tau = \frac{dF_t}{dS}$$

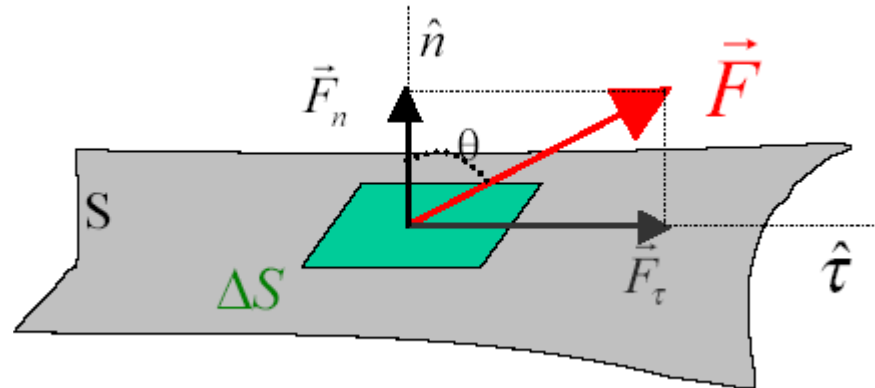
Sforzo di taglio

### NOTA:

- In un fluido in **equilibrio** sono assenti gli sforzi di taglio e si hanno solo forze **normali**
- nei fluidi in moto si hanno anche **sforzi di taglio**

# Forze di superficie normali e tangenziali

- Data una superficie  $S$  (che può essere la superficie che delimita un elemento di volume del corpo), consideriamo una forza  $\underline{F}$  che agisce su un elemento di superficie  $dS$  di  $S$



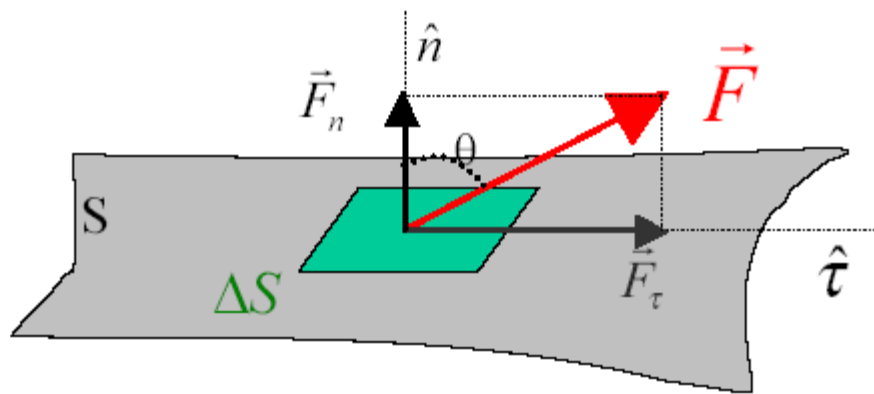
- La forza  $\underline{F}$  può essere sempre scomposta in due componenti vettoriali: la componente normale,  $\underline{F}_n$ , e quella parallela o tangenziale alla superficie,  $\underline{F}_t$
- La componente normale è quella che genera variazioni di volume (eg compressioni o dilatazioni)
- La componente parallela tende invece a deformare la forma mantenendo il volume costante

# Forze normali e tangenziali

- Si definisce sforzo normale o **pressione** la forza normale per unita' di superficie

$$p \equiv \frac{F_n}{\Delta S} = \frac{|\vec{F}| \cos \theta}{\Delta S}$$

- Si definisce sforzo tangenziale o di taglio la forza parallela alla superficie per unita' di superficie



$$\tau \equiv \frac{F_t}{\Delta S} = \frac{|\vec{F}| \sin \theta}{\Delta S}$$

NB: lo sforzo e' una forza per unita' di superficie: la forza TOTALE agente agente sulla superficie e' **sforzo\*superficie** su cui agisce

# Pressione

*La pressione per un fluido non ha caratteristiche direzionali*, essa è funzione scalare del punto che si considera all'interno del fluido e non dipende dall'orientazione della superficie su cui è misurata

La pressione in un punto di un fluido è il rapporto tra la forza agente su una superficie infinitesima che circonda il punto e l'area della superficie stessa

$$p = \lim_{\Delta S \rightarrow 0} \frac{\Delta F}{\Delta S} = \frac{dF}{dS} \quad \Rightarrow \quad p = \frac{dF}{dS} \quad p = \frac{F}{S} \quad \text{Se } F \text{ costante e' applicata a una superficie finita } S$$

## Unità di misura SI

$$\text{N} \cdot \text{m}^{-2} \rightarrow (\text{Pa})$$

## Dimensioni:

$$[\text{MLT}^{-2}] \cdot [\text{L}^{-2}] = [\text{ML}^{-1}\text{T}^{-2}]$$

*la pressione in un fluido si misura ad es con il Barometro aneroide (scatola deformabile)*

**La PRESSIONE è uno scalare**

altre unità:

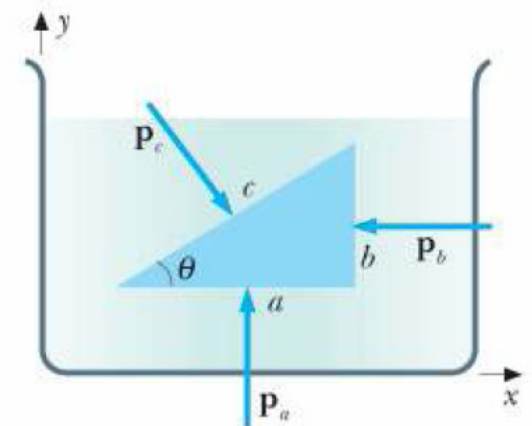
$$\left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa} \\ 1 \text{ atm} = 1.013 \cdot 10^5 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2} = 1.013 \text{ Bar} \\ 1 \text{ Torr} = 1 \text{ mm Hg} \Rightarrow 760 \text{ mm Hg} = 760 \text{ Torr} = 1 \text{ atm} \end{array} \right.$$

Se un fluido è in quiete *le forze tra gli elementi di fluido sono normali alla superficie* di separazione altrimenti gli elementi scorrerebbero tra di loro

In un fluido in quiete NON ci possono essere sforzi di taglio perché altrimenti ci sarebbe scorrimento fra le parti del fluido

- **Pressione non ha caratteristiche direzionali** →  
figura è elemento di fluido in equilibrio. Perché  
ciò avvenga deve avere  $p_a = p_b = p_c = p$

in altre parole la somma vettoriale delle forze che agiscono deve essere nulla



**Figura 9.1**

Pressione all'interno di un fluido.

# p e' scalare

□ Se il fluido e' in quiete in assenza di gravita', ci deve essere equilibrio di forze.

□ Le forze che agiscono sono le pressioni sui lati dell'elemento:

$\underline{F}_c + \underline{F}_b + \underline{F}_a = 0$  cioe' in componenti

$$X: F_c \cos \theta - F_b = 0$$

$$Y: F_c \sin \theta - F_a = 0$$

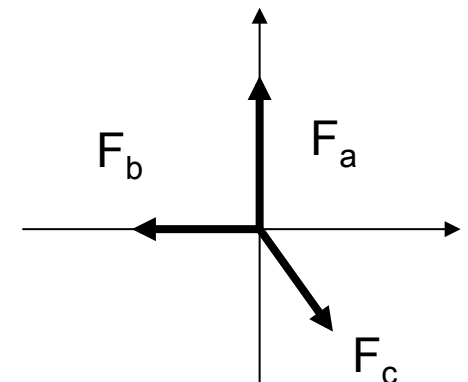
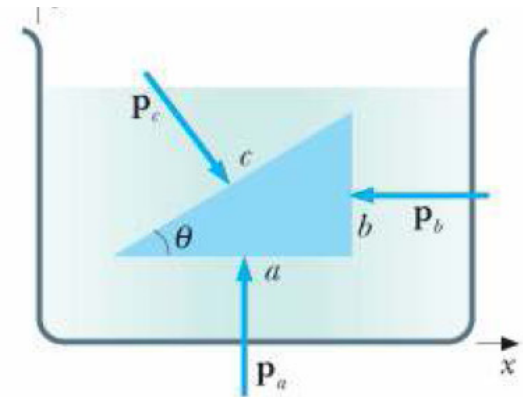
ma  $F_i = p_i S_i \rightarrow$

$$X: p_c S_c \cos \theta - p_b S_b = 0$$

$$Y: p_c S_c \sin \theta - p_a S_a = 0$$

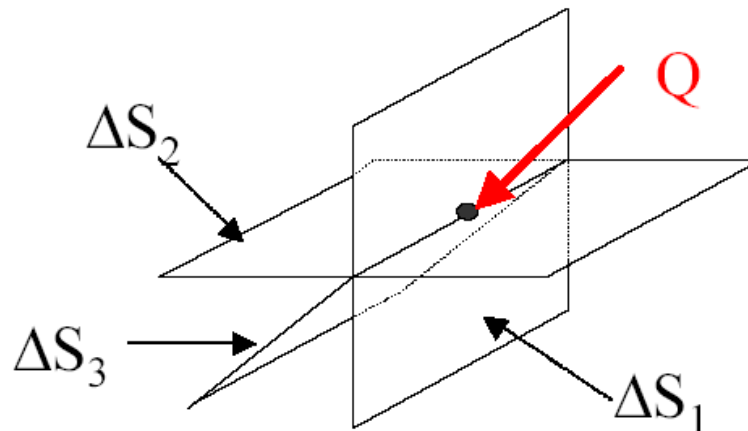
Ma  $S_a = S_c \sin \theta$  ed  $S_b = S_c \cos \theta$  per costruzione geometrica  $\rightarrow p_c = p_a$  e  $p_c = p_b$  e quindi  $p_a = p_b = p_c$

Dato che l'orientazione di a, b e c e' arbitraria, p e' la stessa in tutte le direzioni



# Pressione in un Punto

- Consideriamo un punto  $Q$  in un fluido all'equilibrio.
- Consideriamo inoltre diverse areole  $\Delta S_i$  contenenti  $Q$ .
- La pressione e' sempre normale all'area considerata
- La pressione “ $p$ ” non dipende dall'orientamento della areola considerata.
- Quindi possiamo parlare di *pressione nel punto  $Q$*  senza alcuna altra specificazione





# Solido e fluido

- Si può dare una definizione di solido e fluido in base alla resistenza agli sforzi di taglio
- Un solido è un corpo che si oppone alla deformazione dovuta a sforzi di taglio con una forza che per piccole deformazioni è elastica
- Un fluido non offre resistenza agli sforzi di taglio