Margherita Venturi

Dipartimento di Chimica "G. Ciamician"

Università di Bologna

E-mail: margherita.venturi@unibo.it

Le risorse del pianeta:
passato, presente, futuro

Partire dal passato, per discutere del presente e porsi il problema del futuro

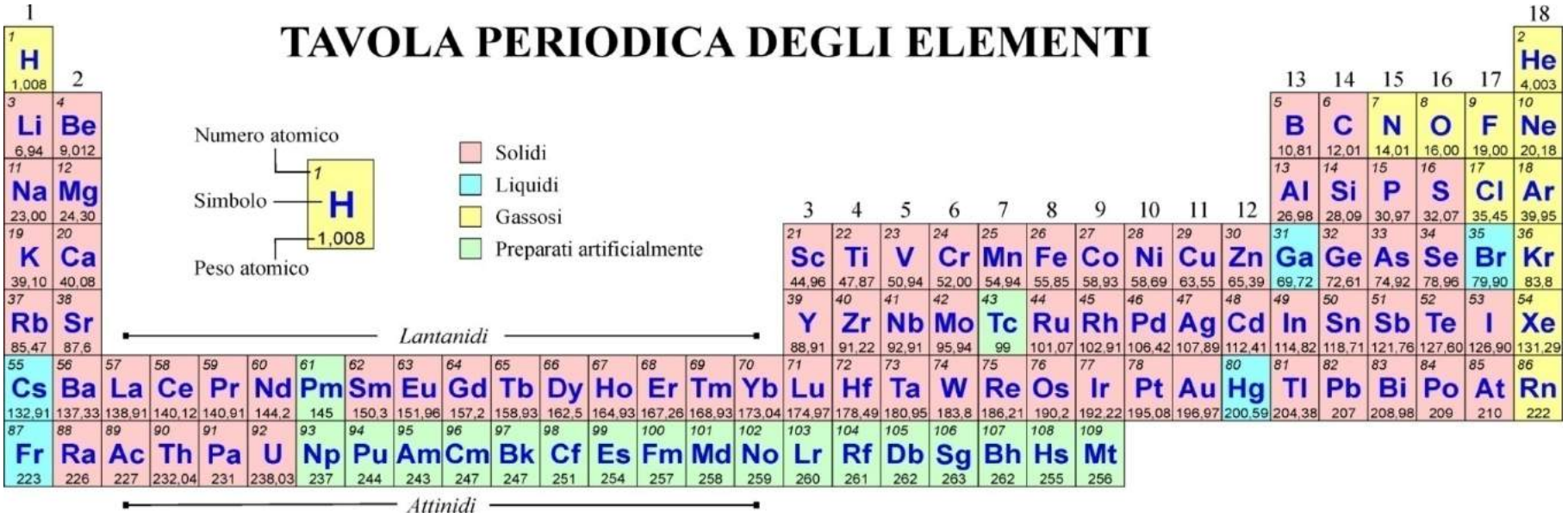
La Terra, dopo la sua nascita avvenuta 4,5 miliardi di anni fa, ha subito modifiche profondissime per tempi lunghissimi misurabili in ere geologiche

Poi piano piano si è raggiunta una situazione "di pace" dominata da due importanti aspetti

(1) Il flusso di energia sempre rinnovato che arriva dal Sole, unico scambio che la Terra ha con l'esterno

Foto scattata dalla sonda Cassini-Juygens nel 2004, quando si trovava presso gli anelli di Saturno

(2) La materia che troviamo oggi sulla Terra è quella che si è formata nei momenti iniziali di vita del pianeta

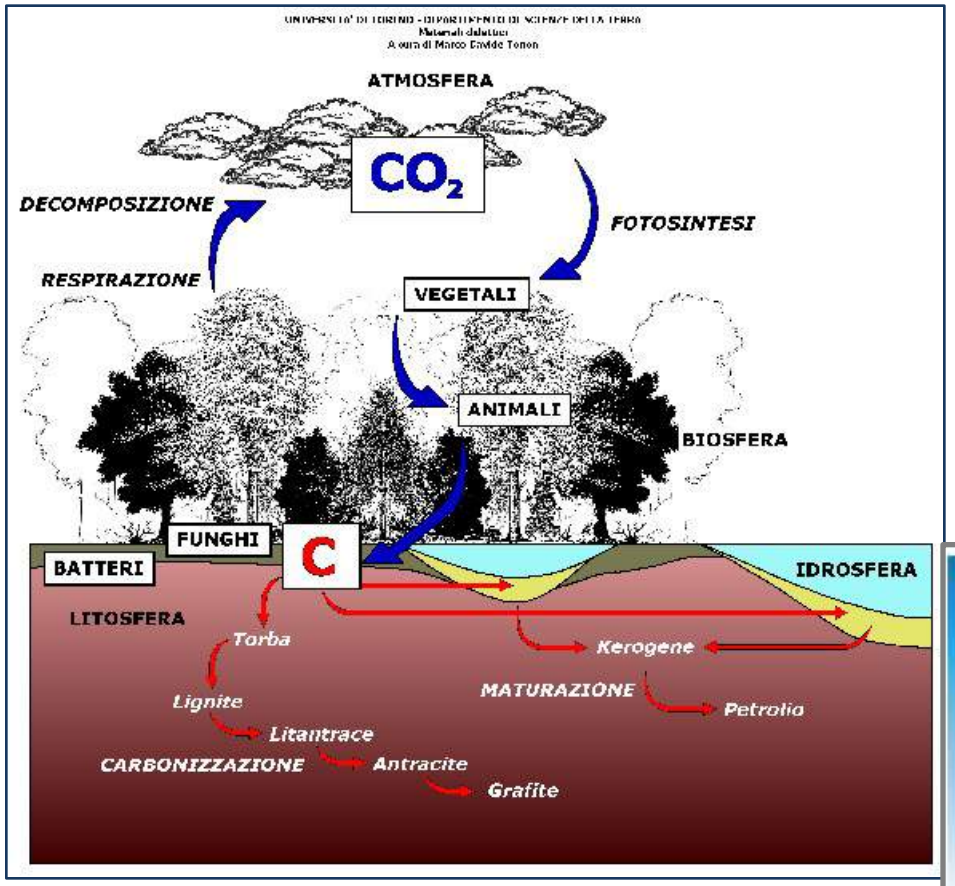


La quantità di ogni elemento presente sulla Terra è costante, ma in maniera dinamica

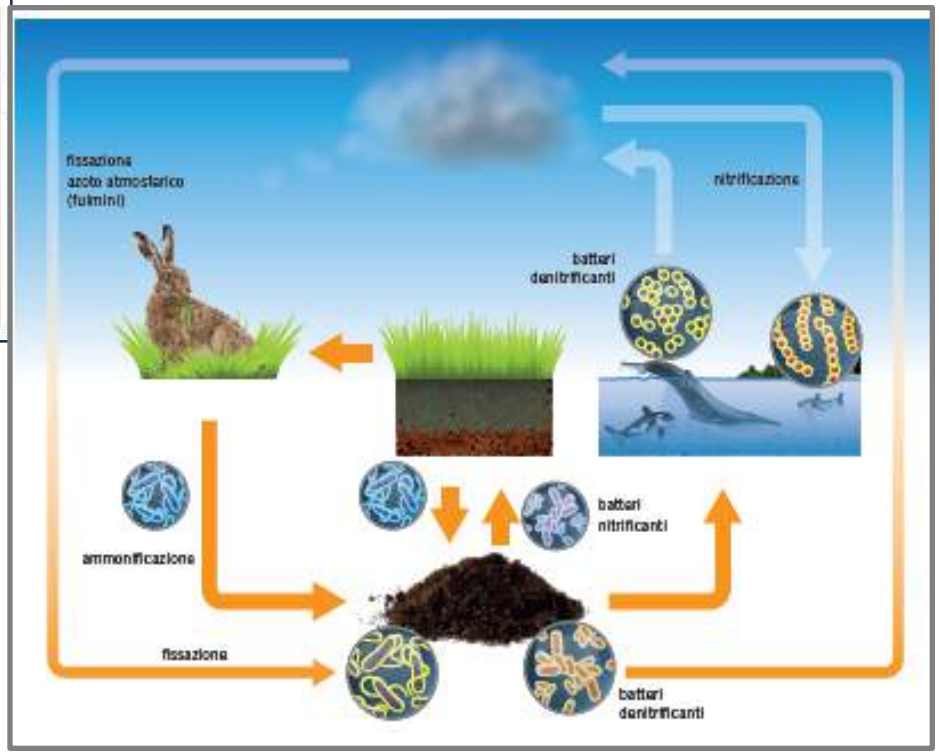
Ciclo della materia

Cicli biogeochimici

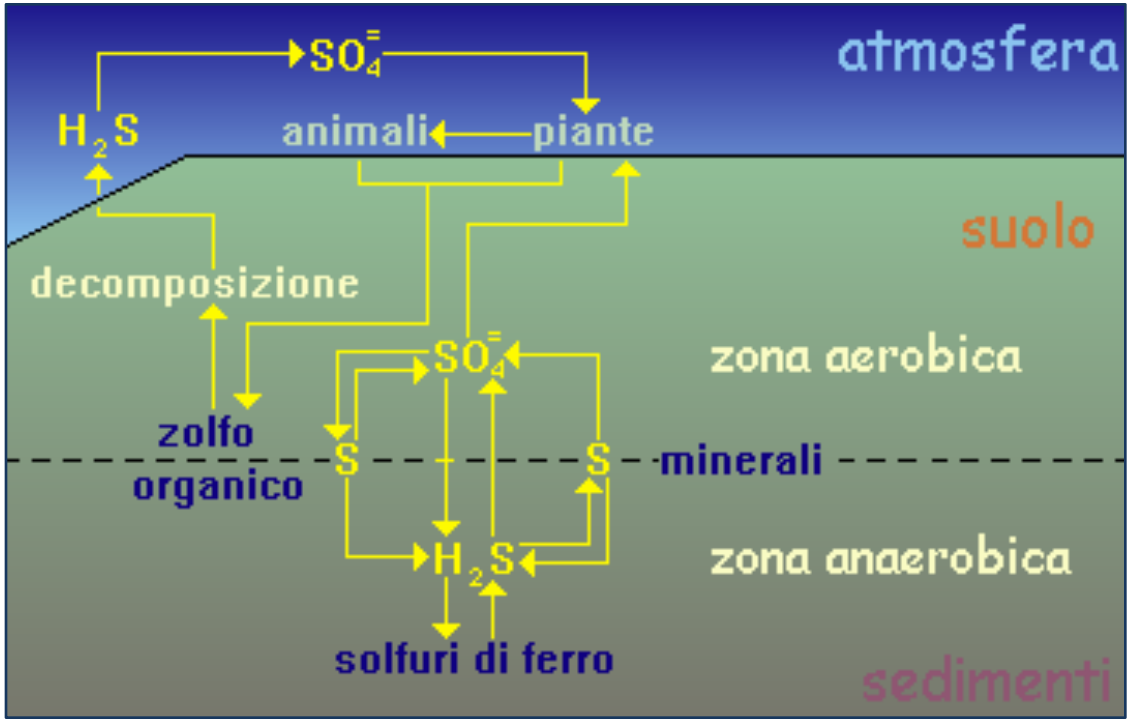
Ciclo del carbonio

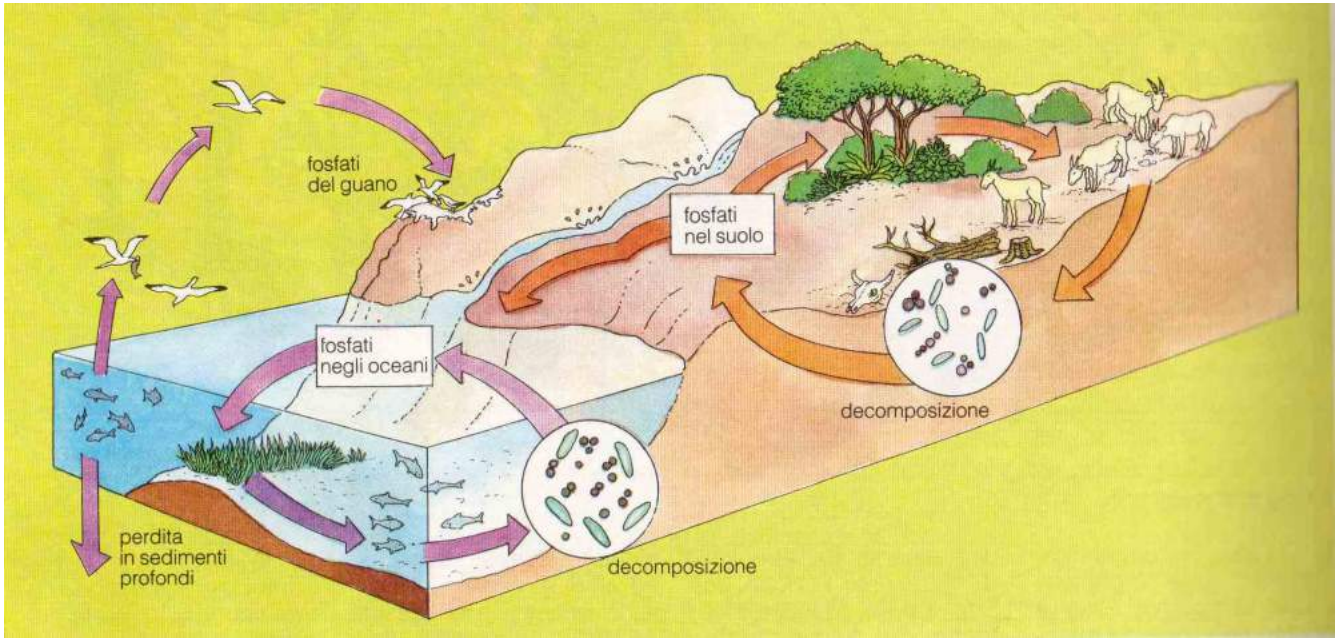


Ciclo dell'azoto

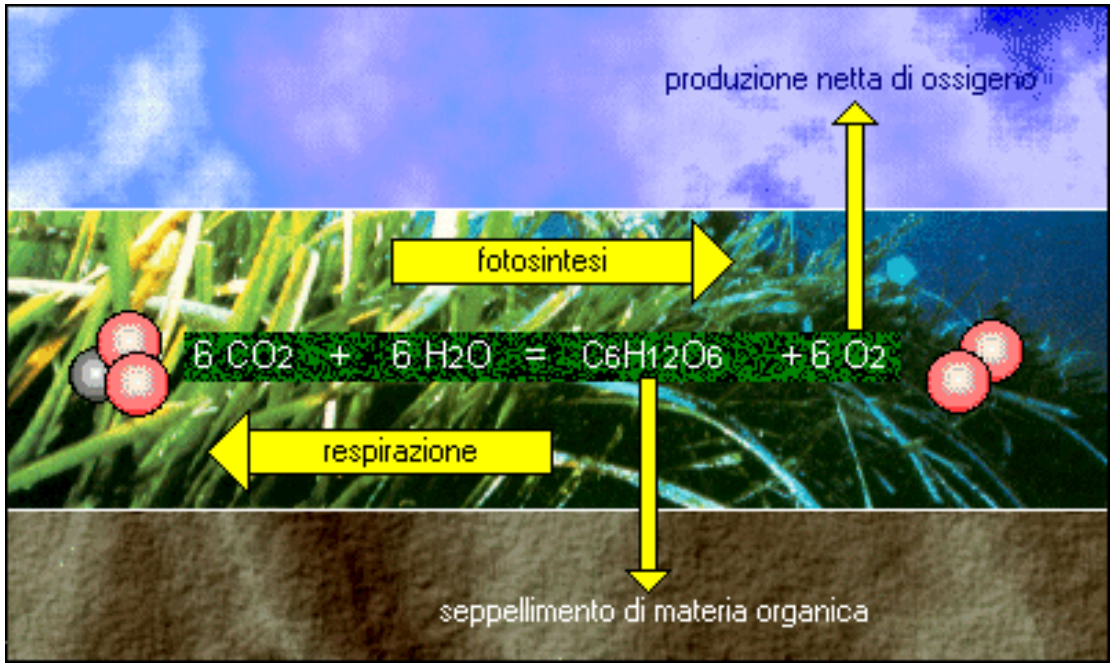


Ciclo dello zolfo



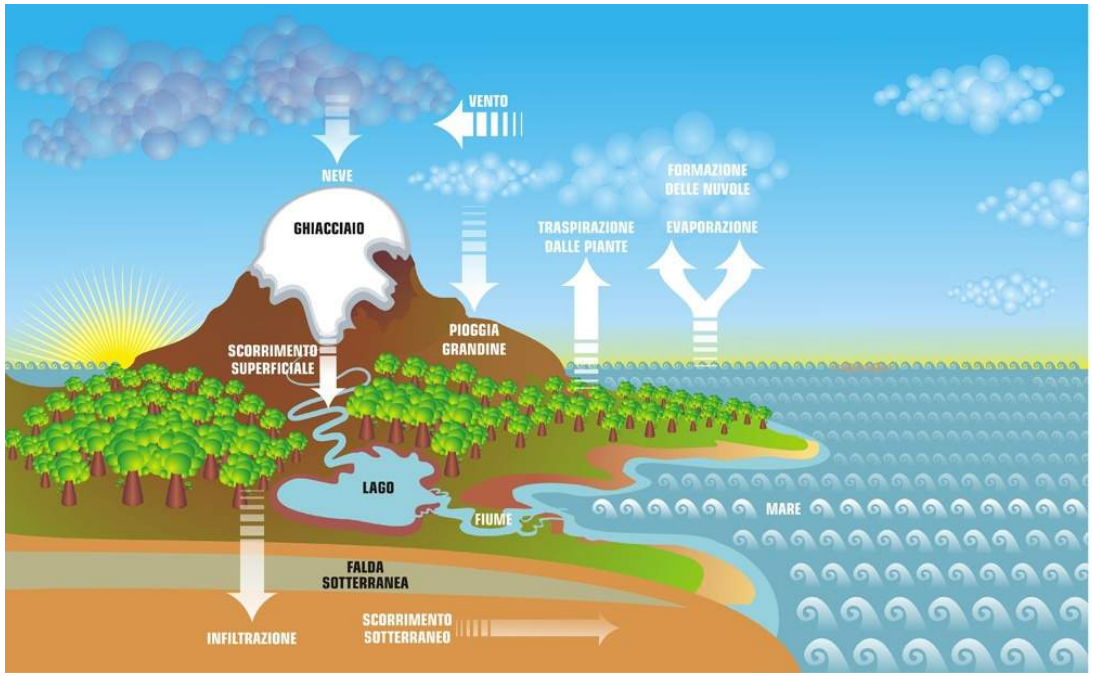


Ciclo del fosforo



Ciclo dell'ossigeno

Ciclo dell'acqua

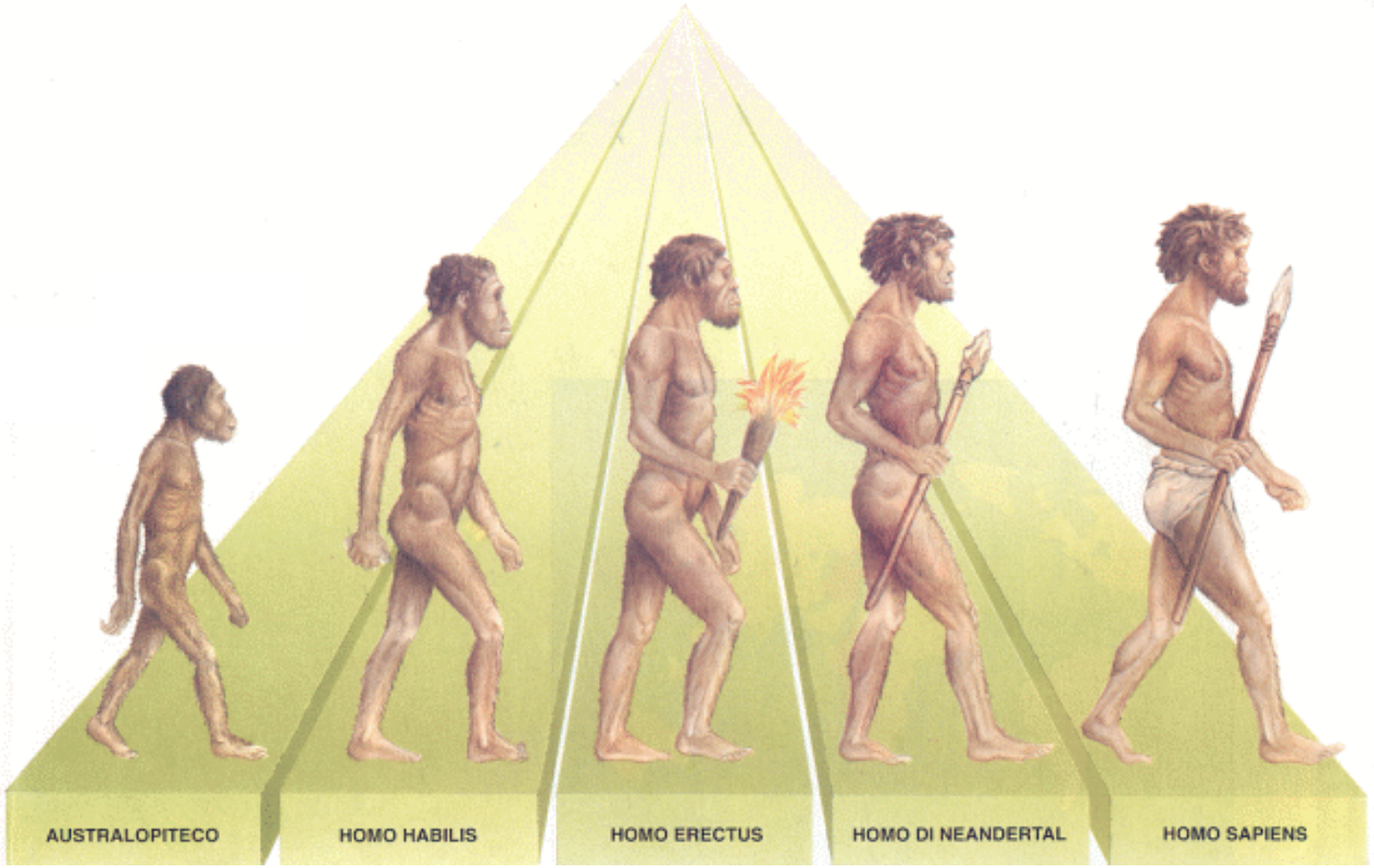


I cicli sono tutti strettamente interconnessi ed inoltre riguardano quella parte della Terra che viene chiamata Biosfera (litosfera: suolo e sottosuolo; idrosfera: le acque marine, lacustri e fluviali; i primi strati dell'atmosfera) in cui si è sviluppata la vita

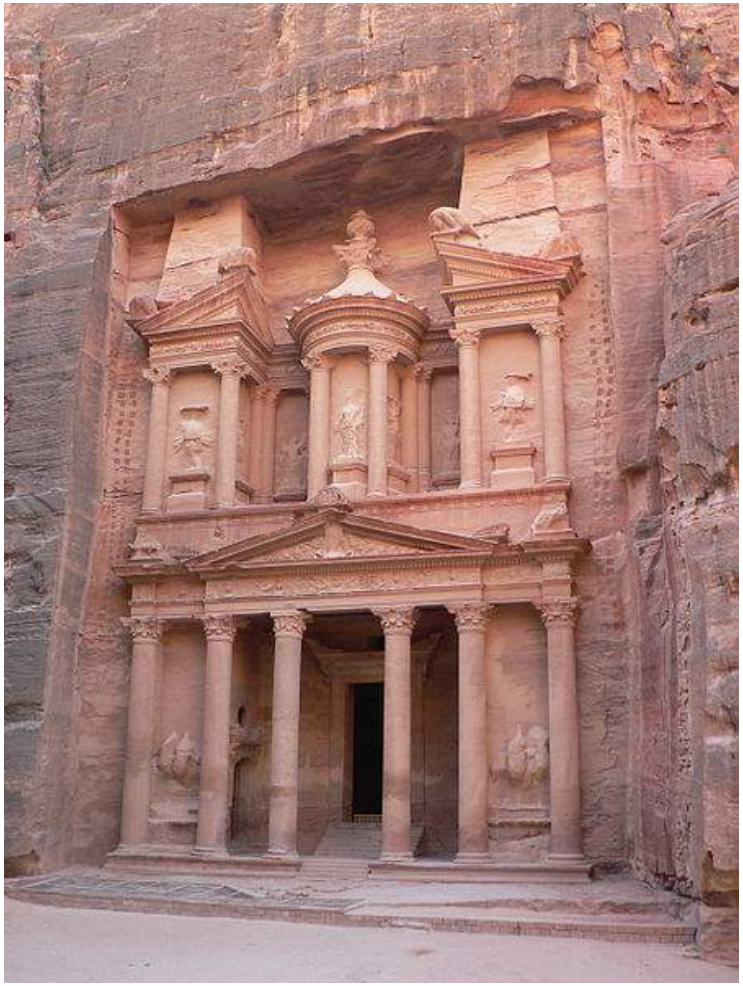
Qualsiasi modifica apportata su un ciclo ha inevitabili e imprevedibili conseguenze sugli altri
(primo insegnamento)

Modo di operare della Natura: tutto viene riusato, riciclato senza creare rifiuti o scarti
(secondo insegnamento)

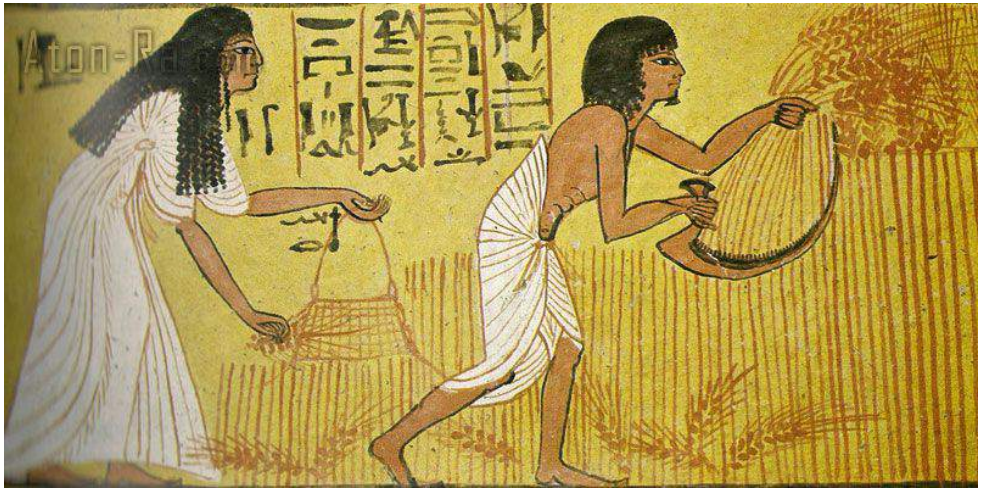
Sulla Terra è apparso l'uomo
(ca. 1 milione di anni fa)

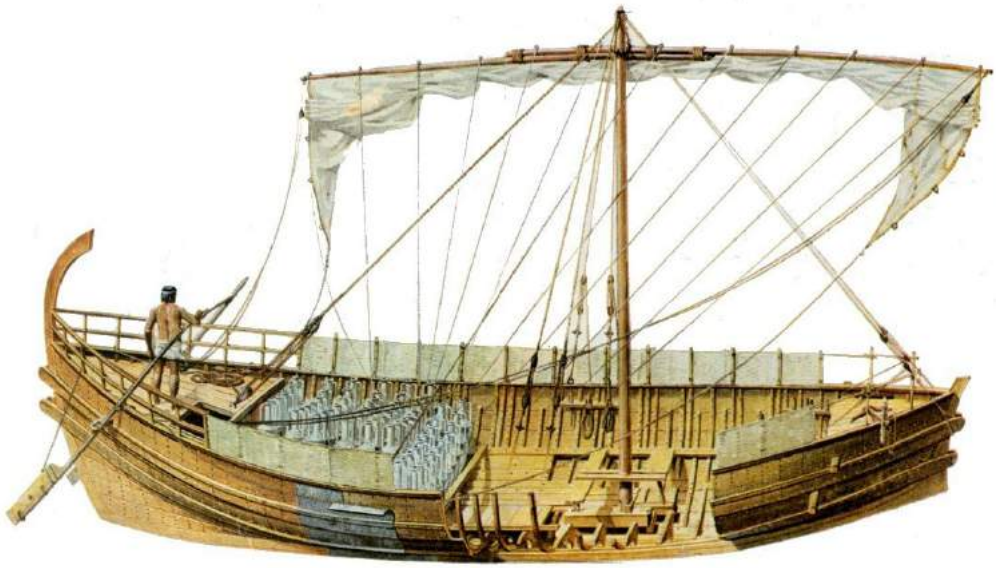


ospite rispettoso e timoroso



L'uomo artista



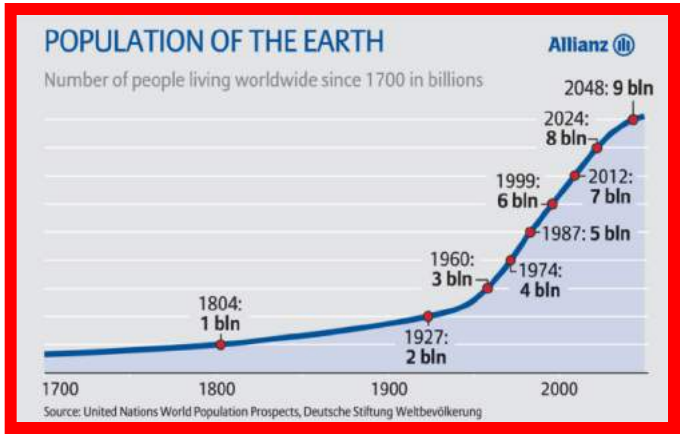


L'uomo inventore

La situazione è cambiata

La scoperta dei combustibili fossili

Lo sviluppo della scienza e della tecnica



L'aumento degli abitanti della Terra

L'uomo padrone del pianeta

Le risorse naturali: aria, suolo, acqua, cibo, legno, piante, combustibili fossili, minerali, metalli

Risorse rinnovabili: si rigenerano naturalmente (es. aria, acqua, cibo)

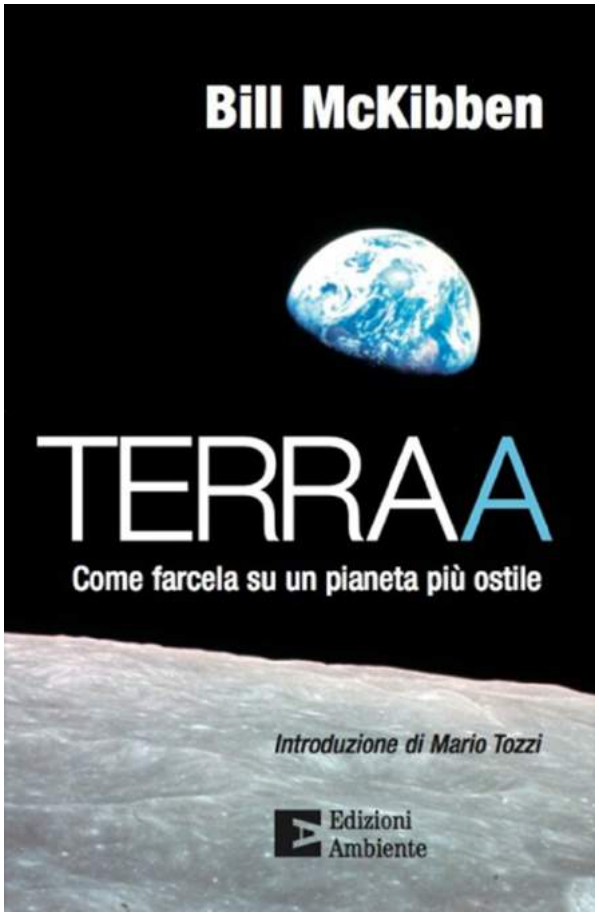
Risorse non rinnovabili: non possono materialmente rigenerarsi (es. metalli)

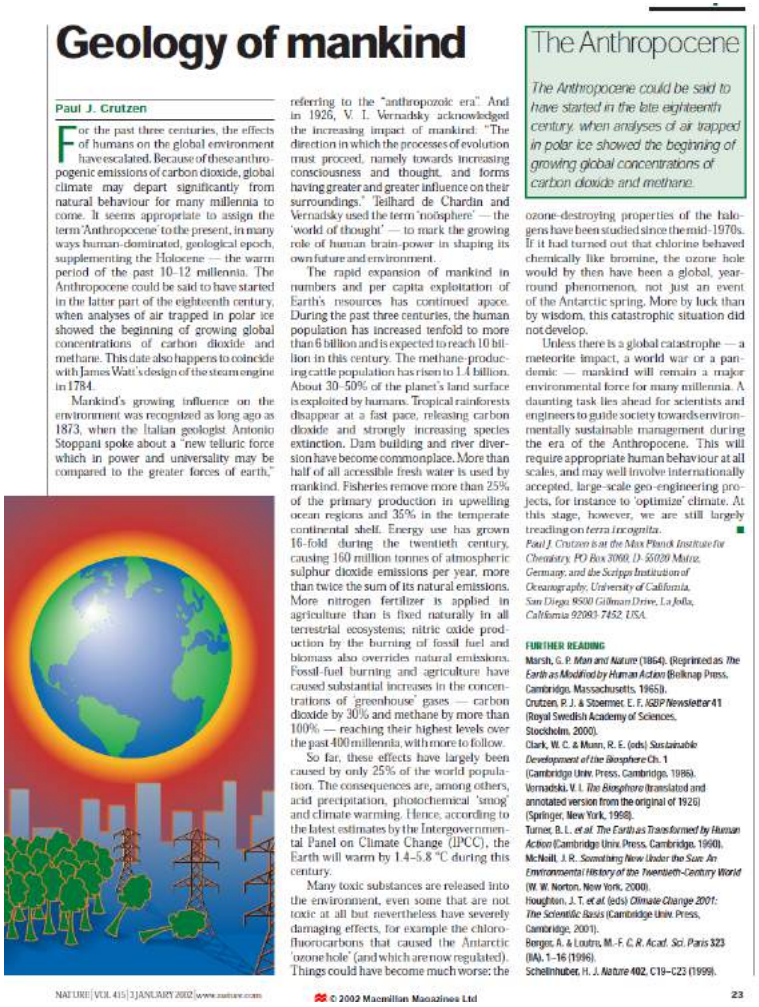
L'uomo padrone del pianeta

Le risorse *rinnovabili* possono diventare *non rinnovabili* se vengono usate più velocemente di quanto è richiesto per il loro rinnovo naturale!

L'uomo vive ad un ritmo che non è quello della natura

Il pianeta è cambiato





Geology of mankind

Paul J. Crutzen

For the past three centuries, the effects of humans on the global environment have escalated. Because of these anthropogenic emissions of carbon dioxide, global climate may depart significantly from natural behaviour for many millennia to come. It seems appropriate to assign the term 'Anthropocene' to the present, in many ways human-dominated, geological epoch, supplementing the Holocene — the warm period of the past 10–12 millennia. The Anthropocene could be said to have started in the latter part of the eighteenth century, when analyses of air trapped in polar ice showed the beginning of growing global concentrations of carbon dioxide and methane. This date also happens to coincide with James Watt's design of the steam engine in 1784.

Mankind's growing influence on the environment was recognized as long ago as 1873, when the Italian geologist Antonio Stoppani spoke about a "new telluric force which in power and universality may be compared to the greater forces of earth," referring to the "anthropozoic era". And in 1926, V. I. Vernadsky acknowledged the increasing impact of mankind: "The direction in which the processes of evolution must proceed, namely towards increasing consciousness and thought, and forms having greater and greater influence on their surroundings." Teilhard de Chardin and Vernadsky used the term 'noösphere' — the 'world of thought' — to mark the growing role of human brain-power in shaping its own future and environment.

The rapid expansion of mankind in numbers and per capita exploitation of Earth's resources has continued apace. During the past three centuries, the human population has increased tenfold to more than 6 billion and is expected to reach 10 billion in this century. The methane-producing cattle population has risen to 1.4 billion. About 30–50% of the planet's land surface is exploited by humans. Tropical rainforests disappear at a fast pace, releasing carbon dioxide and strongly increasing species extinction. Dam building and river diversion have become commonplace. More than half of all accessible fresh water is used by mankind. Fisheries remove more than 25% of the primary production in upwelling ocean regions and 35% in the temperate continental shelf. Energy use has grown 16-fold during the twentieth century, causing 160 million tonnes of atmospheric sulphur dioxide emissions per year, more than twice the sum of its natural emissions. More nitrogen fertilizer is applied in agriculture than is fixed naturally in all terrestrial ecosystems; nitric oxide production by the burning of fossil fuel and biomass also overrides natural emissions. Fossil-fuel burning and agriculture have caused substantial increases in the concentrations of 'greenhouse' gases — carbon dioxide by 30% and methane by more than 100% — reaching their highest levels over the past 400 millennia, with more to follow.

So far, these effects have largely been caused by only 25% of the world population. The consequences are, among others, acid precipitation, photochemical 'smog' and climate warming. Hence, according to the latest estimates by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), the Earth will warm by 1.4–5.8 °C during this century.

Many toxic substances are released into the environment, even some that are not toxic at all but nevertheless have severely damaging effects, for example the chlorofluorocarbons that caused the Antarctic 'ozone hole' (and which are now regulated). Things could have become much worse: the ozone-destroying properties of the halogens have been studied since the mid-1970s. If it had turned out that chlorine behaved chemically like bromine, the ozone hole would by then have been a global, year-round phenomenon, not just an event of the Antarctic spring. More by luck than by wisdom, this catastrophic situation did not develop.

Unless there is a global catastrophe — a meteorite impact, a world war or a pandemic — mankind will remain a major environmental force for many millennia. A daunting task lies ahead for scientists and engineers to guide society towards environmentally sustainable management during the era of the Anthropocene. This will require appropriate human behaviour at all scales, and may well involve internationally accepted, large-scale geo-engineering projects, for instance to 'optimize' climate. At this stage, however, we are still largely treading on *terra incognita*. ■

The Anthropocene

The Anthropocene could be said to have started in the late eighteenth century, when analyses of air trapped in polar ice showed the beginning of growing global concentrations of carbon dioxide and methane.

Paul J. Crutzen is at the Max Planck Institute for Chemistry, PO Box 3060, D-55020 Mainz, Germany, and the Scripps Institution of Oceanography, University of California, San Diego, 9500 Gilman Drive, La Jolla, California 92093-0452, USA.

FURTHER READING

Marsh, G. P. *Man and Nature* (1864). (Reprinted as *The Earth as Modified by Human Action* (Belknap Press, Cambridge, Massachusetts, 1965)).
Crutzen, P. J. & Stoermer, E. F. *IGBP Newsletter* 41 (Royal Swedish Academy of Sciences, Stockholm, 2000).
Clark, W. C. & Munn, R. E. (eds) *Sustainable Development of the Biosphere* Ch. 1 (Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1986).
Vernadski, V. I. *The Biosphere* (translated and annotated version from the original of 1926) (Springer, New York, 1998).
Turner, B. L. *et al. The Earth as Transformed by Human Action* (Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1990).
McNeill, J. R. *Something New Under the Sun: An Environmental History of the Twentieth-Century World* (W. W. Norton, New York, 2000).
Houghton, J. T. *et al.* (eds) *Climate Change 2001: The Scientific Basis* (Cambridge Univ. Press, Cambridge, 2001).
Berger, A. & Loutre, M.-F. *C. R. Acad. Sci. Paris* 323 (IIa), 1–16 (1996).
Schellnhuber, H. J. *Nature* 402, C19–C23 (1999).

© 2002 Macmillan Magazines Ltd

Paul Crutzen
Nobel per la Chimica nel 1995

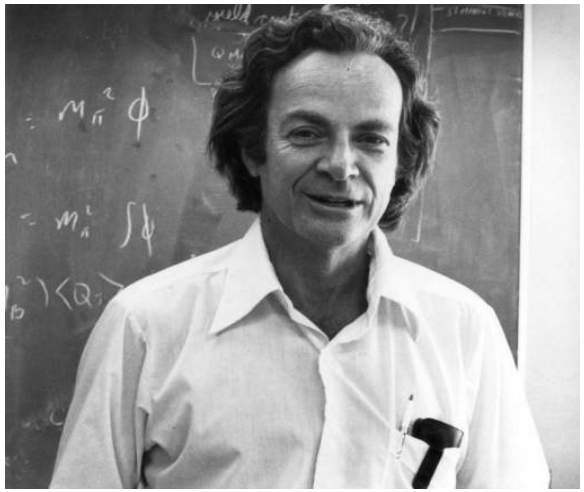
Siamo entrati in una nuova epoca: l'Antropocene

L'attuale situazione delle risorse ce lo dice chiaramente, partendo dalle

Risorse energetiche

Energia:
la risorsa più importante

Tutti gli aspetti della nostra vita materiale dipendono dall'energia



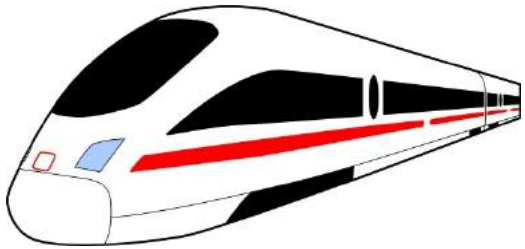
Richard Feynman

Che cosa è l'energia?

It is important to realize that in physics today, we have no knowledge what energy is

L'energia può essere definita come la capacità di un corpo o di un sistema a compiere un lavoro

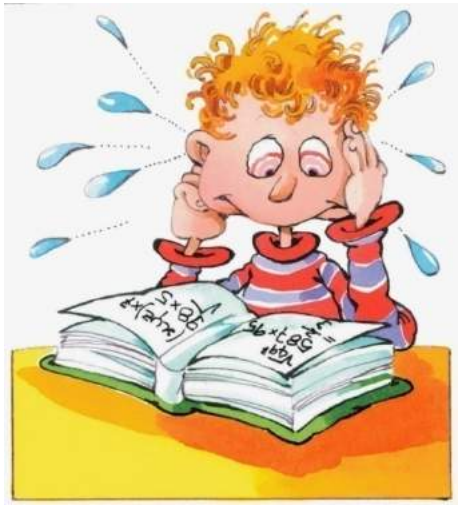
Tutti gli aspetti della nostra vita materiale dipendono dall'energia, vista proprio come la capacità di compiere lavoro



Tutti gli aspetti della nostra vita materiale dipendono dall'energia

850 kcal/ora

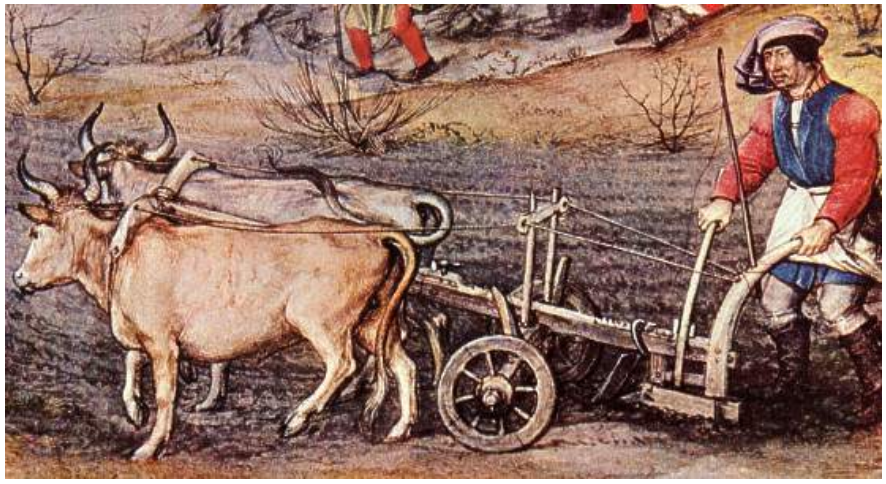
~ 420 kcal/ora

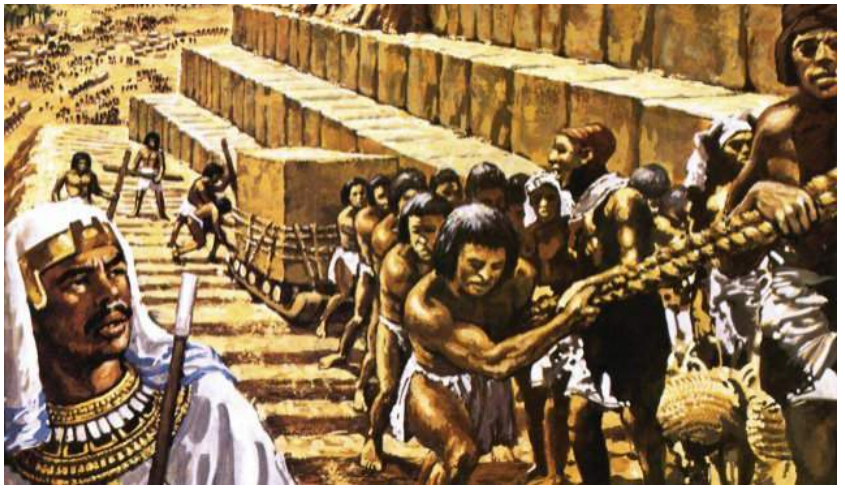


150 kcal/ora

80 kcal/ora

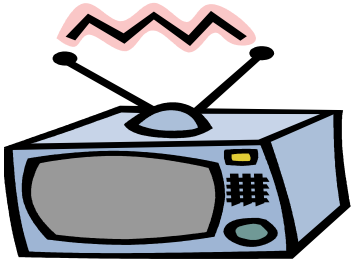
Fino a qualche centinaio di anni fa, l'unica energia a disposizione era quella dell'uomo o degli animali; le persone ricche e potenti avevano al loro servizio uomini poveri: gli schiavi



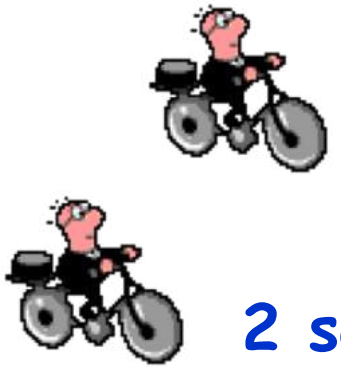


Oggi, grazie alla scienza e allo sviluppo tecnologico, abbiamo sostituito gli schiavi umani, con schiavi energetici:
l'energia elettrica, combustibili e calore

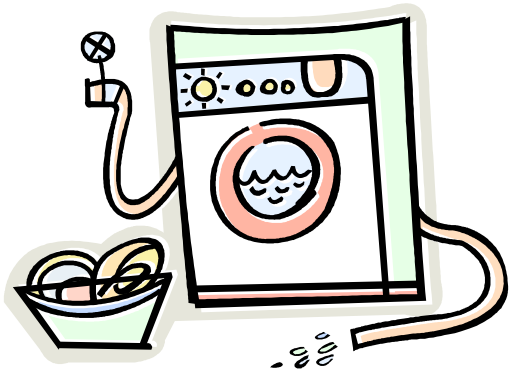
Ipotetico schiavo energetico: 50 W per 8 ore



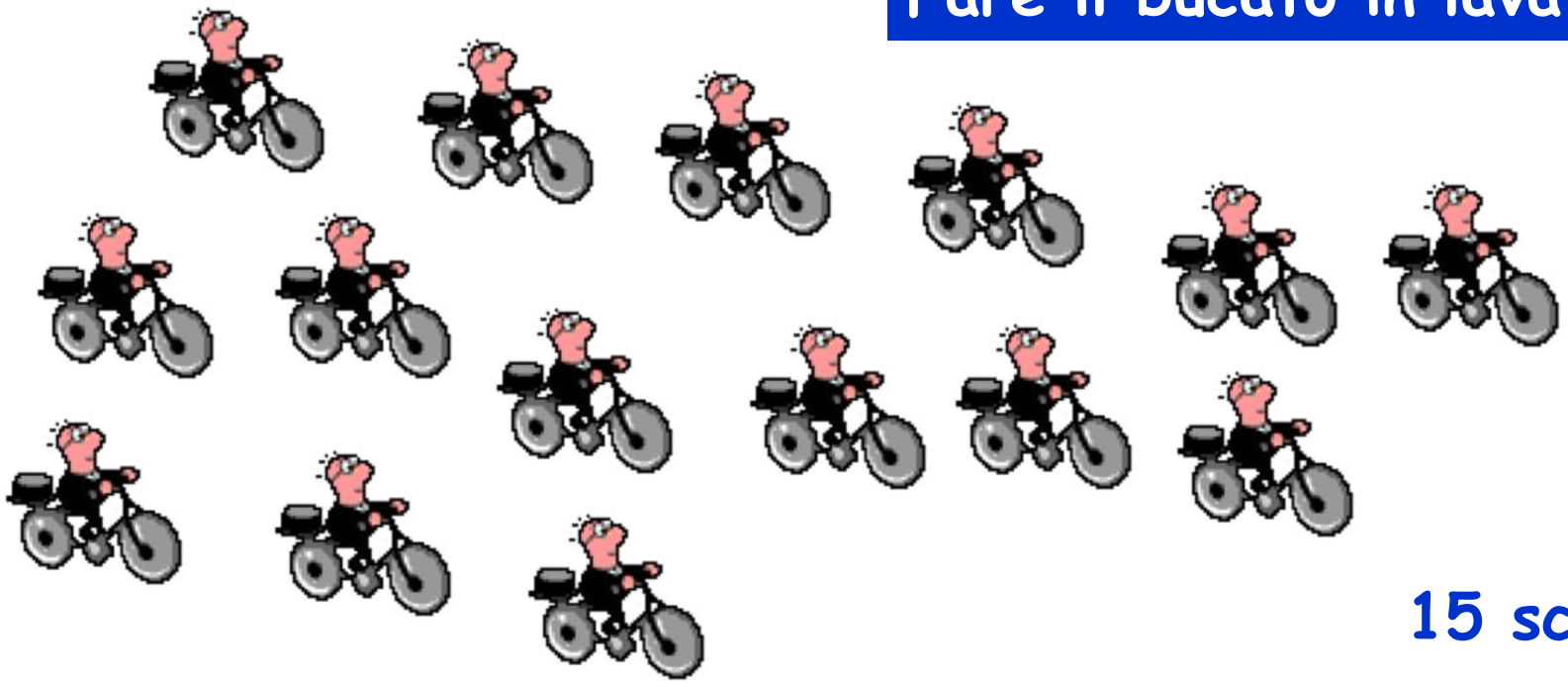
Guardare un film in TV



2 schiavi



Fare il bucato in lavatrice



15 schiavi

Automobile da 115 CV, 110 km/h

1600 schiavi

Boeing 747-400 in decollo

1,6 milioni di schiavi

Una giornata senza energia

Ambienti freddi d'inverno e caldi d'estate

Buio negli edifici e nelle strade

Niente acqua calda

Frigorifero non funzionante e fornelli spenti

Niente forno a microonde

Niente auto, autobus, treni e aerei

Niente cellulare, computer, audiovisivi

.....

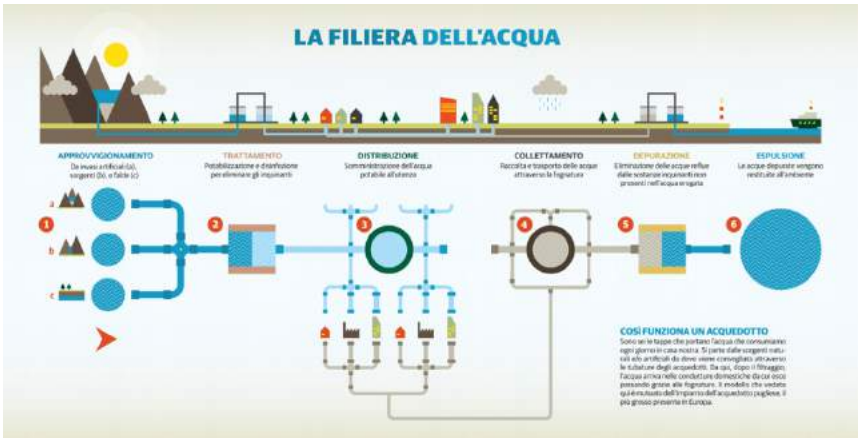
L'energia nascosta e beni di consumo

Automobile: per la costruzione di un'automobile sono necessari circa 20 quintali di petrolio, quantità corrispondente a quella che l'automobile consumerà per percorrere circa 30.000 km

Computer: per la costruzione di un computer sono necessari circa 2,4 quintali di petrolio, uno dei quali è "incorporato" nei suoi microchips

L'energia nascosta e cibo

Disponibilità di cibo, acqua, e materie prime dipende dall'energia



Cibo e acqua pulita necessitano di molta energia

Per estrarre le materie prime si consuma molta energia

Salute ed energia sono strettamente correlate

Per avere assistenza sanitaria occorre molta energia

L'energia è il fattore chiave per lo sviluppo economico e sociale di ogni nazione

L'energia è il vero potere che governa il mondo; più della politica, dell'economia, della finanza e dell'industria

L'energia è la risorsa più importante

Da dove prendiamo l'energia?

I combustibili fossili
(petrolio, carbone, metano)
oltre 80% del consumo energetico mondiale

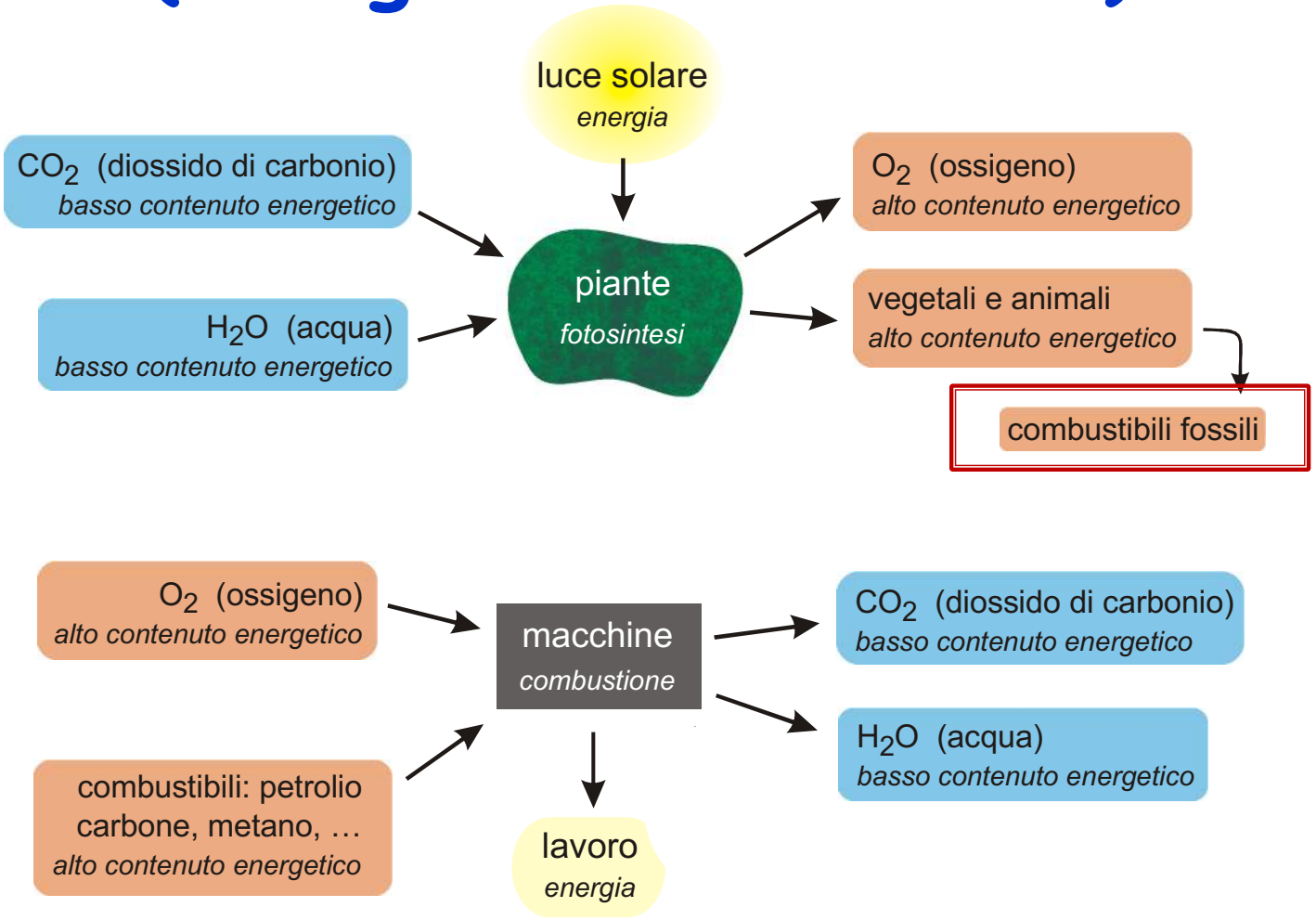
2019: consumi mondiali al secondo

1.000 barili di petrolio

105.000 m^3 di gas

250 tonnellate di carbone

I combustibili fossili sono un grande regalo ci ha fatto il Sole (energia solare fossile)



I combustibili fossili, regalo "una tantum" della natura, si stanno esaurendo molto rapidamente

Mio padre cavalcava un cammello,
io guido un auto,
mio figlio pilota un aereo a reazione,
suo figlio cavalcherà un cammello

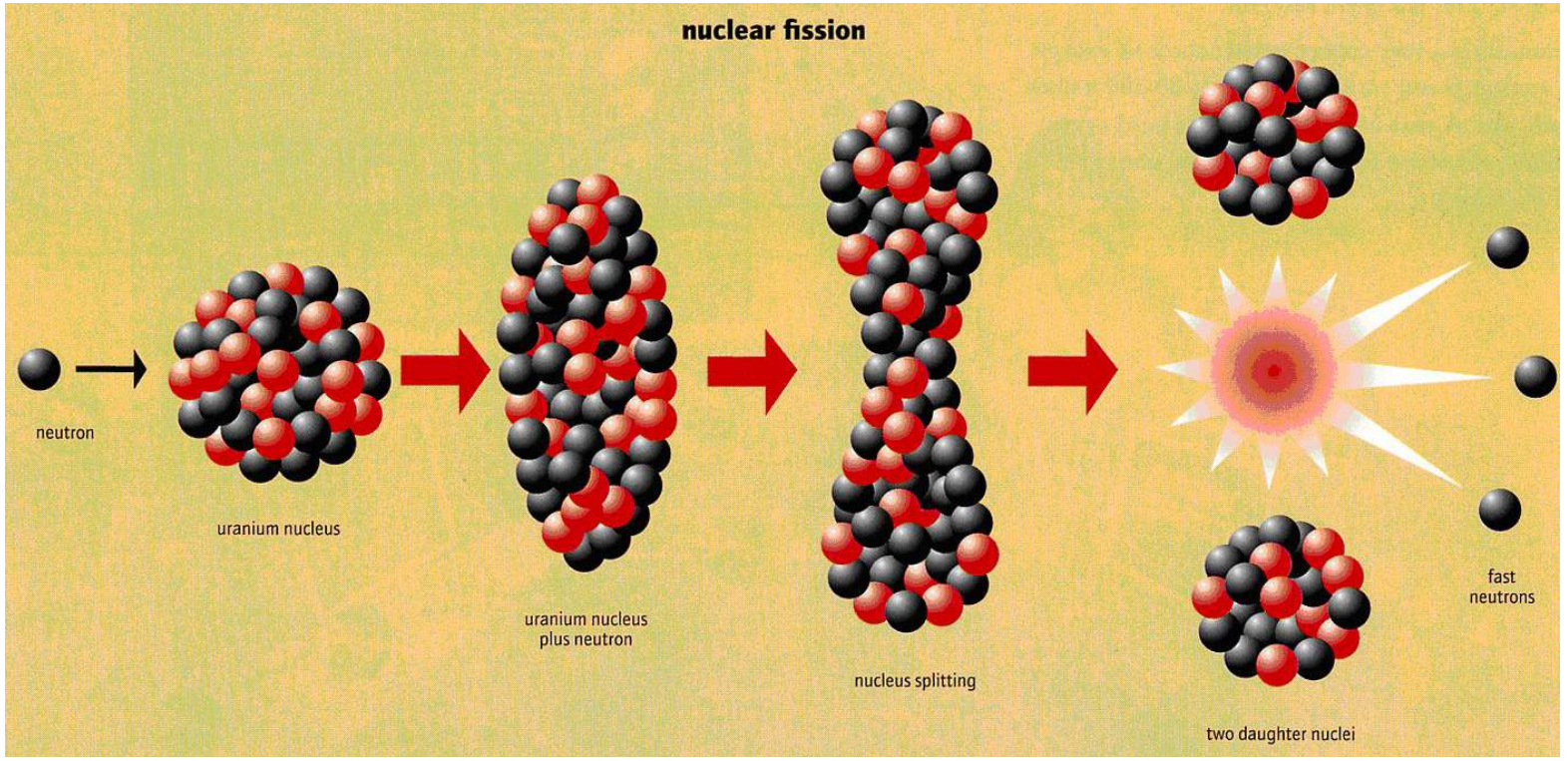
Proverbio saudita

Il loro uso crea danni all'ambiente e all'uomo

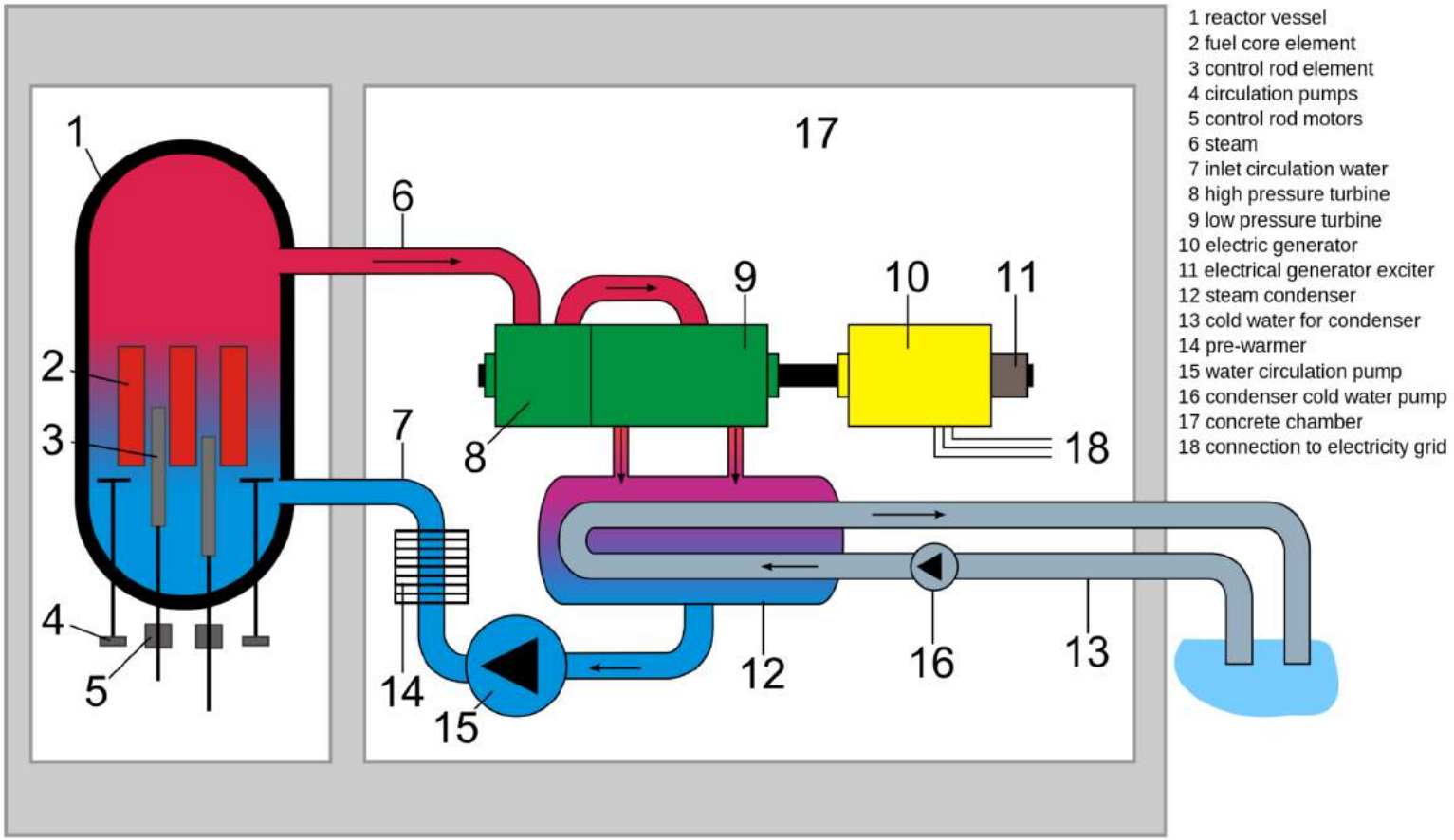
Necessaria una transizione dai combustibili fossili alle fonti energetiche alternative

Quali risorse energetiche alternative ai combustibili fossili ci offre il nostro pianeta?

Energia dall'atomo: fissione dell'uranio 235



Il controllo della reazione di fissione dell'uranio (evitare la fase esplosiva) è alla base del funzionamento delle centrali nucleari

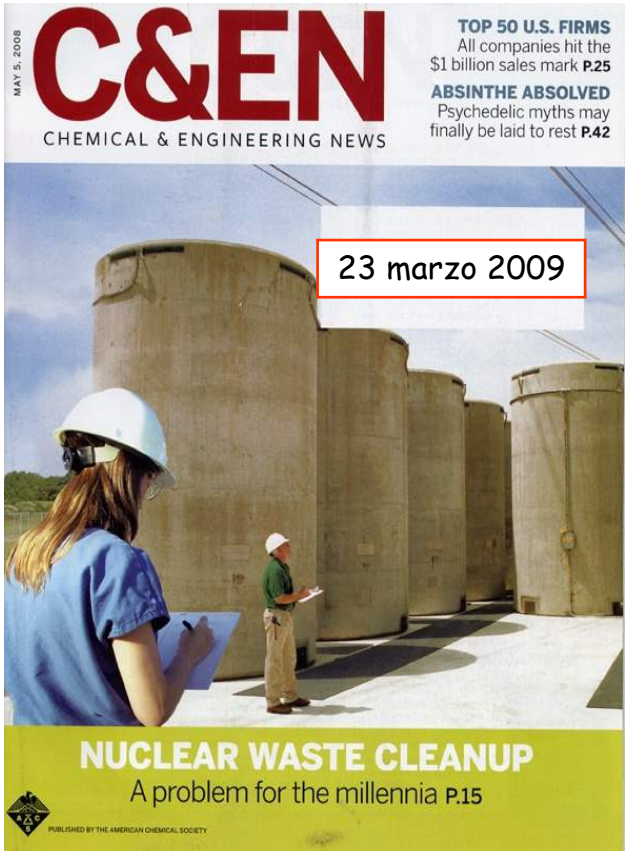


Perplessità sull'uso dell'energia nucleare

Il nucleare richiede una tecnologia molto sofisticata e costosa

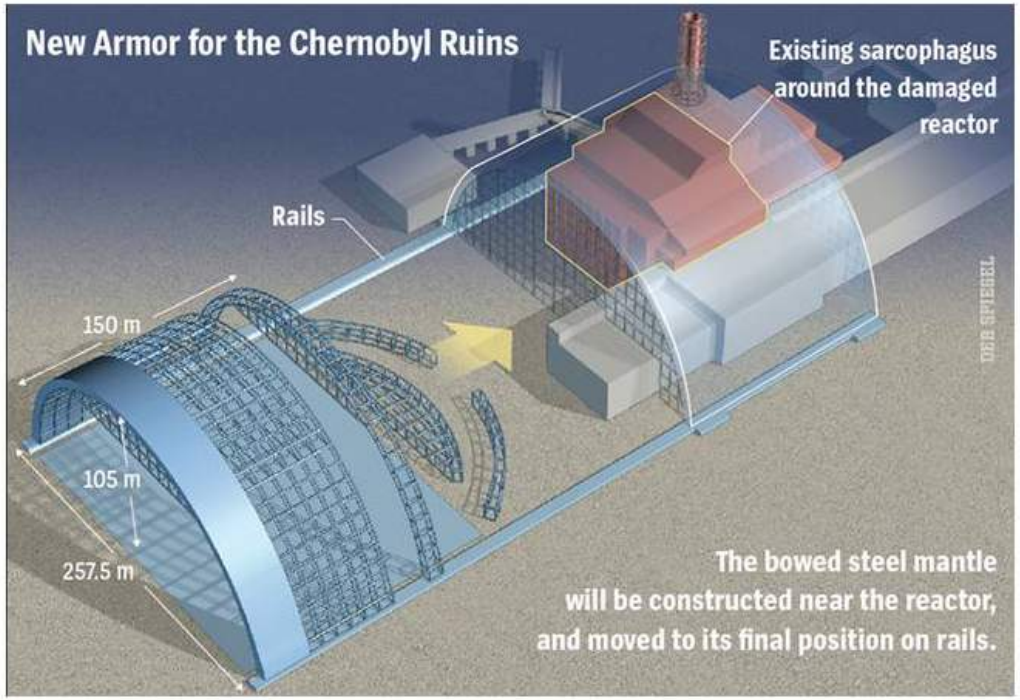
Il problema delle scorie non è stato ancora risolto

Problemi legati allo smantellamento delle centrali nucleari a fine vita



Perplessità sull'uso dell'energia nucleare

Non siamo in grado di gestire i gravi incidenti alle centrali nucleari



Costo € 1.500.000.000
(Comunità Europea)

Il combustibile usato è una risorsa limitata e non rinnovabile

Dovremmo smettere di usare i combustibili fossili e l'energia nucleare perché sono fonti energetiche non adatte per attuare

Sviluppo sostenibile

Uno sviluppo in grado di assicurare "il soddisfacimento dei bisogni della generazione presente senza compromettere la possibilità delle generazioni future di realizzare i propri"

Definizione proposta nel rapporto "Our Common Future" pubblicato nel 1987 dalla Commissione Mondiale per l'Ambiente e lo Sviluppo (Commissione Bruntland)

Lo sviluppo sostenibile riguarda:

- **Ambiente** (situazione delle risorse, inquinamento, biodiversità)
- **Economia** (consumi, povertà, nord e sud del mondo)
- **Società** (diritti, pace, salute, diversità culturali)

Poiché dell'energia non ne possiamo fare a meno dobbiamo cercare alternative ai combustibili fossile e all'energia nucleare che siano più sostenibili

Risorse energetiche alternative ai combustibili fossili e all'energia nucleare

Energia idroelettrica

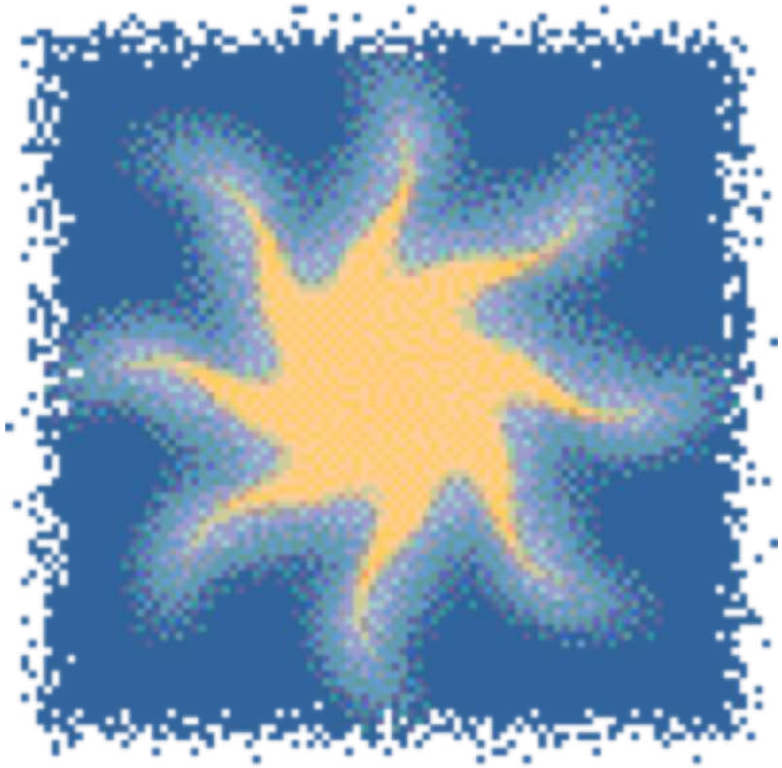
Energia eolica

Energia geotermica

Energia dal mare e dagli oceani

Fonti energetiche rinnovabili e poco inquinanti

L'energia che ci manda il Sole: energia solare



L'energia solare è **abbondante**:
in meno di un'ora la Terra riceve dal Sole una quantità di energia pari all'intero consumo mondiale di un anno

L'energia solare è **inesauribile**:
il Sole continuerà a brillare per almeno altri 4,5 miliardi di anni

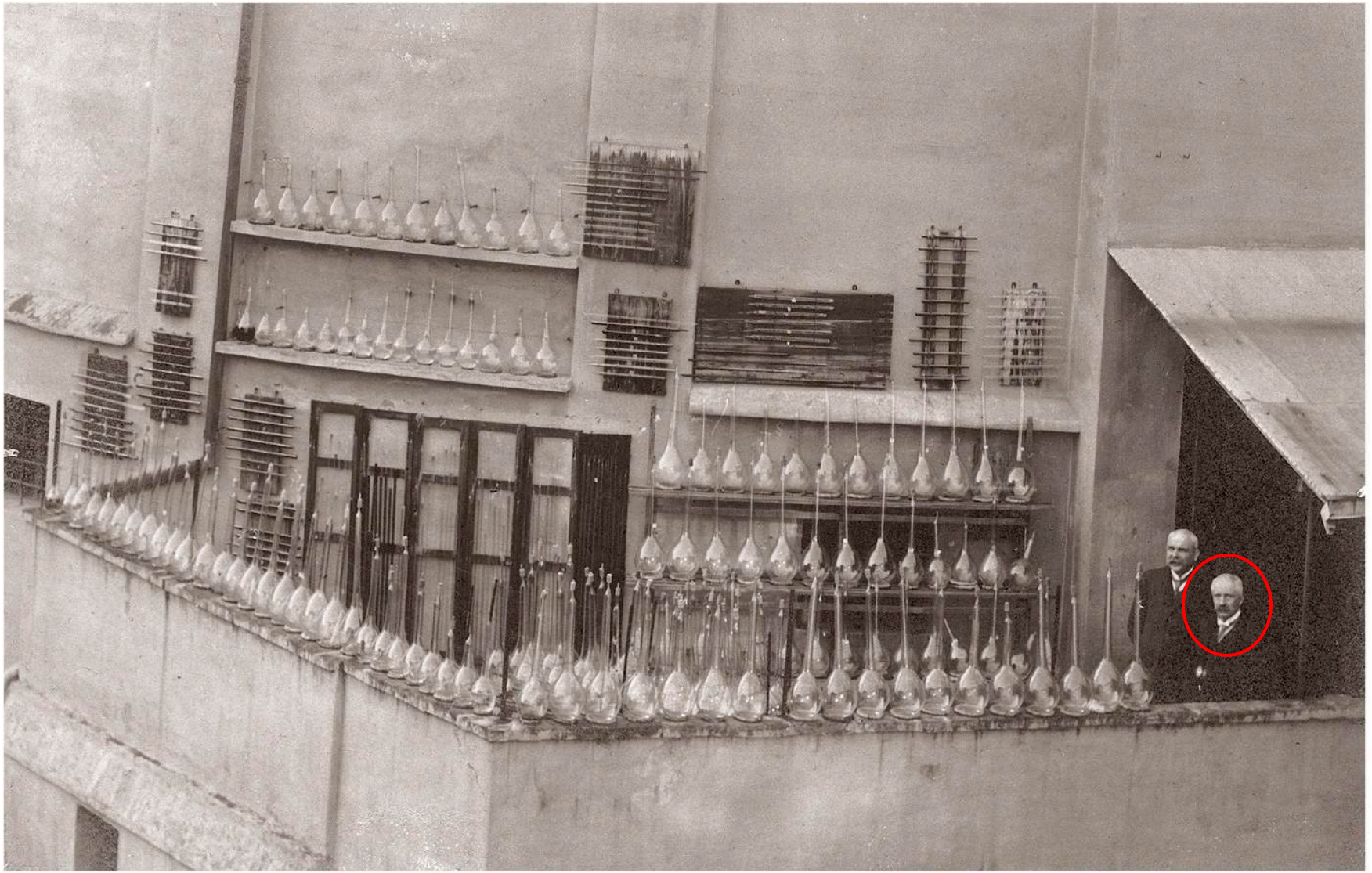
L'energia solare è **gratuita** e **ben distribuita** sul nostro pianeta

Giacomo Ciamician (1857-1922)

padre della fotochimica

profeta dell'energia solare

Ciamician padre della fotochimica



Ciamician nel suo "laboratorio" di fotochimica

Ciamician pioniere dell'energia solare

In una celebre conferenza "La Fotochimica dell'Avvenire", tenuta a New York nel 1912 durante l'VIII International Congress of Applied Chemistry, Ciamician dice:

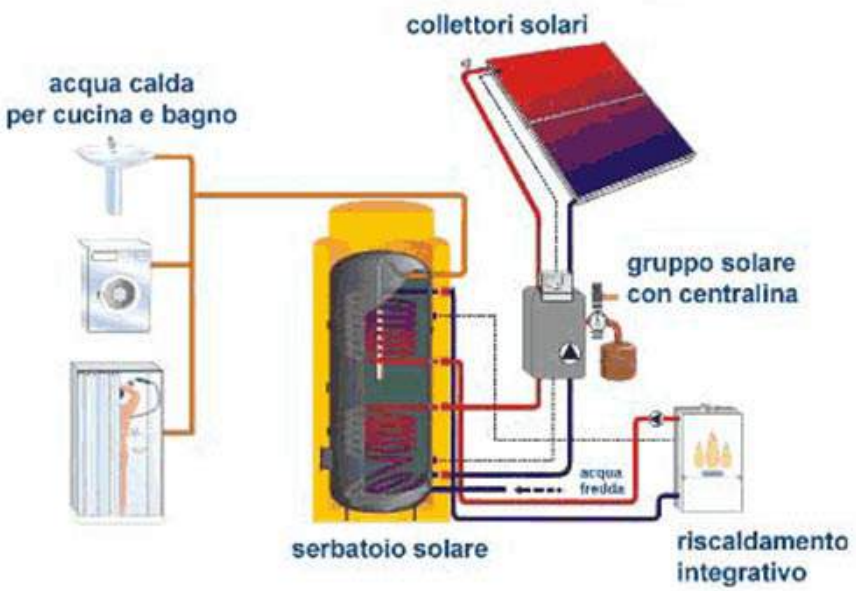
"E se alla civiltà del carbone, nera e nervosa dell'epoca nostra, dovesse far seguito quella forse più tranquilla dell'energia solare, non ne verrebbe un gran male per il progresso e la felicità umana … la vita e la civiltà dureranno finché splende il Sole!"

L'energia solare, così come tutte le altre fonti rinnovabili, per essere sfruttata va convertita in forme di energia utile: calore, elettricità e combustibili

L'energia solare, rispetto altre fonti rinnovabili, è la più versatile

Conversione dell'energia solare

Calore



Pannelli termici

Forni solari

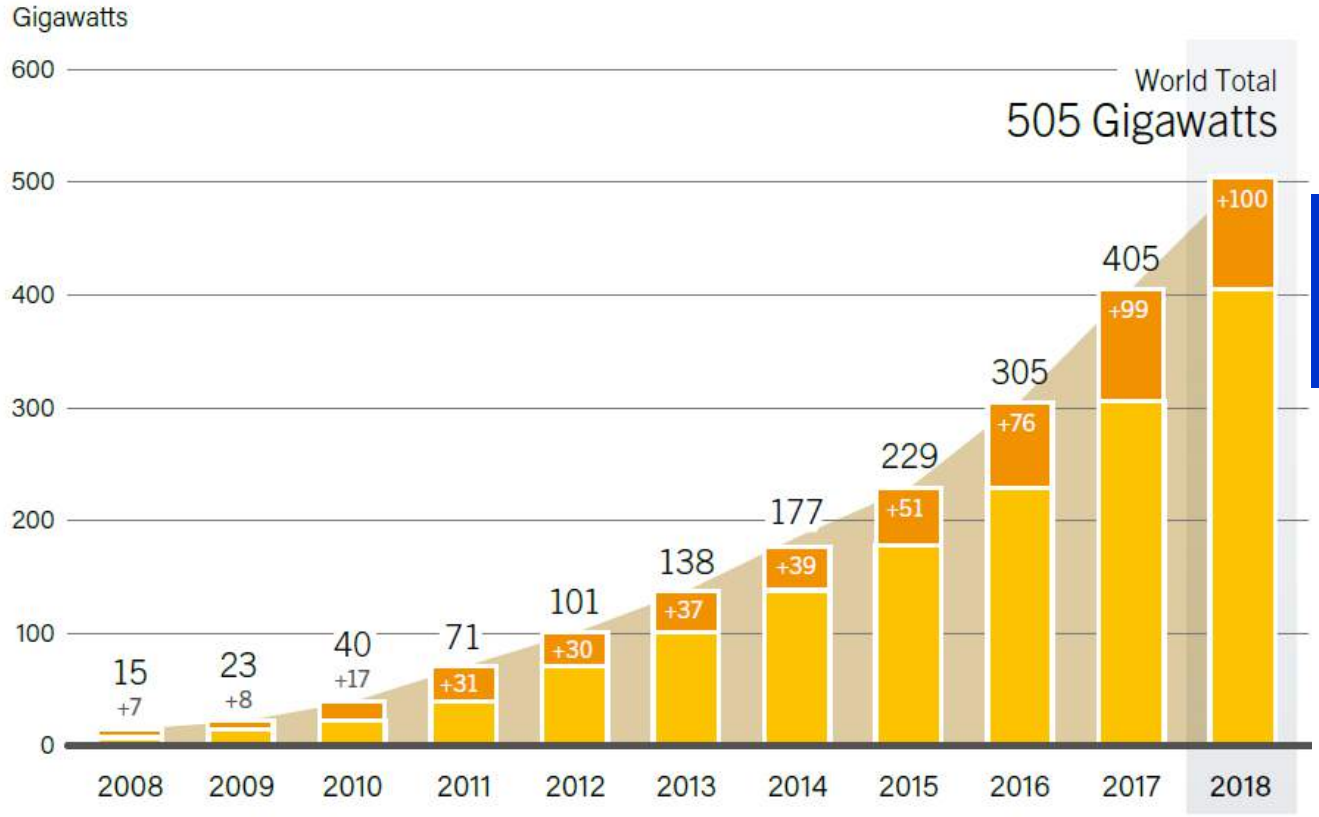
Conversione dell'energia solare

Elettricità

Pannelli fotovoltaici

Nelle celle solari l'assorbimento di luce da parte di un materiale semiconduttore origina una corrente elettrica
Tante celle vengono collegate per formare i **pannelli fotovoltaici**

Sviluppo mondiale del fotovoltaico 2008-2018



Energia generata da 100 centrali nucleari da 1000 MW

REN21 Report, 2019

Nel 2015, l'Italia ha coperto il 7,3%
dei suoi consumi di elettricità con il fotovoltaico

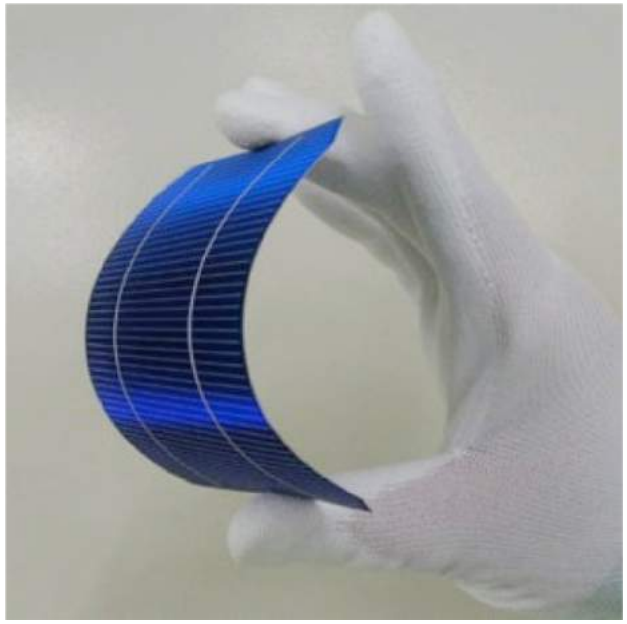
Il fotovoltaico: impianti enormi

Il fotovoltaico: piccoli impianti

Nei paesi del Terzo Mondo, dove manca un'infrastruttura per produrre e distribuire l'elettricità, i pannelli fotovoltaici sono una soluzione, almeno parziale, al fabbisogno di energia elettrica di due miliardi di persone

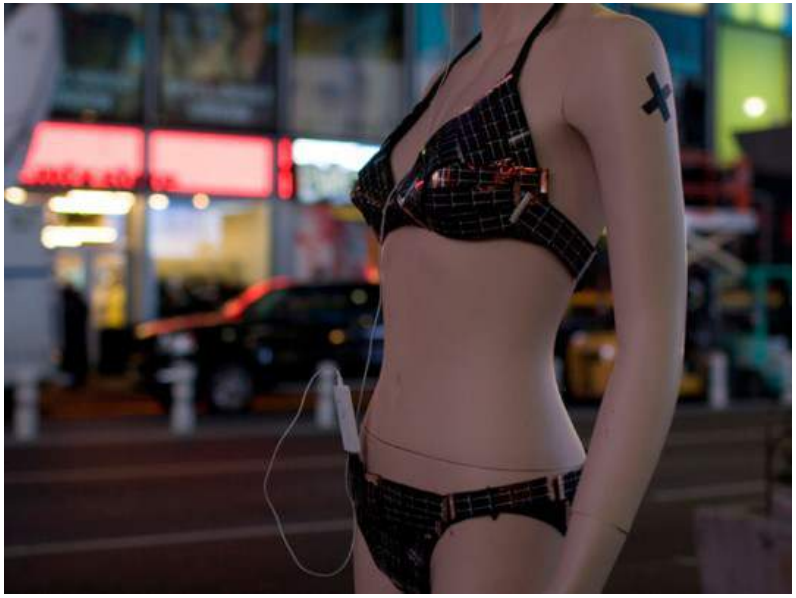
SANYO solar ark, Gifu (Japan), 315 m

Solar Impulse è un velivolo ultraleggero alimentato da energia solare



- Nuovi materiali
- Nuovi metodi di fabbricazione
- Nuove architetture

Nuove tecnologie fotovoltaiche



© Onyx Solar

Conversione dell'energia solare

Elettricità

Concentratori solari

L'impianto solare a concentrazione più grande al mondo (Ivanpath, California, 2014)

Impianti, anche di grandissima dimensione, in cui sono prodotti fluidi ad alta temperatura, mediante l'uso di specchi o lenti, per la generazione di energia elettrica

Conversione dell'energia solare

Combustibili

Biocombustibili

Combustibili da scarti dell'agricoltura

Bioetanolo da granoturco, barbabietola, canna da zucchero, … per motori a benzina

Biodisel da oli vegetali (colza, girasole, soia, palma, …) per motori a gasolio

Colture Dedicate

Conversione dell'energia solare

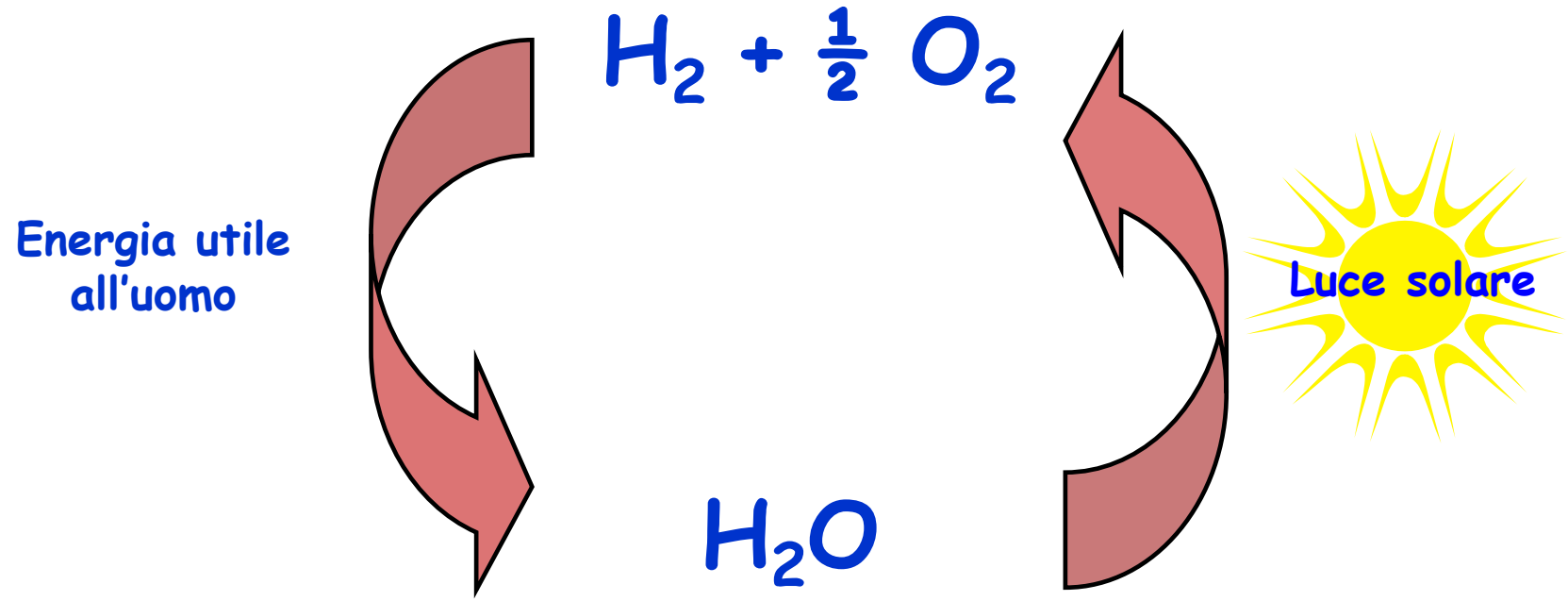
Combustibili

Realizzazione di una fotosintesi artificiale

Obiettivo:

ottenere un combustibile sfruttando il meccanismo usato dalla fotosintesi naturale

Le ricerche sono concentrate sulla scissione dell'acqua in idrogeno e ossigeno, un processo che permette di creare un ciclo chiuso per la produzione di energia senza causare inquinamento



Le energie rinnovabili (in particolare eolico e fotovoltaico) ormai sono una realtà concreta e non una fonte marginale di energia come molti si ostinano a credere

Via libera alle trivelle in Adriatico

Bocciato il ricorso di Abruzzo e Puglia

13 marzo 2018

Suolo

Il suolo è un importante risorsa e lo sarà ancora di più in futuro
Nel 2050, quando la popolazione sarà circa 9 miliardi, la domanda globale di cibo sarà quasi doppia rispetto ai livelli attuali

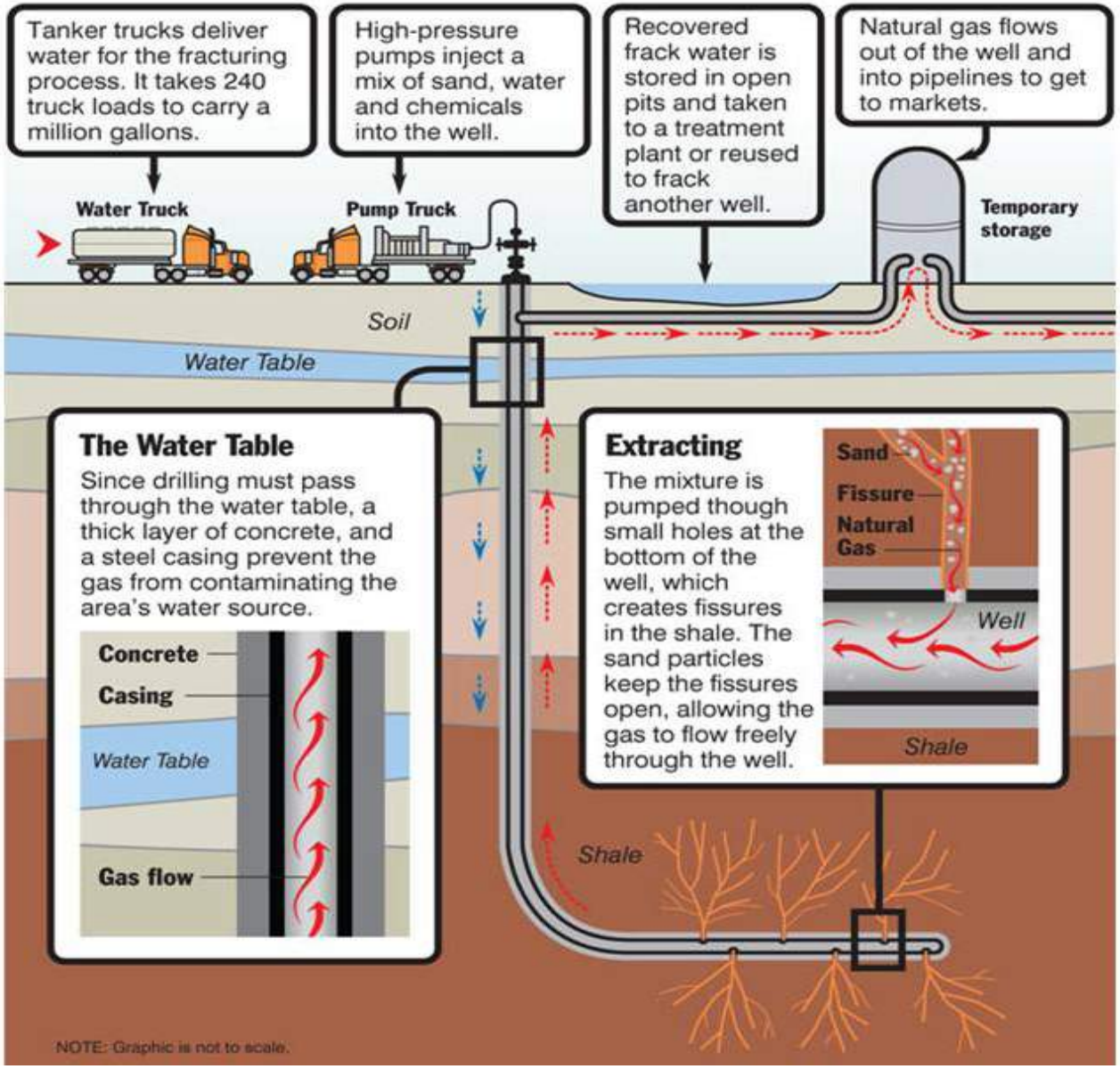
Il suolo, quindi, dovrebbe essere preservato con cura e, invece, ha subito da parte dell'uomo attacchi di ogni genere

Miniera di carbone (Ucraina)

Miniera d'oro (Africa)

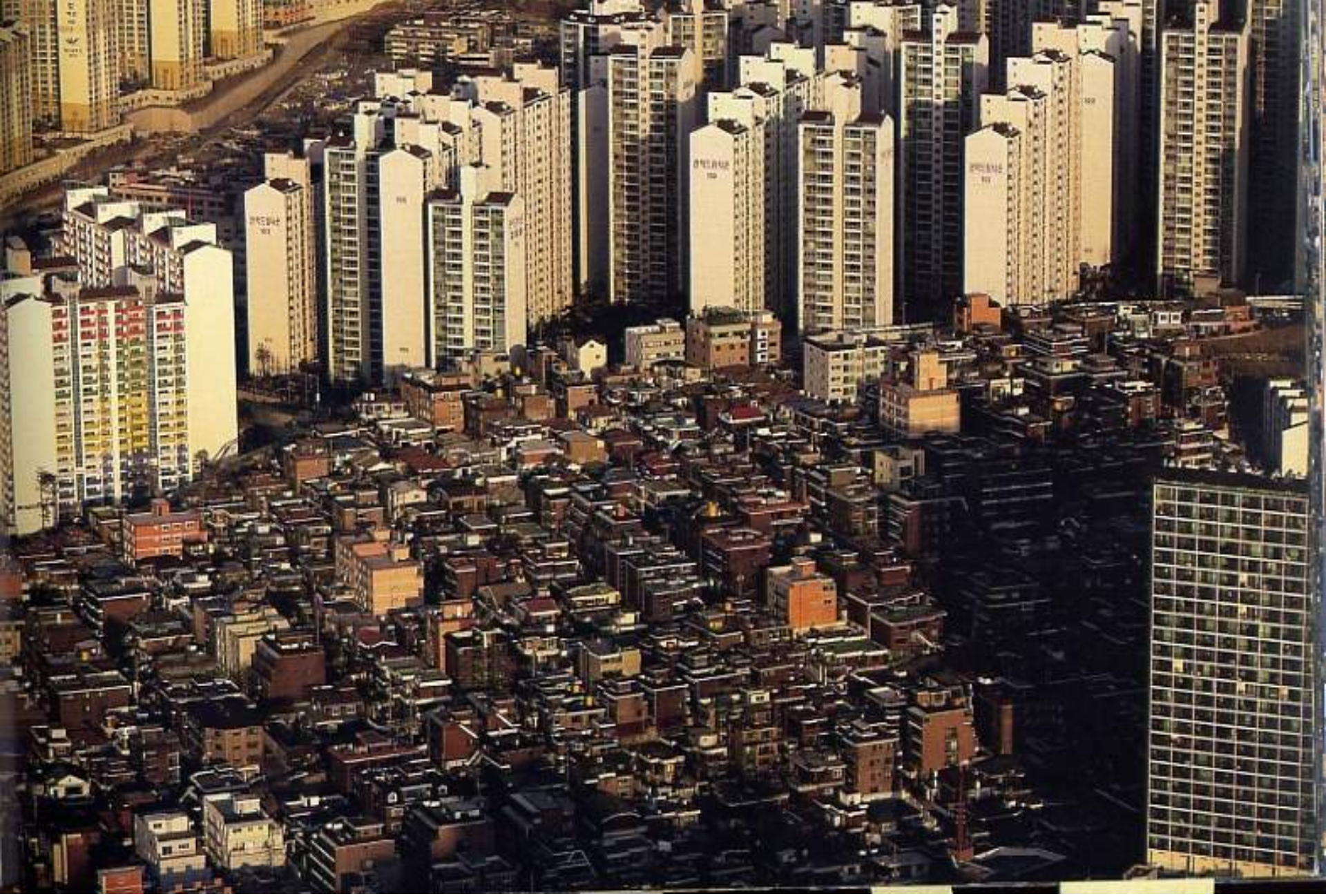
Miniera di diamanti (Canada)

Alla ricerca delle ultime gocce di petrolio
(petrolio non convenzionale dalle sabbie bituminose)



Alla ricerca del metano intrappolato nelle rocce (metodo del fracking)

Svincolo autostradale a Yokohama, Giappone



Seoul, Corea, 22.547.000 abitanti

Le megalopoli

formate da agglomerati di più città

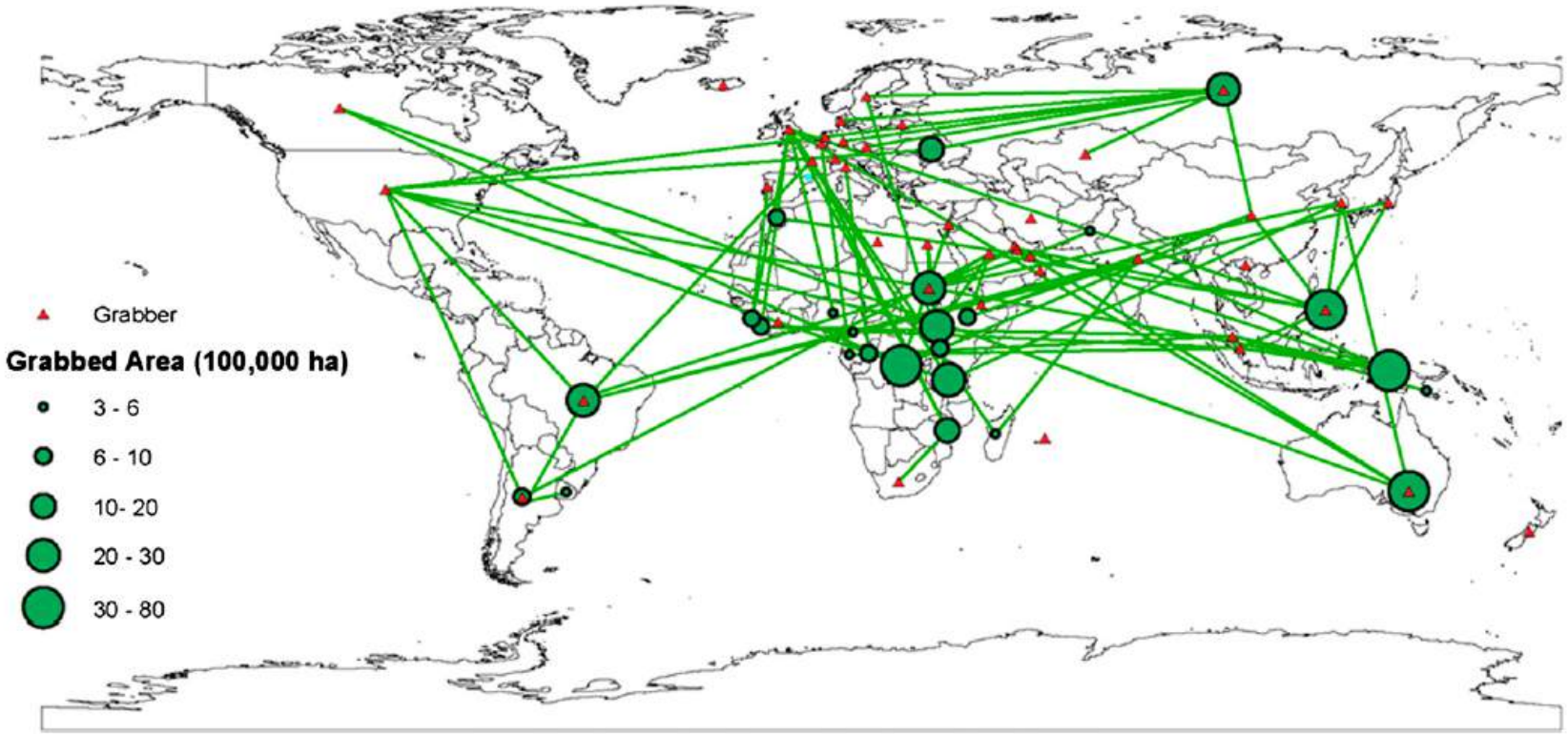
Pearl River Delta Megalopolis (Cina):
10 città; in totale 120.000.000 persone

Yangtze River Delta (Cina):
14 città; in totale 88.000.000 persone

Taiheiyō Belt (Giappone):
comprende svariate città fra le quali Tokio, Osaka, Okayama, Hiroshima; in totale 80.000.000 persone

Quel poco suolo che resta per produrre cibo viene messo in competizione con quello utilizzato per ottenere biocombustibili

I paesi ricchi mettono le mani avanti: land grabbing



Foreste

L'avanzare inesorabile della "civiltà" umana ha portato alla distruzione di gran parte delle foreste

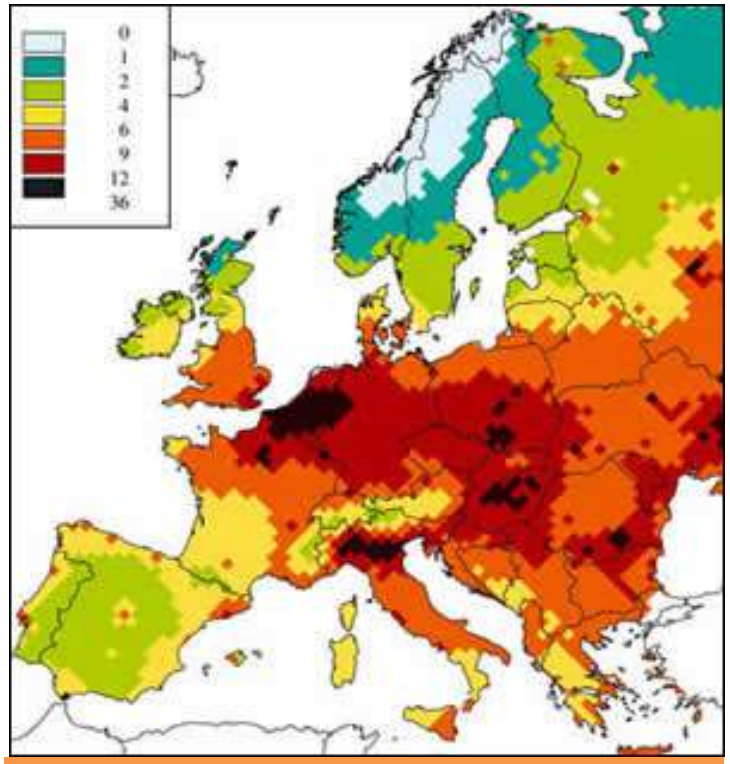
Attualmente vengono distrutti ca. 14.000.000 ettari all'anno di foreste

Si stima che le foreste tropicali dell'Indonesia scompariranno in 10 anni, quelle della Nuova Guinea in 13-16 anni e quelle del Borneo entro il 2022

Perché questo accade?

Alle risorse naturali viene assegnato un valore **puramente economico**

Una foresta **non è solo** una riserva di legno o un terreno da sfruttare. **È anche** un manto che protegge dalle frane, un regolatore del clima, l'habitat di milioni di specie vegetali e animali, un produttore di ossigeno

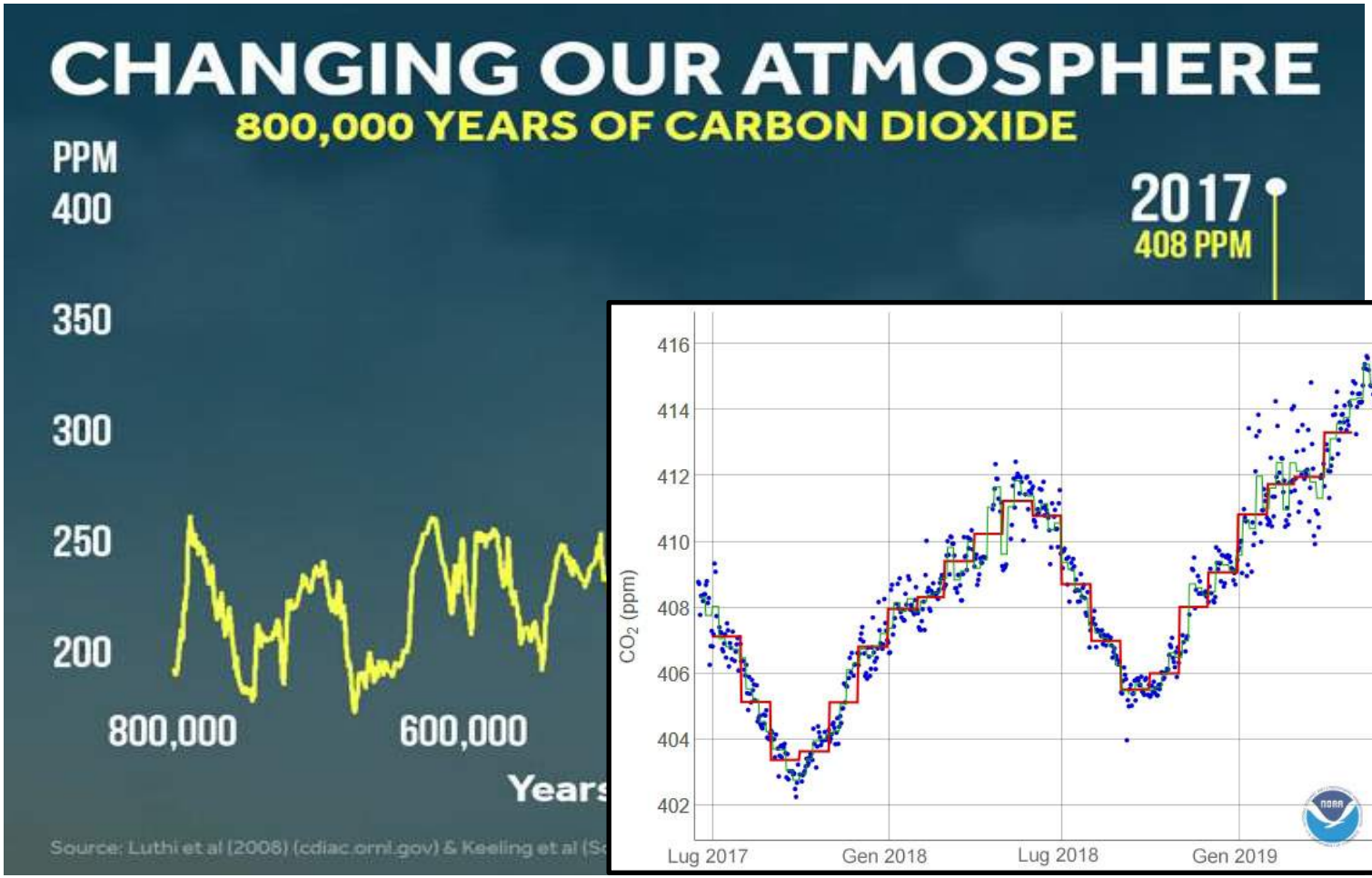


Mappa delle polveri sottili

Aria

L'abbiamo inquinata con ossidi di azoto e zolfo (responsabili delle piogge acide), sostanze organiche volatili e polveri sottili (responsabili di oltre 80.000 decessi nel 2018 solo in Italia)

L'uso dei combustibili fossili causa ogni anno l'immissione nell'atmosfera di quantità enormi di CO_2: 37 miliardi di tonnellate (circa di 1200 tonnellate al secondo)



CO_2 è un gas serra: il maggior responsabile del cambiamento climatico

http://climate.nasa.gov/sof/

deposited in the Sequence Read Archive of the National Center for Biotechnology Information under accession numbers SRR3672737 to SRR3672758 (NCBI BioProject PRJNA325727), SRR3674396 to SRR3674450 (NCBI BioProject PRJNA325827), SRR3674451 to SRR3674453 (NCBI BioProject PRJNA325856), and SRR3673933; representative TLR1 sequences have been deposited in GenBank under accession numbers KX388139, KX388140, and KX388141. Phylogenetic trees and SNP alignments have been deposited at Treebase under Study Accession URL http://purl.org/phylo/treebase/phylows/study/TB2:S19692. Supported by the Fondation Raoul Follereau and Swiss National Science Foundation grant IZRJZ3_164174 (S.T.C.), the Scottish Government Rural and Environment Science and Analytical Services Division (K.S.), and the Thomas O'Hanlon Memorial Award in Veterinary Medicine (F.McD.).

SUPPLEMENTARY MATERIALS

www.sciencemag.org/content/354/6313/744/suppl/DC1
Materials and Methods
Figs. S1 to S5
Tables S1 to S14
References (*31*–*51*)

21 June 2016; accepted 27 September 2016
10.1126/science.aah3783

ARCTIC SEA ICE

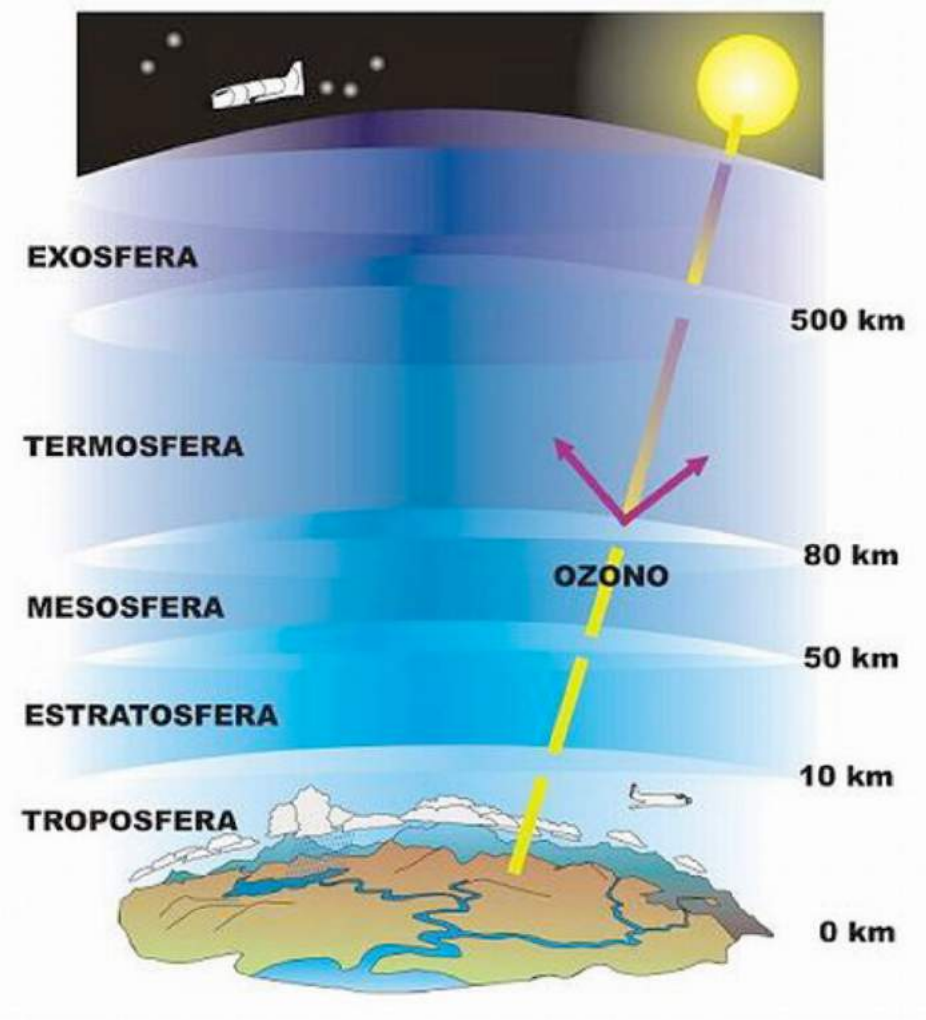
Observed Arctic sea-ice loss directly follows anthropogenic CO_2 emission

COP21 · CMP11
PARIS 2015
UN CLIMATE CHANGE CONFERENCE

Le delegazioni delle 185 nazioni

Il cambiamento climatico è il problema più preoccupante per l'umanità

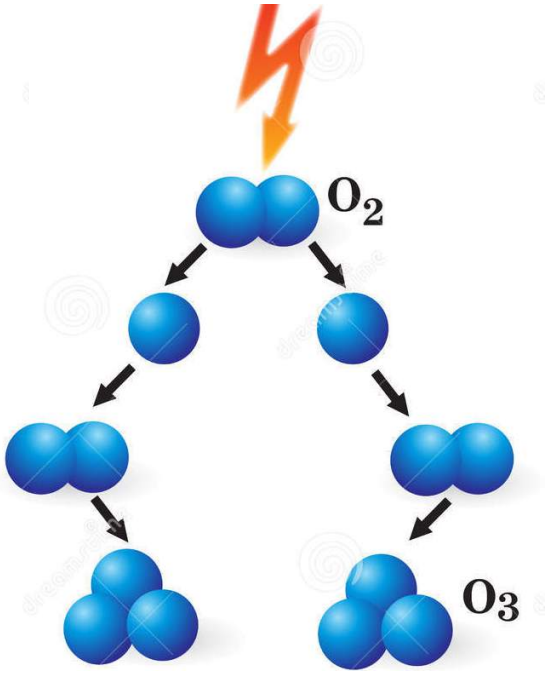
Il segretario dell'ONU Guterres ha dichiarato che "il mondo è fuori rotta": è l'ultima chiamata per far qualcosa



La "mano lunga" dell'uomo ha raggiunto anche gli strati alti dell'atmosfera: l'uso dei clorofluorocarburi ha portato ad una riduzione dello spessore dell'ozonosfera

Ozono

Molecola dell'ozono



- Sulla superficie terreste è tossico per l'uomo e dannoso per i materiali
- Nell'alta atmosfera la sua presenza è benefica perché assorbe le radiazioni UV solari a energia più elevata

Effetti della riduzione dello schermo di ozono

Cambi climatici

Uomo

Danni agli occhi

Sviluppo di tumori della pelle

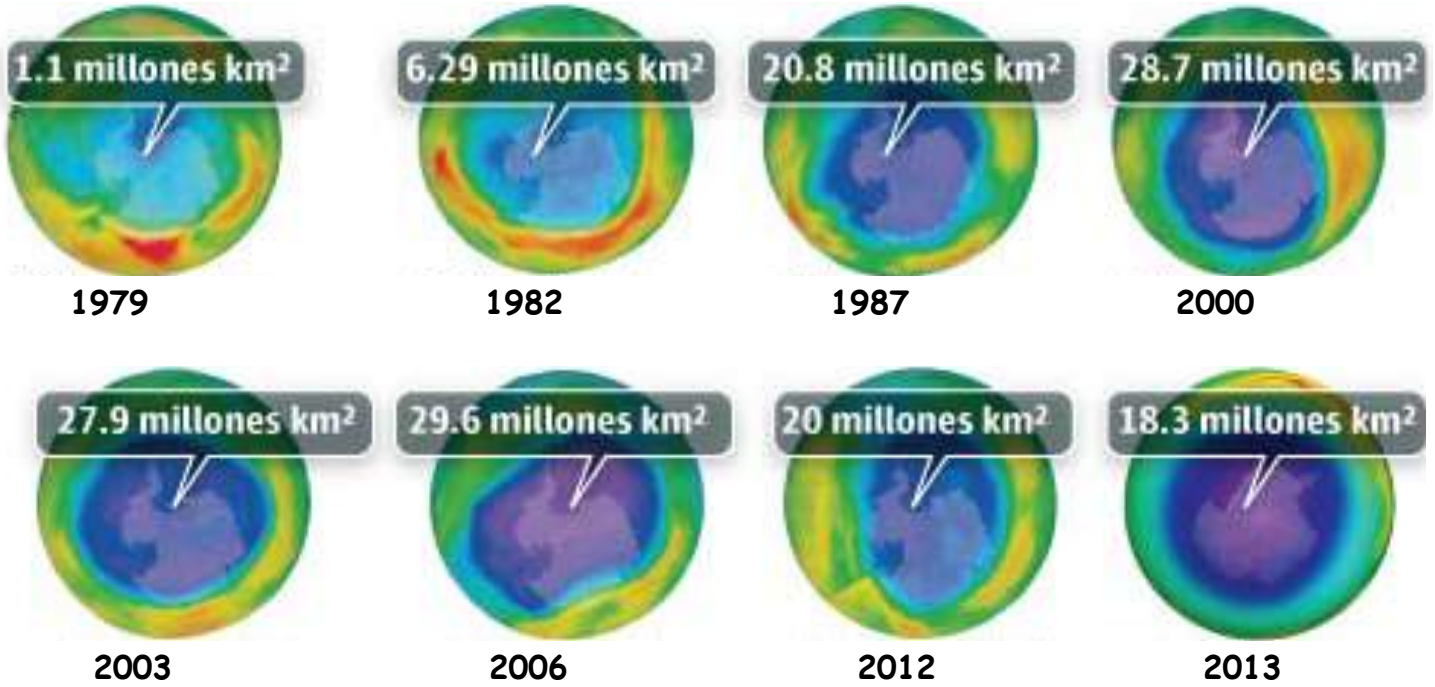
Accelerazione del photoaging

Piante

Crescita ridotta

Alterazioni nel contenuto delle proteine e dei pigmenti

Una buona notizia



Il buco dell'ozono in prossimità dell'Antartide, secondo le ultime valutazioni effettuate dagli scienziati incaricati dall'ONU, **si sta restringendo** e, secondo gli esperti, si dovrebbe tornare alla "normalità" entro il 2050

ca. 80% di azoto (N_2)
ca. 20% di ossigeno (O_2)

Aria

Stiamo prelevando enormi quantità di azoto dall'atmosfera per produrre fertilizzanti (ma anche esplosivi)

Il ciclo naturale dell'azoto è stato drammaticamente perturbato con pesanti conseguenze ecologiche

I fertilizzanti in eccesso finiscono nell'ambiente acquatico producendo il fenomeno dell'eutrofizzazione

Acqua

L'acqua è una risorsa preziosa e insostituibile per la vita, come l'ossigeno e la luce solare

Il nostro corpo è costituito per circa il 70% di acqua

L'acqua è il composto più abbondante sulla superficie della Terra

La Terra: il pianeta blu

Il 71% della superficie della Terra è ricoperto d'acqua ($1,5 \times 10^{18}$ m^3)

- 97,0% è acqua salata
- 2,1% è acqua imprigionata come ghiaccio
- 0,9% è acqua dolce (laghi, fiumi, falde, nubi)

Se questo 0,9% fosse ben distribuito sarebbe più che sufficiente per tutti gli usi e bisogni (1.700 m^3 pro-capite per anno)

Distribuzione dell'acqua nel mondo

Nazione	Media pro-capite (m^3/anno)
America Nord e Sud	21 000
Europa, Asia, Australia	2 000
Africa (media) Nord Africa	5 000 400
Medio Oriente (media) Penisola Arabica	400 170

Distribuzione dell'acqua in Italia

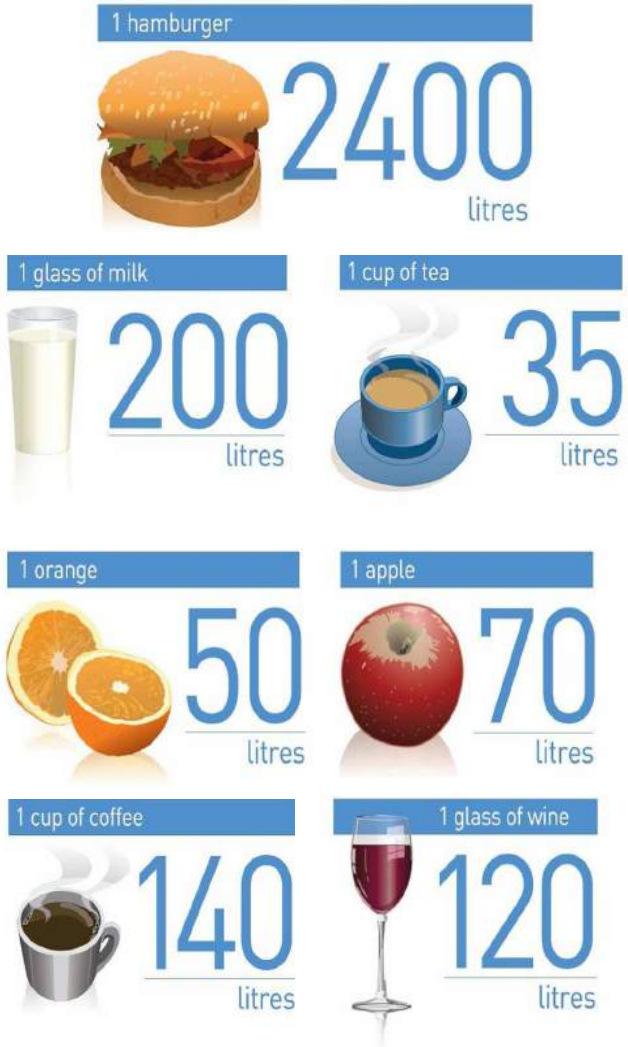
	pro-capite (m^3/anno)
Media Nazionale*	2 700
Nord Est e Abruzzo	5 000
Toscana	820
Puglia	650

*1000 m^3 in più rispetto al minimo necessario

Usi dell'acqua

Agricoltura	70 %
Industria	20 %
Usi civili e domestici	8 %
Perdite	2 %

Acqua e agricoltura



Alimento	Impronta Idrica (L/kg)
Carne di bovino*	15 400
Carne di ovino*	8 800
Carne di suino*	6 000
Burro	5 600
Carne di pollo*	4 300
Uova	3 300
Cereali	1 600
Latte	1 000
Frutta	900
Verdura	300

*Questi dati includono l'acqua necessaria per produrre il mangime di cui si nutrono gli animali

Acqua e industria

- Molta acqua è usata per raffreddare gli impianti
- Molta acqua serve per ottenere qualsiasi bene di consumo

Prodotto	Litri d'acqua
1 lattina di alluminio	120
1 risma di carta	4 000
1 automobile	250 000
1 kg di antibiotico	500 000

Acqua ed energia: dall'acqua si può ottenere energia

Basta pensare all'energia idroelettrica, ma è possibile ricavare energia anche sfruttando il moto e il gradiente termico dei mari e degli oceani

Dall'acqua, poi, è possibile ottenere idrogeno, un vettore energetico di grande interesse

Acqua ed energia: serve acqua per ottenere energia

Per produrre 1 litro di benzina dal petrolio (processi di raffinazione) sono necessari da 2 a 10 litri di acqua

Per produrre 1 litro di etanolo da raccolti dell'agricoltura (biocarburanti) servono 4 litri di acqua

Per produrre energia elettrica nelle centrali nucleari ci vuole molta acqua

Acqua ed energia: serve energia per ottenere acqua potabile

Circa 1 litro di petrolio per 3.000 litri d'acqua potabile dall'acqua di mare

Impianto di desalinizzazione dell'acqua di mare a Tel Aviv

L'impronta idrica delle varie nazioni dipende dal grado di industrializzazione e dallo stile alimentare dei cittadini

Nazione	Impronta Idrica pro-capite (m^3/anno)
Stati Uniti	2 800
Italia	2 300
Brasile	2 000
Francia	1 800
Germania	1 400
Giappone	1 300
Regno Unito	1 300
India	1 100
Cina	1 100
Congo	500

L'impronta idrica di una nazione è formata da due componenti

Parte Interna	Parte Esterna "virtuale"
Acqua usata all'interno del paese	Acqua usata nei paesi dai quali la nazione importa i prodotti

Molti paesi hanno esternalizzato in modo massiccio la loro impronta idrica importando prodotti agricoli che richiedono enormi quantità d'acqua

Nazione	Parte Interna 10^6 m^3/anno	Parte Esterna 10^6 m^3/anno	% esternalizzazione
Olanda	695	16 140	95.0
Giappone	22 300	105 000	77.0
Germania	25 000	61 000	69.0
Italia	36 200	62 700	61.0
Cina	785 000	110 000	12.0
India	720 600	23 500	2.5

Acqua e usi civili e domestici

Paesi ricchi

L'acqua arriva in casa e in ogni luogo dove occorre mediante acquedotti

Tutto quello che dobbiamo fare è aprire un rubinetto! Abbiamo "acqua corrente" potabile, di buona qualità e a bassi costi

(In Italia 0,0014 € al litro)

Acqua minerale

In Italia ogni persona consuma in media **200 litri** di acqua minerale/anno

Ci sono **304 marche** di acqua minerale

- ✓ Costo molto maggiore (0,20-0,50 €/L)
- ✓ Consumo energetico e inquinamento causato dagli automezzi di trasporto
- ✓ Inquinamento causato dalle bottiglie di plastica (6 miliardi all'anno in Italia)

L'acqua minerale è una vera mania

Negli USA si trovano le acque minerali "più pure del mondo" ottenute frantumando gli iceberg della calotta polare

0,5 L: $ 10

1,0 L: $ 40

In Australia (a 16.000 km dall'Italia) si trovano le acque minerali Panna e San Pellegrino

La situazione nei paesi poveri

1 miliardo di persone non ha accesso a strutture di acqua potabile

2,6 miliardi di persone hanno acqua non sicura dal punto di vista sanitario

5 milioni di persone muoiono ogni anno per malattie trasmesse da acqua non sicura

Alcune considerazioni

- ✓ **L'acqua è una risorsa limitata, ma rinnovabile**
- ✓ **L'acqua si usa, ma non si consuma**

L'acqua non si esaurirà, ma …

- ✓ **Problemi legati ai cambi climatici** (i ghiacciai si sciolgono; i grandi fiumi sono ridotti a piccoli rivoli)
- ✓ **Inquinamento** (l'acqua non ha sostituti)

Inquinamento di origine industriale

È causato dall'immissione nei fiumi, nei laghi e nei mari di residui provenienti dalle varie "lavorazioni" industriali spesso contenenti sostanze tossiche

L'introduzione dei questi inquinanti (mezzo milione le sostanze diverse) avviene attraverso scarichi diretti senza che siano stati costruiti impianti di depurazione; causa la morte dei pesci e la distruzione del plancton

Inquinamento di origine industriale

Si deve alle attività industriali anche **l'inquinamento termico** dovuto all'immissione nei fiumi o nei mari di acque a temperature molte elevate, provenienti dai sistemi di raffreddamento delle fabbriche e delle industrie (es. centrali nucleari). L'introduzione di questa acque "scaldate" provocano un notevole aumento della temperatura naturale dell'acqua causando la morte delle forme di vita presenti in essa

Inquinamento di origine agricola, domestica e civile

- Uso sconsiderato dei fertilizzanti e dei pesticidi impiegati nei campi, il cui eccesso viene trasportato per dilavamento nei corsi d'acqua

- Scarichi urbani (residui organici, rifiuti, detersivi) riversati senza alcun trattamento di depurazione nei fiumi o direttamente nel mare. I detersivi che vanno nelle fogne e da queste nei fiumi e nei mari sono quattro milioni di quintali ogni anno in tutto il mondo

Alcune situazioni drammatiche

Il Rio Bravo, il più importante confine naturale fra Stati Uniti e Messico, diminuisce di costantemente di volume (costruzione di dighe e canali di irrigazione) ed è inquinato dagli scarichi industriali di varia natura

Il Danubio soffre di un eccesso di nutrienti a cui si aggiunge il problema di un cattivo trattamento delle acque reflue

Alcune situazioni drammatiche

Il fiume Gange, considerato sacro, è diventato una discarica di resti umani (1 miliardo di litri di liquami non trattati al giorno), di corpi di animali e di inquinanti industriali

Alcune situazioni drammatiche

Il fiume Yangtze è stato devastato dalla deforestazione, dall'inquinamento, dalla sedimentazione e dall'interruzione di flussi idrici

Il fiume Yangtze nel porto di Shangai

L'acqua diventerà il composto più conteso fra le nazioni

Secondo la Banca Mondiale, la carenza di acqua e la sua ineguale distribuzione saranno i nodi più importanti per i politici di questo secolo

Il pericolo è che le nazioni forti monopolizzino le loro risorse e si impadroniscano di quelle dei paesi vicini. L'acqua potrebbe così diventare oggetto di speculazioni finanziare, una specie di "oro blu", in analogia con il termine "oro nero" usato per identificare il petrolio

L'acqua diventerà il composto più conteso fra le nazioni

La differenza sostanziale, però, fra l'oro blu (acqua) e l'oro nero (petrolio) è che il primo ha un valore indispensabile per la sopravvivenza degli esseri umani e non ha sostituti, mentre il secondo può essere sostituito da altre fonti energetiche

L'acqua come bene comune

Il diritto di accesso all'acqua dovrebbe essere riconosciuto ad ogni essere umano

L'acqua, purtroppo, non compare nella Dichiarazione Universale dei Diritti Umani (ONU, 1948). Anche in una conferenza ONU del 2000 è stata definita un «bisogno» dell'uomo, ma non un suo «diritto»

L'acqua come bene comune

Più recentemente l'approccio delle varie nazioni al «problema acqua» è cambiato: la Risoluzione ONU del 28 luglio 2010 ha dichiarato per la prima volta nella storia che l'acqua è un diritto umano universale e fondamentale, che concerne la dignità della persona, è essenziale al pieno godimento della vita ed è fondamentale per tutti gli altri diritti dell'uomo

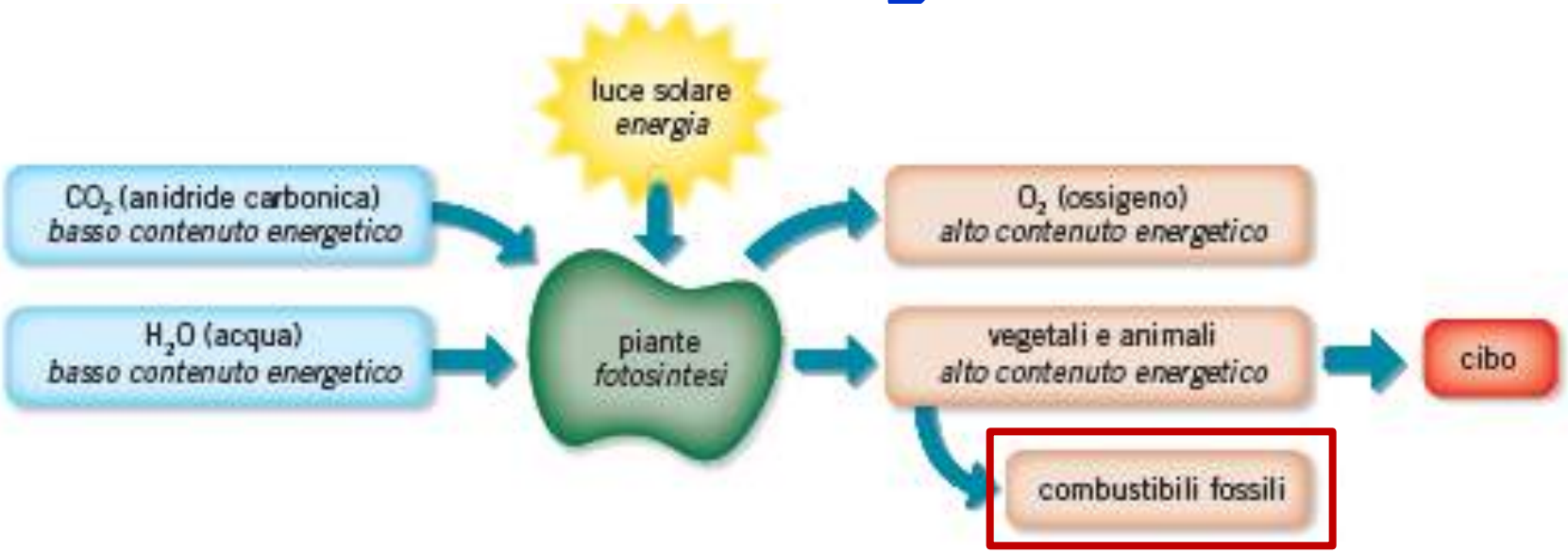
La Risoluzione ONU, tuttavia, non è vincolante

UN WATER

GIORNATA MONDIALE SULL'ACQUA

Cibo

Tutto il cibo deriva direttamente o indirettamente dal miracolo della fotosintesi: la fabbrica del cibo e dell'energia



Il cibo è il trattato di pace tra Sole, suolo, aria e acqua

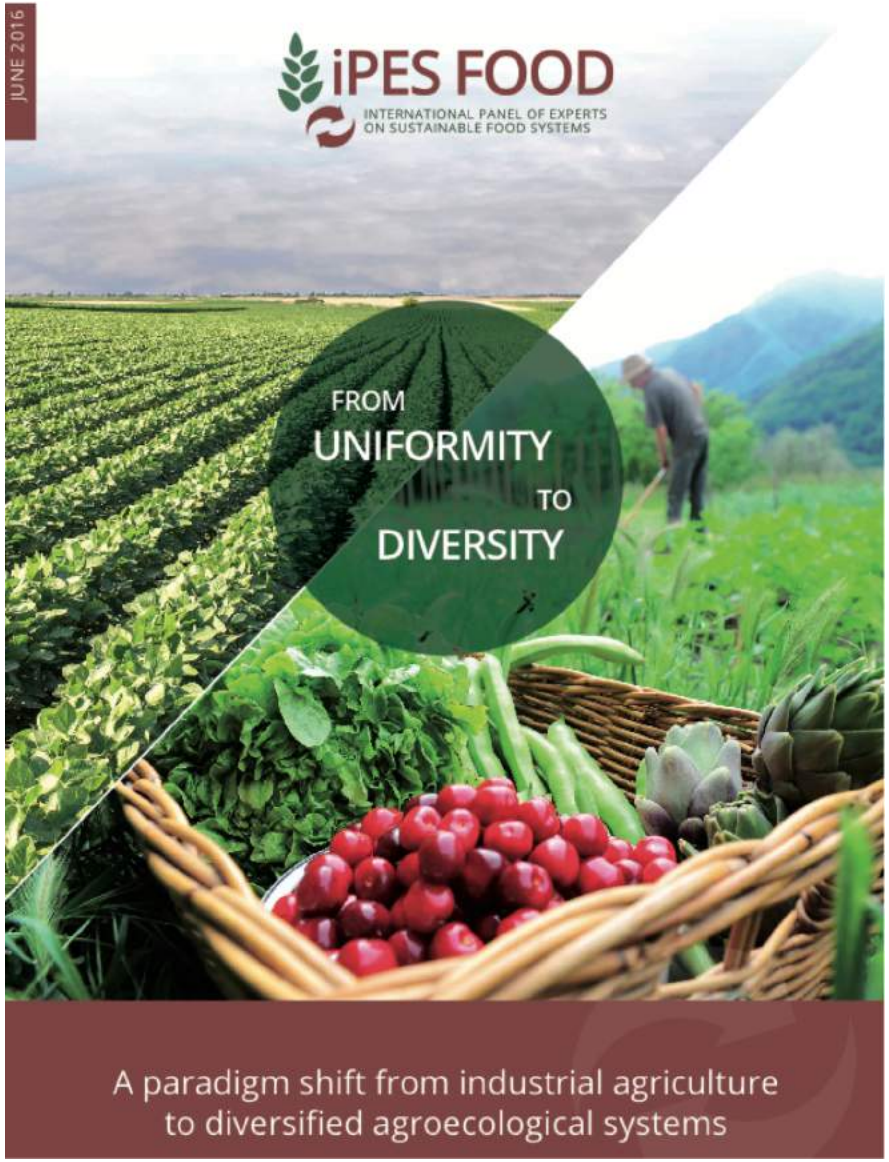
Nonostante il nostro comportamento "irrispettoso"

Food and Agriculture Organization (FAO)

Produciamo una volta e mezzo la quantità di cibo necessaria a sfamare gli abitanti della Terra

Sicuramente ciò si deve all'industrializzazione dell'agricoltura

Stanno emergendo grossi problemi



Occorre adottare pratiche con minor impatto ambientale (evitando l'uso indiscriminato di insetticidi, pesticidi e fertilizzanti)

Preservare la biodiversità

Il Protocollo di Milano sull'Alimentazione e la Nutrizione Expo 2015
3 aprile 2015

Ci sono altri segnali negativi che indicano chiaramente che le cose devono cambiare

Nonostante si produca una volta e mezzo la quantità di cibo necessaria a sfamare gli abitanti della Terra

Oggi circa 1 miliardo di persone (1 persona su 7) soffre la fame

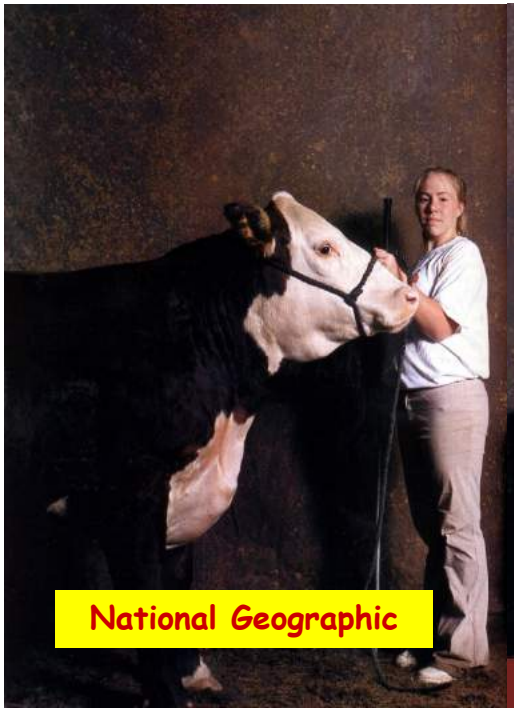
Paradossalmente oltre 2 miliardi di persone sono obese o in sovrappeso

Tipo di dieta adottata

Con un appezzamento di terreno che può nutrire 100 persone che mangiano mais, se ne possono nutrire meno di 10 che mangiano carne

La carne richiede tanto terreno, tanta acqua, ma anche tantissima energia: mangiare carne significa mangiare petrolio

Cibo-Energia



Per "fare" una mucca di 5 quintali sono necessari 6 barili (circa 1000 litri) di petrolio

Per "fare" 1 kg di carne di vitello si consumano "a monte" 7 litri di petrolio

Per far crescere pomodori di serra si consuma una quantità di energia fino a 50 volte maggiore del loro contenuto energetico

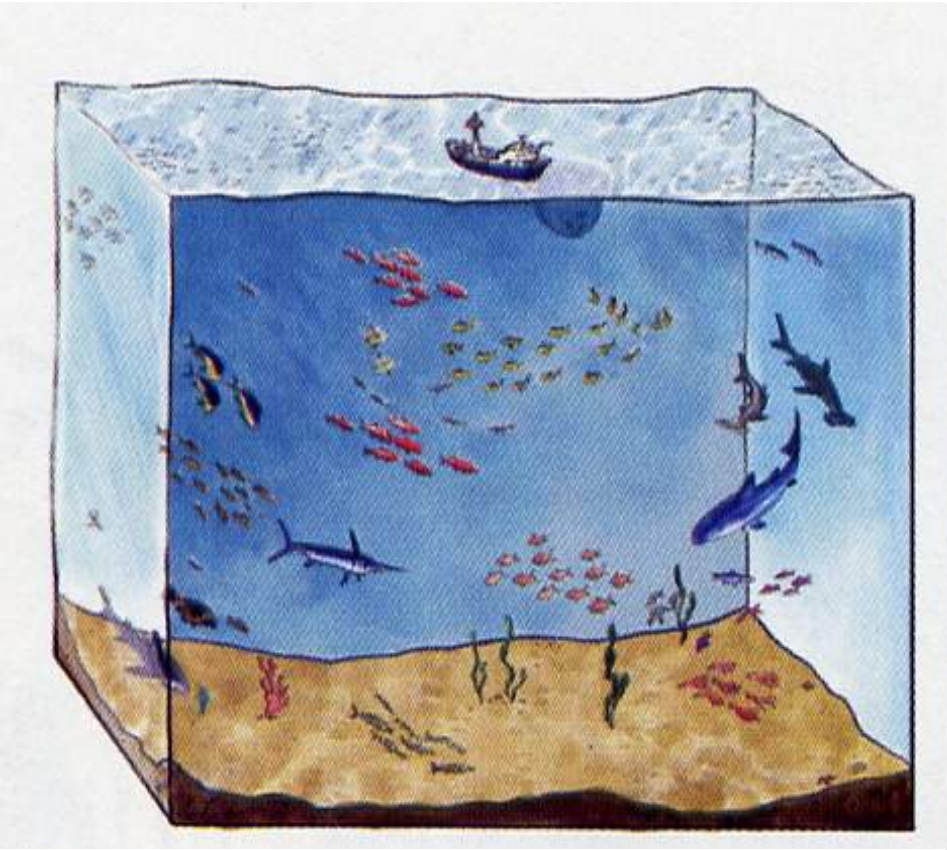
La dieta a base di carne è insostenibile

Richiede troppo terreno, troppa energia, troppa acqua

1 kcal ottenuta dalla carne richiede 15 volte più terreno, circa 50 volte più energia e 20 volte più acqua rispetto ad 1 kcal ottenuta dal grano

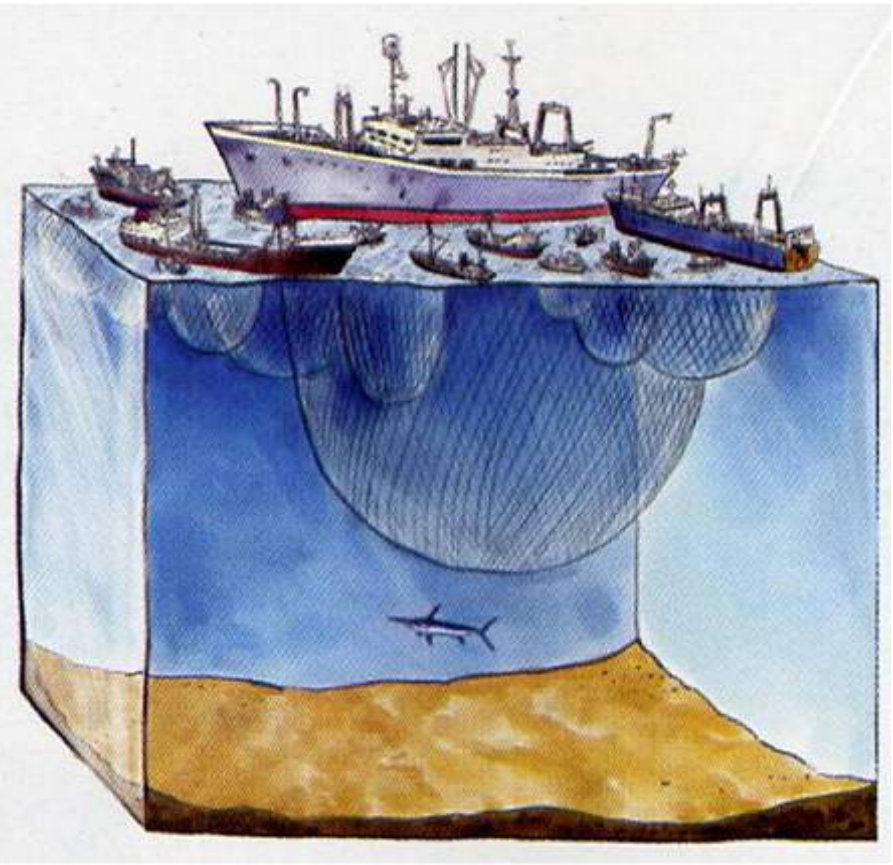
Produce troppa CO_2 e troppe disuguaglianze fra gli uomini

ieri



Il pesce è un'ottima alternativa, o meglio era un'ottima alternativa

oggi



Ogni anno il numero di pesci pescati nei mari va da 1000 a 3000 miliardi. L'80% delle riserve oceaniche è sfruttato oltre il limite delle capacità rigenerative

In un mondo con risorse rinnovabili ma limitate, i consumi non possono crescere all'infinito

Lo spreco di alimenti

Ogni anno vanno perduti o sprecati 1,3 miliardi di tonnellate di cibo, quasi un terzo della produzione globale e quattro volte la quantità necessaria a nutrire le persone che muoiono di fame (oltre 800 milioni)

Spreco nella filiera del cibo

Nell'agricoltura
(prodotti lasciati nei campi)

Nella parte industriale (lavorazione del cibo)

Nella distribuzione

Nelle case

Spreco di cibo

Cibo sprecato per persona e per anno è di 110 kg negli USA, 90 kg in Europa, 80 kg nei Paesi Asiatici industrializzati, 25 kg in America Latina e 5 kg nell'Africa sub-Sahariana

In USA il 93% delle persone acquista cibo che non usa e spesso (il 15%) la confezione non viene neppure aperta

In Italia annualmente l'agricoltura lascia sui campi più di 17 milioni di tonnellate di prodotti (1,1 di frutta fresca, 3,5 di ortaggi, 4,7 di cereali) con un impatto economico di 9,8 miliardi di €, uno spreco di suolo di 1,5 milioni di ettari e una produzione di CO_2 di 11,6 milioni di tonnellate

Sprecando cibo si spreca denaro, terreno, acqua ed energia e si producono rifiuti che per essere smaltiti richiedono altro terreno, acqua ed energia

Spreco di cibo è moralmente inaccettabile

Papa Francesco ha detto:

"C'è cibo per tutti, ma non tutti possono mangiare, mentre lo spreco, lo scarto, il consumo eccessivo e l'uso degli alimenti per altri fini sono davanti ai nostri occhi"

La fame nel mondo è solo un problema di egoismo

Una buona notizia

Il 2 agosto 2016 il Senato ha approvato in via definitiva il decreto legge n. 2290 per limitare gli sprechi alimentari agevolando chi dona le eccedenze di cibo ai bisognosi

Il Ministro delle Politiche Agricole: "la legge raccoglie l'eredità di Expo 2015 con l'obiettivo di recuperare 1 milione di tonnellate di cibo all'anno"

Soddisfatto ma non troppo Andrea Segrè, docente dell'Università di Bologna, che da anni si interessa di spreco alimentare:

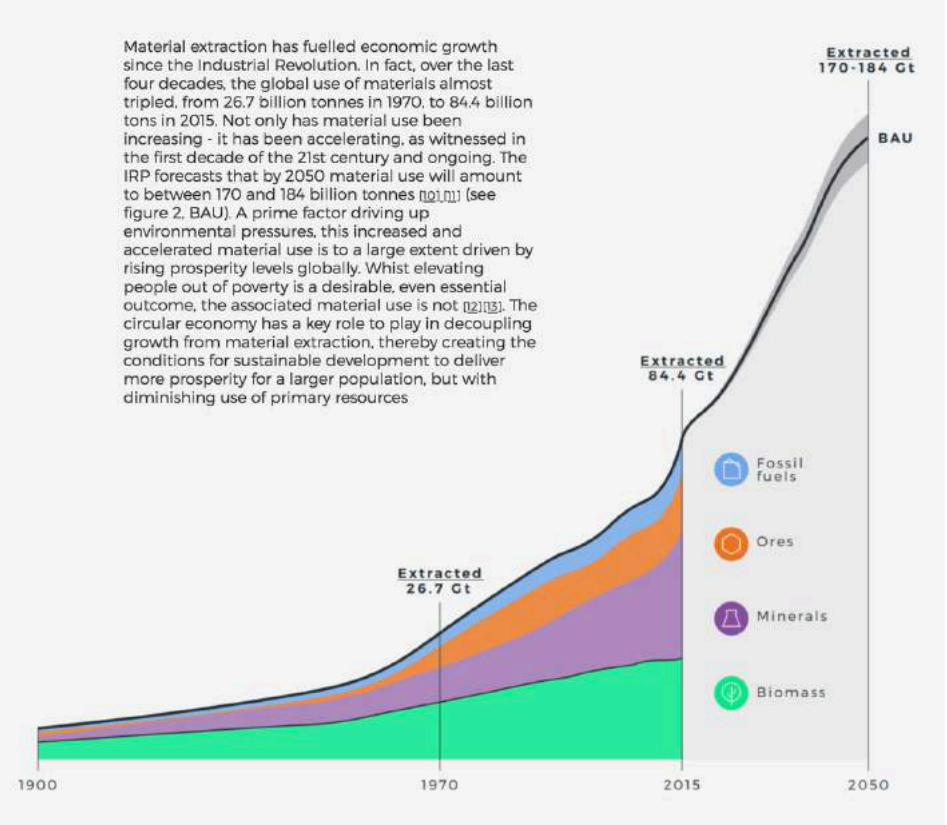
"il miglior spreco è quello che non si fa e, quindi, bisogna lavorare sulla prevenzione parlando di educazione alimentare a scuola per creare comportamenti virtuosi fra i cittadini (70% degli sprechi avviene nelle case)"

Materiali

Nel 1970 l'umanità ha usato 22 miliardi di tonnellate di materie prime

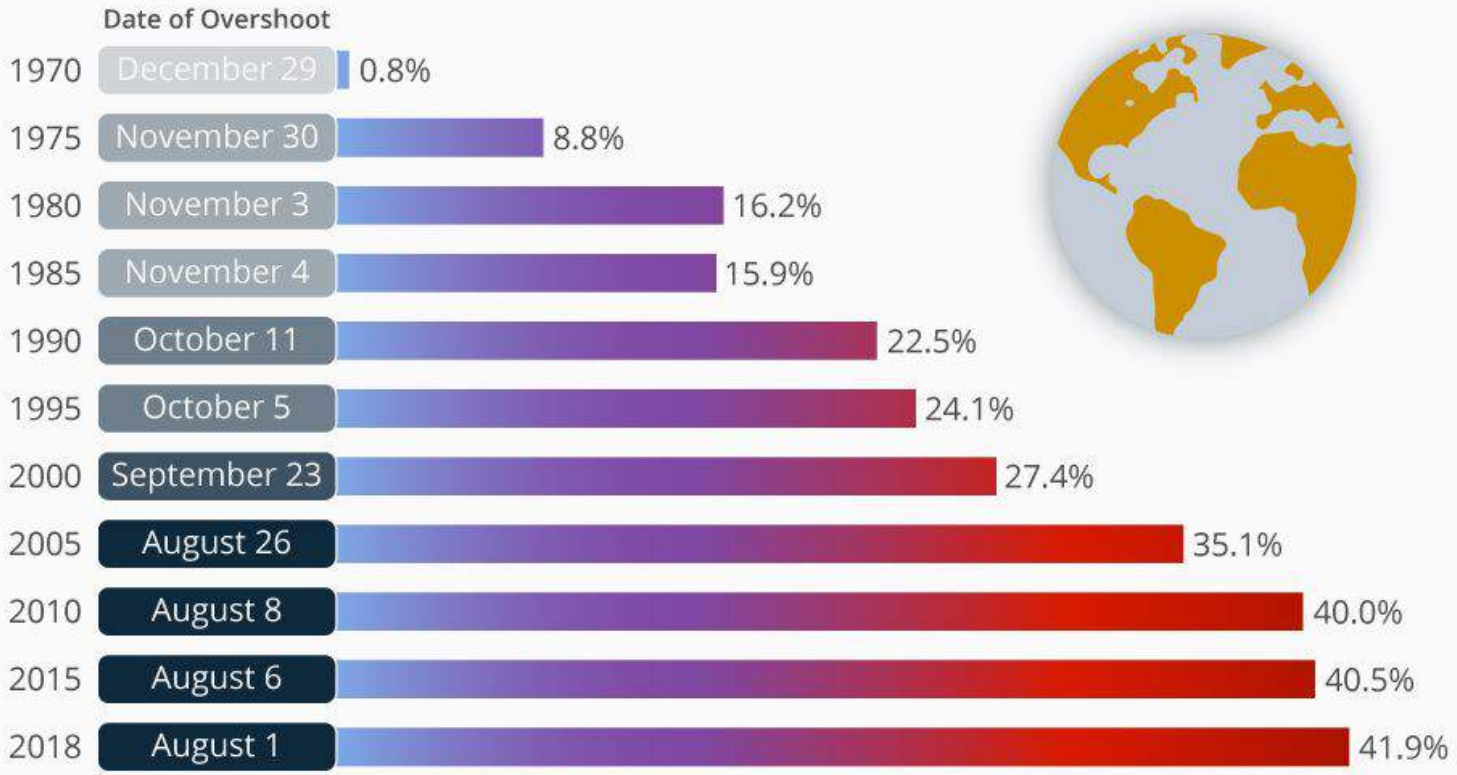
Nel 2015 si è passati a ca. 85 miliardi di tonnellate di materie prime

Nel 2019 sono stati usati oltre 100 miliardi di tonnellate di materie prime (quasi 40 kg per persona al giorno!)



Earth Overshoot Day Comes Sooner Every Year

Share of year remaining after Earth Overshoot Day (1970–2018)



Un esempio che ci riguarda

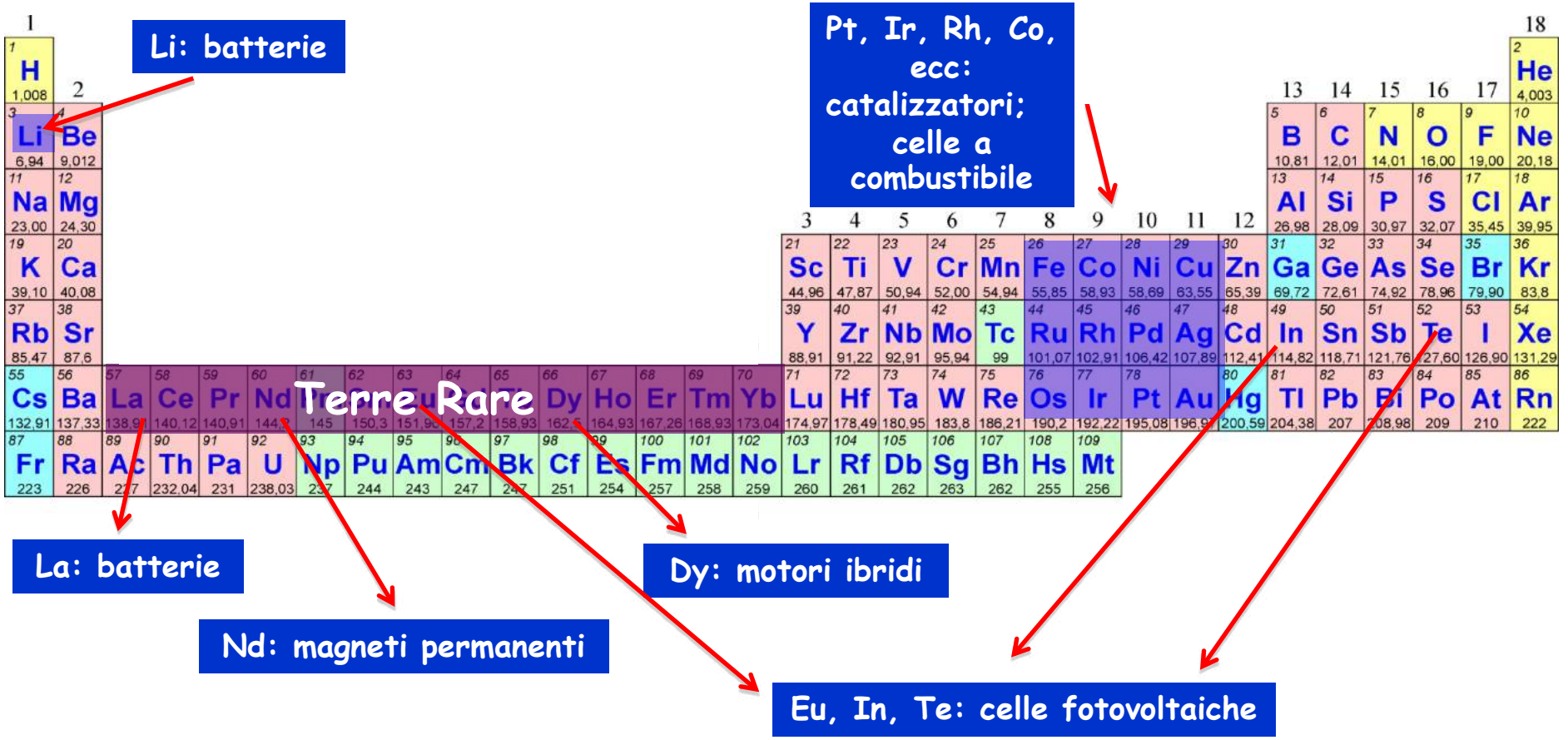
Una casa prima del 1950

1990: meno di 20 elementi in un'intera casa

2019: ca. 40 elementi chimici sul palmo di una mano

http://www.rareelementresources.com

Tavola Periodica degli Elementi



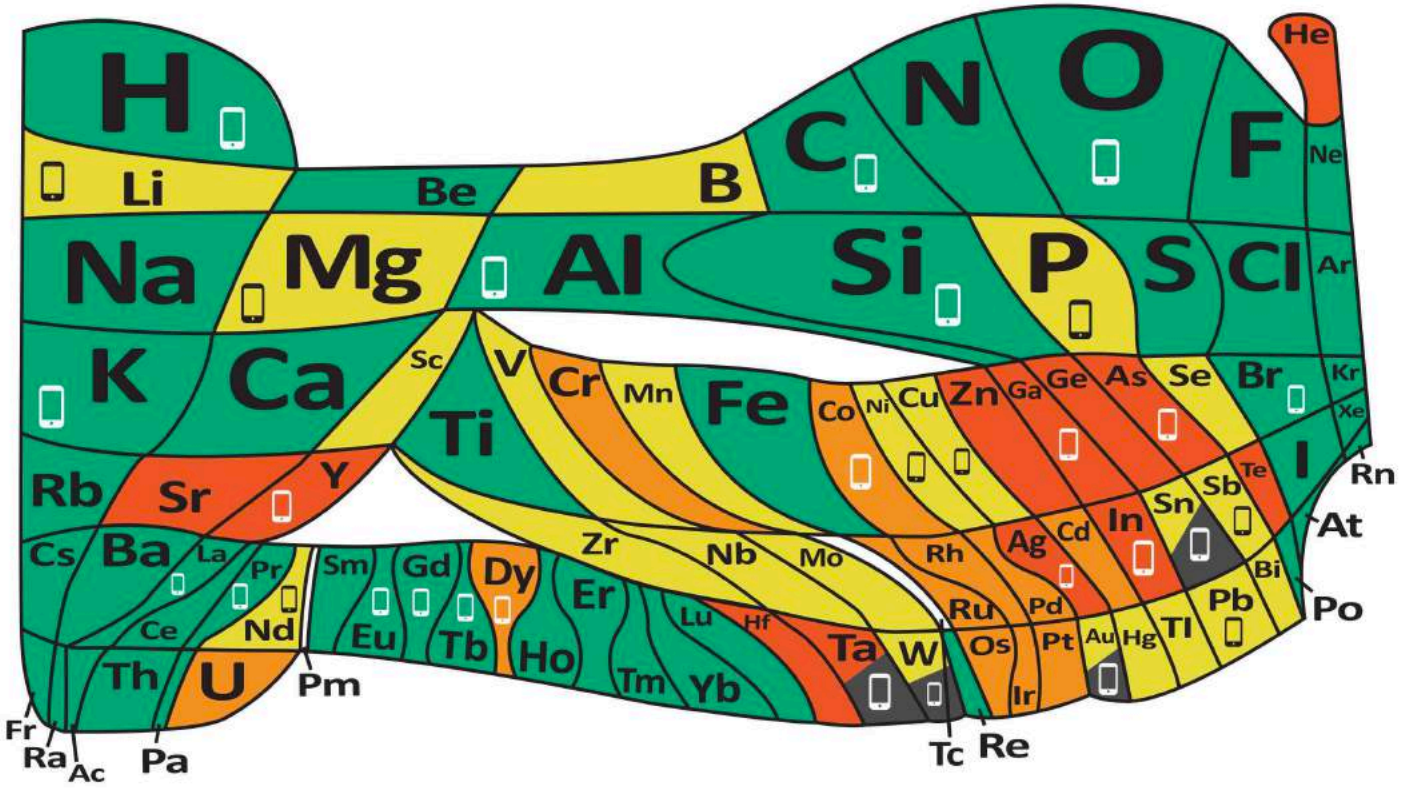
Gli elementi più importanti per le attuali applicazioni tecnologiche sono in quantità limitata

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

2019 IYPT International Year of the Periodic Table of Chemical Elements

90 elementi chimici e la loro disponibilità relativa sulla Terra. Ci basteranno?

Società Chimica Italiana

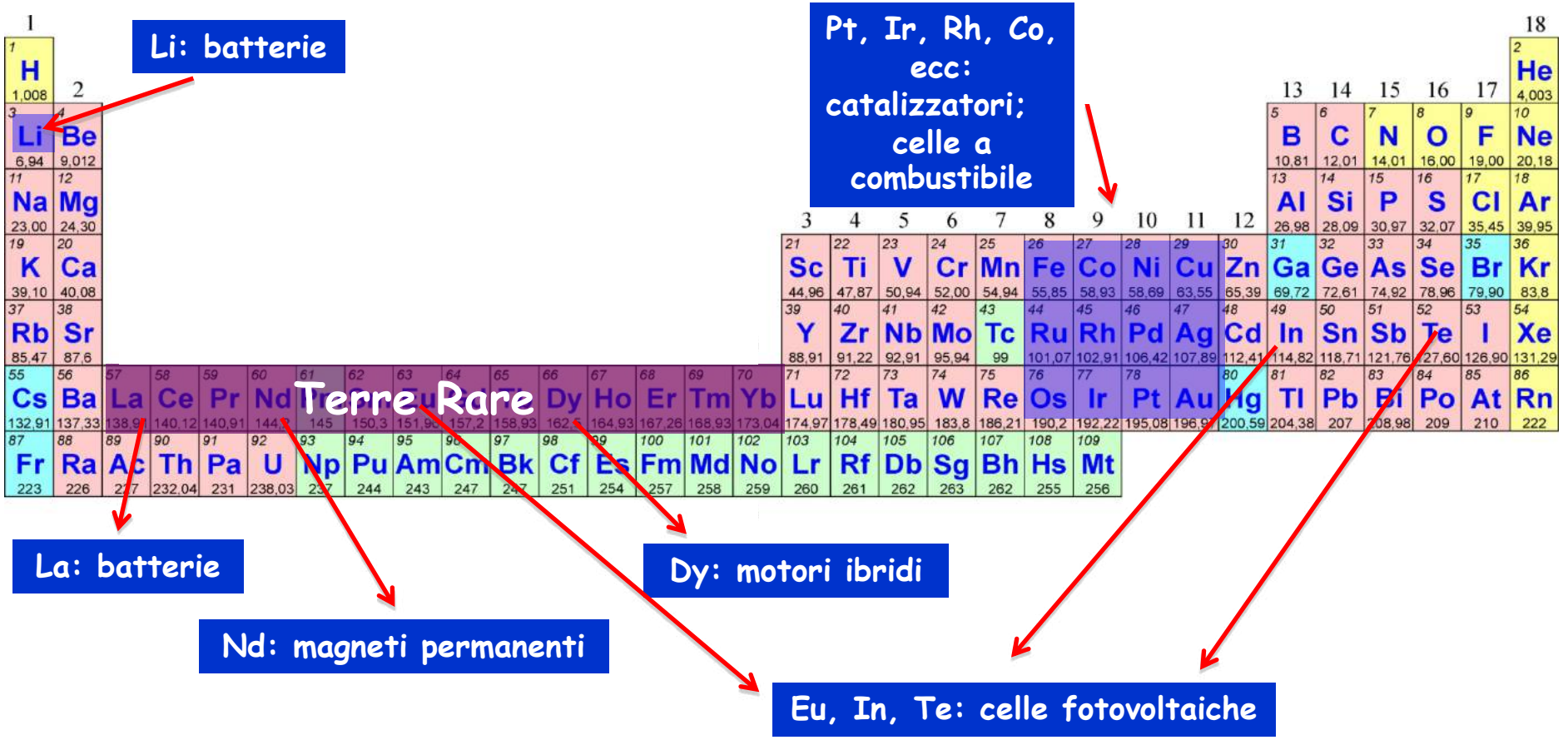


EuChemS European Chemical Society

Scopri di più e divertiti su **www.euchems.org/IYPT**

Quest'opera è rilasciata con licenza *Creative Commons Attribution-NoDerivs CC-BY-ND*

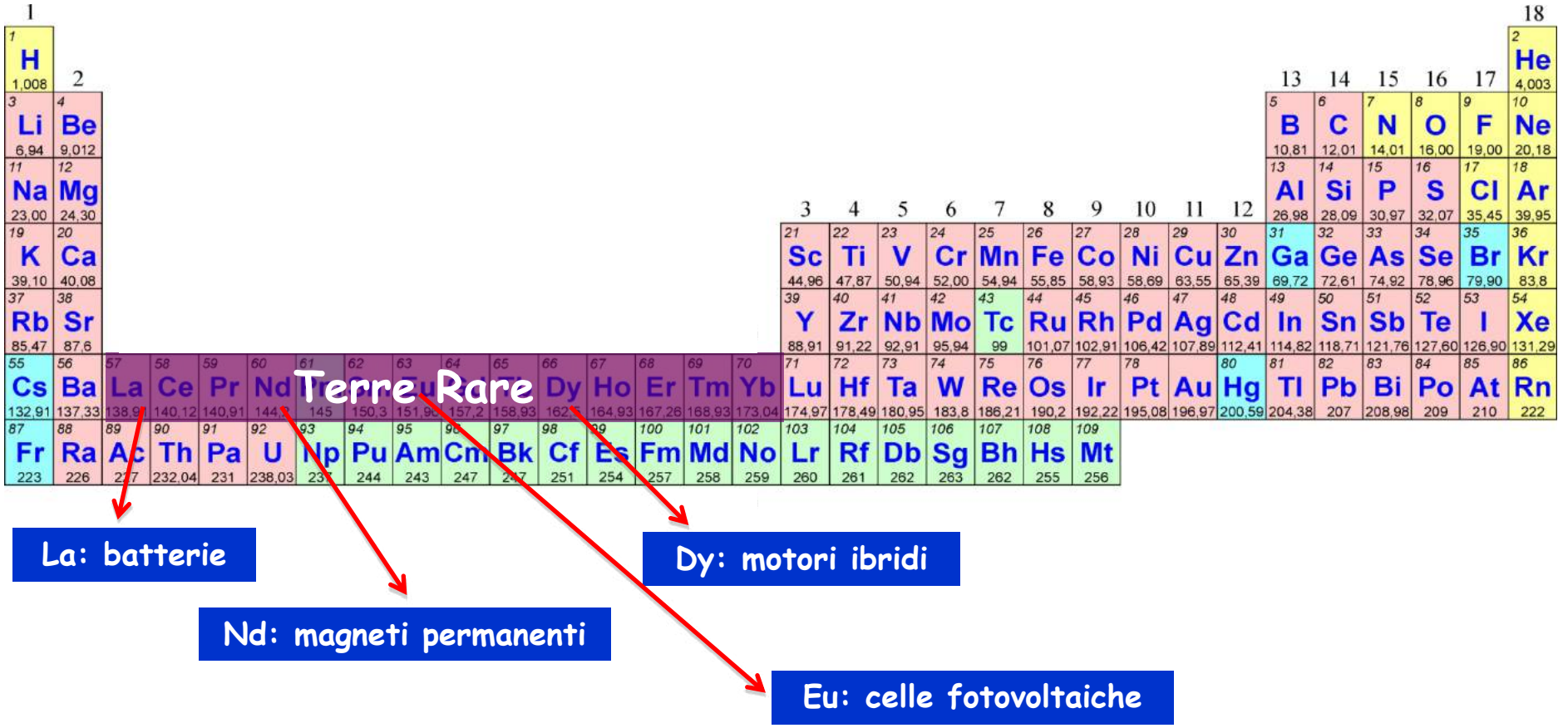
Tavola Periodica degli Elementi



Elementi critici

Tavola Periodica degli Elementi

Elementi critici



Il 50% delle riserve e il 98% della produzione delle Terre Rare sono in Cina

Monumento alle Terre Rare nel campo eolico di Damao, Cina

La casa delle Terre Rare ti dà il benvenuto

Attuale società basata sull'usa e getta

↓

L'uso smodato delle risorse è accompagnato da "un gettare" altrettanto sconsiderato

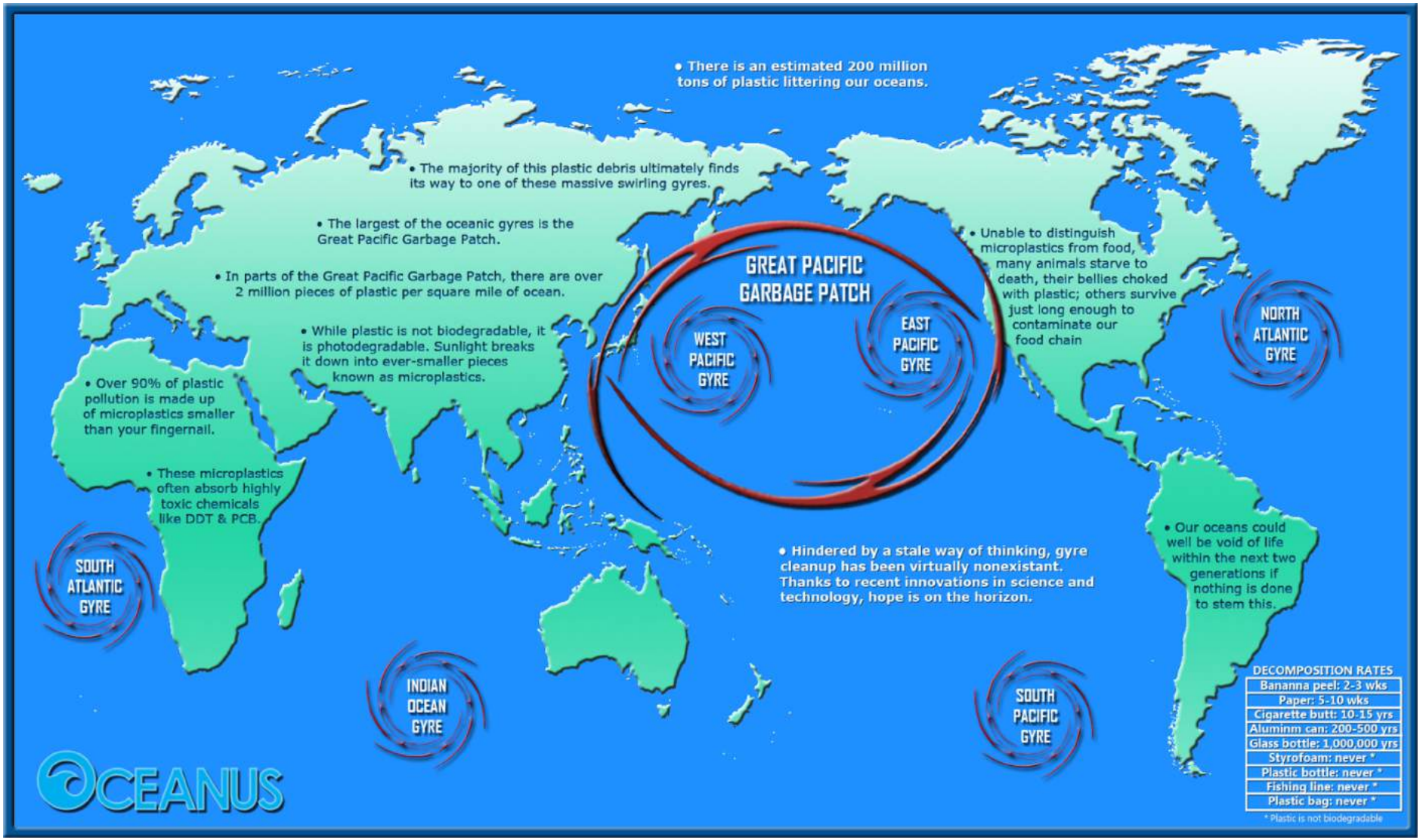
↓

Conseguente accumulo a dismisura di rifiuti

Rifiuti

Oltre ai rifiuti gassosi "invisibili", la nostra società del progresso crea anche tantissimi rifiuti "ben visibili", rifiuti solidi che non sappiamo più dove mettere

Rifiuti negli oceani



Rifiuti nello spazio

Courtesy NASA.

Rifiuti tossici "ben visibili" anche per il forte inquinamento che creano (es. la terra dei fuochi in Campania

Scorie delle centrali nucleari

Materiale ad altissima radioattività per 10.000 – 100.000 anni che ancora non sappiamo come smaltire

Molte parti delle centrali nucleari dismesse

Pubblicità pro-nucleare dell' ENEL

Gli impianti nucleari non sono eterni, la loro vita operativa varia - a seconda della tecnologia impiegata - dai 30 ai 60 anni.

Al termine delle attività debbono essere smantellati, affinché l'area sulla quale sorgevano possa essere riportata allo stato cosiddetto di **"green field"**, ovvero quello precedente la costruzione della centrale.

L'insieme delle operazioni di smantellamento prende il nome di **decommissioning** e avviene secondo due possibili tipologie:

- smantellamento rapido della centrale;
- smantellamento procrastinato, in cui si attende un periodo di tempo che può essere anche di alcuni decenni, per consentire il decadimento della radioattività presente.

Realizzabilità tecnica e costi del decommissioning non costituiscono un'incognita. Diverse aree su cui sorgevano centrali nucleari - dieci negli USA e due in Gran Bretagna - sono già state restituite agli usi della cittadinanza.

Come avviene il decommissioning

Lo smantellamento avviene generalmente secondo tre fasi.

1) Shut down finale

Si effettuano la rimozione dal vessel del combustibile esaurito e il drenaggio di tutti i sistemi: viene eliminato così il 99% della radioattività presente nel sito.
Segue lo smantellamento delle strutture convenzionali (sala macchine, uffici...).

2) Smantellamento parziale

Nella seconda fase vengono smantellati tutti i componenti tranne l'edificio reattore che viene soltanto monitorato. Tutti i rifiuti vengono condizionati per poi essere inviati presso i relativi depositi.

3) Ripristino del sito

Viene smantellato completamente l'edificio reattore. Tutti i rifiuti prodotti durante questa attività vengono infine inviati ai depositi. Il sito, quindi, può essere definito "green field".

Le varie fasi e tutte le operazioni sono regolamentate da norme radioprotezionistiche che impediscono la dispersione di materiale radioattivo nell'ambiente.

Costi

Le legislazioni dei Paesi che utilizzano il nucleare prevedono, durante la vita operativa degli impianti, l'accantonamento di fondi per finanziare il decommissioning, in modo da assicurarsi risorse disponibili al termine dell'esercizio delle centrali.

Il decommissioning incide sul costo complessivo di generazione del nucleare per meno del 5%. Inoltre, a differenza dei reattori della precedente generazione, quelli attualmente in costruzione sono progettati anche in funzione delle esigenze del decommissioning, per semplificare e ridurre l'impatto ambientale. L'evoluzione tecnologica ridurrà ulteriormente i costi attuali.

"Quello che prima era un "sito", ora è un giardino"

Centrale Yankee Rowe (USA)

Praticato lo smantellamento "immediato" (10 anni)

Costo per la costruzione, 1960: $ 39 milioni

Stima costo smantellamento, 1990: $ 368 milioni

Costo effettivo "finale", 2000: $ 508 milioni

(circa $ 100 milioni in più)

Il sito della centrale dopo lo smantellamento

La centrale sembra scomparsa, ma in realtà …

43 giganteschi contenitori con il combustile "spento" e parti del reattore (greater than class-C waste)

Il depauperamento delle risorse e il crescente accumulo dei rifiuti è il risultato della nostra attuale società basata sul consumismo

In un anno ogni europeo usa in media 15 tonnellate di risorse naturali, 5 delle quali si trasformano in rifiuto

Un parametro per stimare i "consumi ambientali"

IMPRONTA ECOLOGICA

La superficie di Terra capace di fornire le risorse necessarie al consumo di una persona e di smaltirne i rifiuti

Quanto ciascuno di noi pesa sulla Terra

Impronta ecologica media attuale:
2.7 ettari per persona

Capacità rigenerativa (biocapacità) media della Terra: 1.8 ettari per persona

Viviamo in media al di sopra delle possibilità del nostro pianeta

Paese	Ettari/persona
USA	7.2
Italia	4.5
Cina	2.1

Se tutti gli abitanti della Terra vivessero a livello degli **USA** servirebbero **4** Terre per avere le risorse naturali e per smaltire i rifiuti

Se tutti gli abitanti della Terra vivessero a livello dell'**Italia** servirebbero **2,5** Terre

Paese	Ettari/persona
Etiopia	1.1
India	0.9
Afganistan	0.5

Ci sono grandi disuguaglianze fra i cittadini della Terra

L'uomo ha dimostrato un grande egoismo nei confronti della natura che è stata depredata, ma anche nei confronti dei suoi vicini meno fortunati e delle future generazioni

Gandhi ha detto:

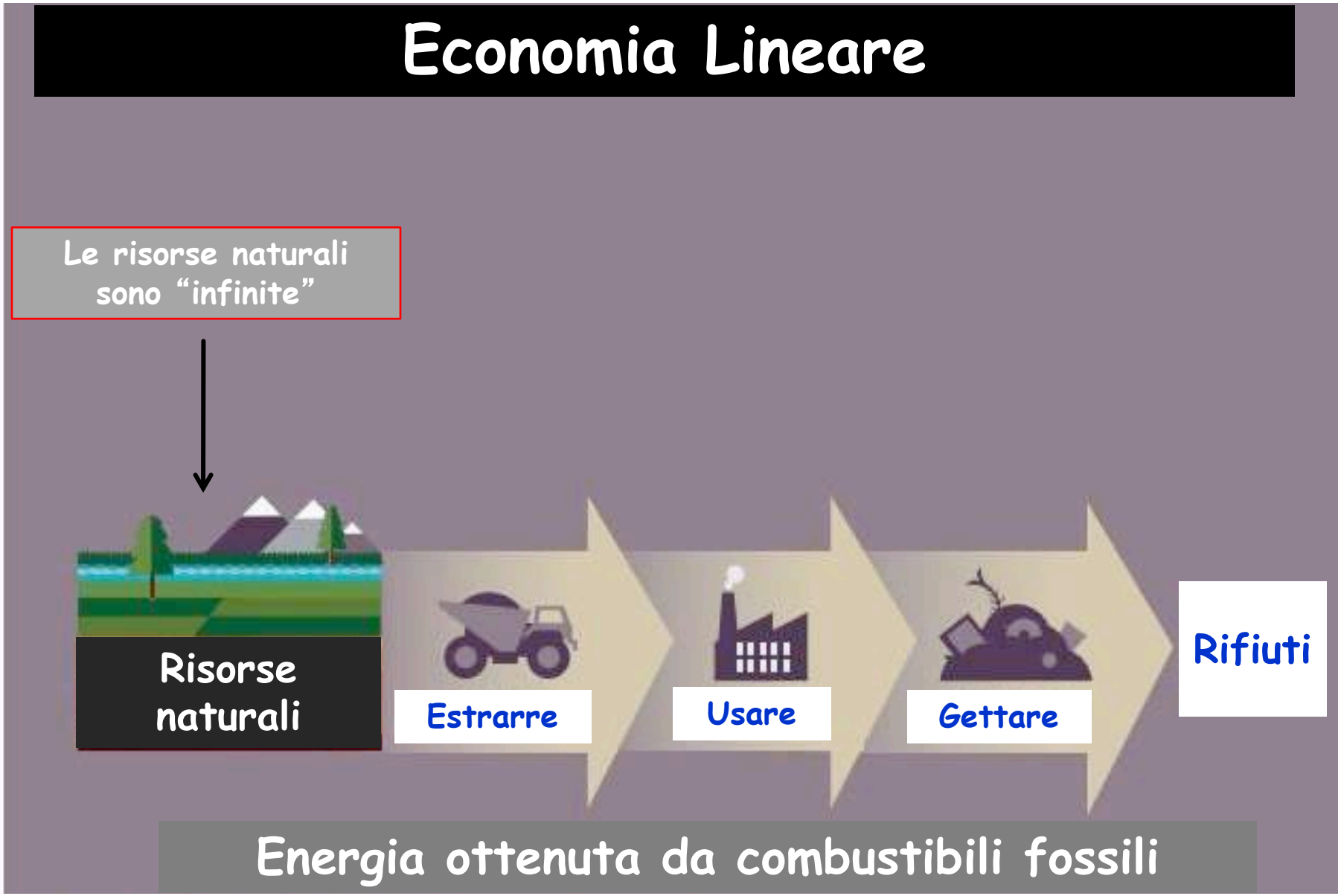
"la Terra offre quanto basta a soddisfare i bisogni di tutti, ma non l'avidità di ogni uomo"

Lo sviluppo della scienza e della tecnologia ha dato all'uomo una grande potenza, ma non lo ha fatto diventare più saggio

Tornare a vivere in equilibrio con la natura ricordando che la Terra è nelle nostre mani e che l'abbiamo avuta in prestito dalle generazioni future

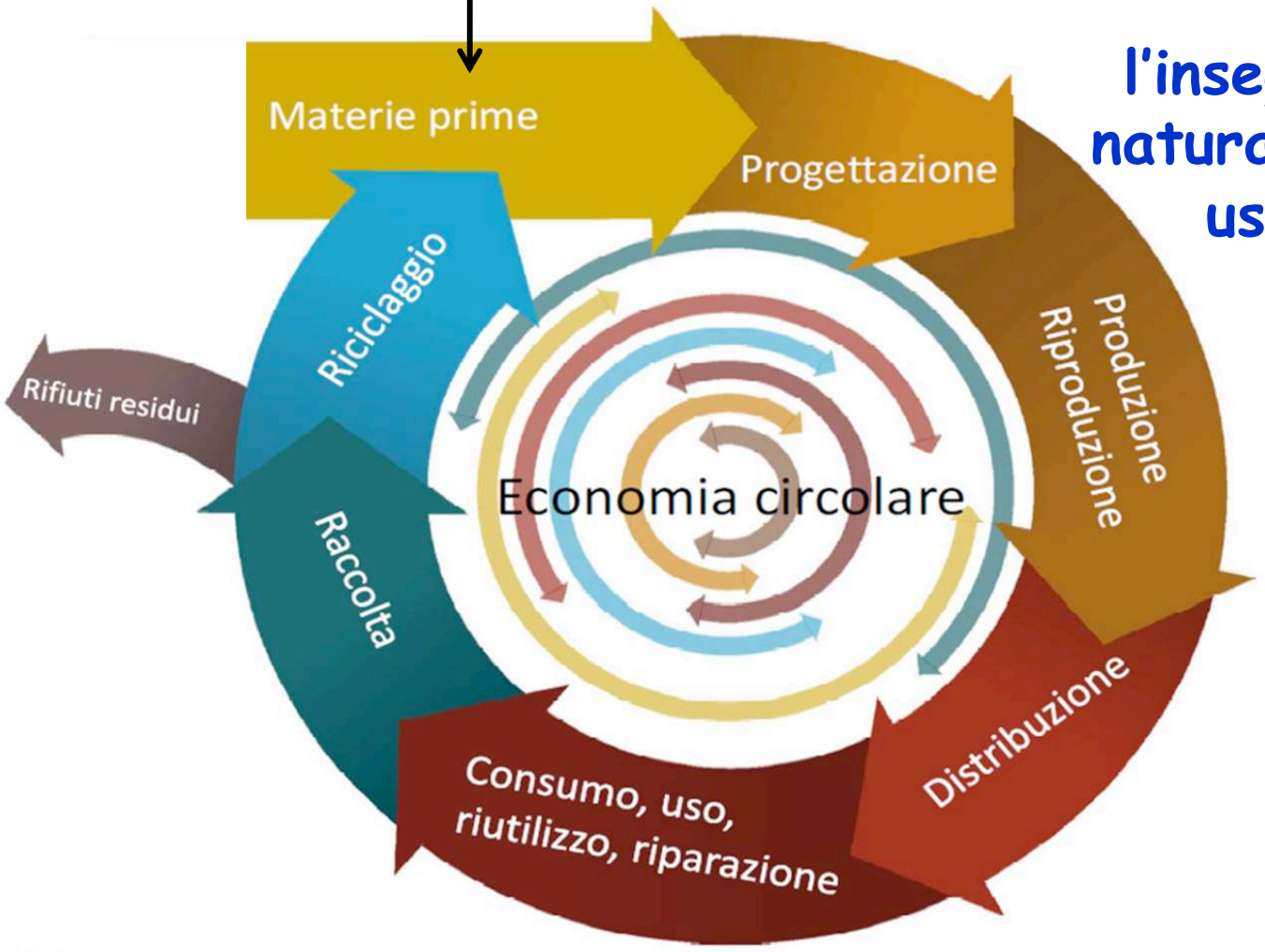
Questo non significa rinnegare le conoscenze acquisite e fermare la scienza, ma decidere con saggezza in quale direzione sviluppare la ricerca e usare in modo consapevole le grandi capacità che ci vengono fornite dalla scienza e dalla tecnologia

Abbandonare l'attuale economia lineare



Passare all'economia circolare

Le risorse naturali sono limitate



Seguire l'insegnamento della natura che da sempre usa l'economia circolare

Energia ottenuta da fonti rinnovabili

Richard Ernst

Nobel per la Chimica nel 1991

Stiamo esaurendo in modo irreversibile le risorse, ma stiamo esaurendo anche la benevolenza e lo stato di equilibrio della società, il significato della compassione in favore dell'arricchimento economico personale

Se utilizzeremo con cura le risorse del nostro pianeta, se svilupperemo con intelligenza le conoscenze scientifiche e le innovazioni tecnologiche, se useremo le nostre preziosissime risorse spirituali (saggezza, creatività, responsabilità, collaborazione, sobrietà e solidarietà)

Nuova alleanza fra uomo e natura per il futuro del pianeta e dell'umanità

Trasposizione scolastica: Educazione Ambientale

L'educazione ambientale si propone di insegnare la struttura e l'organizzazione dell'ambiente naturale

Come è fatto e come funziona il nostro pianeta Terra

L'educazione ambientale significa anche educare allo sviluppo sostenibile:

- **Ambiente** (situazione delle risorse, inquinamento, la biodiversità)
- **Economia** (consumi, povertà, nord e sud del mondo)
- **Società** (diritti, pace, salute, diversità culturali)

L'educazione ambientale è una grande opportunità che la scuola non può perdere

Il compito prioritario di ogni docente è quello di formare i propri studenti aiutandoli a diventare dei cittadini consapevoli

L'educazione ambientale è un importante e ineludibile passo in questa direzione

I temi alla base dell'educazione ambientale sono di grande complessità e possono essere affrontati solo con un approccio inter- e trans-disciplinare

L'integrazione dei vari aspetti permette di vedere il problema nella sua globalità

Didattica trasversale

Coinvolgere nell'insegnamento sia docenti di area scientifica che docenti di area umanistica con pari dignità

Ogni insegnamento è importante perché con la sua specificità è in grado di affrontare un aspetto del problema

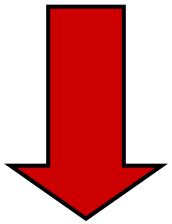
Ciascun aspetto è importante perché è complementare agli altri ed integrato con gli altri permette di vedere il problema nella sua globalità

Didattica trasversale per unire i saperi

The philosopher Edgar Morin states that our teaching system separates subjects and fragments reality, actually making understanding of the world impossible and preventing awareness of fundamental problems which need a trans-disciplinary approach

E. Morin, *La Tête bien faite: Repenser la Réforme, Réformer la penséè*, **1999**

Ristabilire l'alleanza fra cultura scientifica e cultura umanistica



La frattura fra cultura umanistica e scientifica

The two Cultures

Charles P. Snow

Scientists have, for their own nature, the future in their blood

Humanists have their eyes turned to the past

Vantaggi dell'approccio didattico trasversale

- avere un corpo docente più collaborativo
- eliminare le differenze di sesso nel processo di apprendimento delle scienze
- ridurre la dispersione scolastica

L'insegnamento dell'educazione ambientale è una grande sfida che potrebbe spaventare e che invece deve essere accettata con entusiasmo

Oltre ai vantaggi legati ad una didattica di tipo trasversale ne offre molti altri

I temi affrontati possono essere insegnati a diversi livelli di approfondimento e complessità e, quindi, sono adatti per sviluppare un curriculum verticale

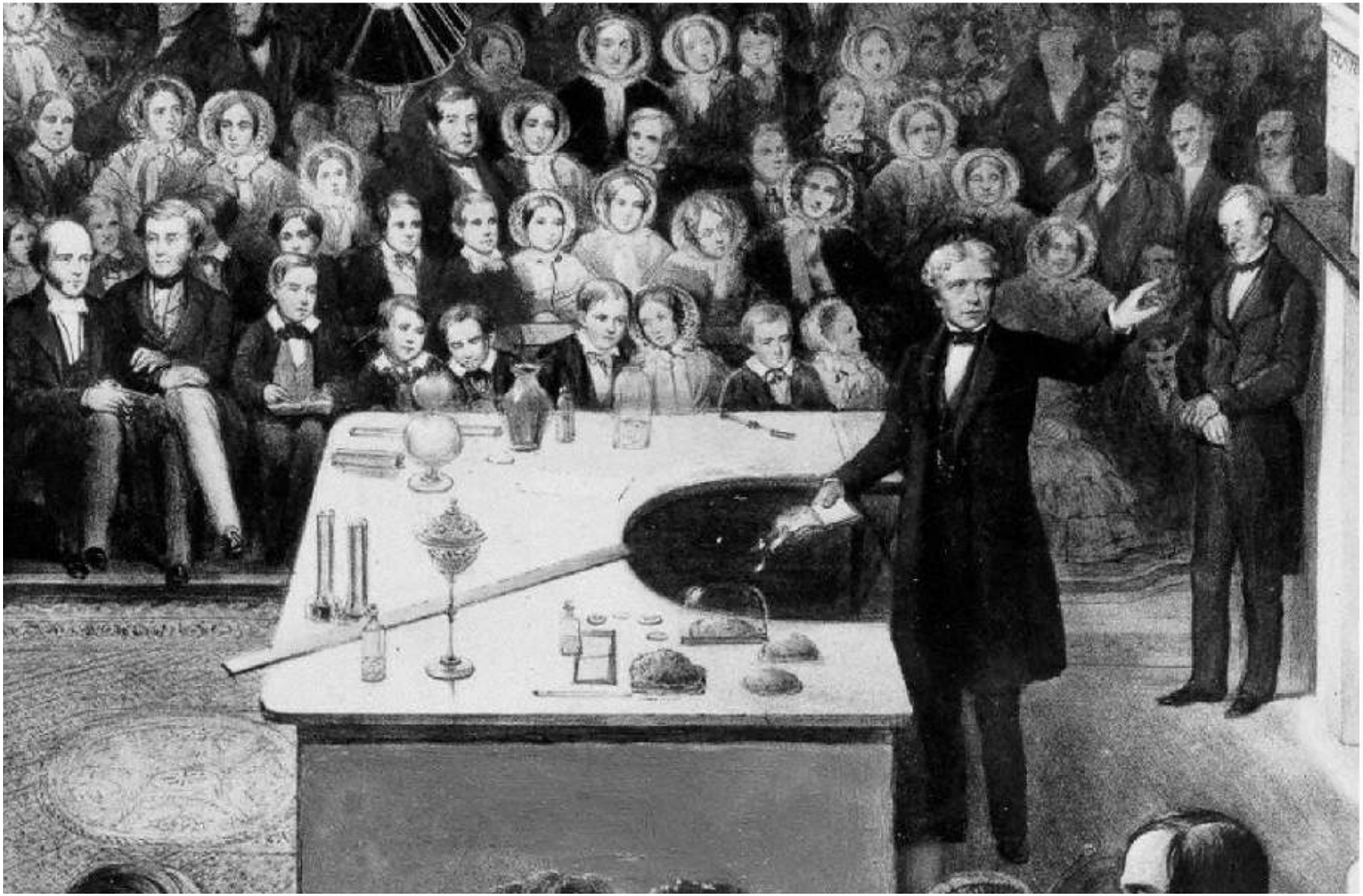
I temi affrontati motivano gli studenti perché riguardano la realtà che li circonda e aspetti che i mezzi di informazione (molto spesso male) discutono ogni giorno

Dimostrano che la scienza non è qualcosa di statico, scritto solo sui libri, ma è in continua evoluzione e riguarda tutti da molto vicino

Come insegnare scienze

Per far sì che gli studenti si approprino dei linguaggi e dei modi di operare della scienza

Affrontare temi collegati alla realtà quotidiana e al contesto sociale



Michael Faraday (1791 – 1867) spiega la combustione di una candela al pubblico intervenuto alla Royal Institution

Come insegnare scienze

Per far sì che gli studenti si approprino dei linguaggi e dei modi di operare della scienza

Usare una didattica laboratoriale

Un laboratorio didattico del 1896

Didattica laboratoriale

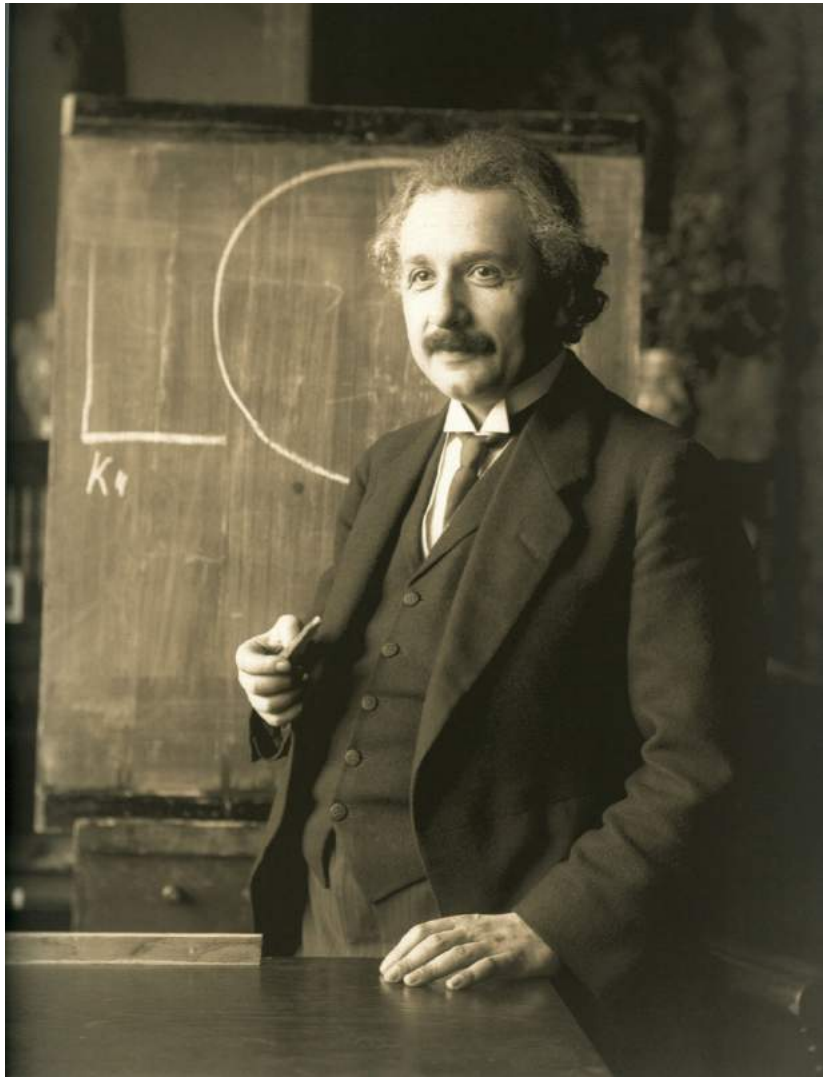
Non significa spiegare la teoria e poi proporre un'attività pratica che di solito consiste nel duplicare pedissequamente una ricetta

Dare risposte a domande mai formulate o a domande che lo studente non afferra

Far nascere quelle domande
che oggi i libri di testo,
impegnati a dare solo
risposte, non pongono più

Un buon insegnamento è più
un dare giusti interrogativi
che giuste risposte

Josef Albers



Non ho particolari talenti, sono soltanto appassionatamente curioso

A. Einstein
Lettera a C. Seelig, 1952

Il sapere non può essere dispensato: la mente non è un magazzino da riempire

Il sapere va costruito e conquistato personalmente: la mente ha bisogno di elaborare attivamente, autonomamente e con fantasia ogni momento del sapere

Un apprendimento duraturo (life long learning)

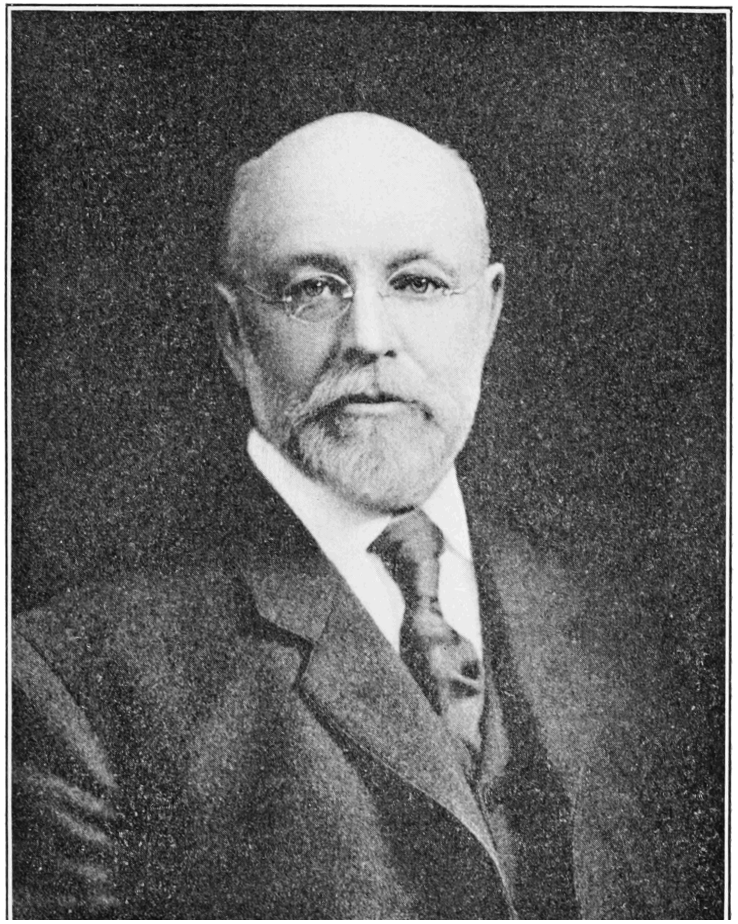
Favorire l'apprendimento per scoperta basato sull'Inquiry-based Learning (IBL)

Conoscenza costruita sull'esperienza personale

La metodologia Inquiry-based Learning non riguarda in modo specifico le discipline scientifiche e il luogo laboratorio, ma è piuttosto da intendersi come un approccio metodologico-didattico di validità generale applicabile a qualsiasi disciplina

Didattica trasversale

Apprendimento per scoperta



Ira Remsen 1846 - 1927

Ira Remsen noto per la sintesi della saccarina e fondatore della rivista American Chemical Journal (oggi JACS)

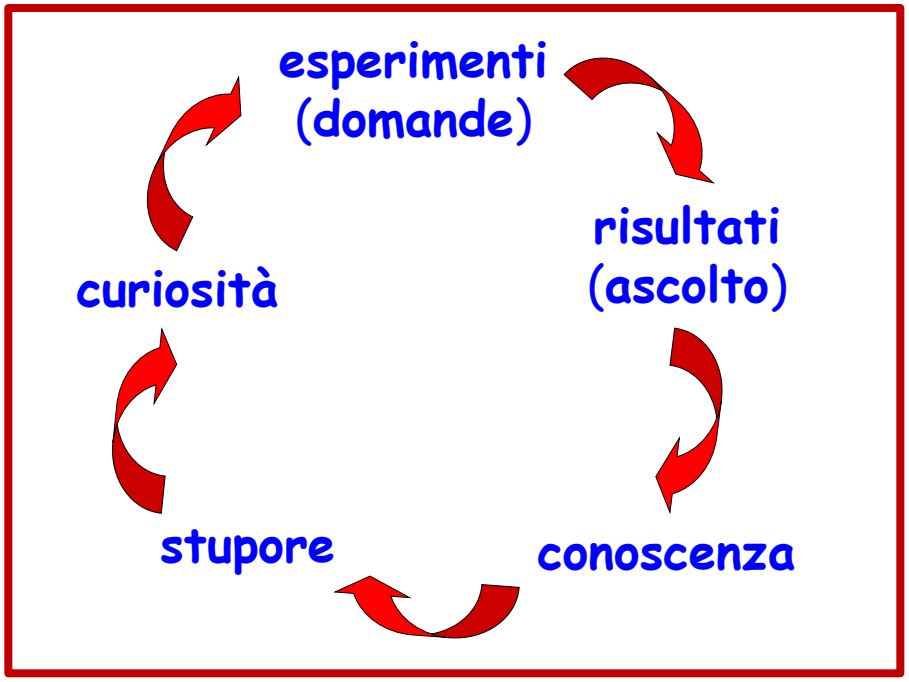
Leggendo un testo di Chimica arrivai alla frase “l’acido nitrico agisce sul rame”. Mi stavo stancando di leggere cose così assurde e allora decisi di vedere quale fosse il significato reale di quella frase. Il rame era per me un materiale familiare, perché a quei tempi le monete da un centesimo erano in rame. Avevo visto una bottiglia di acido nitrico sulla tavola dell’ufficio del dottore dove mi mandavano per passare il tempo. Non sapevo le proprietà dell’acido nitrico, ma ormai lo spirito di avventura era sceso su di me. Così, avendo rame e acido nitrico, potevo imparare cosa significassero le parole “agisce sul”. In questo modo, la frase “l’acido nitrico agisce sul rame” sarebbe stata qualcosa di più che un insieme di parole. Al momento, lo era ancora. Nell’interesse della scienza ero persino disposto a sacrificare uno dei pochi centesimi di rame che possedevo. Ne misi uno sul tavolo, aprii la bottiglia dell’acido, versai un po’ di liquido sulla monetina e mi preparai ad osservare quello che accadeva.

Quel rimarchevole "agisce sul"

Ma cos'era quella magnifica cosa che stavo osservando? Il centesimo era già cambiato e non si poteva dire che fosse un cambiamento da poco. Un liquido verde-blu schiumava e fumava dalla moneta e l'aria tutt'intorno si colorava di rosso scuro. Si formò una gran nube disgustosa e soffocante. Come potevo fermarla? Provai a disfarmi di quel pasticcio prendendolo con le mani per buttarlo dalla finestra. Fu così che imparai un altro fatto: l'acido nitrico "agisce" non solo sul rame, ma anche sulle dita. Il dolore mi spinse ad un altro esperimento non programmato. Infilai le dita nei calzoni e scoprii un altro fatto: l'acido nitrico "agisce" anche sui calzoni. Tutto considerato, quello fu l'esperimento più impressionante e forse più costoso della mia vita. Fu una rivelazione e mi spinse a desiderare di imparare di più su quel rimarchevole "agisce sul".

Inquiry-based Learning (IBL)
apprendimento per scoperta

La "versione didattica" della ricerca scientifica



Didattica laboratoriale basata sull'IBL

Metodo delle 6 E

- *Engage*
- *Explore*
- *Explain*
- *Elaborate*
- *Exchange*
- *Evaluate*

Engage

affrontare un problema cioè una domanda a cui non è stata ancora data risposta

discussione in classe (brainstorming) stimolando gli allievi a:

- esplicitare le proprie idee
- motivarle
- confrontarle con quelle dei compagni

Explore

Gli studenti lavorano per trovare una risposta alla domanda: può essere una vera e propria sperimentazione, ma può anche essere un'attività teorica

Explain

La necessità (il desiderio) di interpretare il risultato (la risposta) è una conseguenza spontanea

(proprio perché l'attività non è organizzata come una verifica)

Elaborate/Exchange

Ogni studente costruisce un proprio modello della realtà e lo condivide con i suoi pari

"**fa' e impara**" tipico della didattica laboratoriale è integrato con "**confrontati e impara**"
(cooperative learning)

Le idee, le ipotesi, i risultati e le conclusioni dell'attività pratica e/o teorica vengono esplicitati sia oralmente che per scritto

Lo studente impara a comunicare e a scrivere sia per sé che per gli altri

Coinvolgere gli studenti in attività di tipo informale (preparazione di festival della scienza, mostre ed exhibit) per divulgare presso altri studenti, le famiglie e la cittadinanza ciò che è stato affrontato nel corso dell'anno scolastico

Queste attività, previste in molti progetti didattici di scienze finanziati dalla Comunità Europea, stimolano moltissimo gli studenti, soprattutto quelli che generalmente non hanno prestazioni scolastiche buone, e permettono di sviluppare nuove competenze quali autonomia, creatività, capacità critica e autocritica

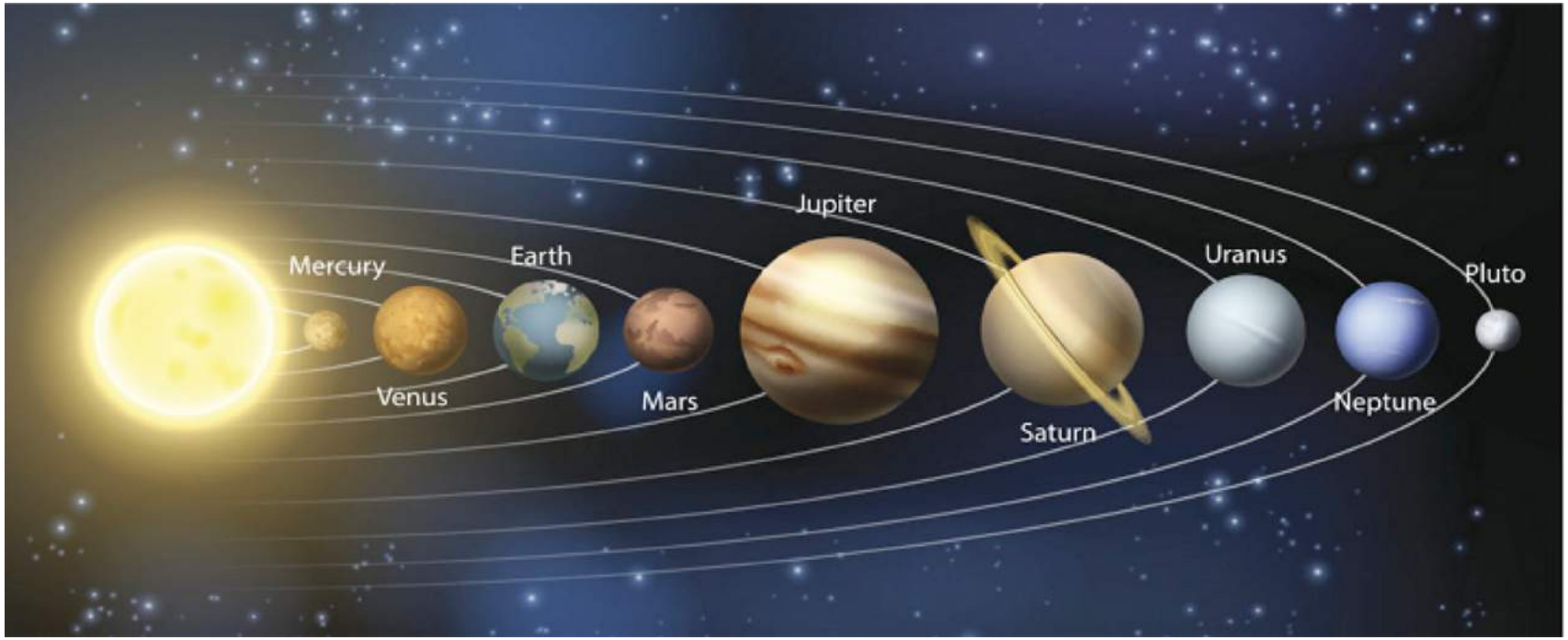
Evaluate

La figura del docente cambia radicalmente

- non trasmettitore di nozioni
- regista del processo attraverso cui gli allievi costruiscono la propria conoscenza, infondendo fiducia negli allievi e favorendo il dialogo

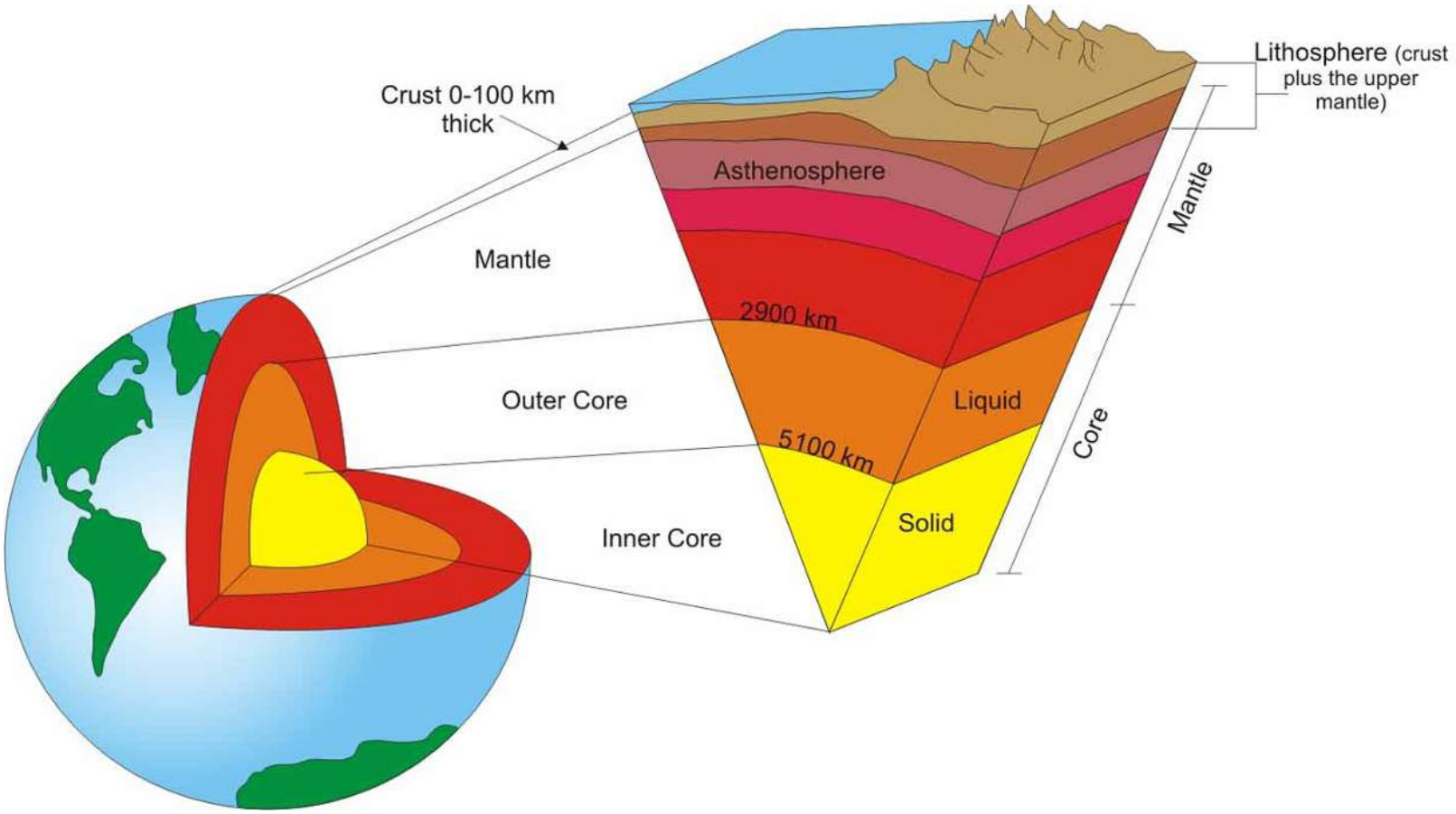
Alcune attività che si possono svolgere a scuola

Il sistema solare



È possibile costruire un modello che rappresenti correttamente sia le dimensioni dei pianeti e del Sole che le distanze?

La Terra



Costruire un plastico in scala della struttura interna della Terra

Combustibili fossili e CO_2

Una macchina a benzina di media cilindrata produce ~ 260 g di CO_2/Km
Per visualizzare questa quantità di gas serra immesso nell'atmosfera si potrebbe usare una sportina piena della stessa quantità di sabbia
Quante sportine di sabbia produco per andare in macchina da casa a scuola e viceversa?

Nel dramma qualche dato positivo

Che effetti ha avuto sulla qualità dell'aria e sull'accumulo di CO_2 in atmosfera il fermo delle attività antropiche durante l'emergenza Covid-19?

Quali conclusioni si possono trarre?

Energie rinnovabili

Pannello solare termico fatto in casa

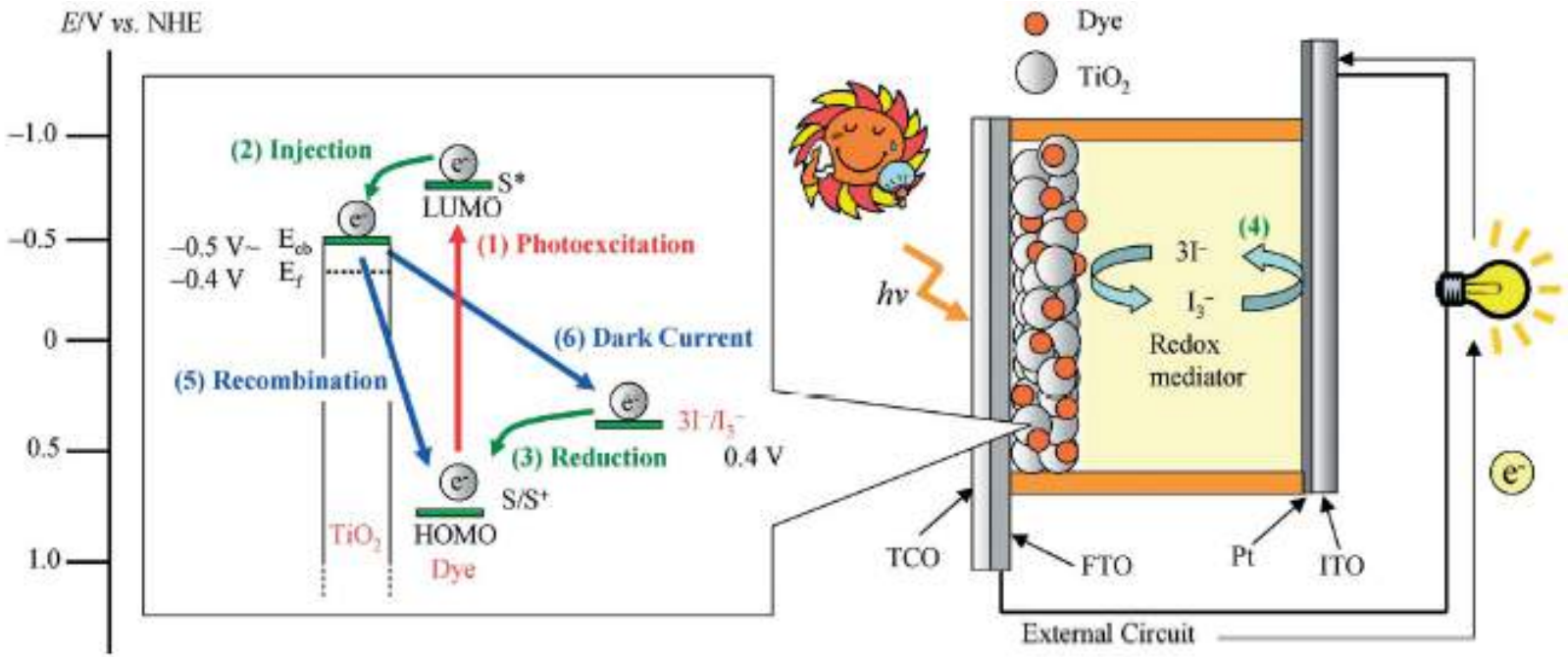
Forno solare fatto in casa

Kit acquistabile

Energie rinnovabili

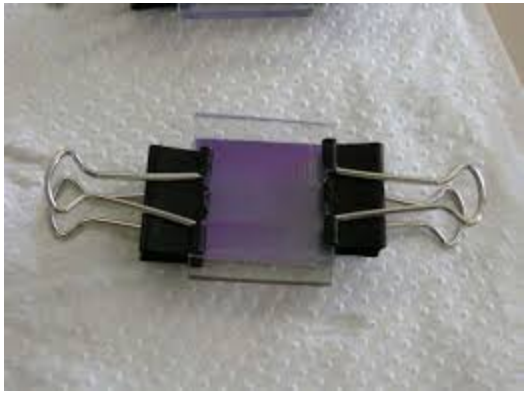
Energie rinnovabili

Si può convertire la luce solare in corrente elettrica anche con le celle fotoelettrochimiche (celle di Graetzel)



Realizzare la cella di Graetzel in semplici passi, in un esperimento didattico

La cella può essere realizzata anche usando **coloranti naturali ottenuti da mirtilli, more, arance rosse, melograni, o melanzane!**



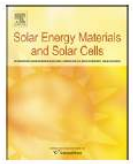
Solar Energy Materials & Solar Cells 92 (2008) 1341–1346

Contents lists available at ScienceDirect

Solar Energy Materials & Solar Cells

journal homepage: www.elsevier.com/locate/solmat

ELSEVIER



Red Sicilian orange and purple eggplant fruits as natural sensitizers for dye-sensitized solar cells

Giuseppe Calogero *, Gaetano Di Marco

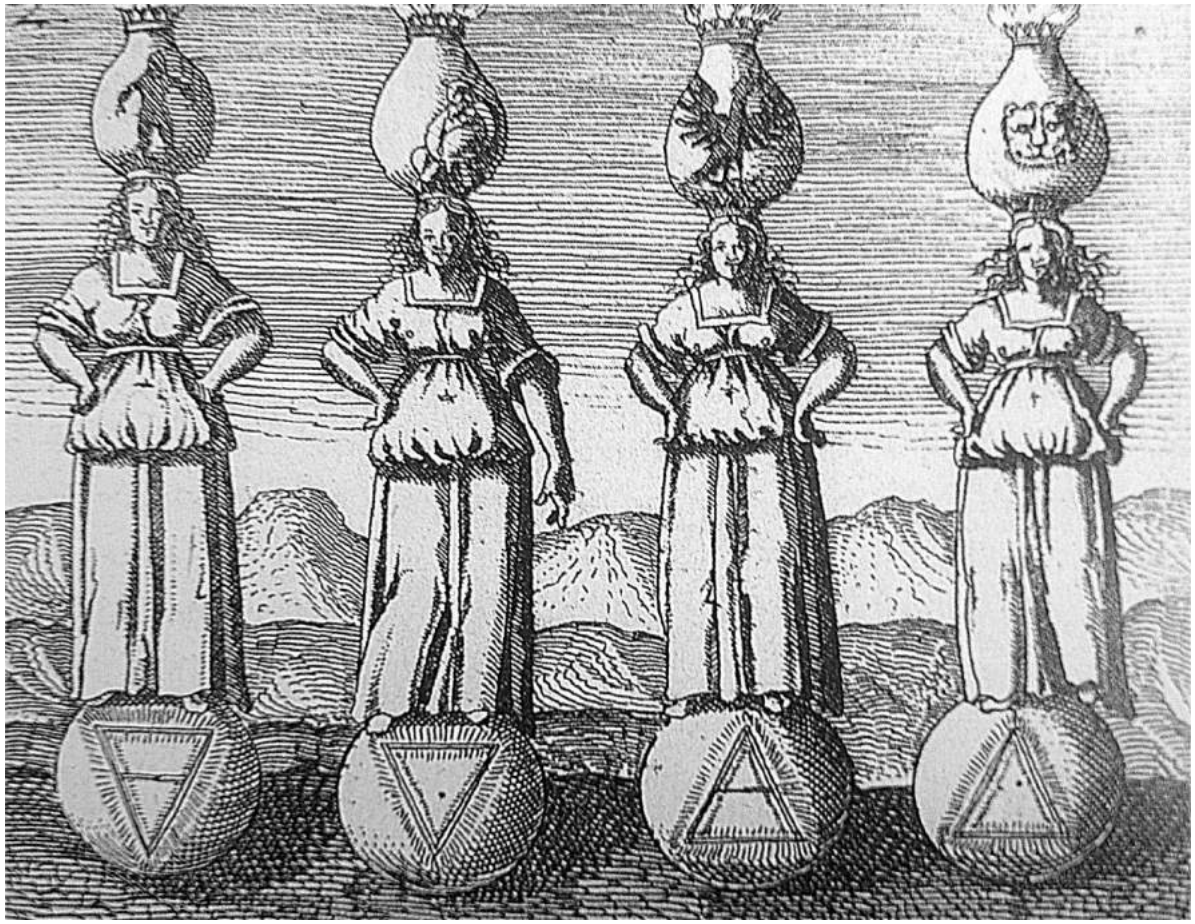
CNR, Istituto per i Processi Chimico-Fisici (Sede di Messina) Salita Sperone, C. da Papardo, I-98158 Faro Superiore Messina, Italy

L'acqua

L'acqua riveste un grande interesse anche dal punto di vista scientifico: è un composto veramente speciale, nonostante la sua molecola, piccola e semplice, farebbe prevedere per l'acqua proprietà facilmente interpretabili

H_2O

L'interesse per l'acqua risale a tempi lontani



Per i filosofi greci l'acqua, assieme al fuoco, all'aria e alla terra, era uno dei quattro elementi da cui traeva origine qualsiasi sostanza

Gli studi sull'acqua risalgono a tempi lontani

Henry Cavendish fu il primo chimico ad ottenere la sintesi dell'acqua facendo scoccare una scintilla in una miscela di idrogeno e aria (1784)

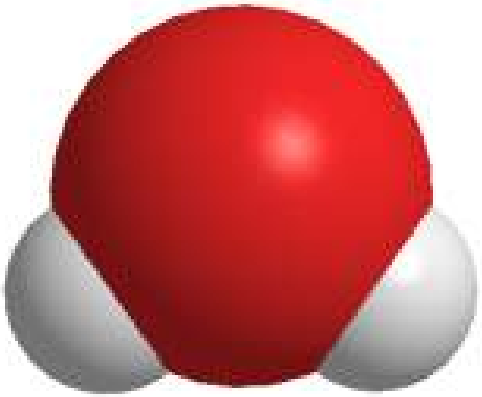
L'importanza dell'esperimento venne compresa solo successivamente grazie alle ricerche del chimico Antoine-Laurent Lavoisier, il quale suggerì che l'acqua fosse un composto contenente idrogeno e ossigeno

Nel 1804 il chimico Goseph-Luis Gay-Lussac stabilì la formula H_2O

Ben presto si capì che le proprietà dell'acqua erano molto strane tanto che Leonardo da Vinci, da quel genio che era, intuì subito quanto l'acqua fosse una sostanza misteriosa:

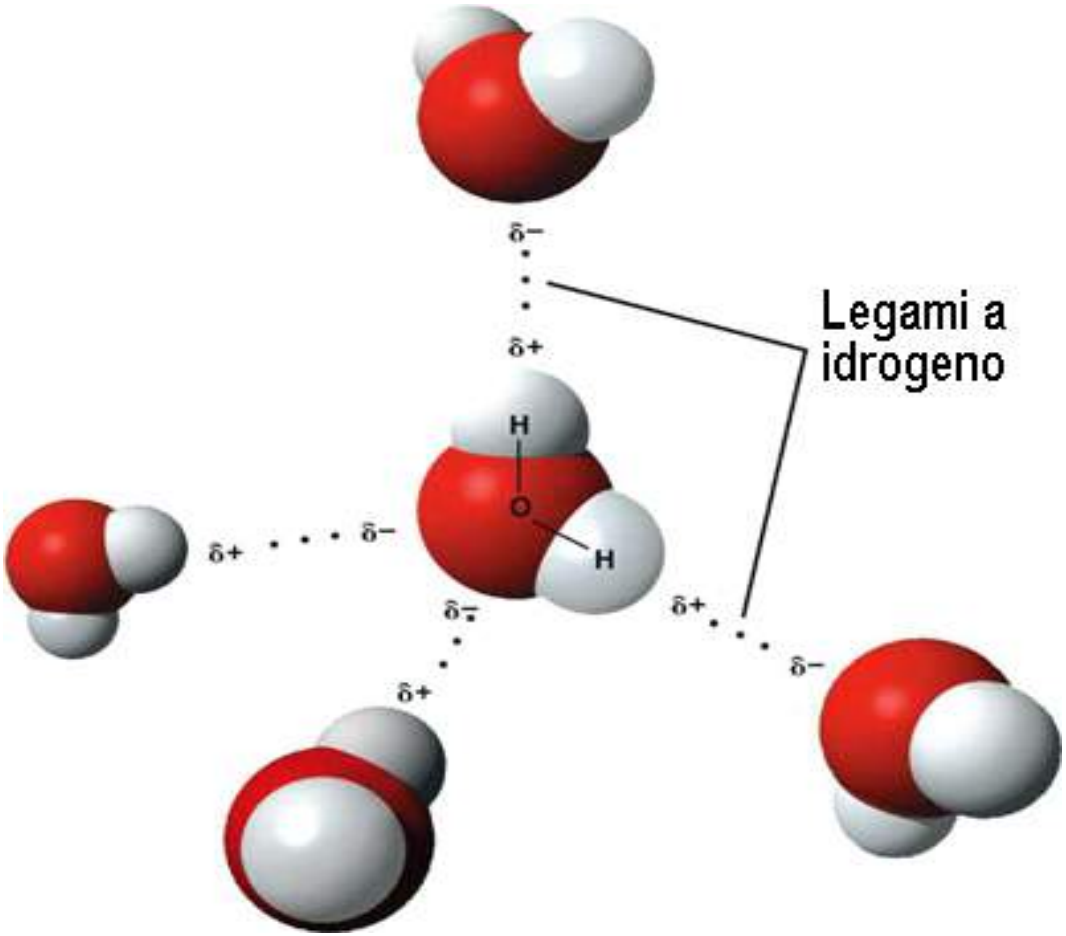
"Se uno deve occuparsi dell'acqua, è meglio si rivolga all'esperienza prima che alla ragione"

Con il progredire delle conoscenze scientifiche si è capito che le caratteristiche speciali dell'acqua si devono alla sua forma angolare



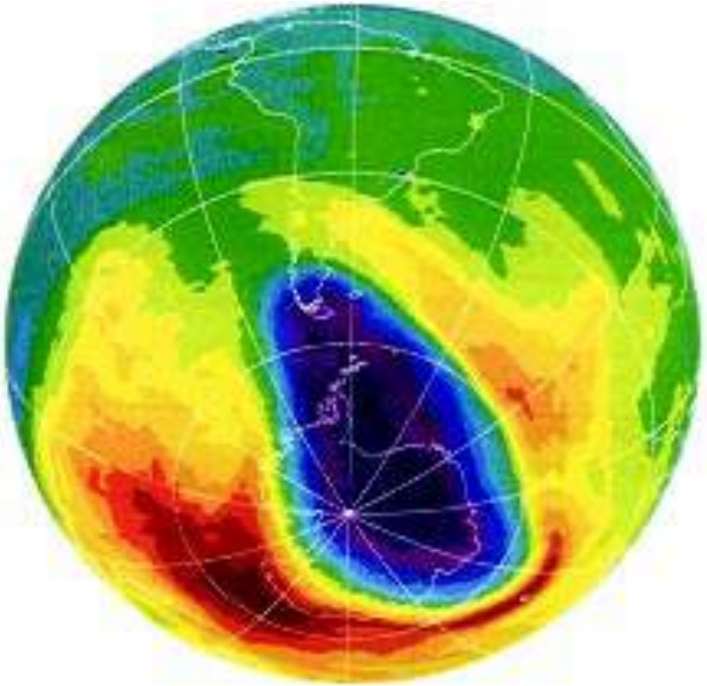
Ogni molecola d'acqua è in grado di interagire con 4 molecole d'acqua mediante ponti a idrogeno

Questo tipo di interazione, detto appunto legame a ponte di idrogeno, è particolarmente forte e direzionale



La capacità di dare legami a idrogeno fa sì che l'acqua sia un composto veramente sui generis
Gli scienziati, dal confronto con altri composti che si potrebbero pensare simili, hanno individuato 37 anomalie nel comportamento dell'acqua, alcune delle quali sono ben note a tutti!

L'aumento del buco dell'ozono

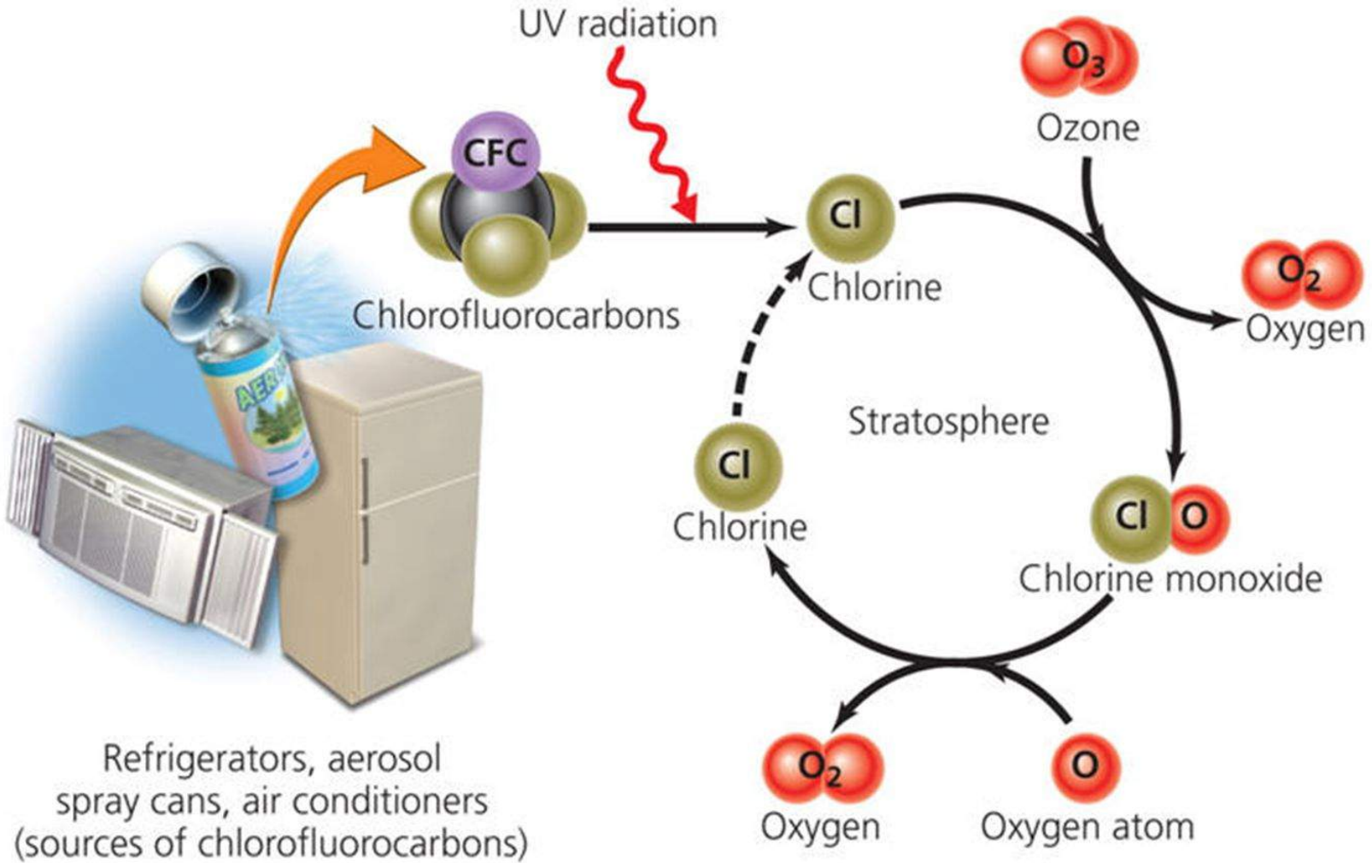


Per ragioni di circolazione atmosferica la quantità di ozono è minore in prossimità delle zone polari in particolare nella zona antartica

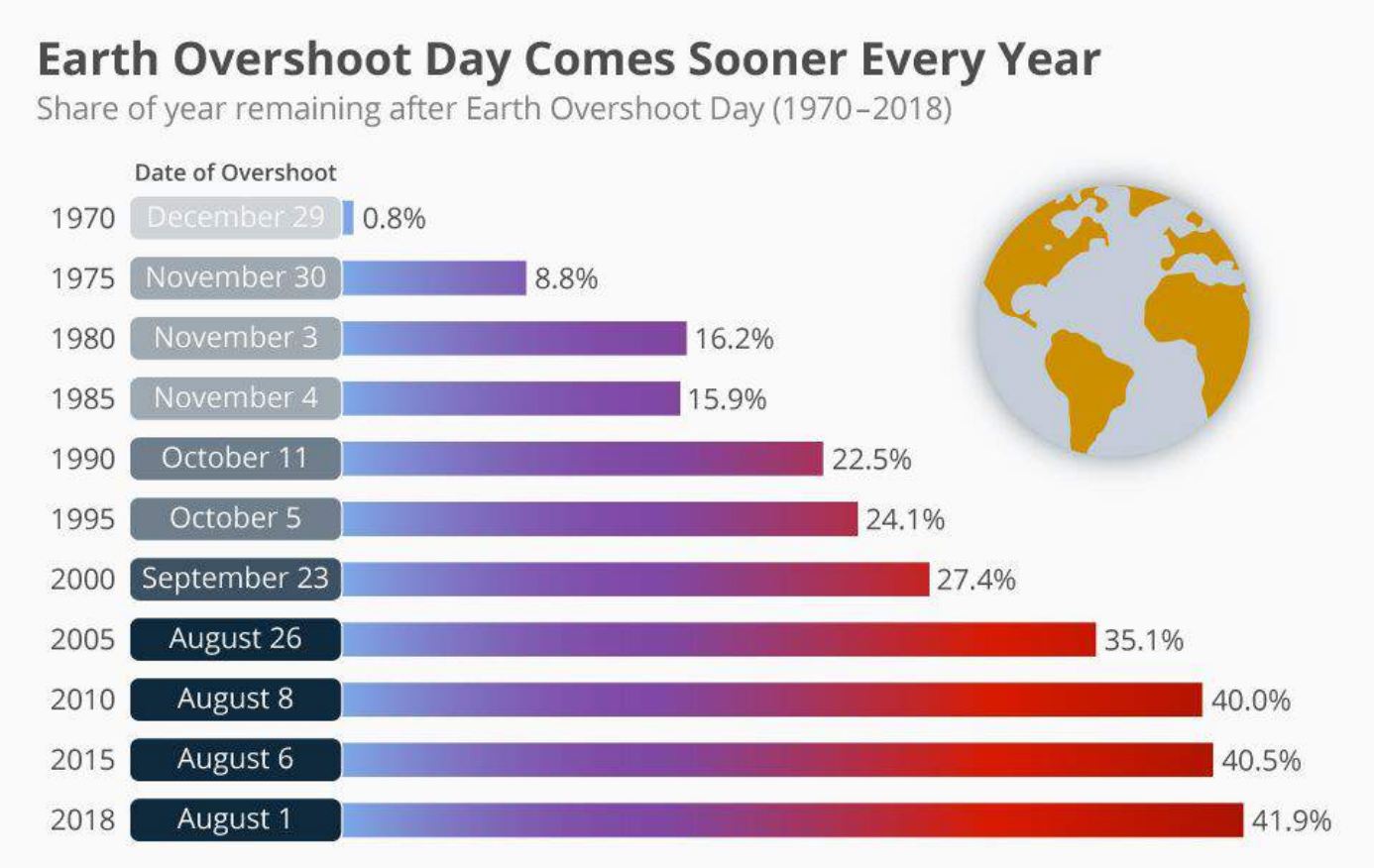
Una diminuzione "imprevedibile" della quantità di ozono nella stratosfera è stata registrata con la messa sul mercato dei clorofluorocarburi (Freon-12, CF_2Cl_2) usati nei sistemi di refrigerazione

I clorofluorocarburi sono completamente innocui dal punto di vista biologico

I clorofluorocarburi sono molto stabili dal punto di vista chimico



I clorofluorocarburi raggiungono l'alta atmosfera e non solo distruggono l'ozono, ma impediscono anche la sua formazione



Calcolare la propria impronta ecologica

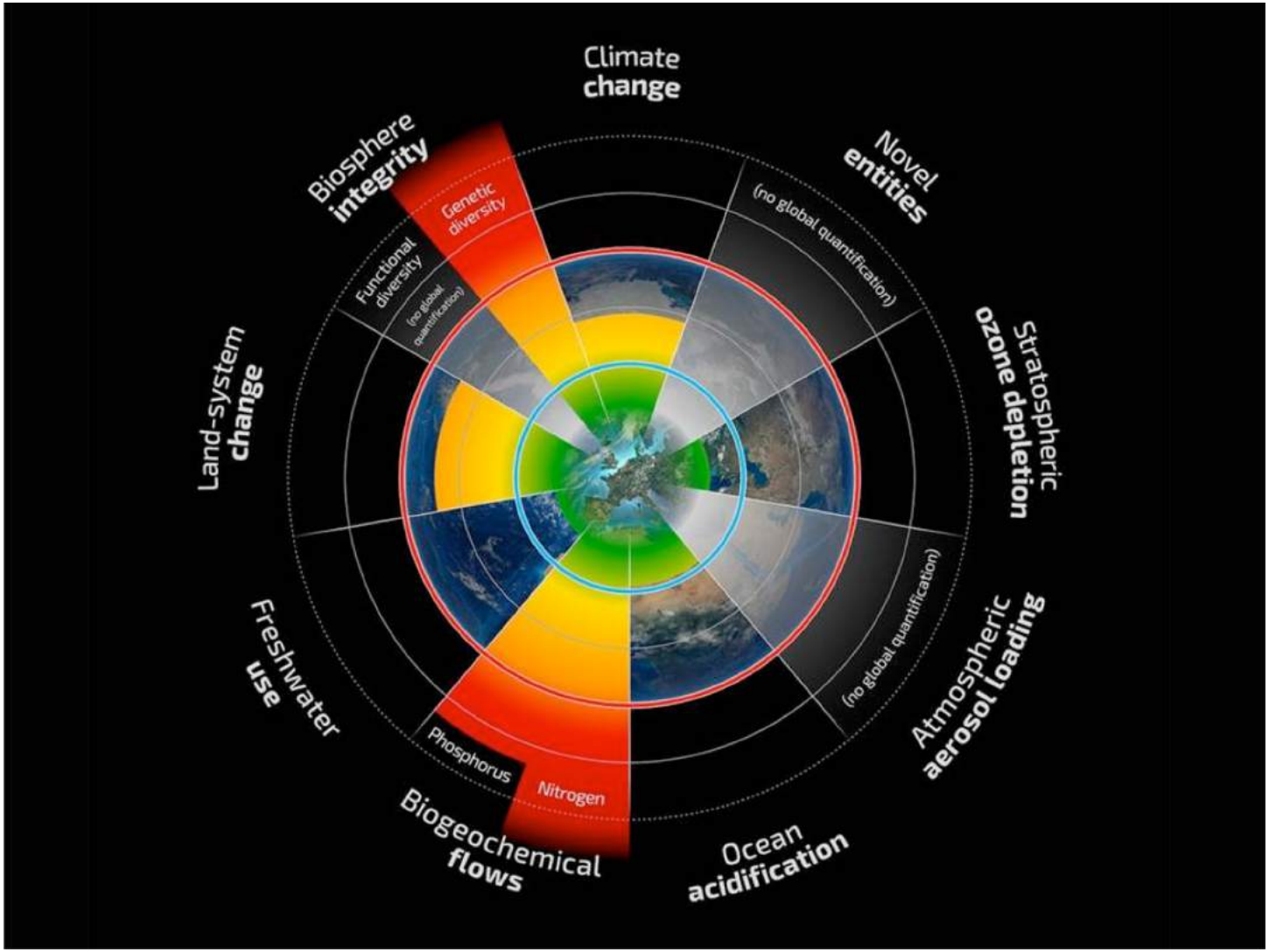
https://www.ideegreen.it/calcolo-dellimpronta-ecologica-25934.html

I limiti planetari

Nove confini planetari con i quali l'umanità deve confrontarsi per il proprio sviluppo per le generazioni a venire.

Fonte: Stockholm Resilience Centre, 2015: "Planetary boundaries – an update", Science.

- Oltre la zona di incertezza (alto rischio)
- Nella zona di incertezza (rischio crescente)
- Sotto i limiti (sicurezza)
- Limiti non ancora quantificati



Radioattività naturale e artificiale

Le tappe più importanti che hanno permesso di definire la struttura dell'atomo e gli scienziati che vi hanno contribuito

Utilizzi delle sostanze radioattive e della radiazioni che accompagnano il loro decadimento

Testi utili

LIBRO DIGITALE
eBook + Libro

Vincenzo Balzani
Margherita Venturi

Energia, risorse, ambiente

FRONTIERE DELLA SCIENZA

SCIENZE ZANICHELLI

INDICE

CAPITOLO 1

Il pianeta Terra

- L'astronave Terra 1
- Dall'Olocene all'Antropocene 3
- La risorsa esterna 5
- Le risorse del pianeta 5
- L'ambiente 6
- Limiti planetari 6
- La sostenibilità 7

Esercizi 8

PARTE A

Un mondo che chiede energia

CAPITOLO 2

Energia: il problema dei problemi

- Che cos'è l'energia 11

Scheda 1 Le grandezze fisiche fondamentali del Sistema Internazionale (SI) e le unità di misura dell'energia e della potenza 13

Scheda 2 Multipli e sottomultipli usati per esprimere energia e potenza 14

- Forme e conversione dell'energia 15

Scheda 3 Le unità di misura più usate per l'energia e la potenza 17

- Energia sempre e dovunque 18

Esercizi 20

CAPITOLO 3

Breve storia dell'energia

- Gli uomini e gli animali 21
- Dal legno ai combustibili fossili 22
- I trasporti 24

Scheda 1 L'uomo che in caduta libera ha superato il muro del suono 26

- Le comunicazioni 26
- L'elettricità 27
- La nascita e lo sviluppo dell'energia nucleare 28

Esercizi 31

CAPITOLO 4

L'energia oggi

- Quanta energia usiamo? Chi la usa? 32
- I combustibili fossili 33

Scheda 1 Il processo di *fracking* 37

- I problemi connessi all'uso dei combustibili fossili 38
- Il nucleare 38

Scheda 2 L'incidente nucleare di Fukushima 40

- Le energie rinnovabili 41
- Conclusioni 47

Esercizi 48

INDICE

CAPITOLO 5

L'energia domani

- Il futuro dei combustibili fossili 49
  - Scheda 1 Recent US Presidents and the energy issue 52
  - Scheda 2 Cattura e sequestro della CO_2 54
- La transizione energetica 55
- Il nucleare è la soluzione? 56
  - Scheda 3 Nuclear fusion 57
- Lo sviluppo delle energie rinnovabili 57
  - Scheda 4 Reinventing fire 58
  - Scheda 5 Desertec 60
- Le energie rinnovabili possono essere la soluzione? 63
  - Scheda 6 Verso un mondo elettrico 64
- Domanda e offerta di energia 65
  - Scheda 7 Il mito dell'idrogeno 66
- Una strategia integrata per la transizione energetica 67

Esercizi 68

PARTE B

Un mondo finito

CAPITOLO 6

La pellicola che ospita la vita

- Il pianeta Terra 71
- Che cosa c'è sopra la nostra testa 74
- Che cosa c'è sotto i nostri piedi 78
- Le risorse della Terra 79
- I cambiamenti provocati dall'uomo 80

Esercizi 84

CAPITOLO 7

I limiti dello sviluppo

- Il mito della crescita 85
- Lo sviluppo sostenibile 86
- Risorse e consumi 87
  - Scheda 1 L'impronta ecologica 88
- Interdipendenza delle risorse 91

Esercizi 93

CAPITOLO 8

Il cibo

- La fabbrica del cibo 94
- Disponibilità di cibo 96
- Cibo come energia 97
- Cibo per costruire 100
- Altri componenti del cibo 101
- Animali come cibo 103
- Analisi del ciclo di vita 105
- Contenuto energetico e impronta energetica 105
- Impronta idrica 108
- Diete 108
- L'obesità e il sovrappeso 110
- Animali domestici 111

Esercizi 112

INDICE

CAPITOLO 9

L'acqua

- L'acqua c'entra sempre 113
- Scheda 1 L'acqua e gli errori della scienza 114
- Una sostanza del tutto speciale 115
- Scheda 2 Some anomalies of water 115
- Il legame a idrogeno 116
- Abbondanza e scarsità 118
- Scheda 3 L'acqua densa di Primo Levi 119
- Disuguaglianze e conflitti 122
- Impronta idrica 123
- Acqua ed energia 125
- L'acqua bene comune 126

Esercizi 128

CAPITOLO 10

I materiali

- Materie prime ed energia 129
- Le risorse minerarie del pianeta 132
- Scarsità e disponibilità 133
- Alcuni metalli critici 135
- Strategie per contrastare la scarsità di materiali 137

Esercizi 140

PARTE C

Un mondo in pericolo

CAPITOLO 11

Un delicato insieme di equilibri

- La biosfera e i cicli biogeochimici 143
- Il ciclo del carbonio 144
- Scheda 1 Il viaggio senza fine di un atomo di carbonio descritto da Primo Levi 146
- Il ciclo dell'azoto 148
- Scheda 2 L'azoto di Alberto Cavaliere 149
- Il ciclo del fosforo 151
- Il ciclo dell'acqua 154
- Attacco alla biodiversità 157
- Gli OGM 159

Esercizi 161

CAPITOLO 12

I cambiamenti climatici

- L'effetto serra 162
- La concentrazione di CO_2 nell'atmosfera 162
- Scheda 1 Historical record of CO_2 concentration 164
- L'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 165
- Provvedimenti da adottare per la tutela dell'ambiente 166
- Scheda 2 Some of the regional impacts of global change forecast by the IPCC 167

Esercizi 168

INDICE

CAPITOLO 13

Rifiuti, inquinamento, spreco

- Il consumo di suolo 169
  - Scheda 1 Aree ed edifici non utilizzati in Italia 171
- I rifiuti solidi 171
- Inquinamento dell'aria 174
  - Scheda 2 Particulate Matter 175
- Il buco dell'ozono 177
- Le piogge acide 179
- Inquinamento delle acque 180
- Lo spreco alimentare 182

Esercizi 184

CAPITOLO 14

Le sostanze radioattive

- Radioattività naturale 185
- Radioattività artificiale 191
- Applicazioni connesse alla radioattività 193
  - Scheda 1 Reattori ad acqua leggera 194
  - Scheda 2 Atomic bombs on Hiroshima and Nagasaki 196
- Problemi derivanti dalle applicazioni della radioattività: scorie e danni alla salute 201
  - Scheda 3 Il deposito di Yucca Mountain 202

Esercizi 204

PARTE D

Scenari per il futuro

CAPITOLO 15

Ora sappiamo che...

- Conoscere per decidere e per agire 207
- *Eaarth*: un mondo nuovo 207
- I confini planetari 208
- L'impronta ecologica e l'indice di sviluppo umano 210
- Quale energia 210
- Bilancio energetico (EROEI), efficienza e risparmio 211
- L'agricoltura 213
- Quale cibo? 214
- Lo spreco di cibo 215
- L'acqua 216
- I metalli e altre risorse non rinnovabili 217
- Un mondo fragile 218

Esercizi 219

CAPITOLO 16

Custodire il pianeta Terra

- La sostenibilità 220
- Un nuovo paradigma 225
  - Scheda 1 Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 226
- Guardare al futuro con speranza 231

Esercizi 233

Indice analitico 235

Terza Edizione, Maggio 2017