



WORKSHOP ETICA  
E SPERIMENTAZIONI  
SCIENTIFICHE

22-23  
GENNAIO  
2016  
PISA

# Le risorse del pianeta: passato, presente e futuro

Margherita Venturi

Dipartimento di Chimica "G. Ciamician"

22 gennaio 2016

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

Il passato è parte del futuro  
attraverso il presente



**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 ci  
arriva dal Sole, unico  
scambio che la Terra ha  
con l'esterno



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

**TAVOLA PERIODICA DEGLI ELEMENTI**

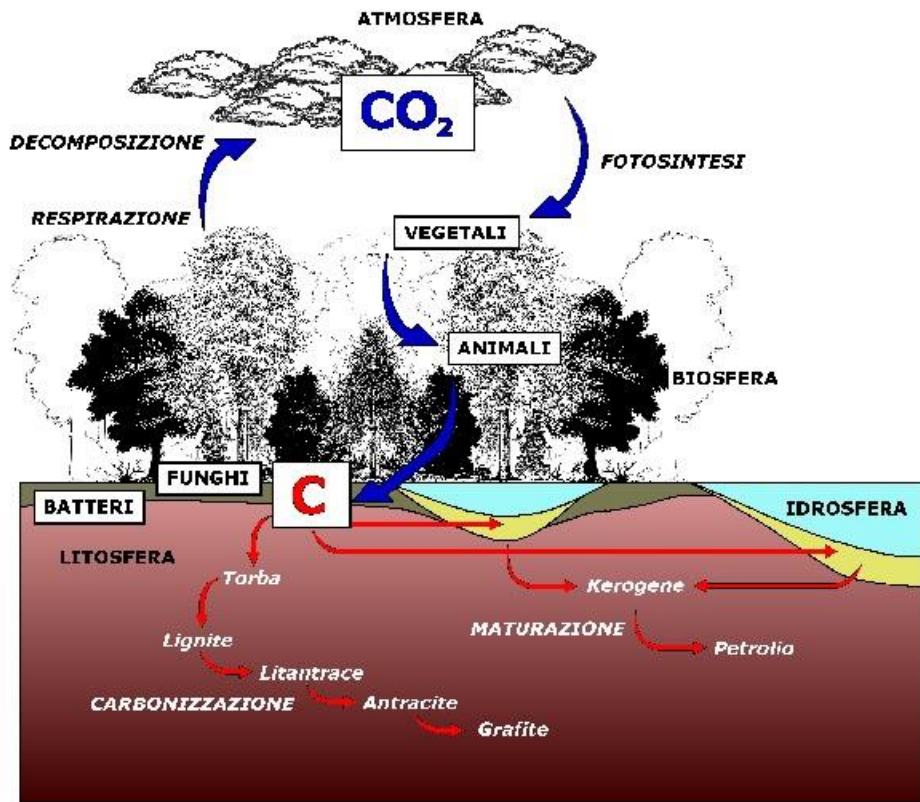
Numero atomicico  
Simbolo  
Peso atomicico

Solidi  
 Liquidi  
 Gassosi  
 Preparati artificialmente

1 H 1,008																	2 He 4,003														
3 Li 6,94	4 Be 9,012											5 B 10,81	6 C 12,01	7 N 14,01	8 O 16,00	9 F 19,00	10 Ne 20,18														
11 Na 23,00	12 Mg 24,30											13 Al 26,98	14 Si 28,09	15 P 30,97	16 S 32,07	17 Cl 35,45	18 Ar 39,95														
19 K 39,10	20 Ca 40,08											21 Sc 44,96	22 Ti 47,87	23 V 50,94	24 Cr 52,00	25 Mn 54,94	26 Fe 55,85	27 Co 58,93	28 Ni 58,69	29 Cu 63,55	30 Zn 65,39	31 Ga 69,72	32 Ge 72,61	33 As 74,92	34 Se 78,96	35 Br 79,90	36 Kr 83,8				
37 Rb 85,47	38 Sr 87,6	Lantanidi										39 Y 88,91	40 Zr 91,22	41 Nb 92,91	42 Mo 95,94	43 Tc 99	44 Ru 101,07	45 Rh 102,91	46 Pd 106,42	47 Ag 107,89	48 Cd 112,41	49 In 114,82	50 Sn 118,71	51 Sb 121,76	52 Te 127,60	53 I 126,90	54 Xe 131,29				
55 Cs 132,91	56 Ba 137,33	57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg 200,59	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr 223	88 Ra 226	89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt									
Actinidi																															

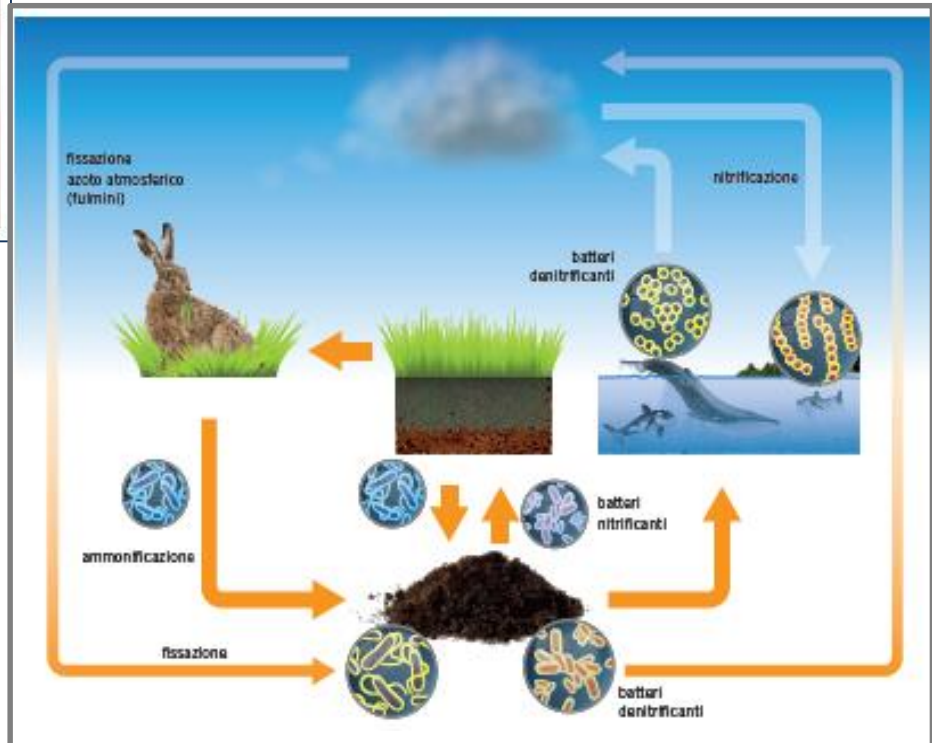
La quantità di ogni elemento presente sulla Terra è costante, ma in maniera dinamica

*Ciclo della materia*

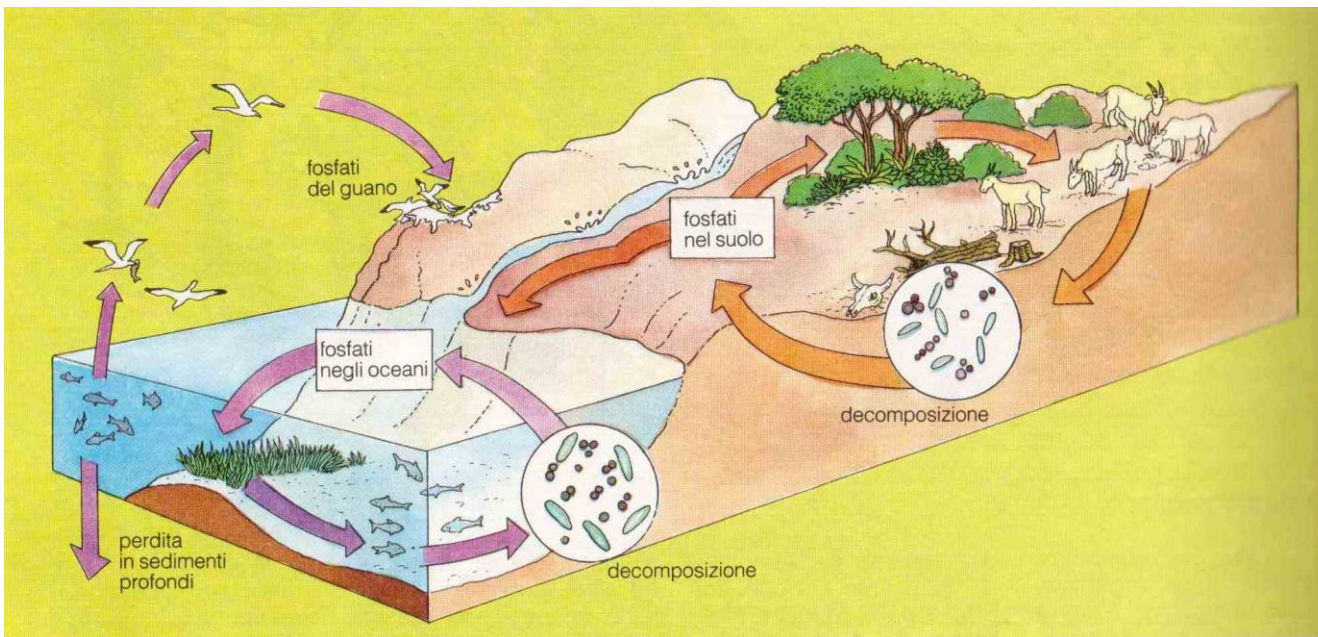
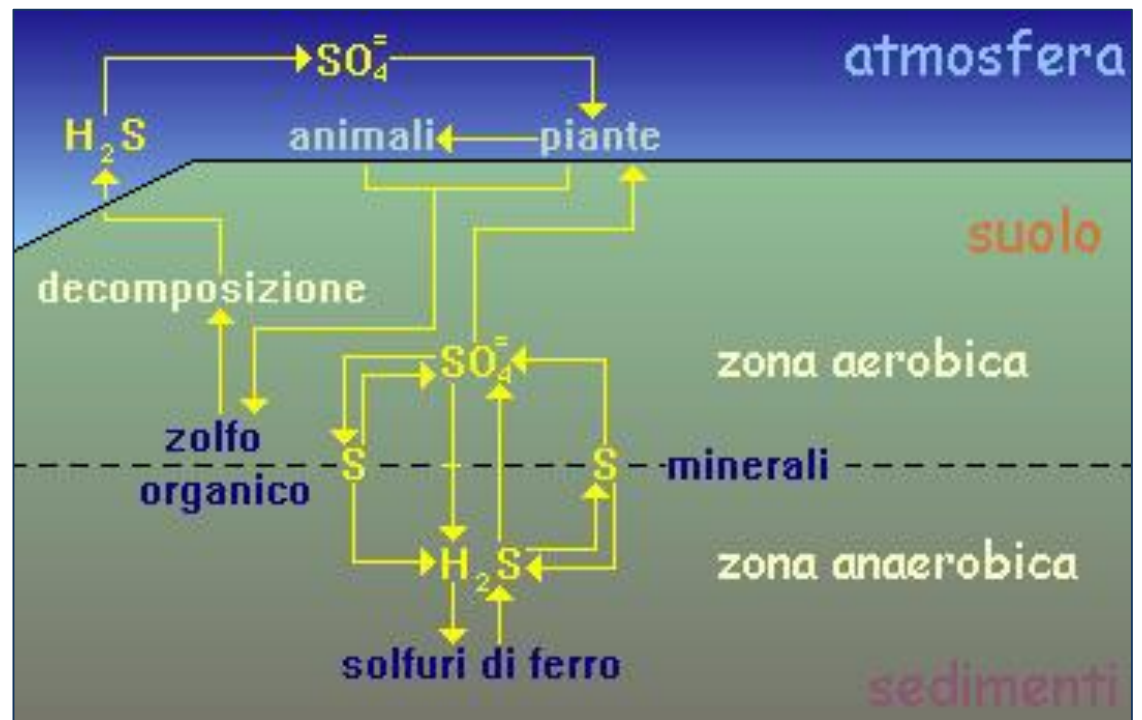


# Ciclo del carbonio

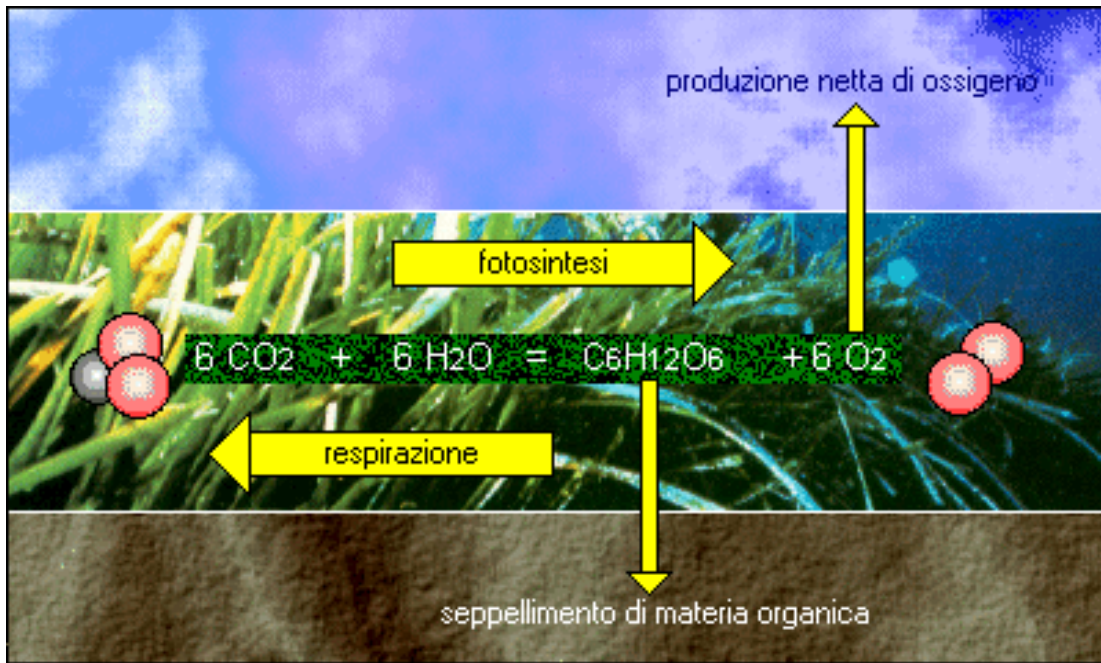
# Ciclo dell'azoto



# Ciclo dello zolfo

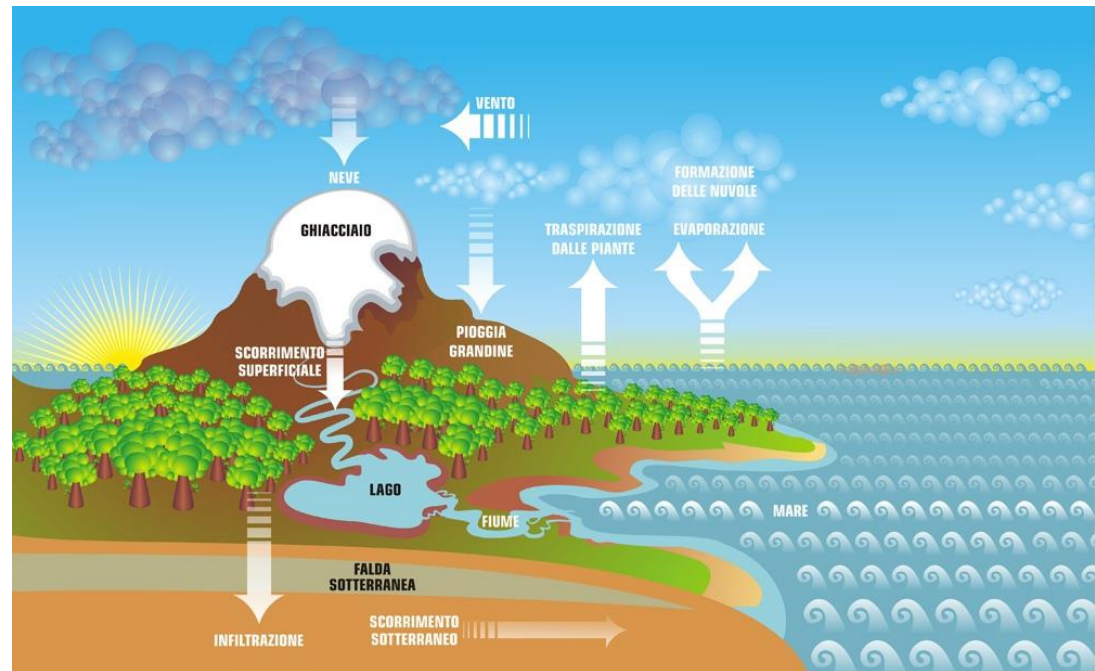


# Ciclo del fosforo



## Ciclo dell'ossigeno

## Ciclo dell'acqua





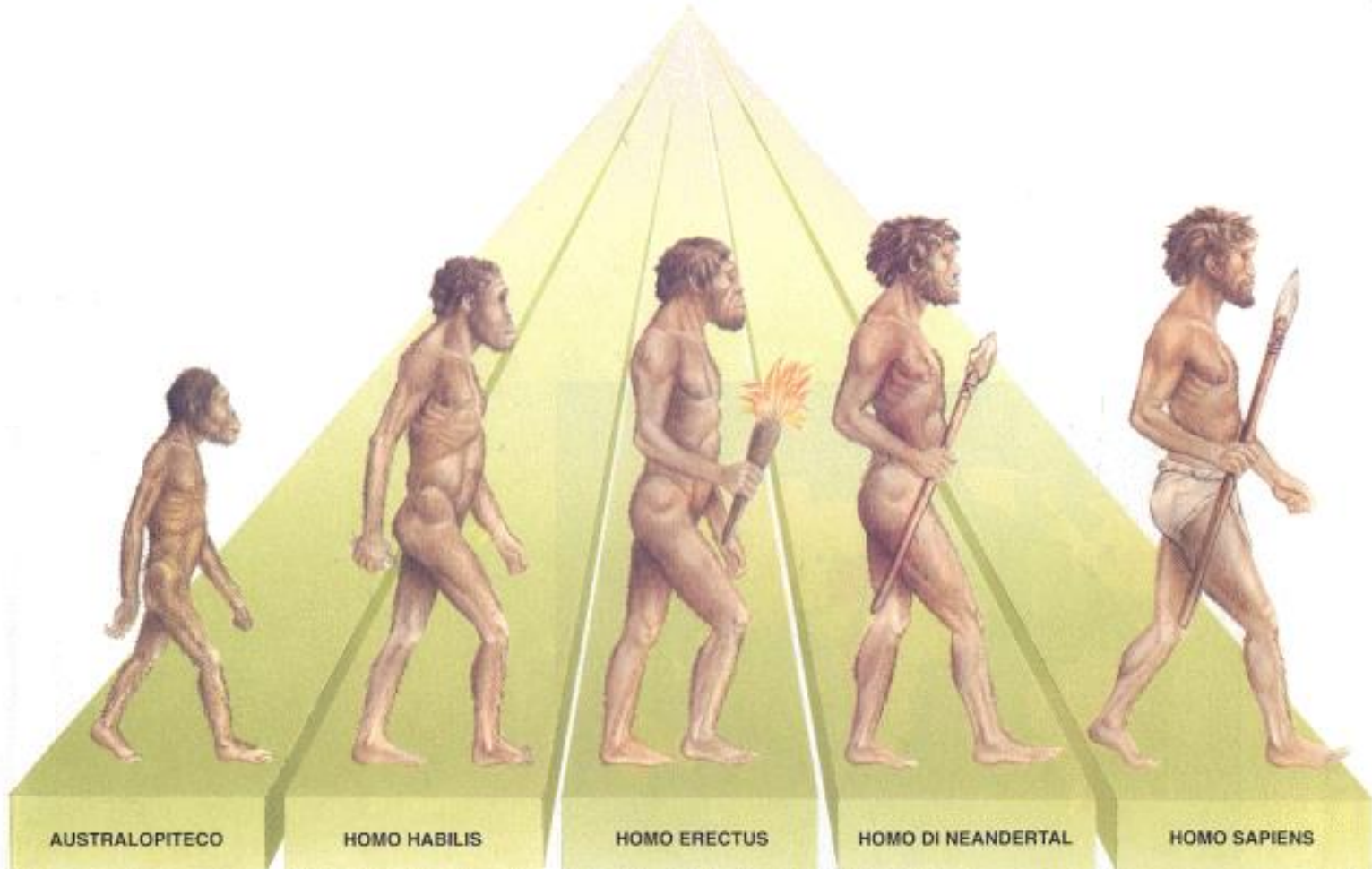
I cicli sono tutti strettamente interconnessi ed inoltre riguardano quella parte della Terra che viene chiamata Biosfera (litosfera: suolo e sottosuolo; idrosfera: le acque marine, lacustri e fluviali; i primi strati dell'atmosfera) in cui si è sviluppata la vita

**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)**

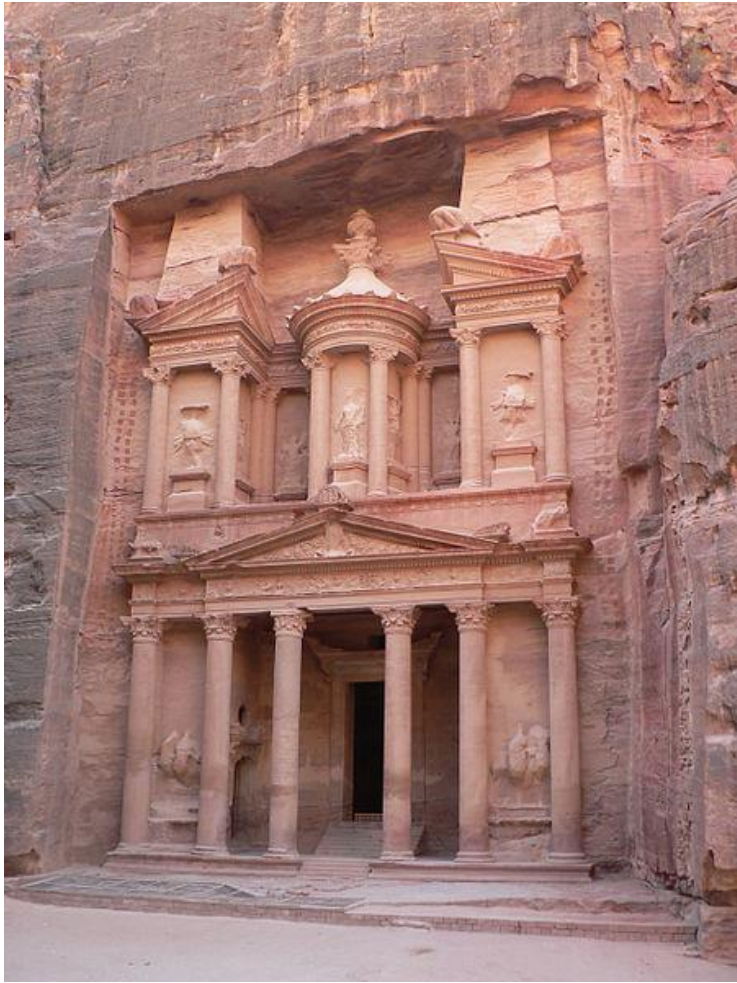


# Sulla Terra è apparso l'uomo (ca. 1 milione di anni fa)

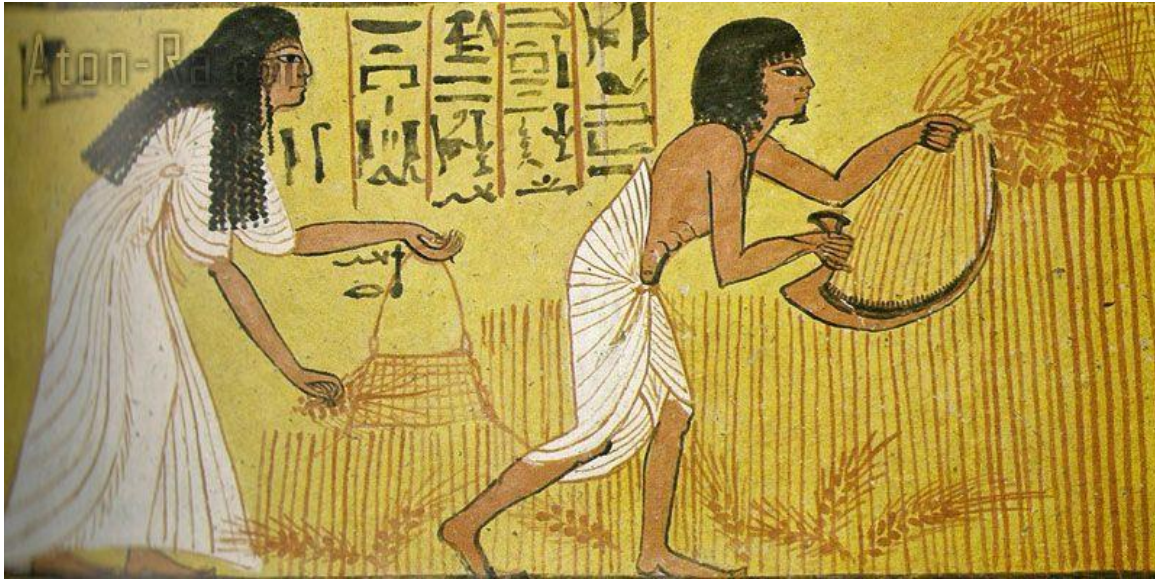


**ospite rispettoso e timoroso**





**L'uomo artista**



L'uomo inventore

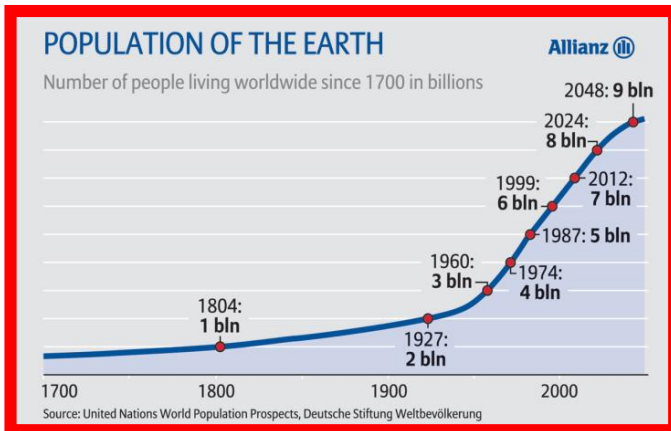
# La situazione è cambiata



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 1872, 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 'noosphere' — 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 100 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

## 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.*

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*.

*Paul J. Crutzen is at the Max Planck Institute for Chemistry, P.O. Box 3060, D-55020 Mainz, Germany, and the Scripps Institution of Oceanography, University of California, San Diego, 8500 Gullman Drive, La Jolla, California 92093-7452, 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. *JGRP 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).
- Vernadsky, 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).
- Bergé, A. & Loutre, M.-F. *C. R. Acad. Sci. Paris 323* (IIA), 1–16 (1996).
- Schellnhuber, H. J. *Nature* 402, C19–C23 (1999).



NATURE | VOL 415 | 3 JANUARY 2002 | www.nature.com

© 2002 Macmillan Magazines Ltd

23

Paul Crutzen  
Nobel per la Chimica nel 1995

Siamo entrati in una nuova epoca:  
Antropocene

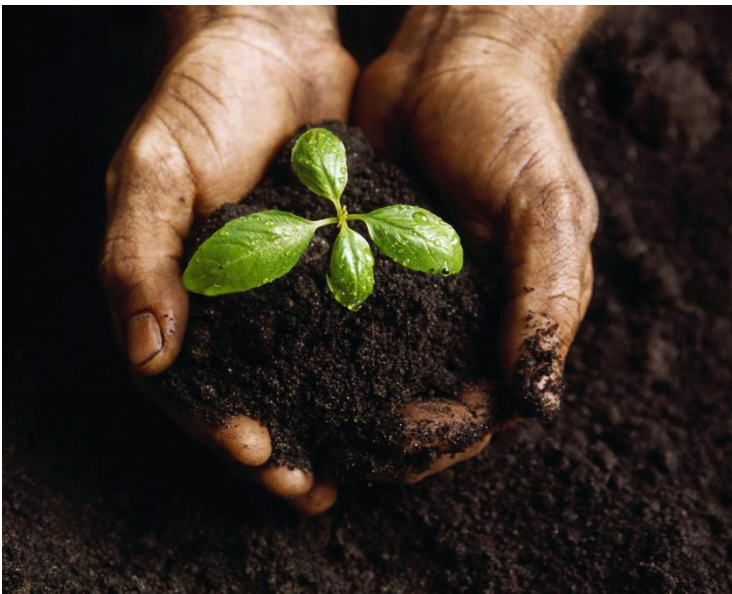
# Risorse energetiche



Combustibili fossili  
(carbone, petrolio,  
metano)



Stanno finendo e  
il loro uso crea danni  
all'ambiente e all'uomo



# 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**



**Miniera di carbone**

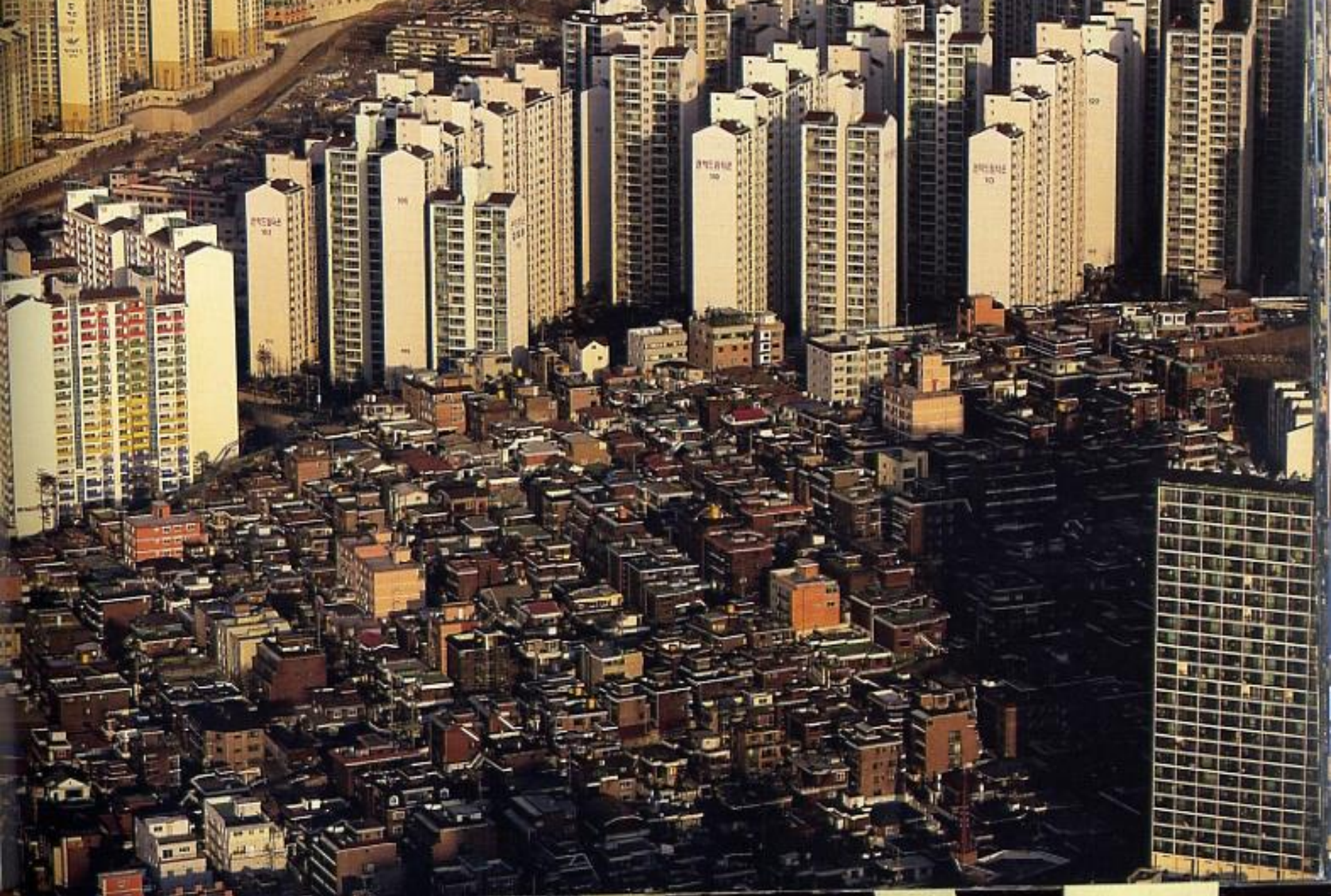


**Alla ricerca delle ultime gocce di petrolio  
(petrolio non convenzionale)**



**Svincolo autostradale a Yokohama, Giappone**





**Seoul, Corea, 22.547.000 abitanti**

# Le megalopoli

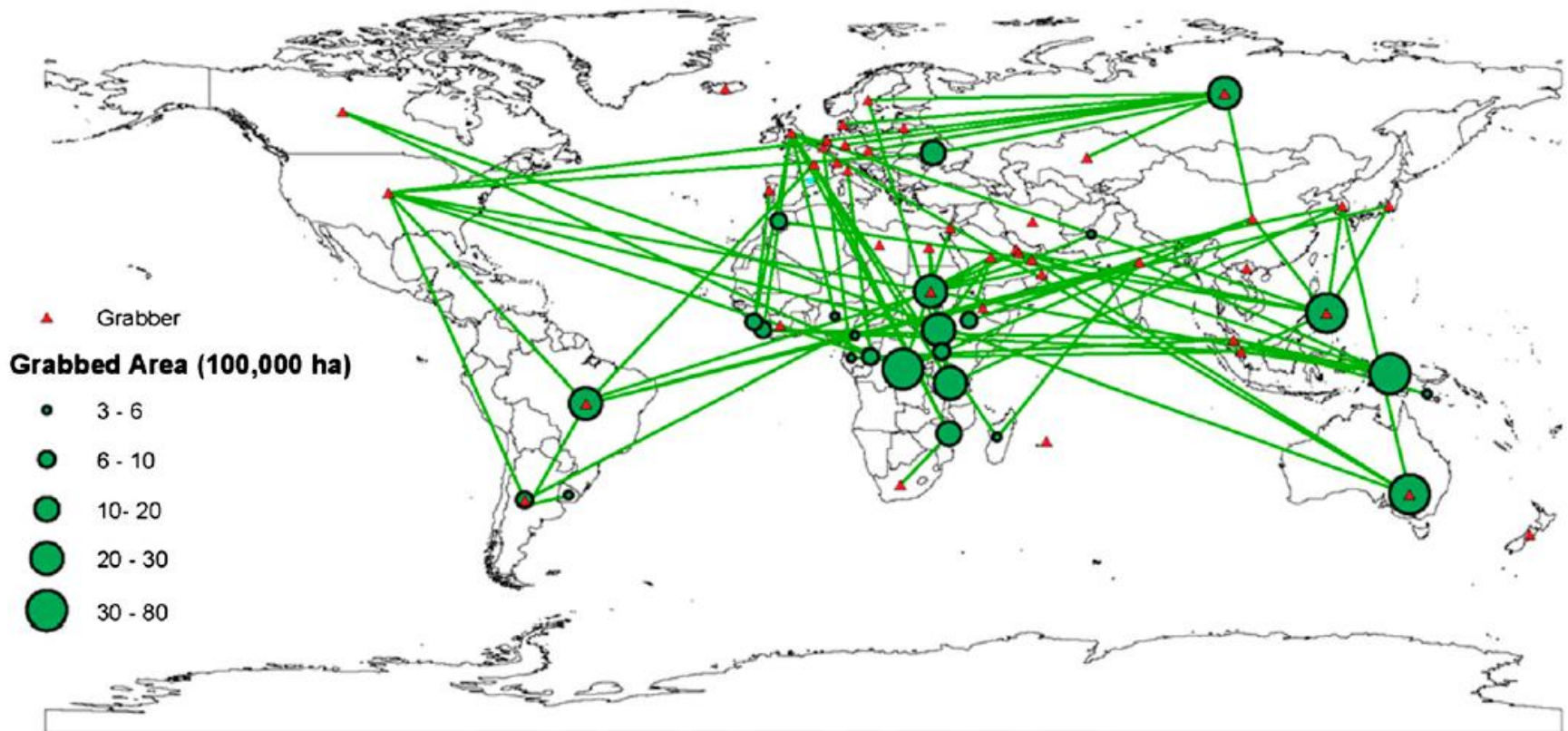
formate da agglomerati di più città

**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

I paesi ricchi mettono le mani avanti acquistando o affittando terreni in altri paesi (poveri): **land grabbing**





# Foreste

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

Attualmente vengono distrutti 13.700.00 ettari all'anno di foreste



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

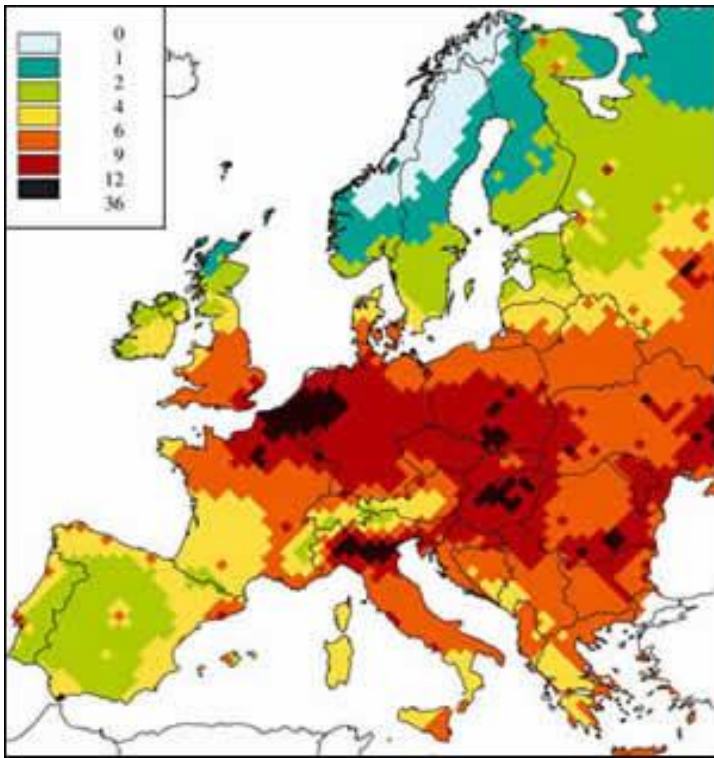
# Perché questo accade?

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

# Aria



Mappa delle polveri sottili

L'abbiamo inquinata  
con polveri sottili,  
ossidi di azoto e  
zolfo (responsabili  
delle piogge acide),  
vi riversiamo  
quantità enormi di  
 $CO_2$  (gas serra)



80% di azoto ( $N_2$ )  
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

# La Terra: il pianeta blu

Il 71% della superficie della Terra è ricoperto d'acqua

- 97% è acqua salata (oceani)
- 2,1% è imprigionato come ghiaccio
- 0,9% costituisce i laghi, i fiumi, le falde, le nubi



**Se questo 0,9% fosse ben distribuito sarebbe più che sufficiente per tutti gli usi e bisogni (1700 m<sup>3</sup> pro-capite per anno)**

# Distribuzione dell'acqua nel mondo

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

# Distribuzione dell'acqua in Italia

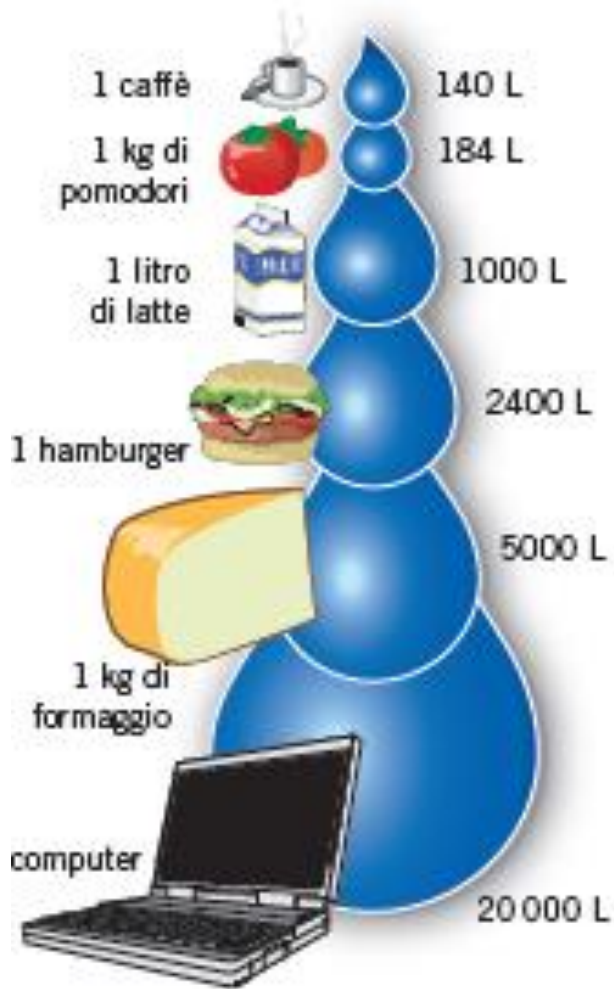
	pro-capite (m <sup>3</sup> /anno)
<b>Media Nazionale*</b>	<b>2 700</b>
<b>Nord Est e Abruzzo</b>	<b>5 000</b>
<b>Toscana</b>	<b>820</b>
<b>Puglia</b>	<b>650</b>

**\*1000 m<sup>3</sup> in più rispetto al minimo necessario**

# Usi dell'acqua

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

# Acqua e cibo



Alimento	Impronta Idrica (L/kg)
<b>Carne di bovino*</b>	<b>15 400</b>
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 i processi di raffreddamento

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

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

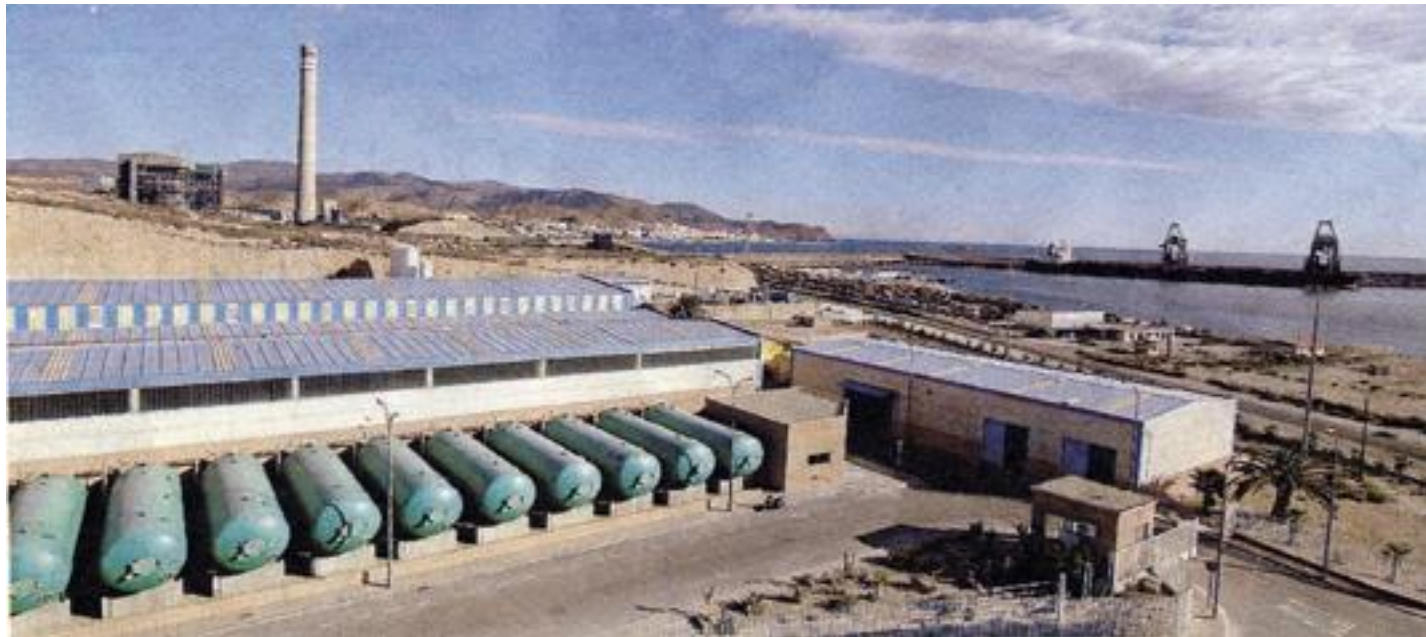
Per produrre un litro di etanolo da raccolti dell'agricoltura (biocarburanti) sono necessari 4 litri di acqua

Per produrre energia elettrica nelle centrali nucleari ci vuole molta acqua



# Energia ed acqua

Per produrre 3.000 litri d'acqua potabile dall'acqua di mare si consuma circa un litro di petrolio



Impianto di desalinizzazione dell'acqua di mare

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

Nazione	Impronta Idrica pro-capite (m <sup>3</sup> /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

---

Acqua usata  
all'interno del paese

---

---

## Parte Esterna "virtuale"

---

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**

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

# 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 costi bassi

(In Italia 0,0016 € al litro)

# Acqua minerale

In Italia ogni persona consuma in media **196 litri** di acqua minerale/anno

Ci sono **304 marche** di acqua minerale

- ✓ Costo molto maggiore (0,250 € al litro)
- ✓ Consumo energetico e inquinamento causato dagli automezzi di trasporto
- ✓ Inquinamento causato dalle bottiglie di plastica (6 miliardi all'anno in Italia)

# L'acqua minerale diventa una mania per i ricchi

In America si trovano l'acqua minerale Borealis, "la più pura del mondo" (8 € alla bottiglia), ottenuta frantumando gli iceberg della calotta polare e un'acqua minerale che proviene dalle isole Figi, in mezzo all'oceano Pacifico, che deve essere trasportata per ben 10.000 km

In Australia c'è l'acqua San Pellegrino italiana trasportata per 6.000 km

# Paesi poveri

1,6 miliardi di persone non hanno 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

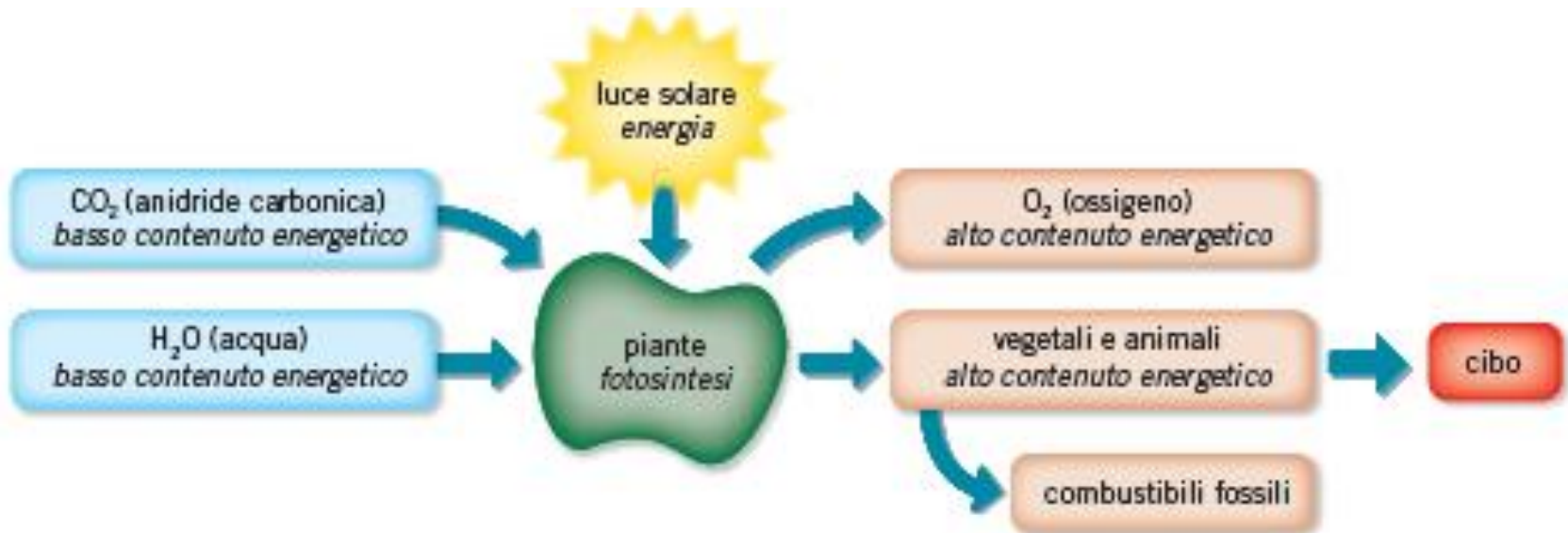
L'acqua non si esaurirà

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

**Acqua "oro blu"**

# Cibo

Tutto il cibo ci 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

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



Paradossalmente  
oltre 2 miliardi di  
persone sono obese  
o in sovrappeso

# Dieta adeguata

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

Per produrre la carne occorre  
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

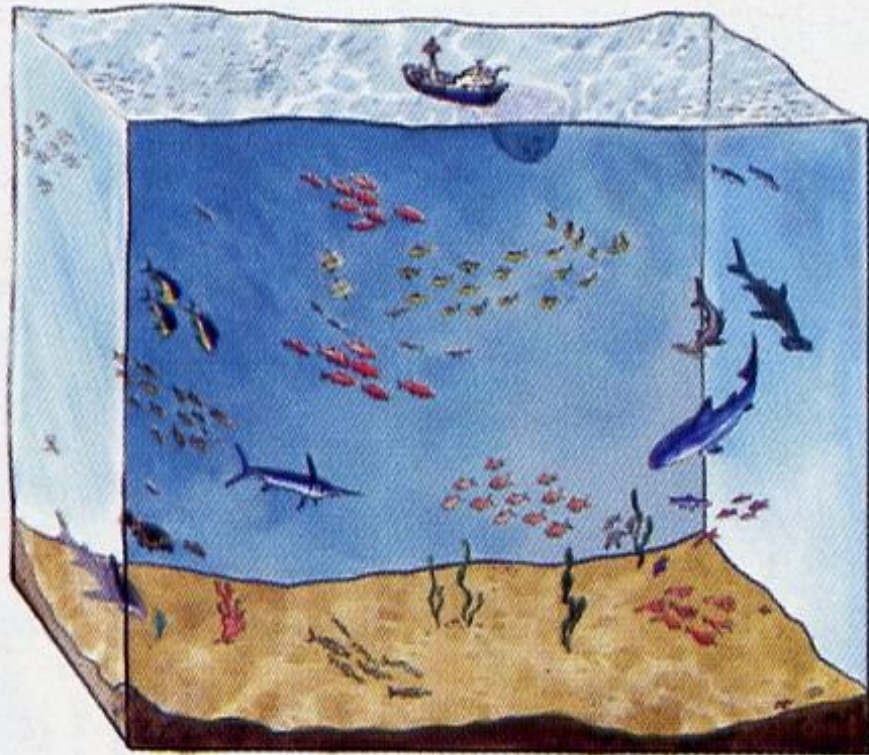
Richiede troppo terreno, troppa  
energia, troppa acqua

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

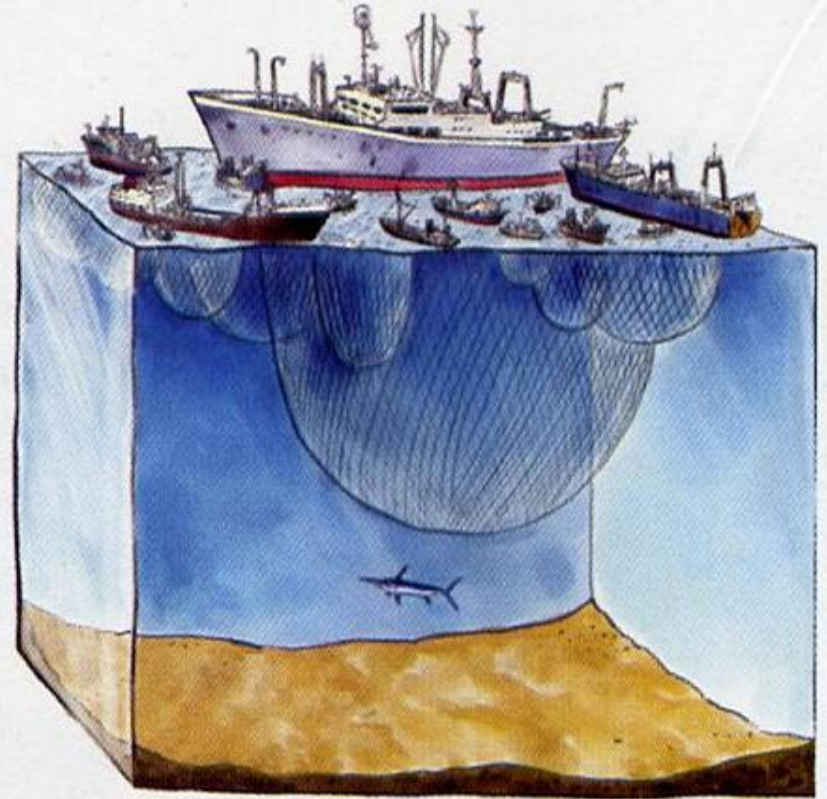


ieri

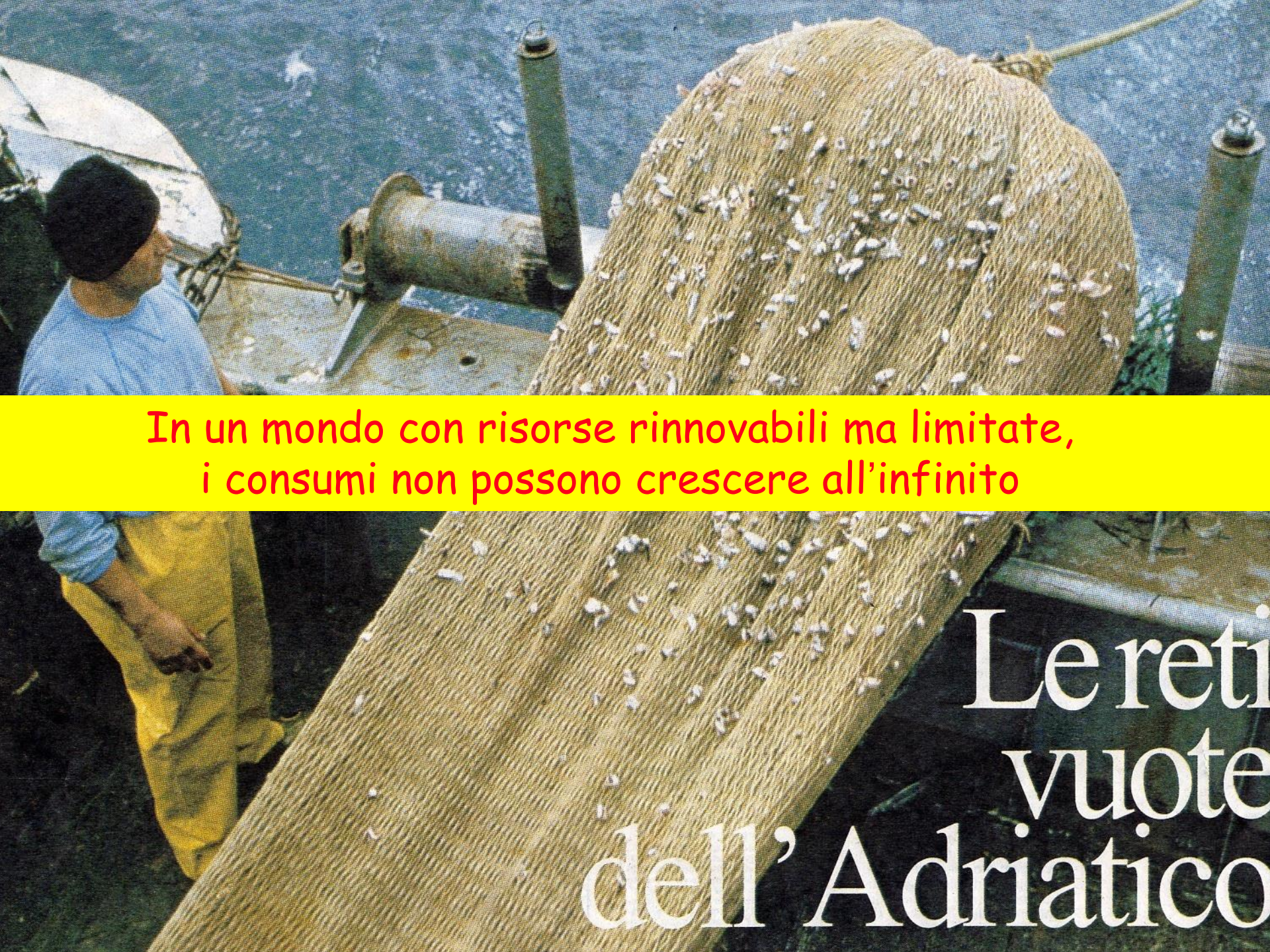


Il pesce è un'ottima alternativa, o meglio era un'ottima alternativa

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

Le reti  
vuote  
dell'Adriatico

# Lo spreco di alimenti

Ogni anno **1,3 miliardi di tonnellate** di cibo, quasi un terzo della produzione globale e quattro volte la quantità necessaria a nutrire 805 milioni di persone, vanno perdute o sprecate

# 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 l'agricoltura lascia sui campi più di 17 milioni di tonnellate di prodotti, fra cui 1,1 di frutta fresca, 3,5 di ortaggi e 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<sub>2</sub>** di 11,6 milioni di tonnellate

Spreco di 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”

# Materiali

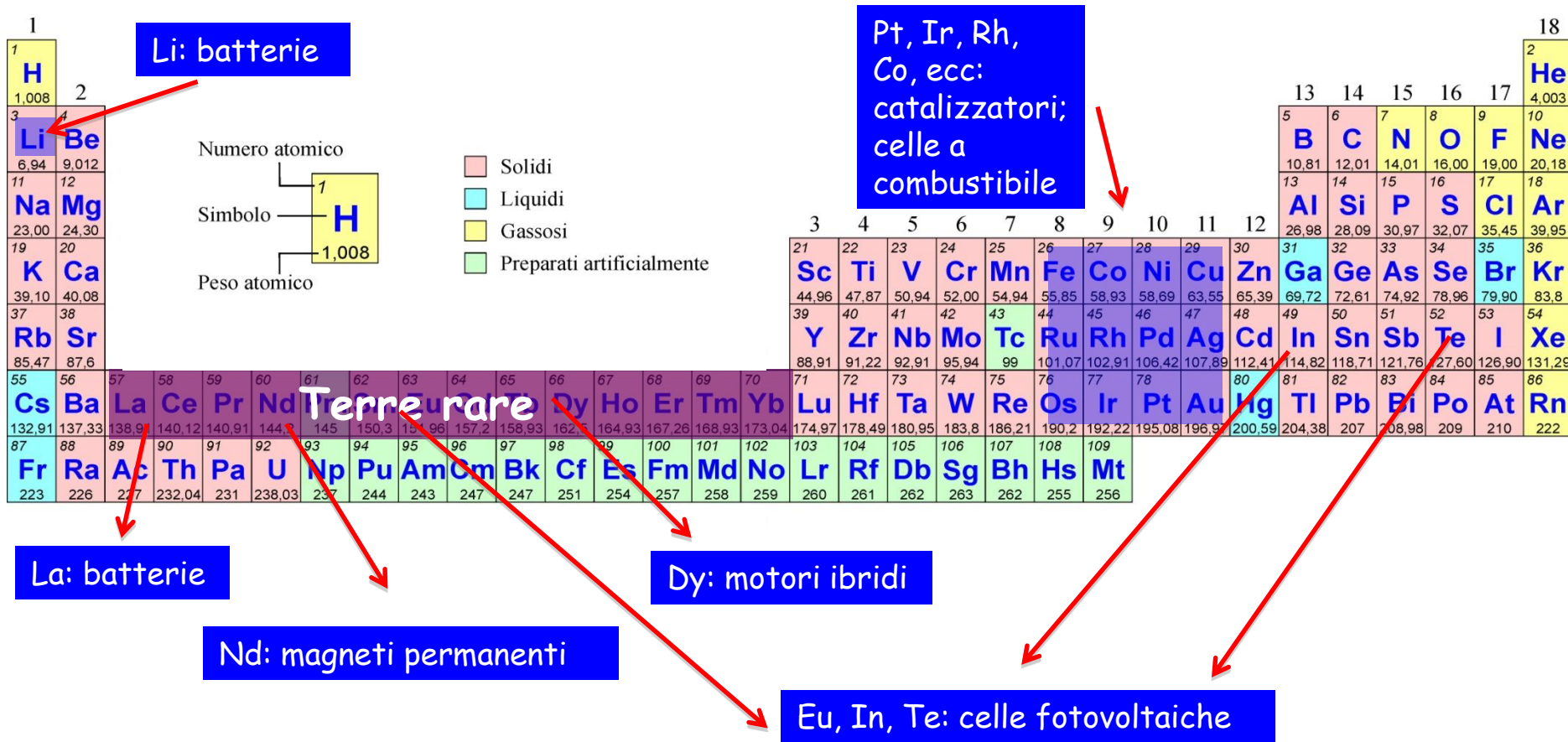
Nel 1990 l'umanità estraeva dalla Terra **50 miliardi di tonnellate** di materie prime all'anno

Nel 2010 sono state estratti **70 miliardi di tonnellate** di materie prime all'anno (27 kg per persona al giorno!)



# Tavola Periodica degli Elementi

## Elementi critici



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



# Tavola Periodica degli Elementi

## Elementi critici

1 H 1,008	2 He 4,003											13 B 10,81	14 C 12,01	15 N 14,01	16 O 16,00	17 F 19,00	18 Ne 20,18														
3 Li 6,94	4 Be 9,012											13 Al 26,98	14 Si 28,09	15 P 30,97	16 S 32,07	17 Cl 35,45	18 Ar 39,95														
11 Na 23,00	12 Mg 24,30											21 Sc 44,96	22 Ti 47,87	23 V 50,94	24 Cr 52,00	25 Mn 54,94	26 Fe 55,85	27 Co 58,93	28 Ni 58,69	29 Cu 63,55	30 Zn 65,39	31 Ga 69,72	32 Ge 72,61	33 As 74,92	34 Se 78,96	35 Br 79,90	36 Kr 83,8				
19 K 39,10	20 Ca 40,08											39 Y 88,91	40 Zr 91,22	41 Nb 92,91	42 Mo 95,94	43 Tc 99	44 Ru 101,07	45 Rh 102,91	46 Pd 106,42	47 Ag 107,89	48 Cd 112,41	49 In 114,82	50 Sn 118,71	51 Sb 121,76	52 Te 127,60	53 I 126,90	54 Xe 131,29				
37 Rb 85,47	38 Sr 87,6											71 Lu 174,97	72 Hf 178,49	73 Ta 180,95	74 W 183,8	75 Re 186,21	76 Os 190,2	77 Ir 192,22	78 Pt 195,08	79 Au 196,97	80 Hg 200,59	81 Tl 204,38	82 Pb 207	83 Bi 208,98	84 Po 209	85 At 210	86 Rn 222				
55 Cs 132,91	56 Ba 137,33	57 La 138,9	58 Ce 140,12	59 Pr 140,91	60 Nd 144,24	61 Pm 145	62 Sm 150,36	63 Eu 151,96	64 Gd 157,25	65 Tb 158,93	66 Dy 162,5	67 Ho 164,93	68 Er 167,26	69 Tm 168,93	70 Yb 173,04	71 Lu 174,97	72 Hf 178,49	73 Ta 180,95	74 W 183,8	75 Re 186,21	76 Os 190,2	77 Ir 192,22	78 Pt 195,08	79 Au 196,97	80 Hg 200,59	81 Tl 204,38	82 Pb 207	83 Bi 208,98	84 Po 209	85 At 210	86 Rn 222
87 Fr 223	88 Ra 226	89 Ac 227	90 Th 232,04	91 Pa 231	92 U 238,03	93 Np 237	94 Pu 244	95 Am 243	96 Cm 247	97 Bk 247	98 Cf 251	99 Es 254	100 Fm 257	101 Md 258	102 No 259	103 Lr 260	104 Rf 261	105 Db 262	106 Sg 263	107 Bh 262	108 Hs 255	109 Mt 256									

Numero atomico

Simbolo

Peso atomico

Solidi

Liquidi

Gassosi

Preparati artificialmente

Terre rare

La: batterie

Dy: motori ibridi

Nd: magneti permanenti

Eu: celle fotovoltaiche

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



**Benvenuti nel regno delle Terre rare**

# Un esempio che ci riguarda da vicino

Nel 1990 in una casa si trovavano al massimo **20** elementi chimici

Oggi in un telefono cellulare ci sono ca. **60** elementi chimici



9 gr di <b>rame</b>
11 gr di <b>ferro</b>
250 mg di <b>argento</b>
24 mg di <b>oro</b>
9 mg di <b>palladio</b>
65 gr di <b>plastica</b>
1 gr di <b>terre rare</b> , difficilmente quantificabili singolarmente (Praseodimio, Neodimio, Cerio, Lantanio, Samario, Terbio, Disprosio)
Altri elementi preziosi contenuti in piccolissime quantità, presenti in cellulari, PC, server, decoder e fotocamere: Cadmio, Cobalto, Rutenio (metalli preziosi)

La batteria a ioni di litio racchiude circa 3,5 g cobalto, 1,0 g terre rare (Nd, Eu, Ce e Tb)

La miniera che abbiamo in tasca

# Impronta energetica di alcuni metalli

	kWh/kg	Mton/anno	TWh/anno
<b>Acciaio</b>	6.1	1100	6600
<b>Alluminio</b>	61.4	33	1920
<b>Rame</b>	13.3	15	200
<b>Zinco</b>	11.7	10	100
<b>Nichel</b>	44.4	1.4	60
<b>Piombo</b>	7.2	3	0.8

La stretta interconnessione fra  
le varie risorse aggrava  
ulteriormente il problema del loro  
veloce "esaurimento"

Parallelamente aumentano a  
dismisura i 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

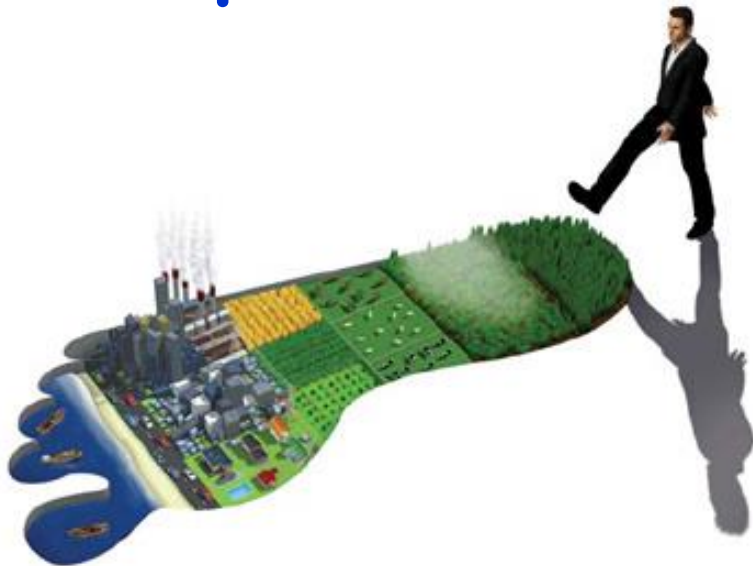


**In un anno ogni europeo usa in media 15 tonnellate di risorse naturali, 5 delle quali si trasformano in rifiuto**

**Alla progressiva scarsità di risorse si affianca un sempre crescente accumulo di rifiuti in gran parte dovuto alla nostra attuale società basata sul consumismo**

# 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

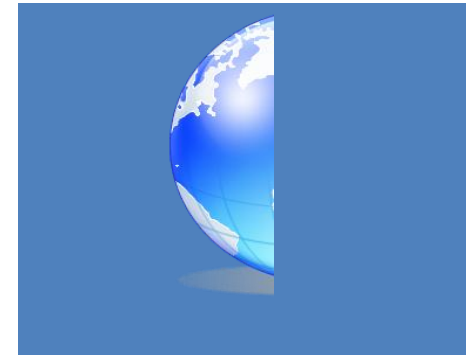
Se tutti gli abitanti della Terra vivessero a livello degli **USA** servirebbero **4** Terre per avere le risorse naturali e per smaltire i rifiuti



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

Le opportunità sono tantissime, soprattutto quelle offerte dalla  
**Chimica**

# Sostituire

Sostituire elementi scarsi o dannosi  
con elementi più abbondanti e non  
tossici

## Green Chemistry

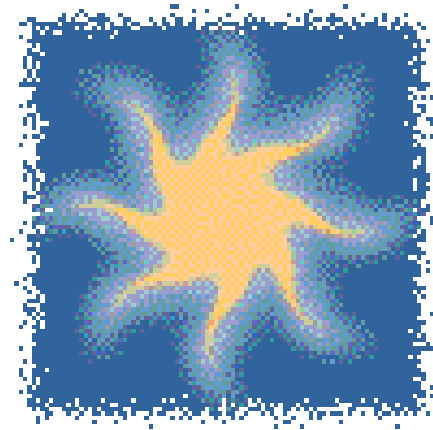


Principles of Green Chemistry.

# Sostituire

Sostituire i combustibili fossili con  
fonti energetiche rinnovabili

Energia solare





# Ciamician profeta dell'energia solare

*Finora la civiltà moderna ha camminato quasi esclusivamente con l'energia solare fossile: non sarà conveniente utilizzare quella che ci viene con continuità dal sole?*

Giacomo Ciamician  
VIII Congresso Internazionale di Chimica New York, 1912  
Science 1912, 36, 385

# Riciclare

È nata una nuova  
branca della scienza  
Garbology  
(garbage = rifiuto)  
che si interessa della  
gestione e del  
trattamento dei rifiuti





**Nelle discariche giapponesi di materiale elettronico:**

- ✓ 60.000 tonnellate di argento
- ✓ 6.800 tonnellate di oro
- ✓ 1.500 tonnellate di indio (15% delle riserve mondiali)

# Riutilizzare



# Riparare

## R-RIPARABILE?

**2013**  
How we should



design

for reparability

# Fare con meno

## Strategia della miniaturizzazione



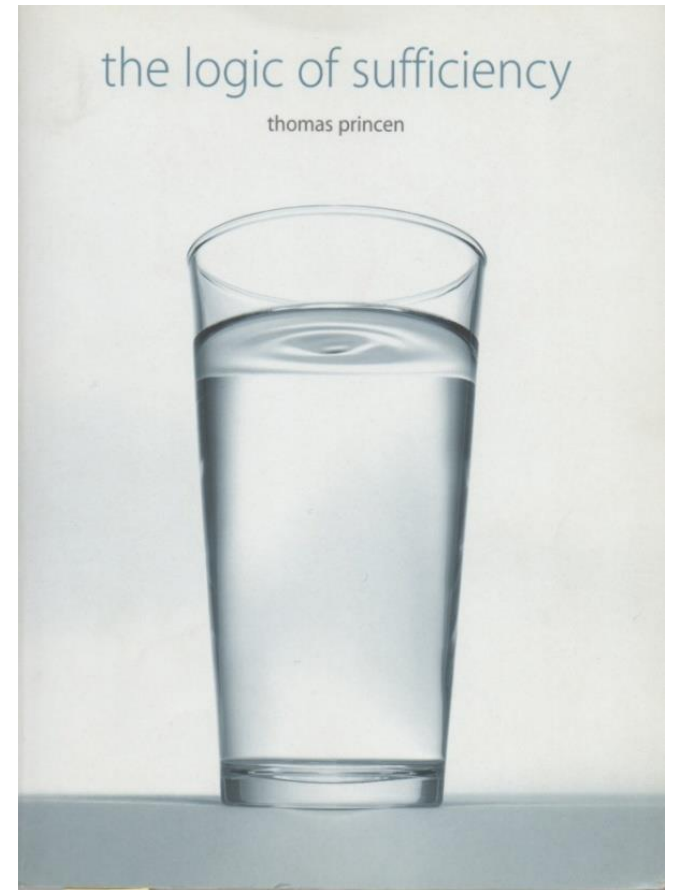
# Nanotecnologia

La nanotecnologia deriva dal  
connubio tra il talento  
sintetico dei Chimici ed una  
mentalità di tipo ingegneristico

**Roald Hoffmann**  
Nobel per la Chimica nel 1981

# Fare con meno

**Cambiare stile di vita:  
adottare la logica  
della sufficienza e  
imparare a dire  
"mi basta"**



# 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, amicizia, sobrietà e solidarietà)**

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



# Fare con meno

Papa Francesco:

possiamo essere felici con poco,  
perché consumare troppo distrae il  
cuore e impedisce di apprezzare  
ogni cosa e ogni momento

Gandhi:

la vera felicità, la vera gioia non  
consiste nella moltiplicazione, ma  
nella riduzione intenzionale e  
volontaria dei bisogni