

Il Dedalo Energetico

Vincenzo Balzani

Dipartimento di Chimica "Giacomo Ciamician"
Facoltà di Scienze, Università di Bologna
vincenzo.balzani@unibo.it

Giovedì Scienza

Torino, 19 febbraio 2009

Nicola Armaroli
Vincenzo Balzani
**Energia per
l'astronave Terra**

Quanta ne usiamo, come la produciamo,
che cosa ci riserva il futuro



CHIAVI DI LETTURA **ZANICHELLI**

Scelta la cinquina di libri per il premio Galileo

Sabato 17 Gennaio 2009 15:36 Redazione



E' stata scelta la cinquina finale di libri per la terza edizione del Premio letterario Galileo per la divulgazione scientifica. La giuria scientifica del premio - ormai noto come il Campiello delle scienze - è stata sufficiente una sola tornata di votazioni per decidere la cinquina finalista.

Presieduta dalla grande astrofisica ormai ottantaseienne Margherita Hack, la seduta pubblica, svoltasi sabato oggi a Padova ha individuato i cinque libri che ora si contenderanno i voti decisivi dei circa 2500 ragazzi chiamati a comporre la giuria popolare, appartenenti a classi di IV superiore di scuole rappresentative di tutte le province italiane.

"I ragazzi devono ragionare col cervello più che con il cuore" - ha commentato la presidente della giuria Margherita Hack - i giurati hanno indicato, quali libri finalisti: due biografie scientifiche estremamente coinvolgenti, un volume dedicato ad una tematica fortemente attuale come il problema energetico, un libro capace di spiegare i segreti meccanismi del cervello ed, infine, una appassionata narrazione dello sviluppo della simmetria, il più importante concetto nella storia della fisica e della matematica".

I libri selezionati sono: "Vito Volterra", di Angelo Guerraggio e Gianni Paoloni (Franco Muzzio Editore, 2008); "Keplero. Una biografia scientifica" di Anna Maria Lombardi (Codice Edizioni, 2008); "Energia per l'astronave terra" di Nicola Armaroli e Vincenzo Balzani (Zanichelli, 2008); "L'Immagine del mondo nella testa" di Valentino Braitenberg (Adelphi, 2008); "L'eleganza della verità. Storia della simmetria" di Ian Stewart (Einaudi, 2008).

Il 7 maggio nel salone pensile di Palazzo della Ragione a Padova è prevista la cerimonia finale, che sancirà l'opera vincitrice.

Ultimo aggiornamento (Sabato 17 Gennaio 2009 15:54)

Se vuoi capire bene una cosa o un problema, devi guardarli da lontano
(Italo Calvino)

L'astronave Terra



"passeggeri": 6,7 miliardi
che diventeranno
8 miliardi entro 20 anni

l' aumento è di
75 milioni all' anno

ogni minuto nascono
24 cinesi e 32 indiani

La realtà ha la sconcertante abitudine di metterci di fronte all'imprevisto, per cui, appunto, non eravamo preparati.

Hannah Arendt

Soluzioni proposte per la crisi energetica

- cercare nuovo petrolio
- usare carbone e seppellire la CO_2
- produrre biocombustibili
- sviluppare l'energia nucleare
- sviluppare le energie rinnovabili
(solare, eolica, geotermica, maree ..)

I problemi importanti sono sempre complessi e spesso sono pieni di contraddizioni. Bisogna quindi affrontarli globalmente, con saperi diversi che debbono interagire fra loro.

Edgar Morin

I quattro grandi problemi dell'umanità

cibo

acqua

Energia

salute
ambiente

Energia "nascosta"



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

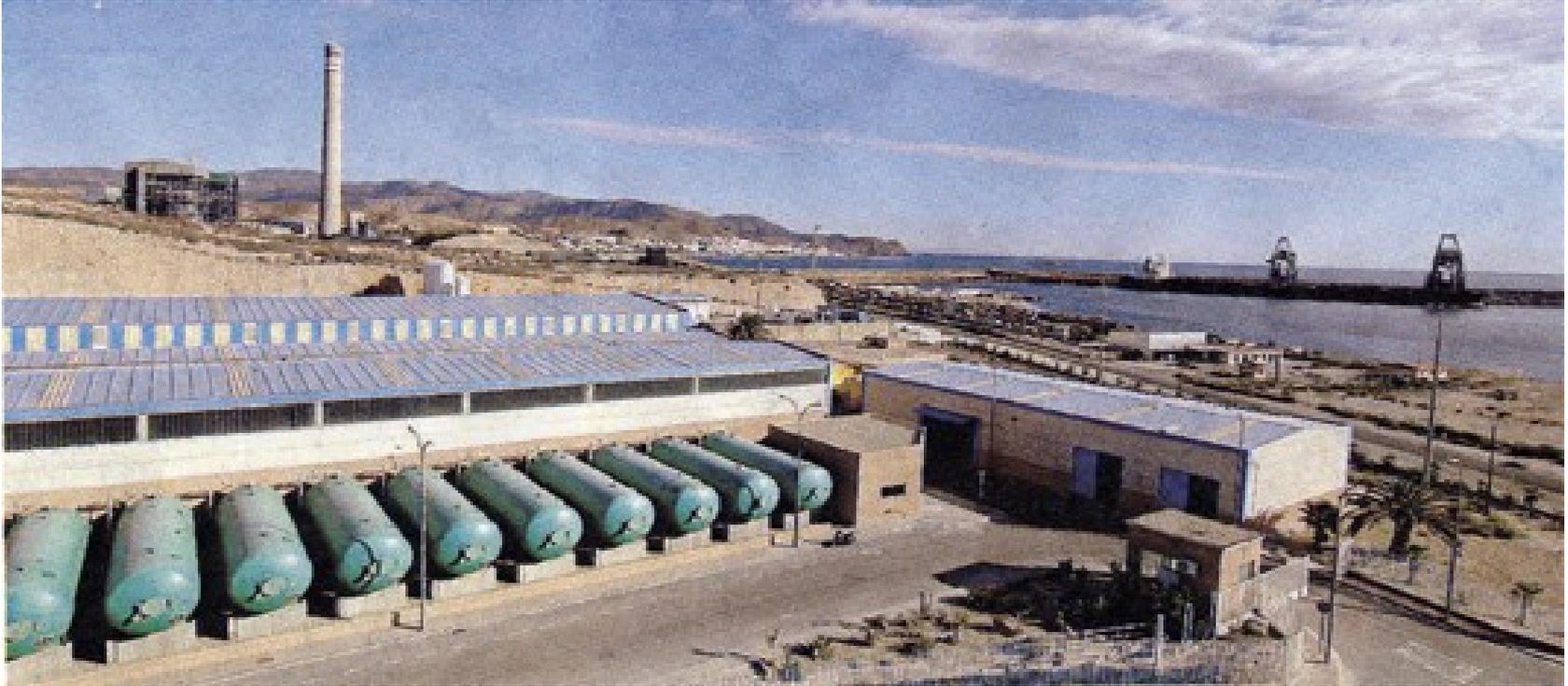
Per far crescere pomodori di serra si consuma una quantità di energia fino a 50 volte



del loro contenuto energetico

Seawater Desalination

Si può ottenere acqua <dolce> dall'acqua di mare



Per produrre 1 metro cubo di acqua si consumano circa 2 kWh di energia elettrica.

Quindi con un litro di petrolio si ottengono circa 3 metri cubi d'acqua.

Energia "nascosta"



Per fabbricare un PC occorrono
1700 Kg di materiali vari, di cui **240
Kg** di petrolio (energia)

Esso consuma **3/4 dell'energia**
del suo ciclo di vita **prima**
ancora di essere acceso



Messico

Stati Uniti

Il confine fra Stati Uniti e Messico

National Geographic

Il "confine" fra Italia e Africa



L'astronave Terra



Fonti primarie di energia

petrolio		40%
gas naturale	26%	
carbone		25%
energia nucleare		2.4%
Rinnov. (idroel.)		2.7%

**circa il 90%
dell'energia proviene
dai combustibili fossili**

Oggi al mondo consumiamo 1000 barili di petrolio al secondo

Problemi

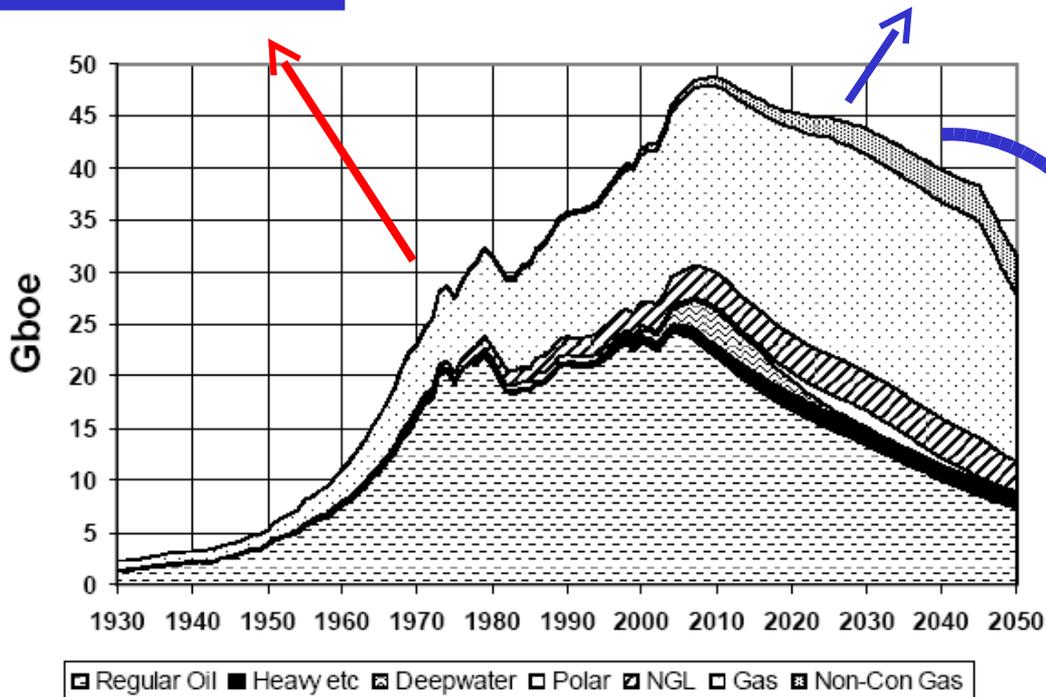
1) I combustibili fossili, regalo della natura, si stanno molto rapidamente esaurendo.

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

Proverbio saudita

Petrolio "facile"

Petrolio "difficile"



Picchi di produzione di petrolio e gas

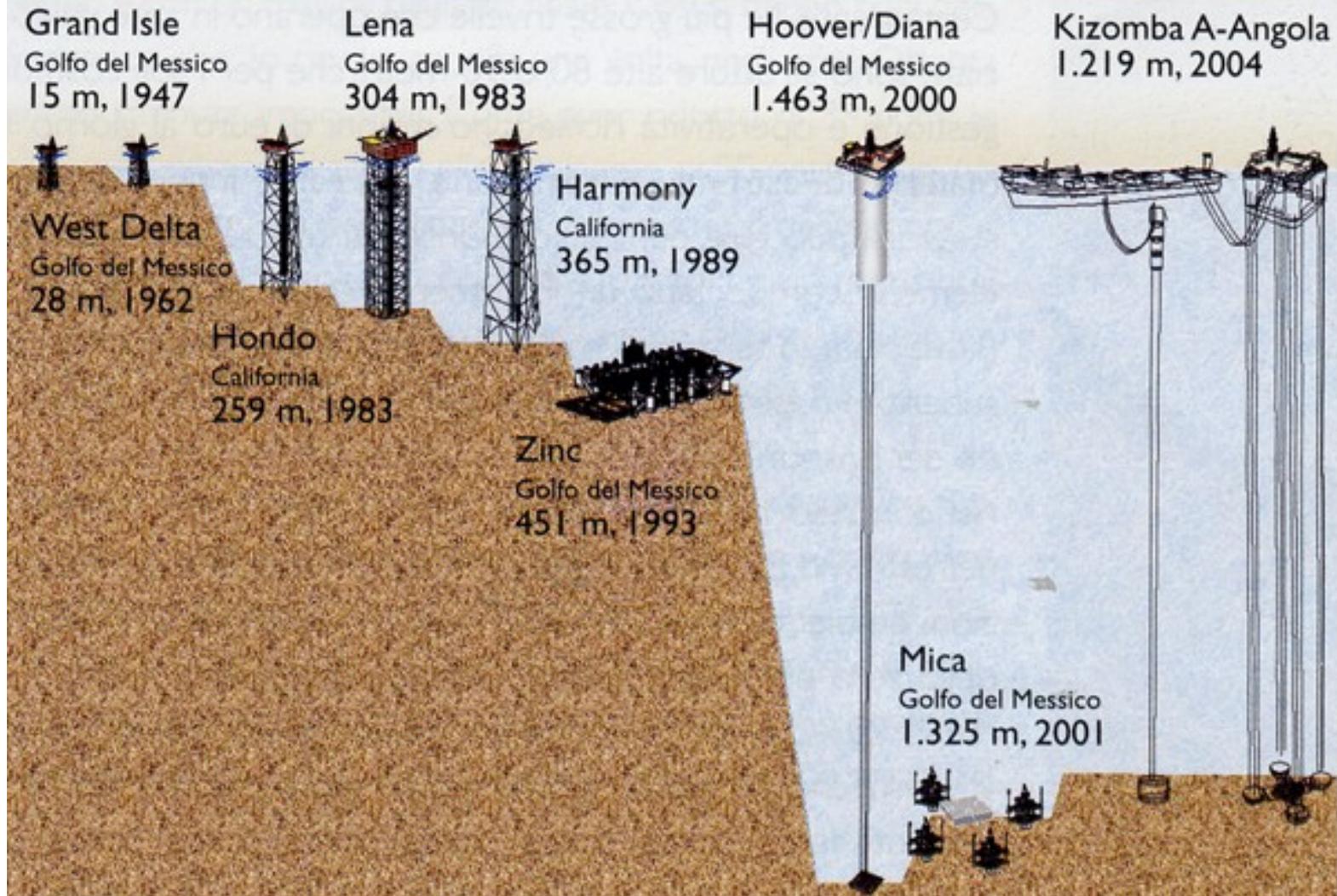
- Aumento del prezzo
- Crisi economica
- Instabilità politica
- Guerre per ottenerlo

Anni del picco

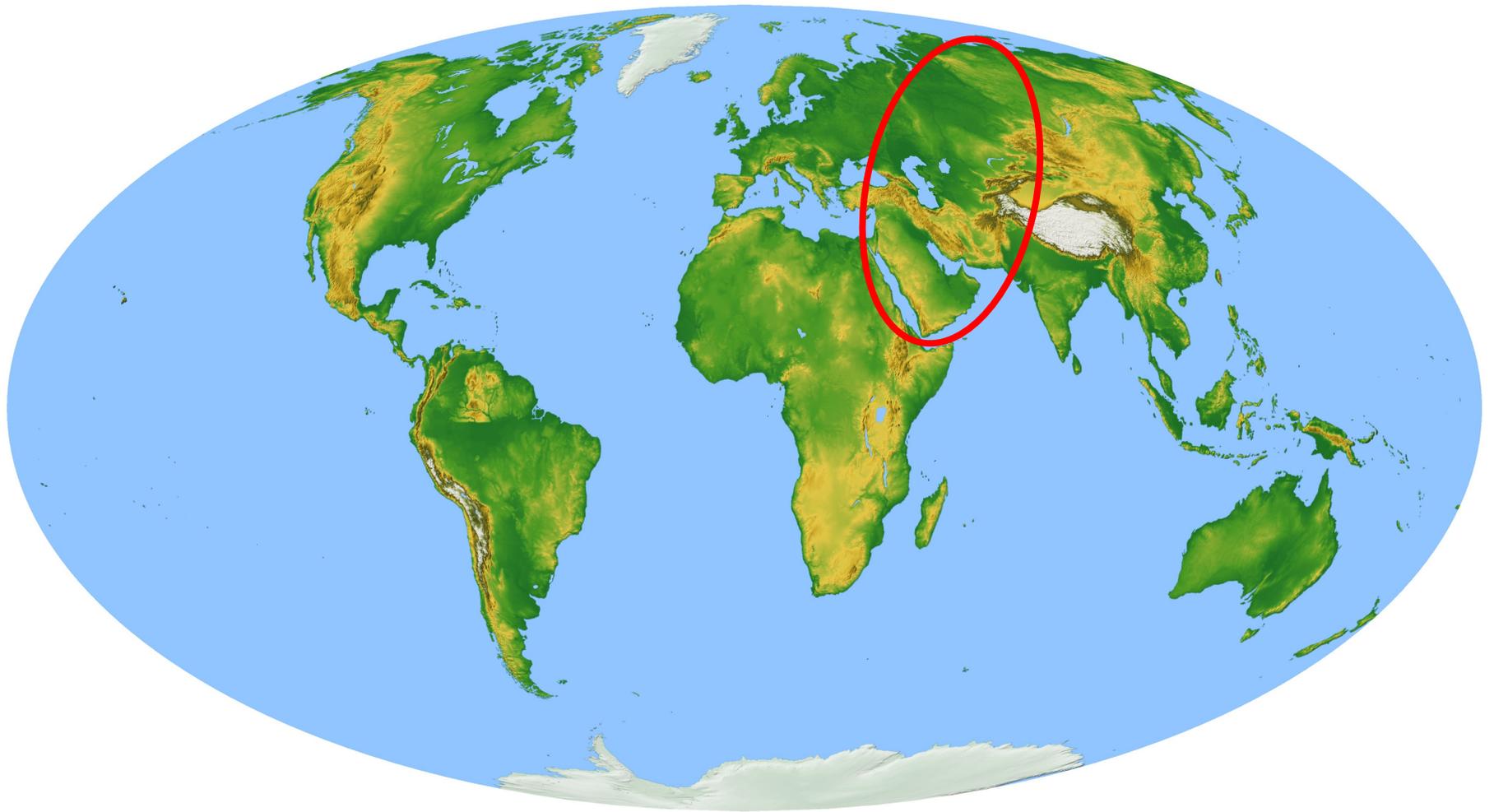
Pessimisti: 2005-2010

Ottimisti: 2035-2040

Piattaforme ExxonMobil: L'evoluzione della produzione in acque profonde



Estrarre petrolio
è sempre più difficile e costoso



La zona del mondo nella quale si trova il 70% delle
riserve di petrolio
e di metano

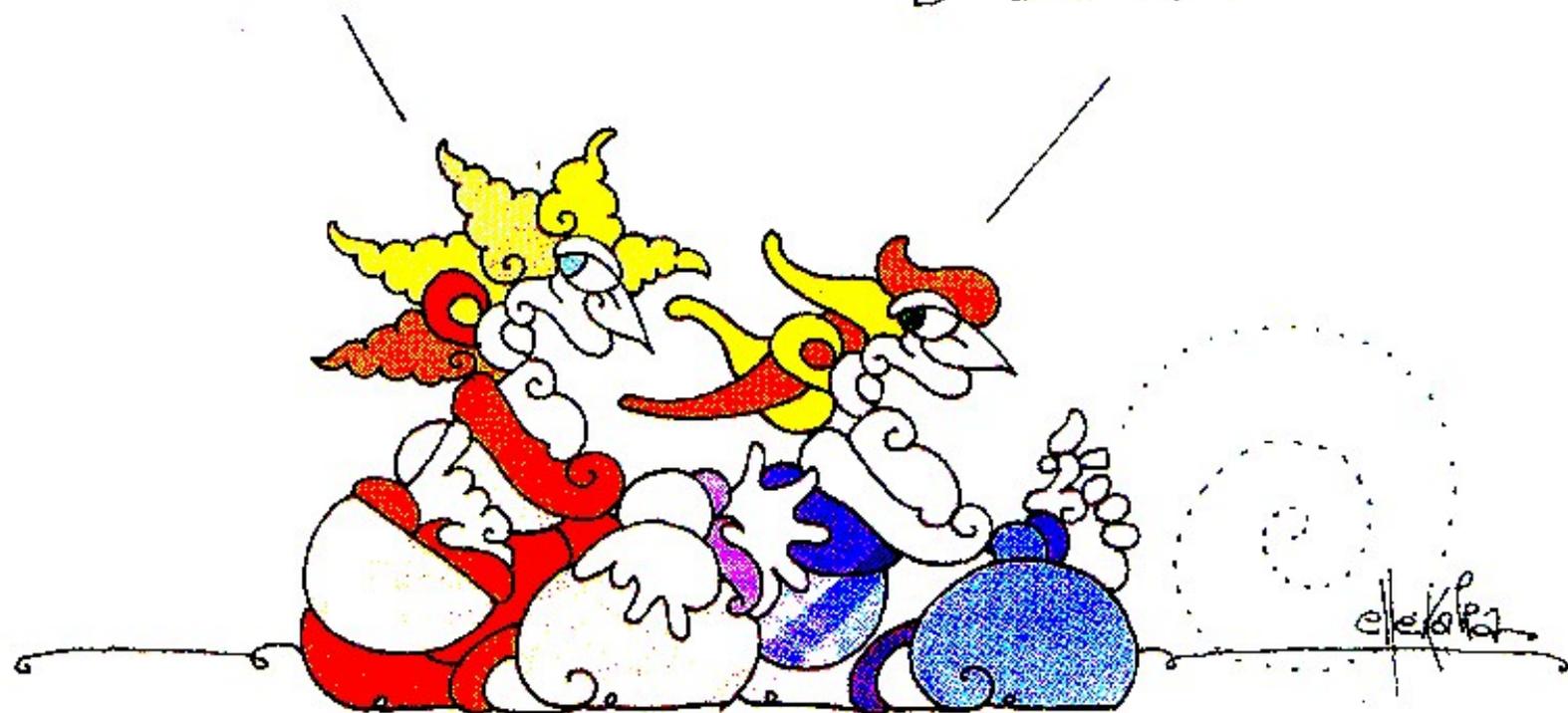


Baghdad, Ministero del Petrolio, Aprile 2003

BUSH SA
COME TROVARE
NUOVI GIACIMENTI
DI PETROLIO

La vignetta di ellekappa

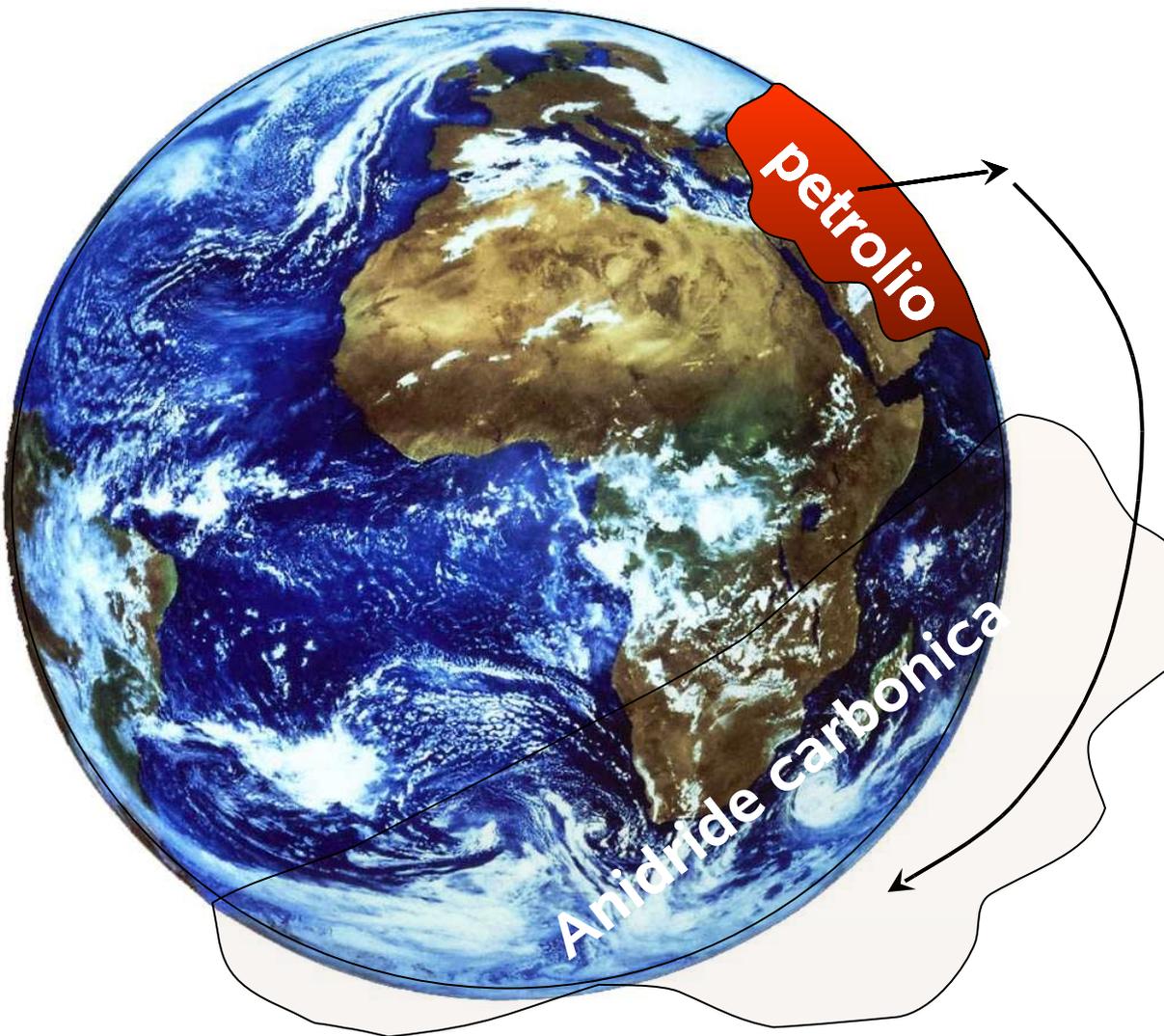
BASTA
INTENSIFICARE
L'ESPORTAZIONE
DI DEMOCRAZIA



Problemi

- 1) I combustibili fossili, regalo della natura, si stanno molto rapidamente esaurendo.
- 2) L'uso dei combustibili fossili causa gravi danni al clima e all'ambiente.

L'astronave Terra



1 kg di benzina produce
3 kg di CO_2



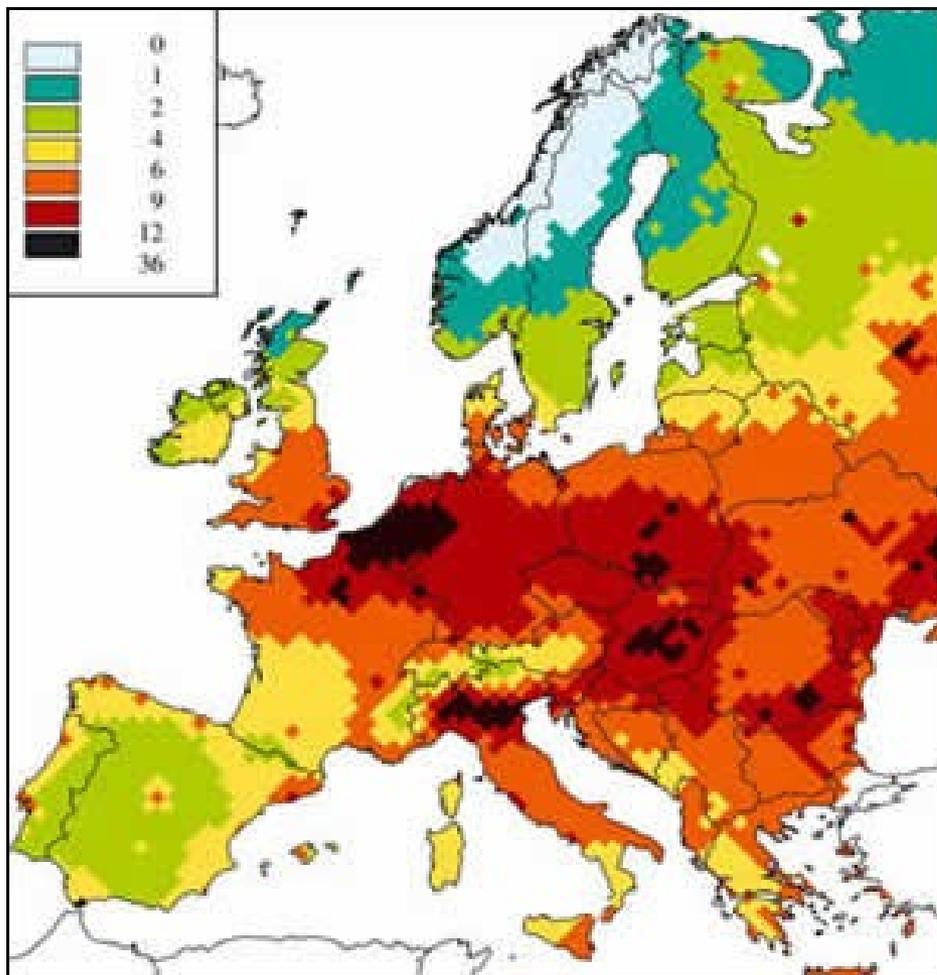
effetto serra:
modifica il clima, fa
sciogliere i ghiacciai,

Nature, 8 February 2007, p. 567:

Twenty years of frustrating trench-warfare with the sceptics has prevented a rational discussion about what needs to be done from even taking place.

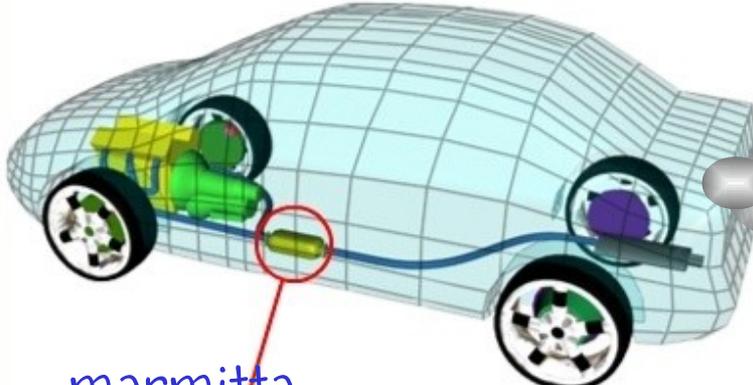
Meaningful action to curtail green-house gas emissions has been disputed by a collection of money-men and some isolated scientists, in alliance with the current president of the United States.

Perdita nell'aspettativa media statistica di vita (mesi) a causa dell'esposizione a PM 2.5

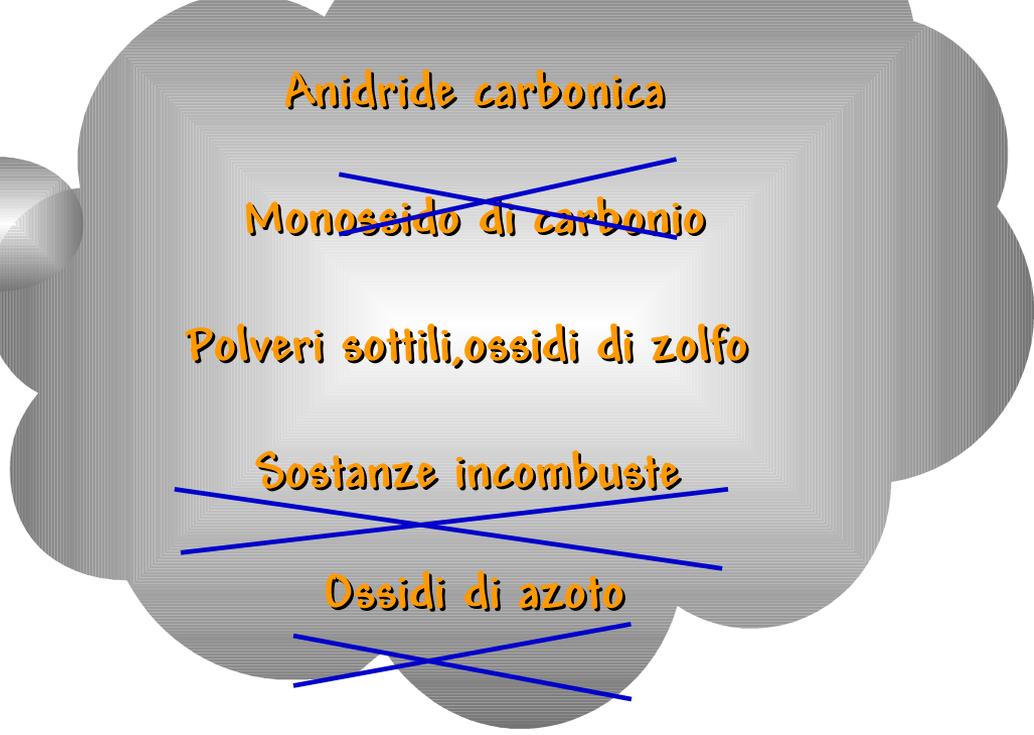


“About 400,000 Europeans are dying prematurely every year as a result of air pollution, say the latest studies. Illnesses due to current levels of airborne particles lead to more than 100,000 extra hospital admissions per year.”

EC, DG Environment 2005



marmitta
catalitica



Anidride carbonica

~~Monossido di carbonio~~

Polveri sottili, ossidi di zolfo

~~Sostanze incombuste~~

~~Ossidi di azoto~~

Le sostanze inquinanti sono solo in parte "abbattute"
dalle **marmitte catalitiche**

Non c'è abbastanza **platino** e **rodio** per mettere la marmitta catalitica agli
850 milioni di auto che circolano, e che aumentano di 65 milioni all'anno.

Problemi

- 1) I combustibili fossili, regalo che la natura ci ha fatto, si vanno rapidamente esaurendo.
- 2) L'uso dei combustibili fossili causa gravi danni all'ambiente e alla salute dell'uomo.
- 3) C'è una forte disparità nei consumi energetici

Disuguaglianza nell'uso delle risorse energetiche

Un americano consuma energia come

due europei

una decina di cinesi

una quindicina di indiani

una trentina di africani

Gli Stati Uniti, con meno del 5% della popolazione mondiale, consumano circa il 25% dell'energia

Abitanti
in milioni ogni mille abitanti Automobili

USA 300 800

Cina 1300 40

India 1100 30



SUV

utilitarie
cinesi ed indiane

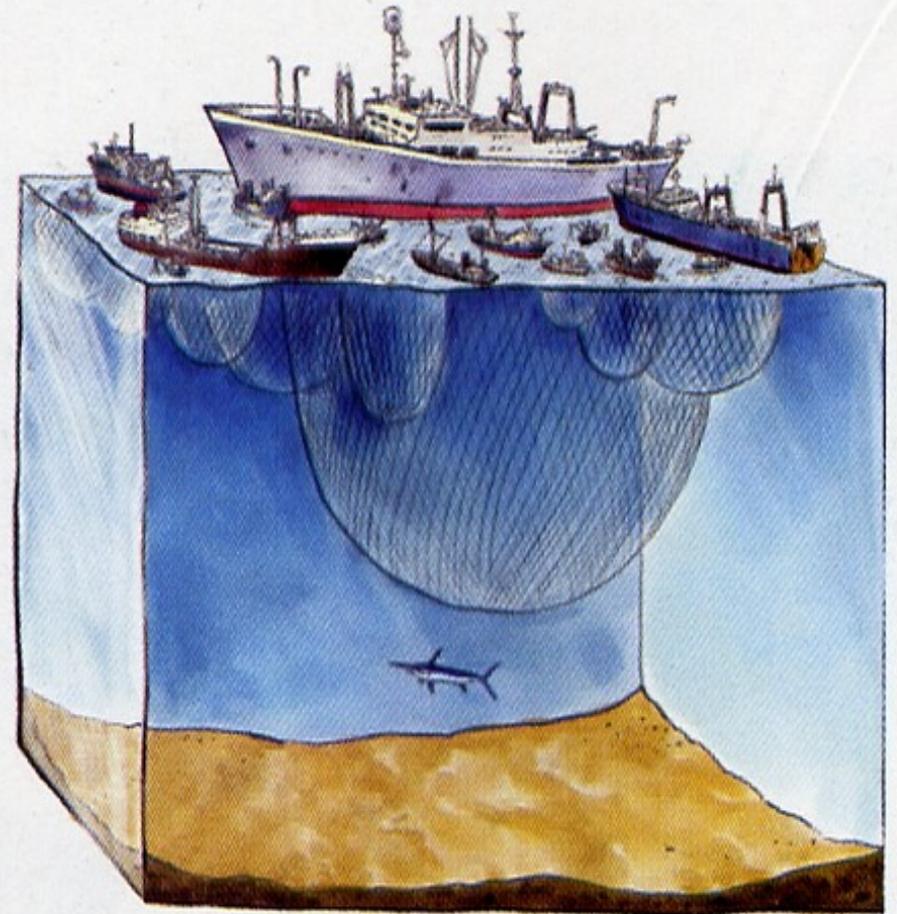
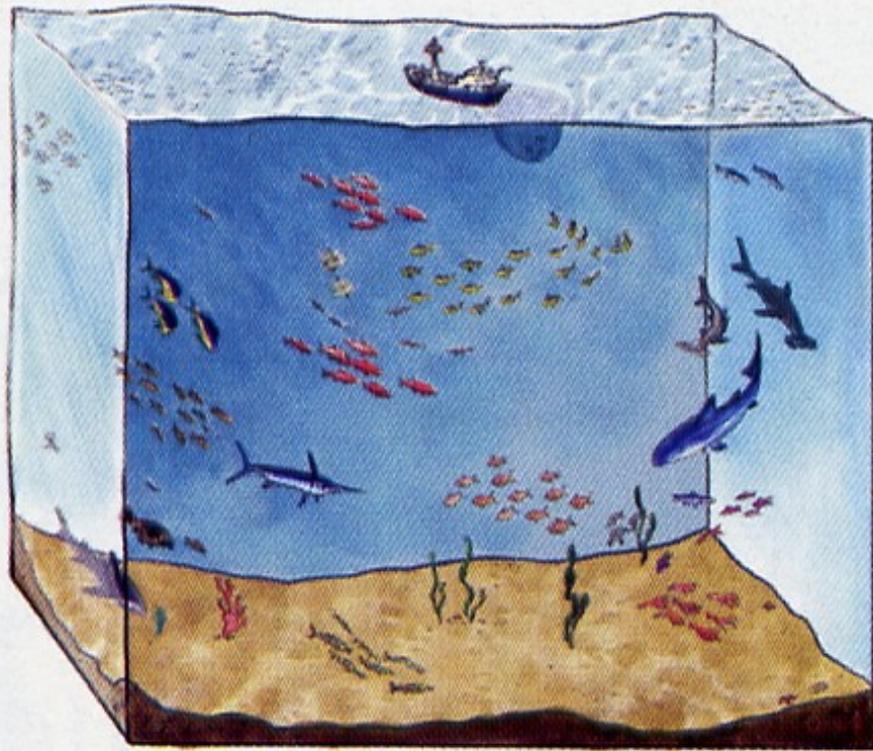


Centrali elettriche a carbone progettate per il periodo 2004-2015

Cina 762 (1 ogni 2 milioni di abitanti)

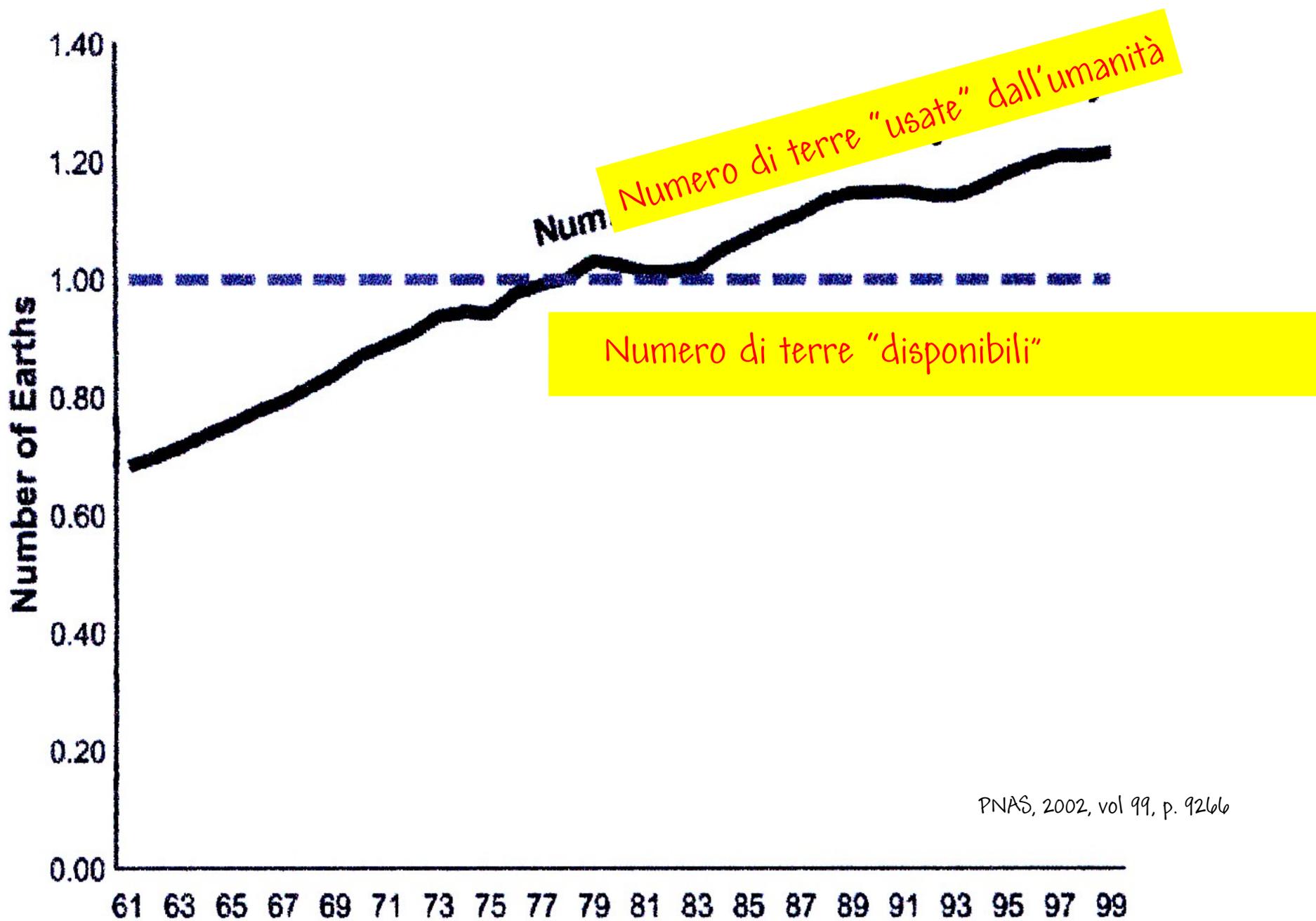
India 112 (1 ogni 10 milioni di abitanti)

USA 126 (1 ogni 2,5 milioni di abitanti)



Matt Collins

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



PNAS, 2002, vol 99, p. 9266

dal 1961 al 1999

AUGUST 18, 2008

C&EN

CHEMICAL & ENGINEERING NEWS

HAZMAT LIABILITY

Railroads want shippers to share financial risk **P.28**

OPTICAL ROTATION

Recognizing an unsung pioneer of the field **P.38**



Sostenibilità

18 agosto 2008

SUSTAINABILITY

A mission for the chemical enterprise **P.42**



PUBLISHED BY THE AMERICAN CHEMICAL SOCIETY

L'impronta ecologica

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

biocapacità: 1,8 ettari per persona

Cittadino	Ettari per persona
media mondiale	2,2
americano (USA)	9,5
tedesco	4,8
italiano	3,8
cinese	1,5
indiano	0,8
eritreo	0,3

Disuguaglianze

Le persone che viaggiano sull'astronave Terra sono collocate in "classi" molto, troppo diverse.

- I 50 milioni di cittadini più ricchi di Europa e Nordamerica hanno lo stesso reddito di 2,7 miliardi di poveri.

L'Onu: i soldi di Gates, del sultano del Brunei e di Waltman equivalgono al Pil di 43 paesi

I SUPERMILIARDARI



Il re del software Bill Gates

Fondatore, presidente e maggiore azionista della Microsoft, Bill Gates ha azioni per circa 85 miliardi di dollari



Il boss del market Robson Walton

S. Robson Walton ha ereditato dal padre Sam il controllo degli ipermercati Wal-Mart. Patrimonio: 16,5 miliardi di dollari.



Il sultano del Brunei

Il sultano del Brunei, Haji Hassanal Bolkiah, guida la classifica dei reali più ricchi della Terra. Patrimonio: 30 miliardi di dollari

Tre uomini ricchi come l'Africa

Ma un miliardo di persone ha un dollaro al giorno

dal nostro corrispondente ARTURO ZAMPAGLIONE

NEW YORK — Il primo è il papà di due bimbi e il fondatore di una società tentacolare di software. Il secondo è il sultano del Brunei, un mini-stato adagiato su una immenso mare di petrolio. Il terzo è il primogenito di una famiglia arricchitasi con una catena di ipermercati. I tresì chiamano Bill Gates, Haji Hassanal Bolkiah e Robson Walton: insieme hanno un patrimonio di 250 mila miliardi, lira più lira meno, che è maggiore dell'intero prodotto nazionale lordo di 43 paesi, quasi tutti in Africa. Questa grottesca fotografia dello squilibrio mondiale è suggerita dal Undp, l'agenzia per lo sviluppo dell'Onu, che ha appena pubblicato il rapporto annuale.

È Internet esaspera i contrasti nello sviluppo

Una mamma in un centro di assistenza all'infanzia di Addis Abeba



matrimoni tra multinazionali, dall'interdipendenza planetaria al crollo dei costi telefonici (3 minuti di conversazione tra Londra e New York costavano l'equivalente di 245 dollari nel 1930, ora appena 35 centesimi)

La globalizzazione ha portato finora all'allargamento della forbice tra ricchi e poveri. Secondo gli esperti del Undp, negli ultimi quattro anni le duecento persone più ricche del mondo, da Gates in giù, hanno le loro fortune, che ormai ammontano a circa 1000 miliardi di dollari, mentre i 3 miliardi di

dollaro al giorno. Un quinto dell'umanità vive nei paesi più opulenti che controllano l'86 per cento del prodotto lordo mondiale; un altro quinto si deve accontentare dell'uno per cento.

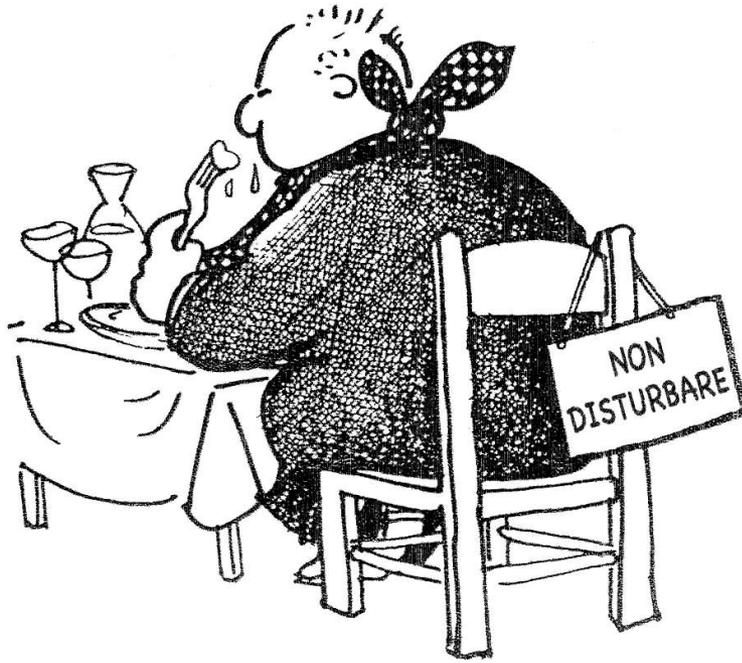
Anche la tecnologia esaspera i contrasti, a cominciare da Internet, i cui "sudditi" passeranno dai 143 milioni nel 1998 a 700 milioni nel 2001, creando opportunità e ricchezze nei paesi più avanzati, dove si concentrano l'88 per degli utenti, a scapito di tutti gli altri. Nella sola area metropolitana di New York ci sono più linee telefoniche che non in tutto il continen-

Come negli anni precedenti, il rapporto dell'Onu tenta una hit parade delle nazioni, classificate in base all'indice dello sviluppo umano, cioè non solo della ricchezza economica ma anche delle opportunità sociali e educative. Il Canada guida la lista, seguito da Norvegia, Stati Uniti e Giappone. L'Italia è in diciannovesima posizione, dopo la Nuova Zelanda e prima dell'Irlanda. In cosa ci sono solo paesi dell'Africa: Sierra Leone (ultimo), Niger, Etiopia, Burkina Faso, Burundi, Mozambico.

«Anche se la globalizzazione avanza rapidamente, la nostra comprensione degli impatti sociali è molto lenta» ammette Tedd Turner. Per garantire una educazione di base a tutti i bambini della Terra basterebbe che gli uomini più ricchi rinunciassero all'1 per cento del loro patrimonio. Ma il rapporto del Undp non si azzarda a tanto. Propone invece una serie di misure intese, nel lungo termine a «riscrivere le regole della globalizzazione» e, nel breve termine, «di qui a tre anni» a correggere alcuni squilibri. Una delle ipotesi è l'istituzione di una «bit tax», una tassa su ogni messaggio elettronico mandato via Internet, che serva a finanziare lo sviluppo tecnologico nei paesi

Nella Comunità Europea gli agricoltori ricevono un sussidio di 3 € al giorno per ogni mucca che allevano





"C'era un uomo ricco, che vestiva di porpora e di bisso e tutti i giorni banchettava lautamente.

Un mendicante, di nome Lazzaro, giaceva alla sua porta, coperto di piaghe, bramoso di sfamarsi di quello che cadeva dalla mensa del ricco."

Luca 16, 19-21

Antico proverbio

La sola differenza
fra un ottimista ed
un pessimista

è che il secondo è meglio informato

L'astronave Terra

Nei paesi ricchi il "PIL"
non può continuare a
crescere



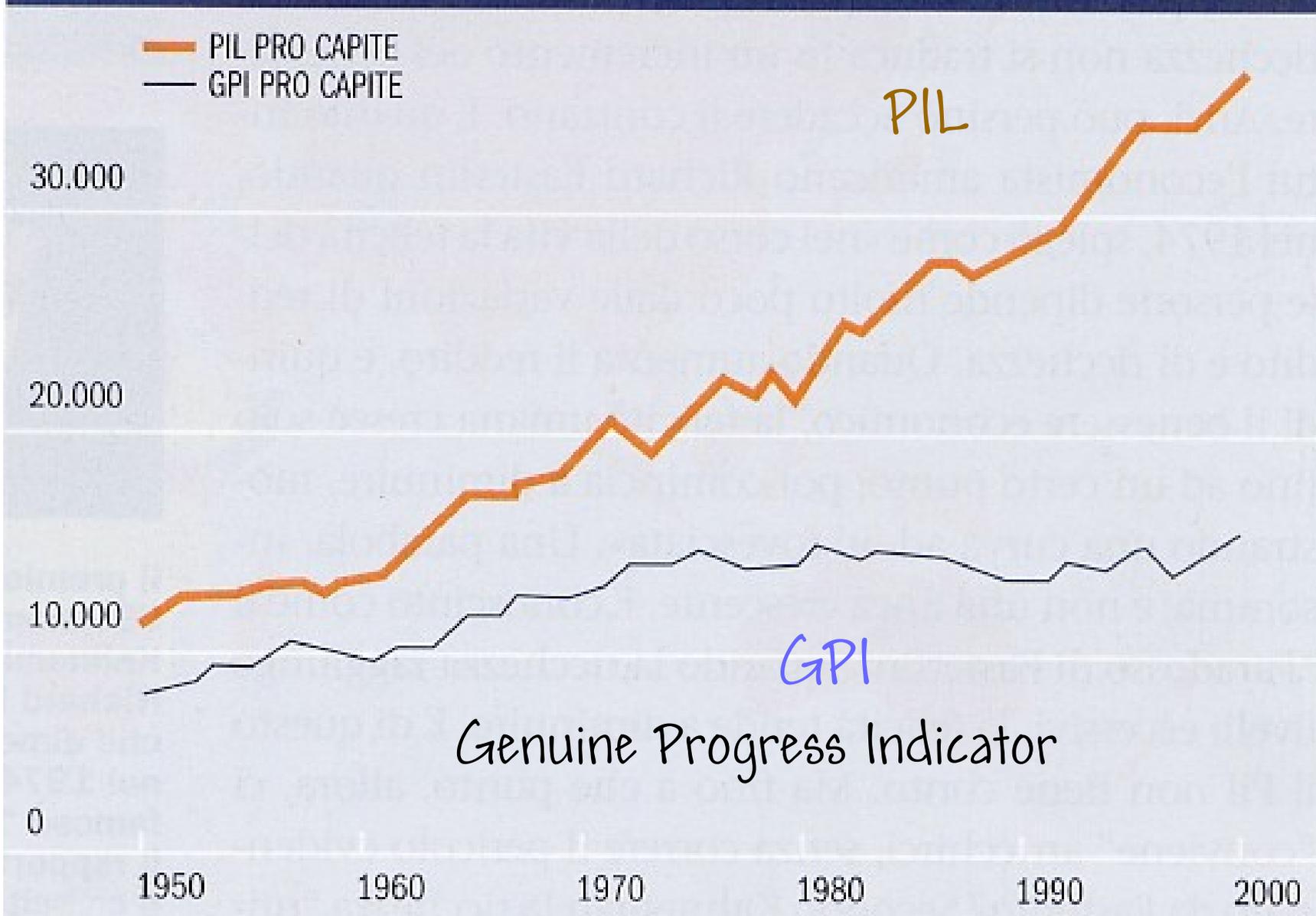
Due verità scomode

1. Le risorse sono limitate e quindi i consumi non possono crescere all'infinito
2. Le risorse debbono essere più equamente distribuite

PIL

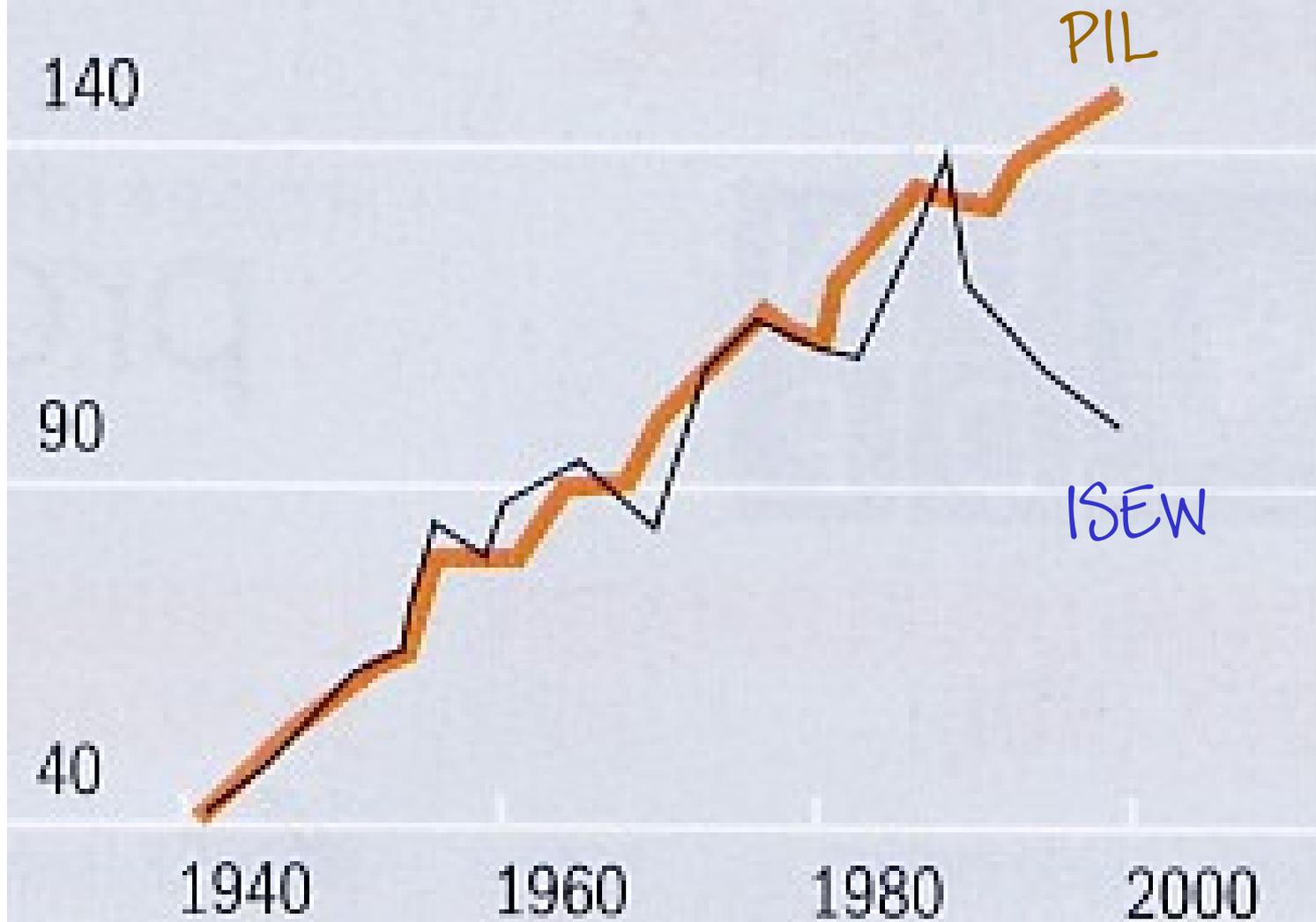
Prodotto Interno Lordo

- misura il valore monetario dei beni e dei servizi (consumi)
- **non** misura il benessere di un popolo e tanto meno la felicità!



Stati Uniti

GERMANIA



ISEW : Index of Sustainable Economic Welfare

Il consumismo

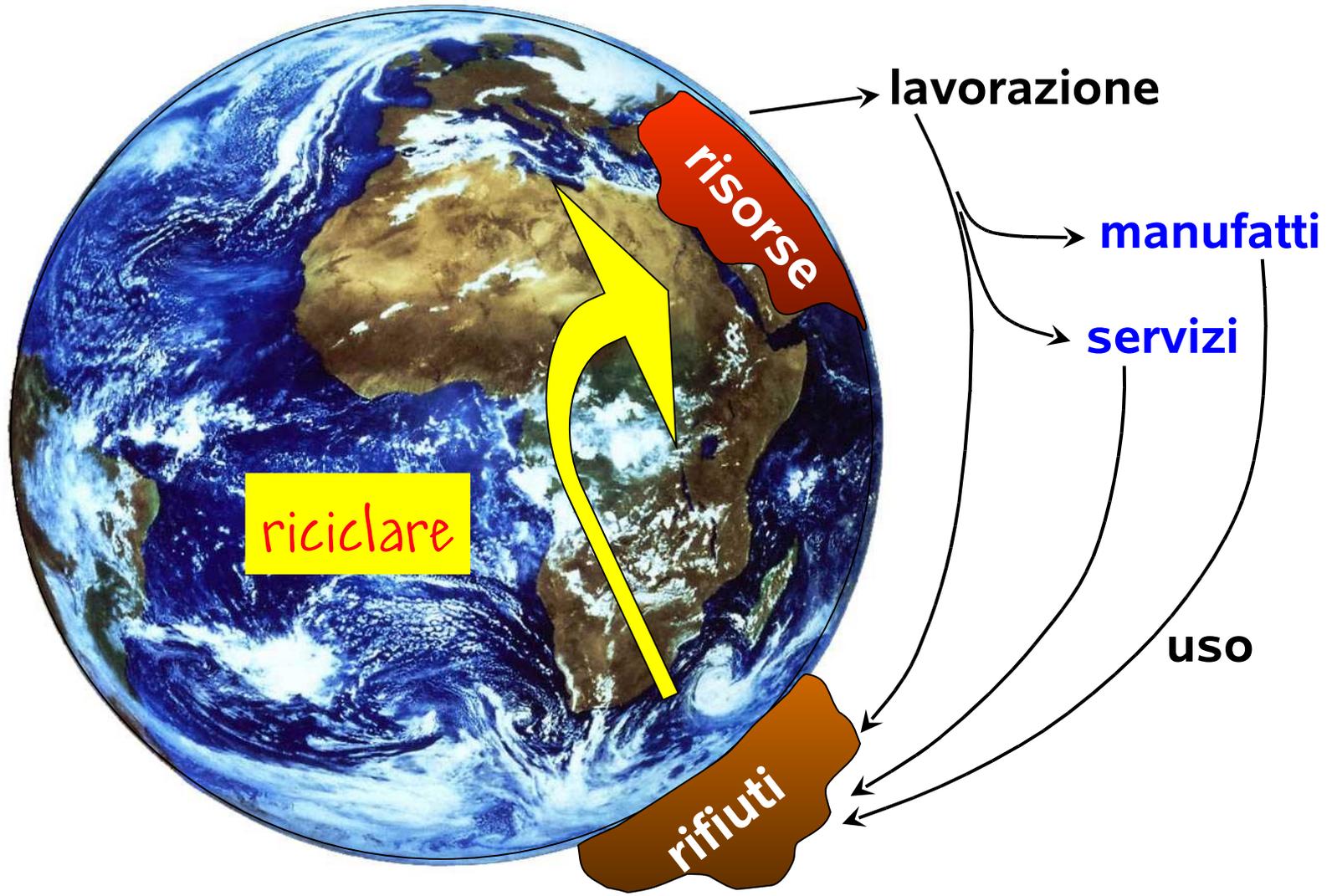
Il **consumismo** è il primo dei vizi capitali della nostra epoca (Umberto Galimberti).

Un vizio nuovo che offre un finto benessere basato sulla distruzione degli oggetti e lo sfruttamento delle persone.

Spot pubblicitari ci invitano a comprare "qualunque cosa" perché "qualunque acquisto è utile a rilanciare l'economia".

Per mantenere alta la produzione si producono oggetti appositamente studiati per non durare e si interviene con incentivi fiscali in favore della rottamazione.

L'astronave Terra



Consumiamo risorse
generiamo rifiuti

C&EN

CHEMICAL & ENGINEERING NEWS

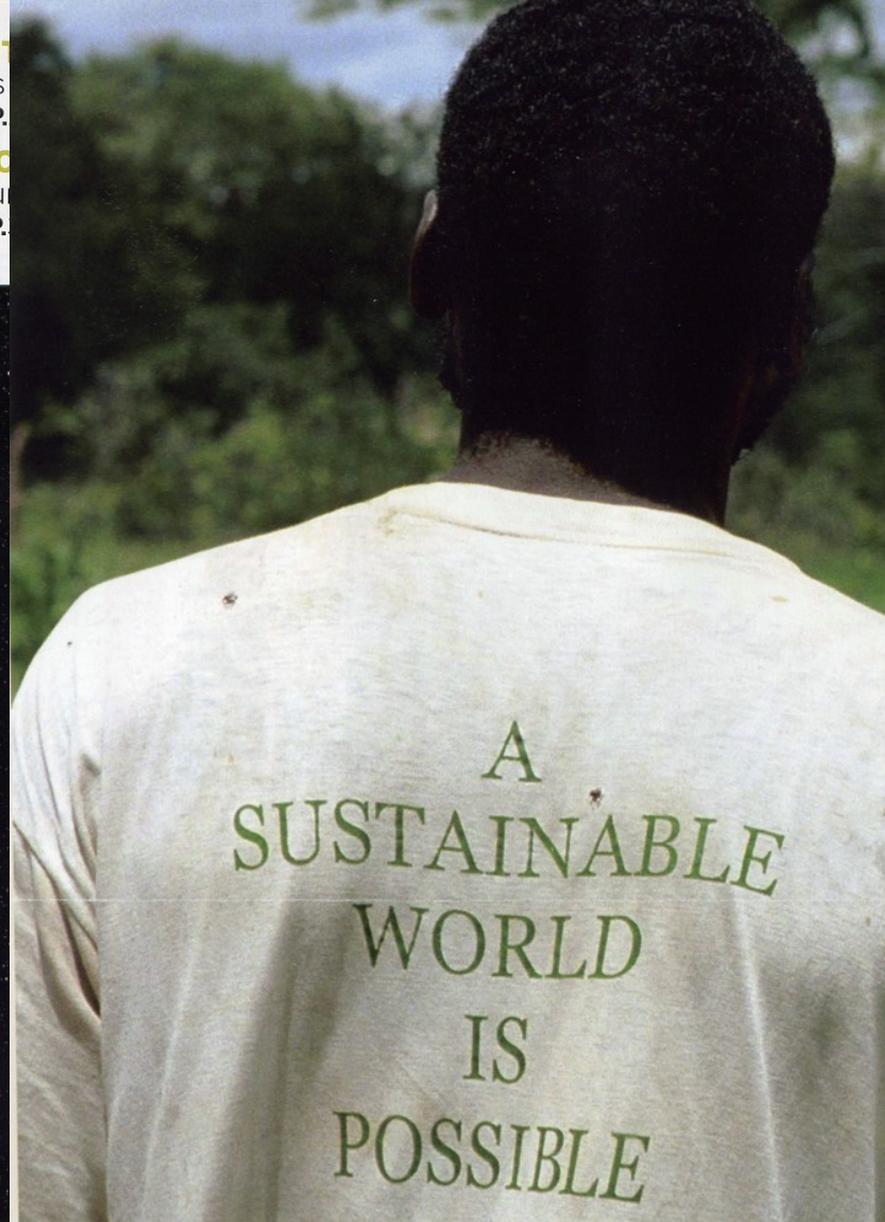
HAZMAT LIABILITY
Railroads want shippers
share financial risk P.

OPTICAL ROTATION
Recognizing an unsung
pioneer of the field P.



Sostenibilità

18 agosto 2008



A
SUSTAINABLE
WORLD
IS
POSSIBLE

Un mondo sostenibile è possibile solo se riusciremo a vivere secondo l'etica della sobrietà, della solidarietà, della responsabilità nei confronti della Terra e di tutti i suoi abitanti, presenti e futuri.

Possibili azioni

Risparmio energetico

Spreco

(un esempio)

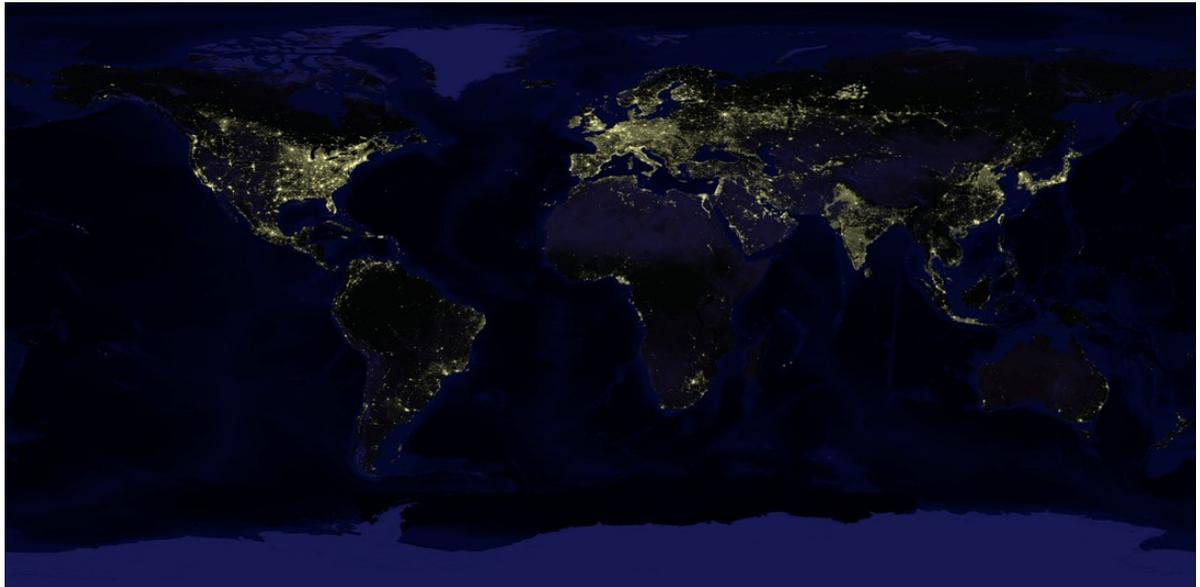
Si stima che negli Stati Uniti siano costantemente all'opera 5-7 centrali di grande potenza (800 MW) per alimentare le spie degli apparecchi in “standby”.

Spettacolo bello, ma ... costoso!

1992



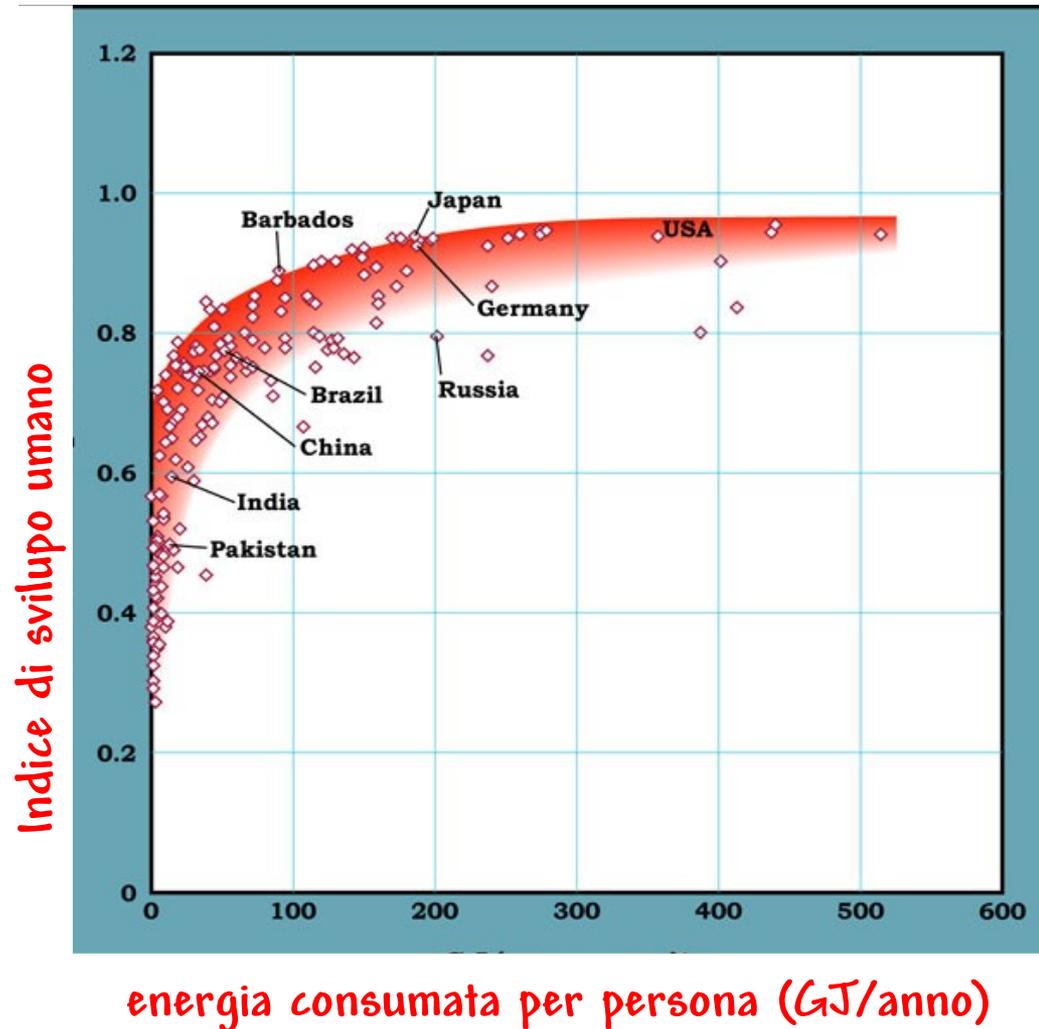
2002



Energia e qualità della vita

Nei paesi in via di sviluppo, la qualità della vita aumenta all'aumentare della quantità di energia disponibile.

Nei paesi ricchi, l'aumento dei consumi energetici **NON** porta ad alcun miglioramento nella qualità della vita.



Cibo e Energia

Il consumo di troppo cibo danneggia la salute delle persone (**obesità e malattie collegate**).

Il consumo di troppa energia danneggia un tranquillo svolgimento della vita sociale (**incidenti, ingorghi**).



2 MJ/km

Europa, 2007

43.000

morti

1.500.000

feriti

Shinkansen



0.4 MJ/km

400 km/h, ritardo medio: **5 sec**

Passeggeri trasportati all'anno: **6 miliardi**

vittime: **ZERO**

Possibili azioni

Risparmio energetico

Aumento dell'efficienza

Efficienza

Abitazioni: uso di materiali isolanti, orientamento, ecc. **Industrie:** processi più efficienti.

Produzione di energia elettrica: uso di centrali a ciclo combinato (elettricità e calore).

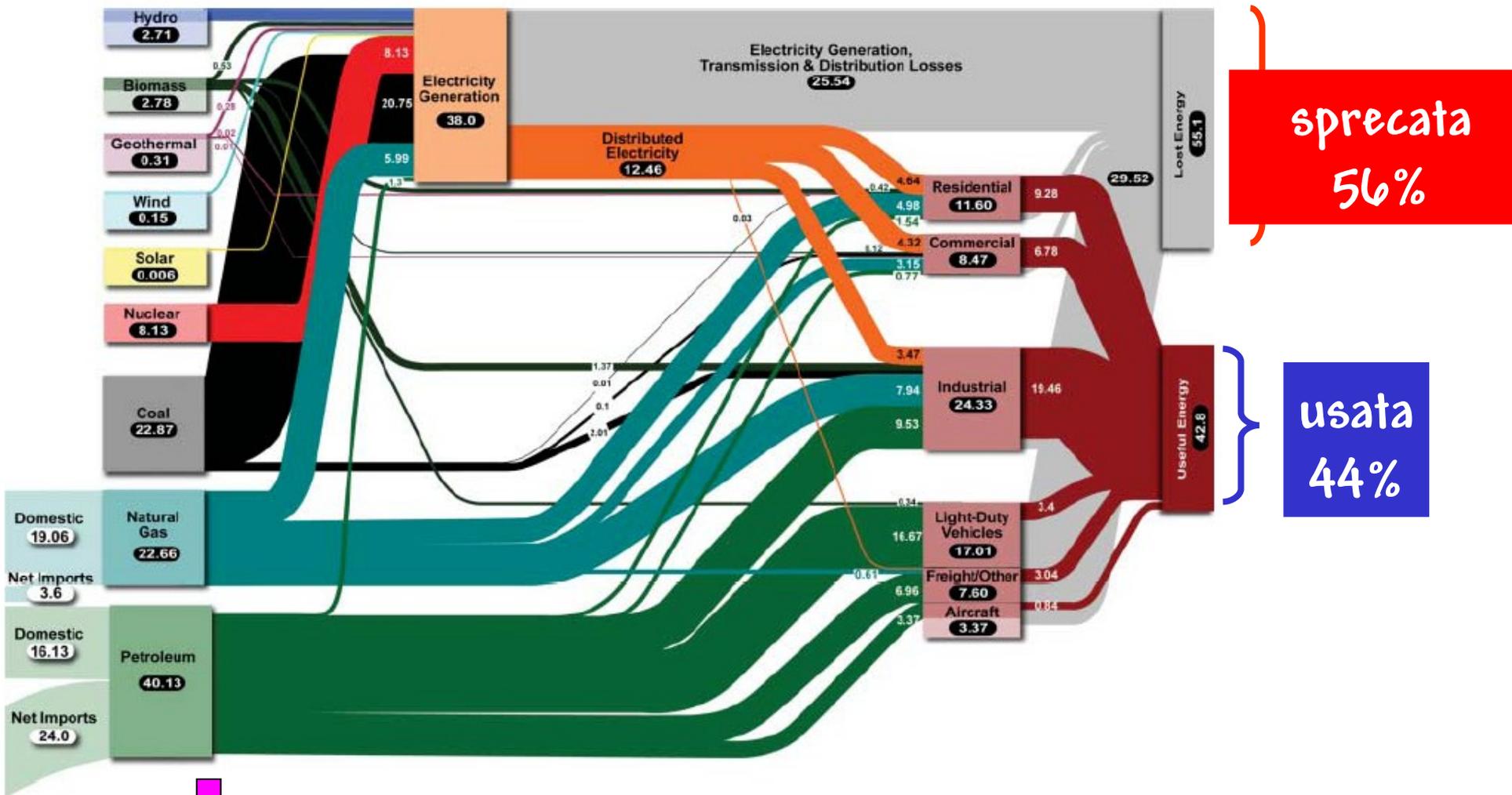
Trasmissione dell'energia: riduzione delle perdite delle reti elettriche.

Trasporti: uso di veicoli pubblici, riduzione dei consumi delle automobili.

Elettrodomestici: temperature controllate, isolamento.

Illuminazione: uso di lampade con resa più elevata.

Diagramma del flusso energetico negli USA



sprecata
56%

usata
44%

97.7 Quads



40%



95%



2.5%

Efficienza complessiva ca. 1%

Lampade ad incandescenza 15 lm/W 1.000 ore

Lampade a fluorescenza 60 lm/W 10.000 ore

LED inorganici 80 lm/W 100.000 ore

Possibili azioni

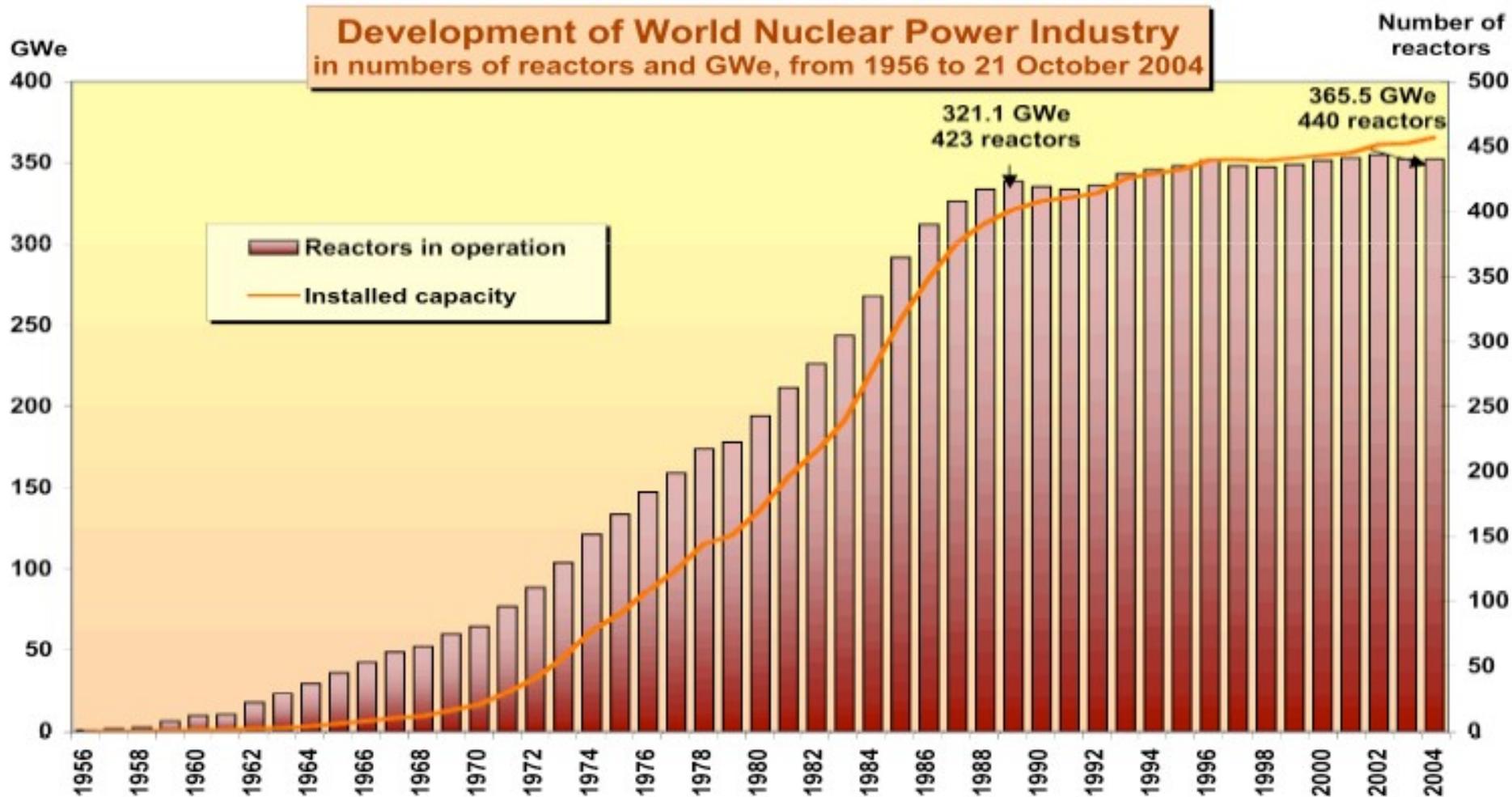
Risparmio energetico

Aumento dell'efficienza

Possibili soluzioni

Energia nucleare

Energia solare e altre fonti rinnovabili



Sviluppo dell'energia nucleare nel mondo

Il numero delle centrali nucleari è sostanzialmente costante da 20 anni

Energia Nucleare

- costi alti e capitali molto ingenti
- rischi legati alla pericolosità degli impianti
- rischi legati alle scorie radioattive
- rischi legati alla proliferazione di armi atomiche
- rischi legati ad atti di terrorismo
 - relativa scarsità di combustibile nucleare (uranio)

Deposito per le scorie radioattive in USA

Yucca Mountain

Il progetto

Iniziato nel 1982

Forse sarà operativo
nel 2017

“Sicuro” per 10.000 anni

**Costo provvisorio
60 miliardi di \$**



Allo stato attuale servirebbe una nuova Yucca Mountain ogni 2
anni

MAY 5, 2008

C&EN

CHEMICAL & ENGINEERING NEWS

TOP 50 U.S. FIRMS

All companies hit the
\$1 billion sales mark **P.25**

ABSINTHE ABSOLVED

Psychedelic myths may
finally be laid to rest **P.42**

5 maggio
2008

Il deposito

“permanente” di Yucca
Mountain forse non
potrà mai essere
usato.

Le scorie verranno
conservate nei
contenitori sui piazzali
vicino alle centrali.

NUCLEAR WASTE CLEANUP

A problem for the millennia **P.15**



PUBLISHED BY THE AMERICAN

Energia Nucleare

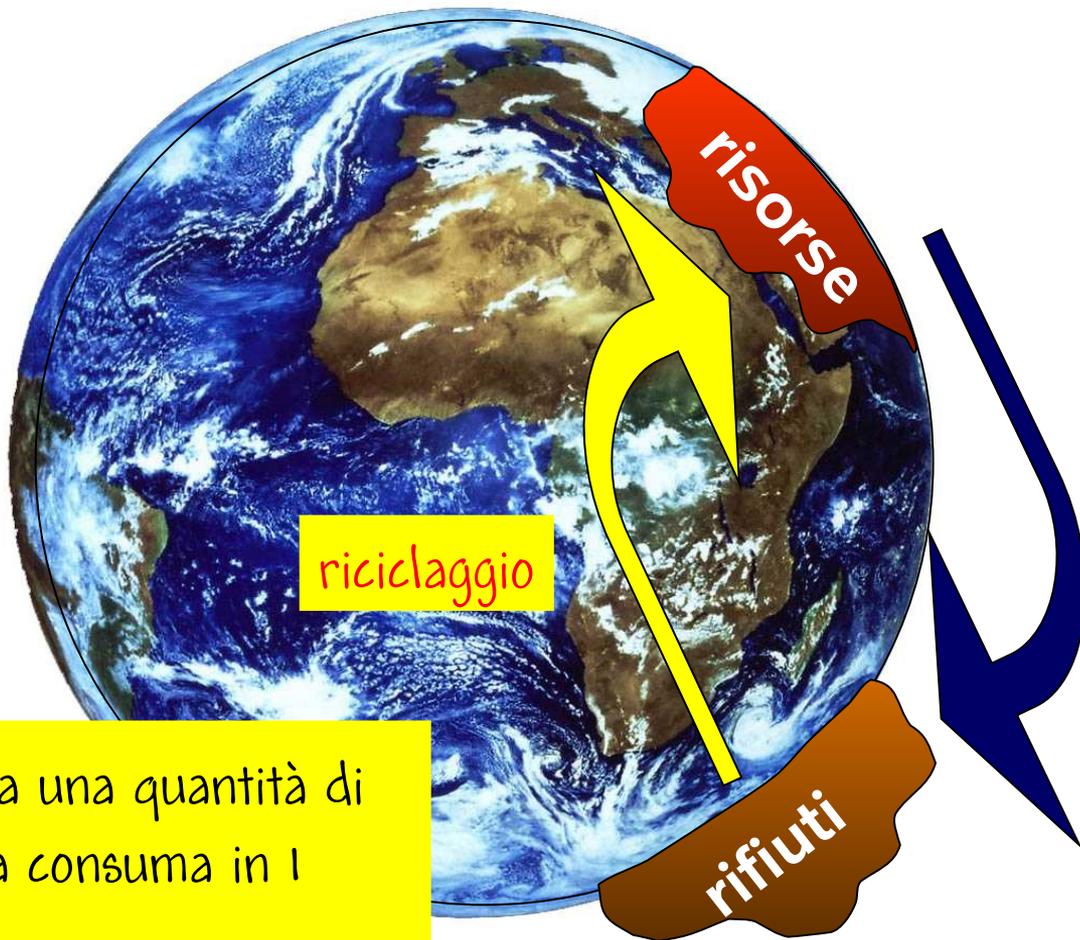
È costosa e pericolosa. Può essere sviluppata solo con fondi dello stato;

per tutti i rischi che comporta può essere prodotta solo sotto stretto **controllo tecnico, politico e militare**.

È una forma di energia molto concentrata che:

- favorisce lo spreco;
- aumenta le disuguaglianze fra le nazioni
- complica le relazioni fra gli stati.

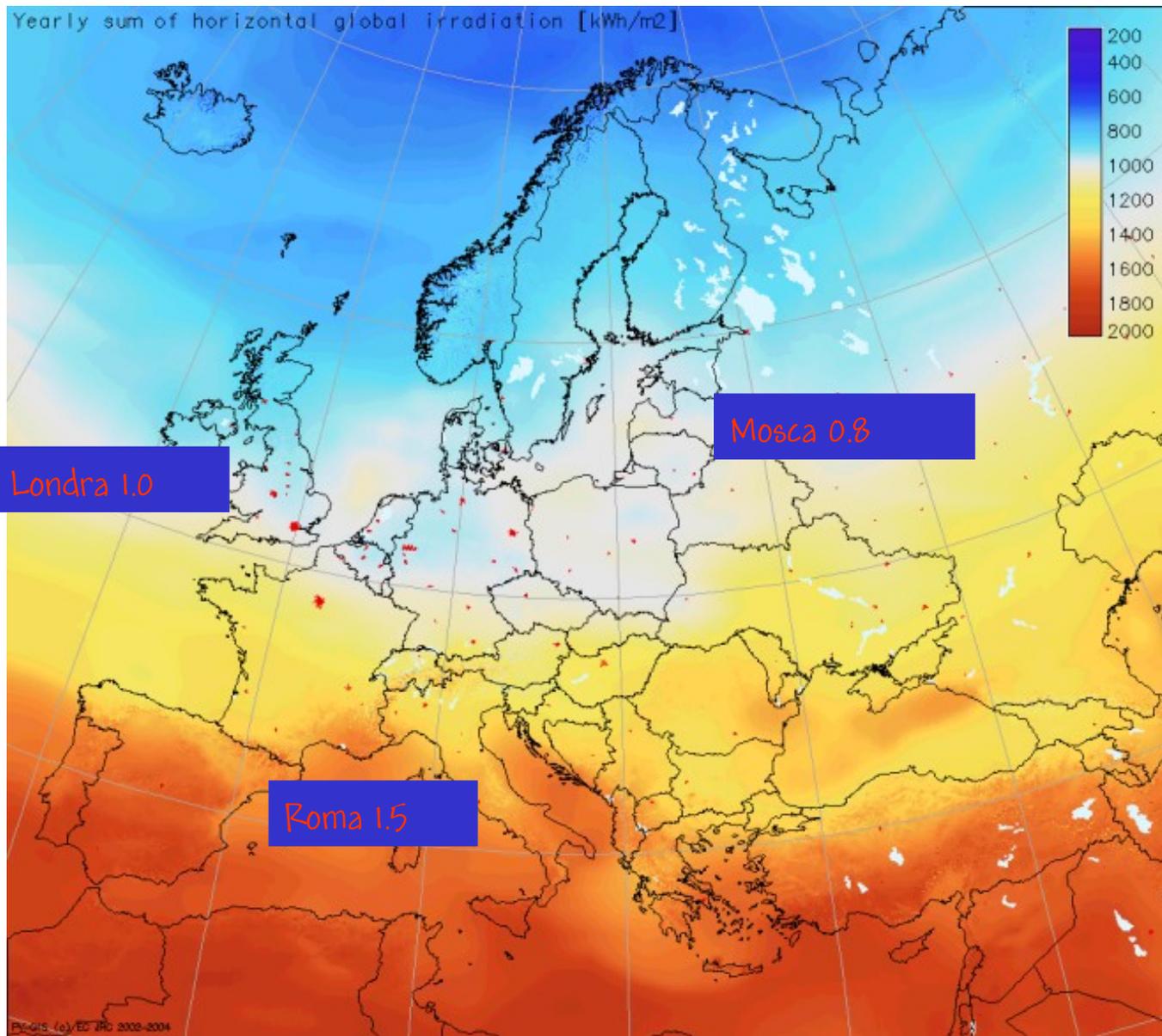
L'astronave Terra



- La Terra riceve dal Sole in 1 ora una quantità di energia pari a quella che l'umanità consuma in 1 anno!

- Il sole brillerà per 4,5 miliardi di anni!

- L'energia solare è ben distribuita su tutta la Terra.



L'energia solare è diffusa su tutti i luoghi della Terra

Energia solare e altre rinnovabili

Energia solare diretta

Calore a bassa temperatura

Calore ad alta temperatura

Energia elettrica

Energia chimica

Energie solare indiretta

Idroelettrica

Eolica

Biomasse

Gradienti di temperatura (oceani)

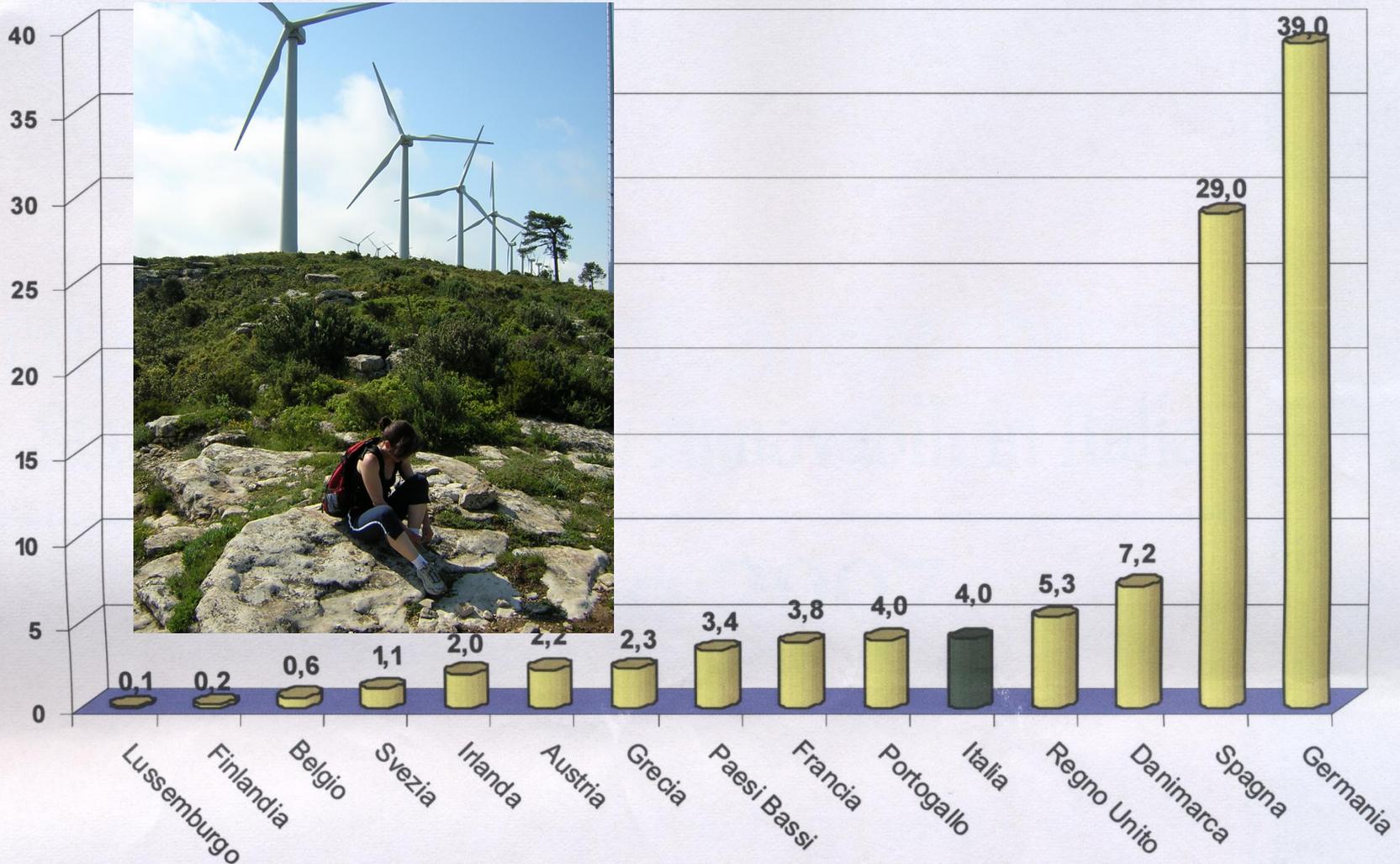
Energia geotermica

Energia dalle maree

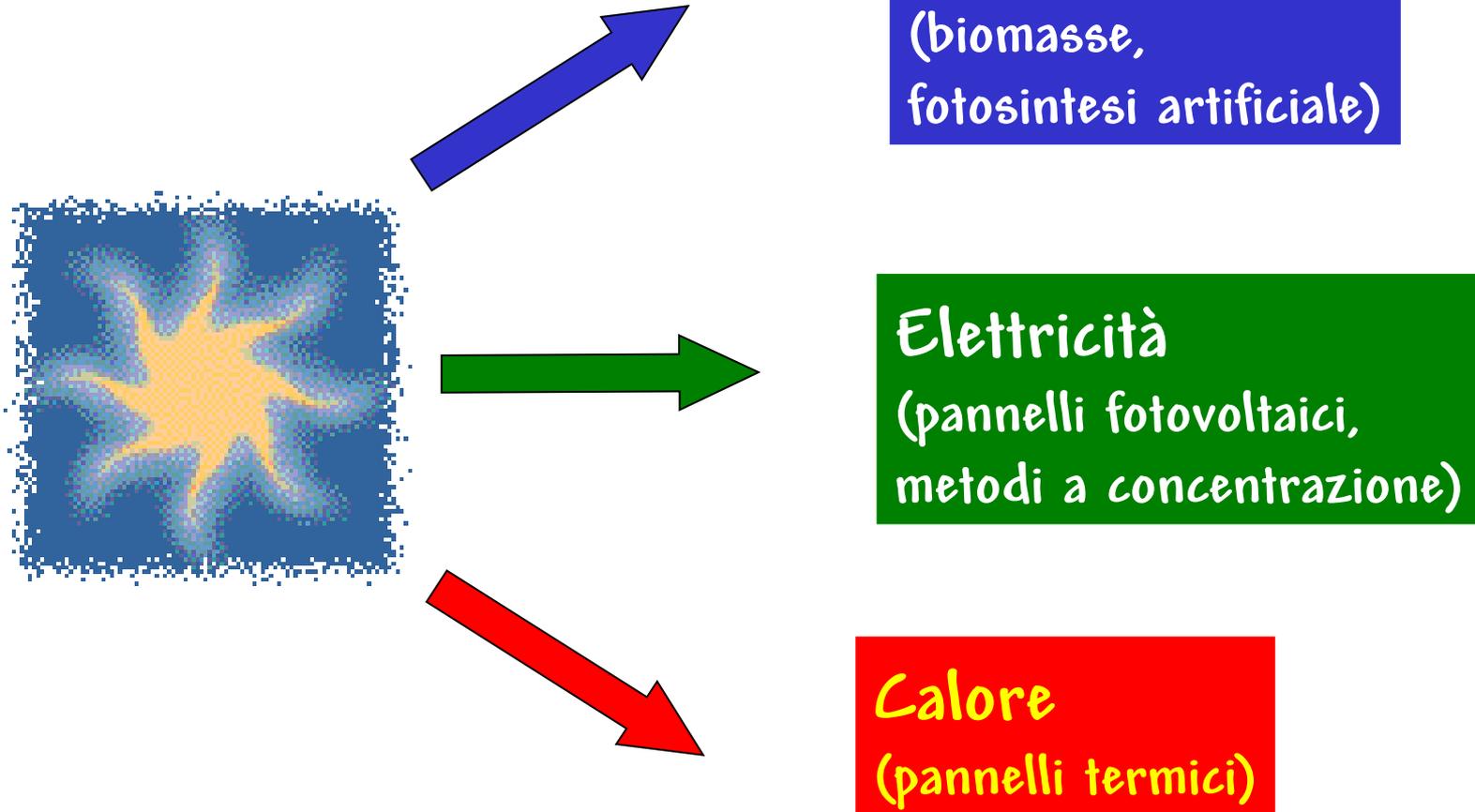
Produzione di energia eolica nell'Europa dei 15 (2007)

TWh Produzione Eolica

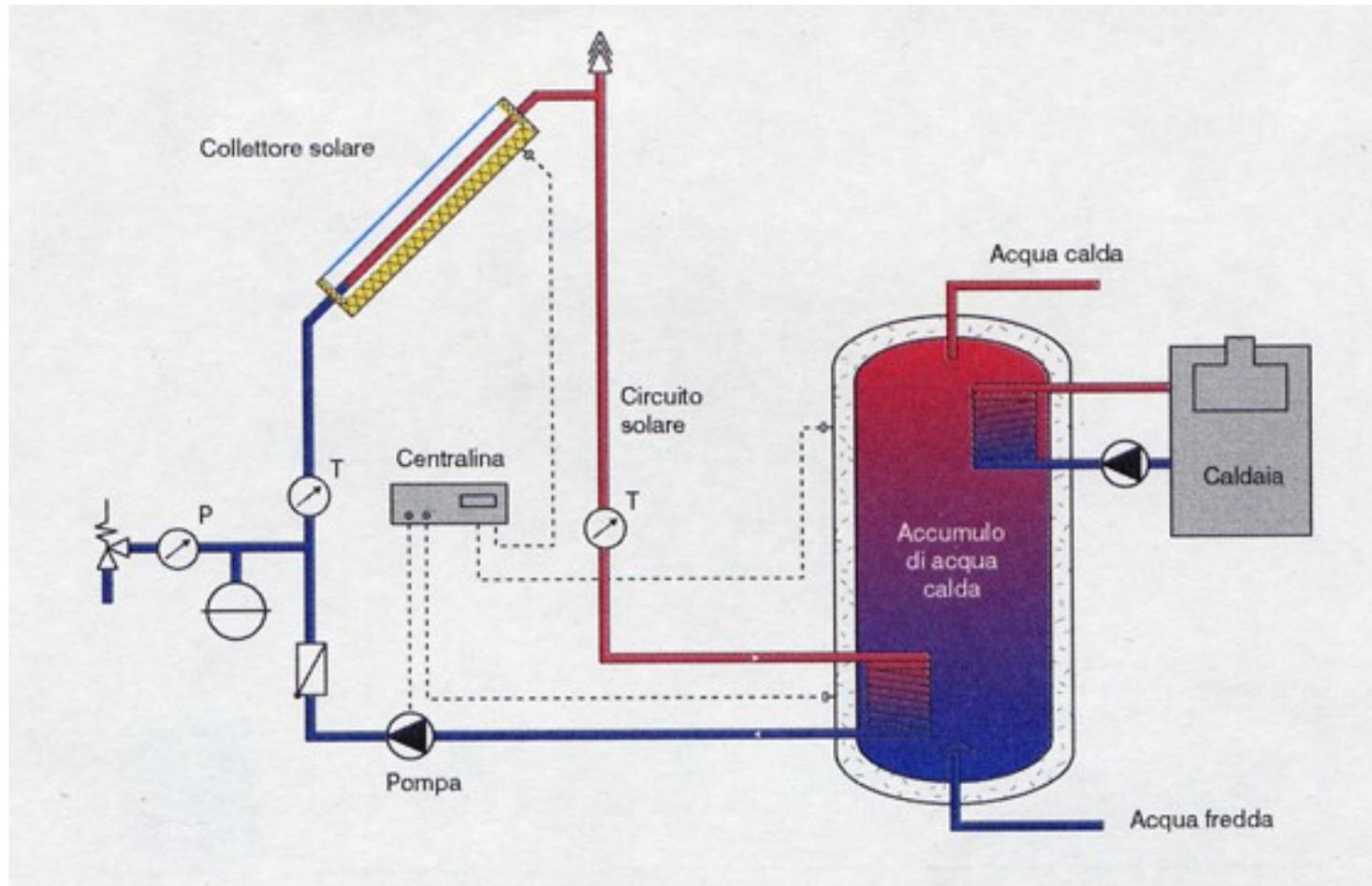
(UE15 = 104,2)



Conversione dell'energia solare



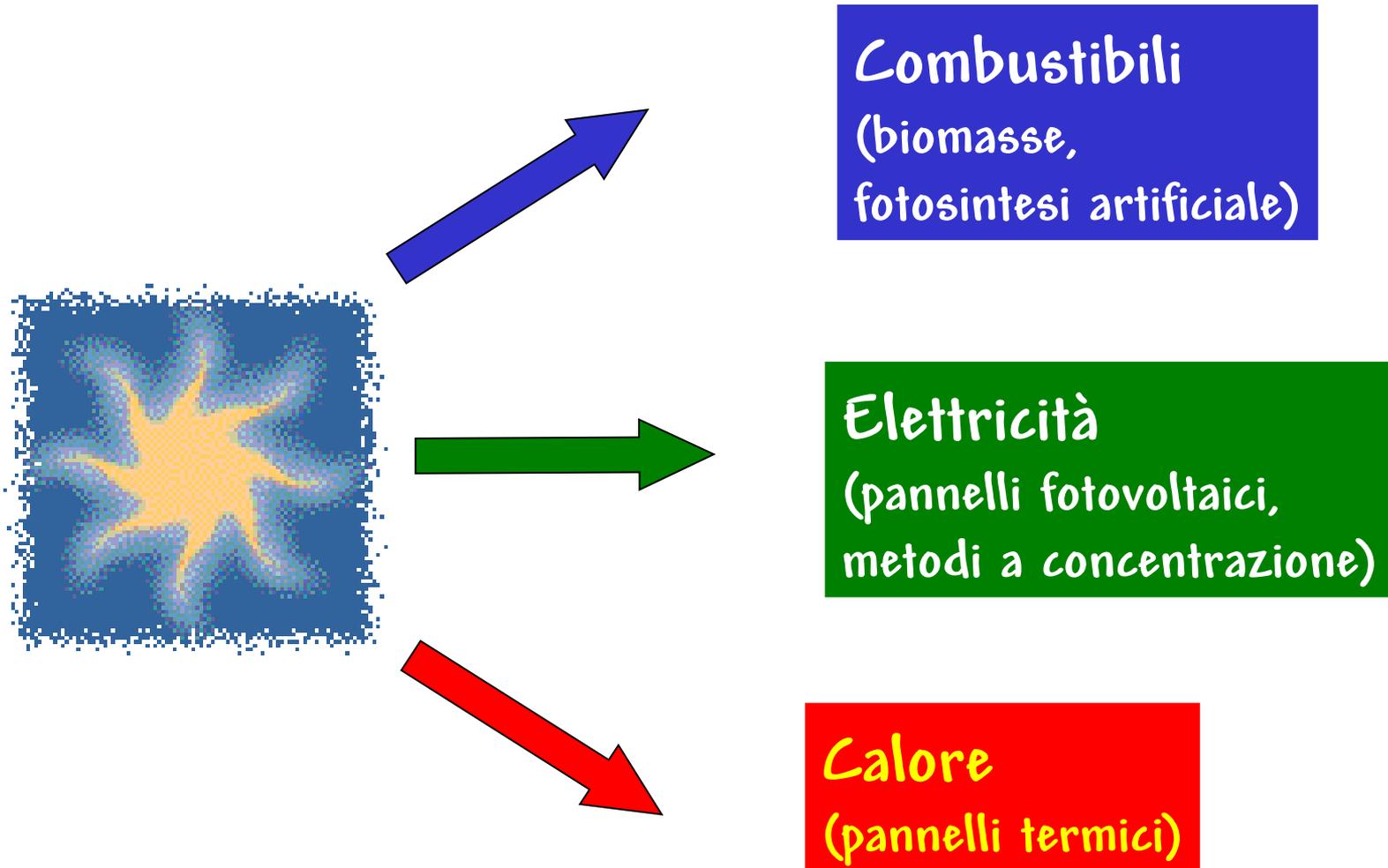
Pannelli solari termici



Acqua calda per uso domestico e per riscaldare gli ambienti.

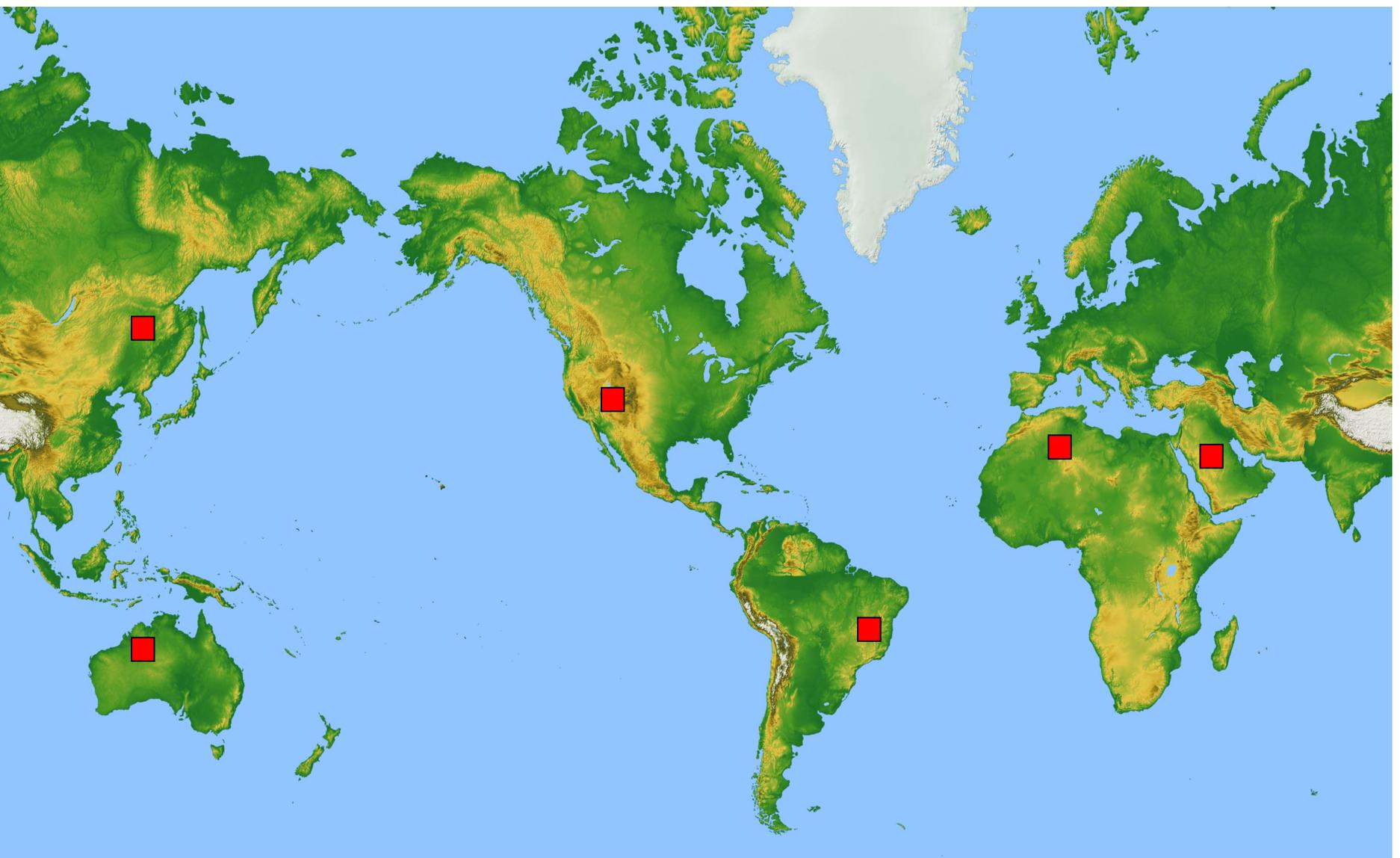
Nel mondo (fine 2007): installati 125 GW termici, con un aumento del 20% rispetto all'anno precedente

Conversione dell'energia solare





Impianto fotovoltaico da 4,6 MW nel deserto dell'Arizona operativo dal 2000



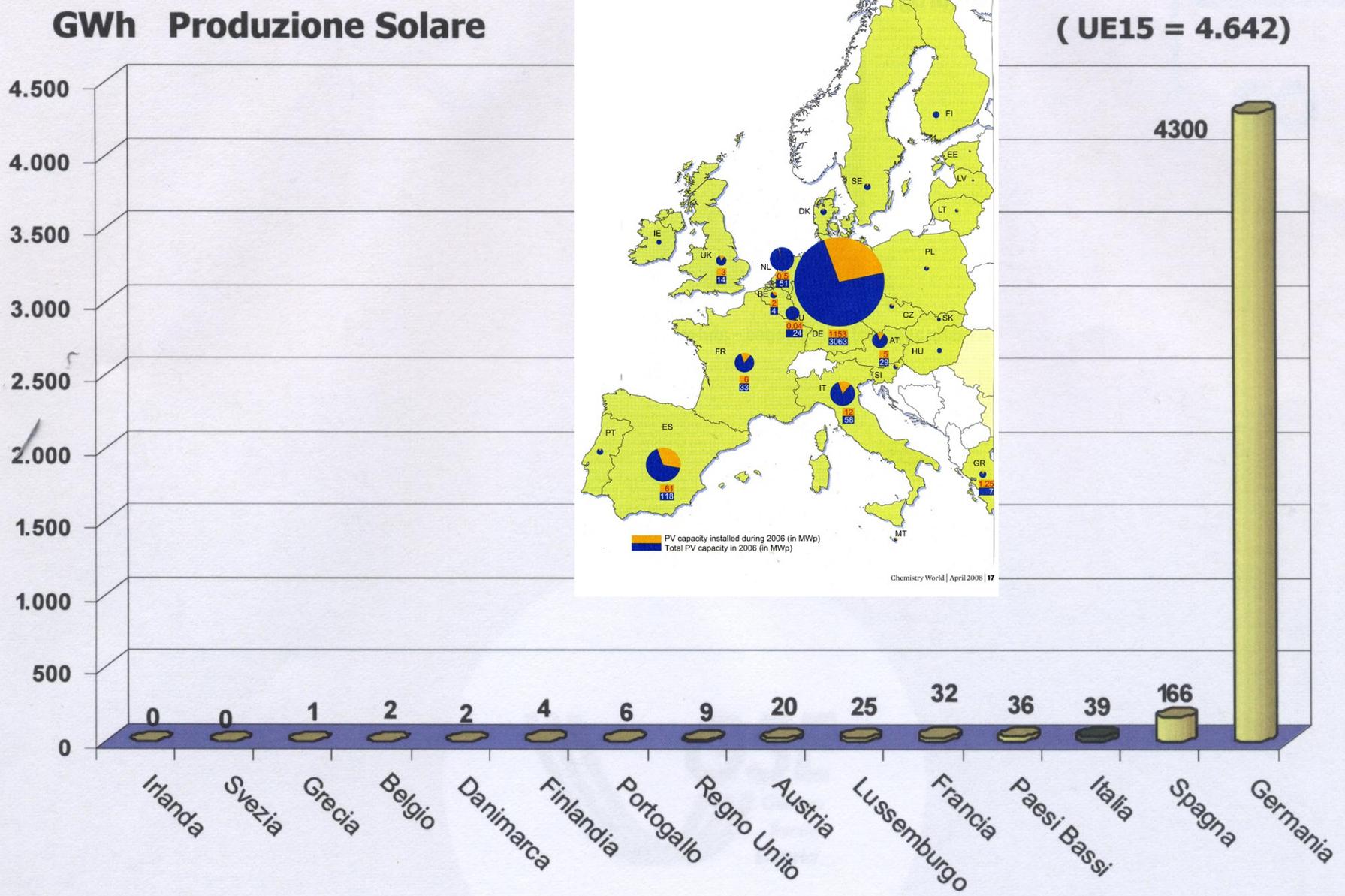
Tutta l'energia consumata nel mondo potrebbe essere prodotta coprendo con pannelli fotovoltaici le aree della Terra indicate dai quadratini rossi.

Potenza fotovoltaica installata (2007): 11 GW (aumento del 40% rispetto all'anno precedente)



SANYO solar ark,
Gifu (Japan), 315 m,
530.000 kWh/year

Produzione di energia solare nell'Europa dei 15 (2007)

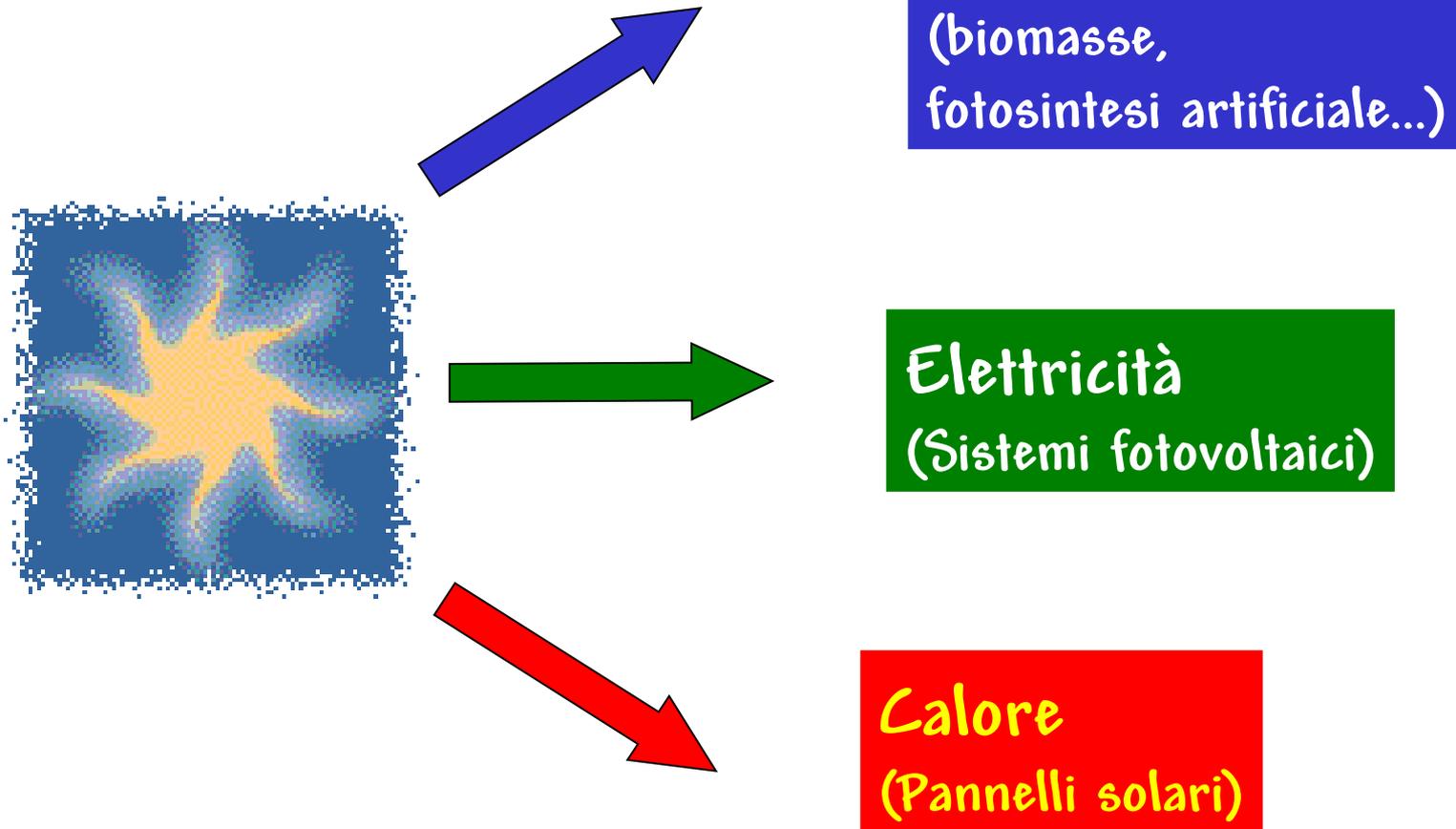




Nei paesi del **Terzo Mondo**, dove manca un'infrastruttura per la produzione e distribuzione dell'elettricità, i **pannelli fotovoltaici** possono costituire una soluzione, almeno parziale, al fabbisogno di energia elettrica di due miliardi di persone.



Conversione dell'energia solare



BIOCOMBUSTIBILI



BIOETANOLO per motori a **benzina**
(da granturco, canna da zucchero,
barbabietola, sorgo)



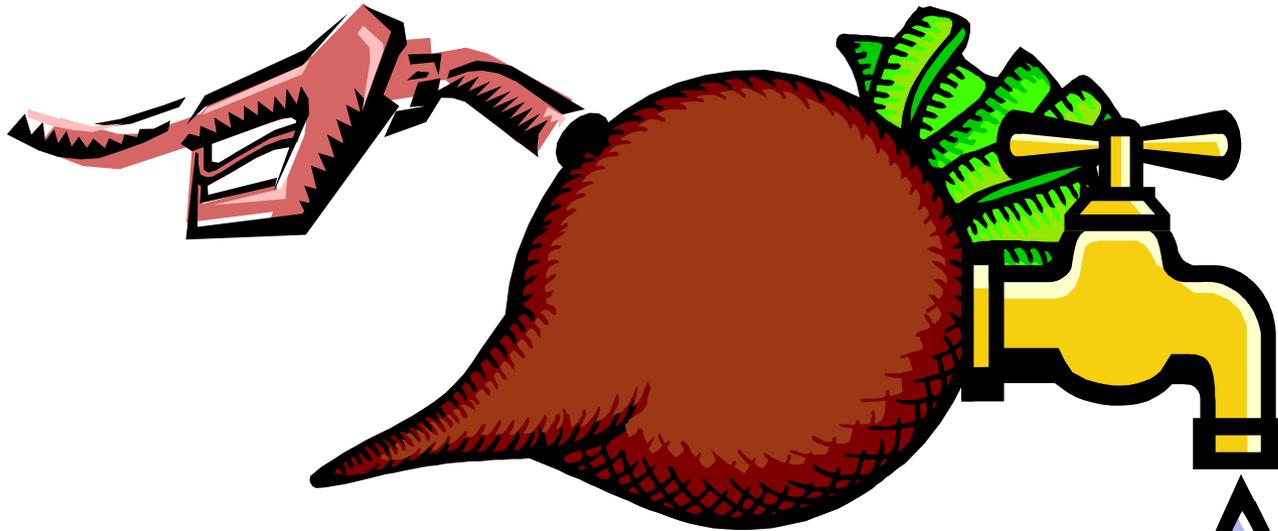
BIODIESEL per motori **diesel**
(da olii vegetali: colza,
girasole, soia, palma, ecc.)



ATTENZIONE: Abbiamo un guadagno energetico?

Fertilizzanti, Irrigazione,
Pesticidi, Raccolta, Trasporto
Lavorazione, Distribuzione ...

INGRESSO



Biocombustibile

BILANCIO

USCITA



EARTH POLICY INSTITUTE



In contrapposizione
al non cambiare nulla
(business as usual)



Time for Plan B

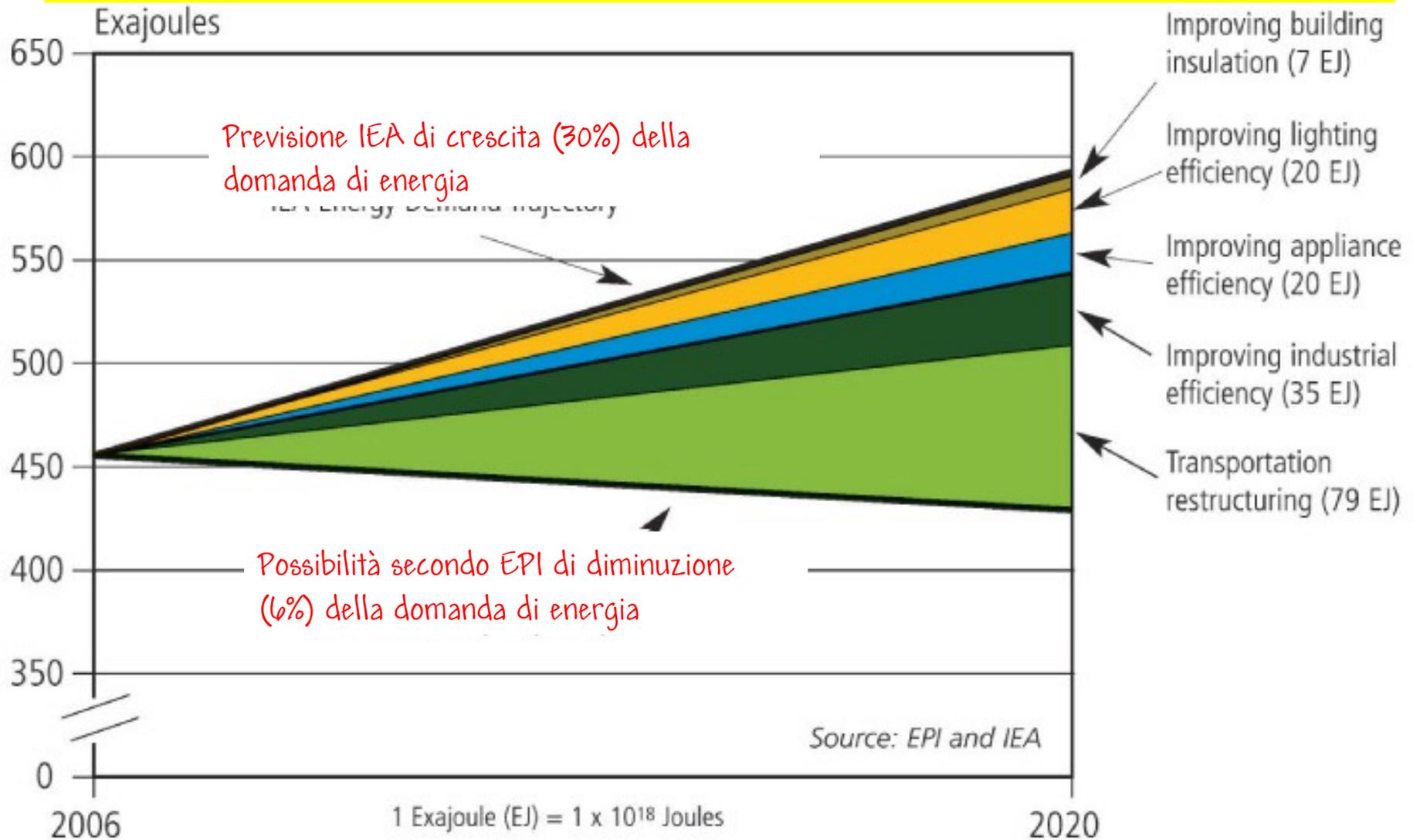
Per il 2020, ridurre il consumo energetico del 6%
e le emissioni di CO₂ al 20% di quelle attuali

Lester R. Brown, Janet Larsen, Jonathan G. Dorn, and Frances C. Moore

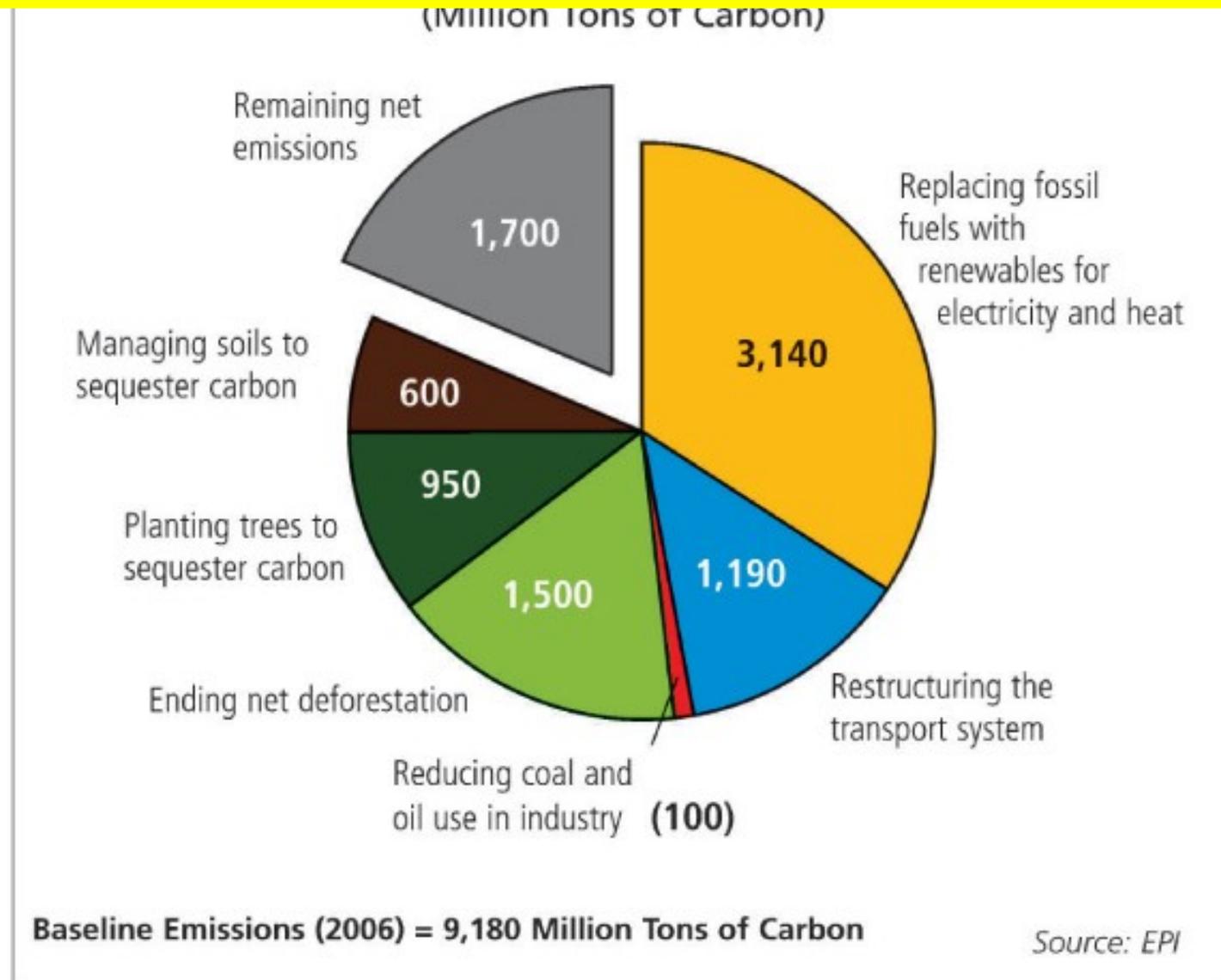
When political leaders look at the need to cut carbon dioxide emissions to curb global warming, they ask the question: How much of a cut is politically feasible?

At the Earth Policy Institute we ask a different question: How much of a cut is necessary to avoid the most dangerous effects of climate change?

Piano per la riduzione dei consumi energetici (Earth Policy Institute)



Piano per la riduzione delle emissioni di CO₂ (Earth Policy Institute)



Agisci sempre
come se le tue azioni facessero la
differenza.

La fanno.

William James

Il politico e lo statista

Il **politico** guarda
alla sua nazione e alle prossime elezioni,

lo **statista** guarda invece
a tutta la Terra e anche alle prossime
generazioni.

Appello al Governo

Le scelte energetiche
per il futuro dell'Italia

<http://www.energiaperilfuturo.it>

Firmato da più di duemila ricercatori delle università e centri di
ricerca italiani

Appello

www.energiaperilfuturo.it

- Informare i cittadini riguardo la gravità della crisi energetica e climatica.
- Educare al risparmio energetico e promuovere un uso più efficiente dell'energia.
- Rinunciare al velleitario e pericoloso rilancio del nucleare.
- Favorire un sempre più rapido sviluppo delle energie rinnovabili ed in particolare dell'energia solare.



Dio ha dato agli
uomini la scienza
perché potessero
gloriarsi delle sue
meraviglie.

Siracide, 38, 6