Associazione

Amici dei Giardini Romani

Roma, 15 ottobre 2019

Energia per l'Umanità
Quali prospettive per il futuro?

Seminario del Prof. Agostino Mathis

Prof. Agostino Mathis *– Via Bertero, 61 – 00156 ROMA (Italy)*
Cell. 338-1901198 - E-mail: amathisit@yahoo.com

Roma, 15 ottobre 2019

Energia per l'Umanità - Quali prospettive per il futuro?

Seminario del Prof. Agostino Mathis

Sommario

La evoluzione dell'Umanità, a partire dalla lontana preistoria, è strettamente condizionata dalla disponibilità di fonti energetiche abbondanti e di facile utilizzo. L'esplosione demografica dell'ultimo secolo è conseguenza dello sfruttamento sistematico di fonti fossili, peraltro limitate e comunque produttrici di enormi quantità di gas ad effetto-serra, ed in particolare di anidride carbonica (CO_2): questi gas potranno determinare l'evoluzione delle variabili climatiche, ivi comprese possibili destabilizzazioni rapide verso nuovi regimi climatici. Vengono quindi discussi i vantaggi ed i limiti delle opzioni energetiche che non emettono gas ad effetto-serra: le rinnovabili anche non-programmabili, e la nucleare. Per il XXI secolo da poco iniziato, le alternative di sviluppo delle tecnologie energetiche potranno avere rilevanti impatti sulle risorse e sul clima del Pianeta Terra. Si individuano quindi le sfide globali che l'Umanità, e soprattutto i Paesi più sviluppati, dovranno affrontare nei prossimi decenni.

Roma, 15 ottobre 2019

Energia per l'Umanità - Quali prospettive per il futuro?

Seminario del Prof. Agostino Mathis

Argomenti

- L'Umanità chiede energia
- La sfida per gli ingegneri dell'energia
- I vincoli posti dai climatologi
- La «decarbonizzazione» della produzione di energia: le opzioni disponibili
- Potenzialità e limiti di biomasse, idroelettrico, eolico, solare, nucleare
- Esempi di riferimento: Svezia, Francia, Regno Unito
- Il caso dell'Italia
- La «sostenibilità a lungo termine» delle opzioni energetiche

Homo erectus, Africa, circa 1 milione di anni fa…

Figure 1 *Humans harnessing fire set us apart from all other species and on the energy course we still find ourselves on today. Fire provided heat and light, security from wild animals, a means to cook meat, enhancing calorie intake, and a means to manufacture tools and weapons. These early humans had calculated that the risk of burning a hand was outweighed by the aforementioned benefits of having fire. Wood is a solar energy store that can be burned when we identify the need of its benefits.*

From: http://euanmearns.com/energy-and-mankind-part-1/

La fortunosa vicenda del Genere *Homo*

La «**gestione del fuoco**» è stata la **dote distintiva** del **Genere *Homo*** rispetto a tutti gli altri animali.

Nell'ultimo milione di anni, sopravvivendo ad **una decina di ere glaciali**, il Genere *Homo* ha dato luogo ad un **«cespuglio» di Specie più o meno intelligenti**, tra cui la ***Neanderthal***, e infine la ***Sapiens***, che è riuscita, coraggiosamente e fortunosamente, a sopravvivere fino ad oggi.

Che sia stata **la sfida delle ere glaciali** a **selezionare i più intelligenti**?

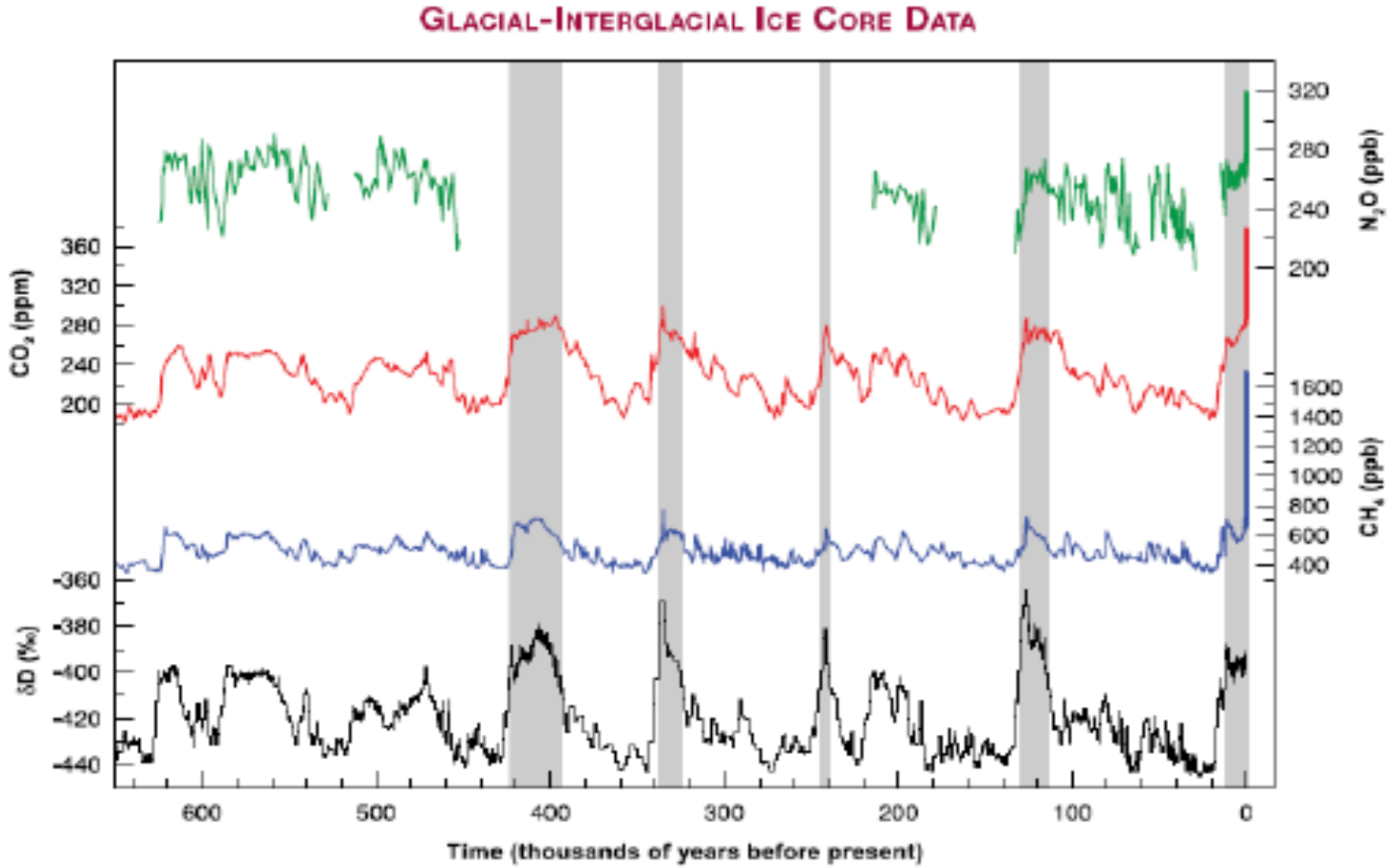


Figure TS.1. *Variations of deuterium (δD) in antarctic ice, which is a proxy for local temperature, and the atmospheric concentrations of the greenhouse gases carbon dioxide (CO_2), methane (CH_4), and nitrous oxide (N_2O) in air trapped within the ice cores and from recent atmospheric measurements. Data cover 650,000 years and the shaded bands indicate current and previous interglacial warm periods. (Adapted from Figure 6.3)*

Fig. 4 – Alternanza di periodi glaciali ed interglaciali durante l'ultimo milione di anni. (Da: IPCC "Climate Change 2007 – The Physical Science Basis - Technical Summary – TS.2 Changes in Human and Natural Drivers of Climate – TS.2.1 Greenhouse Gases - TS.2.1.1 Changes in Atmospheric Carbon Dioxide, Methane and Nitrous Oxide" http://www.ipcc.ch/).

Interazioni tra clima ed evoluzione umana

Da **almeno un milione di anni** il clima influenza profondamente l'evoluzione umana, in particolare nel **continente africano**:

- **fasi calde e umide** favoriscono l'aumento delle popolazioni e la **comparsa di nuove specie**;
- **fasi fredde ed aride**, aggravate da **eruzioni di supervulcani** e conseguenti inquinamenti atmosferici, **selezionano le specie vincenti**.

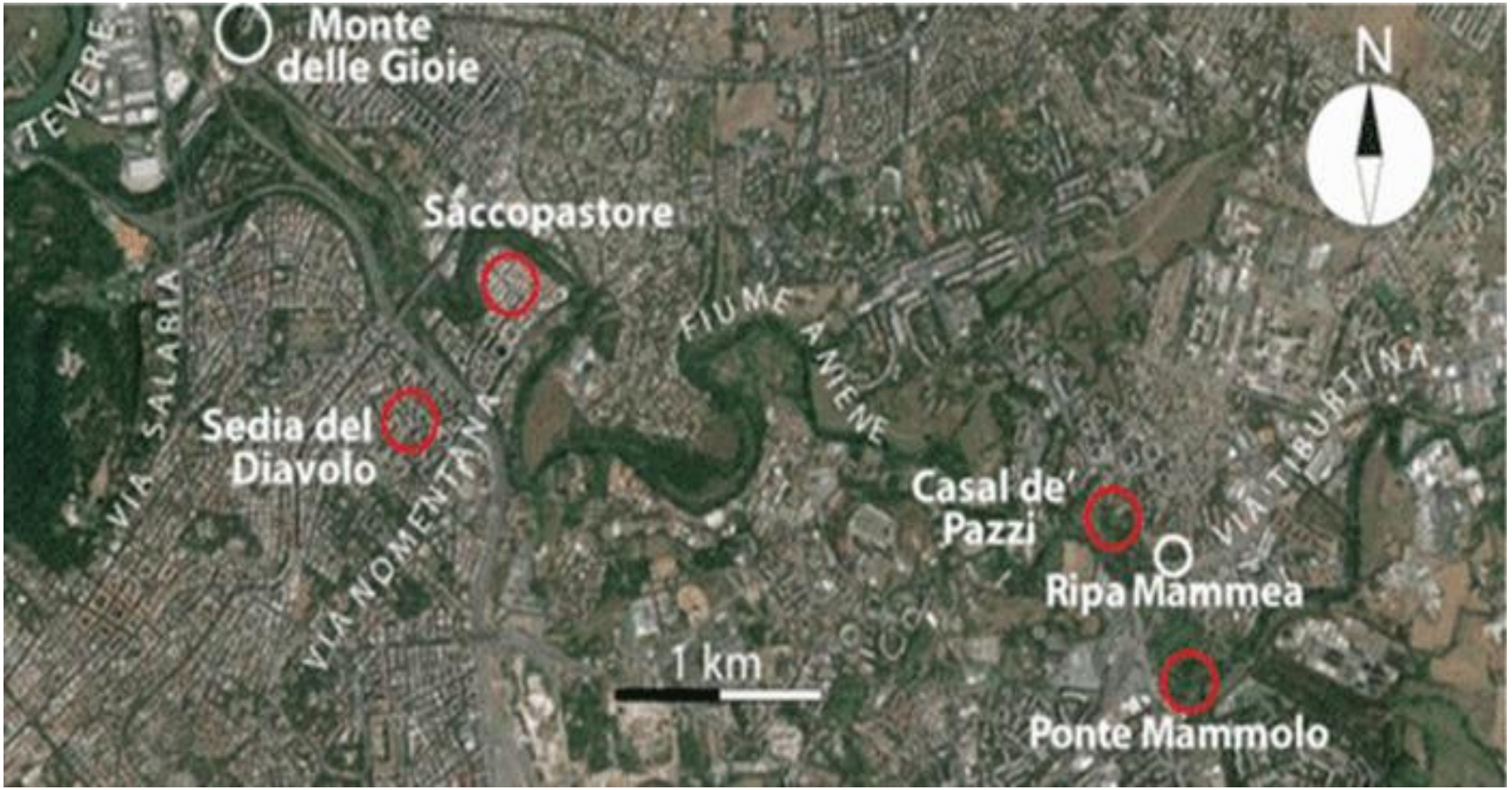
Da **almeno seimila anni, *Homo sapiens* influisce sulle tendenze del clima terrestre**.

Lungo l’Aniene, 200.000 anni fa…

Ricostruzione dell'ambiente lungo il fiume Aniene nel Pleistocene medio con Elefanti Antichi (realizzata dal CNR-ITABC per il Comune di Roma).
Patrizia Gioia - Opera propria
Creato: 16 settembre 2011

Da: https://it.wikipedia.org/wiki/Museo_di_Casal_de'_Pazzi

Viveva **a Roma la più antica comunità di Neanderthal di cui sia mai stata trovata traccia in Europa**: lo dimostra la datazione di ossa umane e animali ritrovate lungo la valle dell'Aniene e risalenti ad **almeno 250.000 anni fa**.



Da: http://www.ansa.it/canale_scienza_tecnica/notizie/terra_poli/2017/03/06/erano-romani-i-nanderthal-piu-antichi-deuropa_4e4aaeba-74e0-478e-838a-280b736f4df6.html

Da: http://www.museocasaldepazzi.it/

Viveva **a Roma la più antica comunità di Neanderthal di cui sia mai stata trovata traccia in Europa**. Ecco il possibile aspetto di un suo componente:

Da: http://www.ansa.it/canale_scienza_tecnica/notizie/terra_poli/2017/03/06/erano-romani-i-nanderthal-piu-antichi-deuropa_4e4aaeba-74e0-478e-838a-280b736f4df6.html

Una cena "pleistocenica" in occasione del Congresso Preistoria del Cibo dal 5 al 9 ottobre 2015 a Roma.
Non sarà altamente "filologica", ma offrirà suggestioni intorno ad un focolare e sarà un'occasione per discutere di un mondo passato con abitudini talvolta lontane, ma talvolta stranamente vicine a quelle del mondo attuale.

È già da tempo che, presso **il museo di Casal de' Pazzi**, un piccolo gruppo di lavoro, composto dai responsabili scientifici del Museo e da quattro giovani studiosi, che stanno svolgendo il Servizio Civile Nazionale, si sta occupando **dell'alimentazione nel Paleolitico**.

Il nostro **"Giardino Pleistocenico"** contiene **numerose piante edibili**. Abbiamo già realizzato diverse iniziative a tema come laboratori e conferenze. Quella che ha avuto più successo si intitola **"Il focolare dei Neanderthal",** ed ha visto numerosi visitatori osservare da vicino gli **strumenti e i metodi di procacciamento del cibo**. Inoltre i visitatori hanno potuto **vedere e "assaggiare" cibi che potevano facilmente essere reperibili all'epoca**: nocciole, corbezzoli, rucola, cicoria, ecc.

Figura 13 Ricostruzione artistica della valle del Tevere durante l'ultimo glaciale. In questo periodo il clima è più freddo dell'attuale, e le foreste a conifere si estendono fino alle pianure alle pendici dei rilievi, dove sono presenti anche specie montane come stambecchi e camosci. I pachidermi progressivamente scompaiono. (disegno S. Maugeri)

Il cervo nobile è frequente, più raro è l'"alce irlandese". Fra i carnivori lupi e iene macchiate sono le specie più segnalate, ma fa la sua sporadica comparsa anche uno dei più aggressivi predatori delle foreste boreali, il ghiottone (*Gulo gulo*), segnalato nella bassa valle dell'Aniene alle porte di Roma, mentre i mammut (*Mammuthus primigenius*) e il rinoceronte lanoso (*Coelodonta antiquitatis*) abitano anche zone prossime al mare (Monte Circeo) *(Figura 14)*.

From: http://www.retemuseiuniversitari.unimore.it/site/home/paesaggi/dal-mare-al-colosseo-storie-di-paesaggi-di-animali-e-di-uomini/articolo160034836.html

La storia della popolazione umana: la deglaciazione ed il neolitico

Con la fine dell'ultima era glaciale, **circa 11.000 anni fa**, e probabilmente proprio grazie alla conseguente **stabilizzazione del clima**, ***Homo sapiens*** fu in grado di adottare su larga scala **le tecniche dell'agricoltura e dell'allevamento**, e quindi di costruire **centri stanziali** sempre più vasti (periodo delle **civiltà neolitiche**). Comunque, il tasso di incremento della popolazione **non dovette mai superare lo 0,1% all'anno**.

Da: P. Pellegrini "Meno nascite: futuro a rischio" il nostro tempo – 30 Ottobre 2011.

Prime città …

- In seguito ad una consistente crescita della popolazione, e ad un perfezionamento delle tecniche agricole che portò alla conservazione di eccedenze, i villaggi si ampliarono e diventarono più complessi dal punto di vista architettonico, economico e sociale: ecco che nacquero le prime città.

Da: https://www.slideshare.net/1GL14_15/rivoluzione-urbana-nel-neolitico

Nature Unbound III: Holocene climate variability (Part A)

Posted on April 30, 2017 | 124 Comments

by Javier

First in a two part series on Holocene climate variability.

Summary: Holocene climate is characterized by two initial millennia of fast warming followed by four millennia of higher temperatures and humidity, and a progressively accelerating cooling and drying for the past six millennia. These changes are driven by variations in the obliquity of the Earth's axis. The four millennia of warmer temperatures are called the Holocene Climatic Optimum which was 1-2°C warmer than the Little Ice Age. This climatic optimum was when global glaciers reached their minimum extent. The Mid-Holocene Transition, caused by orbital variations, brought a change in climatic mode, from solar to oceanic dominated forcing. This transition displaced the climatic equator, ended the African Humid Period and increased El Niño activity.

From: https://judithcurry.com/2017/04/30/nature-unbound-iii-holocene-climate-variability-part-a/

…continua…

…continua…

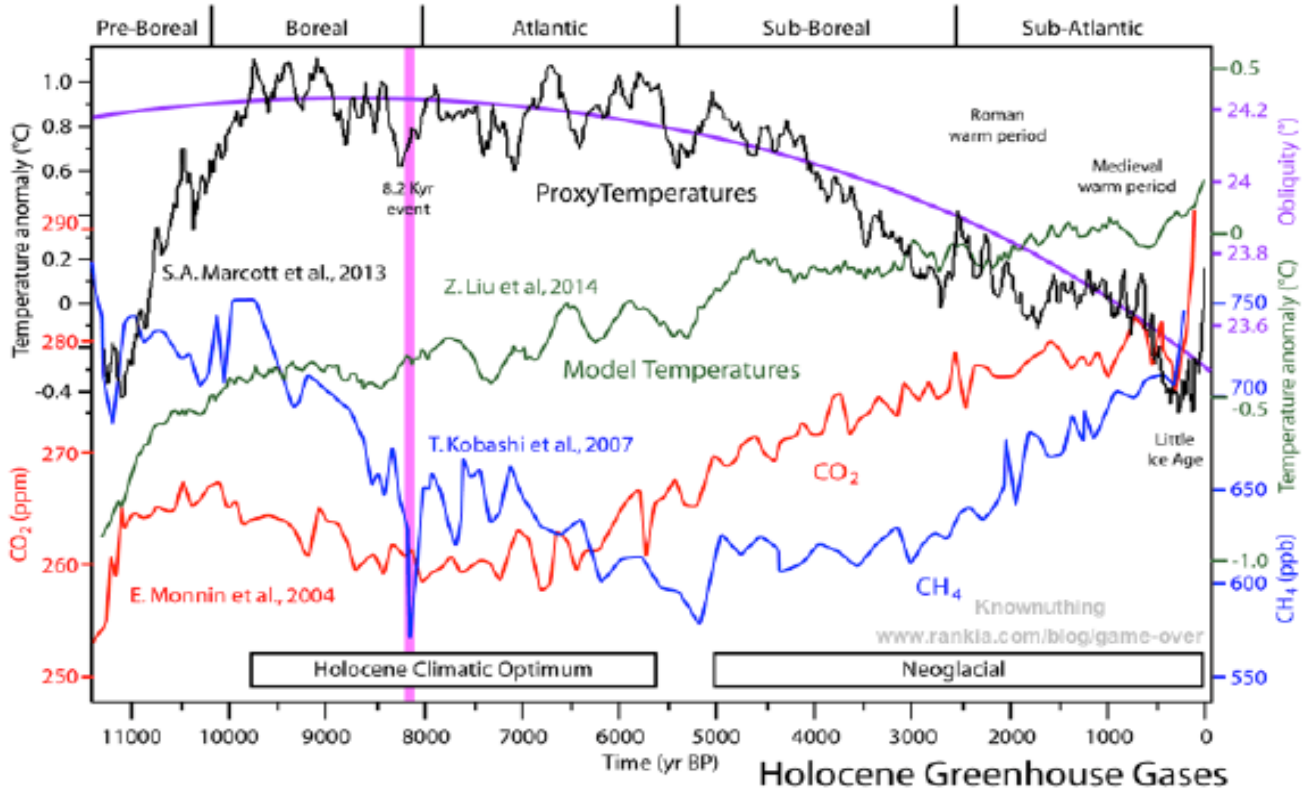
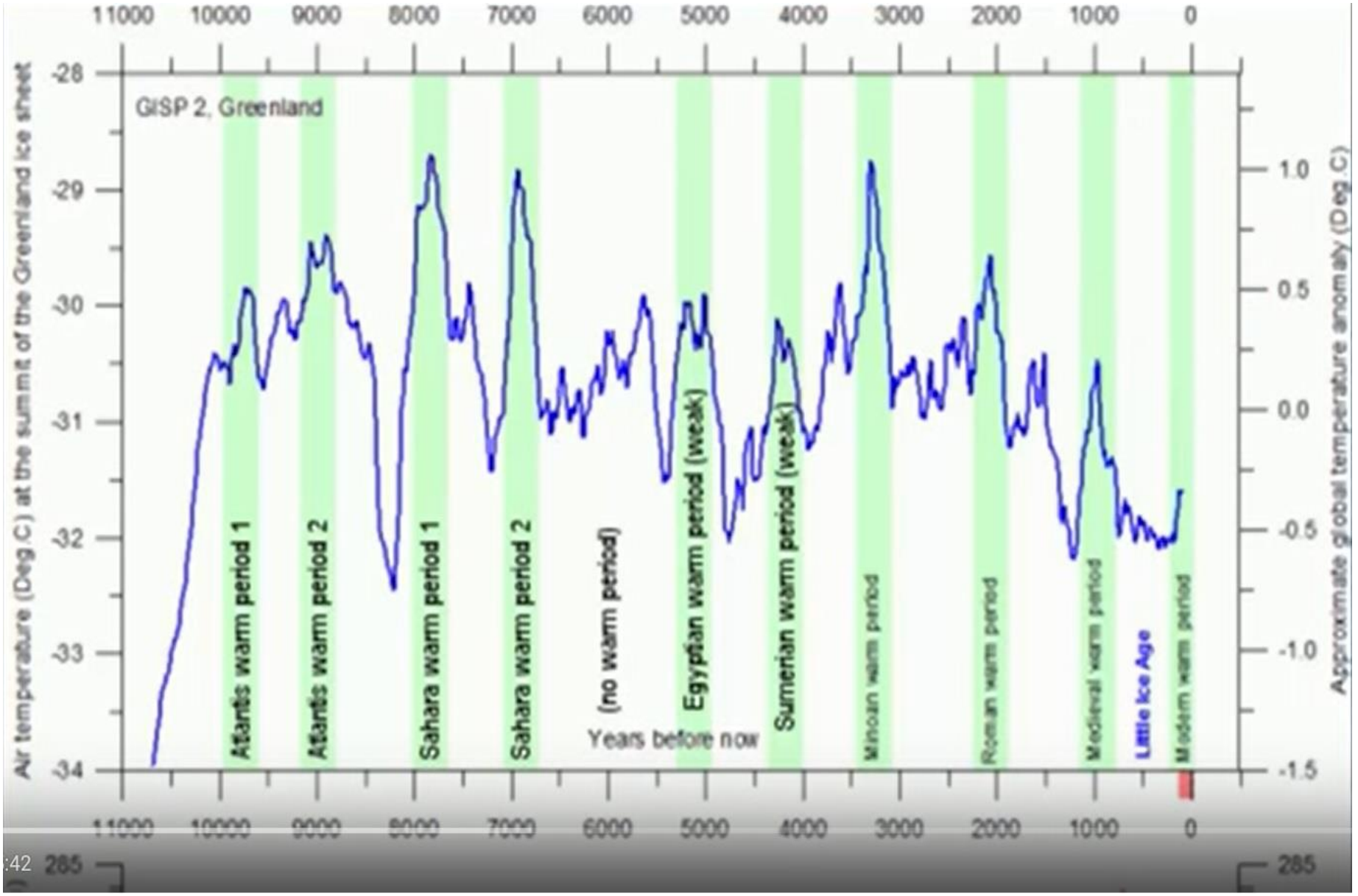


Figure 38. Temperature and greenhouse gases changes during the Holocene. Black curve, global temperature reconstruction by Marcott et al., 2013, as in figure 37. Purple curve, Earth's axis obliquity cycle. Red curve, CO_2 levels as measured in Epica Dome C (Antarctica) ice core, reported in Monnin et al., 2004. Blue curve, methane levels as measured in GISP2 (Greenland) ice core from Kobashi et al., 2007. Notice the great effect of the 8.2 kyr event on methane concentrations. Green curve, simulated global temperatures from an ensemble of three models (CCSM3, FAMOUS, and LOVECLIM) from Liu et al., 2014, show the inability of general climate models to replicate the Holocene general temperature downward trend. Pink bar, 8.2 kyr BP climatic event. Major Holocene climatic periods are indicated.

Da metà Olocene siamo nell'«Antropocene»?

Dal precedente diagramma si può notare che **da circa 6000 anni fa** (Mid-Holocene Transition) **le concentrazioni di CO_2 e di CH_4 hanno cominciato a risalire** (contrariamente a quanto di norma avviene nei precedenti interglaciali).

Alcuni climatologi (**Ruddiman**) suppongono che ciò possa essere **conseguenza dell'attività dell'*Homo sapiens***, che prima ha cominciato a **bruciare e tagliare foreste** per farne pascoli e coltivazioni su interi continenti, poi, specie nel Sud Est Asiatico, a **coltivare risaie e allevare animali**, ambedue grandi fonti di metano: **che sia questo il vero inizio dell'Antropocene?**



From: https://www.iceagenow.info/planet-enjoyed-10-warm-periods-past-10000-years/

La storia della popolazione umana: l'attuale interglaciale

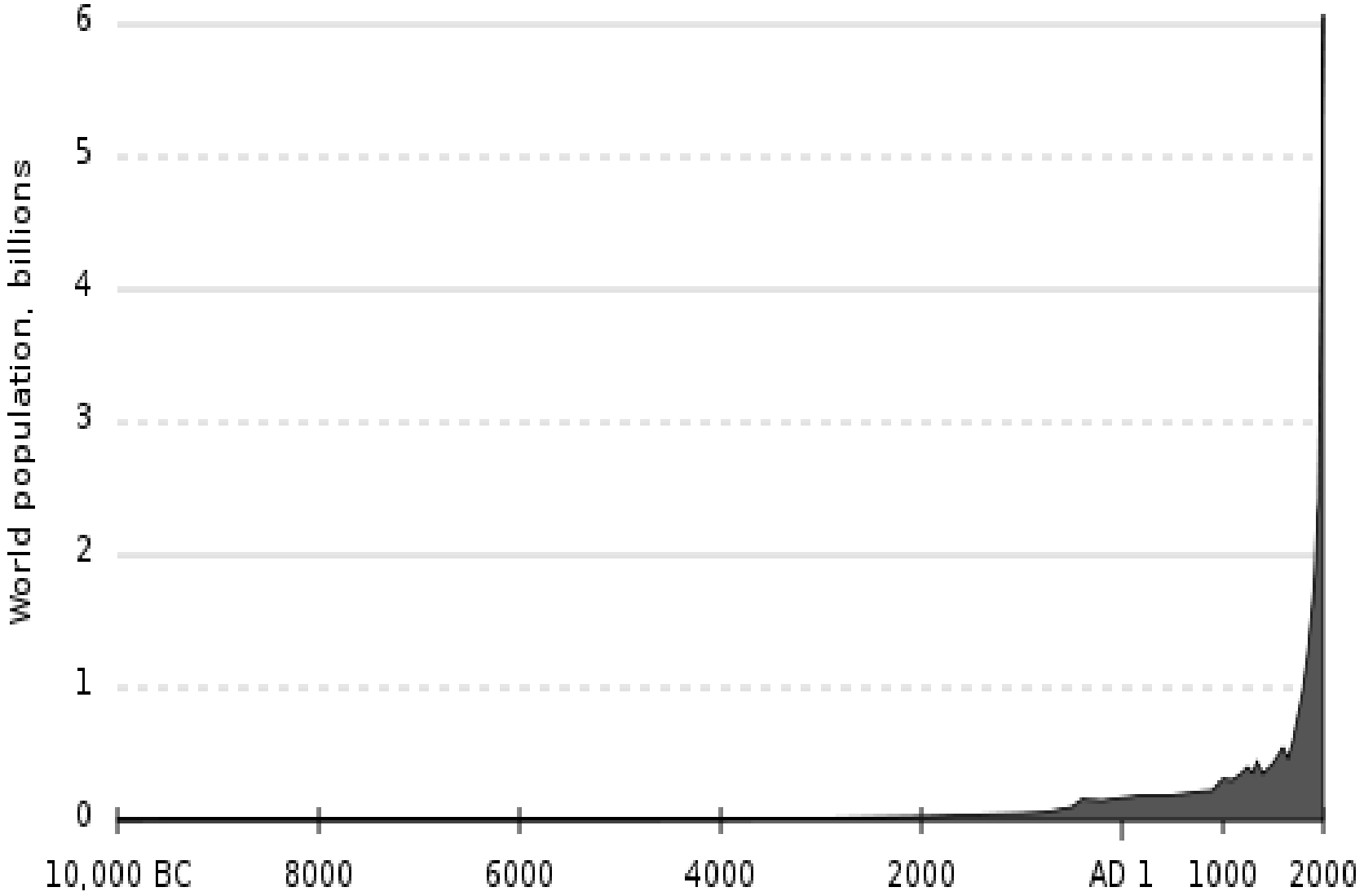
Le **civiltà neolitiche** comportarono **la più profonda trasformazione dell'ambiente naturale** finora verificatasi: **estinzione di molte specie animali**, in particolare la megafauna dell'era glaciale; **distruzione di vaste distese di foreste** per farne pascoli e campi; conseguente **liberazione di grandi quantità di CO_2 e di metano**, che potrebbero avere influito sul clima al punto da averne finora **ritardato la "naturale" tendenza verso una nuova era glaciale**. In questo modo, la popolazione umana fu in grado di raggiungere, ormai **in epoca storica, le centinaia di milioni di individui.**

La storia della popolazione umana: la rivoluzione industriale

Ma soltanto **lo sviluppo della scienza moderna** a partire dal **XVII secolo in Europa**, e la conseguente **rivoluzione tecnologica ed industriale**, hanno dato l'avvio ad una **esplosione demografica** che **in tre soli secoli** ha portato la popolazione mondiale a **oltre sette miliardi di individui** (il tasso di incremento, oggi in riduzione, aveva raggiunto un massimo del **2% all'anno**, cioè un **raddoppio in 35 anni**!).

Si tratta di un andamento che, per altre specie viventi, **di norma porta ad una catastrofe...**

Da: P. Pellegrini "Meno nascite: futuro a rischio" il nostro tempo – 30 Ottobre 2011.



Da: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Population_curve.svg

Esplosione demografica e crisi geopolitiche

I **Paesi che generarono e gestirono la rivoluzione scientifica e industriale** si sono oggi portati ad un **regime di popolazione stabile** (o decrescente…) **e con alti livelli di vita**.

Ma quella stessa rivoluzione ha esteso a tutto il mondo le **nuove tecniche sanitarie e farmacologiche**, che hanno **ridotto la mortalità infantile e allungato la vita media** anche nei **Paesi pre-industriali**.

Salvo catastrofi, o enormi flussi migratori, le **previsioni dei demografi** sono le seguenti:

TABLE 1. POPULATION OF THE WORLD AND MAJOR AREAS, 2015, 2030, 2050 AND 2100, ACCORDING TO THE MEDIUM-VARIANT PROJECTION

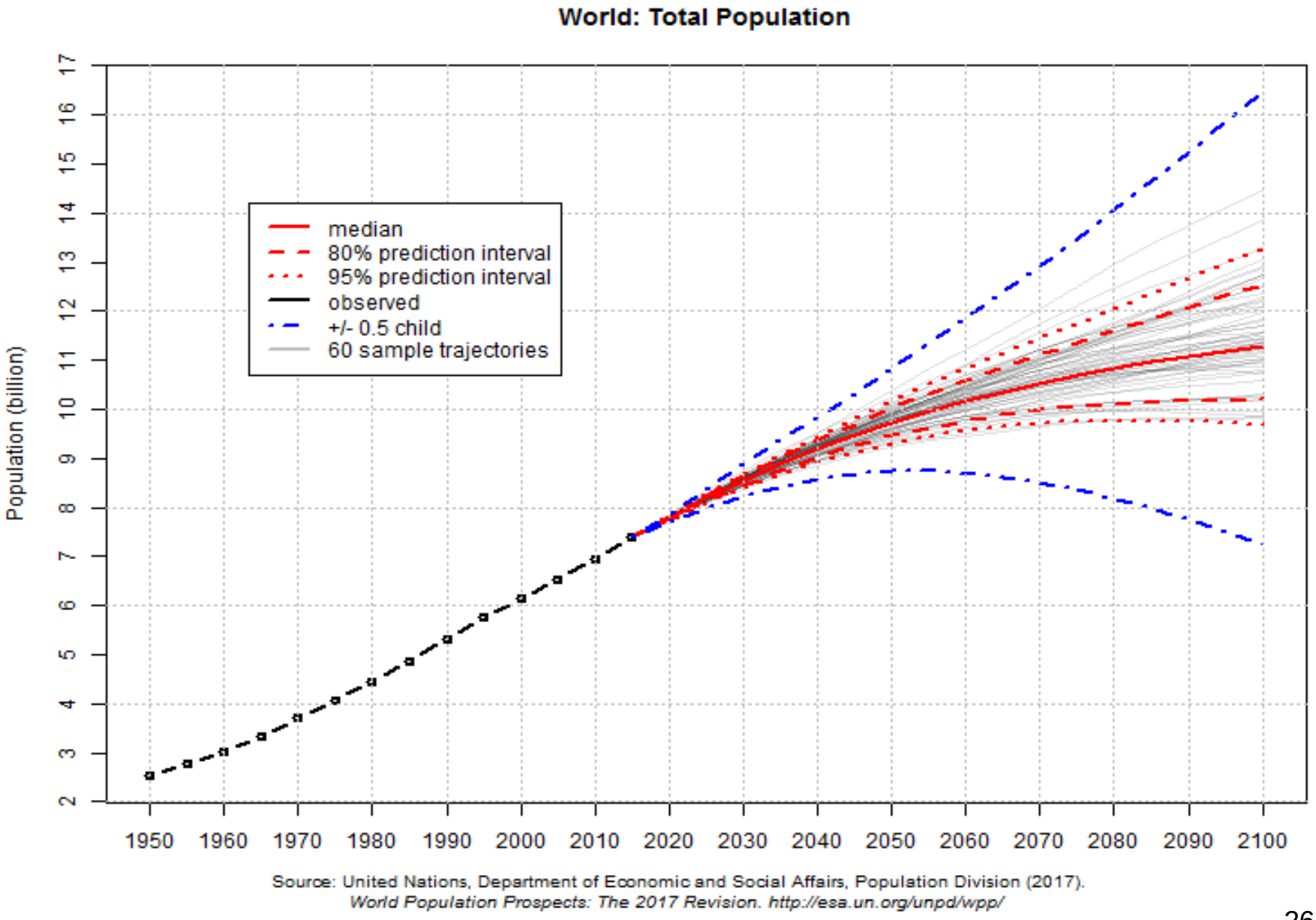
Major area	*Population (millions)*			
	2015	*2030*	*2050*	*2100*
World	7 349	8 501	9 725	11 213
Africa	1 186	1 679	2 478	4 387
Asia	4 393	4 923	5 267	4 889
Europe	738	734	707	646
Latin America and the Caribbean	634	721	784	721
Northern America	358	396	433	500
Oceania	39	47	57	71

Source: United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2015). *World Population Prospects: The 2015 Revision*. New York: United Nations.

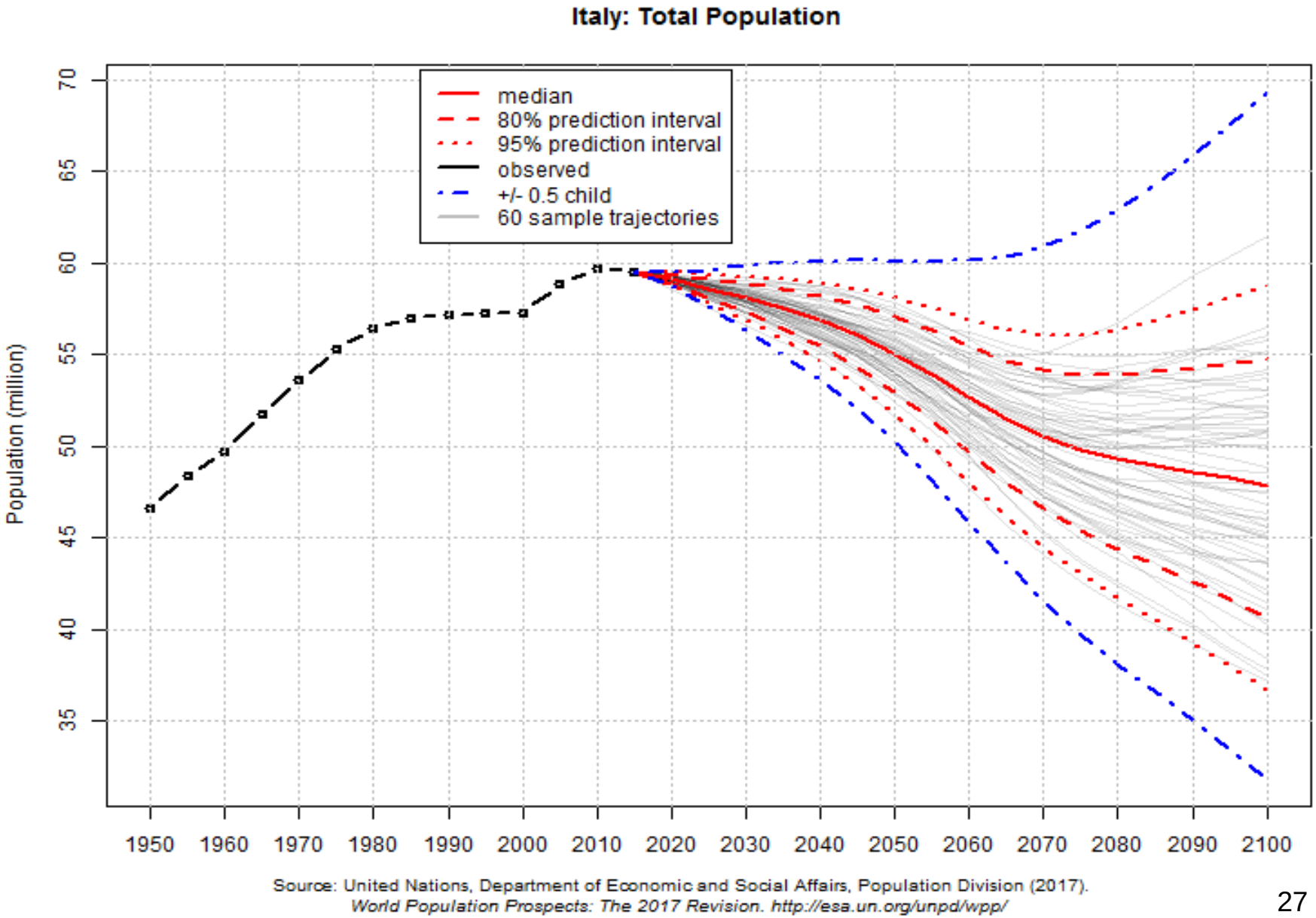
Rank	Country or area	Population in 2050 (millions)	Cumulated percentage	Rank
1.	India	1 705	17.5	1.
2.	China	1 348	31.4	2.
3.	Nigeria	399	35.5	3.
4.	United States of America	389	39.5	4.
5.	Indonesia	321	42.8	5.
6.	Pakistan	310	46.0	6.
7.	Brazil	238	48.4	7.
8.	Bangladesh	202	50.5	8.
9.	Dem. Rep. of the Congo	195	52.5	9.
10.	Ethiopia	188	54.5	10.
11.	Mexico	164	56.1	11.
12.	Egypt	151	57.7	12.
13.	Philippines	148	59.2	13.
14.	United Rep. of Tanzania	137	60.6	14.
15.	Russian Federation	129	62.0	15.
16.	Viet Nam	113	63.1	16.
17.	Japan	107	64.2	17.
18.	Uganda	102	65.3	18.
19.	Turkey	96	66.3	19.
20.	Kenya	96	67.2	20.
21.	Iran (Islamic Republic of)	92	68.2	21.
22.	Iraq	84	69.0	22.
23.	Sudan	80	69.9	23.
24.	United Kingdom	75	70.6	24.
25.	Germany	75	71.4	25.
26.	Niger	72	72.2	26.
27.	France	71	72.9	27.

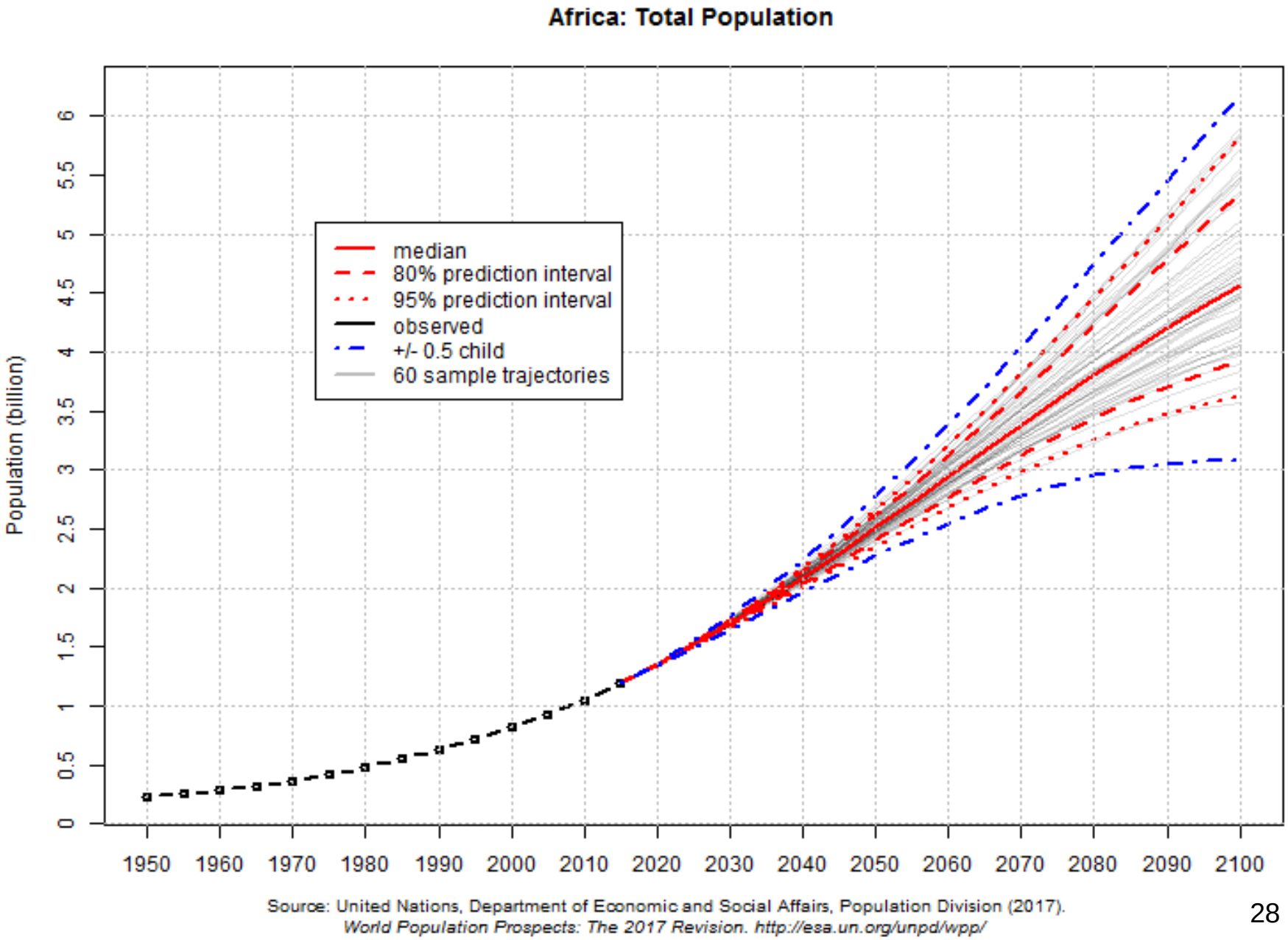
From:

United Nations Department of Economic and Social Affairs/Population Division
World Population Prospects: The 2015 Revision, Key Findings and Advance Tables



Source: United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2017).
World Population Prospects: The 2017 Revision. http://esa.un.org/unpd/wpp/


Italy: Total Population
median
80% prediction interval
95% prediction interval
observed
+/- 0.5 child
60 sample trajectories
Population (million)
70
65
60
55
50
45
40
35
1950
1960
1970
1980
1990
2000
2010
2020
2030
2040
2050
2060
2070
2080
2090
2100
Source: United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2017).
World Population Prospects: The 2017 Revision. http://esa.un.org/unpd/wpp/

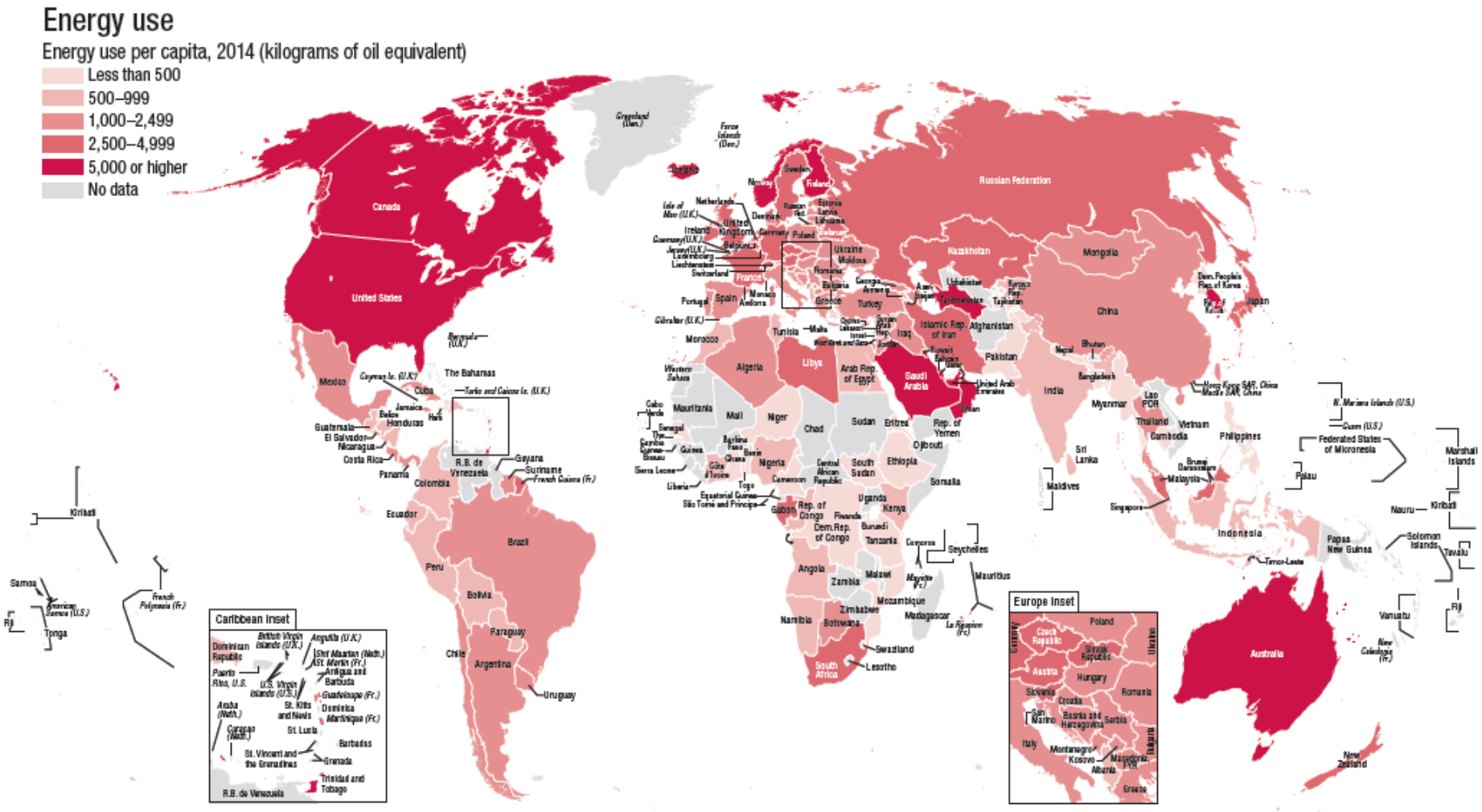


Source: United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2017).
World Population Prospects: The 2017 Revision. http://esa.un.org/unpd/wpp/

La storia della popolazione umana: energia e tenore di vita

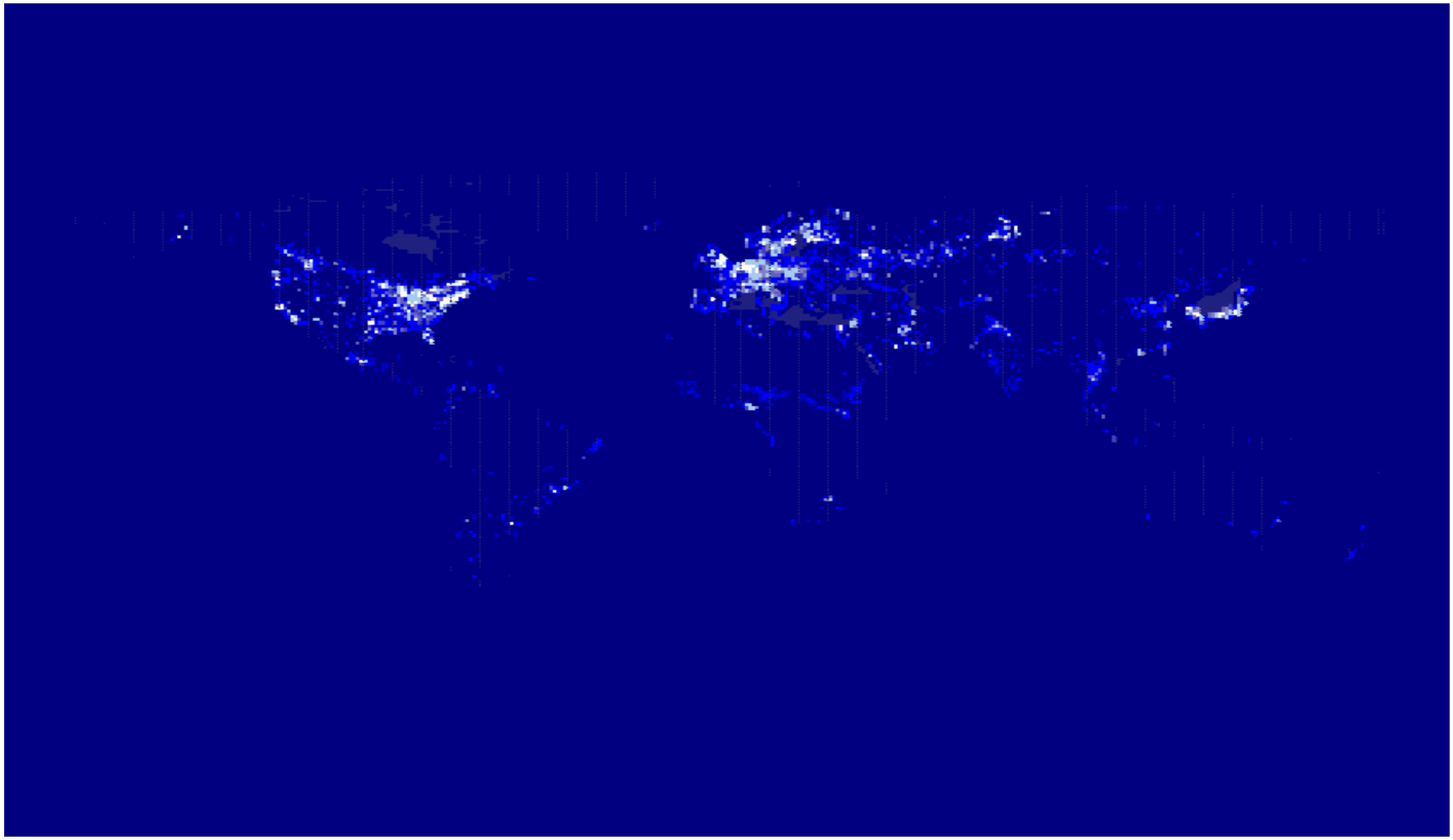
Gli squilibri nello sviluppo stanno portando ad **aree fortemente sovrapopolate rispetto alle risorse** ivi generate.

Invece, grazie allo sfruttamento sistematico di patrimoni naturali, in particolare delle **riserve fossili di energia ad alta concentrazione** (carbone, petrolio, metano), oggi circa **un settimo della popolazione mondiale** ha conseguito un **tenore di vita (e di consumi energetici)** mai visti nella storia, **e superiori anche di un ordine di grandezza rispetto al resto dell'Umanità**.



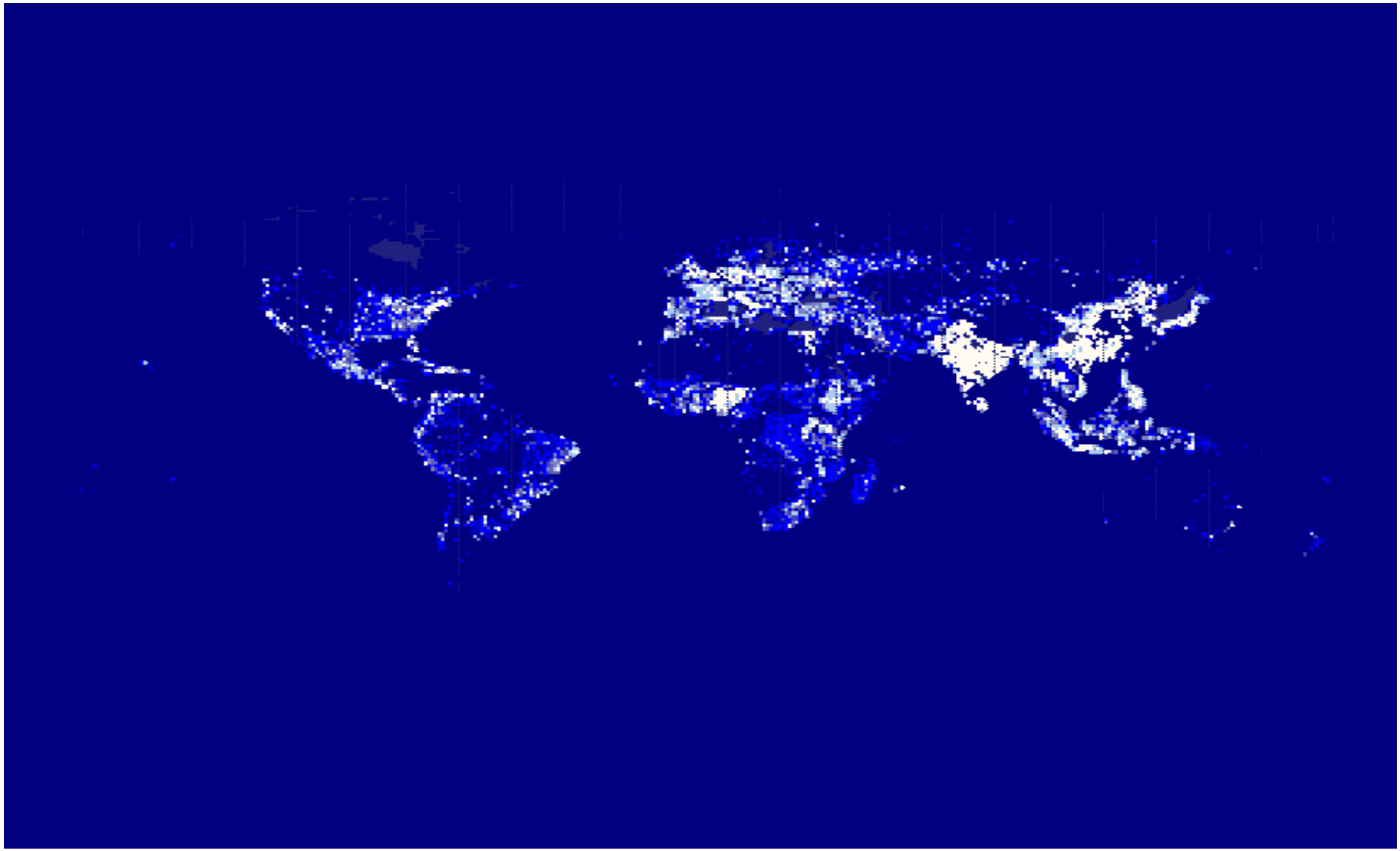
From: https://data.worldbank.org/products/wdi-maps

Luminosità artificiale della Terra nel 1996



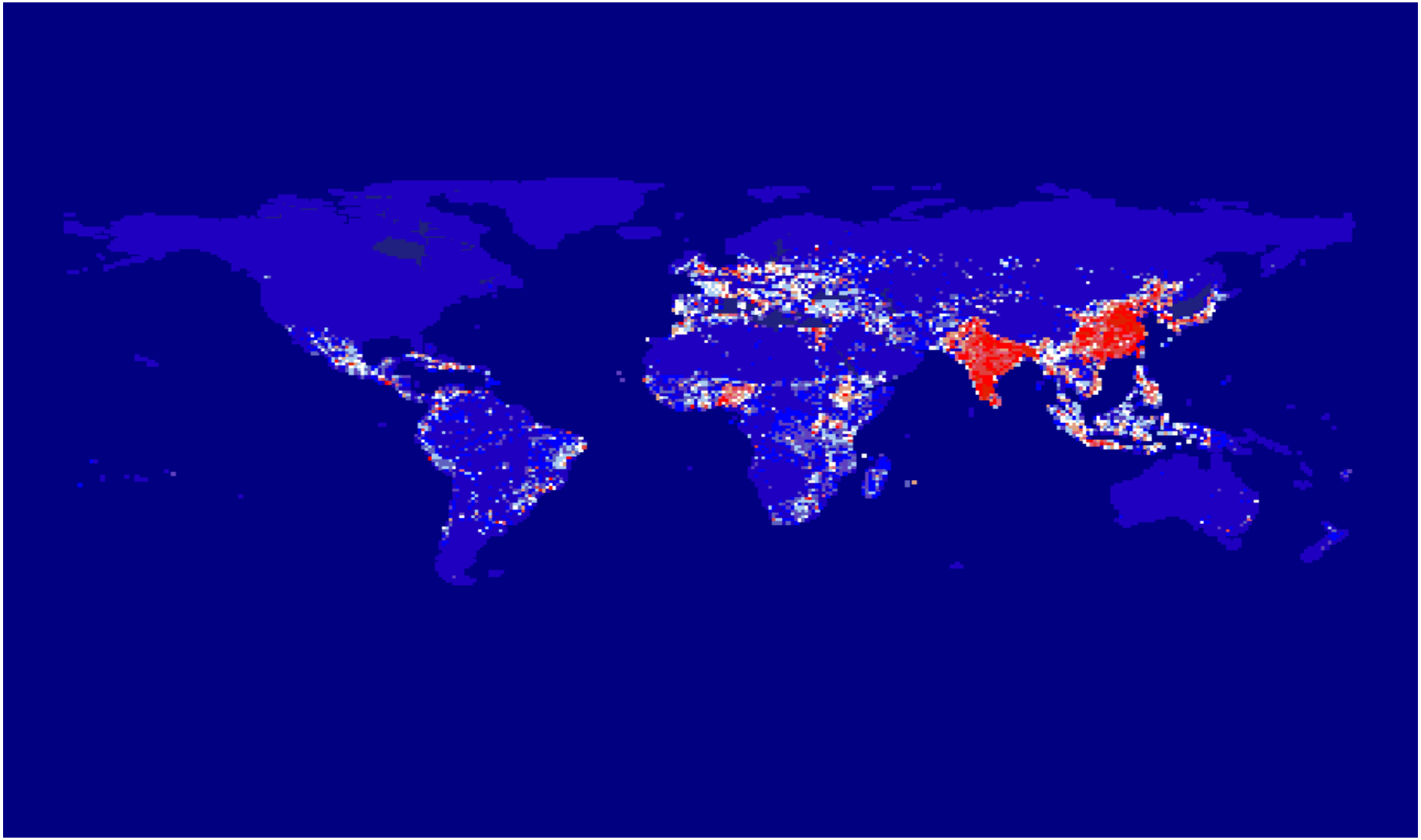
Flusso luminoso verso l'alto al culmine dell'atmosfera; dati forniti dalla versione a basso guadagno del Defense Meteorological Satellite Program Operational Linescan System (DMSP/OLS), Elvidge et al., US National Geophysical Data Center. Fonte: J. Ausubel and N. Victor, 2006.

Luminosità artificiale della Terra se tutti i suoi abitanti facessero luce come quelli degli USA nel 1996

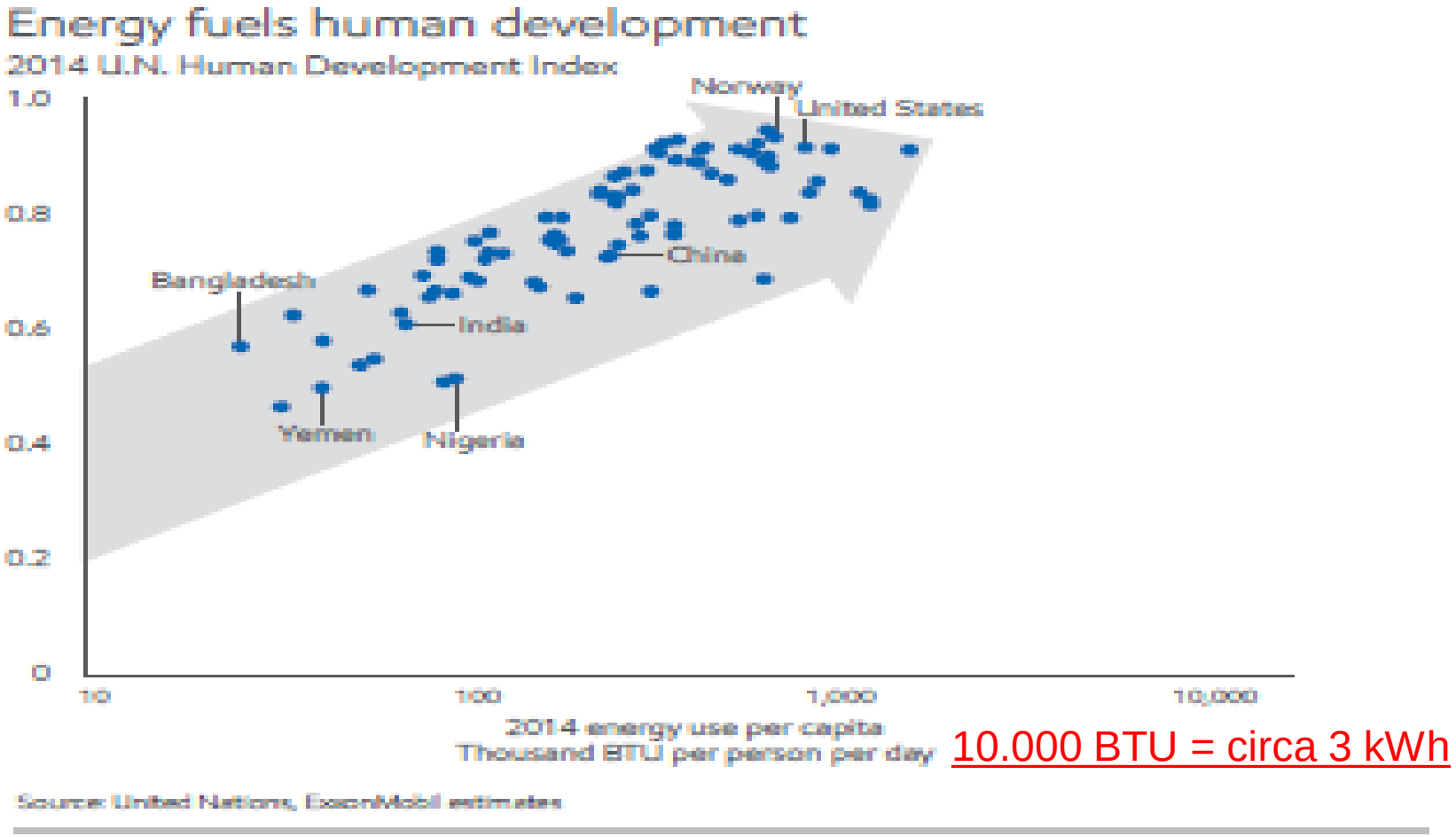


Fonte: J. Ausubel and N. Victor, 2006.

Incremento del flusso luminoso, se tutti gli abitanti della Terra, al di fuori degli USA, facessero luce come gli abitanti degli USA nel 1996: corrisponde alla **domanda latente di elettricità** (valori crescenti dal blu al bianco al rosso)



Fonte: Nadja Makarova Victor & Jesse Ausubel, 2004.



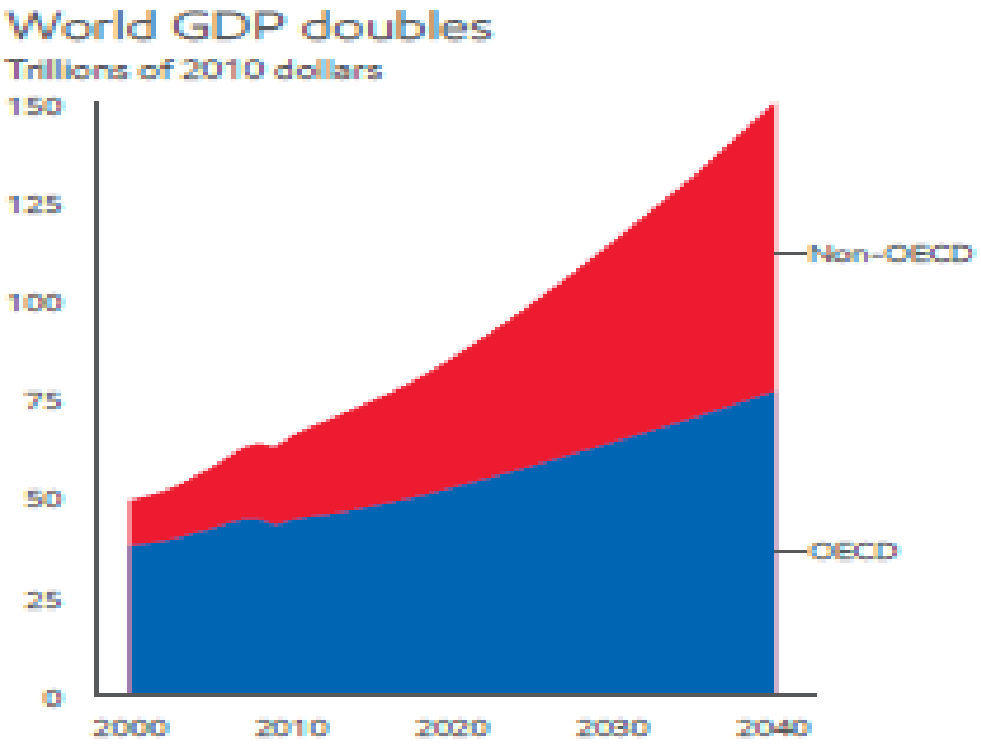
- Energy plays a critical role in supporting modern living standards around the world
- The U.N. Human Development Index summarizes a society's achievements in its citizens' life expectancy, education and income
- A country's energy use per capita is well-aligned with its level of human development

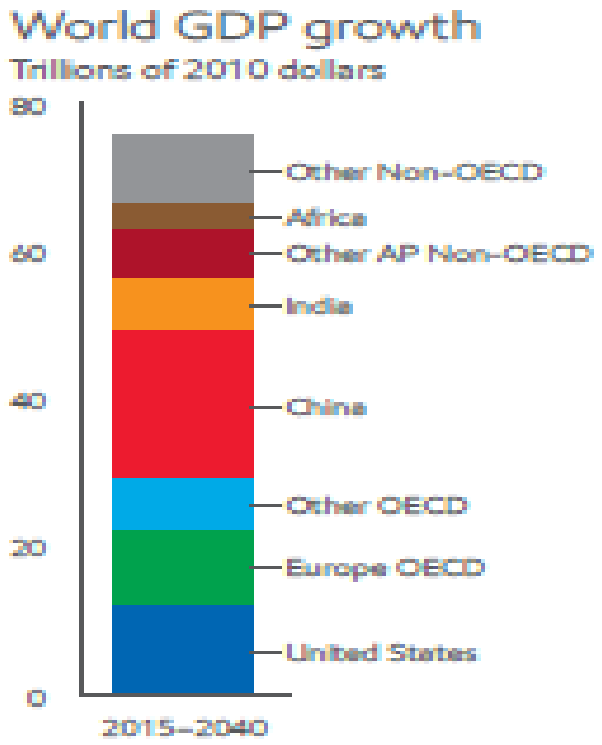
From: ExxonMobil «2017 Outlook for Energy: A View to 2040».

Energia e tenore di vita: i nuovi pretendenti

Fino a fine XX secolo, si faceva una netta distinzione tra i Paesi **«industriali sviluppati»**, sostanzialmente quelli appartenenti all'Organizzazione per la cooperazione e lo sviluppo economico (OCSE, OECD in inglese), e gli altri Paesi, definiti **«sottosviluppati», o «in via di sviluppo»**.

Di fatto, negli ultimi due decenni, **in modo imprevisto**, quasi **una metà dell'umanità ha intrapreso un elevato ritmo di sviluppo**: si tratta, come noto, di **Cina, India, Brasile, Sud-Africa e tutto il Sud Est asiatico**.





- World GDP doubles from 2015 to 2040, with non-OECD GDP increasing 175 percent and OECD GDP growing 60 percent
- Non-OECD share of global GDP will rise to about 50 percent by 2040, up from about 35 percent in 2015
- China is likely to be the largest contributor of GDP gains, with its share of global GDP in 2040 similar to that of Europe OECD and the U.S. at close to 20 percent
- India will grow strongly with its share of global GDP doubling

GDP: Gross Domestic Product (Prdotto Interno Lordo).
From: ExxonMobil «2017 Outlook for Energy: A View to 2040».

Energia e tenore di vita: che fare?

Alcuni ambientalisti e politologi suggeriscono di far fronte a questa emergenza con un **drastico controllo dello sviluppo demografico** (ovviamente non nei Paesi sviluppati ormai a popolazione stabile o decrescente, ma **in quelli in via di sviluppo**).

Ma una tale politica appare anche più **difficile da fare accettare** ai Paesi interessati rispetto ai piani di riduzione delle emissioni di gas-serra, ed in ogni caso avrebbe **effetti soltanto a lungo termine** (cioè ben oltre la metà di questo secolo, che viene considerata la data critica per la stabilità del clima).

Decrescita dei paesi “ricchi”? Inutile…

Certi **atteggiamenti “nostalgici”,** frequenti nei nostri Paesi ricchi e viziati, esaltano la «**decrescita economica»** ed il «**ritorno alla Natura»**, ma sono **fuori luogo**.

Infatti, **se anche i Paesi ricchi sparissero** dall’oggi al domani, e le risorse da essi consumate venissero destinate agli **altri Paesi, questi migliorerebbero di poco** il loro tenore di vita, restando **ben al di sotto delle loro aspettative**.

Il “ritorno alla Natura”: irrealistico

Il **“ritorno alla Natura”** per salvaguardare il Pianeta, poi, non dovrebbe certo limitarsi a ritornare a prima della rivoluzione industriale, quando già la rivoluzione agricola aveva profondamente stravolto l’ambiente “naturale”, ma dovrebbe **far riferimento al Paleolitico od anche prima**, quando il Pianeta poteva sostentare solo **pochi milioni di individui**: **che fare allora del resto della popolazione attuale**?

L’utopia del Rapporto Brundtland

Il famoso **Brundtland Report del 1987** fu commissionato dalle Nazioni Unite per delineare un futuro sostenibile a livello globale. Esso fu redatto da **ambientalisti e sociologi** (ovviamente **nati e cresciuti nella bambagia** dei Paesi allora più ricchi del mondo), i quali si ritennero in diritto di affermare che, **per salvaguardare il Pianeta**, **i Paesi poveri non avrebbero dovuto ripetere il cammino di sviluppo seguito dai Paesi ricchi**, ma avrebbero dovuto perseguire **un percorso a bassa intensità energetica**, basata **su generazione diffusa da fonti rinnovabili**.

Le tendenze nei Paesi in via di sviluppo (1/3)

In realtà, le cose stanno andando **molto diversamente**: i **grandi Paesi sottosviluppati**, alcuni di nobile ed antichissima tradizione culturale, assimilate le **tecnologie e le capacità finanziarie ed organizzative** necessarie per l'industrializzazione, si avviano **su un ritmo di sviluppo anche più rapido di quello dei vecchi Paesi industriali**, mirando addirittura ad una **leadership mondiale in molti settori**, ed in particolare **in quello energetico**.

La disponibilità di **energia, a buon mercato e possibilmente pulita**, sta alla base di questo sviluppo.

Le tendenze nei Paesi in via di sviluppo (2/3)

In **questi Paesi** una gran parte delle nuove centrali elettriche sono **a carbone**. Di conseguenza, nel mondo **nei prossimi 10 anni sono in costruzione o pianificate molte centinaia di nuovi impianti** (che presumibilmente **resteranno in funzione per 40 o 50 anni!**).

Una gran parte saranno costruiti **dall'industria cinese**, sia per la Cina stessa, sia **per l'esportazione**, così da mantenere **alto il tasso di utilizzo** della enorme capacità produttiva sviluppata negli scorsi decenni per industrializzare il Paese.

Le tendenze nei Paesi in via di sviluppo (3/3)

Poi abbiamo **l'India**, che deve **triplicare la sua potenza elettrica installata**, in gran parte con fonti fossili.

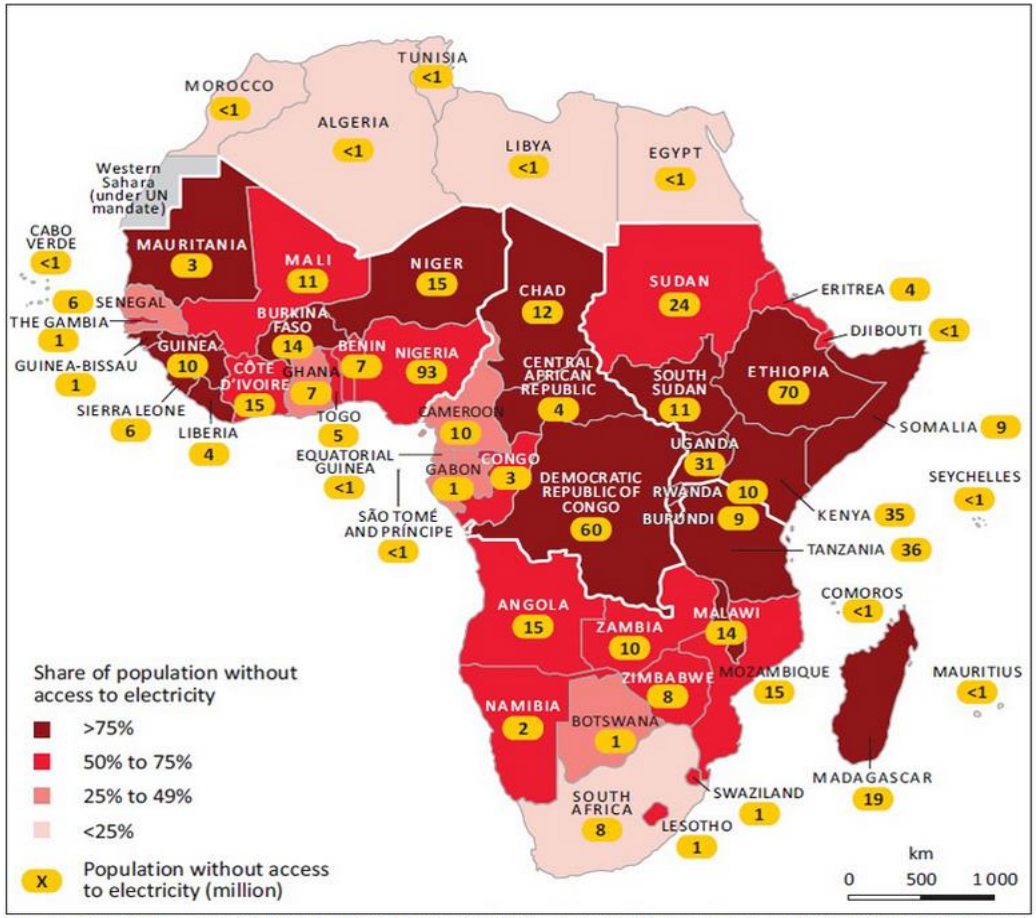
Poi abbiamo **l'Indonesia**, il **Vietnam**, le **Filippine**, ecc., ed anche il **Giappone**, che dopo Fukushima ha dovuto chiudere definitivamente le centrali nucleari più vecchie.

Poi abbiamo **l'Africa**, che ha **«fame» di energia**, e dove la **Cina investe da anni** con l'obiettivo di farne la **futura «manifattura del mondo»** (mentre lei passerebbe all'economia post-manifatturiera…):

AFRICAN NATIONS TO BUILD MORE THAN 100 NEW COAL POWER PLANTS

- Date: 10/05/17
- Jonathan W. Rosen, National Geographic

More than 100 coal power plants are in various stages of planning or development in 11 African countries outside of South Africa — more than eight times the region's existing coal capacity. Africa's embrace of coal is in part the result of its acute shortage of power.



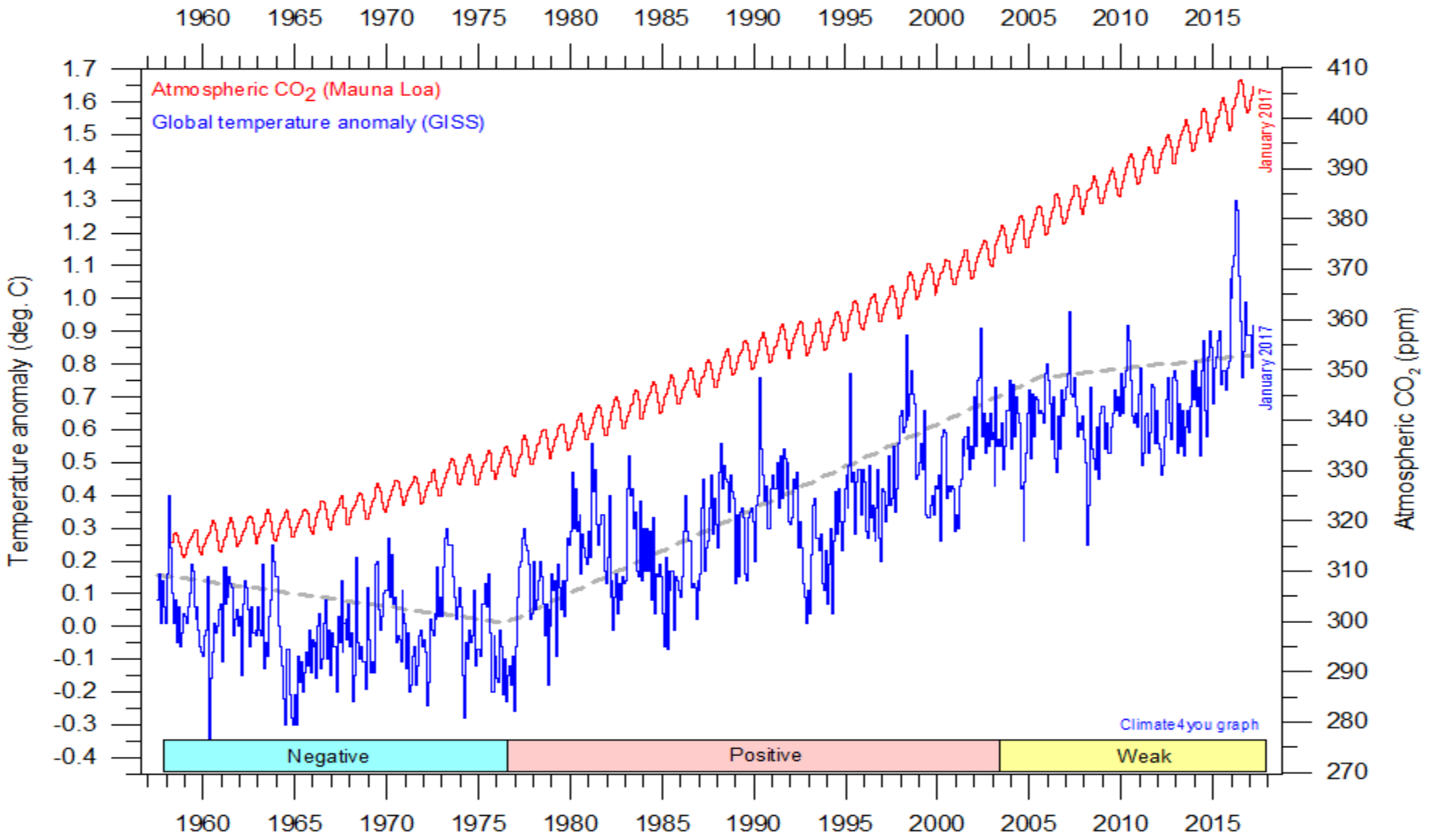
Energia: la transizione in atto

La sfida che ora si pone è allora quella di **gestire al meglio la difficile transizione** verso una umanità di **10-12 miliardi di individui**, a ciascuno dei quali non può essere negato il diritto **ad un tenore di vita, e quindi a consumi energetici, paragonabili a quelli degli attuali Paesi sviluppati** (non necessariamente quelli del cittadino degli USA, ma quelli ad esempio **dell'Italiano medio di oggi**).

Le conseguenze sugli ecosistemi

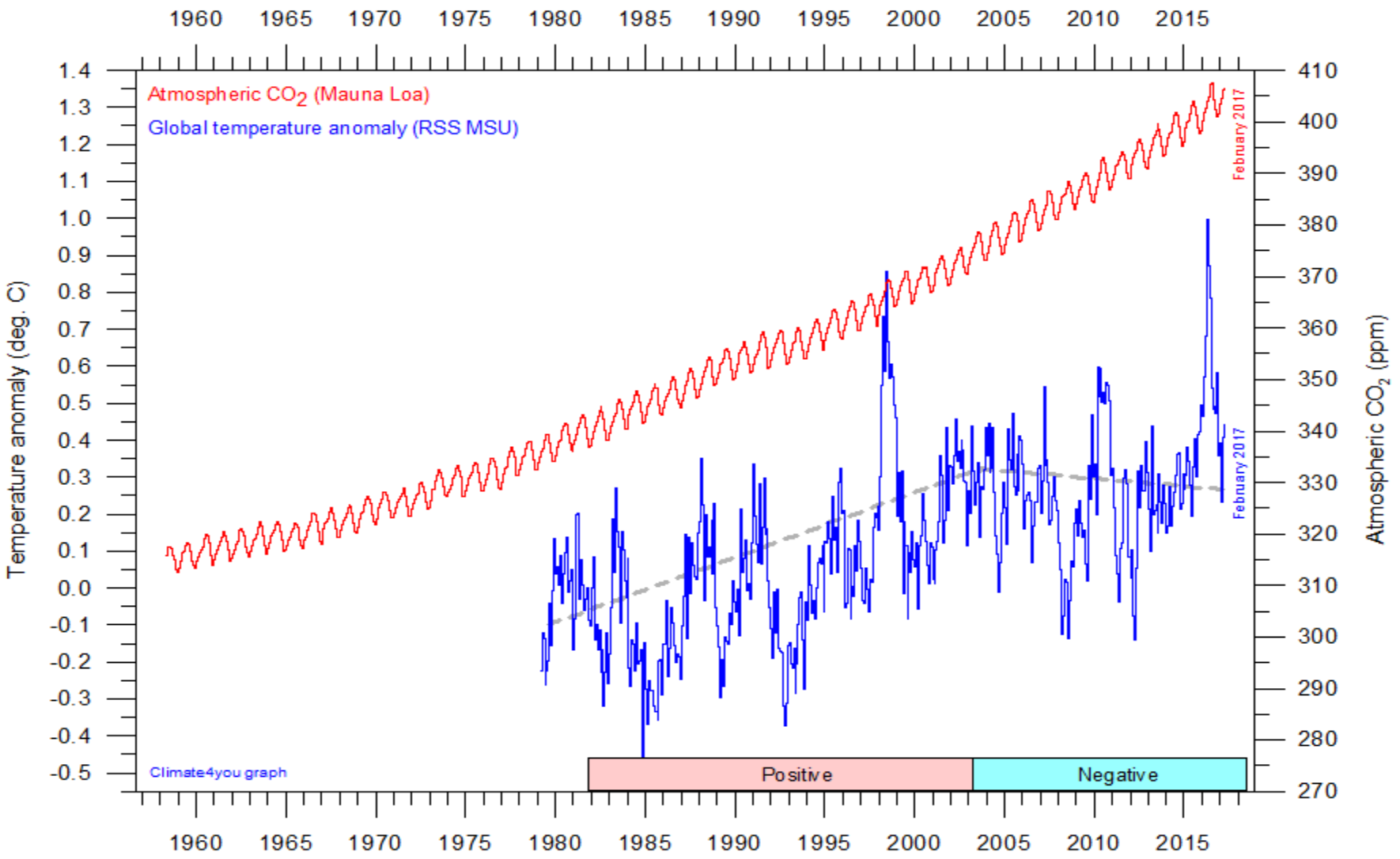
Nel corso del **XX secolo** la **popolazione** mondiale è **quadruplicata** e il suo **consumo di energia si è moltiplicata per 16**. In massima parte questa energia proviene dal bruciamento di **combustibili fossili**, con la conseguente **immissione nell'atmosfera di un crescente flusso di anidride carbonica (CO_2).**

Dall'era pre-industriale al 2018 la concentrazione di anidride carbonica nell'atmosfera **è passata da circa 275 a oltre 400 parti per milione (ppm)**.



GISS (Goddard Institute for Space Studies): **dati da stazioni meteo e boe.**
From: http://www.climate4you.com/

Nota: Andamento della concentrazione di anidride carbonica (CO_2) nell'atmosfera nell'ultimo cinquantennio; la netta ondulazione di periodo annuale è dovuta al ciclo stagionale dell'emisfero Nord, ricco di terre emerse e vegetazione, che assorbe la CO_2.



RSS MSU (Remote Sensing Systems - Microwave Sounding Units): **dati da satellite**.
From: http://www.climate4you.com/

Nota: Andamento della concentrazione di anidride carbonica (CO_2) nell'atmosfera nell'ultimo cinquantennio; la netta ondulazione di periodo annuale è dovuta al ciclo stagionale dell'emisfero Nord, ricco di terre emerse e vegetazione, che assorbe la CO_2.

L’aumento della anidride carbonica

Attualmente, la concentrazione di anidride carbonica sta crescendo di **oltre 2 ppm/anno**, e ha superato le 400 ppm.

Sulla curva di figura precedente si può notare **un certo rallentamento della crescita negli anni 1990**: è probabile che esso sia dovuto al **crollo del sistema sovietico**, con la chiusura di un gran numero di centrali ed impianti obsoleti ed inefficienti in URSS e nei paesi satelliti. Questa può essere considerata una prova **dell’origine antropica dei gas-serra** (oltre che della tragica riduzione del tenore di vita verificatasi in quei paesi nella nostra quasi totale indifferenza).

Il futuro della anidride carbonica

Le **correlazioni dinamiche tra le principali variabili climatologiche** sono essenzialmente **di tipo integrale**, cioè la variabile a valle è l'integrale di quella a monte, salvo la presenza di retroazioni stabilizzanti con costanti di tempo più o meno lunghe.

In base a queste correlazioni, **per una istantanea immissione (o sottrazione) di CO_2** nell'atmosfera, il **92%** è ancora presente (o rimosso) **dopo un anno**, il **64% dopo 10 anni**, il **34% dopo 100 anni**, ed il **19% dopo 1000 anni**.

Il futuro dell'effetto-serra

Appare quindi evidente come **l'effetto-serra**, se veramente esiste, **sia già "decollato"** con un andamento che è correlato all'"integrale" dell'incremento di concentrazioni di gas-serra già avvenuto rispetto ai tempi preindustriali. Questo **incremento è già molto notevole** (per l'anidride carbonica, **da circa 275 a oltre 400 ppm**: **oltre il 40%**), e persisterà comunque in larga misura **per molti secoli**.

Tale incremento provocherà **un aumento della temperatura** dell'atmosfera non solo finché venisse bloccato, ma **finché non fosse del tutto eliminato** con il ritorno alle concentrazioni preindustriali.

Clima ed energia: possibili future dinamiche

Senza interventi attivi, il **ritorno alle concentrazioni preindustriali** mediante il ciclo del carbonio "naturale" non sarebbe possibile **neanche dopo un millennio**.

Se comunque, **mediante interventi attivi**, si ritornasse alle **concentrazioni preindustriali**, a quel punto **resterebbero poi da raffreddare l'atmosfera e soprattutto gli oceani** (evento quest'ultimo molto più arduo e lento, dato il loro enorme contenuto di calore).

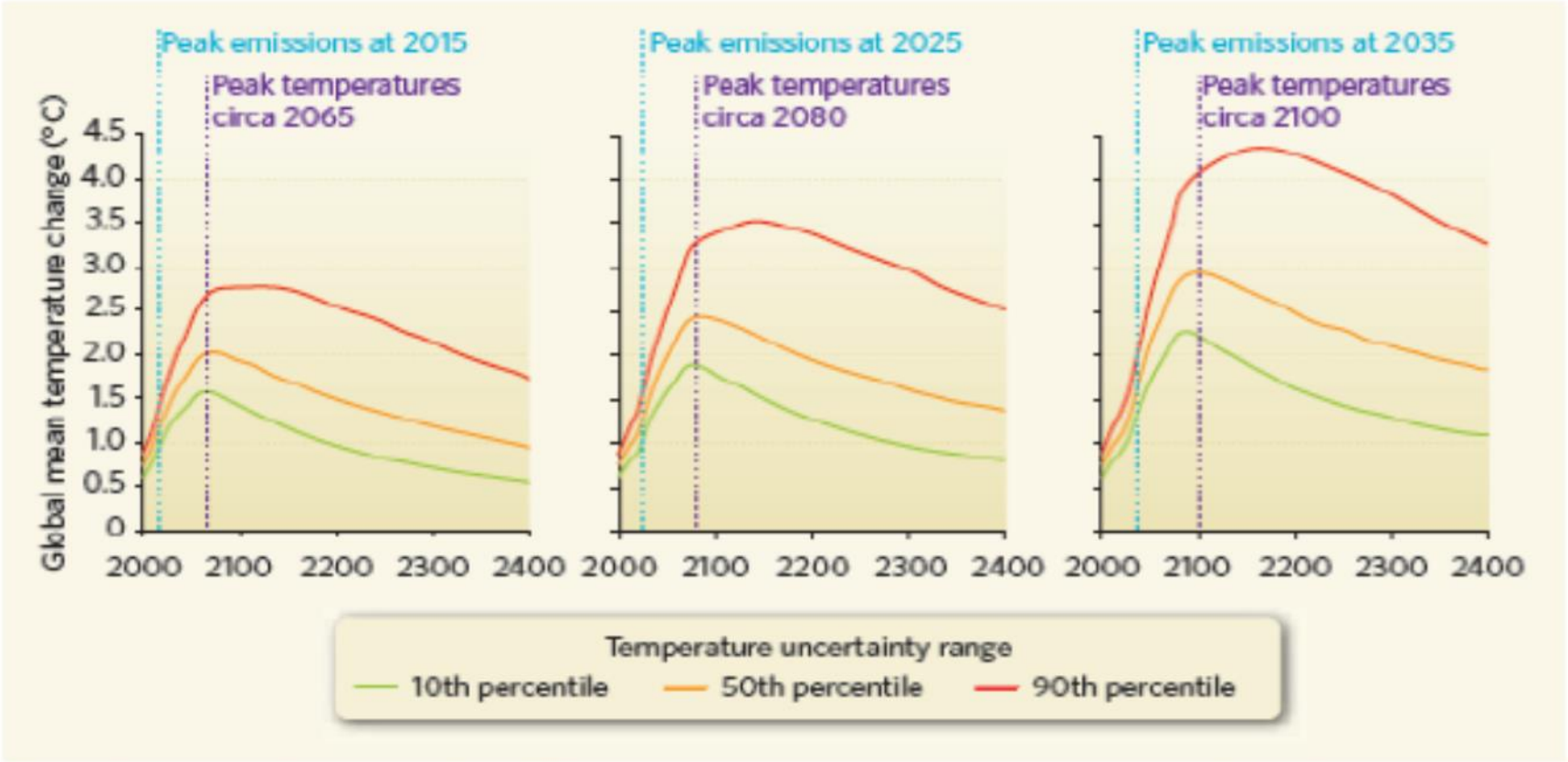


Figure 1 | Temperature scenarios. Global average surface temperature scenarios for peak emissions at three different dates (2015, 2025 and 2035) with 3%-per-year reductions in greenhouse-gas emissions.

Fig. 13 - Scenari fino all'anno 2400 della temperatura superficiale globale media, per diverse date di raggiungimento del picco delle emissioni, e nell'ipotesi che dopo il picco le emissioni vengano ridotte regolarmente del 3% all'anno. (Da: M. Parry et al. "Overshoot, adapt and recover" *Nature*, Vol. 458, pp. 1102-1103 - 30 April 2009).

La dinamica del sistema energetico globale

La **potenza utilizzata nel mondo** è oggi pari a circa **16 TW** (terawatt), di cui **l'80% proviene da combustibili fossili**. Circa **il 20% è oggi utilizzata sotto forma elettrica** (3 TW, equivalenti a circa 3000 grandi centrali).

Secondo gli **"ambientalisti ideologici"** (e molti politici al loro seguito), l'unica via accettabile per ridurre le emissioni sarebbe lo **sfruttamento delle energie rinnovabili**, in particolare la **eolica** e **la solare fotovoltaica**, che però producono solo energia elettrica.

Ma vediamo gli **«ordini di grandezza»** delle potenze e delle infrastrutture richieste.

La crescita della domanda di energia

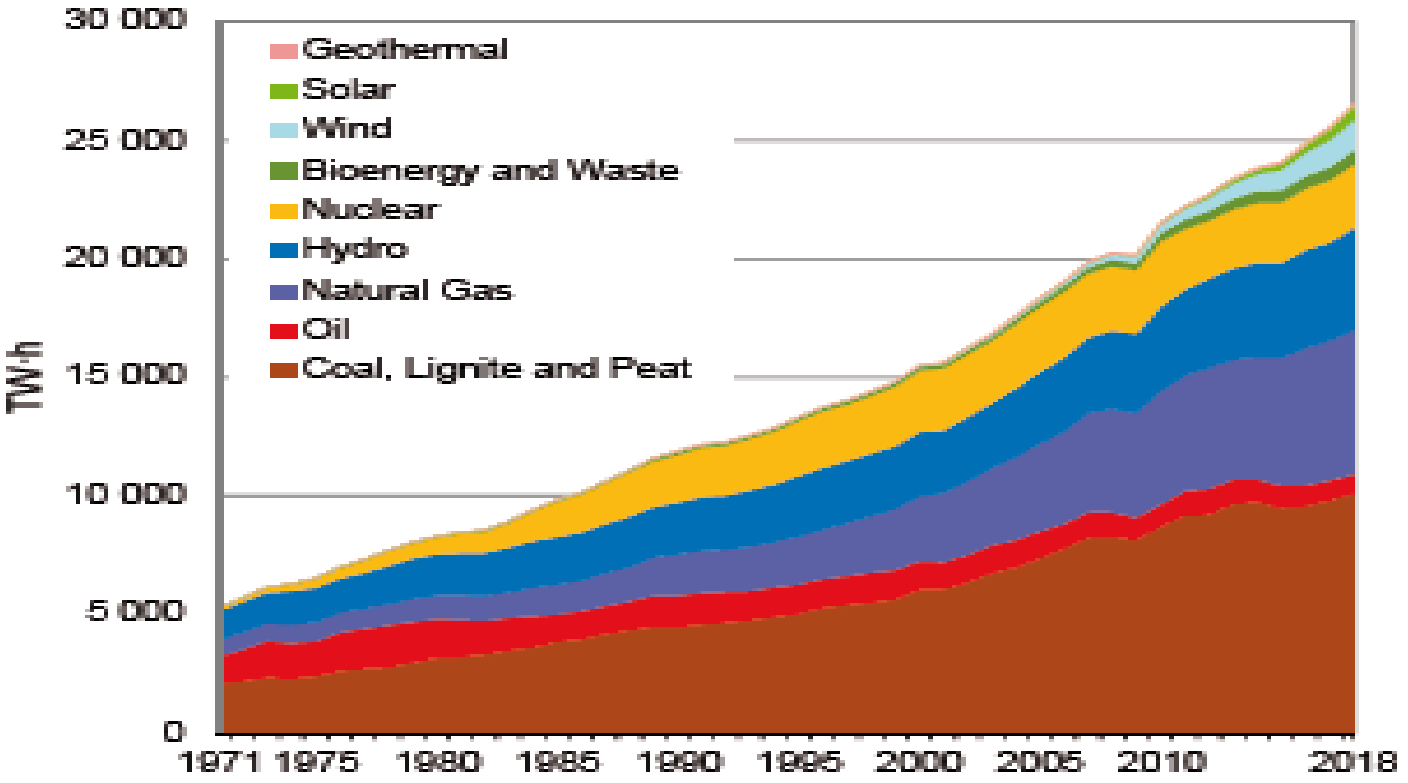
Negli ultimi anni la produzione di energia era cresciuta di circa **il 2% all'anno**, e nonostante la recente recessione (peraltro poco risentita nei grandi Paesi in via di sviluppo) si ritiene che **prosegua a quel ritmo per molti anni ancora** (mentre il prodotto lordo mondiale potrà crescere anche più rapidamente, grazie alla riduzione della "intensità" energetica).

Come limitare il riscaldamento ai 2°C

Ma i **climatologi** ci dicono anche che, per mantenere (con il 50% di probabilità) **entro i 2°C** l'aumento di temperatura dovuto all'effetto-serra antropico, le nostre emissioni di gas-serra, **raggiunto il massimo non dopo il 2015**, avrebbero dovuto **scendere del 3% all'anno**. Dovremmo allora sostituire fonti fossili con fonti "carbon-free" per un totale di 16.000 x (2+3)% = **800 GW "carbon-free" l'anno**.

Per la sola **energia elettrica**, che sarà la **forma di energia sempre più utilizzata** (potrà arrivare al 25% nel 2040), saranno necessari **200 GW "carbon-free" l'anno**.

FIGURE 4. BREAKDOWN OF WORLD TOTAL ELECTRICITY PRODUCTION BY ENERGY SOURCE DURING THE PERIOD 1971–2018



Note: Estimates are expressed in gross figures. Gross electricity production is the total electrical energy produced by all generating units and installations, including pumped storage, measured at the output terminals of the generators.

From: INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Energy, Electricity and Nuclear Power Estimates for the Period up to 2050, Reference Data Series No. 1, IAEA, Vienna (2019).

Le fonti energetiche rinnovabili (1/3)

Fonti energetiche rinnovabili sono le seguenti:

- biomasse,
- idraulica,
- solare termica, termodinamica e fotovoltaica,
- eolica,
- geotermica, ad alta e bassa entalpia,
- oceanica mareale, ondosa e termica.

Tutte le **sorgenti rinnovabili**, salvo la geotermica ad alta entalpia, soffrono all'origine di **ridottissime densità di potenza per unità di superficie**.

Le fonti energetiche rinnovabili (2/3)

Per l'energia da **biomasse**, l'**idraulica** e la **geotermica**, da secoli **l'Uomo** ha trovato, **anche previa concentrazione ed accumulo**, i modi per **uno sfruttamento conveniente**, almeno **in particolari situazioni geografiche ed economiche**.

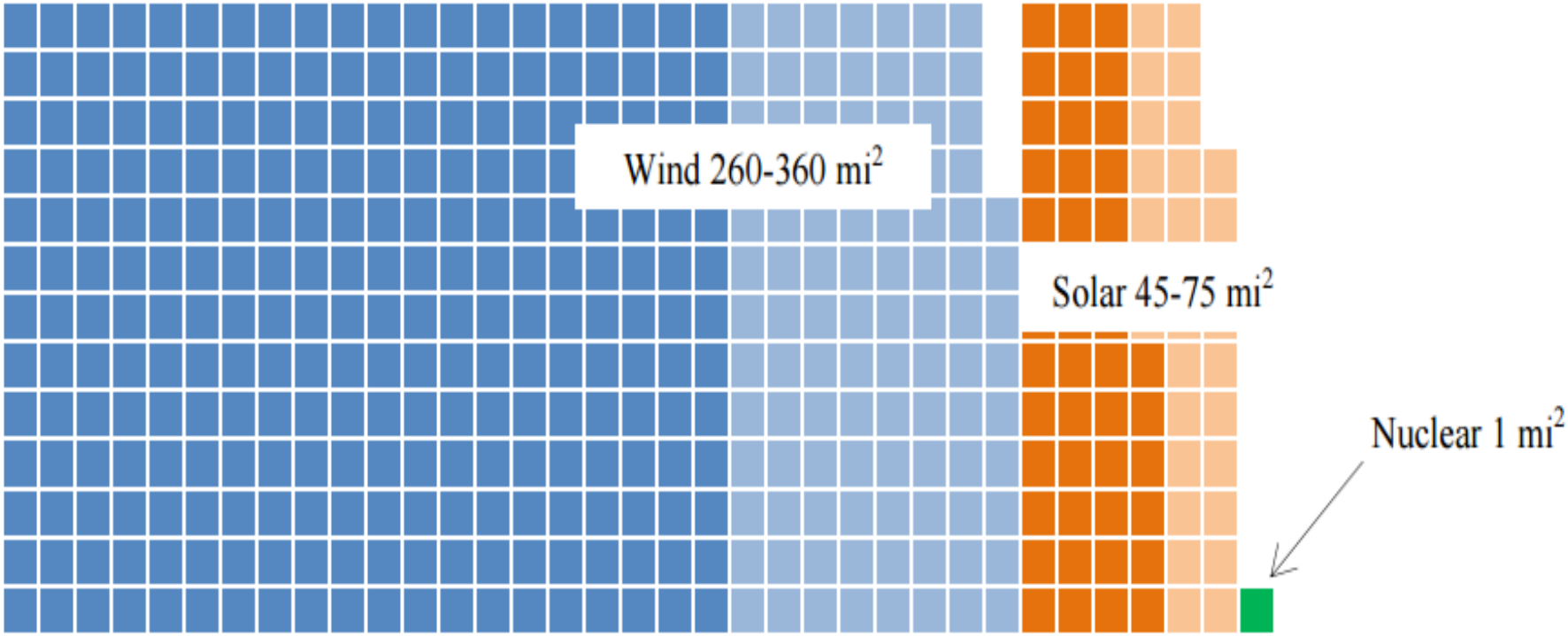
Ma la **idroelettrica** è già largamente sfruttata almeno nei Paesi sviluppati, ed un ulteriore sfruttamento, pure possibile anche sulle Alpi ed in Scandinavia, incontra a sua volta **l'opposizione degli ambientalisti**.

Le fonti energetiche rinnovabili (3/3)

Invece per le **"nuove rinnovabili"**, e cioè in particolare la **solare termica, termodinamica e fotovoltaica, e l'eolica**, la implementazione ingegneristica comporta **l'occupazione di vaste aree territoriali o marine**, e quindi:

- la costruzione e la gestione di **immense infrastrutture**, con l'utilizzo di **materiali anche pregiati** e di
- **una grande quantità di energia** che spesso è una frazione considerevole di quella producibile dall'impianto stesso in tutta la sua vita utile.

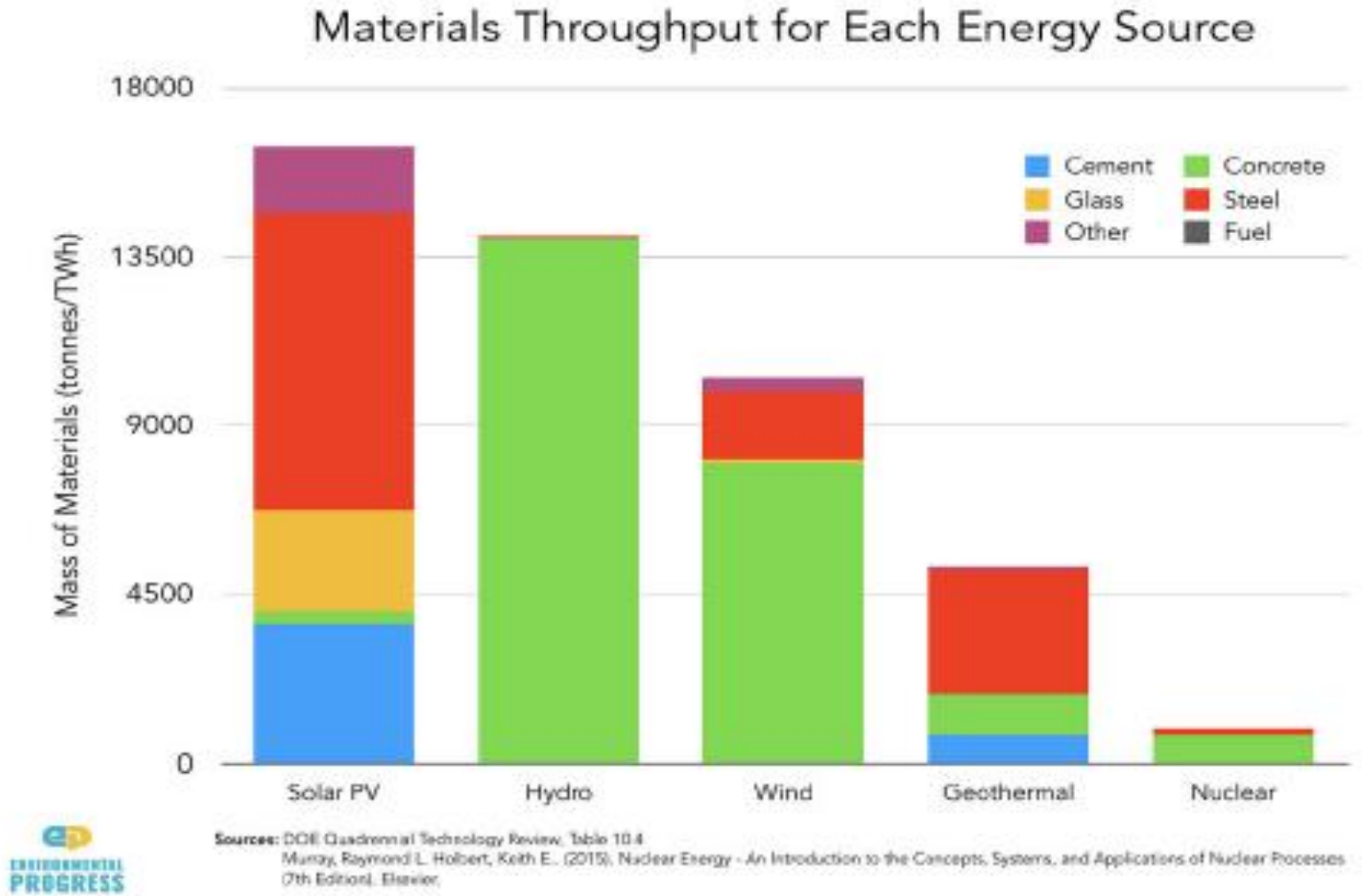
Aree occupate da diverse opzioni energetiche per produrre la stessa energia nell'anno



mi^2: square mile.

From: https://images.angelpub.com/2017/08/42485/battery221.png

Confronto tra le opzioni energetiche: il fabbisogno globale di materiali per impiantistica e combustibili



From: https://www.energycentral.com/c/ec/are-we-headed-solar-waste-crisis

Limiti delle rinnovabili non-programmabili

Inoltre, **solare ed eolico** (le «nuove rinnovabili») sono **intermittenti e non-programmabili**, e richiedono quindi la **coesistenza in rete di generatori od accumuli regolabili aventi una potenza paragonabile**.

Altrimenti, si constata che la **"penetrazione"** (frazione di mercato soddisfatta) di **una data fonte non-programmabile** diviene **insostenibile**, anche economicamente, **se supera il "fattore di capacità"** di quella fonte, cioè il rapporto tra l'energia effettivamente prodotta in un anno, e quella teoricamente producibile se il generatore lavorasse sempre a piena potenza.

Rinnovabili e accumuli

Accumulare in **batterie elettrochimiche** questa surplus di energia, anche e soprattutto **a livello stagionale** (tra estate e inverno) **per il fotovoltaico**, richiederebbe **immensi investimenti**, onerosi anche dal punto di vista ambientale per la fabbricazione e la gestione a fine vita**.** Per **l'accumulo elettrochimico, in Germania**, si stima un investimento dell'ordine di **mille miliardi di Euro**.

L'**Italia** dispone tuttavia anche di validi **sistemi idroelettrici a caduta e con capacità di pompaggio**, ma essi sono in gran parte **dislocati nelle Alpi**, cioè lontani dalle infrastrutture eoliche e fotovoltaiche, e comunque **anch'essi sarebbero ancora inadeguati**.

Sostenibilità delle «nuove rinnovabili»

In media, tenuto conto delle varie latitudini, **il «fattore di capacità» è del 10% del solare e del 20% dell'eolico**.

Allora i **200 GW elettrici** senza emissioni **da aggiungere ogni anno nel mondo** potrebbero essere forniti:

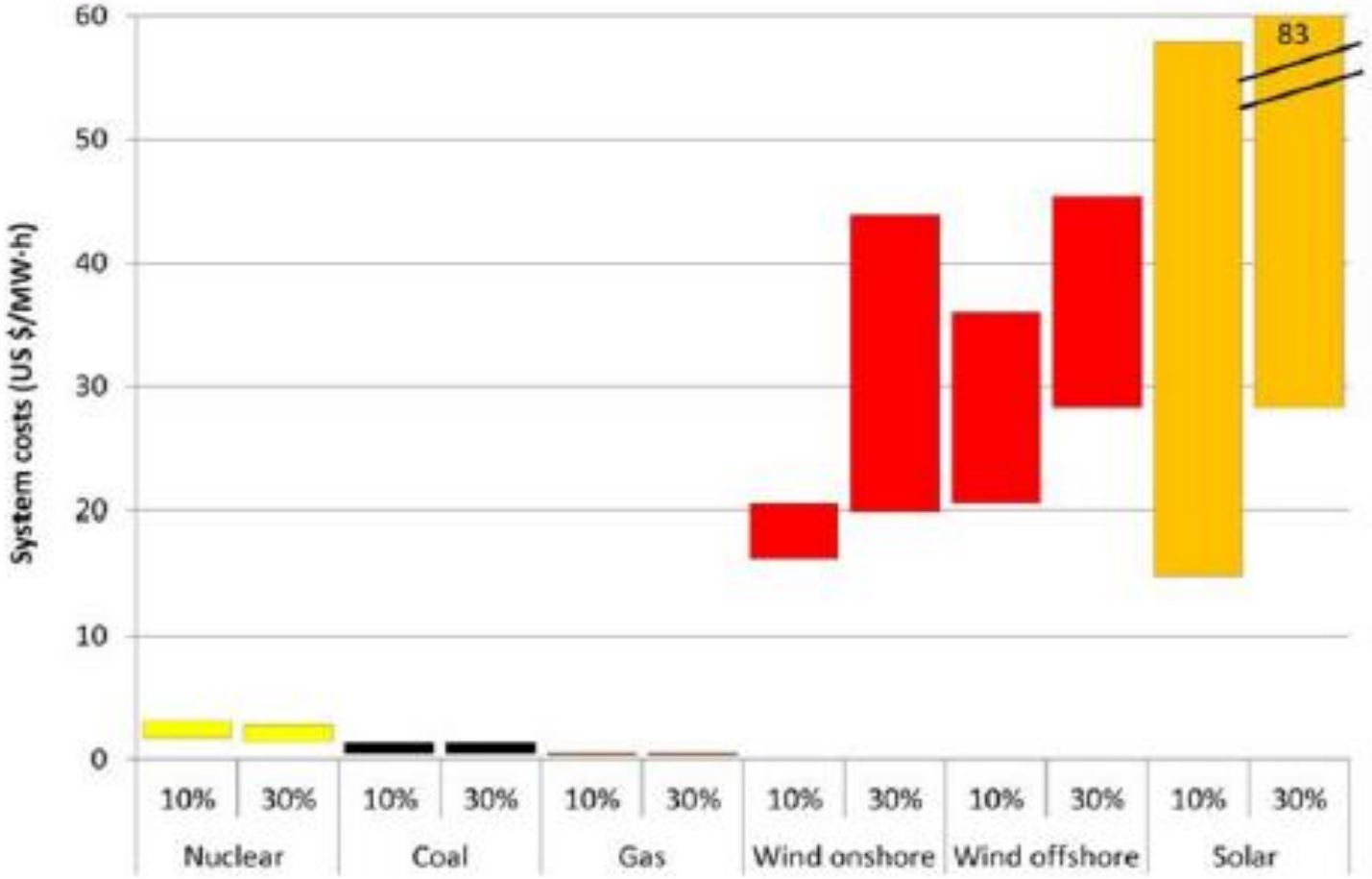
- da 200 x 10 = **2000 GW di solare**, oppure
- da 200 x 5 = **1000 GW di eolico**.

Supponendo costi anche solo di **1000 dollari/kW**, si tratta dei seguenti investimenti annuali:

- **2000 miliardi di dollari/anno** per il **solare**, oppure
- **1000 miliardi di dollari/anno** per l'**eolico**.

Inoltre, per alte «penetrazioni» di queste fonti (oltre il 15%, come già oggi in Italia), si è già spiegato che, per far fronte alla mancanza di sole o di vento, occorrerebbe anche installare **in rete generatori convenzionali e/o sistemi di accumulo aventi una potenza paragonabile**, costosissimi e comunque dannosi per l'ambiente.

Figure 2: Ranges of system costs (backup, balancing, grid connection, reinforcement and extension) of selected technologies at their 10% and 30% shares in the grid in selected countries (Finland, France, Germany, Republic of Korea, United Kingdom and the USA).[44]



From:
http://energyforhumanity.org/wpcontent/uploads/2019/09/Sustainable_Nuclear_consultation_web_pages.pdf

Un esempio di centrale a biomasse: la Drax nel Regno Unito (1/2)

Drax was once Britain's biggest coal-fired power station (6x660 = 3960 MWe)**. It now burns millions of tons of wood pellets each year.** *(omissis).* Perhaps most damningly of all, its hunger for wood fuel is **devastating hardwood forests in America**, to the fury of US environmentalists, who say that far from saving the planet, companies like Drax are destroying it.

From: http://www.dailymail.co.uk/news/article-3113908/How-world-s-biggest-green-power-plant-actually-INCREASING-greenhouse-gas-emissions-Britain-s-energy-bill.html

Un esempio di centrale a biomasse: la Drax nel Regno Unito (2/2)

Enviva Ahoskie are chopping down hard wood forest in North Carolina to make wood pellets for fuel for the Drax company in the UK.

Gli stessi ambientalisti ora si chiedono se ha senso tagliare alberi d'alto fusto per fare pellets in America, trasportarle per 10.000 km in UK, bruciarle, e aspettare decenni che altri alberi riassorbano il carbonio emesso…

From: http://www.dailymail.co.uk/news/article-3113908/How-world-s-biggest-green-power-plant-actually-INCREASING-greenhouse-gas-emissions-Britain-s-energy-bill.html

Energia idroelettrica: la più potente delle rinnovabili

La diga delle Tre Gole, Cina.

Con la sua capacità di 22.500 megawatt e 98,8 terawattora generati ogni anno, è **l'impianto energetico più potente al mondo**. Si tratta di una centrale idroelettrica alimentata dalle acque del fiume Yangtze, nella provincia di Hubei.

*From:*http://www.repubblica.it/ambiente/2015/09/11/foto/energie_da_record_ecco_le_centrali_piu_potenti_al_mondo-122672058/1/#1

Ancora la diga delle Tre Gole in Cina…

*From:*https://www.ilturista.info/ugc/foto_viaggi_vacanze/225Cosa_visitare_in_Cina_dalla_Grande_Muraglia_alla_Diga_delle_tre_gole/?idfoto=5128

Idroelettrico: Italiani sempre all’avanguardia nel mondo

17/12/2016 - Inaugurata in Etiopia GIBE III, la più importante diga nel Paese, con una capacità installata di 1870 MW, e la più grande al mondo del suo tipo.

Da: https://www.salini-impregilo.com/it/lavori/in-corso/dighe-impianti-idroelettrici/progetto-idroelettrico-gibe-iii.html

ETIOPIA: LA TORRE D'ACQUA DELL'AFRICA

Gerd e Koysha, due grandi progetti che vedranno la luce nei prossimi anni. Il primo, Gerd, è già in fase di realizzazione. La **Grand Ethiopian Renaissance Dam** sorge a 700 chilometri da Addis Abeba. Qui, a poca distanza dal confine con il Sudan, **Salini Impregilo** sta costruendo quella che – una volta conclusa – sarà la diga più grande d'Africa e una delle prime dieci al mondo con una **potenza installata complessiva di 6.000 MW e una produzione prevista di 15.000 GWh/anno.** Grazie alle **esportazioni** verso Sudan, Djibouti, South Sudan e Yemen si prevedono **introiti** per un valore di **2 miliardi di dollari l'anno**.

Da: https://www.webuildvalue.com/it/numero-speciale/gerd-e-koysha-le-dighe-del-futuro.html

ETIOPIA: LA SFIDA ENERGETICA DEL CONTINENTE AFRICANO

Ad oggi circa **l'85% dell'energia elettrica generata in Etiopia viene da impianti idroelettrici**. **L'Etiopia** sta infatti investendo **risorse pari a un terzo del Pil nazionale nella produzione di energia idroelettrica**, con l'**obiettivo di arrivare nel 2035 a generare 40mila MWe sfruttando i grandi bacini idrici** che attraversano il Paese.

Si tratta di **un sistema di produzione e distribuzione di energia idroelettrica interconnesso**, e destinato sia al mercato **interno** che a quello **estero**. Negli ultimi cinque anni **la domanda interna è cresciuta ad un ritmo medio del 25% all'anno**; per il futuro si parla di una media annuale del 32%. Alla domanda domestica, si aggiunge **l'opportunità rappresentata dalla vendita di energia a nazioni più o meno vicine.**

L'impegno di **Salini Impregilo in Etiopia** ha un doppio significato: da un lato l'esigenza strategica di **sfruttare al meglio la risorsa idrica di cui il territorio è ricco**; dall'altro **l'ambizione di seguire un percorso di sviluppo che sia sostenibile e rispettoso dell'ambiente**, nell'ambito dell'ambizioso proposito di **far diventare il Paese un produttore «carbon-neutral» entro il 2025.**

Da: https://www.webuildvalue.com/it/numero-speciale/la-torre-d-acqua-dell-africa.html

Energia geotermoelettrica: Italia pioniera a Larderello

From: http://www.edilone.it/news/cantiere/impianti-geotermici-una-storia-soprattutto-italiana/

Impianto fotovoltaico più grande in Europa a Rovigo

Potenza Impianto: 70,5 Megawatt (70.500 kW di picco; 8000 kW medi nell'anno)

Numero di moduli fotovoltaici utilizzati: 280 mila

Superficie impianto: 850 mila metri quadrati, cioè 119 campi di calcio

CO2 risparmiata ogni anno: 40.000 ton. (come quella emessa da circa 8.000 automobili)

Costo finale del progetto: quasi 280 milioni di Euro

Produce una energia che è meno dell'1% di quella prodotta da un impianto a gas o nucleare da 1000 MWe, ed è «non dispacciabile» (c'è solo quando c'è il sole).

From: http://www.eolosolare.it/news/105-il-piu-grande-impianto-fotovoltaico-d-europa.html

Energia eolica e il paesaggio

In Italia, crescente opposizione anche da parte degli ambientalisti.

From: http://gognablog.com/lenergia-eolica-e-il-paesaggio-massacrato/

Il primo parco eolico del Mediterraneo sarà a Taranto: al lavoro un'azienda francese

Tarantoindiretta.it - Redazione - 13 marzo 2017

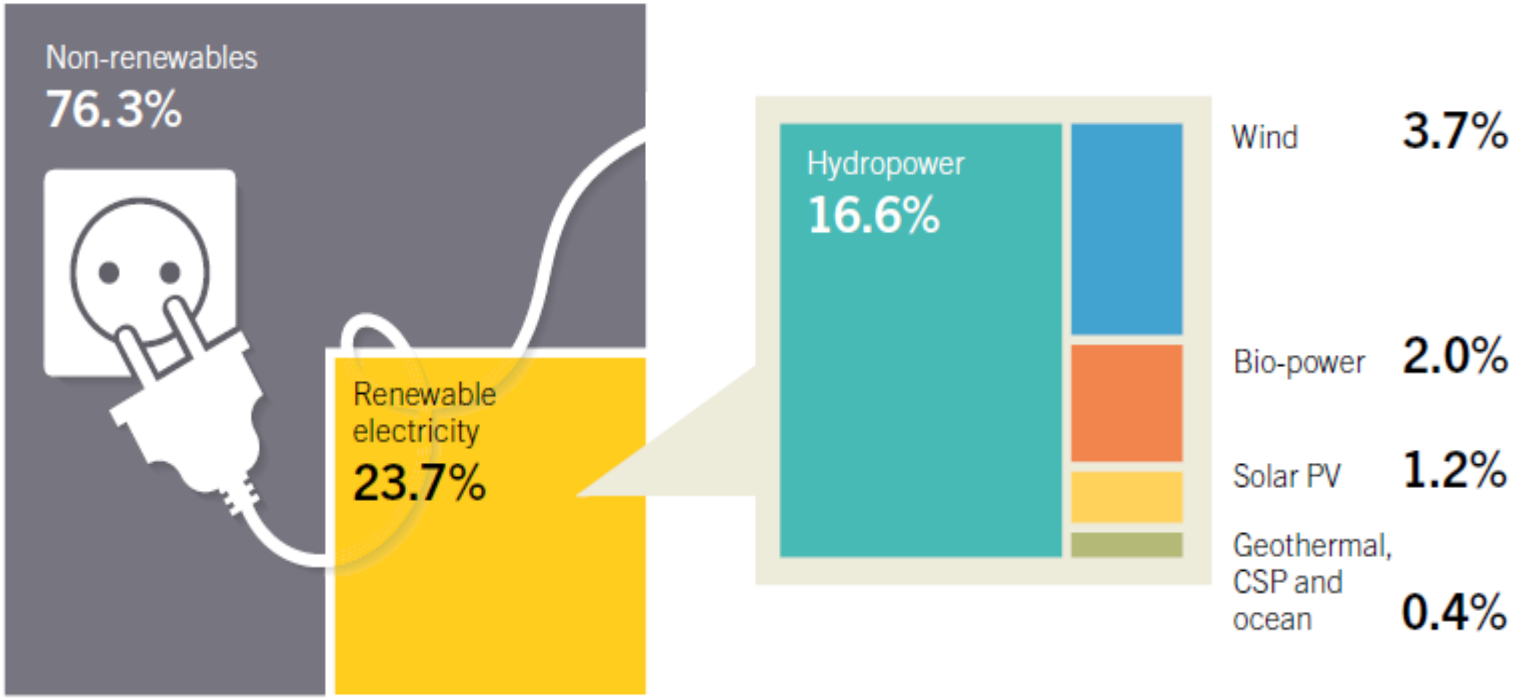
Il progetto di Beleolico intende costruire inizialmente 10 turbine off-shore con una potenza nominale di 3 MW ciascuna per una produzione annuale prevista di 80 GWh [fattore di carico: (80.000:8760) : 30 = 30%].

Produce una energia che è meno dell'1% di quella prodotta da un impianto a gas o nucleare da 1000 MWe, ed è «non dispacciabile» (c'è solo quando c'è il vento).

From: http://www.tarantoindiretta.it/news/primo-parco-eolico-del-mediterraneo-sara-taranto-al-lavoro-unazienda-francese/

Le rinnovabili elettriche nel mondo

Estimated Renewable Energy Share of Global Electricity Production, End-2015

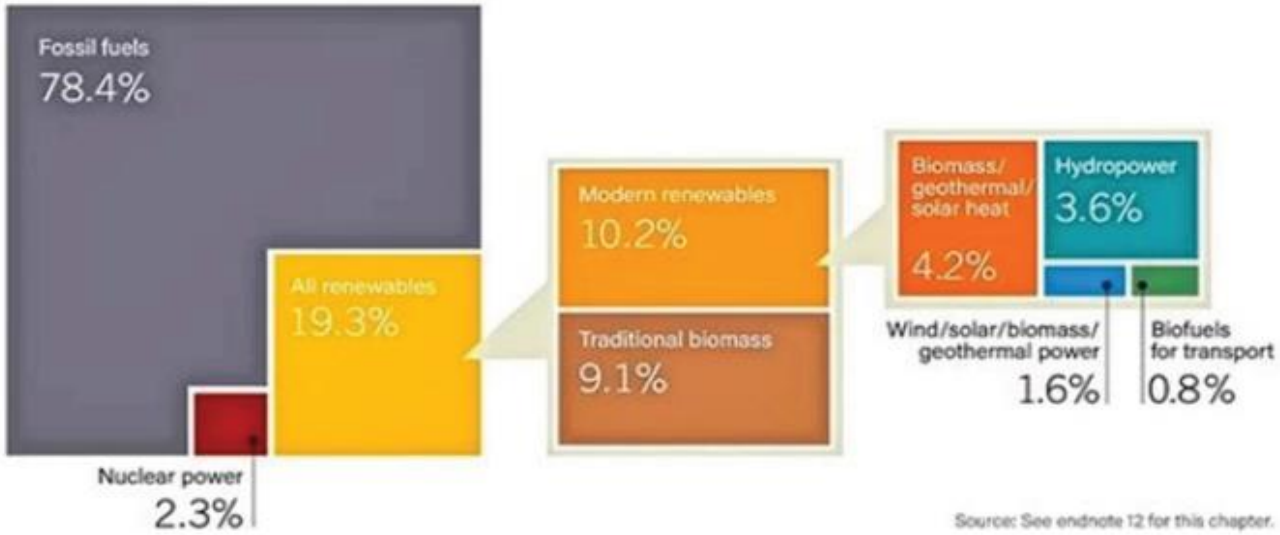


Based on renewable generating capacity at year-end 2015. Percentages do not add up internally due to rounding.

From: http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2016/06/GSR_2016_Full_Report.pdf

Le fonti di energia primaria nel mondo

The report presents the following breakdown of total 2015 world energy consumption provided by fossil, nuclear, hydro, geothermal, biomass and other renewable energy resources.

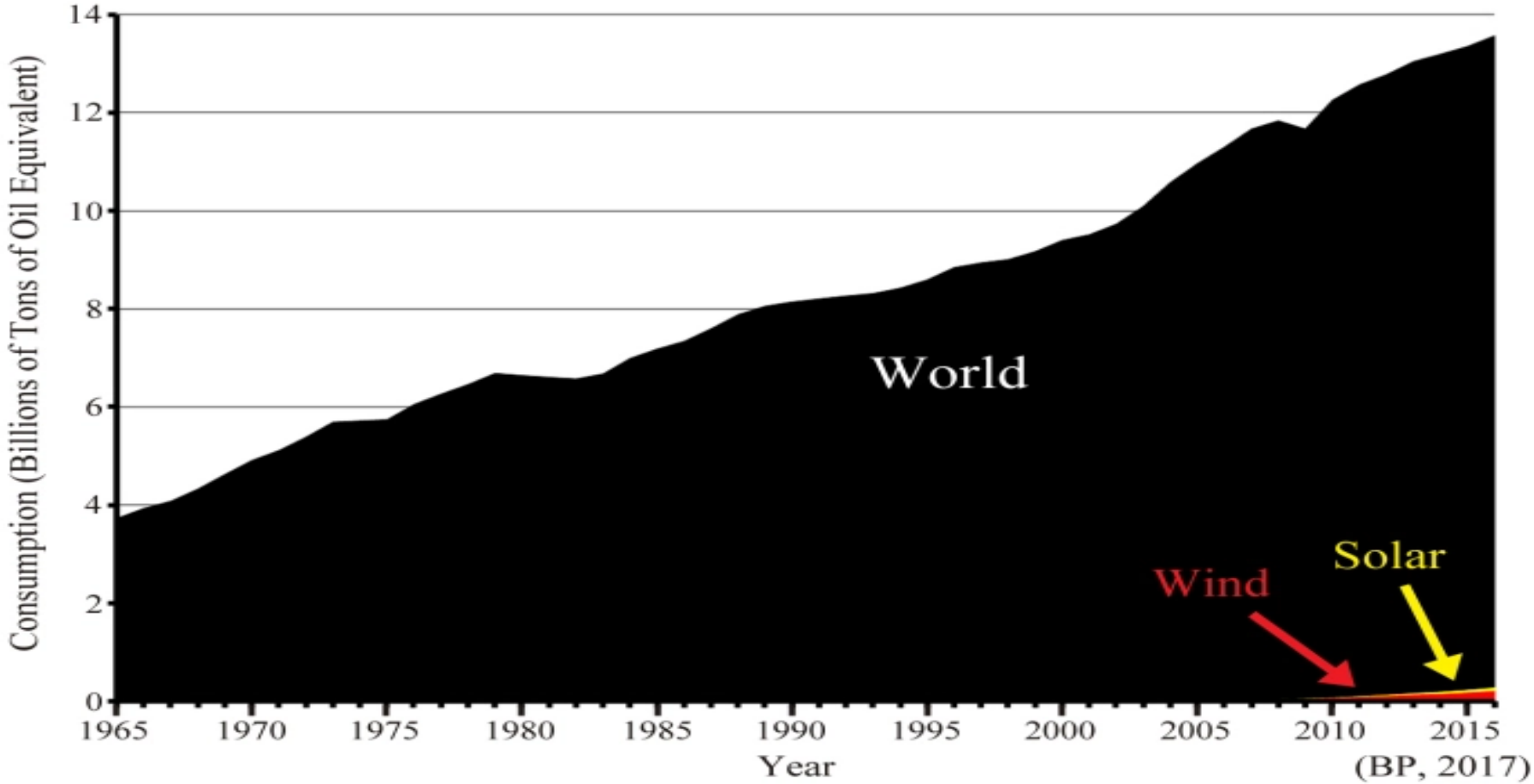


The category "traditional biomass" (9.1 percent of global energy) reflects the global twigs, leaves and dung fuel sources use while the category "Modern renewables" (10.2 percent of global energy) reflects wind, solar, geothermal and biomass from mostly government crop subsidized energy programs.

Investment data is provided for renewables showing that since 2006 nearly $2.5 trillion has been funneled into government mandated renewable energy programs globally.

From: «Shocker: Government mandated trillions in global renewable investment tally» Guest essay by Larry Hamlin - *Watts Up With That - June 17, 2017*

Total World, Wind, and Solar Energy Consumption (1965-2016)

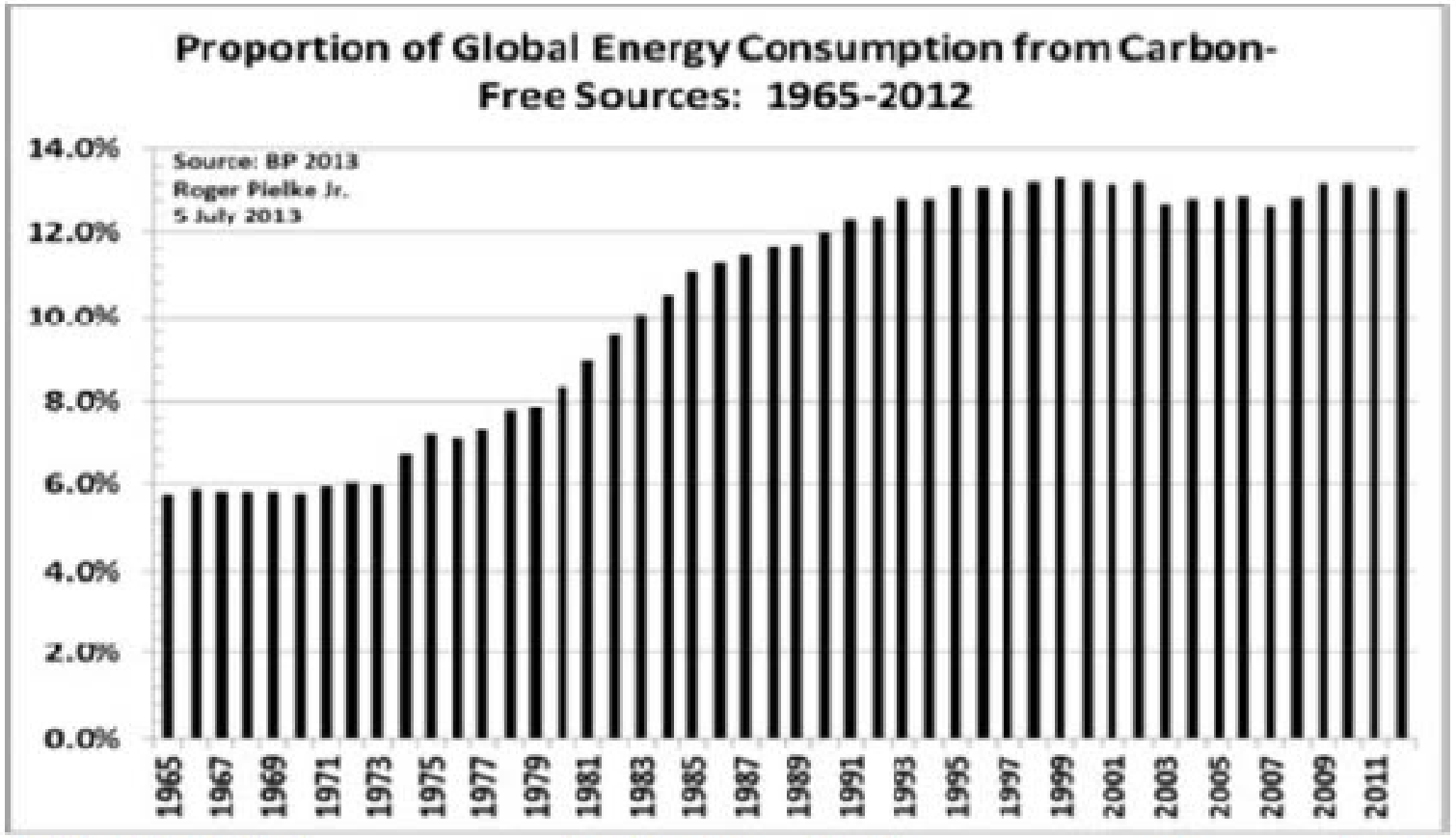


Since 1965, global energy consumption more than tripled to 13.3 billion tons of oil equivalent, according to the BP Statistical Review of World Energy. In 2016, wind and solar provided about two percent of the total. Each year the world consumes an additional United Kingdom worth of energy. Wind and solar sources are unable to supply even the annual growth in world demand, let alone replace our traditional energy sources.

From: https://wattsupwiththat.com/2018/02/06/global-investment-in-renewable-energy-has-stalled/

From: Roger Pielke, Jr "**Clean Energy Stagnation**" The Breakthrough Institute, 09 July ~~203~~2013

Growth in Renewables Outpaced by Fossil Fuels



BP, in its excellent annual statistical report on world energy, provides data that allows us to answer this question. The figure above shows the proportion of global energy consumption that comes from carbon-free sources. These sources include nuclear, hydro, solar, wind, geothermal, and biomass. The graph shows that from 1965 to 1999 the proportion of carbon-free energy in global consumption more than doubled to more than 13 percent, coincident with nuclear power increasing by a factor of 100 and hydropower by a factor of 6.

L’opzione nucleare

Esiste poi **l’opzione nucleare, non rinnovabile ma sostanzialmente «carbon-free»**. I **200 GW elettrici** senza emissioni da aggiungere ogni anno potrebbero essere forniti da **150 impianti da 1500 MWe** ciascuno, per i quali è possibile un «**fattore di capacità» prossimo al 90%**.

Se prodotti in serie, potrebbero costare **5 miliardi di dollari ciascuno**: **per ogni anno**, sia l’**investimento totale** di **750 miliardi di dollari**, sia il **nuovo territorio occupato**, sarebbero **molto più abbordabili** rispetto alle opzioni precedenti.

Energia nucleare: fusione e fissione

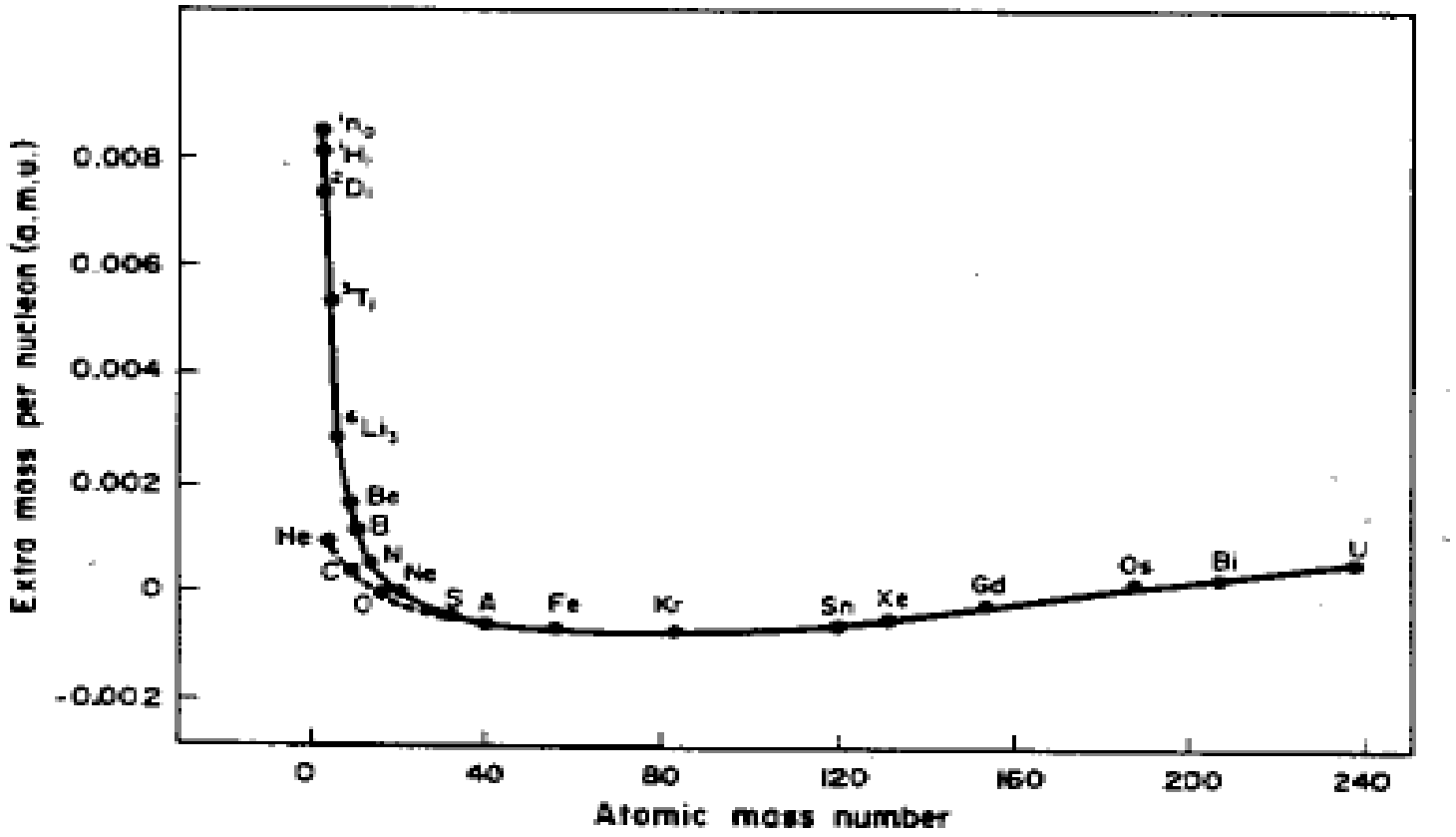


Fig. 7. Nuclear extramass of the elements.

Fig. 7 – Extramassa nucleare degli elementi.
a.m.u.: atomic mass unit *(unità di massa atomica)*.

Da: C. Marchetti "10^{12}: A CHECK ON THE EARTH-CARRYING CAPACITY FOR MAN" *Energy* Vol. 4, pp. 1107-1117 – Pergamon Press Ltd., 1979.

Energia nucleare: “fissione” e “fusione”

L’energia nucleare può essere ottenuta **spaccando** con neutroni **nuclei pesanti** (fissione), oppure **fondendo nuclei leggeri** (fusione).

Per la **fusione**, tuttavia, tenuto conto:

- delle **persistenti difficoltà** negli esperimenti per il raggiungimento di un **guadagno netto** di energia,
- dei successivi **problemi tecnologici**, ancora in buona parte ignoti,

nel corso di questo secolo non appare realistico farvi affidamento come risorsa energetica.

2 dicembre 1942: l'inizio dell'"era nucleare"

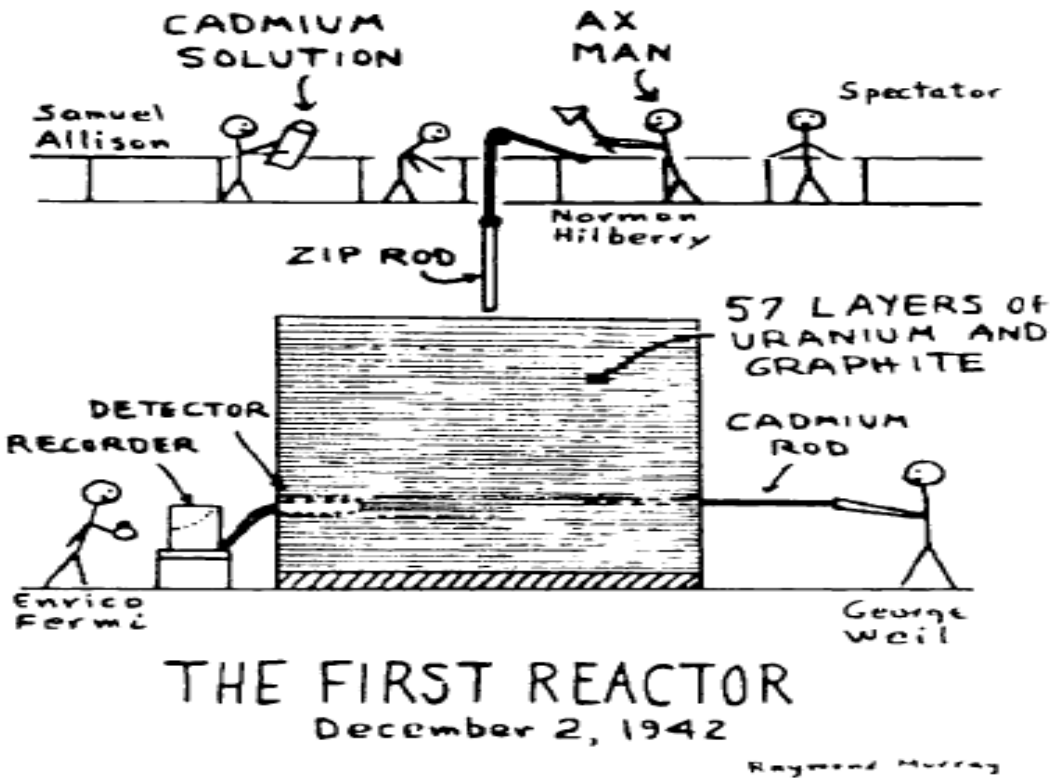
Per la **fissione**, invece, **Enrico Fermi**, nella appena assemblata **Chicago Pile 1** (CP-1), riesce ad attivare nelle condizioni previste una **"reazione neutronica a catena" che diverge esponenzialmente**, la tiene sotto controllo, e **la spegne al momento voluto**.

Telefonata tra **Arthur Compton** e **James B. Conant**:

Compton: "Il navigatore italiano è sbarcato nel Nuovo Mondo"

Conant: "Come si sono comportati gli indigeni?"

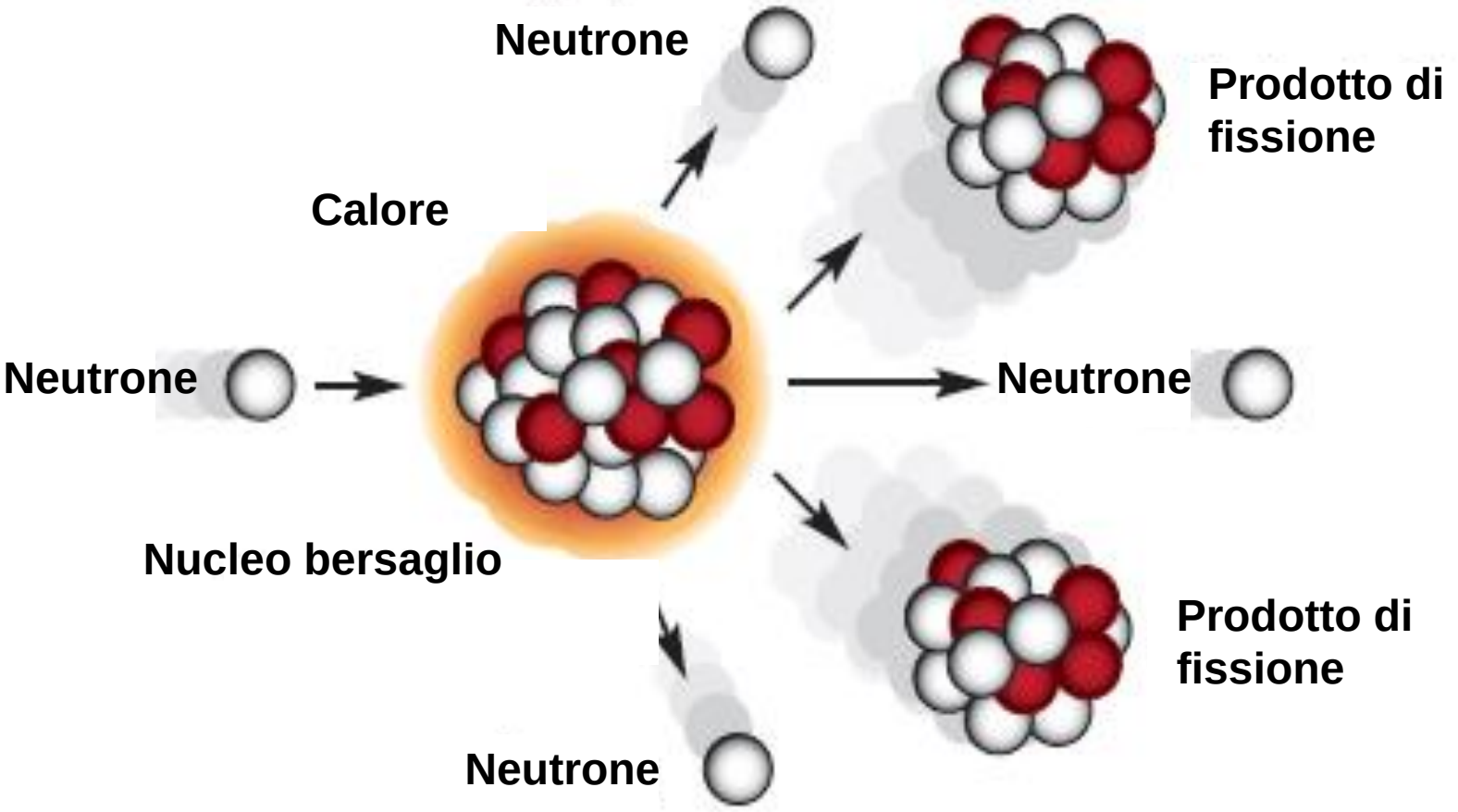
Compton: "Molto amichevolmente"



Vignetta - realizzata da Raymond Murray della North Carolina State University in base alla descrizione fatta dai partecipanti – rappresentante l'esperimento condotto il 2 dicembre 1942 con la pila CP-1. Vicino ai vari dispositivi sono riportati i nomi di coloro che li manovravano. La "zip rod" era una barra di sicurezza di cadmio (potente assorbitore di neutroni) appesa ad una fune collegata ad una puleggia. In caso di pericolo sarebbe stata calata immediatamente. I contenitori di cadmio in soluzione sarebbero stati rovesciati in caso di pericolo. La barra di cadmio veniva estratta segmento per segmento e a ogni arresto veniva misurata l'attività neutronica. Fermi confrontava i risultati con le previsioni basate sulle misure precedenti. Quando si arrivò all'ultimo segmento Fermi era certo che la criticità sarebbe stata raggiunta. Infatti, quando la barra di cadmio fu del tutto estratta, la pila divenne critica e la prima reazione a catena autosostenentesi ebbe luogo. La pila venne lasciata funzionare per ventotto minuti a una potenza massima di 0,5 watt.

Da: «Enrico Fermi – Significato di una scoperta» AIN – ENEA, 2001, pag. 113.

Il processo della “fissione nucleare”



Da: “Nuclear Energy – Just the Facts” Nuclear Energy Institute – 2008 *(modificata).*

Elementi “fissili”

I **nuclei bersaglio** per la fissione possono essere:

- **Naturale**: **Uranio 235**, che è solo circa lo **0,71% dell’uranio naturale** (il resto è **Uranio 238**, che può essere “fertilizzato”: v. sotto), ma è **l’unico spiraglio in natura che ha aperto all’Uomo l’era nucleare**!

- **Artificiali**, tra cui, i più importanti:

Plutonio 239: per “fertilizzazione” dell’**Uranio 238**;

Uranio 233: per “fertilizzazione” del **Torio 232**.

La **fertilizzazione** avviene per **assorbimento di neutroni.**

“Fissione” vs. “Combustione”

Fissione (di un solo nucleo) → **202 MeV**

Combustione: $\mathbf{C + O_2 = CO_2 + 4\ eV}$

Il rapporto tra le energie prodotte è **50 milioni** !!!

In pratica, ciò significa che **la fissione di 1 kg di ^{235}U** produce una quantità di energia paragonabile a quella prodotta **dalla combustione di 3000 tonnellate di carbone**, e con una **densità di potenza** limitata soltanto dalla **capacità ingegneristica di estrarre il calore** dalla struttura moltiplicante:

1 kg di ^{235}U ←===→ 3000 tonnellate di carbone

Energia da fissione: aspetti strategici

Un **impianto da 1000 MWe**, con fattore di carico 80%, produce:

1000x8760x0,8 = 7.008.000 MWh/anno = **7,008 TWh/anno**

(**1/50** del consumo annuale dell'Italia).

Se **a carbone**, ne richiede circa **1,5 milioni di tonnellate/anno**.

Se **nucleare**, richiede 1.500.000/3.000 = **500 kg di ^{235}U/anno.**

Le quantità di **materie prime nucleari** da acquisire, trasportare ed eventualmente da porre in **riserva strategica**, sono **ordini di grandezza inferiori rispetto alle fonti fossili**.

Energia da fissione: aspetti sanitari (1/2)

1 kg di ^{235}U ⟷ 3000 tonnellate di carbone

La **fissione di 1 kg di ^{235}U** produce circa **1 kg di prodotti di fissione** (**radioattivi**, ma **ben confinabili e controllabili**).

Le **3000 tonnellate di carbone** generano circa **10.000 tonnellate di CO_2 ed altri inquinanti gassosi**, che a tutt'oggi vengono dispersi nell'atmosfera, oltre a **centinaia di tonnellate di ceneri** (anch'esse debolmente radioattive!).

Ciò spiega l'aumento di **morbilità (soprattutto polmonare)** dovuto alle polveri ed ai fumi **per le popolazioni dislocate intorno e sottovento alle centrali a carbone**.

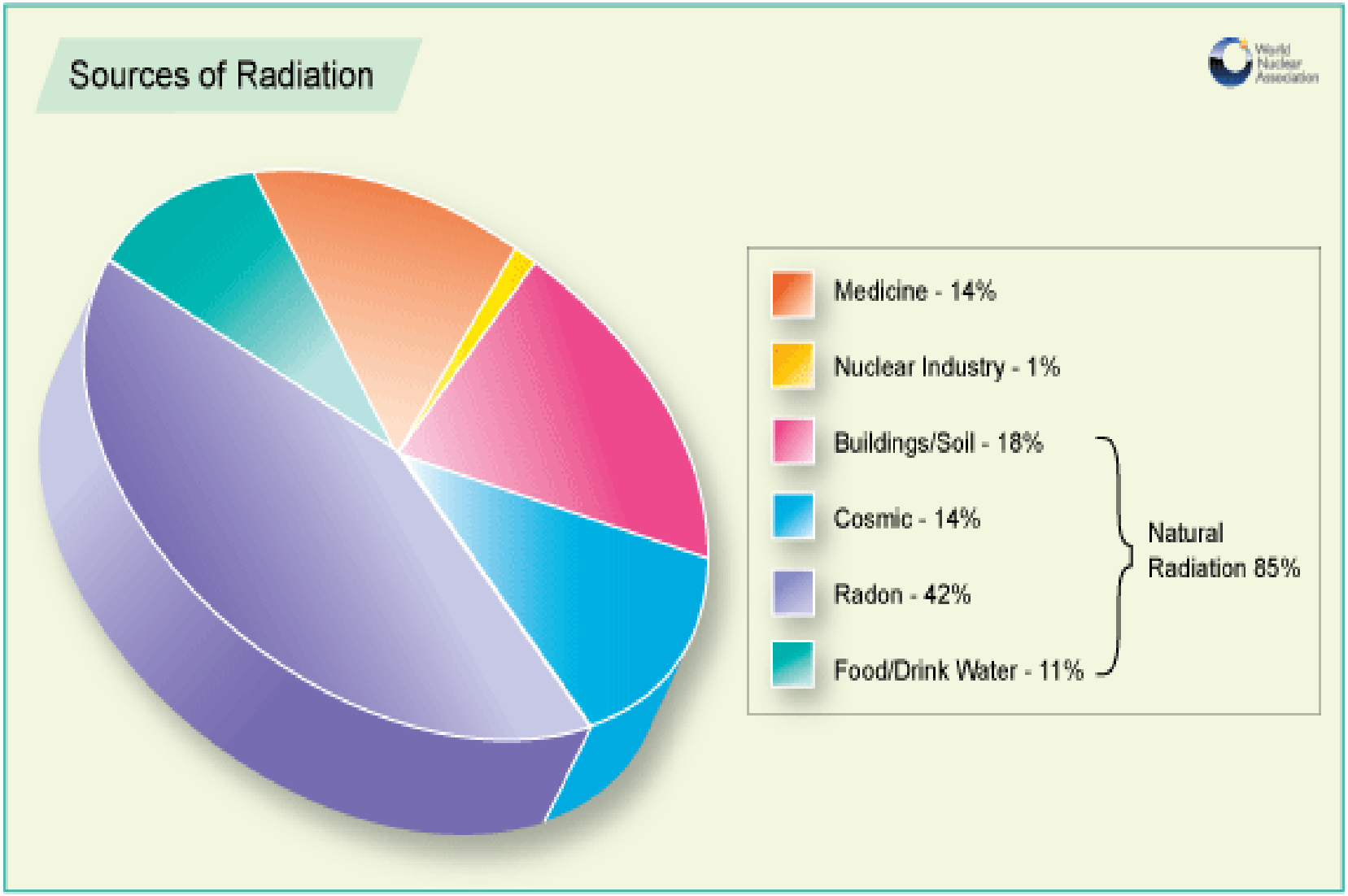
Energia da fissione: aspetti sanitari (2/2)

La **radiazione nucleare** può provenire sia da **attività umane** sia da **sorgenti naturali**.

La **maggior parte** dell'esposizione alle radiazioni proviene da **sorgenti naturali**. Queste includono: la radioattività delle **rocce** e dei **suoli** della crosta terrestre; il **radon**, un gas radioattivo emesso da molte rocce vulcaniche e dai minerali di uranio; e la **radiazione cosmica**.

L'ambiente in cui ha vissuto l'Uomo è sempre stato **naturalmente radioattivo**, ed attualmente esso è la causa di **circa lo 85%** della dose annuale media ricevuta.

From: WNA "Nuclear Radiation and Health Effects" June 2010.



From: WNA "Nuclear Radiation and Health Effects" June 2010.

Due casi di successo: Svezia e Francia (1/2)

Due programmi del passato (**anni '70 e '80 del secolo XX**) si sono rivelati degli **innegabili successi** per il fine che si erano posti (**l'indipendenza energetica** dalle importazioni degli idrocarburi), ma che hanno avuto come **effetto collaterale** una **drastica riduzione delle emissioni di CO_2** dei Paesi interessati.

Si tratta dei **programmi di costruzione delle centrali elettronucleari di Svezia e Francia**, che hanno permesso a quei due Paesi di disporre, ormai da molti anni, di **sistemi elettrici sostanzialmente "carbon-free"**, basati sull'integrazione di **nucleare e idroelettrico**.

Due casi di successo: Svezia e Francia (2/2)

Questi Paesi inoltre stanno **estendendo sistematicamente l'uso dell'elettricità, così decarbonizzata**, anche in altri settori tradizionalmente grandi consumatori di fonti fossili, come:

la **climatizzazione degli edifici** (con **pompe di calore**) ed

i **trasporti** (con **veicoli elettrici**, ed in futuro forse anche **a idrogeno**, ottenibile sia per elettrolisi che per scissione diretta dell'acqua in reattori nucleari ad alta temperatura).

Nucleare vs. fossili: conclusioni

Per la **produzione di energia elettrica**, in particolare, le **esperienze di Svezia e Francia** dimostrano che, per quanto riguarda gli aspetti **tecnologici e industriali**, sarebbe possibile **sostituire in circa trent'anni tutte le fonti fossili attualmente in uso con la fissione nucleare**, coadiuvata, ove possibile e conveniente, con le **energie rinnovabili**, in particolare la **idroelettrica**, che è **agevolmente accumulabile e regolabile**.

Evidentemente, l'effettiva attuazione di una simile impresa dipenderà dalla volontà politica e dalla accettazione dell'opinione pubblica.

Le differenze tra i diversi Paesi

Molte delle cosiddette «**democrazie occidentali**» negli ultimi decenni sono divenute «**demagogie assembleari**», condizionate non più dai mass media ma dai **social media** (e gli **algoritmi dei motori di ricerca polarizzano le opinioni**, invece di favorire una dialettica costruttiva!).

Tali democrazie, quindi, si dimostrano di fatto incapaci di decidere e mantenere **progetti a lungo termine, basati su conoscenze e competenze complesse**.

Ma **non tutti i Paesi del mondo si trovano** in queste condizioni, e **neanche tutte le «democrazie occidentali»**.

Italia e energia: una lunga serie di errori (1/2)

1987 – **Referendum anti-nucleare** post-Chernobyl: «stranded assets» per **100.000 miliardi di Lire**, a carico non di ENEL o industrie, ma degli utenti elettrici (supplemento termico). **Esplosione del debito pubblico**.

Anni 1990 – **Privatizzazione** dell'energia elettrica. ENEL diversifica nelle TLC. **Sussidi a rinnovabili e assimilate**, e quindi anche a gas naturale e bunker.

Settembre 2003 - **Black-out nazionale**, fino a 48 ore al Sud.

2005-2010 – Decreto **«sblocca centrali»**: decine di nuove **centrali a gas** per **decine di miliardi di Euro**.

2008-2015 – **«Bolla» delle «nuove rinnovabili elettriche»**, non-programmabili: sussidi, a carico degli utenti elettrici, per **200 miliardi di Euro su vent'anni**. Prezzo del kWh doppio che in Francia. Delocalizzazione o crisi delle industrie energivore (ALCOA, ecc.). **Il PIL scende del 10% e l'industria del 25%.**

Italia e energia: una lunga serie di errori (2/2)

2011 – Referendum anti-nucleare post-Fukushima: **annullato** programma per la costruzione di **4 impianti nucleari per un totale di 6000 MWe**.

2015 – L'Italia importa circa l'80% del suo fabbisogno energetico: dalla **Russia** oltre il **50% del gas naturale**, da **Francia e Svizzera il 15% dell'energia elettrica** (di origine **nucleare**!).

Ma quali sono **le ragioni psicologiche, sociali, politiche**, per un simile comportamento **autolesionista**? Il fatto è che gli **Italiani**, purtroppo, **per quasi il 50% sono «analfabeti funzionali»**:

Per "*analfabeta funzionale*" si intende un individuo in possesso di un'alfabetizzazione di base, in grado quindi di scrivere e leggere un testo nella sua lingua nativa, ma incapace di comprendere il contenuto di un contratto, di un articolo di giornale o di una domanda di impiego.

www.key4biz.it /cittadini-attivi-analfabetismo-funzionale-il-primato-mondiale-che-nessuno-ci-invidia/176507/

Nazione	Persone funzionalmente analfabete (% con età 16–65) 1994–2003[6]
Italia	47,0
Messico	43,2
Irlanda	22,6
Regno Unito	21,8
Stati Uniti	20,0
Fiandre (Belgio)	18,4
Nuova Zelanda	18,4
Australia	17,0
Svizzera	15,9
Canada	14,6
Germania	14,4
Paesi Bassi	10,5
Finlandia	10,4
Danimarca	9,6
Norvegia	7,9
Svezia	7,5

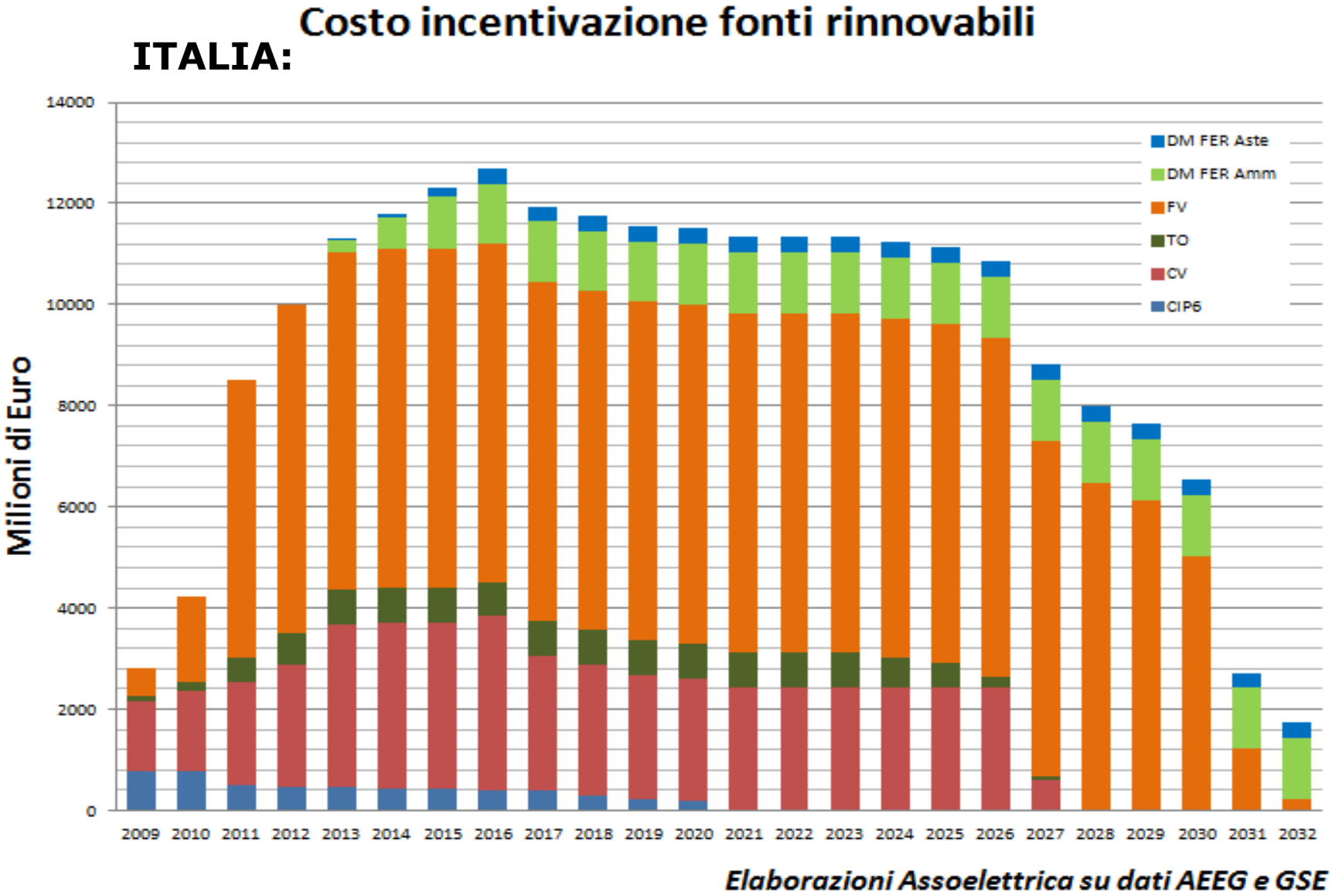
E il **Prof. Tullio De Mauro**, grande linguista italiano, era anche più pessimista: egli riteneva che se il testo richiede *«…pieno esercizio della alfabetizzazione funzionale, della capacità di orientarsi di fronte al testo scritto e di produrlo, la percentuale degli inefficienti* ***arriva addirittura all'80%****».*

Dice **Alexis de Tocqueville** (1805 – 1859), filosofo, politico e storico francese:

«La democrazia è il potere di un popolo informato.»

E quindi, di fatto, gli Italiani non sono stati in grado di far funzionare una democrazia, sana e costruttiva, almeno da quando esiste il suffragio universale (maschile, nel 1918).

ITALIA:



Rinnovabili. Il conto, per ora, è di 200 miliardi nei prossimi 20 anni

Da: Assoelettrica – http://www.assoelettrica.it/blog/?p=2214 – 14 febbraio 2013.

La «bolla» delle rinnovabili in Italia (1/3)

Nel **2018**, i **sussidi alle fonti rinnovabili e gli oneri di rete** hanno raggiunto i **14 miliardi di Euro, a carico degli utenti** (salvo le industrie energivore, privilegiate per non perdere del tutto la competitività verso l'estero).

Ciò significa oltre **200 Euro procapite** a carico degli Italiani, indipendentemente dal reddito (una **famiglia di quattro** persone, anche povera, paga **un migliaio di Euro all'anno** per le rinnovabili!). **La gente non si lamenta**, come avveniva per l'IMU, perché quest'onere non viene pagato a parte, ma viene **spalmato sulle bollette**.

La «bolla» delle rinnovabili in Italia (2/3)

Questi sussidi, per le sole installazioni finora in essere, resteranno di quell'ordine di grandezza **per altri dieci anni**, e ad essi in breve sarà necessario aggiungere i cosiddetti **"capacity payments"**, dell'ordine di miliardi di Euro all'anno, alle **società elettriche**, convincendole a mantenere in **"riserva calda" almeno 20.000 MWe** di generatori convenzionali (in Italia, a gas) necessari per evitare disastrosi black-out **quando tramonta il sole o cade il vento…**

La «bolla» delle rinnovabili in Italia (3/3)

In conclusione, la "bolla" delle nuove rinnovabili in Italia appare come **la più grave "mis-allocation" di risorse nella storia della Repubblica**: con gli oltre **200 miliardi di Euro in vent'anni** si sarebbero potuti **riqualificare su standard antisismici gran parte degli abitati a rischio** del Paese, o portare su **standard da alta velocità tutta la rete ferroviaria del Paese**, oppure, ovviamente, i, **costruire un parco di una trentina di impianti nucleari** con cui **decarbonizzare tutta la produzione elettrica**, e buona parte della produzione termica per il teleriscaldamento degli edifici e per i processi industriali.

Le «transizioni energetiche»

La storia dell'energia ci dice che **le nuove fonti penetrano nel mercato secondo classiche curve logistiche**, che risentono poco di guerre e crisi economiche, e che presentano una **"costante di tempo"** (tempo impiegato da una data fonte per passare dal 10% al 90% della sua penetrazione massima) dell'ordine degli **ottanta anni**.

Questa lunga "inerzia" è una evidente conseguenza dei lunghi tempi richiesti **dall'iter decisionale e dalla costruzione degli impianti**, e della **sempre crescente "vita utile"** prevista per gli impianti di nuova progettazione.

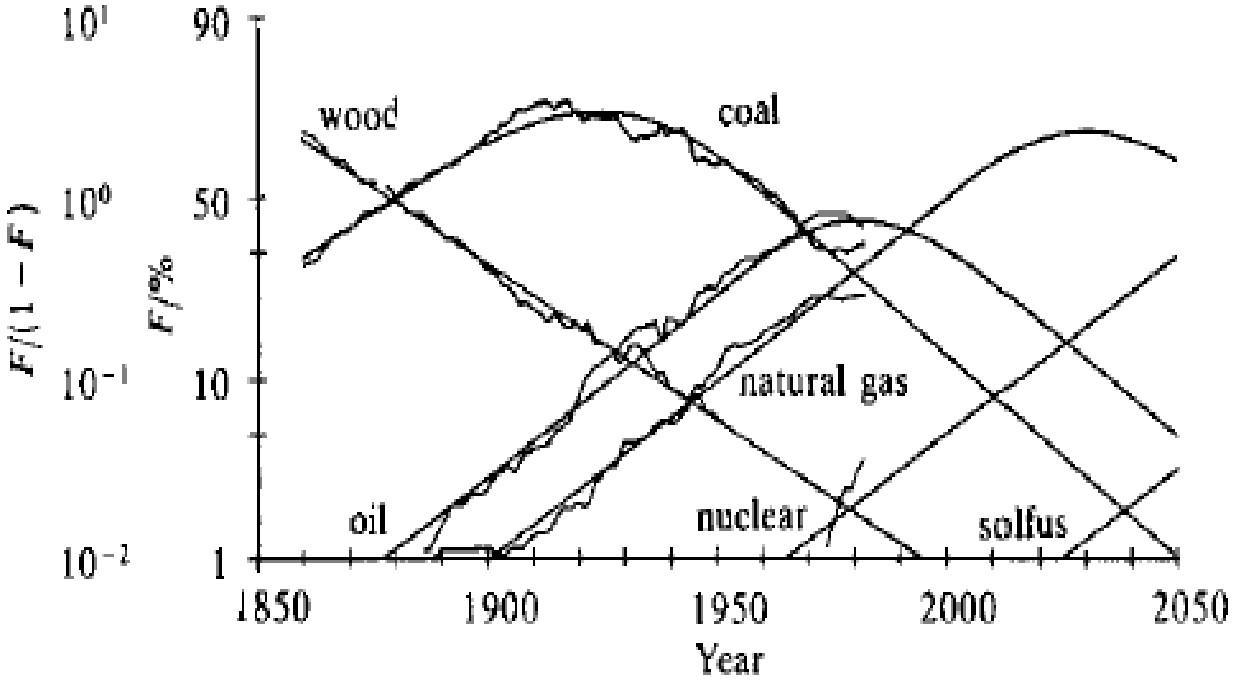


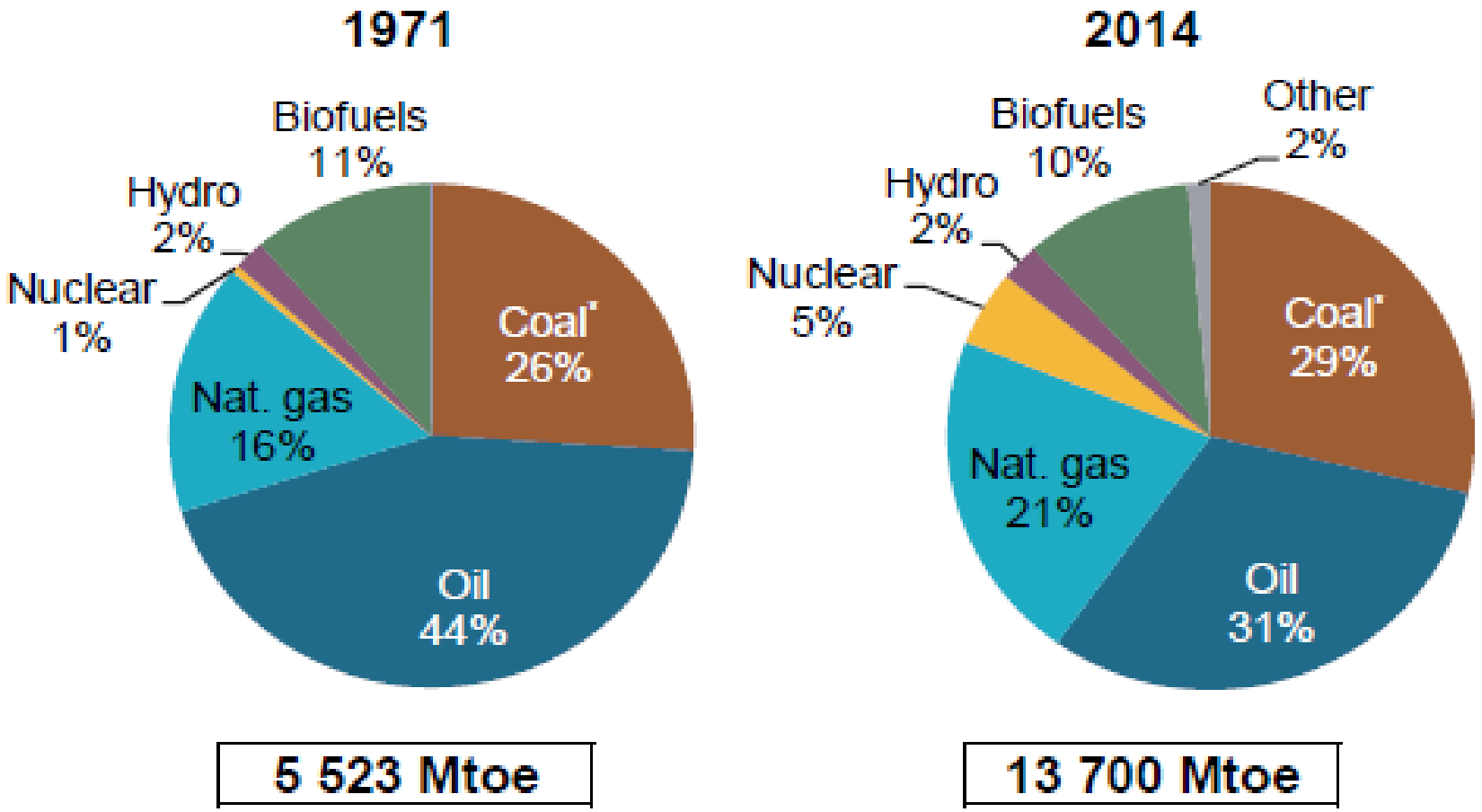
Figure 1. IIASA analysis of primary energy substitution at world level, originally done in 1974 and adjourned in 1984. A stable secular substitution, mapped with multiple substitution logistic analyses (smooth lines), is shown. The chart shows the market fraction (F) in energy terms. Starting about 1975, coal and natural gas proceed horizontally and show no substitution dynamics. This appears to be as a result of a set of laws and regulations forbidding the use of natural gas in power plants. These rules are now in a phase of relaxation and a surge of very efficient (up to 60%) natural gas power plants should be expected during the present decade and will, presumably, lead to a pickup in the use of natural gas and a drastic decrease of coal consumption. The solfus code (solar-fusion) is intended to include the possible use of solar energy, although the dilution and modulation of solar light makes it a poor candidate for large-scale energy production. Source: Marchetti and Nakićenović (1979).

L’evoluzione delle tecnologie energetiche

Da questa analisi risultava che **ogni grande ciclo economico** era caratterizzato dalla prevalenza relativa di una **nuova fonte di energia**: così, il massimo (relativo) di penetrazione del **carbone** si era verificato **negli anni ‘30** dello scorso secolo, quello del **petrolio** dovrebbe essere in corso **in questi anni**, mentre si può prevedere un massimo (relativo) di penetrazione del **gas naturale** per la **metà di questo secolo**.

Questa analisi, tuttavia, fatta circa trent’anni fa con riferimento al contesto dei Paesi allora industrializzati, **appare oggi superata** dall’imprevisto, rapido **sviluppo dei già citati Paesi di nuova industrializzazione**.

Figure 4. Total primary energy supply by fuel



* In this graph peat and oil shale are aggregated with coal.

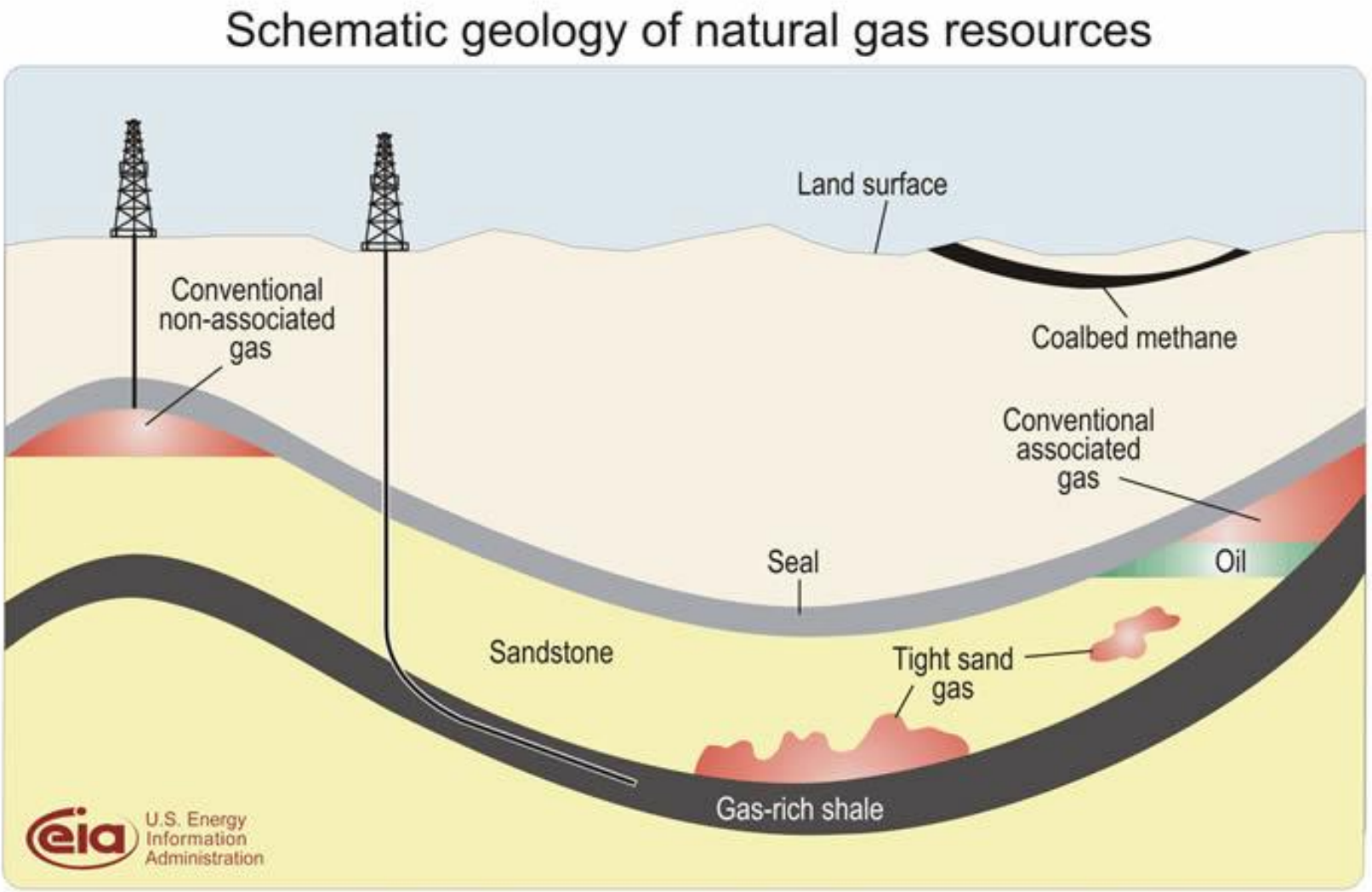
From: http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorldEnergyTrends.pdf

Una prospettiva realistica (1/3)

Non volendo ipotizzare catastrofi mondiali, **né ritenendo possibile** che decisioni autoritarie **riducano drasticamente e per decenni il livello economico e sociale raggiunto da molti Paesi, anche di nuova industrializzazione**, appare **inevitabile che per molti decenni le fonti fossili saranno ancora preponderanti nella produzione di energia**.

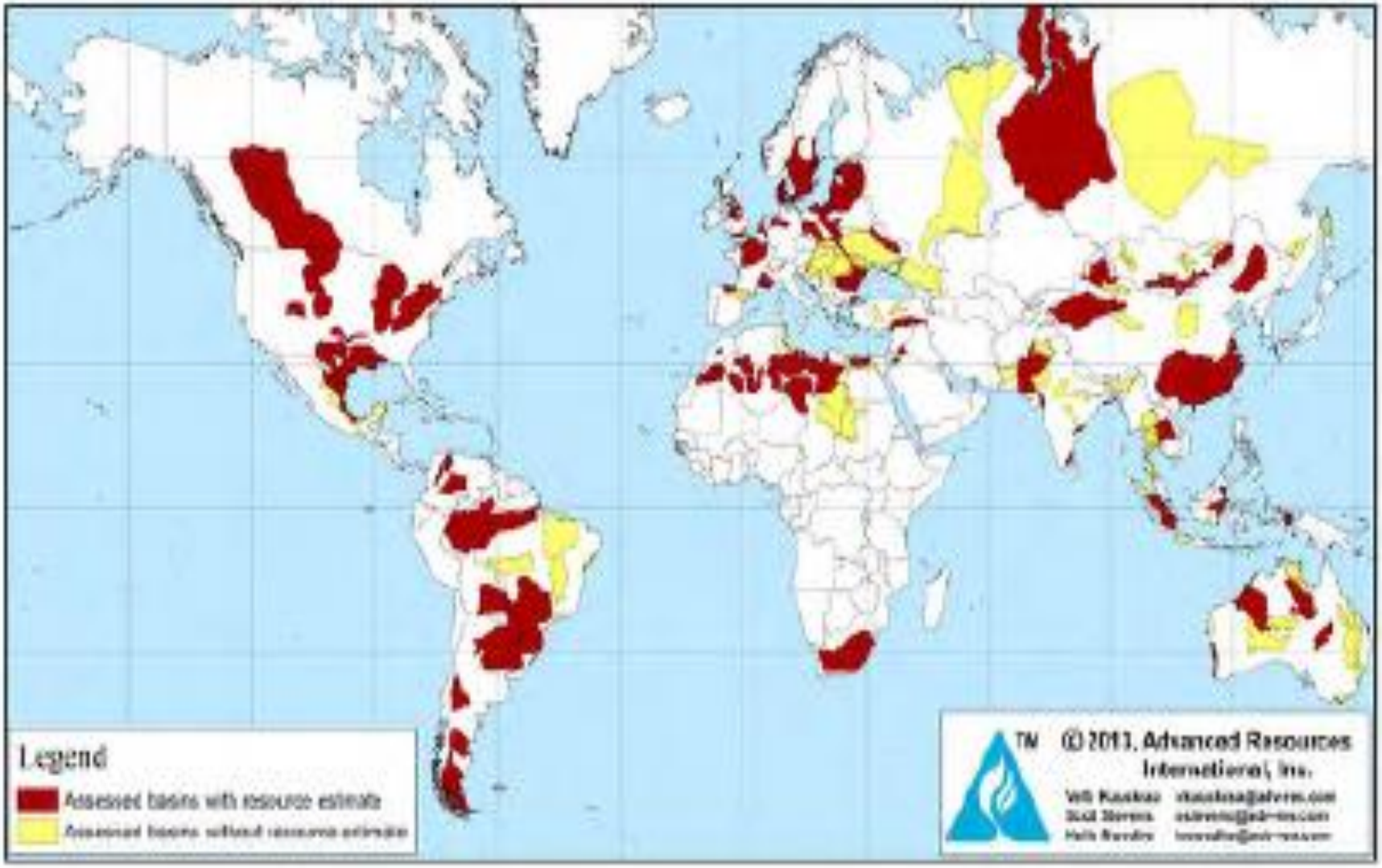
Una prospettiva realistica (2/3)

L’unica opzione efficace **a breve termine** ed a costi accettabili per far fronte alla crisi climatica appare in pratica soltanto **la adozione su larga scala del gas naturale in luogo degli altri combustibili fossili** (tenuto conto anche della recente possibilità di sfruttare **enormi nuovi giacimenti** in **strati di materiale scistoso e filoni carboniferi**).



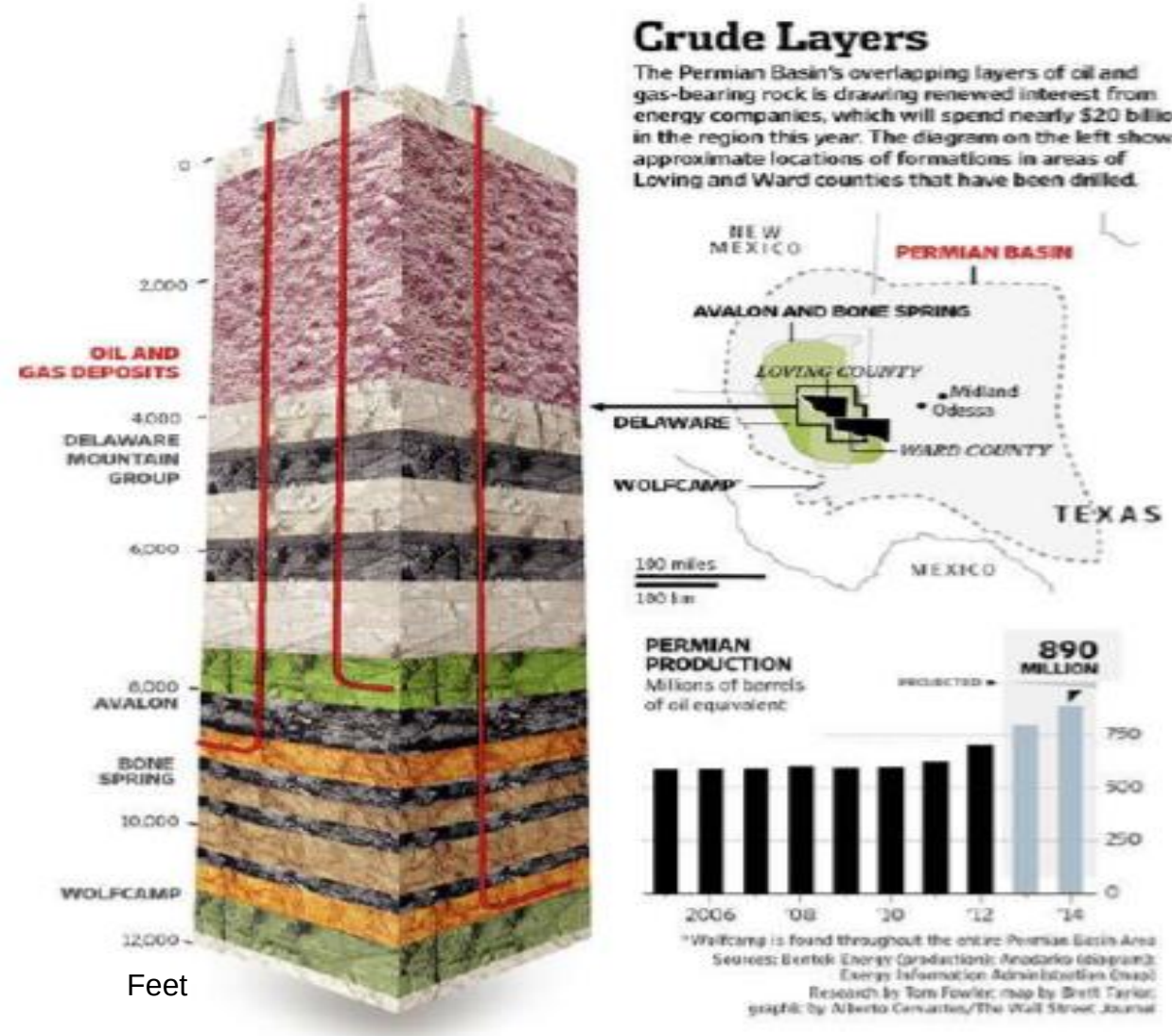
Da: http://it.wikipedia.org/wiki/File:GasDepositDiagram.jpg

Figure 1. Assessed Shale Gas and Shale Oil Basins of the World



From: EIA/ARI World Shale Gas and Shale Oil Resource Assessment - June 2013.

La struttura del «Permian Basin» (tra Texas e New Mexico, USA)



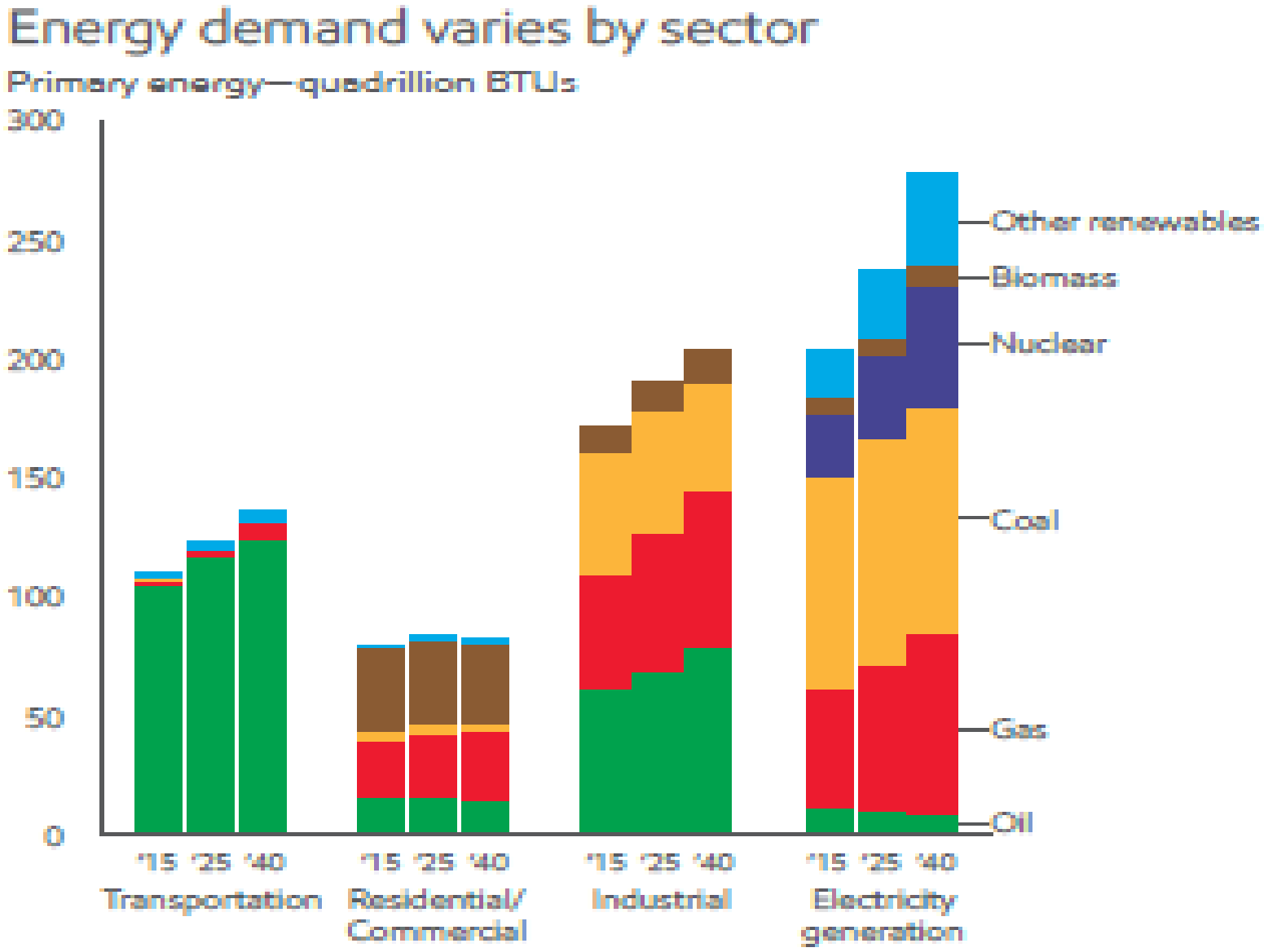
«Permian Basin» *From:* Energy & Capital - Jan. 23, 2017. https://it-mg42.mail.yahoo.com/neo/launch?.rand=1qbt4vat34m45#1400

Una prospettiva realistica (3/3)

Dovrebbe essere invece immediatamente **bloccata la costruzione di nuove centrali a carbone** (che, oltre alla **CO_2**, emettono **polveri sottili** e dannosi metalli pesanti, come il **mercurio**, nonché **uranio e torio**, che oggi sono la principale fonte antropica di inquinamento radioattivo!).

Così **nei trasporti** dovrebbero essere promossi i **veicoli a metano**, anche per il **trasporto merci** (**la FCA è pioniera in questo settore**, e, tramite la Chrysler, potrebbe diffondere a breve questa tecnologia anche negli Stati Uniti).

I **veicoli elettrici a batteria** hanno un **grave impatto sull'ambiente**: meglio attendere quelli a **idrogeno**!



From: ExxonMobil «2017 Outlook for Energy: A View to 2040».

La sfida del cambiamento del clima

In ogni caso, **per molti anni le concentrazioni di gas-serra in atmosfera continueranno a crescere**, ed allora sarà indispensabile ed urgente **migliorare sistematicamente le nostre conoscenze sulla dinamica del clima**, e cominciare a prendere in seria considerazione l'opportunità di procedere **allo studio ed alla sperimentazione di tutti i mezzi in grado di contrastare direttamente gli effetti dell'Uomo su quella dinamica**.

Ma intanto che fare?

Intanto, è bene tener presente che **probabilmente qualche grado di temperatura in più nella troposfera non sarebbe un disastro**, ma anzi potrebbe **avvantaggiare alcuni ecosistemi ed anche in generale l'esistenza umana** (a differenza di quanto da decenni predicano i "catastrofisti"…).

Temperature più alte delle attuali di qualche grado appaiono **portare vantaggi**, come dimostra tra l'altro la storia dell'**Olocene**: a **raffreddamenti** corrispondono **carestie, epidemie e crisi politiche**, a **periodi caldi** corrisponde **sviluppo economico e demografico**.

Anche impatti positivi sugli ecosistemi…

Ad esempio, è ormai assodato che **negli ultimi decenni** sono di nuovo **aumentate le precipitazioni nel Sahel**, che rinverdisce, presumibilmente a seguito **dell'aumento della temperatura e quindi dell'umidità nella troposfera**, come descritto nel rapporto **"The Sahel is greening"** del Global Warming Policy Forum (GWPF). Vi si afferma addirittura che **se il "global warming" continuasse ancora per qualche decennio**, potremmo assistere al **rinverdimento dell'intero Sahara**, fatto di **enormi conseguenze geopolitiche**.

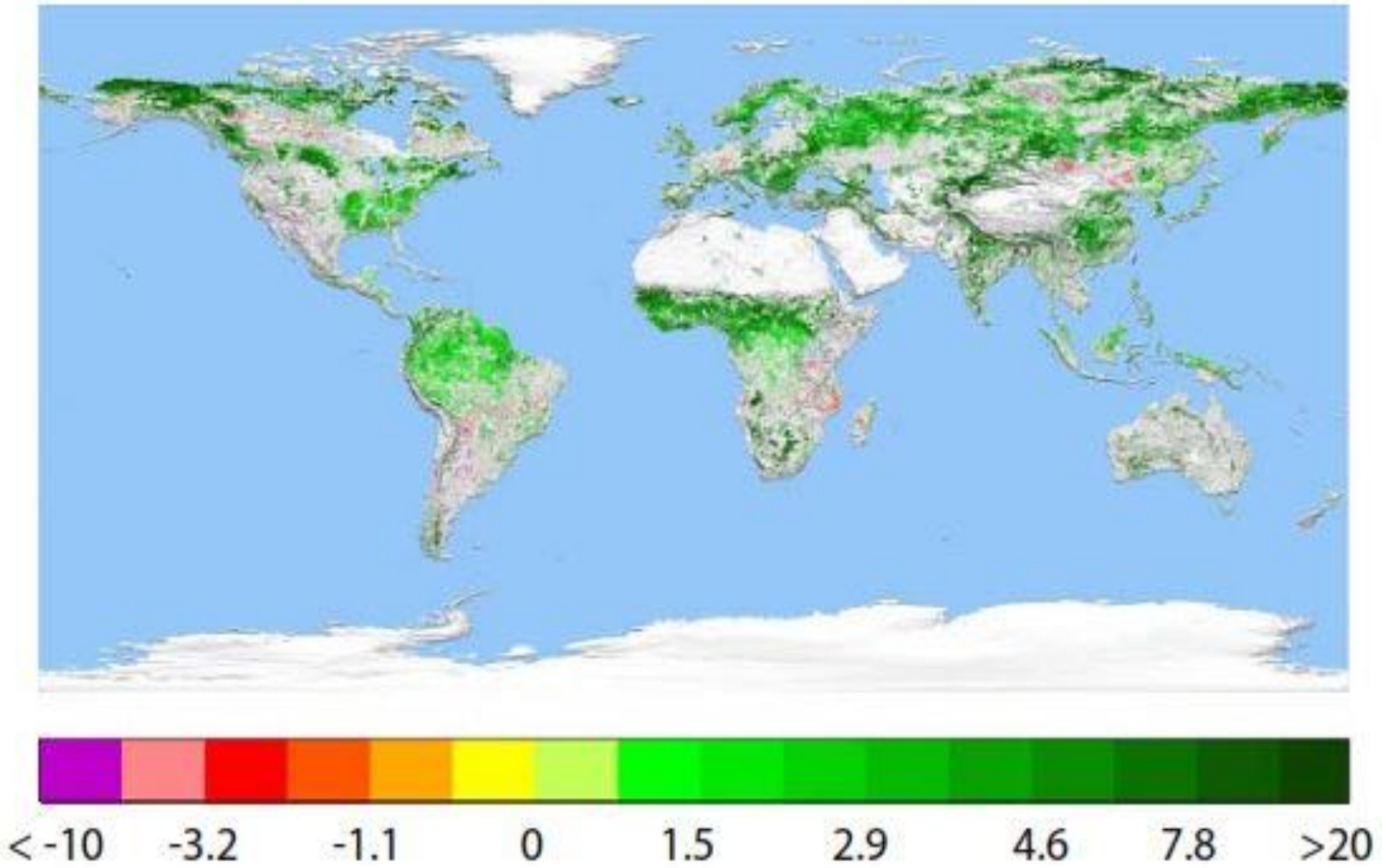


Figure 2: Greening of the Earth, 1982–2011

Trends in gross annual productivity per decade in percentage terms.
Source: Zhu & Myneni 2014

From: https://wattsupwiththat.com/2016/02/16/study-increased-carbon-dioxide-is-greening-deserts-globally/

March 13, 2017 at 3:46 am

REDEMPTION OF THE BEAST – The Carbon Cycle and the Demonization of CO2 – Part 2

by Randall Carlson

PDF Email Print

Read part 1 here:

After 21 more years of study, one of these authors, the late Sylvan Wittwer, (who passed away in 2012 at the age of 95) reiterated the fact that there were benefits to the increase in atmospheric carbon dioxide. But then he went on to say something else very interesting. He, along with co-author Emeritus Professor of Biology, Boyd R. Strain pondered the effect of the increasing supply of CO2 on the planetary vegetation realm and speculated that

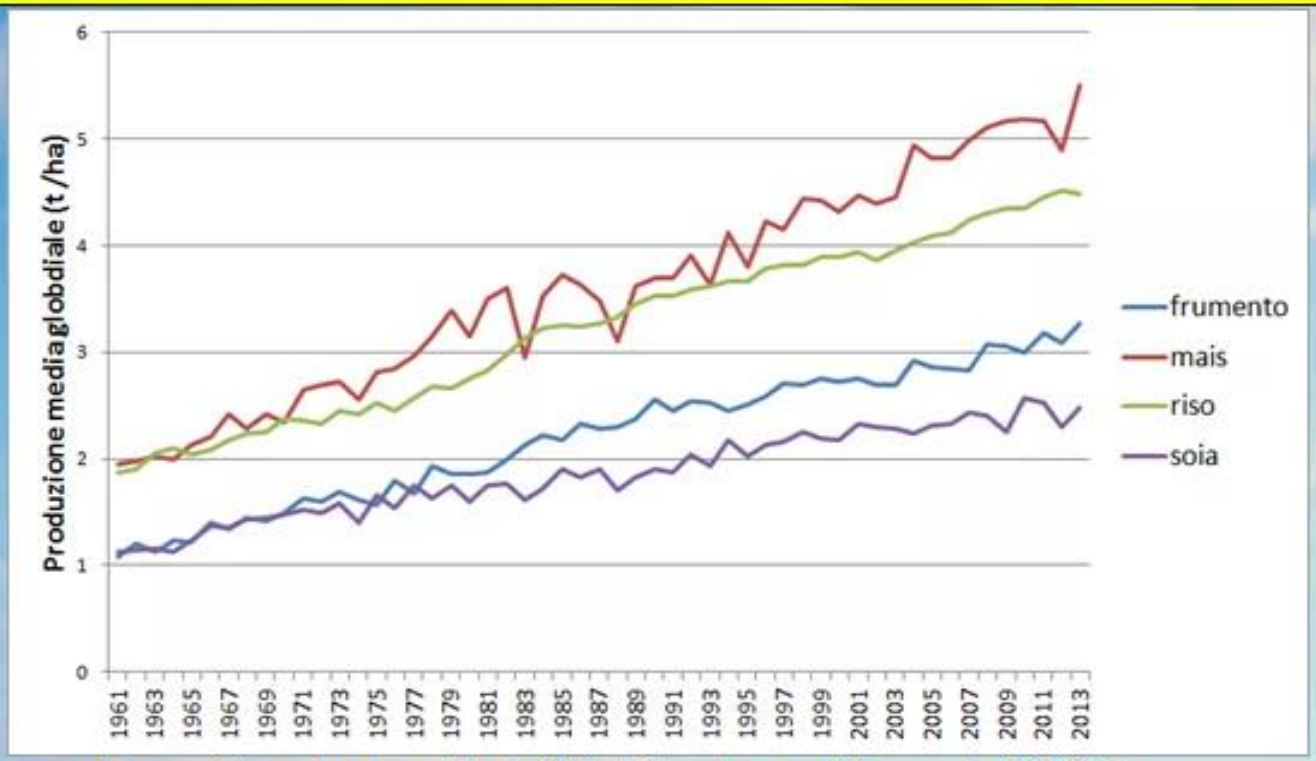
> "An increase in plant growth due to 'fertilization' of extra CO2 has not been measured, but a 5 to 10% increase may already have occurred. Current data indicate that plants growing at higher than normal CO2 levels are more tolerant of water, temperature, light, and atmospheric pollutant stresses. There are effects on carbon metabolism, plant growth and development, microbial activity, and terrestrial and aquatic plant communities." [see: Wittwer, Sylvan H. & Boyd R. Strain (1985) Carbon dioxide levels in the biosphere: Effects on plant productivity: Critical Reviews in Plant Sciences, vol. 2, No. 3, pp. 171 – 198]

Here we see that by 1985 these scientists were speculating that there may have already occurred as much as a 5 to 10% increase in plant growth worldwide due to carbon dioxide fertilization, but at that time did not have sufficient data available to confidently make such a claim. We will come back to this question directly, and see that now, in 2017, we do have enough data to draw some conclusions.

From: http://sacredgeometryinternational.com/redemption-beast-carbon-cycle-demonization-co2-part-2

La produzione delle 4 colture che nutrono il mondo

(fonte: faostat3 - http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E)



Resa media ettariale del 2013 rispetto al 1961:

Frumento: triplicata (da 1.24 a 3.26 t/ha = +200% = +3.8% l'anno)

Mais: quasi triplicata (da 1.9 a 5.5 t/ha =+183% = +3.5% l'anno)

Riso: più che raddoppiata (da 1.9 a 4.5 t/ha =+140% = +2.6% l'anno)

Soia: più che raddoppiata (da 1.2 a 2.5 t/ha =+119%=+2.3% l'anno)

From: http://www.climatemonitor.it/?p=44446

Inevitabili interventi “diretti” sul clima?

Se nel futuro si riterrà indispensabile **limitare l’aumento della temperatura di non oltre i 2 °C al 2100** al fine di evitare rischi inaccettabili per l’ecosistema terrestre, come è stato affermato anche **alla COP21**, allora anche i semplici ragionamenti delle tavole precedenti confermano **l’inevitabilità di interventi “attivi” sul clima**.

Interventi di questo tipo potrebbero poi costituire **l’«ultima ratio»** per garantire **un futuro all’attuale Genere Umano se l’Olocene terminerà in una nuova Era Glaciale** in tempi di **centinaia o poche migliaia di anni**, come appare **praticamente certo** dalla storia recente del clima.

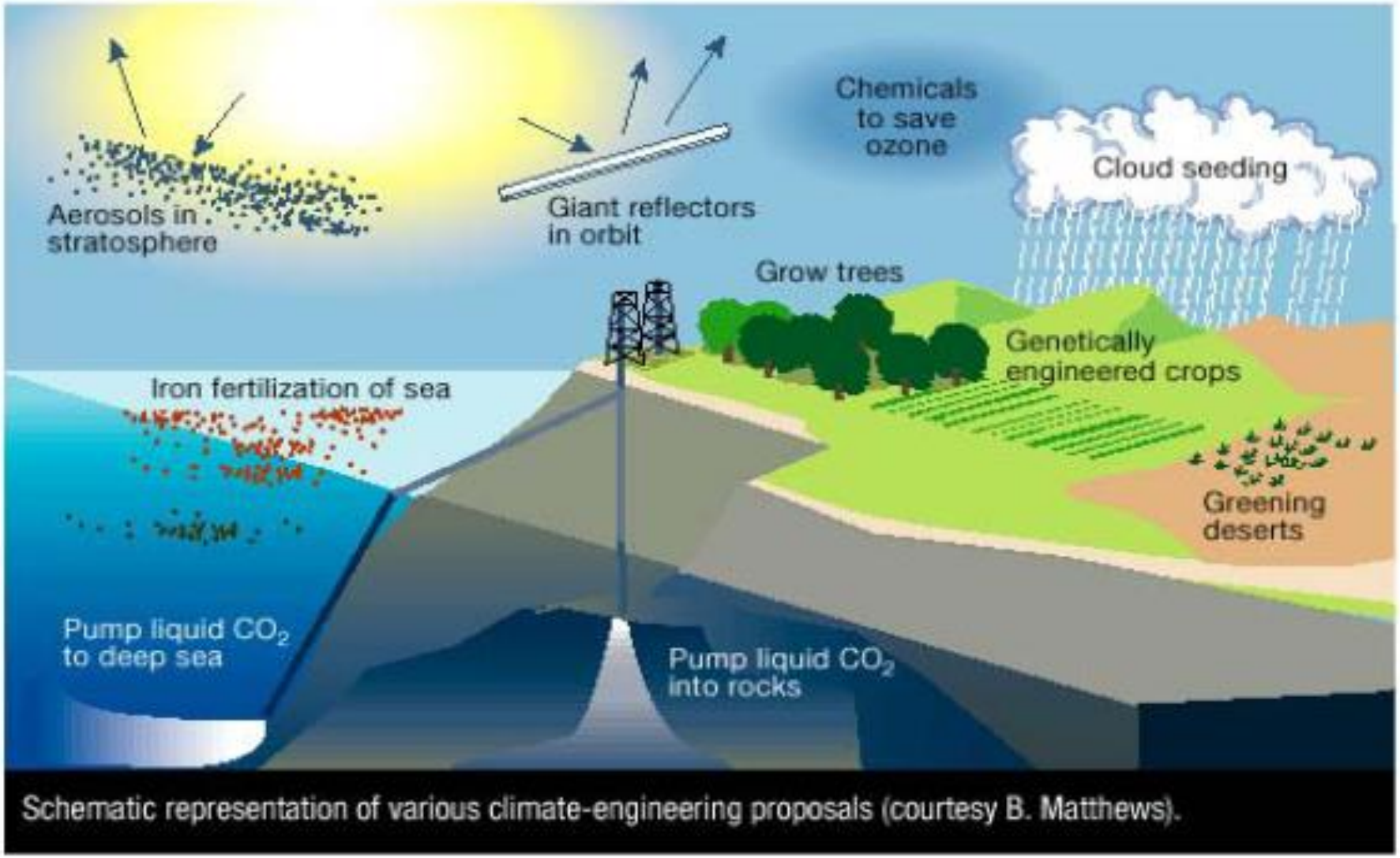


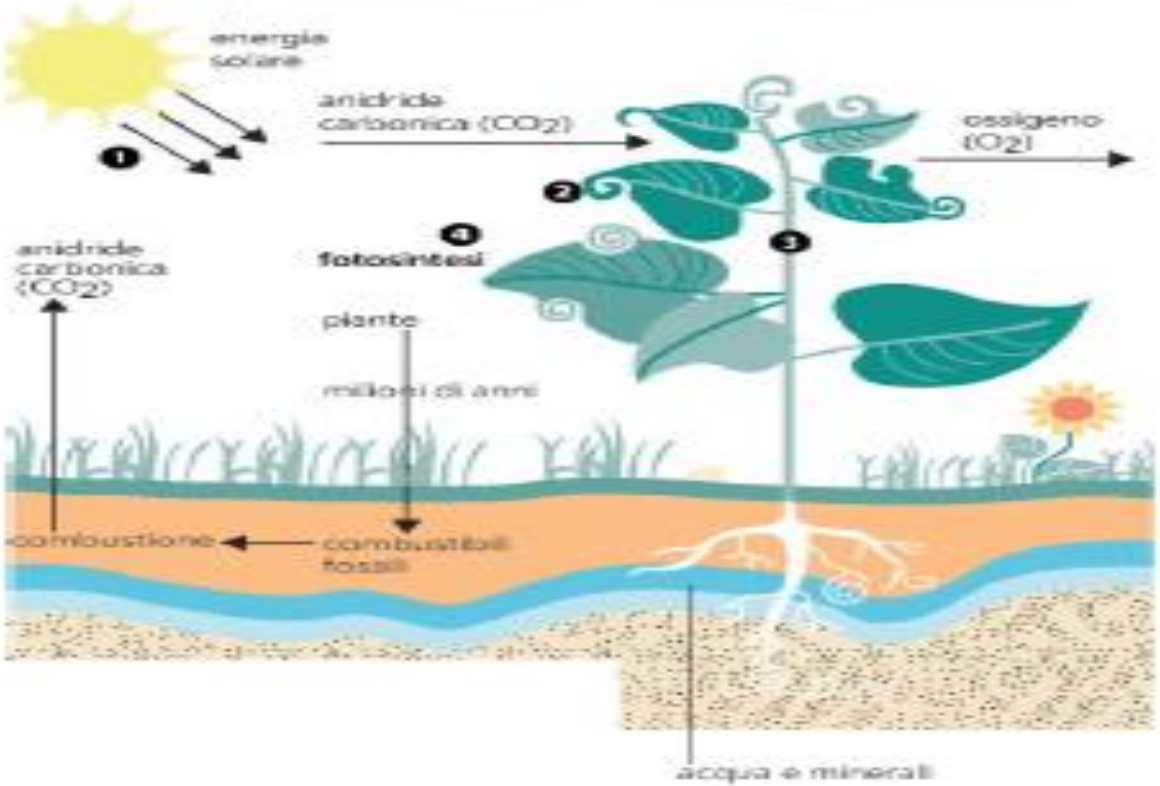
Fig. 14 - La varietà di opzioni che si potrebbero considerare per l'intervento diretto sul Sistema Clima. (Da: D.W. Keith "Geoengineering" *Nature*, Vol. 409, p. 420 - 18 January 2001).

Repubblica Scienze
Dir. Resp.: Carlo Verdelli
Tiratura: 0 - Diffusione: 0 - Lettori: 1809000 da enti certificatori o autocertificati
26-SET-2019
da pag. 5
foglio 3 / 3
Superficie 77 %

Così ogni giorno un albero ci salva

❶ Una pianta cresce e vive grazie a elementi naturali, crea le molecole del legno grazie ad acqua, energia solare ed anidride carbonica presente in atmosfera

❷ Con la fotosintesi l'albero sottrae naturalmente la CO_2 dall'atmosfera, dove questa si accumula soprattutto per il consumo di combustibili fossili da parte dell'uomo



❸ Di giorno le piante assorbono la CO_2 necessaria per il loro processo di crescita e rilasciano ossigeno di cui beneficiamo

❹ Senza la fotosintesi la anidride carbonica finirebbe per contribuire enormemente all'effetto serra riscaldando così il clima della Terra

Un esempio: la «biocarbon engineering» (1/2)

Un'analisi satellitare dettagliata stima che il Pianeta Terra potrebbe sopportare altri **1000 miliardi di alberi** (oltre ai 3000 già esistenti, e a fronte dei 6000 che probabilmente esistevano prima dell'azione distruttiva di *Homo sapiens*), riforestando un **miliardo di ettari** (cioè **10 milioni di kmq**, cioè circa trenta volte le superficie dell'Italia).

La piantagione potrebbe essere fatta **con i droni, a 10 cents/albero, per una spesa totale di $100 miliardi**.

Con **4000 droni e 2000 operatori**, si potrebbero piantare **10 miliardi di alberi all'anno**.

From: https://www.nextbigfuture.com/2019/09/reversing-the-climate-apocalypse-by.html

(continua…)

Un esempio: la «biocarbon engineering» (2/2)

(…continua…)

Supponendo che in media **in un ventennio un albero accumuli una tonnellata di CO_2**, e che dopo vent'anni gli alberi vengano **tagliati e utilizzati per manufatti o accatastati**, a regime quel team di droni e operatori permetterebbero di estrarre dall'atmosfera **ben 10 miliardi di tonnellate di CO_2 all'anno**: circa un terzo delle attuali emissioni.

E' ovvio che attivando più team in parallelo, la decarbonizzazione dell'atmosfera potrebbe moltiplicarsi, **sottraendo anche la CO_2 immessa nel passato**.

From: https://www.nextbigfuture.com/2019/09/reversing-the-climate-apocalypse-by.html

From: https://edition.cnn.com/2019/07/29/africa/ethiopia-plants-350-million-trees-intl-hnk/index.html

Ethiopia plants more than 350 million trees in 12 hours

By Sharif Paget and Helen Regan, CNN

Updated 0425 GMT (1225 HKT) July 30, 2019

(CNN)Ethiopia planted more than 353 million trees in 12 hours on Monday, which officials believe is a world record.

The burst of tree planting was part of a wider reforestation campaign named "Green Legacy," spearheaded by the country's Prime Minister Abiy Ahmed. Millions of Ethiopians across the country were invited to take part in the challenge and within the first six hours, Ahmed tweeted that around 150 million trees had been planted. ***[ndr: Abiy Ahmed ha appena ricevuto il "Nobel per la pace 2019"!]***

"We're halfway to our goal," he said and encouraged Ethiopians to "build on the momentum in the remaining hours." After the 12-hour period ended, the Prime Minister took to Twitter again to announce that Ethiopia not only met its "collective #GreenLegacy goal," but exceeded it.

A total of 353,633,660 tree seedlings had been planted, the country's minister for innovation and technology, Getahun Mekuria, tweeted.

....continua…

....continua…