



▶ POLITECNICO DI MILANO



**Settimana dell'Energia Associazione Artigiani Bergamo**

# **Considerazioni generali sul problema energetico-ambientale**

**Ernesto Pedrocchi**

**Bergamo, 13 novembre 2009**



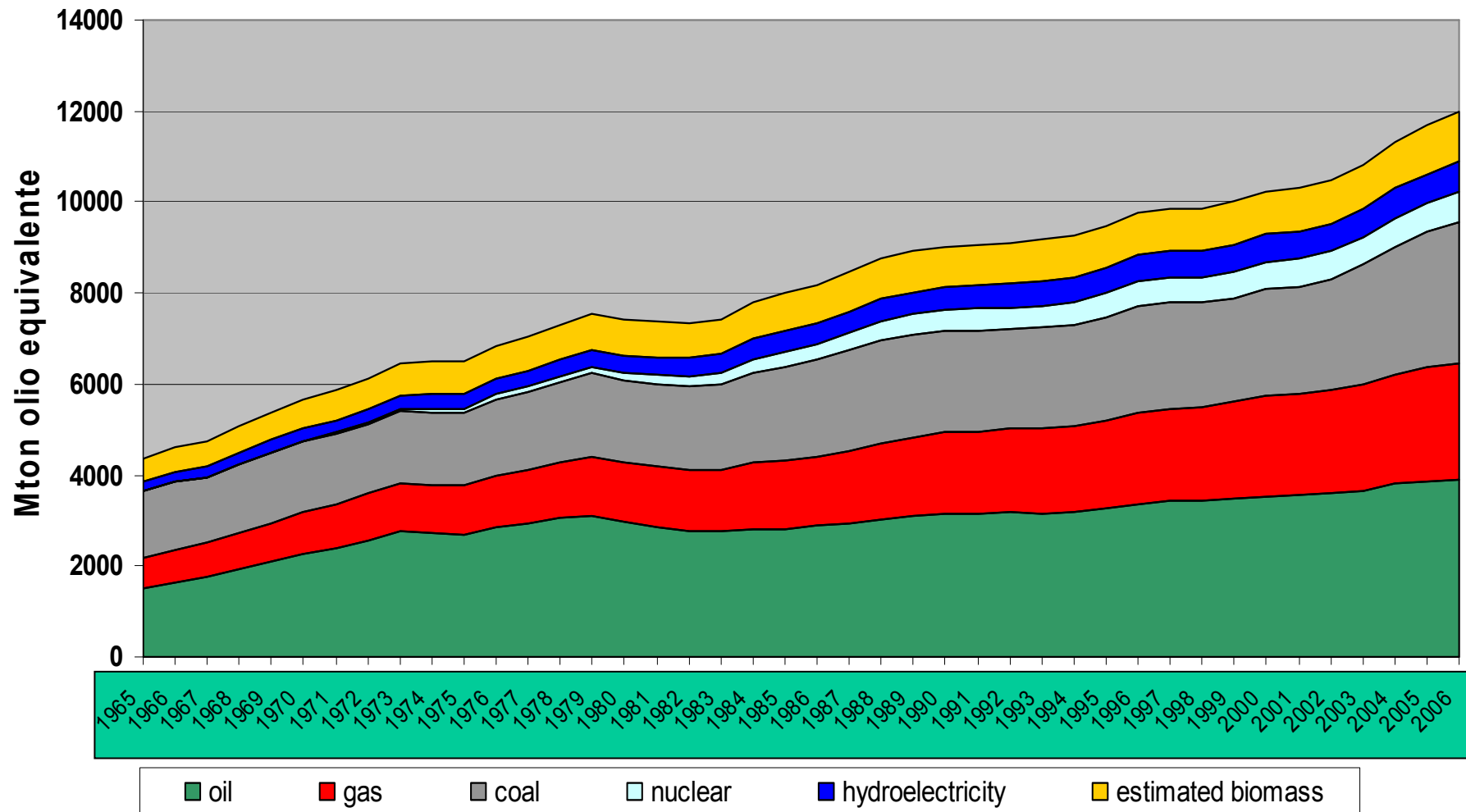
# Il contesto globale di riferimento



# Il fabbisogno energetico annuo

## La situazione mondiale

3



**Fabbisogno Energetico (2005): ~ 12 Gtep**

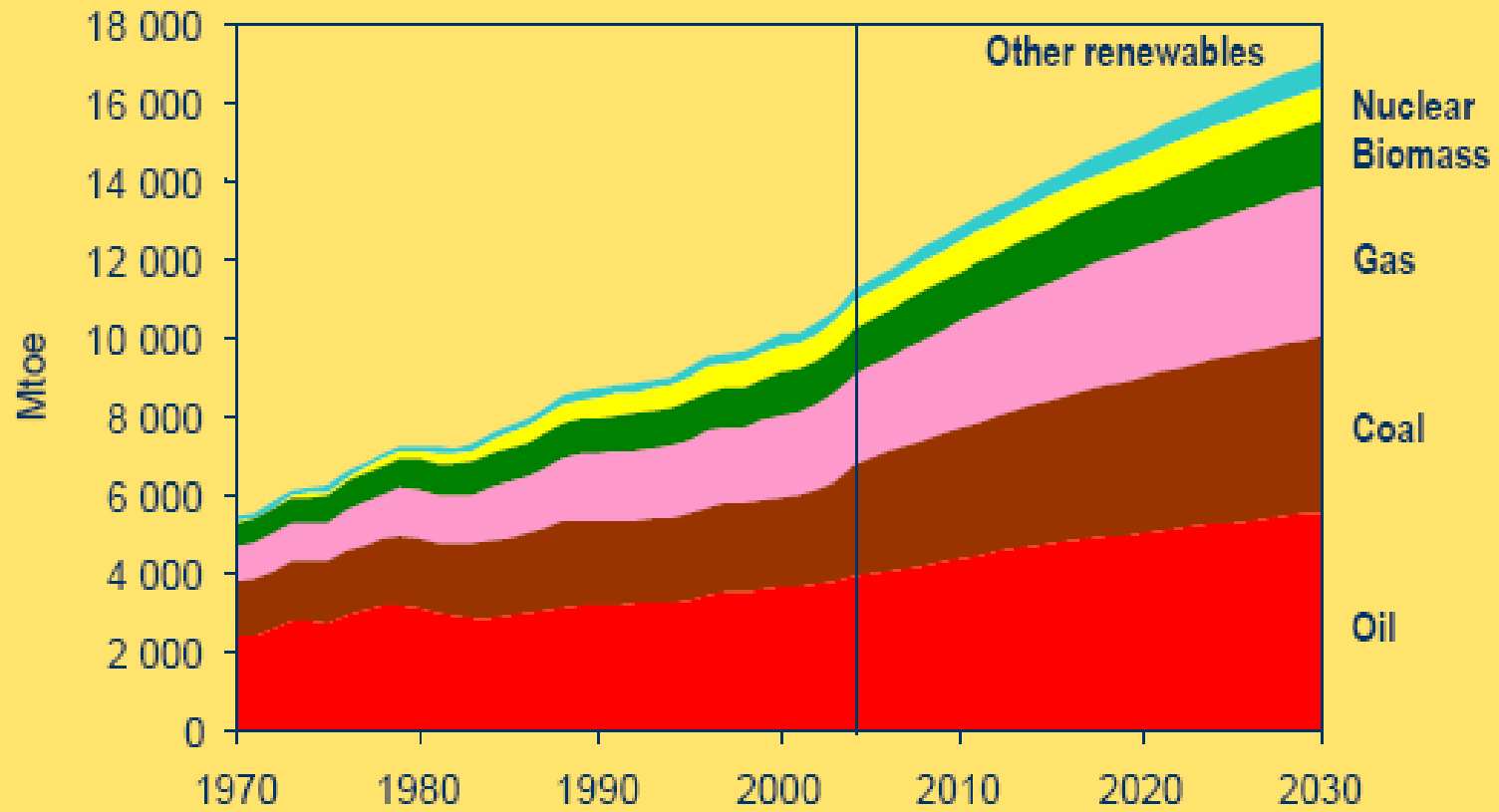
**Popolazione: ~ 6 MLD persone**



- 1. Il fabbisogno continuerà ad aumentare, anche forzando, nel modo giusto, efficienza e risparmio.**
- 2. Il mix di copertura dei fabbisogni non può cambiare velocemente**
  - 1. Per l'inerzia dei sistemi energetici.**
  - 2. Perché le alternative ai combustibili fossili (nucleare e rinnovabili) per una ragione o per l'altra hanno difficoltà.**



# Previsioni IEA per lo scenario di riferimento<sup>5</sup>



*Global demand grows by more than half over the next quarter of a century, with coal use rising most in absolute terms*



- **LE RISERVE DI COMBUSTIBILI FOSSILI O RISORSE DI FONTI ALTERNATIVE**
- **L'EFFETTO SULL'AMBIENTE**
  1. **Locale**
  2. **Globale**



# Il problema dei cambiamenti del clima globale



# I principali dubbi sul legame cambiamenti climatici ed attività antropiche

1. L'irregolare aumento della concentrazione di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera (le anomalie tra il 1940 e il 1975 e tra il 1978 e il 1987). L'effetto di El Nino.
2. La saturazione dell'effetto forzante della concentrazione di CO<sub>2</sub> sull'aumento di temperatura.
3. La saturazione nel processo di aumento del CH<sub>4</sub> nell'atmosfera.
4. Il sospetto che sia la temperatura a trascinare l'aumento di CO<sub>2</sub> e non viceversa.
5. L'effetto di altri fattori poco noti (esempio: l'attività solare, il vento solare e la sua interazione con la radiazione cosmica). Il riscaldamento di alcuni altri pianeti del sistema solare (Marte, Giove, Saturno).





- 1. La correlazione causa effetto tra emissioni di CO<sub>2</sub> antropica e cambiamento climatico globale è molto incerta.**
- 2. Evidenze sperimentali suggeriscono una correlazione causa effetto tra attività solare e cambiamento climatico globale.**



- **Mitigazione delle emissioni** (Riduzione delle emissioni antropiche di gas serra, essenzialmente la CO<sub>2</sub>)
- **Adattamento al cambiamento**



**Soluzioni tipo Kyoto o implementazioni (giustificabili solo nell'ipotesi di certezza che il riscaldamento derivi dalla CO<sub>2</sub> antropica, inoltre in ogni caso la saturazione dell'effetto forzante non lo giustifica)**

- **Sono poco efficaci ai livelli perseguibili (con il 20% dei PS si riducono le emissioni totali del 0,3%)**
- **Possono essere gravose per l'economia e frenare lo sviluppo**
- **Sono difficilmente percorribili (impossibile trovare un accordo condiviso da tutte le nazioni). Pericolo della delocalizzazione.**
- **Mettono in essere processi complicati e farraginosi di controllo e creano una gigantesca burocrazia, costosa ed inutile.**



## 2- La strategia dell'adattamento

12

- **Identificare gli effetti dannosi più probabili**  
(probabilmente inondazioni, desertificazione e carenza di risorse idriche, in generale però questi problemi esistono anche indipendentemente dai cambiamenti climatici)
- **Studiare e progettare interventi graduali di adattamento e protezione**
- **Prepararsi con impegno ad attuarli efficacemente**

**Si tratta di mettere in opera una specie di protezione civile a livello mondiale**



## I vantaggi della strategia dell'adattamento<sup>13</sup>

- 1. Interventi validi indipendentemente dalla causa antropica o naturale del fenomeno.**
- 2. Interventi mirati, con tempi di intervento congruenti con l'insorgere dei danni, con buona probabilità di successo su problemi in generale già esistenti.**
- 3. Si recuperano gli eventuali effetti positivi.**
- 4. Minori costi rispetto Kyoto e implementazioni**
- 5. Strategia valida anche se unilaterale**



# Il problema del consenso scientifico<sup>14</sup>

- Tra i climatologi tedeschi 37% pro AGW, 36% scettici e il resto incerti.
- 60 tra i più quotati scienziati tedeschi hanno fatto una petizione ad A.Merkel esprimendo il loro dissenso dal AGW e chiedendo che la Germania non prosegua su questa strada.
- La Manhattan Declaration on Climate Change contro l'ipotesi del AGW ha avuto 1400 adesioni di scienziati, di cui 800 qualificati nel settore specifico.
- La lista di Marc Morano elenca 700 scienziati assolutamente scettici circa l'AGW.

**Non si può certo affermare che sul AGW ci sia consenso scientifico**



**Il legame tra cambiamento climatico e attività antropiche è molto incerto**

**Il cambiamento climatico in atto non è così catastrofico come qualcuno paventa.  
Il sistema terra è molto stabile.**

**Anche fosse accertata l'influenza antropica c'è poco da fare, non ci resta che adattarci.**



# Le fonti rinnovabili



# La potenzialità delle energie rinnovabili

17

Le fonti rinnovabili ora coprono circa il 18% del fabbisogno totale mondiale (in Italia il 7%).

Nei paesi in via di sviluppo un buon contributo lo potrebbe dare l'idroelettrico, ma richiede grandi investimenti di capitale difficili da reperire in tali contesti.

L'energia solare in tutte le sue manifestazioni dirette (solare diretto, solare termodinamico, solare fotovoltaico) ed l'energia eolica potranno dare solo contributi marginali a causa dei gravi svantaggi di cui sono intrinsecamente affette.

Nel medio termine (2030/50) il loro contributo aumenterà in valore assoluto, ma non in valore relativo, come tutti gli esperti e la stessa IEA prevedono.

**La potenzialità delle fonti rinnovabili è limitata.**

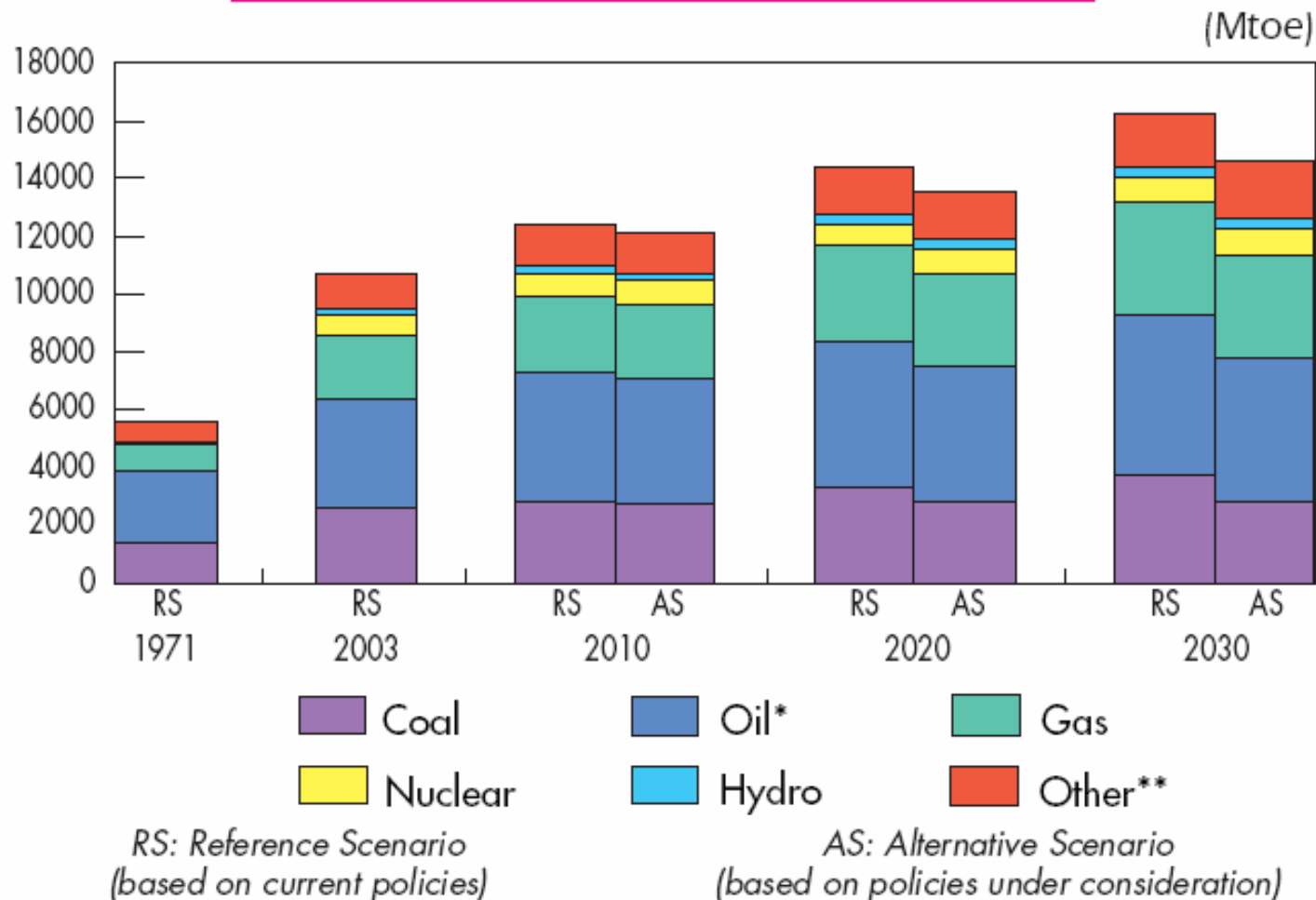


**L'energia solare è:**

- diluita nel tempo**
- diluita nello spazio**
- intermittente**
- imprevedibile**

# OUTLOOK FOR WORLD TPES

## TPES\* Outlook by Fuel



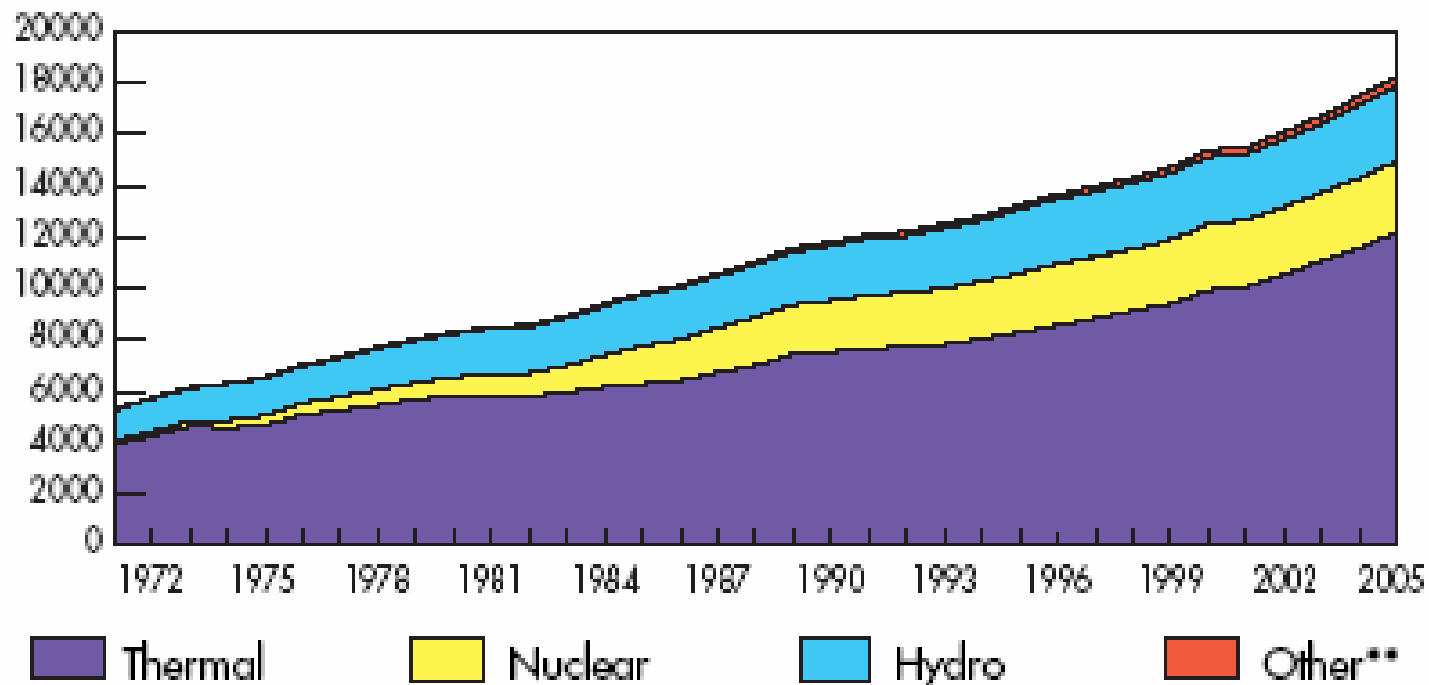


# La fonte nucleare



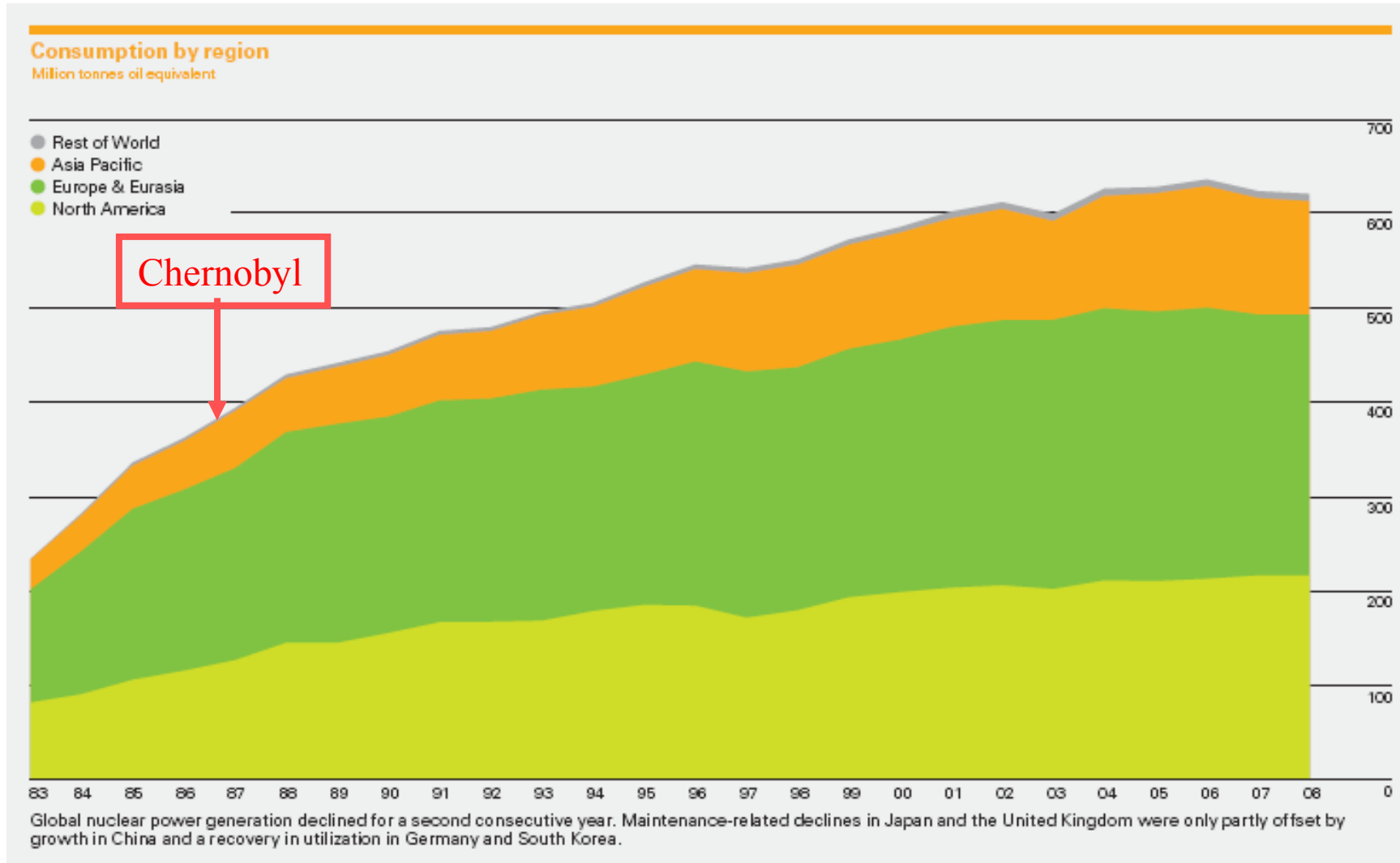
# Electricity Generation\* by Fuel

Evolution from 1971 to 2005 of World Electricity Generation\* by Fuel (TWh)





# Nuclear energy consumption by area

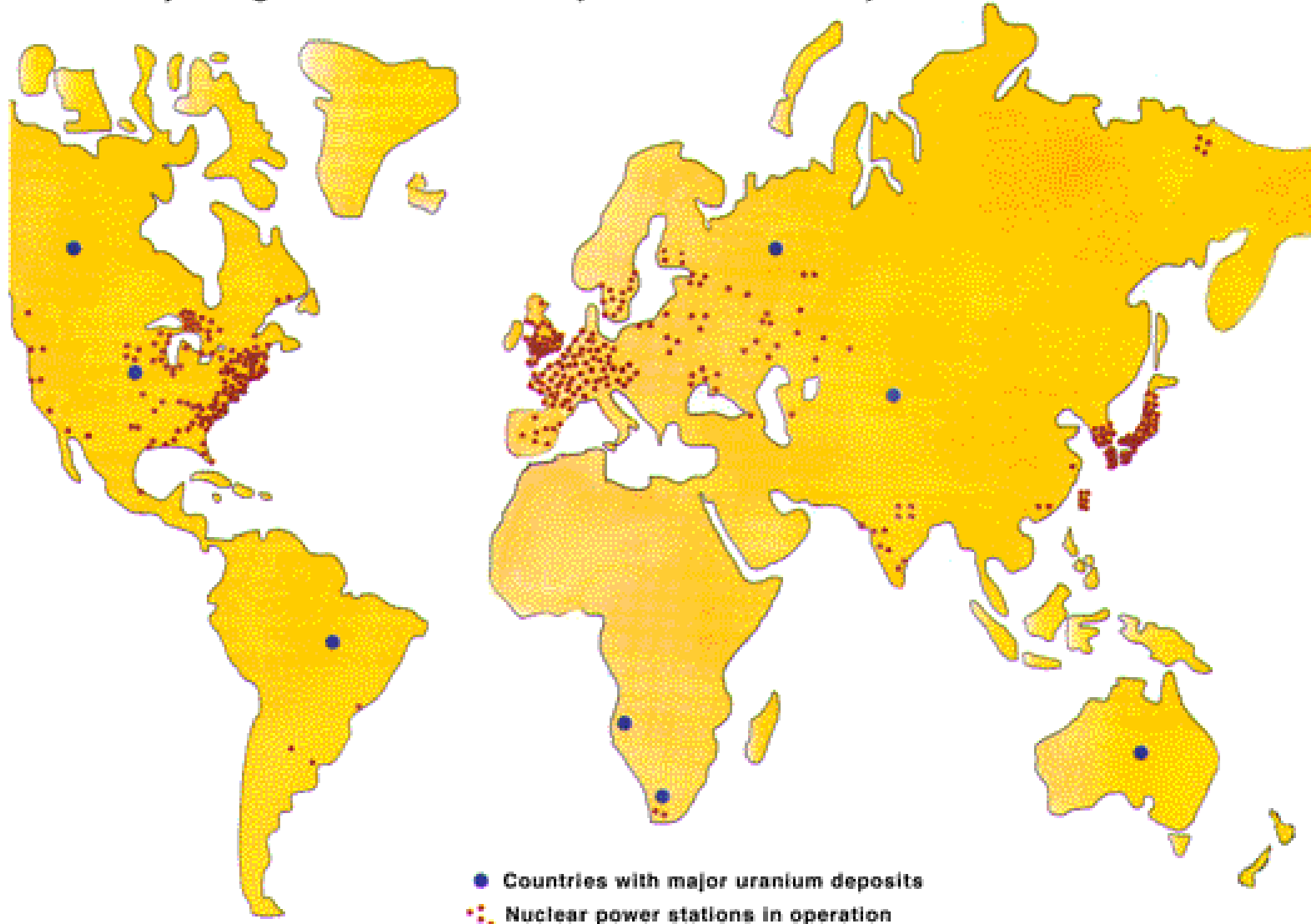


**Dopo Chernobyl aumento del 80% a fronte di un aumento della potenza installata del 40%**



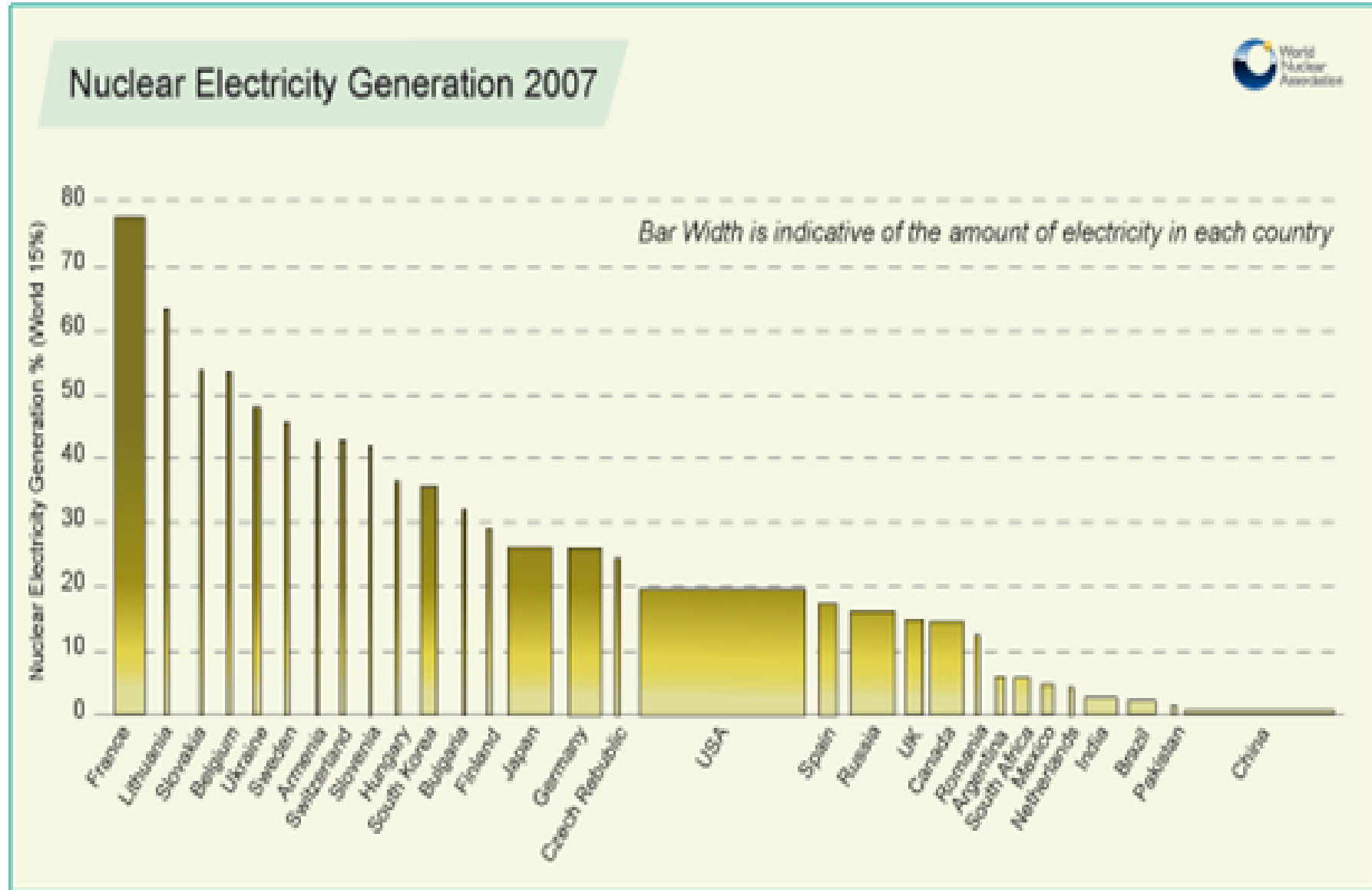
# I reattori nucleari nel mondo

Total 435 Operating Nuclear Power Reactors, 30 under construction, end 1998.





# Il contributo dell'EN alla produzione di EE<sup>24</sup>





**1. Compatibilità ambientale**

**2. Competitività economica**

**3. Inesauribilità della fonte primaria**



1. L'uranio è un elemento non abbondante in natura, ma presente quasi ovunque anche se con concentrazioni diverse.
2. Accettando costi di estrazione superiori a quelli correnti, che comportano aggravii modesti sul costo dell'energia prodotta perché il costo dell'uranio incide poco (5%) sul costo dell'energia prodotta, le riserve aumentano significativamente.
3. Con la tecnologia dei reattori nucleari attuali si riesce a sfruttare non più del 1% dell'uranio naturale.
4. E' tecnicamente matura, anche se economicamente non ancora competitiva, la tecnologia dei reattori autofertilizzanti (tra cui i reattori veloci), con i quali si riesce a sfruttare maggiormente (fino a più del 50%) l'uranio naturale, inoltre anche il torio (elemento chimico più abbondante dell'uranio) può contribuire a questo processo di autofertilizzazione.

**La fonte nucleare si configura come una fonte praticamente inesauribile**



- **La sicurezza**
- **Le scorie radioattive**
- **L'uso perverso**
  - Terrorismo
  - Proliferazione di armi nucleari** ←

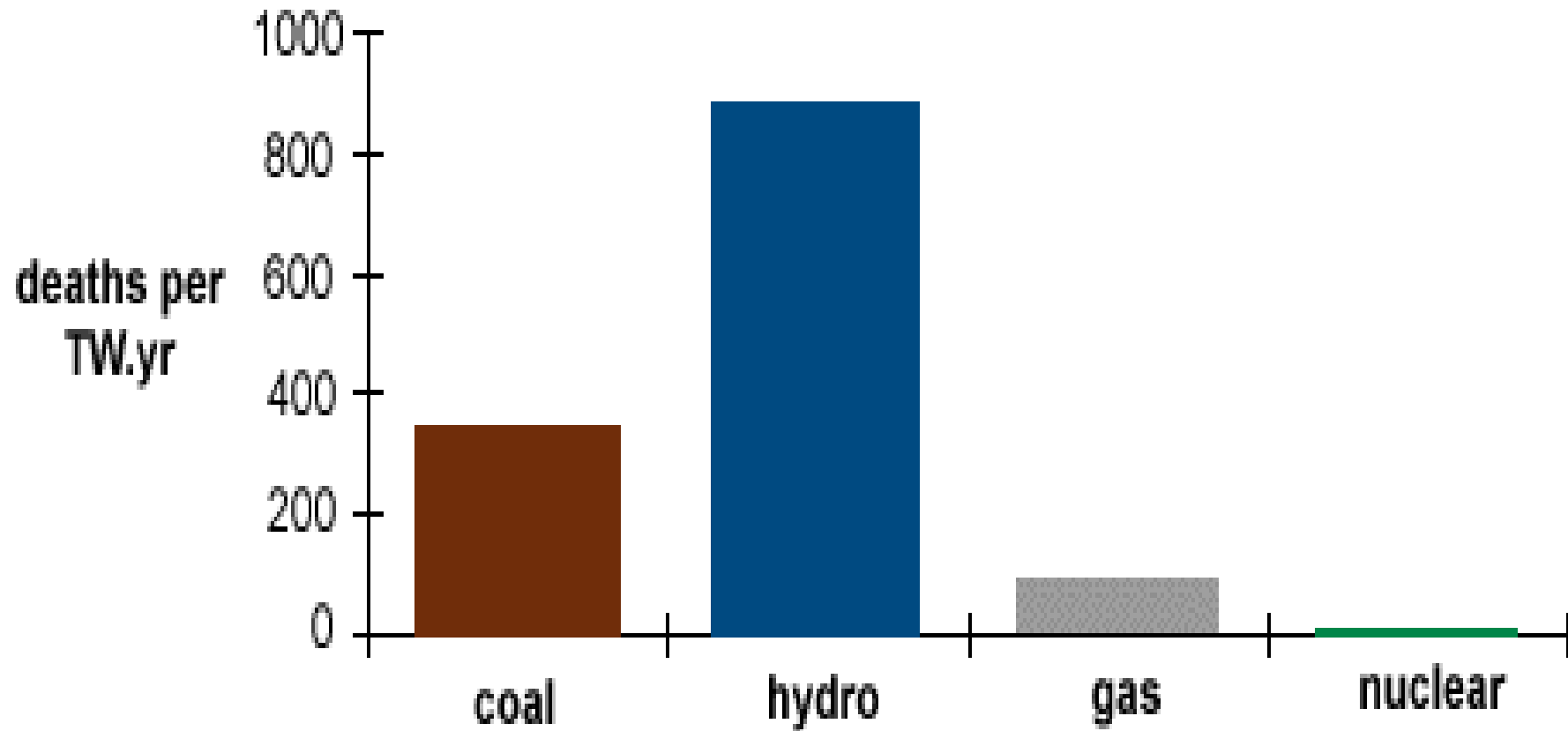


# La sicurezza



# Morti per TWy per la produzione di energia elettrica

(analisi sul periodo 1970-1992)





# “Chernobyl: la vera dimensione dell’incidente”

dal documento del Chernobyl Forum- second revised version 2006

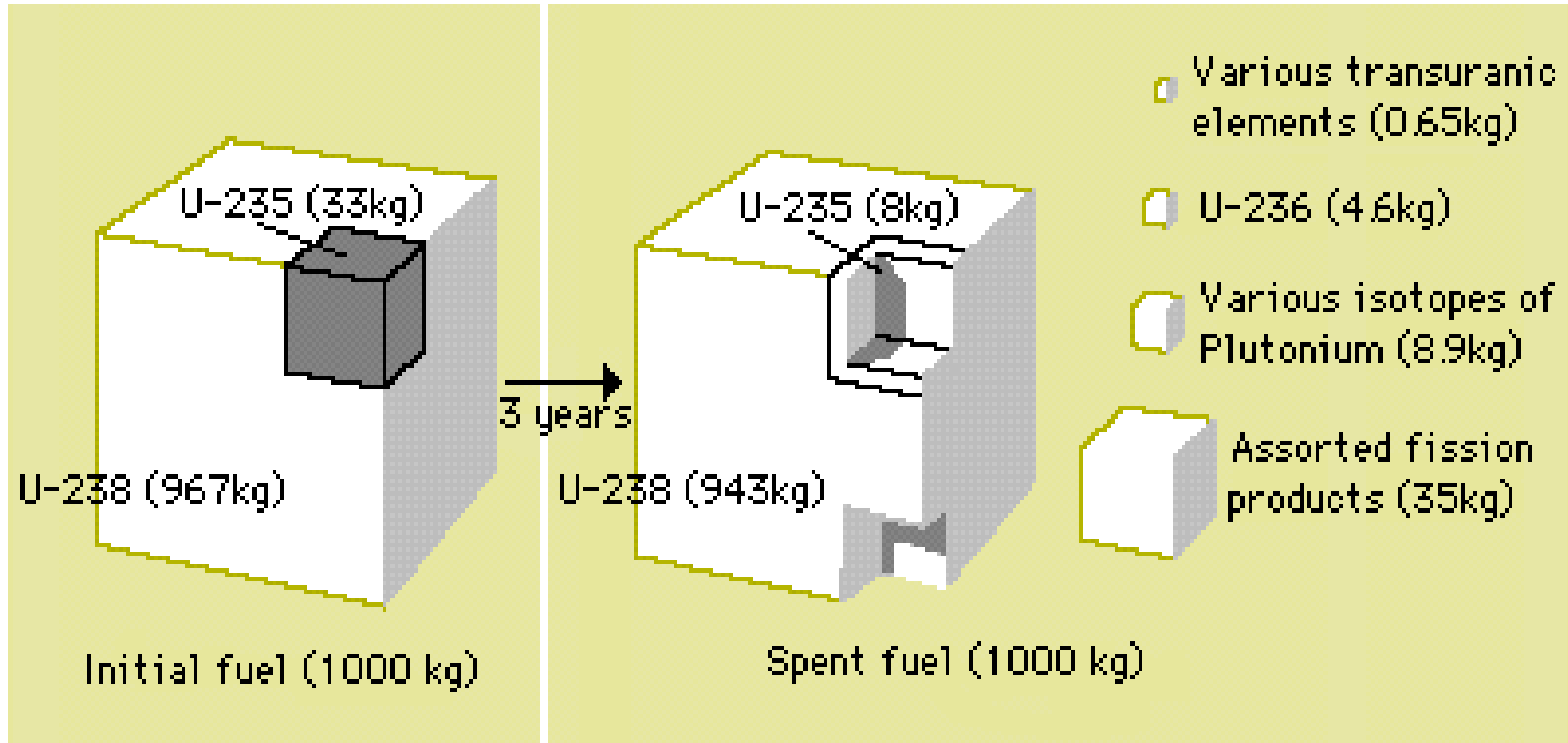
- Finora sessantacinque decessi attribuibili con certezza alle radiazioni
- Liquidatori e staff che hanno ricevuto dosi elevate di radiazioni (200.000 persone) **potenziali 4.000 decessi**
- Accertati 4.000 casi di tumore alla tiroide  
**potenziali 40 decessi**
- Popolazione esposta ( $5 \cdot 10^6$ ) **potenziali 5.000 decessi**
- IARC Popolazione europea dagli Urali all’Atlantico  
**Totali potenziali massimi 16.000 decessi**



# Le scorie radioattive

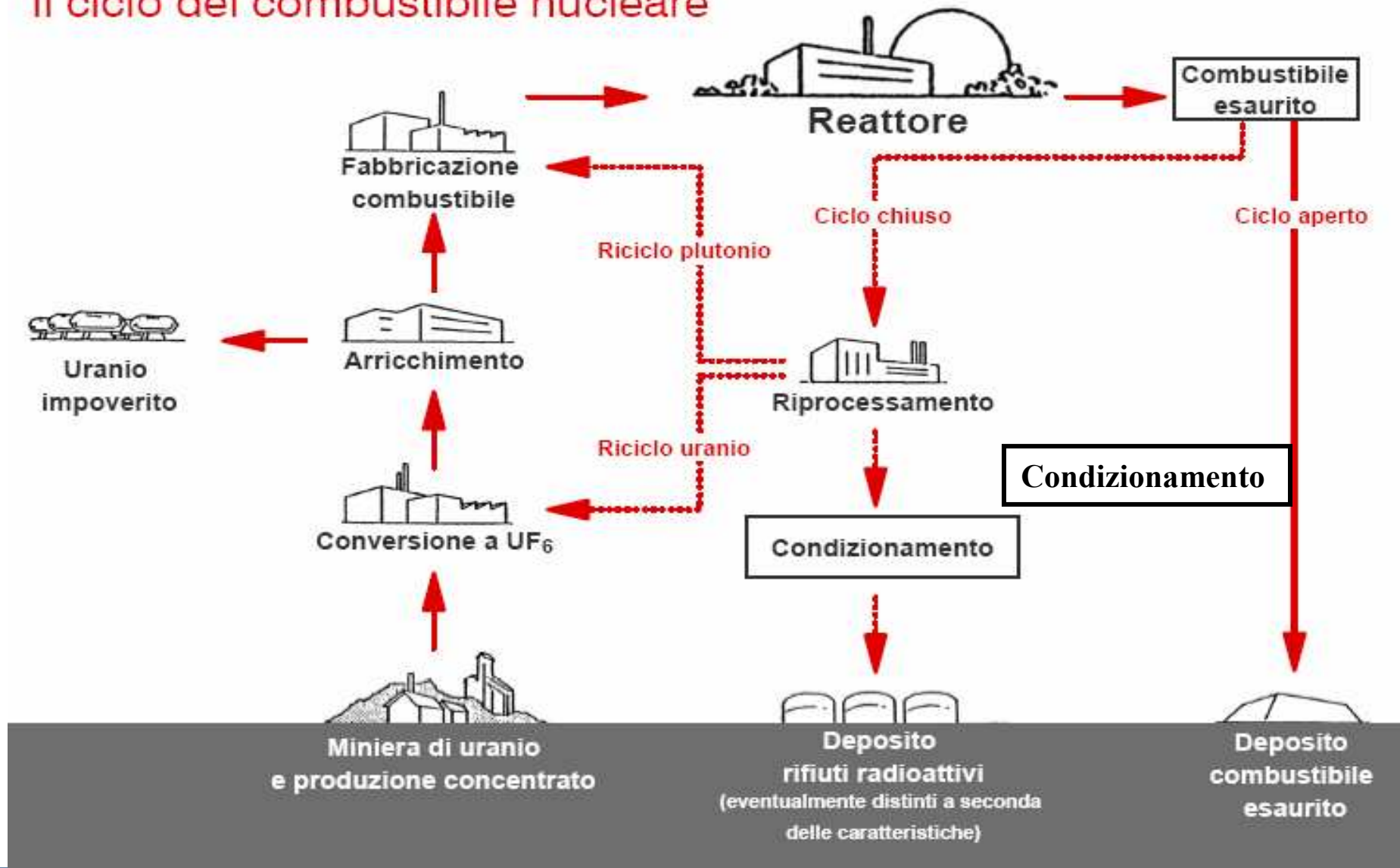


# L'evoluzione della composizione del combustibile<sup>32</sup>





## Il ciclo del combustibile nucleare





Un reattore da 1000 MW produce ogni anno nel caso di ciclo chiuso scorie per un volume di circa  $5 \text{ m}^3$

1000 reattori ne producono  $5.000 \text{ m}^3$

1000 reattori per 100 anni di funzionamento ne producono  $500.000 \text{ m}^3$

La piramide di Keope ha un volume di  $\sim 2.500.000 \text{ m}^3$

Il Colosseo ha un volume di  $\sim 1.500.000 \text{ m}^3$





- **Gli attentati ad impianti nucleari**
- **La proliferazione delle armi nucleari**  
**Fuel cycle proliferation resistant**



**Il mondo non può rinunciare all'energia nucleare:**

- **Per mancanza di valide alternative al soddisfacimento dei fabbisogni energetici,**
- **Per contrastare sospetti effetti climatici.**

**Dove si può sviluppare? Solo dove vige**

- **un controllo centralizzato delle politiche energetiche**
- **con programmazione a lungo termine**
- **con certezza delle procedure autorizzative**





## La copertura dei fabbisogni energetici nel futuro<sup>3</sup>

- **I combustibili fossili**
  - In progressivo lenta riduzione.
- **Le energie rinnovabili**
  - Per utilizzi particolari, ma con ruolo limitato.
- **L'energia nucleare**
  - Sarà la fonte del futuro.