

# Nucleare: alcuni argomenti cancellati dal dibattito in Italia

Giuseppe Onufrio - Direttore delle campagne  
Roma, 14 luglio 2008

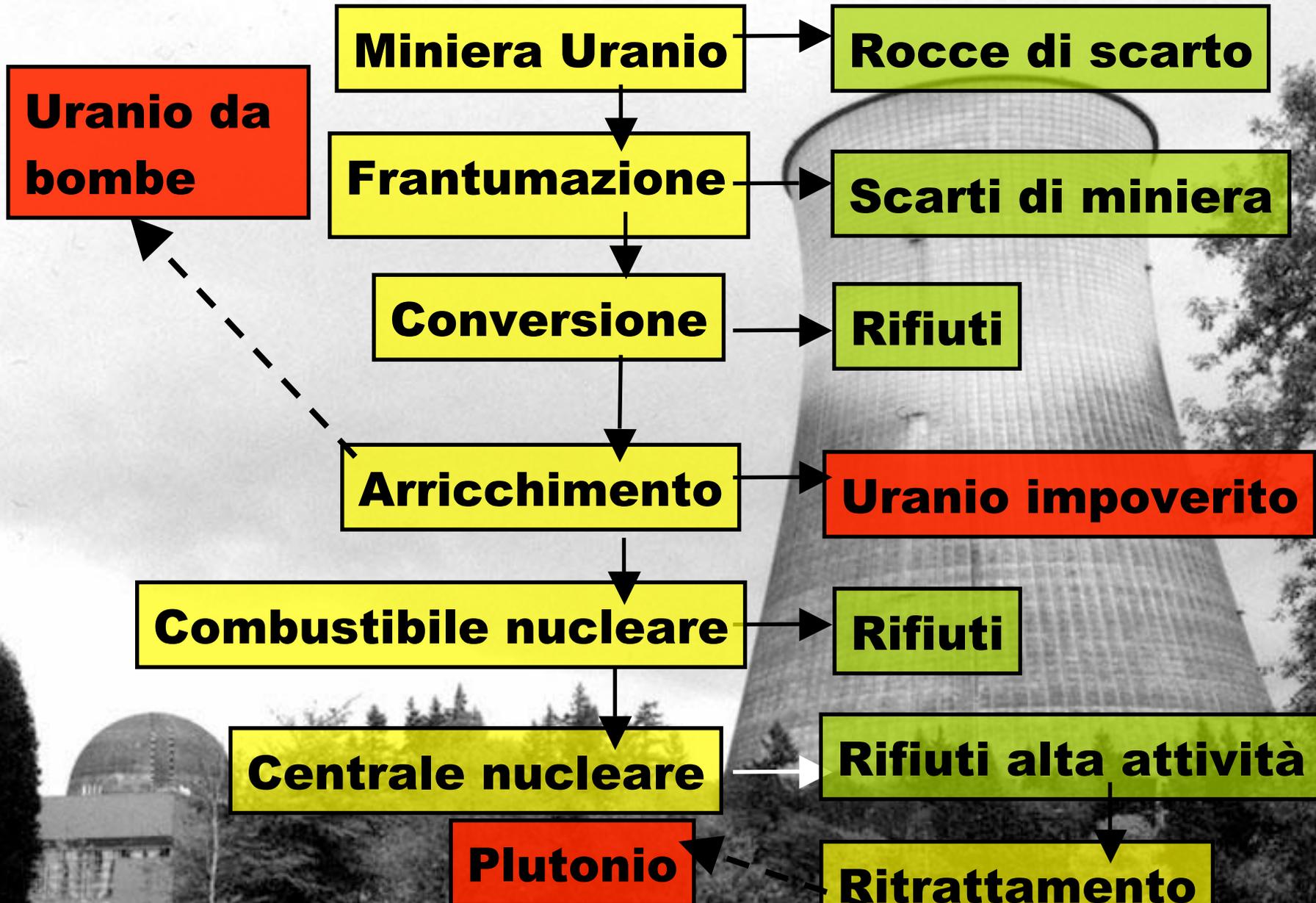


Roma  
Inaugurazione del WEC  
Novembre 2007

**GREENPEACE**

[www.greenpeace.org](http://www.greenpeace.org)

# Il ciclo dell'Uranio



# Contenuti della presentazione

- I limiti della risorsa Uranio
- I costi del nucleare e le tendenze più recenti
- Il caso EPR in Finlandia
- Il caso del nucleare sovietico dell'Enel a Mochovce
- Rischi nucleari: incidenti e terrorismo
- Le alternative già disponibili, la ricerca

## Il ruolo del nucleare nel mondo

- Nel 2005 il nucleare ha prodotto nel mondo 2.768 miliardi di kWh (TWh) pari al 15,2% della produzione elettrica globale.
- Le centrali idroelettriche hanno prodotto invece 2.994 TWh (16% della produzione elettrica globale)

IL NUCLEARE NEL 2005 HA PRODOTTO  
UN PO' MENO ELETTRICITA'  
DELL'IDROELETTRICO

**GREENPEACE**

[www.greenpeace.org](http://www.greenpeace.org)

## Una convenzione statistica amplifica il ruolo del nucleare

- In termini di **energia primaria totale**, la quota coperta da nucleare è valutata nel **6,3%** contro il **2,2%** dell'idroelettrico.
- Ciò deriva dal fatto che il nucleare produce energia **termica**, 2/3 della quale scaricati nell'ambiente. Nel mondo solo un numero ridottissimo di impianti recupera una parte del calore di scarto.
- Di fatto, i reattori di potenza producono solo **elettricità**. Il peso del nucleare sui consumi globali di energia è dunque **ingrandito artificialmente** per 3.

# Produzione globale nel 2005

## Nucleare

Producers	TWh	% of World total
United States	811	29.2
France	452	16.3
Japan	305	11.0
Germany	163	5.9
Russia	149	5.4
Korea	147	5.3
Canada	92	3.3
Ukraine	89	3.2
United Kingdom	82	3.0
Sweden	72	2.6
Rest of the World	406	14.7
<b>World</b>	<b>2 768</b>	<b>100.0</b>

2005 data

## Idroelettrico

Producers	TWh	% of World total
People's Rep. of China	397	13.3
Canada	364	12.1
Brazil	337	11.3
United States	290	9.7
Russia	175	5.8
Norway	137	4.6
India	100	3.3
Japan	86	2.9
Venezuela	75	2.5
Sweden	73	2.4
Rest of the World	960	32.1
<b>World</b>	<b>2 994</b>	<b>100.0</b>

2005 data

**GREENPEACE**

[www.greenpeace.org](http://www.greenpeace.org)

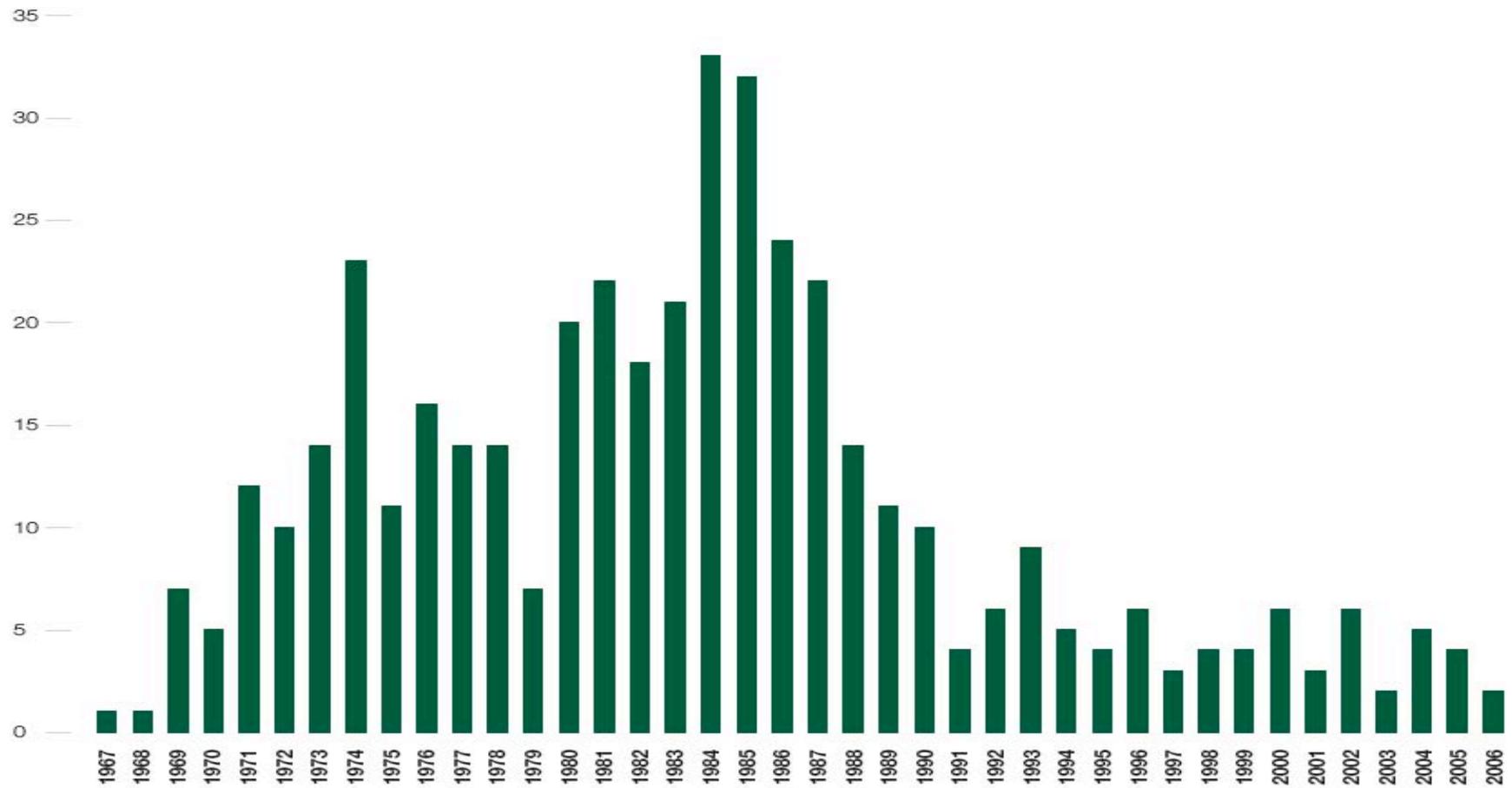
# Le risorse di Uranio nel mondo

- Nel recente rapporto congiunto IAEA-NEA (2008), si aggiornano le stime di Uranio presenti globalmente:
  - Le risorse ragionevolmente sicure ammontano a 3,3 milioni di tonnellate
  - Aggiungendo a queste anche le risorse stimate si arriva a un totale di 5,5 milioni di tonnellate
- Il consumo attuale di Uranio per far funzionare 439 reattori è di quasi 70 mila tonnellate.
- **Il rapporto tra consumi e risorse è dunque di 50-70 anni ai livelli attuali di consumo.**

# La balla dei nuovi 1000 reattori

- Non è vero che un progetto del G8 ma è in realtà una dichiarazione del Presidente Berlusconi.
- Infatti, nel documento del G8 sul nucleare c'è scritto solo che *“Noting that a growing number of countries worldwide have expressed interest in and have considered embarking upon nuclear power generation...”*
- Con i fantomatici 1.000 nuovi reattori di Berlusconi, il rapporto tra risorse e consumi si ridurrebbe a meno di **25 anni**. Un nuovo EPR è progettato per poter durare 60 anni.

## Numero di nuovi reattori collegati alla rete per anno



GREENPEACE

[www.greenpeace.org](http://www.greenpeace.org)

# L'energia nucleare è conveniente?

- Il costo del kWh elettrico da nuovi impianti, considerando il costo dell'investimento, è superiore a quello delle altre fonti convenzionali
- I tempi di recupero del capitale investito oscillano attorno ai 20 anni. Dopo questo periodo, se il reattore continua a funzionare, presenta costi operativi inferiori a quelli delle fonti convenzionali

## Negli Stati Uniti

- La liberalizzazione ha bloccato gli investimenti in **nuovi impianti nucleari da 30 anni**
- Nel 2005 sono stati introdotti **forti incentivi** (tra cui 1,8 centesimi al kWh per i primi 6000 MW) con l'obiettivo di sostituire le centrali che verranno chiuse per raggiunti limiti d'età
- Il valore degli incentivi è di circa **18,5** miliardi di dollari per il periodo fino al 2011. Non risultano ancora nuovi ordinativi.

## Stima costi kWh in mill. \$ (2005) per impianti in funzione al 2015

Fonte EIA-DOE 2007

Fonti	Capitale	O&M	Comb.	Trasmiss.	Totale
<b>Carbone</b>	32,64	4,89	14,82	3,72	<b>56,07</b>
<b>Gas cicli comb.</b>	12,16	1,44	37,97	3,67	<b>55,24</b>
<b>Eolico</b>	49,94	9,74	0	8,37	<b>68,05</b>
<b>Nucleare</b>	45,96	8,1	6,86	2,4	<b>63,32</b>

**GREENPEACE**

[www.greenpeace.org](http://www.greenpeace.org)

# Stime ancora valide?

- La valutazione del 2008 non è ancora stata pubblicata
- Il costo effettivo delle centrali nucleari è oggi valutato in modo assai diverso rispetto alle stime correnti
- Le stime del DOE sono quelle più ottimistiche per il nucleare degli ultimi anni

## La struttura dei costi del kWh nucleare

- Il costo della centrale pesa per oltre il 70 per cento nella stima del DOE
- Anche con un incremento del costo del combustibile di 3 volte il costo della centrale peserebbe circa il 60 per cento
- **MA QUANTO COSTA UNA NUOVA CENTRALE NUCLEARE?**

## Negli USA

- Una analisi del DOE su 75 reattori americani ha dimostrato nel 1986 la spesa effettiva è stata **il triplo del previsto**. Lo stesso è avvenuto in questi anni in India.
- Per l'agenzia Moody's (maggio 2008) servono **7 miliardi di dollari** per 1000 MW e **non i 3 delle valutazioni ufficiali**
- La Florida Light and Power ha presentato una proposta con una stima di **8 miliardi di dollari** per 1000 MW

## In Europa

- **3-3,5 miliardi di euro** per un EPR da 1700 MW secondo ENEL (e i costruttori francesi)
- L'EPR in costruzione a Flamaville aveva una previsione di 3,2 miliardi di euro, già oggi saliti, secondo le stime, tra 1 e 2 miliardi
- Al Times online Wulf Bernotat, capo della tedesca E.On, dichiara “**fino a 6 miliardi di euro**” per un EPR in un sito esistente (esclusi i costi dello smantellamento del vecchio reattore).

## I dati a confronto (mld €/1000 MW)

- 1000 MW di nucleare in miliardi di euro costano:
  - Circa 2 secondo ENEL
  - Oltre 3,5 secondo E.On
  - Oltre 4,6 secondo Moody's
  - Oltre 5,2 secondo Florida L&P

**CHI HA RAGIONE?**

**GREENPEACE**

[www.greenpeace.org](http://www.greenpeace.org)

## Alcune ragioni della crescita dei costi

- Incertezze sugli effettivi tempi di realizzazione
- Costi finanziari sul capitale
- Ma soprattutto forte aumento delle materie prime che dal 2000 (e in gran parte dal 2005) a oggi ha avuto impatti diversi sulle fonti energetiche (Wall Street Journal online):
  - ✓ +173% nucleare
  - ✓ +108% eolico
  - ✓ +92% gas
  - ✓ +78% carbone

## Dal Wall Street Journal Europe, 30 maggio 2008

- The Italian government, whose public debt of EUR 1.624 (*1.661 oggi, ndr*) trillion is already the world's third largest, seems eager to dig deeper. Last week, recently re-elected Prime Minister Silvio Berlusconi made good on his campaign pledge to recommit Italy to nuclear power. This seemed just the thing to address the country's rising oil and gas prices and growing French electricity imports -- except for one thing: **Mr. Berlusconi's promised nuclear power plants are unlikely to ever be built.**

## I costi di lungo termine

- Smantellamento delle centrali (tra 90 anni per un EPR ordinato oggi)
- Gestione scorie a lungo termine
- Per UK, l'House of Commons Committee of public accounts valuta i costi a 73 miliardi di sterline e il rischio di far pagare tutto ai contribuenti

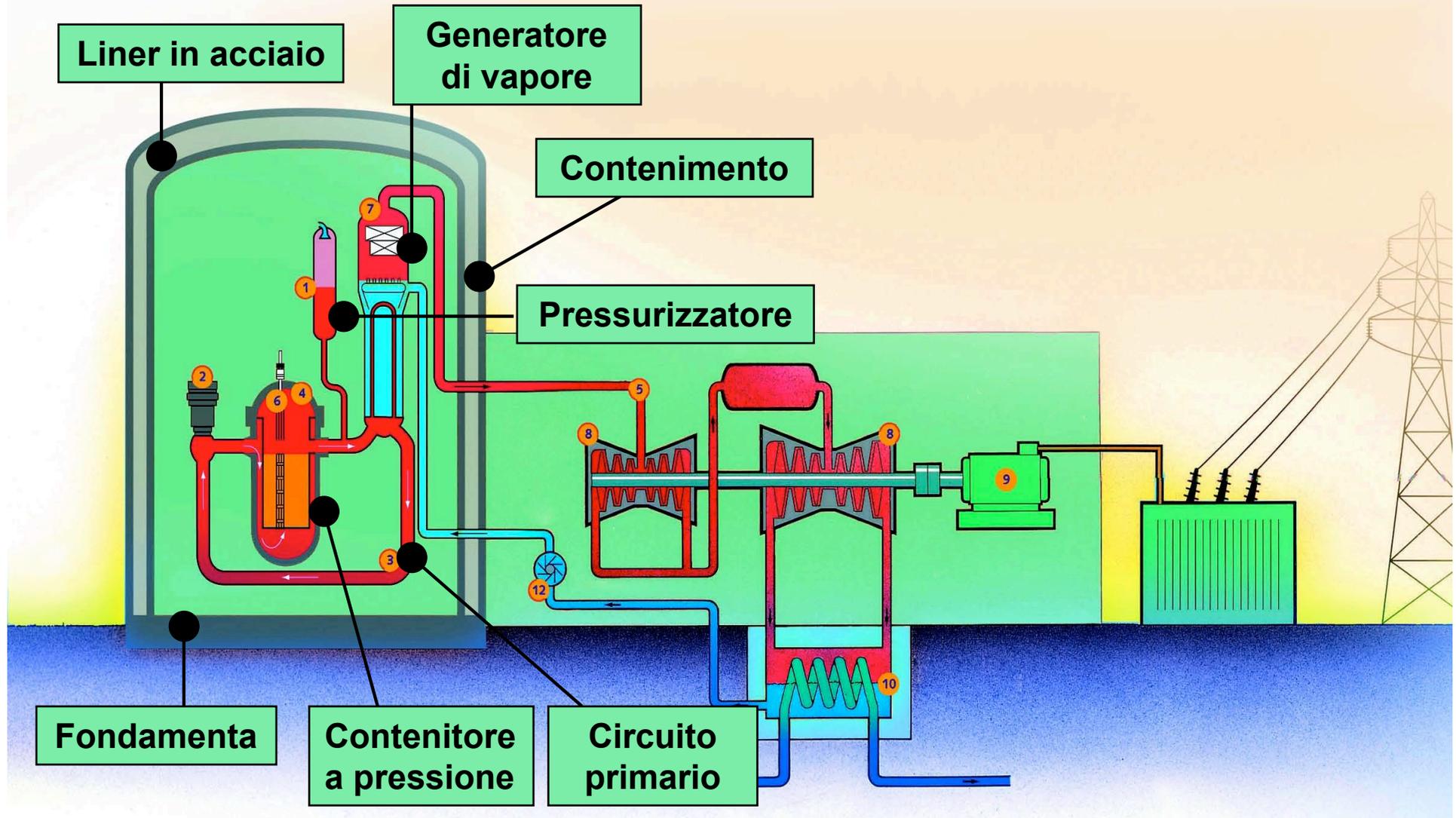
## I reattori di “ultima generazione”

- Due sono i principali modelli: l'EPR (European Pressurized Reactor) francese (AREVA) e l'AP1000 statunitense (Westinghouse).
- Ad oggi non ne funziona nemmeno uno. Si tratta di reattori di nuovo tipo. L'EPR è il più grande reattore mai costruito (1700 MW). Due in cantiere: a Flamanville in Francia e a Olkiluoto in Finlandia.

## EPR: il caso finlandese

- L'obiettivo era di costruire il nuovo reattore in **48 mesi**, a un costo di 3,2 miliardi di euro per 1650 MW
- Lo scorso ottobre il ritardo accumulato era già di 30 mesi
- Sulla stampa francese circola una stima del costo salito al momento a oltre 5 miliardi di euro
- Areva e Siemens registrano perdite tra 0,7 e 1,5 miliardi di euro
- Permangono incertezze sulle conseguenze dei problemi durante la costruzione sulla sicurezza del reattore

# Problemi di sicurezza a Olkiluoto



**GREENPEACE**

[www.greenpeace.org](http://www.greenpeace.org)

# Problemi di sicurezza a Olkiluoto

**Contenimento con liner in acciaio.**  
L'azienda polacca ha effettuato le saldature a mano e non aveva alcuna esperienza precedente. Le saldature sembrano troppo distanti e sono stati aperti fori nei posti sbagliati. Durante un temporale è caduto danneggiandosi.

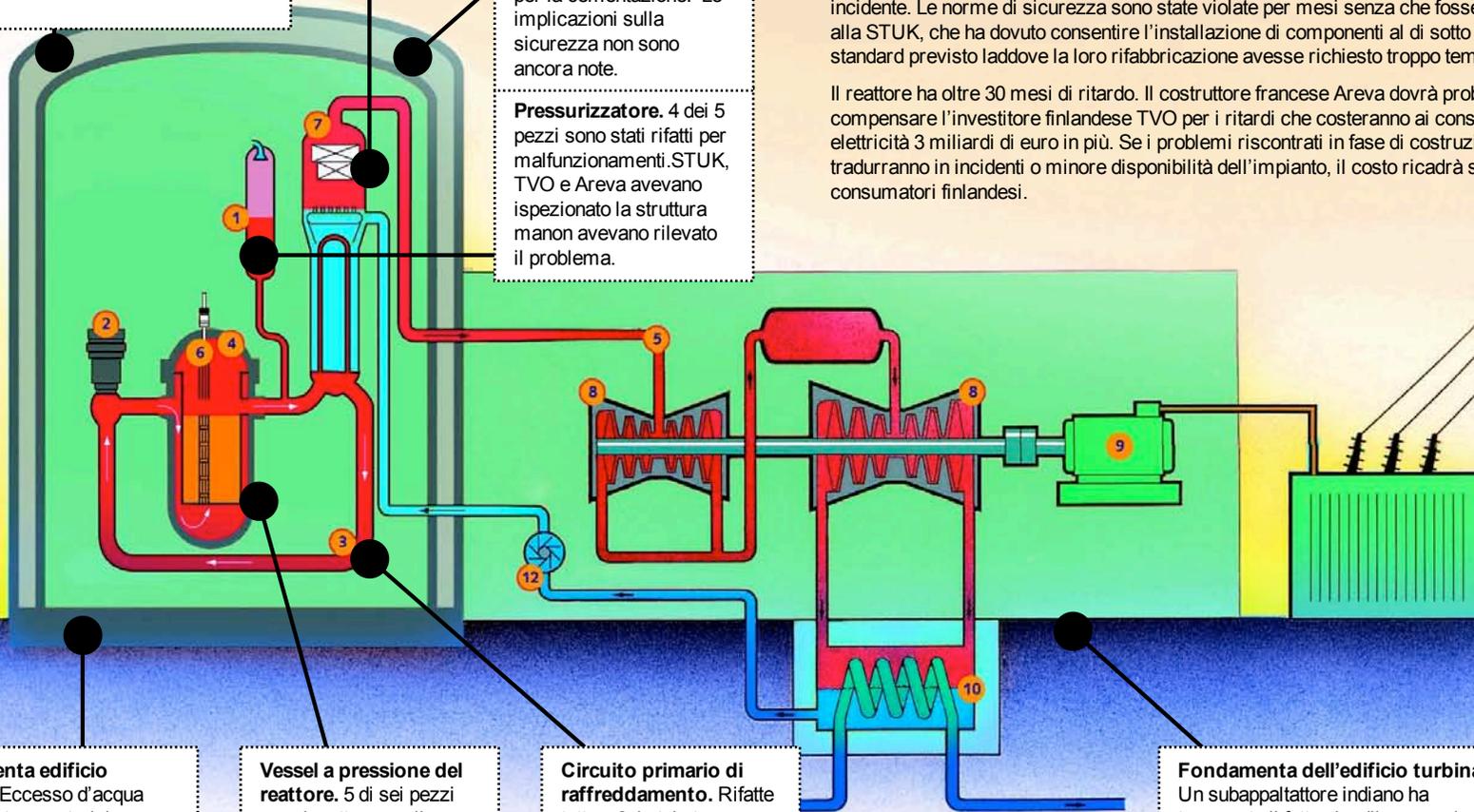
**Generatore di vapore** Gli standard di qualità non erano sufficienti e sono state effettuate delle riparazioni. I dettagli non sono pubblici.

**Contenimento.** 6 mesi di ritardo per problemi per la cementazione. Le implicazioni sulla sicurezza non sono ancora note.

**Pressurizzatore.** 4 dei 5 pezzi sono stati rifatti per malfunzionamenti. STUK, TVO e Areva avevano ispezionato la struttura ma non avevano rilevato il problema.

Il più grande reattore "primo di un tipo" del mondo è in costruzione in Finlandia. Sono già emersi circa 1500 problemi di qualità registrati dall'Autorità di sicurezza. Finlandese STUK Nucleare I compromessi fatti durante la costruzione aumentano i rischi di incidente. Le norme di sicurezza sono state violate per mesi senza che fossero denunciati alla STUK, che ha dovuto consentire l'installazione di componenti al di sotto dello standard previsto laddove la loro rifabbricazione avesse richiesto troppo tempo o denaro.

Il reattore ha oltre 30 mesi di ritardo. Il costruttore francese Areva dovrà probabilmente compensare l'investitore finlandese TVO per i ritardi che costeranno ai consumatori di elettricità 3 miliardi di euro in più. Se i problemi riscontrati in fase di costruzione si tradurranno in incidenti o minore disponibilità dell'impianto, il costo ricadrà sui consumatori finlandesi.



**Fondamenta edificio reattore.** Eccesso d'acqua nel cemento e materiale troppo poroso per errori di progettazione e nei controlli di qualità

**Vessel a pressione del reattore.** 5 di sei pezzi non rispettavano gli standard francesi e sono stati rifatti. Anche qui problemi con le saldature.

**Circuito primario di raffreddamento.** Rifatte tutte e 8 le tubature perché il tentativo di ridurre i costi ha causato errori che rendevano impossibile testare il rischio di rottura delle I nuovi tubi non sono stati testati, nessuna garanzia che il problema è stato risolto.

**Fondamenta dell'edificio turbina.** Un subappaltatore indiano ha trascurato il fatto che d'inverno piove e l'acqua si infila nel cemento. L'espansione termica non era stata considerata e i lavori sono stati rifatti da capo.

**GREENPEACE**

[www.greenpeace.org](http://www.greenpeace.org)

## Il caso del nucleare sovietico di ENEL

- Nell'accordo con il governo slovacco per l'acquisto del 66% della Slovenske Elektrarne (SE) si prevede tra l'altro:
  - Il completamento di due reattori tipo VVER 440/213 a Mochovce (unità 3 e 4)
  - Aggiornamento di due reattori VVER 440/213 a Bohunice

## Quasi 2 miliardi per un reattore anni'70

- Il costo di progetto del completamento è stimato a 1,9 miliardi di euro per 880 MW
- Considerati i costi già pagati all'epoca (regime comunista) si stima un costo equivalente di 2,7 miliardi di euro per 1000 MW (**35% in più di quanto costa un EPR secondo ENEL**)
- La centrale **non sarà dotata di un guscio di contenimento** per proteggerla da un incidente aereo (“è un evento improbabile” secondo ENEL)

# Tecnologia VVER: in Germania

- All'unificazione della Germania nel sito di Greiswald nell'ex Germania Est c'erano
  - 4 unità VVER di prima generazione che furono subito chiuse;
  - **un'unità di seconda generazione (come quella di Mochovce) appena completata e in fase di avvio che fu chiusa per ragioni di sicurezza;**
  - e 3 unità di classe VVER 1000 la cui costruzione fu bloccata

# Tecnologia VVER: in Finlandia

- La Finlandia negli anni '70 riprogettò una centrale identica aggiungendo però un guscio di contenimento e protezione statunitense e un sistema di controllo tedesco
- Questo accadeva ben prima di Cernobyl e prima dell'incidente di Three Miles Island
- ENEL completerà i reattori senza un guscio di protezione (“tanto il reattore è circondato da colline” avrebbe detto F. Conti all'assemblea degli azionisti lo scorso giugno)

# “Colline” che circondano Mochovce

3. a 4. blok Elektrárne Mochovce

Adblock



panorama video foto

1 2 3 4 5 6 7

**GREENPEACE**

[www.greenpeace.org](http://www.greenpeace.org)

## Consegna modellino “progetto disastro” a ENEL



**GREENPEACE**

[www.greenpeace.org](http://www.greenpeace.org)

# L'eredità di Cernobyl

- Alcuni promotori del nucleare affermano “sono morte solo 55 persone”
- Le stime ufficiali (Forum Cernobyl) parlano, tra casi avvenuti e futuri di oltre 9.000 morti
- Su Nature nel 2006 si citano revisioni di questa stima tra i 30-60.000 morti
- Lo studio di una cinquantina di scienziati ucraini e bielorusi - pubblicato da Greenpeace - stima un totale di 140 mila i morti in quei due Paesi. Altri studi presentano un quadro peggiore valutando aree più ampie.

# Gli incidenti capitano di continuo

- Anche se per fortuna non ci sono stati più incidenti gravissimi, eventi di piccola o media entità sono comuni
- Più invecchiano i reattori e maggiori sono i rischi
- Per le radiazioni ionizzanti **non esiste una soglia al di sotto della quale non c'è rischio**

# Incidenti recenti

- Luglio 2008 - Quattro incidenti in 72 ore in centrali nucleari spagnole
- Luglio 2008 - Perdita di effluenti contenenti Uranio a Tricastin in Francia, un rilascio 130 volte gli scarichi autorizzati e concentrazioni 6.000 volte la norma
- Luglio 2007 - Un terremoto colpisce il Giappone. I 7 reattori di Kashiwazaki-Kariwa sono stati fermati per un anno e secondo l'Aiea «non esiste esperienza né regole per caratterizzarne con precisione gli effetti».
- Giugno 2007 - Kruemmel (Amburgo) un incendio raggiunge l'edificio del reattore che viene spento.
- Luglio 2006 si sfiorò l'incidente nucleare presso un reattore a Forsmark, in Svezia, corto circuito a due generatori di emergenza e l'impianto venne spento.

# INCIDENTE GRAVE A UN EPR

- Greenpeace ha commissionato un rapporto tecnico per verificare le conseguenze di un attentato terroristico o incidente grave a un EPR
- EDF, il gestore francese, esclude la possibilità di un tale evento in quanto “praticamente eliminato” grazie al guscio di contenimento secondario: questa affermazione non è suffragata da dati disponibili al pubblico

# Incidente a un EPR: caso peggiore

## Rapporto Greenpeace

max media min

Flamanville EPR 100% LEU core Target 65GWed/tU Fuel Burn-Up	EARLY Death	381	81	42
	LATE Fatal Cancer	26,430	6,212	5,623
	Thyroid Cancer DEATHS	1,454	309	263
	LAND Area (ideally) Evacuated km <sup>2</sup>	16,930	7,214	6,475
	Area (ideally) Iodine Prophylaxis km <sup>2</sup>	1,541	361	257
	NUMBERS Persons (ideally) evacuated	1,246,000	313,00	239,900
	Persons (ideally) I-131 Prophylaxis	68,050	14,570	11,750

## Per EDF

Flamanville EPR 100% LEU High Burn- Up Target & EDF Release Fractions English Version x10 <sup>2</sup>	EARLY Death	0	0	0
	LATE Fatal Cancer	11	4	4
	Thyroid Cancer DEATHS	1	0	0
	LAND Area (ideally) Evacuated km <sup>2</sup>	123	57	50
	Area (ideally) Iodine Prophylaxis km <sup>2</sup>	12	10	10
	NUMBERS Persons (ideally) evacuated	2,952	2,458	2,239
	Persons (ideally) I-131 Prophylaxis	630	560	562

**GREENPEACE**

[www.greenpeace.org](http://www.greenpeace.org)

# Nucleare per il clima globale?

- Raddoppiando i reattori nucleari entro il 2030:
  - Servirebbero 500.000 MW nuovi incluse le sostituzioni di reattori da chiudere
  - I costi di installazione sarebbero di circa 2.000 miliardi di euro
  - Occorrerebbe allacciare alla rete un nuovo reattore ogni 2 settimane

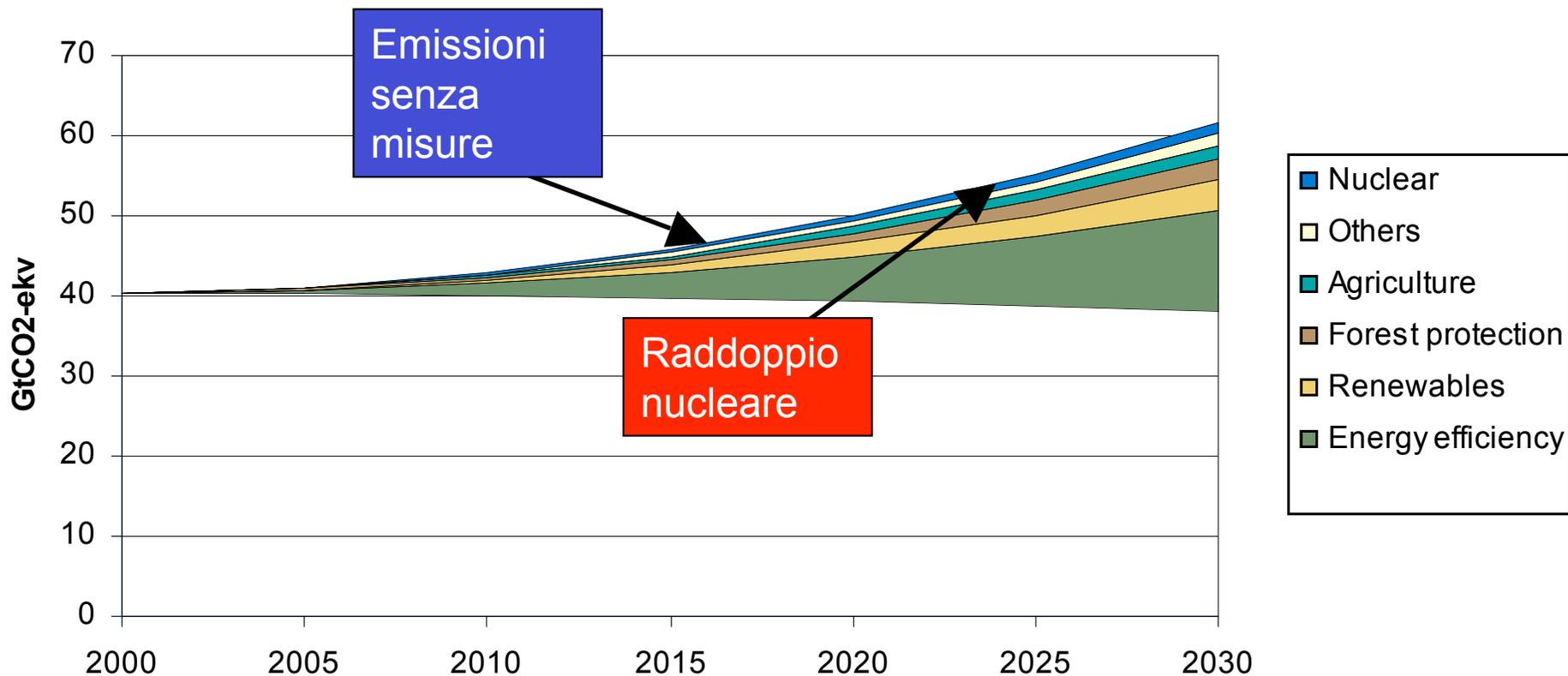
**Le emissioni di CO2 si ridurrebbero del 3%**

**GREENPEACE**

[www.greenpeace.org](http://www.greenpeace.org)

# Potenziale di riduzione delle emissioni al 2030

Con un costo €70/tCO<sub>2</sub> = 16 cent/litro di benzina



Fonte: IPCC

GREENPEACE

[www.greenpeace.org](http://www.greenpeace.org)

# Cambiamenti del clima e nucleare

- Un reattore EPR richiede 100 m<sup>3</sup>/secondo di acqua
- La riduzione dei flussi di acqua nei fiumi ha causato nella siccità del luglio 2006:
  - Germania: Krummel (1316 MWe), Brunsbuttel (806 MWe) a Brokdorf (1440 MWe) sul fiume Elba - chiusura
  - Spagna: Santa Maria (466 MW)
  - Belgio: Doel (421 a 454 MWe) potenza ridotta
  - Francia: 28 reattori su 5 grandi fiumi (Garonne, Rhone, Seine, Muese e Moselle) autorizzati a superare i limiti di scarico (3° C)
  - USA: Cook (2 x 1000 MW) nel Michigan

## Le alternative esistono

- Programma nucleare del governo: 4 reattori EPR al 2020 per circa 50 TWh/anno
- Obiettivo europeo fonti rinnovabili per il settore elettrico: +50 TWh al 2020. **Metà è realizzabile con l'eolico**
- Efficienza: potenziale economicamente conveniente al 2020: 100 TWh a un costo < 5,6 cent/kWh (oggi il prezzo all'ingrosso è di 7). Occupazione indotta: 60.000 posti di lavoro

# La rivoluzione dell'efficienza

Il potenziale di efficienza energetica negli usi finali di energia elettrica in Italia al 2020 e i benefici connessi a un suo largo dispiegamento

## The economics of nuclear power

Research report 2007

Stephen Thomas, Peter Bradford, Antony Froggett and David Milborrow

TECHNOLOGY, ECONOMICS, ALTERNATIVES & CASE STUDIES  
REPORT NOVEMBER 2007

GREENPEACE

greenpeace.org

## futu[r]e investment

A SUSTAINABLE INVESTMENT PLAN FOR THE POWER SECTOR TO SA



EREC  
EUROPEAN RENEWABLE ENERGY COUNCIL

www.greenpeace.org

## energy [r]evolution

A SUSTAINABLE WORLD ENERGY OUTLOOK



EREC  
EUROPEAN RENEWABLE ENERGY COUNCIL

GREENPEACE

# GREENPEACE

[www.greenpeace.org](http://www.greenpeace.org)

# Investimenti in ricerca e sviluppo

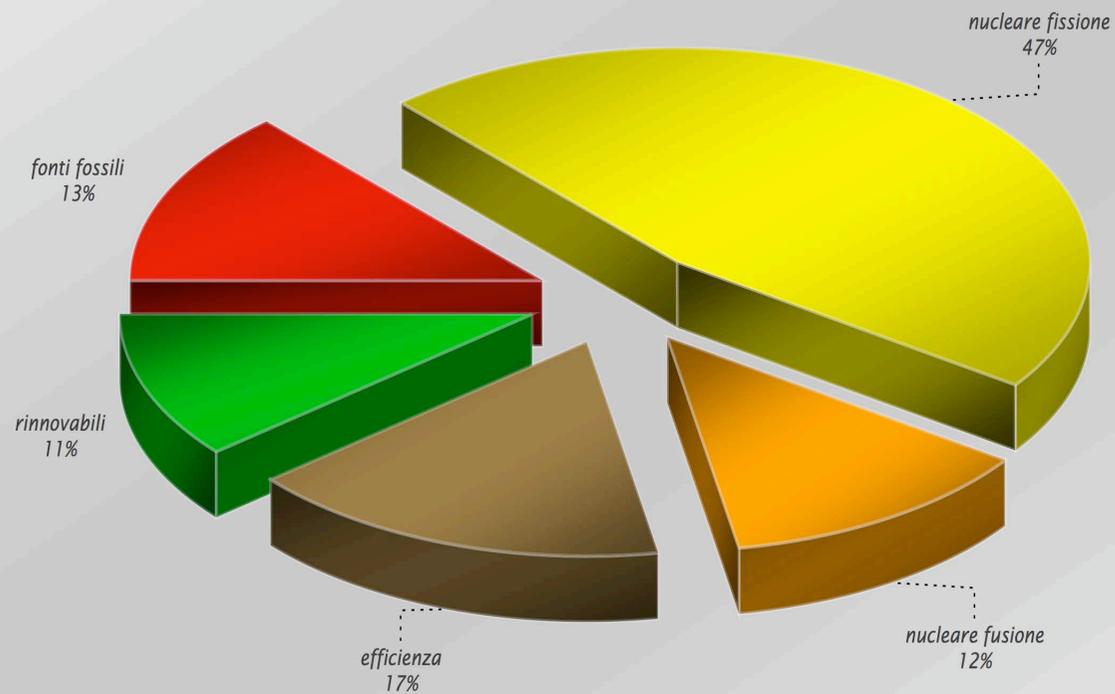
- Nei Paesi OCSE la gran parte dei fondi sono andati finora al nucleare di fissione (quasi la metà)
- Le fonti rinnovabili tutte assieme hanno ricevuto fondi per circa l'11%

**La distribuzione delle risorse di R&S  
riflette il passato non il futuro**

**GREENPEACE**

[www.greenpeace.org](http://www.greenpeace.org)

## Distribuzione dei fondi di ricerca e sviluppo nei Paesi OCSE dal 1992 al 2005



# GRAZIE PER L'ATTENZIONE



**GREENPEACE**

[www.greenpeace.org](http://www.greenpeace.org)