Nucleare: un vicolo cieco

Giuseppe Onufrio - Direttore Esecutivo
Roma, 27 novembre 2009

Roma
Inaugurazione del WEC
Novembre 2007

Il ruolo del nucleare nel mondo

- Nel 2007 il nucleare ha prodotto nel mondo 2.719 miliardi di kWh (TWh) pari al **13,8%** della produzione elettrica globale.
- Le centrali idroelettriche hanno prodotto invece 3.162 TWh (**15,6%** della produzione elettrica globale)

IL NUCLEARE PRODUCE MENO ELETTRICITA' DELL'IDROELETTRICO MA VIENE CONTATO PER OLTRE IL DOPPIO

Una convenzione statistica amplifica il ruolo del nucleare

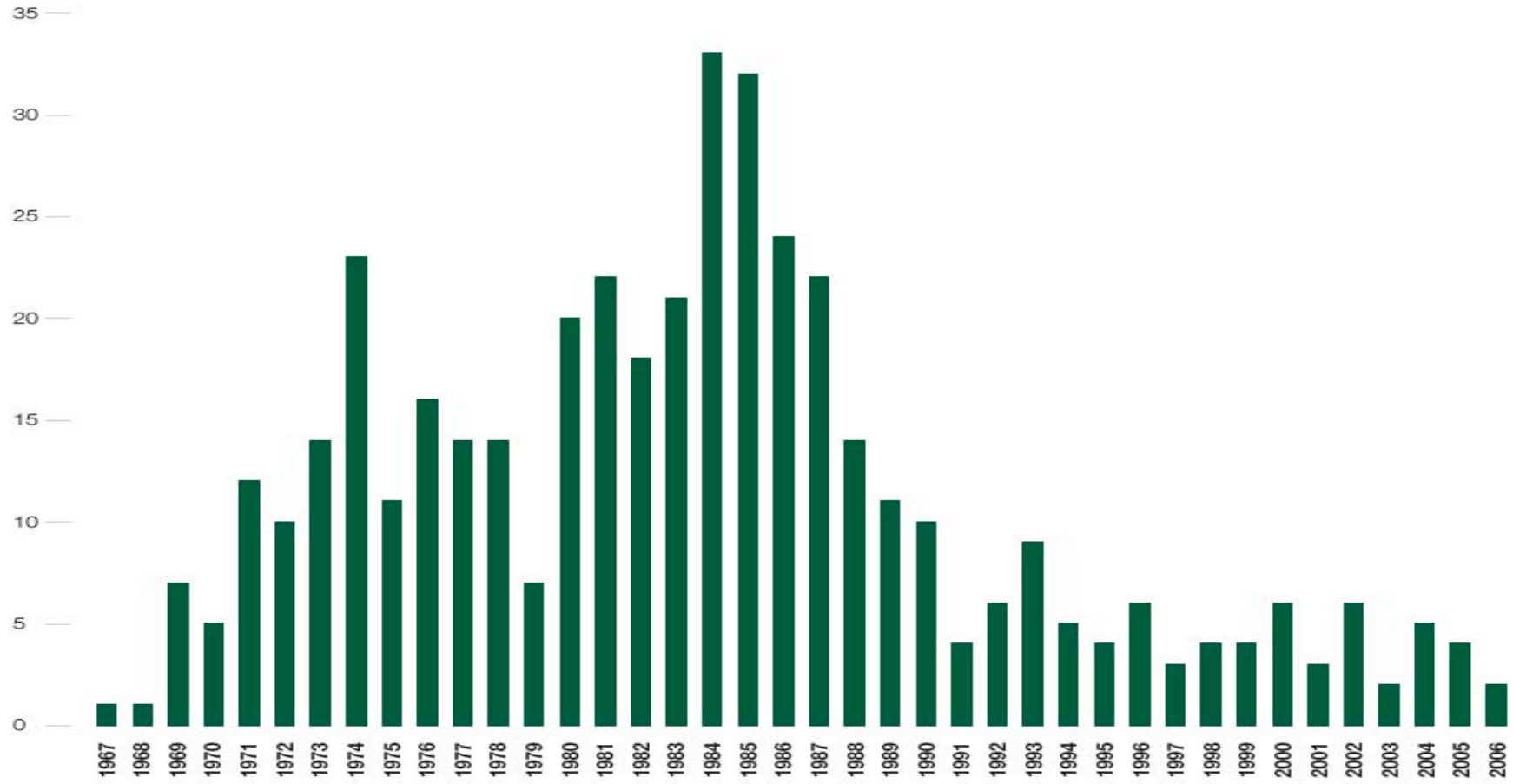
- In termini di **energia primaria totale**, la quota coperta da nucleare è valutata nel **5,9%** contro il **2,2%** dell'idroelettrico.
- Ciò deriva dal fatto che il nucleare produce energia **termica**, 2/3 della quale scaricati nell'ambiente. Nel mondo solo un numero ridottissimo di impianti recupera 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 **aumentato artificialmente per 3**.

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 - 80 anni ai livelli attuali di consumo**.

Numero di nuovi reattori collegati alla rete per anno



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 6.000 MW) con l'obiettivo di sostituire le centrali che verranno chiuse per raggiunti limiti d'età. Fondi assicurativi statali per coprire le perdite per ritardi nella costruzione (500 M $ per le prime due unità e 250 M$ per altre quattro)
- Il valore dei soli fondi a tasso agevolato introdotti nel 2007 è di **18,5** miliardi di dollari per il periodo fino al 2011. Non risultano ancora nuovi ordinativi.

Costi attuali di produzione del kWh per nuovi impianti in linea al 2020 (millesimi di dollaro, 2007)					
Fonti	Capitale	O&M	Comb	Trasm.	**Totale**
carbone	70,76	5,19	18,67	3,61	**98,23**
gas	20,97	1,54	55,33	3,88	**81,72**
eolico	84,25	9,05	0,00	6,15	**99,45**
nucleare	78,38	11,42	8,88	3,14	**101,82**

Costo di capitale alla base delle stime DOE 2009

- Il riferimento per il costo di capitale del **nucleare** (esclusi i costi finanziari) è di **3.318 $/kW** (era di 2.475 $/kW nel 2008)
- Il carbone di nuova generazione è valutato a 2.058 $/kW
- I nuovi cicli combinati a gas sono stimati a 948 $/kW
- L'eolico on-shore è stimato a 1.923 $/kW

La struttura dei costi del kWh nucleare

- Il costo della centrale pesa per oltre il 75 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 negli ultimi 10 anni in India.
- Per l'agenzia Moody's (maggio 2008) servono **7,5 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 oltre **8 miliardi di dollari** per 1000 MW

In Canada: gara per 2 reattori

- Una gara d'appalto per la sostituzione di 2 reattori a Darlington in Ontario è stata bloccata per eccesso di costo
- AREVA ha presentato un'offerta per **23,6 miliardi di dollari** per 2 EPR, ma **senza accettare la clausola** di assumersi tutti i rischi di eventuali ritardi
- La canadese AECL ha presentato un offerta per 2 CANDU per **26 miliardi di dollari**, ma accettando la clausola

Canada: costi per kW

Tenendo conto delle diverse potenze in gioco tra un CANDU (1200 MW) e un EPR (1650 MW) le offerte si traducono in:

- 10.800 $/kW per il CANDU
- 7.375 $/kW per l'EPR

- La differenza del **46% in più** per l'offerta canadese include una parte dei rischi associati nell'accettare la clausola di coprire ogni perdita risultante da eventuali ritardi

In Europa

- **3-3,5 miliardi di euro** per un EPR secondo ENEL (giugno 2008)
- **4** miliardi di euro secondo ENEL (ottobre 2008); 4,5 secondo EDF nella primavera del 2009
- L'EPR in costruzione a Olkiluoto aveva una previsione di 3,2 miliardi di euro. Ad oggi la stima è di **2,3 miliardi in più (5,5)**.
- Al Times online Wulf Bernotat, capo della tedesca E.On, dichiarava a maggio 2008 "**fino a 6 miliardi di euro**" per un EPR in un sito esistente (esclusi i costi dello smantellamento del vecchio reattore).

EPR: liti a suon di miliardi

- A causa dei ritardi e dei maggiori costi
  - il costruttore francese Areva minaccia l'azienda finlandese TVO di citarla per danni per 2 miliardi di euro perchè non ha messo in pratica un accordo per accelerare i lavori, sottoscritto nel 2008;
  - La TVO da parte sua, accusa Areva dei ritardi e minaccia di chiedere danni per 2,4 miliardi di euro

- Si stima che graveranno sui consumatori di energia circa 3,5 miliardi di euro in più del previsto

I dati a confronto (mld €/1000 MW)

- 1000 MW di nucleare in miliardi di euro costano:
  - 2,5-2,8 secondo ENEL e EDF (EPR)
  - Fino a oltre 3,5 secondo E.On (EPR)
  - Circa 5 secondo l'offerta (senza clausola) in Canada (EPR)
  - Circa 5,8 secondo Moody's
  - Circa 6,1 secondo Florida L&P

CHI HA RAGIONE?

Costi di capitale: almeno il doppio

- Il costo effettivo delle centrali nucleari è oggi valutato in modo assai diverso rispetto alle stime correnti: 7.500-8.200 $/kW installato (costi finanziari inclusi) contro i circa 3.300 ufficiali (senza costi finanziari)
- I costi di capitale del nucleare delle valutazioni di mercato sono **più che doppi rispetto alle stime "ufficiali"**

Quanto costa l'elettricità da nucleare?

- Accettando la modalità di calcolo del DOE, e sostituendo una cifra più coerente con le cifre proposte dal mercato si ottiene un costo del kWh da nuovo impianto nucleare **pari ad almeno 18 centesimi di dollaro per kWh**

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 Comitee of public accounts valuta i costi per la bonifica dei siti e la sistemazione delle scorie a 83 miliardi di sterline

I reattori di “ultima generazione”

- Due sono i principali modelli di reattori III+: 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 (oltre 1600 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 oltre 1600 MW
- Il ritardo accumulato era già di 3 anni, e le "non conformità" accertate dall'ente di sicurezza nucleare STUK erano oltre 2.100 nell'agosto 2008.
- Le stime attuali del costo finale sono di un aumento di almeno del 50% rispetto alle previsioni. Già "certificato" un aumento di costi di 2,3 mld €.
- Alla richiesta di quanto costerà l'EPR, la Presidente di Areva Anne Lauvergeon ha risposto "ve lo diremo quando sarà completato"

EPR: soldi a basso tasso

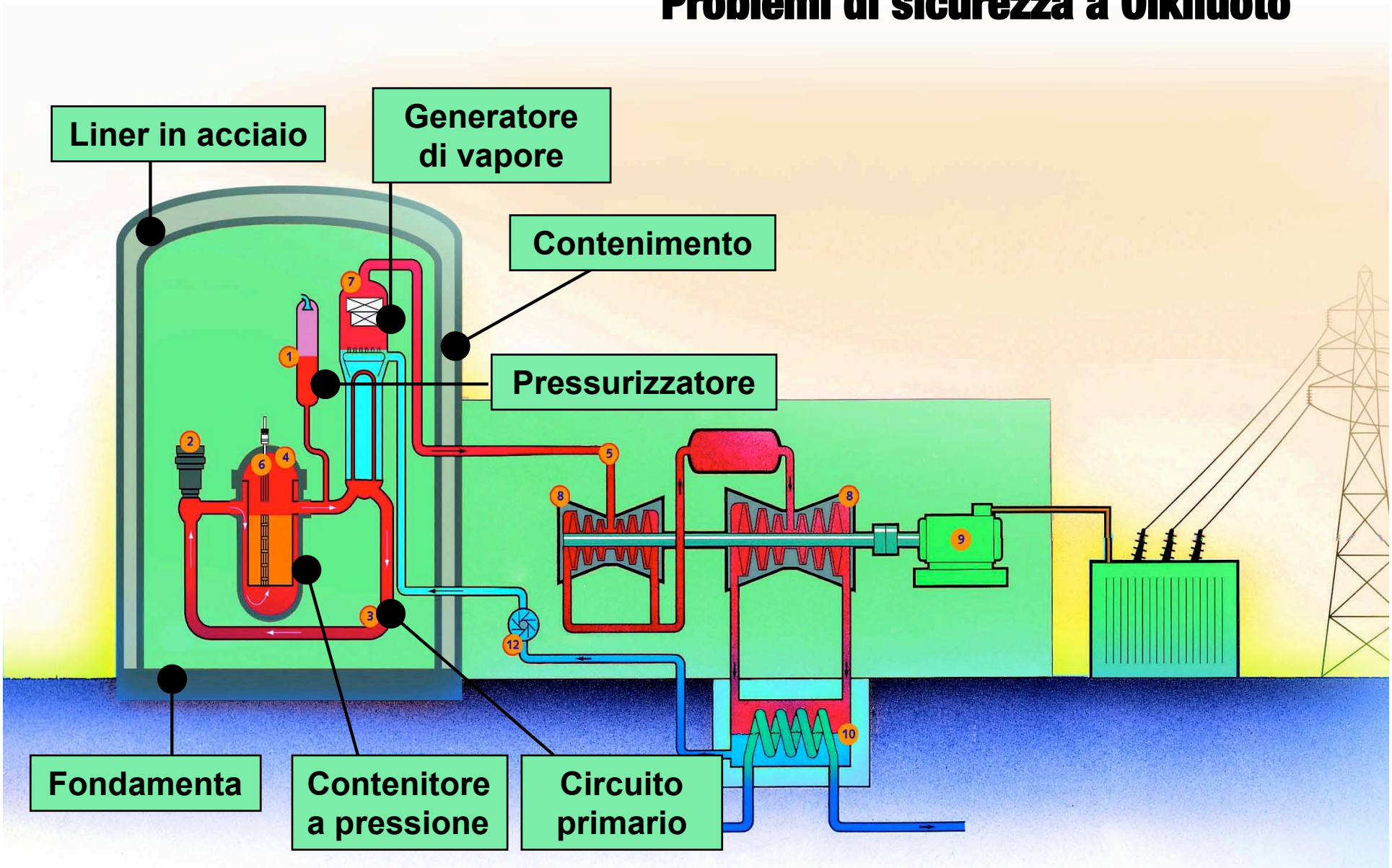
- A guidare il consorzio di banche per il finanziamento di 1,95 mld. € (circa il 60% del costo complessivo del progetto approvato) a un tasso di interesse del 2,6%, è stata la *Bayerische Landesbank*, controllata dallo stato tedesco della Baviera.

- Coinvolti anche due istituti di credito all'esportazione: la francese *Coface*, con una garanzia di credito di 610 M €, per coprire le forniture di Areva, e la *Swedish Export Agency* (SEK) con 110 M €.

Dal Wall Street Journal Europe, 30 maggio 2008

- The Italian government, whose public debt of EUR 1,624 (*1,670 al gennaio 2009, 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**.

Problemi di sicurezza a Olkiluoto



GREENPEACE

www.greenpeace.org

Problemi di sicurezza a Olkiluoto

Il più grande reattore ”primo di un tipo” del mondo è in costruzione in Finlandia. Sono già emersi oltre 2100 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.

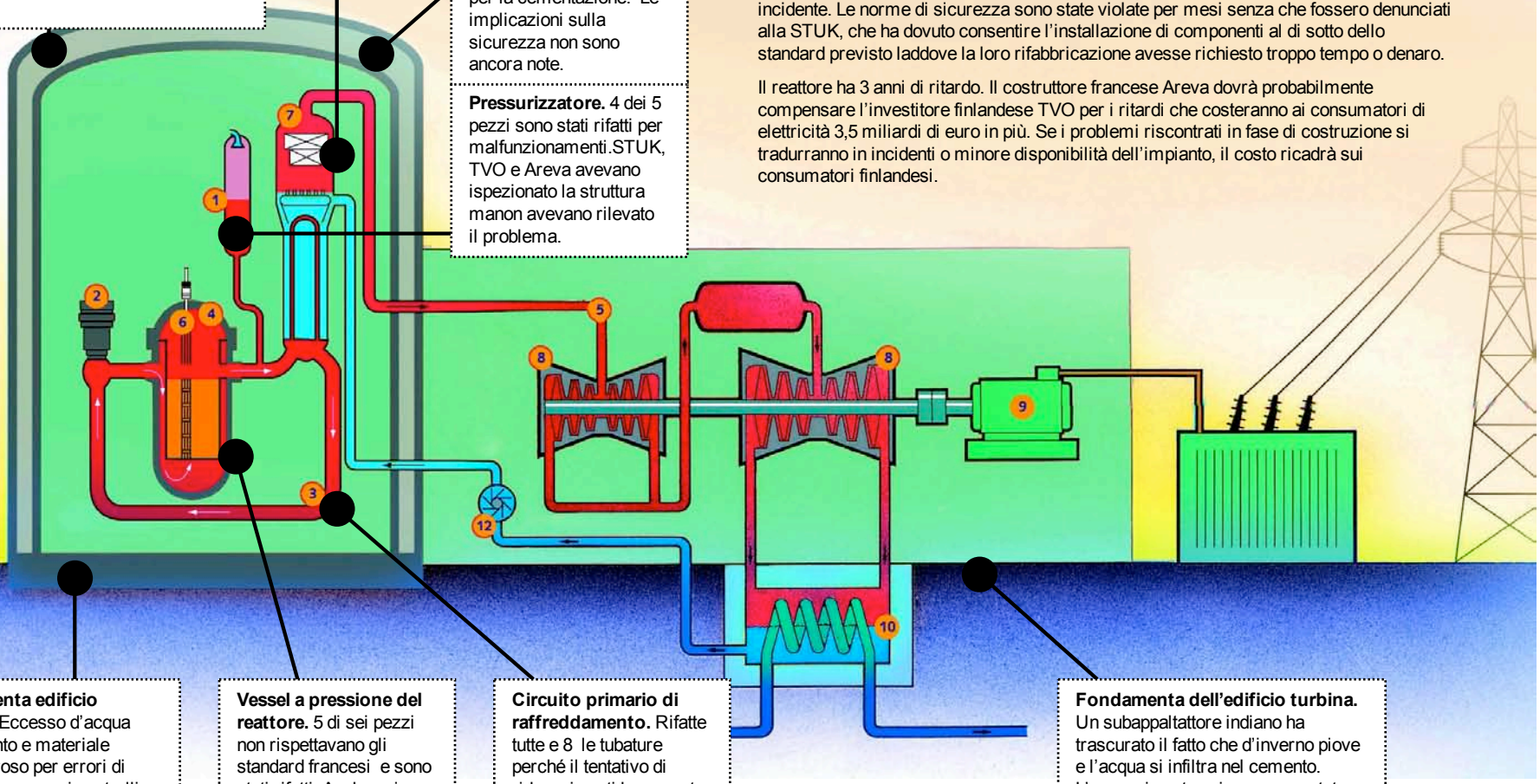
Il reattore ha 3 anni di ritardo. Il costruttore francese Areva dovrà probabilmente compensare l’investitore finlandese TVO per i ritardi che costeranno ai consumatori di elettricità 3,5 miliardi di euro in più. Se i problemi riscontrati in fase di costruzione si tradurranno in incidenti o minore disponibilità dell’impianto, il costo ricadrà sui consumatori finlandesi.

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 manon avevano rilevato il problema.



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 l nuovi tubi non sono stati tesati, nessuna garanzia che il problema è stato risolto.

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

GREENPEACE

www.greenpeace.org

October 2007. All information based on publications by Finnish authorities or nuclear industry.

EPR: saldature fuori standard

- Nell'agosto 2008 Greenpeace ha denunciato che la società francese incaricata di effettuare le saldature del sistema di raffreddamento non ha rispettato i criteri di qualità progettuali
- Per un anno la società francese ha operato in cantiere senza avere un responsabile della sicurezza.
- L'autorità di sicurezza finlandese STUK ha confermato la non conformità.
- Il 15 ottobre 2009 STUK riscontra di nuovo una qualità non sufficiente nelle saldature del sistema di raffreddamento e chiede di rifare i lavori

EPR: non reggerebbe a un incidente aereo

- Un rapporto riservato dell'EDF, il colosso elettrico francese, reso noto nel 2006 da Greenpeace e dall'associazione francese "Sortir du nucleaire", rivelava che un EPR non avrebbe retto all'impatto di un jumbo jet 747 classe 400:
  - L'unica simulazione riguardava l'impatto di un piccolo aereo militare, le cui conseguenze non sono paragonabili a quelle di un grosso aereo di linea;
  - L'ipotesi alla base della simulazione è che l'incendio attivato da 100 tonnellate di combustibile si esaurisca in 2 minuti

- EDF all'epoca si è difesa pubblicamente dicendo che la sicurezza da un attacco terroristico non è sua competenza ma dello stato francese

EDF: spionaggio ai danni di Greenpeace

- Il 31 marzo 2009 si è scoperto che già dal 2004 **EDF ha effettuato operazioni di spionaggio informatico contro Greenpeace** nei 4 Paesi dove ha maggiori interessi: Francia, Regno Unito, Spagna e Belgio.

- **Le operazioni sono state effettuate dalla società Kargus al costo di 13 mila euro al mese e prevedevano anche la possibilità di infiltrazioni nell'organizzazione ambientalista**

- A seguito della scoperta, EDF ha sospeso due alti funzionari responsabili della sicurezza interna. E' chiaro però che non è possibile scaricare questa responsabilità solo su due persone.

EPR: sistemi di controllo non autorizzati

- Lo scorso dicembre l'autorità di sicurezza nucleare STUK ha consegnato al costruttore francese AREVA, una lettera nella quale si dice di non registrare "nessun reale avanzamento nella progettazione dei sistemi di controllo e protezione" che potrebbe portare a un arresto della costruzione del reattore
- La lettera indica una seria mancanza di professionalità nella costruzione di Olkiluoto 3; la STUK sta ancora aspettando che AREVA fornisca "un progetto adeguato, che soddisfi i principi basilari della sicurezza nucleare".

EPR: un prototipo incompleto

- Lo scorso ottobre, per la prima volta nella storia, con un comunicato congiunto tre agenzie di sicurezza nucleare, la francese ASN, la britannica HSE'sND e la finlandese STUK hanno certificato la non osservanza del "principio di indipendenza":

nel progetto dell'EPR il sistema di emergenza non è indipendente da quello di normale funzionamento.

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
- L’andamento dei lavori in Finlandia mette in discussione la validità delle valutazioni di sicurezza basate su dati di progetto e non su come sono state realizzate le opere.

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^2	16,930	7,214	6,475
	Area (ideally) Iodine Prophylaxis km^2	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 $x10^2$	EARLY Death	0	0	0
	LATE Fatal Cancer	11	4	4
	Thyroid Cancer DEATHS	1	0	0
	LAND Area (ideally) Evacuated km^2	123	57	50
	Area (ideally) Iodine Prophylaxis km^2	12	10	10
	NUMBERS Persons (ideally) evacuated	2,952	2,458	2,239
	Persons (ideally) I-131 Prophylaxis	630	560	562

Il caso del nucleare sovietico di ENEL

- Nell'accordo con il governo slovacco per l'acquisto del 66% della Slovenske Electrarne (SE) si prevedono interventi su tecnologia nucleare sovietica risalente agli anni '70 e, in particolare:

  – 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 3 miliardi di € per un reattore anni ’70

- Il costo di progetto iniziale del completamento è stimato a 1,9 miliardi di euro per 880 MW. La stima è stata recentemente alzata a circa **2,8 mld €,** ammettendo che potrebbe non essere l’ultima stima.
- Anche senza includere i costi già pagati all’epoca (regime comunista) il costo equivalente è di 3,2 miliardi di euro per 1000 MW (**quasi il 40% 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 Greisfwald 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

Consegna modellino “progetto disastro” a ENEL

GREENPEACE

www.greenpeace.org

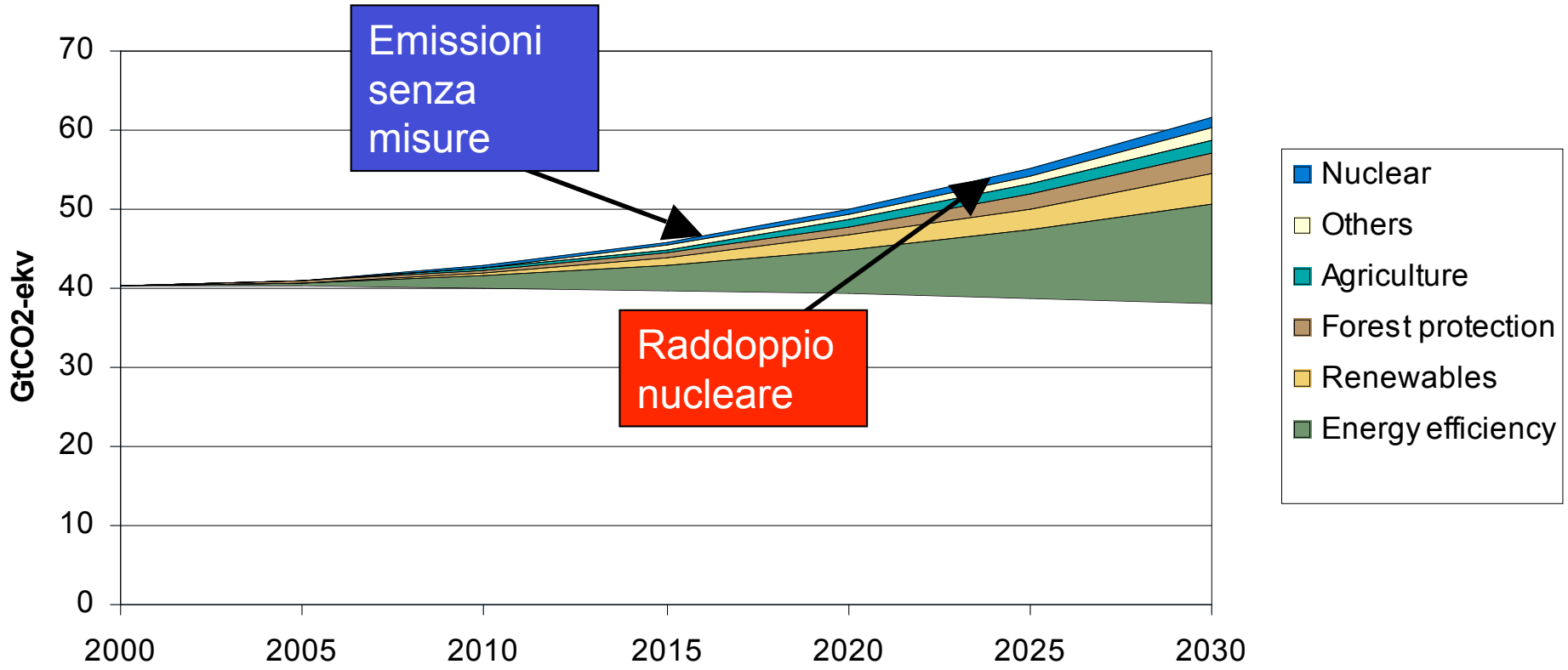
Nucleare per il clima globale?

- Raddoppiando i reattori nucleari entro il 2030:
  - Servirebbero 500.000 MW nuovi incluse le sostituzioni di reattori da chiudere
  - I costi di installazione sarebbero dell'ordine dei 2-3.000 miliardi di euro
  - Occorrerebbe allacciare alla rete un nuovo reattore ogni 2 settimane

Le emissioni di CO_2 si ridurrebbero di circa il 5%

Potenziale di riduzione delle emissioni al 2030

Con un costo €70/tCO2 = 16 cent/litro di benzina



Fonte: IPCC

Cambiamenti del clima e nucleare

- Un reattore EPR richiede 100 m3/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

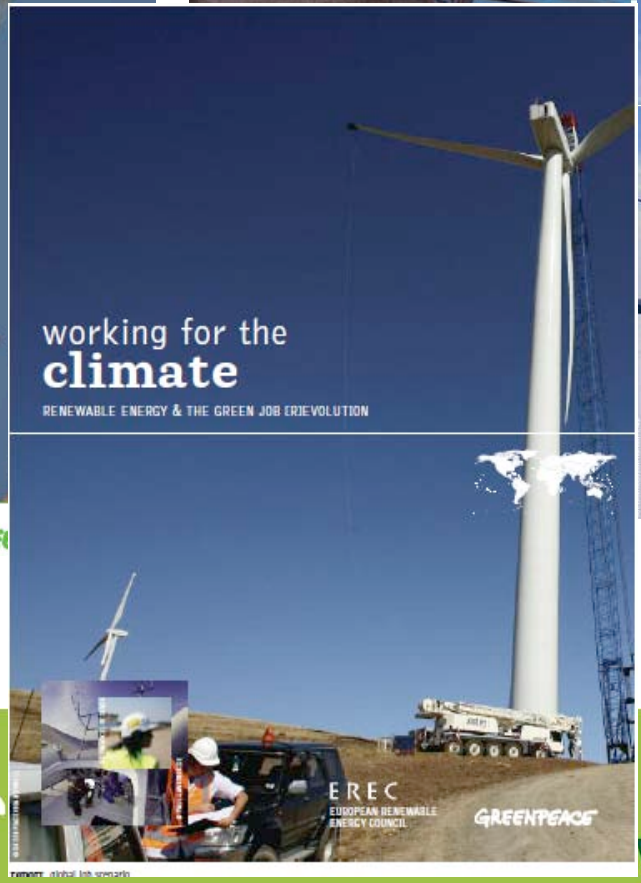
- Efficienza e rinnovabili al 2020 valgono fino a 150 TWh:
  - Obiettivo europeo fonti rinnovabili per il settore elettrico: +50 TWh al 2020. **Circa la metà è realizzabile con l'eolico**
  - Efficienza: potenziale economicamente conveniente al 2020: 100 TWh a un costo < 5,6 cent/kWh

Effetti occupazionali delle alternative

- Realizzando 100 TWh di efficienza negli usi finali al 2020, l'impatto occupazionale stimato dal Politecnico di Milano è di 60.000 posti di lavoro. Il rapporto medio tra investimenti negli usi finali e nel settore primario è 1:4
- Secondo lo studio ANEV-UIL l'eolico in Italia ha un potenziale di oltre 16 GW totali al 2020 e tra occupazione diretta e indotta può occupare 66.000 unità, 53 mila in più delle attuali.

Occupazione diretta nel settore elettrico

- Secondo il rapporto di Greenpeace “Lavorare per il clima”, lo scenario alternativo per l’Italia può generare, in termini di sola occupazione diretta, il doppio degli occupati al 2030
- Sarebbero infatti possibili **102 mila posti di lavoro** nello scenario della “Rivoluzione energetica” contro 56 mila dello scenario di riferimento basato sulle stime IEA



GREENPEACE

www.greenpeace.org

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

GREENPEACE

www.greenpeace.org