



Comitato per la valutazione delle scelte scientifiche e tecnologiche

## Prospettive dell'energia nucleare in Italia

Sala del Mappamondo, Palazzo Montecitorio,  
Camera dei deputati, giovedì 20 ottobre 2005



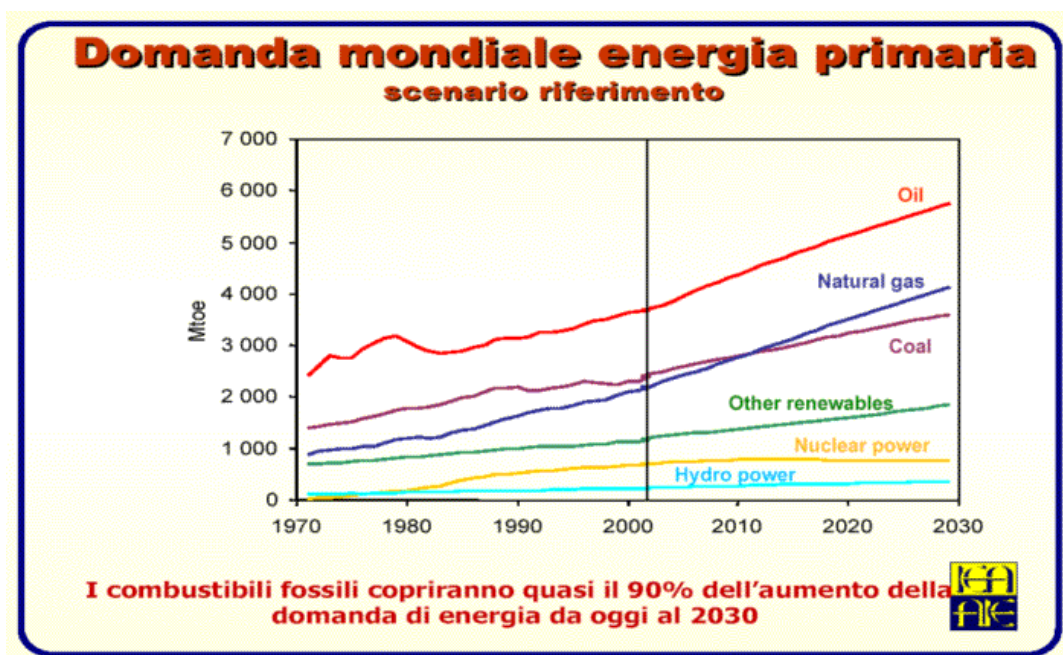
ITALIAN NATIONAL AGENCY FOR NEW TECHNOLOGIES, ENERGY AND THE ENVIRONMENT

Relazione del Prof. Luigi Paganetto

### Nucleare e domanda mondiale di energia

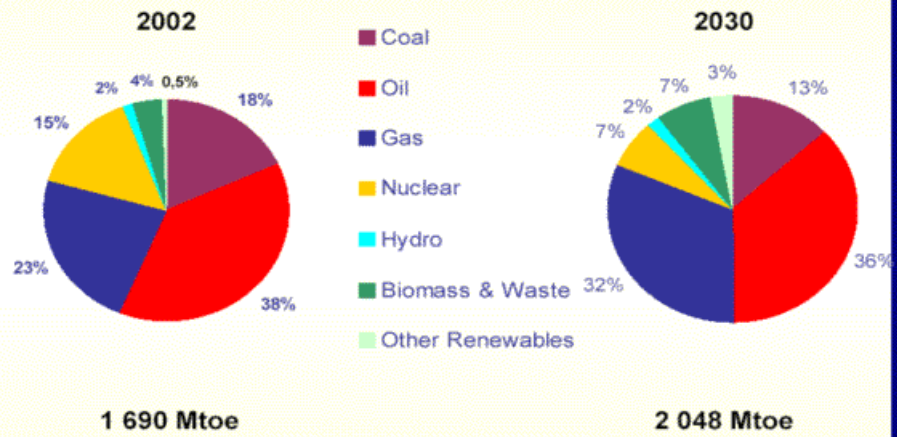
#### Gli scenari per l'energia

- Lo scenario dell'IEA fino al 2030 indica che la domanda mondiale di energia primaria sarà soddisfatta in maniera crescente da fonti differenti dall'idroelettrico e dal nucleare. Queste ultime rimangono invece ferme al valore dell'anno 2000.
- Nel caso dell'Europa, gas e rinnovabili, sempre secondo lo IEA, aumenteranno la loro quota sul totale a spese di nucleare, carbone e petrolio.
- Continuerà a crescere di qui al 2020 il peso relativo dell'energia domandata dal settore dei trasporti, che appare strettamente vincolata al petrolio, diversamente da quel che accade per l'industria e il settore civile.



## EU mix fonti primarie

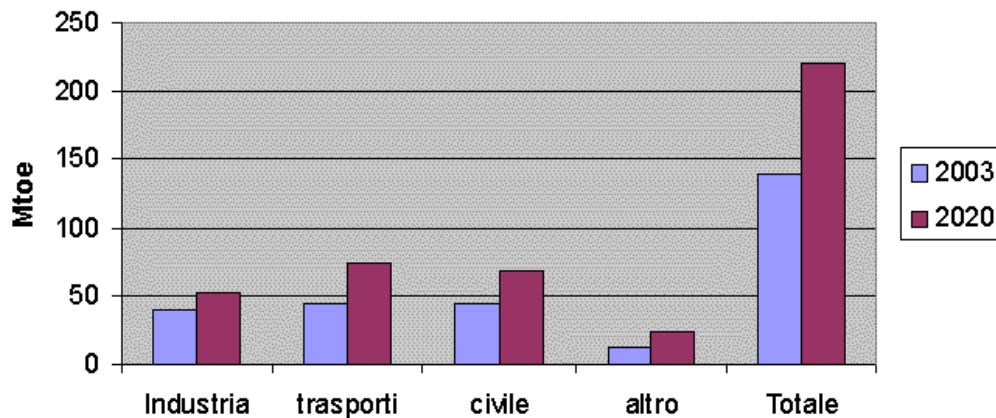
— scenario riferimento



Gas & rinnovabili aumenteranno la loro presenza nel mix EU, a spese di nucleare, carbone e petrolio

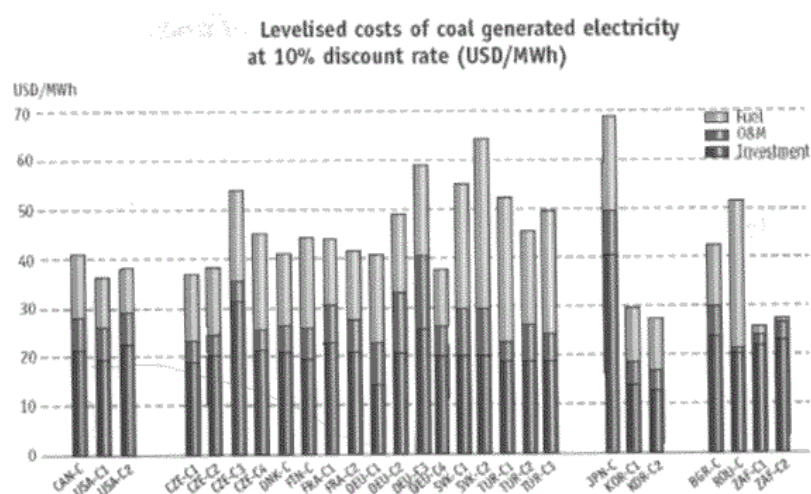


## Consumi di energia negli usi finali (Mtoe)



## I costi dell'energia da nucleare

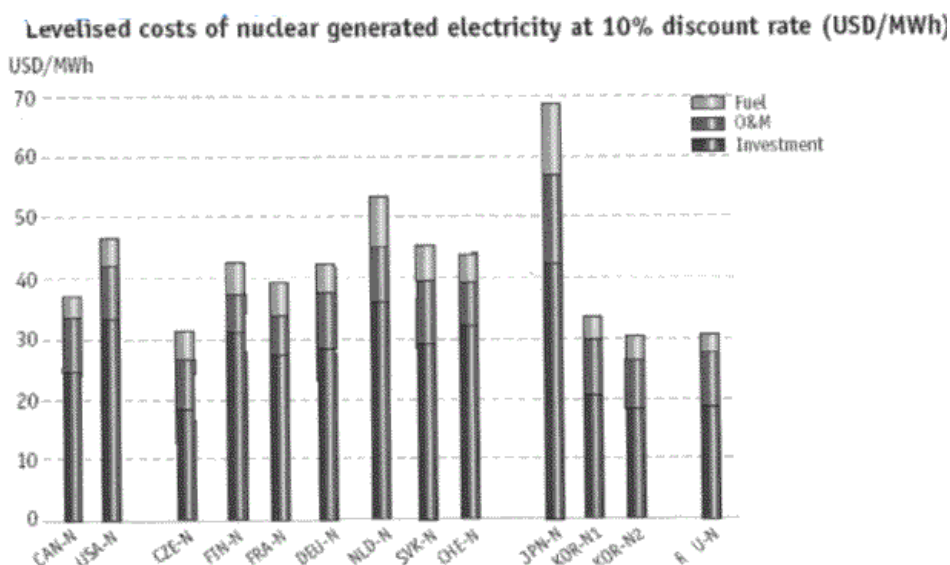
- “L'energia nucleare non è oggi una scelta competitiva dal punto di vista economico e pone, oltretutto, problemi significativi riguardo sicurezza, proliferazioni e rifiuti. Ciononostante la sua capacità di offrire energia libera da CO2, può essere la ragione perché essa dia un significativo contributo all'offerta futura di elettricità.” (da The Future of Nuclear Power, MIT, 2003).
- L'economicità del nucleare dipende – ovviamente – molto dall'andamento futuro del prezzo dei combustibili fossili.
- I risultati delle valutazioni (Projected Costs of generating electricity, IEA, 2005) sono legate anche al saggio di sconto che si utilizza e alla durata utilizzata per l'investimento.
- Le differenti regolamentazioni e tecnologie adottate influenzano anch'esse, in maniera significativa, il costo del nucleare.



## Composizione del costo di produzione di energia elettrica da carbone in diversi paesi OCSE

Nota: I costi di investimento includono il "Decommissioning"

Fonte: OCSE NEA/IEA "Projected Costs for Generating Electricity - Update 2005"



## Composizione del costo di produzione di energia elettrica da carbone in diversi paesi OCSE

Nota: I costi di investimento includono il "Decommissioning"

Fonte: OCSE NEA/IEA "Projected Costs for Generating Electricity - Update 2005"

## Costo del KWh del nucleare esistente

	nucleare	carbone	gas naturale
Finlandia	2.76	3.64	-
Francia	2.54	3.33	3.92
Germania	2.86	3.52	4.90
Svizzera	2.88	-	4.36
Olanda	3.58	-	6.04
Rep. Ceca	2.30	2.94	4.97
Slovacchia	3.13	4.78	5.59
Romania	3.06	4.55	-
Giappone	4.80	4.95	5.21
Corea	2.34	2.16	4.65
USA	3.01	2.71	4.67
Canada	2.60	3.11	4.00

IS 2003 cents/kWh, Discount rate 5%, 40 year lifetime, 85% load factor  
 Source: NEA 2005.

## Gli impianti nucleari nel mondo e le nuove tecnologie

### Le tendenze in atto per gli impianti nucleari nel mondo

- 439 reattori in funzione nel mondo – 368 GW elettrici circa il 16% della produzione elettrica mondiale (35% nel caso della UE).
- 25 reattori in costruzione per 19 GW, 39 reattori ordinati per 41 GW
- 73 reattori proposti per 58 GW elettrici
- crescita dal 1990 al 2004 pari al 38%

### L'attività dell'industria italiana all'estero

Mantenimento della tecnologia dei PWR (AP1000), accordi con AREVA per il reattore europeo EPR.

Casi:

- partecipazione di ANSALDO Energia al completamento e messa in esercizio delle unità della centrale di Cernavoda (Romania)
- fornitura di grandi componenti ed attività di service Ansaldo Camozzi.

*Impianti nucleari di potenza attualmente in esercizio nel mondo*

Nuclear power plants in commercial operation						
Reactor type	Main Countries	Number	GWe	Fuel	Coolant	Moderator
Pressurised Water Reactor (PWR)	US, France, Japan, Russia	263	237	enriched UO <sub>2</sub>	water	water
Boiling Water Reactor (BWR)	US, Japan, Sweden	92	81	enriched UO <sub>2</sub>	water	water
Gas-cooled Reactor (MagneX & AGR)	UK	26	11	natural U (metal), Yenriched UO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	graphite
Pressurised Heavy Water Reactor 'CANDU' (PHWR)	Canada	38	19	natural UO <sub>2</sub>	heavy water	heavy water
Light Water Graphite Reactor (RBMK)	Russia	17	13	enriched UO <sub>2</sub>	water	graphite
Fast Neutron Reactor (FBR)	Japan, France, Russia	3	1	PuO <sub>2</sub> and UO <sub>2</sub>	liquid sodium	none
<b>TOTAL</b>		<b>439</b>	<b>361</b>			

## **Nucleare e nuove tecnologie**

- La quota dei costi di investimento per il nucleare è compresa tra il 50 ed il 70 % dei costi totali. Il combustibile rappresenta il 10-20% dei costi, contro il 70% circa degli impianti a gas ed il 35% di quelli a carbone.
- L'importanza dei costi d'impianto, assieme alla lunghezza dei tempi previsti per l'ammortamento, fa diventare cruciale la collocazione delle scelte d'investimento, all'interno dei "vintage tecnologici".
- L'Europa - per il futuro – guarda alla "nuove" tecnologie nucleari (oltre che alle rinnovabili) per avere allo stesso tempo più sicurezza e convenienza economica ed evitare il rischio di aumento di CO2 che si accompagnerebbe ad un "nuclear phase out" nel 2010.
- Le nuove tecnologie nucleari per essere accettate devono avere più sicurezza e convenienza, come potrebbe essere per le tecnologie EPR (European Pressurised Water Reactor) e Westinghouse AP, che dovrebbero essere disponibili al 2010 (European Energy and xxxxx Scenarios, EC, 2004), ma, soprattutto, guardando più avanti c'è la prospettiva del GENERATION IV con le relative tecnologie che dovrebbero essere disponibili al 2015-2020.
- In un futuro assai più lontano c'è il nucleare da FUSIONE. Il programma di ricerca europeo ITER, cui il nostro paese ha aderito e al quale parteciperà ENEA, è la scommessa per l'energia del futuro.

## **Prospettive della ricerca e dell'energia nucleare in Italia**

- L'ENEA è un grande serbatoio di tradizioni, competenze e professionalità nel settore della ricerca applicata al nucleare. Con esse l'ENEA partecipa ai progetti di ricerca europei ed internazionali del settore.
- L'attività d'investimento in atto a livello internazionale per nuovi impianti nucleari, manutenzione e decommissioning, può fornire opportunità a ricerca e industria per forme di collaborazione che consentano la valorizzazione e l'accrescimento delle competenze di cui disponiamo.
- La scelta effettuata negli anni 60-70 relativa alla compresenza in Italia di varie filiere nucleari, reattori raffreddati a gas (GCR), ad acqua bollente (BWR) e ad acqua in pressione (PWR) non si è rivelata vincente. L'idea che avere più possibilità di scelta equivalesse ad avere più opportunità si è dimostrata illusoria perché ha prodotto una dispersione di forze e competenze
- In ogni caso, tutto è stato sospeso a seguito delle scelte politiche legate al referendum del 1987.
- C'è un risultato certamente positivo della mancata scelta del tipo di reattore (come fatto invece in altri Paesi a noi vicini): consiste nella quantità e qualità delle competenze sviluppate nel Sistema (Industria, Enti di Ricerca e Università) che sono state successivamente travasate verso l'industria.

## **Quali sono le opzioni?**

La differenziazione delle fonti è un'opzione che riduce i rischi legati ad un'evoluzione dei prezzi dei fossili, sempre più difficili da prevedere, anche se non va dimenticato che petrolio, gas e carbone tendono a muoversi con lo stesso trend.

Una riconsiderazione del ruolo di un nucleare più sicuro, affidabile e conveniente si lega alle scelte che verranno fatte in Europa, sia rispetto alle tecnologie che alla risposta da dare per soddisfare gli impegni di KYOTO. Ricerca, innovazione e sostegno delle rinnovabili ne rappresentano un aspetto importante.

L'investimento nelle competenze necessarie a seguire l'evoluzione tecnologica del nucleare verso maggiore affidabilità e sicurezza, è ciò che serve per trovarsi preparati all'appuntamento con i prossimi "vintage tecnologici", cui guarda l'Europa.

In questa ottica, l'individuazione di una o più "filieri" tecnologiche di particolare interesse nel medio periodo (generation IV) va fatta tenendo conto sia dell'affidabilità che della sicurezza ed economicità.

Serve una chiara collocazione nel quadro delle collaborazioni internazionali.

L'impegno a investire per mantenere ed accrescere le competenze esistenti nel settore della ricerca nucleare risponde alla necessità di valorizzare il capitale umano di ricerca di un settore tecnologico ad elevata complessità che può tra l'altro fin da subito contribuire ad obiettivi di competitività nel nostro sistema industriale che è presente all'estero nel nucleare.

## **I più importanti campi di intervento sono:**

1. Sistemi innovativi per la generazione di energia;
2. Problematiche di sicurezza;
3. Chiusura del ciclo, compreso il decommissioning.

Il decommissioning rappresenta un'attività d'importanza crescente a livello internazionale.