

*“Questa autorevole analisi delle dure realtà dell’industria del nucleare è un salutare antidoto per una certa esuberanza irrazionale”*

Amory B. Lovins  
Presidente e direttore scientifico,  
Rocky Mountain Institute, USA

# THE WORLD NUCLEAR INDUSTRY STATUS REPORT 2007

**(LO STATO DELL’INDUSTRIA NUCLEARE MONDIALE NEL  
2007)**

(Aggiornato al 31 Dicembre 2007)

*di*

**Mycle Schneider, Parigi**

*Con contributi di*

**Antony Froggatt, Londra**

*Consulenti Indipendenti*

Bruxelles, Londra, Parigi, Gennaio 2008

*Commissionato dal Gruppo dei Verdi – ALE al Parlamento Europeo*



**The Greens | European Free Alliance**  
in the European Parliament

**“un documento illuminante”**

Sam Geall  
Redattore,  
China Dialogue,  
Londra, Regno Unito

**“lettura obbligatoria per chiunque  
si interessi di energia nucleare”**

Henry Sokolski  
Direttore,  
Nonproliferation Policy  
Education Center (NPEC),  
Washington, USA

**“impeccabile qualità  
dell’informazione”**

Alain Michel  
Ex responsabile nell’industria nucleare,  
Editore, *Le Hêtre Pourpre*  
Namur, Belgio

*Nota: Il rapporto nella sua forma originale in lingua inglese è disponibile sul sito del Gruppo dei Verdi – ALE al Parlamento Europeo a:*

[http://www.greens-efa.org/cms/topics/dokbin/206/206749.the\\_world\\_nuclear\\_industry\\_status\\_report@en.pdf](http://www.greens-efa.org/cms/topics/dokbin/206/206749.the_world_nuclear_industry_status_report@en.pdf)

*Inoltre una versione di questo documento in lingua italiana è disponibile al sito:*

<http://www.studiodelzotto.eu>

*Per ogni domanda e commento si contatti:*

**Michel Raquet**

Consigliere sull’Energia  
Verdi / ALE  
Parlamento Europeo  
PHS 06C69  
Rue Wiertzstraat  
B-1047 Bruxelles  
Telefono: +32.2.284.23.58  
E-mail: [mraquet@europarl.eu.int](mailto:mraquet@europarl.eu.int)  
Web: [www.greens-efa.org](http://www.greens-efa.org)

*Per contattare gli autori:*

**Mycle Schneider Consulting**

45, Allée des deux cèdres  
91210 Draveil (Parigi)  
Francia  
Skype: mycleschneider  
Telefono: +33-1-69 83 23 79  
Fax: +33-1-69 40 98 75  
E-mail: [mycle@orange.fr](mailto:mycle@orange.fr)

**Antony Froggatt**

53a Nevill Road  
N16 8SW Londra  
Regno Unito  
Skype: antonyfroggatt  
Telefono: +44-207-923 04 12  
Fax: +44-207-923 73 83  
E-mail: [a.froggatt@btinternet.com](mailto:a.froggatt@btinternet.com)

*Gli autori ringraziano Julie Hazemann, EnerWebWatch e Nina Schneider, per la loro assistenza nel lavoro di statistica e di design visuale dei grafici.*

## *Indice dei Contenuti*

<b>INTRODUZIONE E PANORAMICA GENERALE</b> .....	<b>4</b>
SCETTICISMO DI ANALISTI ED ISTITUTI DI CREDITO INTERNAZIONALI.....	11
MANCANZA DI STUDENTI, FORZA LAVORO E CAPACITÀ MANIFATTURIERA.....	12
RETORICA PIÙ CHE REALTÀ.....	15
TABELLA 1: STATO DELL'ENERGIA NUCLEARE NEL MONDO AL 2007.....	17
<b>RIASSUNTO PER REGIONE/PAESE</b> .....	<b>18</b>
AFRICA.....	18
LE AMERICHE.....	18
ASIA.....	21
EUROPA.....	26
<i>L'energia nucleare nell'Europa Occidentale</i> .....	26
<i>L'energia nucleare nell'Europa Centrale e dell'Est</i> .....	32
RUSSIA E LA PRECEDENTE UNIONE SOVIETICA.....	35
<b>CONCLUSIONI</b> .....	<b>37</b>
<b>APPENDICE-1: REATTORI NUCLEARI ELENCATI COME “IN COSTRUZIONE” AL 31 DICEMBRE 2007</b> ...	<b>38</b>

## *Gli Autori*

**Mycle Schneider** lavora come consulente esterno sulle strategie energetiche e nucleari internazionali da Parigi. Ha fondato l'agenzia Informativa sull'Energia WISE-Parigi nel 1983 e l'ha diretta sino al 2003. Dal 1997 Mycle è stato consulente per il Ministro dell'Energia Belga, i Ministri per l'Ambiente Francese e Tedesco, l'Agenzia Internazionale per l'Energia Atomica (IAEA), Greenpeace, l'associazione International Physicians for the Prevention of Nuclear War [associazione medica internazionale per la prevenzione della guerra atomica], il WWF, la Commissione Europea, il gruppo STOA [gruppo per gli Accertamenti sulle Opzioni Tecnologiche e Scientifiche] e la direzione generale della ricerca al Parlamento Europeo, l'Oxford Research Group, l'Istituto Francese per la Protezione dalle Radiazioni e la Sicurezza Nucleare (IRSN). Nel 2004 ha diretto il programma di Master Internazionale “Project Management for Environmental and Energy Engineering” [Master Internazionale in gestione dello sviluppo ambientale e dell'ingegneria energetica] alla Ecole des Mines Francese di Nantes. Nel 1997, insieme al Giapponese Jinzaburo Takagi, ha ricevuto il premio “Right Livelihood Award”, noto anche come il “Premio Nobel Alternativo”.

**Antony Froggatt** lavora come un consulente Europeo indipendente sull'energia da Londra. Dal 1997 ha lavorato come ricercatore e scrittore professionista sulle politiche energetiche e nucleari in UE e nei paesi vicini. Antony ha lavorato a lungo sulle questioni energetiche dell'UE per conto di Governi Europei, Commissione e Parlamento Europeo, Organizzazioni ambientaliste Non Governative, enti commerciali e i media. Ha dato riscontro a interrogazioni ed udienze per i Parlamenti d'Austria, Germania ed Unione Europea. È un esperto ricercatore al Royal Institute of International Affairs – Chatham House a Londra.

Antony lavora intensamente con i gruppi ambientalisti Europei, in particolare per quanto riguarda i mercati energetici e le loro politiche, ha contribuito nel costruire una rete sensibile all'efficienza energetica, è normalmente presente come conferenziere anche presso università e programmi di formazione.

Prima di lavorare come libero professionista, Antony ha lavorato nove anni come coordinatore alla campagna anti-nucleare di Greenpeace International.

## Introduzione e Panoramica Generale

Cinquantatré anni fa, nel Settembre 1954, l'Atomic Energy Commission Statunitense affermò che l'energia nucleare sarebbe diventata "troppo economica da misurare": il costo del produrre energia elettrica tramite centrali nucleari sarebbe risultato così basso che l'investimento nei contatori elettrici non sarebbe stato giustificato. Per coincidenza la profezia giunse entro tre mesi dall'annuncio della prima centrale nucleare al mondo connessa alla rete in... quella che al tempo era l'Unione Sovietica. Nel Giugno 2004, l'industria nucleare internazionale ha celebrato l'anniversario dell'evento, in riferimento al reattore a Obninsk in Russia con una conferenza intitolata "50 anni d'energia nucleare – I prossimi 50 anni". Questo documento vuole offrire una base solida per l'analisi delle aspettative dell'industria dell'energia nucleare.

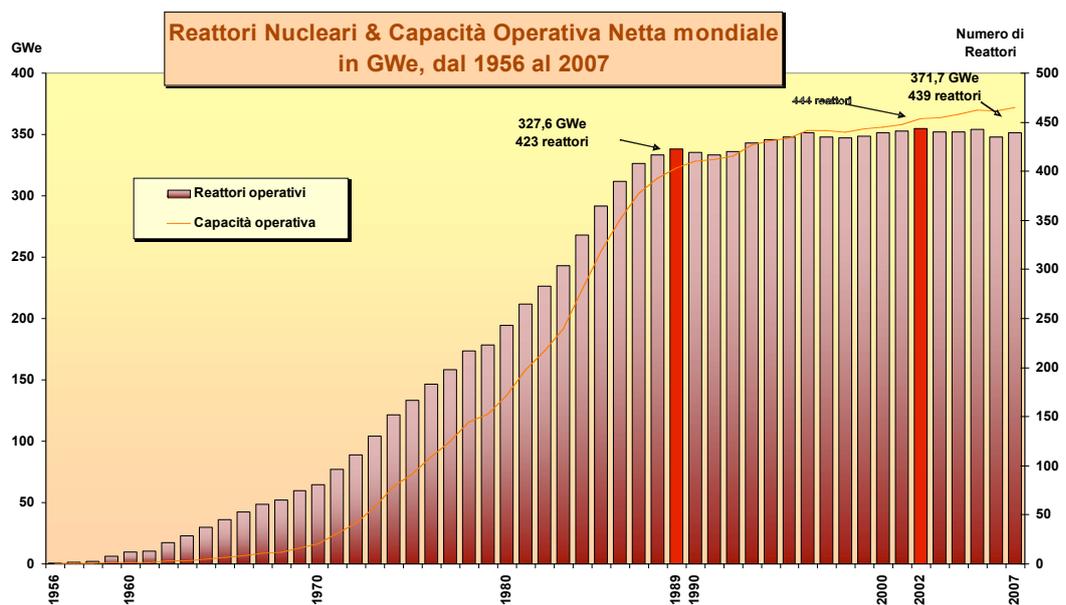
Quindici anni fa, il Worldwatch Institute a Washington, WISE-Paris e Greenpeace International pubblicarono il *World Nuclear Industry Status Report 1992*, successivamente aggiornato nel 2004 da due degli autori originali. Il presente documento aggiorna e modifica leggermente la versione del 2004.

Il *World Nuclear Status Report 1992* concluse:

*"L'industria dell'energia nucleare sta venendo spinta fuori dal mercato globale dell'energia (...). Molte delle centrali in costruzione si avvicinano al completamento, quindi nei prossimi anni l'espansione del nucleare si ridurrà ad una goccia d'acqua. Appare ora che nel 2000 il mondo disporrà al massimo di 360.000 megawatts di potenza elettrica di origine nucleare, solo il dieci per cento in più dello stato attuale. Questo è in netto contrasto con i 4.450.000 megawatts previsti per il 2000 dalla International Atomic Energy Agency (IAEA) nel 1974."*

In realtà la capacità combinata dei 436 reattori operativi al mondo nell'anno 2000 fu meno di 352.000 MW o 352 GW<sup>1</sup>. L'analisi nel Rapporto del 1992 si è dimostrata corretta. Alla fine del 2007 sono operative 439 unità in tutto il mondo – una in meno rispetto alla data di rilascio del sopra citato rapporto del 2004 e cinque unità in meno del picco storico nel 2002 – per un totale di 371.7 GW di potenza installata.

### Grafico 1



© Mycle Schneider Consulting

Fonti: IAEA, PRIS, 2007<sup>2</sup>, MSC

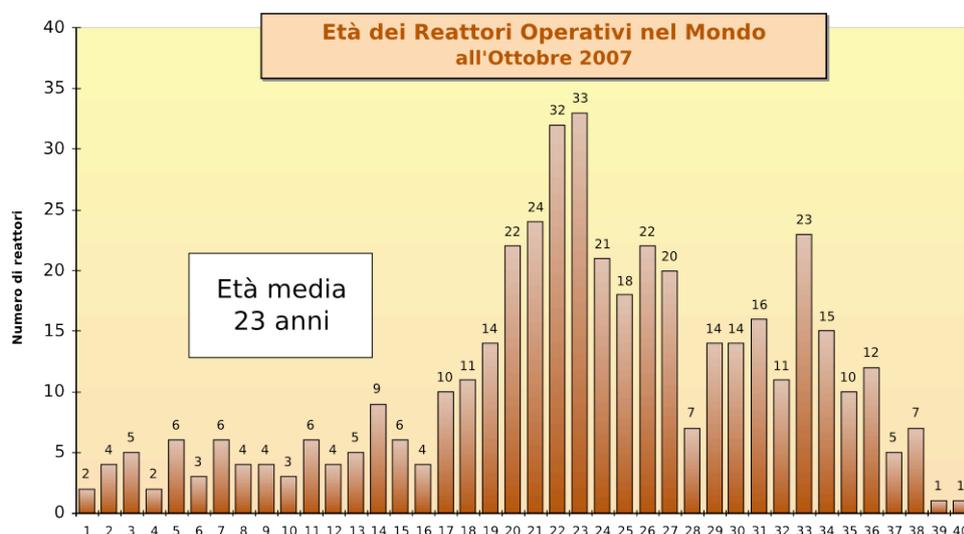
La potenza installata è cresciuta più velocemente del numero di reattori operativi in quanto le unità disattivate sono generalmente più piccole di quelle connesse alla rete e per via di una tendenza a rivalutare al

<sup>1</sup> 1 GW = 1,000 MW = praticamente un grosso reattore nucleare

<sup>2</sup> International Atomic Energy Agency (IAEA), Power Reactor Information System (PRIS), vedere <http://www.iaea.org/programmes/a2/index.html>

rialzo (uprating) la potenza generabile di molti impianti esistenti. Secondo la World Nuclear Association (WNA [Associazione Nucleare Mondiale]), negli USA la Nuclear Regulatory Commission (NRC) ha approvato 110 rialzi dal 1977, alcuni “rialzi estesi” fino al 20%, risultati in 4,7 GW aggiuntivi alla capacità nucleare dei soli USA.<sup>3</sup> Una simile tendenza al rialzo ed all’estensione della vita operativa dei reattori esistenti si può riscontrare in Europa. Nell’assenza di nuove costruzioni significative, la vita media mondiale delle centrali nucleari continua ad aumentare e si attesta ora a 23 anni, due anni in più rispetto al Rapporto del 2007 (si veda il grafico 2).

**Grafico 2**

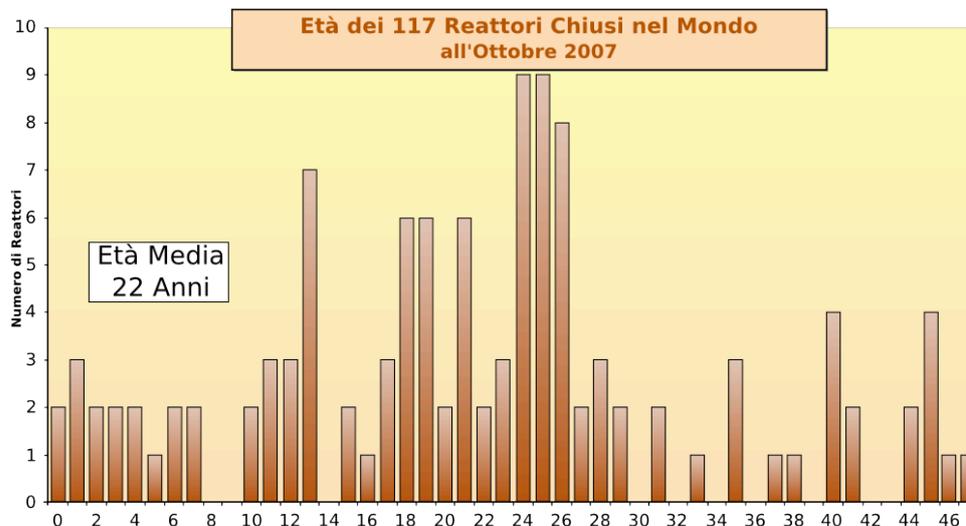


© Mycle Schneider Consulting

Fonti: IAEA, PRIS, 2007, MSC

Globalmente, 117 reattori sono stati definitivamente chiusi, con una vita media di circa 22 anni, uno in più rispetto alla situazione nel 2004 (vedere Grafico 3). Rispetto all’edizione 2004 del Rapporto sono stati chiusi dieci reattori, otto solo nel 2006, mentre ne sono stati attivati nove.

**Grafico 3**



© Mycle Schneider Consulting

Fonti: IAEA, PRIS, 2007, MSC

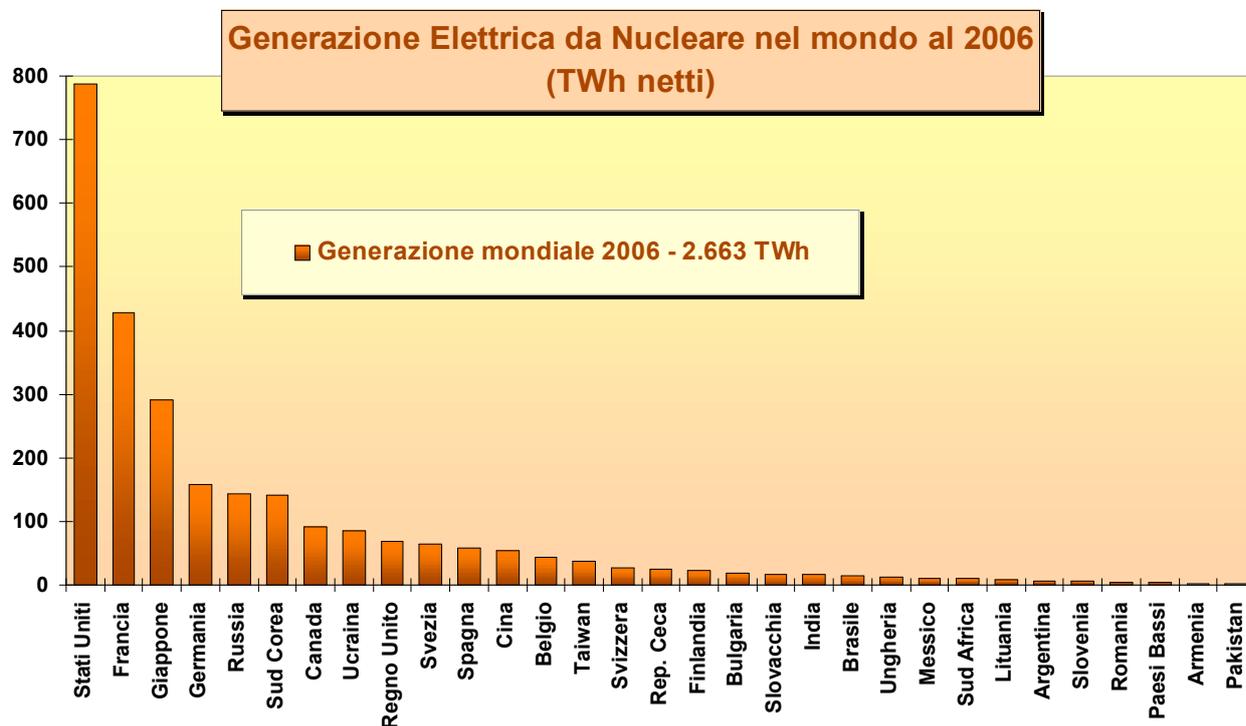
<sup>3</sup> <http://www.world-nuclear.org/info/Copy%20of%20inf17.html>

La capacità generativa a livello mondiale è aumentata annualmente tra gli anni 2000 e 2004 di circa 3 GW, principalmente tramite rialzi dei regimi produttivi ma è calata a 2 GW all'anno tra il 2004 ed il 2007. Il valore va anche paragonato all'aumento globale di produzione elettrica di circa 135 GW *all'anno*.<sup>4</sup> L'eolico da solo ha totalizzato un incremento annuo di 13,3 GW tra il 2004 ed il 2006, più di 6,5 volte la crescita del nucleare. A livello mondiale, il nucleare copre circa l'1,5% della crescita produttiva annuale.

La produzione elettrica, solo leggermente aumentata, di origine nucleare non sarà sufficiente, almeno a breve e medio termine, per mantenere l'attuale percentuale a livello mondiale del 16% della produzione elettrica, o il 6% dell'energia primaria a fine commerciale. Quest'ultimo dato è inferiore al contributo del solo idroelettrico, ovvero da 2% a 3% del consumo elettrico da parte degli utenti finali.<sup>5</sup>

Il ricorso al nucleare è limitato a solo 31 stati, il 16% dei 191 Stati Membri delle Nazioni Unite (vedere Grafico 4). I sei più grandi produttori – USA, Francia, Giappone, Germania, Russia e Sud Corea – metà dei quali dispongono di armi atomiche, producono quasi tre quarti dell'elettricità nucleare al mondo. Metà delle nazioni con reattori nucleari si trovano nell'Europa Centrale o dell'Ovest e producono più di un terzo dell'energia nucleare mondiale. Il picco storico di 294 reattori operativo nell'Europa Occidentale e del Nord America è stato raggiunto già nel 1989. Di fatto, il declino dell'industria nucleare, non notato dall'opinione pubblica, è iniziato molti anni fa.

**Grafico 4**



© WISE- Parigi / Mycle Schneider Consulting

Fonti: IAEA, PRIS, 2007

L'industria internazionale del nucleare continua a predire un futuro radioso. “Richieste energetiche crescenti, preoccupazione per i cambiamenti climatici e dipendenza da forniture straniere di combustibili fossili coincidono nel rinforzare il bisogno del nucleare. L'aumento dei prezzi del gas e i limiti sui gas serra ed il

<sup>4</sup> Aggiunta media annuale netta tra il 2003 and 2010 come stimato dalla International Energy Agency nel documento “International Energy Outlook 2006”.

<sup>5</sup> Infatti l'energia finale disponibile al consumatore è l'energia primaria meno le perdite di trasporto, distribuzione e trasformazione. Per quanto riguarda l'elettricità generalmente si perde da metà ai tre quarti dell'energia prodotta alla centrale.

carbone hanno riportato il nucleare sull'agenda per l'aumento della capacità produttiva energetica sia in Europa che in Nord America," sostiene la WNA.<sup>6</sup>

L'industria del nucleare non è la sola a proclamare la sua "rinascita": nei precedenti tre anni, diverse stime internazionali sul futuro del nucleare nel mondo sono state riviste verso obiettivi più ottimistici per il 2030. Il World Energy Outlook 2007<sup>7</sup> della OECD International Energy Agency presenta uno "scenario di riferimento", uno "scenario alternativo" ed un "caso di stabilizzazione a 450 ppm"<sup>8</sup> che indicano rispettivamente 415 GW, 525 GW e 833 GW di potenza nucleare. Nel caso più elevato, la generazione di energia elettrica da centrali nucleari dovrebbe più che raddoppiare per raggiungere i 6.560 TWh nel 2030. Secondo lo scenario di riferimento, la percentuale di energia nucleare nella fornitura di energia primaria mondiale calerebbe dal 6% al 5% nel 2030.

La versione del 2006 del World Energy Outlook osserva che "l'energia nucleare diventerà più importante solo se i governi degli stati in cui il nucleare è accettato interverranno in modo più importante nel facilitare gli investimenti privati, specialmente nei mercati liberalizzati" e "se i dubbi sulla sicurezza delle centrali, sullo smaltimento delle scorie ed il rischio di proliferazione saranno risolti con la soddisfazione dell'opinione pubblica".<sup>9</sup>

Un recente resoconto commissionato dall'InterAcademy Council, un ente di ricerca che unisce le accademie nazionali scientifiche sostiene similmente: "Come tecnologia a basse emissioni l'energia nucleare può continuare ad essere un contributo significativo al portafoglio energetico mondiale, ma solo se importanti preoccupazioni in relazione al costo, alla sicurezza ed alla proliferazione delle armi saranno risolte" e conclude che "non è possibile dare conclusioni certe sul futuro ruolo dell'energia nucleare, eccetto che una rinascita del nucleare per usi commerciali è improbabile nei prossimi decenni senza sostanziale supporto dai governi".<sup>10</sup>

Il Department of Energy Statunitense, nell'ultima edizione del suo International Energy Outlook (IEO), prevede 438 GW di nucleare entro il 2030, "in contrasto con le proiezioni di un declino dell'energia nucleare nel precedenti IEO".<sup>11</sup> L'International Atomic Energy Agency (IAEA) ha rivisto le proprie previsioni più volte negli scorsi anni, prevedendo 447 GW nel suo scenario "basso" e 679 GW in quello "alto" entro il 2030.<sup>12</sup> Il segretariato del United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) ha pubblicato un "documento introduttivo" sugli investimenti relativi allo "sviluppo di contromisure efficaci ed appropriate a livello internazionale in risposta al cambiamento climatico" contenente uno "scenario di riferimento" ed uno "scenario di mitigazione" con rispettivamente 546 GW<sup>13</sup> e 729 GW<sup>14</sup> di centrali nucleari entro il 2030.<sup>15</sup>

Gli scenari previsti di cui sopra "predicono" al 2030 una potenza installata di origine nucleare in un ampio intervallo tra 415 GW e 833 GW, ovvero un incremento dal 13% al 125% della potenza generativa attualmente installata di 371 GW. Di fatto, persino la stima più bassa sarebbe una sfida significativa considerando la vita corrente delle unità in esercizio. Nessuno degli scenari proposti fornisce analisi accurate dei necessari e molto importanti interventi per i programmi d'educazione, formazione di forza lavoro, incremento di capacità produttiva dei componenti e analisi dell'opinione pubblica.

---

<sup>6</sup> <http://www.world-nuclear.org/info/inf104.html>

<sup>7</sup> OECD-IEA, "World Energy Outlook 2007", 7 Novembre 2007

<sup>8</sup> Parti per milione di gas serra nell'atmosfera.

<sup>9</sup> OECD-IEA, "World Energy Outlook 2006", 7 Novembre 2006

<sup>10</sup> InterAcademy Council, "Lighting the Way", Ottobre 2007

<sup>11</sup> US Department of Energy, Energy Information Administration, "International Energy Outlook 2006", Giugno 2006, vedere [www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/index.html](http://www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/index.html)

<sup>12</sup> IAEA, Conferenza Stampa, 23 Ottobre 2007, <http://www.iaea.org/NewsCenter/PressReleases/2007/prn200719.html>

<sup>13</sup> Aumento di 180 GW sulla base di capacità nucleare installata nel 2004 di 366 GW.

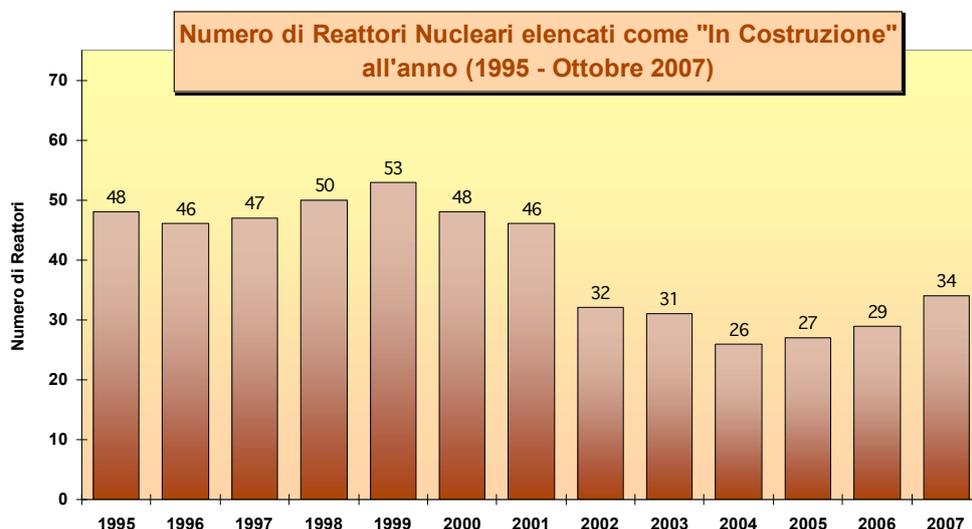
<sup>14</sup> Praticamente il doppio della capacità nucleare attualmente installata. La stima di 729 GW piuttosto che di approssimativamente 730 GW suggerisce un livello di precisione tanto lontano dalla realtà quanto le aspettative stesse.

<sup>15</sup> UNFCCC, "Analysis of existing and planned investment and financial flows relevant to the development of effective and appropriate international response to climate change", 2007

[http://unfccc.int/files/cooperation\\_and\\_support/financial\\_mechanism/application/pdf/background\\_paper.pdf](http://unfccc.int/files/cooperation_and_support/financial_mechanism/application/pdf/background_paper.pdf)

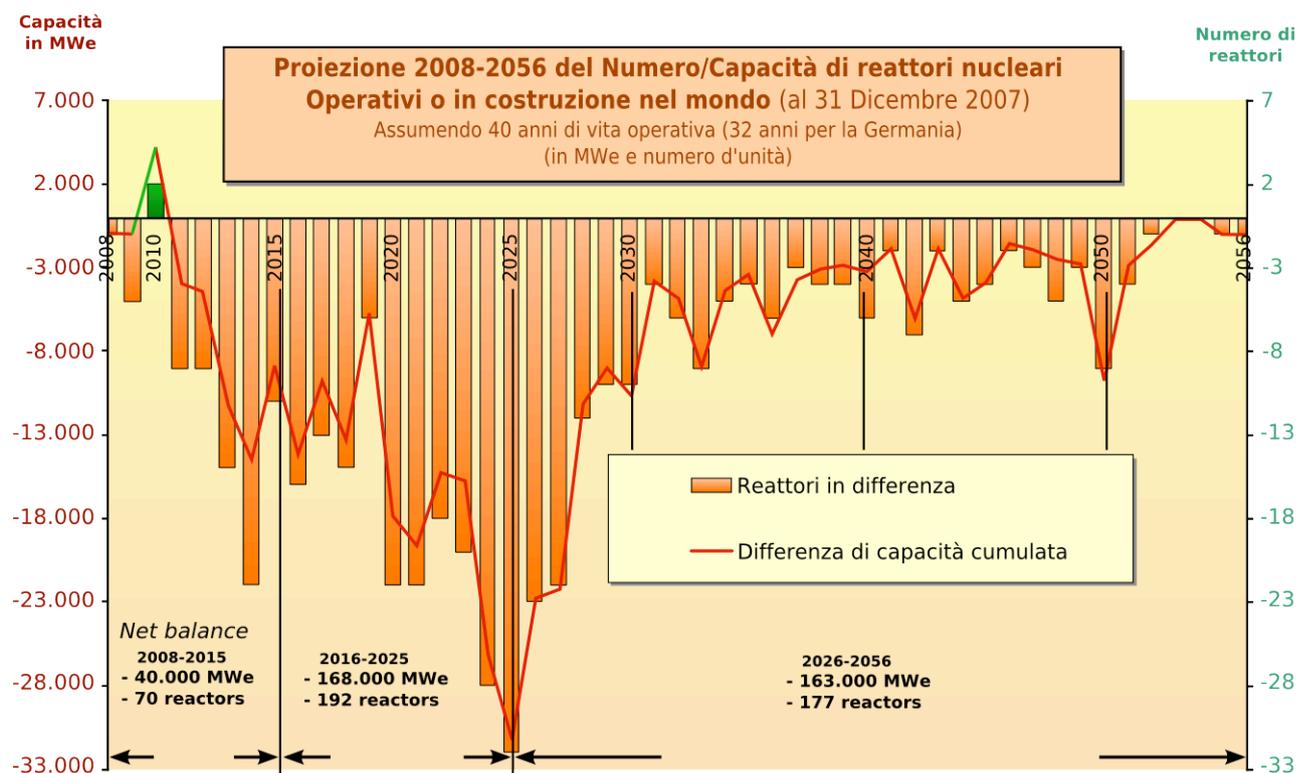
Per l'immediato futuro, le nuove costruzioni rimangono essenzialmente confinate all'Asia: delle 34 unità elencate dalla IAEA come in costruzione in 13 stati (al 31 Dicembre 2007) – otto in più della fine del 2004 ma circa 20 in meno rispetto alla fine degli anni '90, tutti gli interventi tranne cinque si trovano in Asia o Europa dell'Est. Dodici di questi impianti sono formalmente in cantiere da almeno 20 anni. Il tempo di costruzione più lungo è stato raggiunto dal reattore Statunitense Watts Bar-2, la cui costruzione, iniziata nel 1972 è appena ripresa, e dal progetto Busheer-1 Iraniano iniziato nel Maggio 1975 che continua ad accumulare ritardi. Il progetto per il reattore nucleare veloce autofertilizzante BN-800 iniziato nel 1985 ed il Watts Bar-2 sono stati re-inclusi nelle statistiche ufficiali (vedere Appendice-1 per dettagli sui reattori in costruzione).

**Grafico 5**



© Mycle Schneider Consulting..... Fonti: CEA 1997 - 2006, IAEA 2007, MSC 2007

**Grafico 6**



© Mycle Schneider Consulting

Fonti: IAEA, PRIS, 2007, MSC

Per poter valutare lo stato dell'industria mondiale del nucleare, è utile stimare il numero di unità che bisognerà rimpiazzare nei prossimi decenni solo per mantenere l'attuale numero di impianti operativi. Abbiamo considerato una vita media di 40 anni per reattore, con l'eccezione dei 17 impianti rimanenti in Germania che, secondo la legge Tedesca, saranno definitivamente chiusi dopo una vita operativa media di circa 32 anni. Considerando che la vita media dei reattori disattivati sino ad ora è di 22 anni, il raggiungere 40 anni di vita d'esercizio potrebbe sembrare ottimistico ma sembra comunque possibile visti i progressi raggiunti nella generazione attuale di reattori rispetto alla precedente.

I risultati sono visualizzati nel grafico 6. Il calcolo include 24 reattori con una data di attivazione già ufficializzata dall'IAEA relativamente a 34 unità in fase di costruzione alla fine del 2007 che, a parte una, diverrebbero operative entro il 2015. In totale, 93 unità raggiungeranno 40 anni di vita operativa tra Gennaio 2008 ed il 2015 o sono programmate per la chiusura per altre ragioni. In altre parole, oltre alle 23 unità in costruzione con date d'accensione pubblicate, nello stesso periodo di tempo altre 70 unità, corrispondenti a più di 40.000 MW (40 GW), dovrebbero essere connesse alla rete entro il 2015 solo per mantenere l'attuale numero di reattori in esercizio. Anche considerando le 10 unità ufficialmente in costruzione ma senza una data di accensione programmata, resta il bisogno di 60 reattori che dovrebbero essere programmati, costruiti ed avviati nei prossimi otto anni per mantenere il numero delle unità operative. Questo appare virtualmente impossibile dati i lunghi tempi per l'implementazione dei progetti relativi alle centrali nucleari, inoltre nel decennio successivo – sino al 2025 – altre 192 unità, ovvero più di 168 GW, dovrebbero essere attivate per mantenere lo status quo.

Secondo la stessa logica, tra il 2007 ed il 2030 bisognerà rimpiazzare 339 reattori per mantenere il numero di centrali nucleari operative attualmente. La IAEA nel suo scenario "basso" ha supposto la chiusura di 145 unità e la costruzione di altre 178 entro il 2030<sup>16</sup>, questo richiede che 193 reattori rimangano operativi per più di 40 anni.

Lo sviluppo dell'Asia, della Cina in particolare, non cambierà molto nella visione d'insieme. Il quotidiano *China Daily* ha recentemente annunciato: "la Cina ha accelerato lo sviluppo dell'energia nucleare negli ultimi anni con l'obiettivo di portare la sua capacità di produzione elettrica di origine nucleare da 9.000 MW [9 GW] nel 2007 a 40.000 MW [40 GW] nel 2020, secondo il piano Cinese di sviluppo a lungo termine per l'industria elettrica nucleare".<sup>17</sup> Il tempo di costruzione medio delle 10 unità operative in Cina è di 6,3 anni. Anche nel caso di sensibili miglioramenti nei tempi di costruzione, per essere operative nel 2020 tutte le unità programmate dovrebbero essere in costruzione entro il 2015. Solo circa il 10% dei 31 GW aggiuntivi sono attualmente in costruzione, con cinque unità per un totale di 3,2 GW i cui lavori sono iniziati negli ultimi tre anni. La velocità di costruzione dovrebbe essere oltre che tripla rispetto alla pratica corrente per raggiungere l'ambizioso obiettivo, una prospettiva che pare essere decisamente improbabile<sup>18</sup> sebbene non del tutto impossibile ma anche raggiungendo questi straordinari livelli in termini di capitali investiti ed organizzazione tuttavia, si riuscirebbe a rimpiazzare solo il 10% delle unità che raggiungeranno i quaranta anni di vita operativa nell'arco di tempo considerato.

Un'analisi sponsorizzata dalle compagnie nucleari sviluppata dal Keystone Center ha osservato che costruire 700 GW di capacità produttiva nucleare "richiederebbe all'industria di ritornare immediatamente al suo più rapido periodo di crescita conosciuto nel passato (1981-90) e mantenere questo ritmo di crescita per 50 anni".<sup>19</sup> L'associazione industriale WNA è particolarmente ottimistica quando dichiara: "è da notare che negli anni '80 sono stati attivati 218 reattori, mediamente uno ogni 17 giorni. (...) Quindi non è difficile immaginare che un numero simile si possa commissionare in un decennio dopo il 2015. Con Cina ed India in rapida crescita nel settore dell'energia nucleare ed una richiesta energetica mondiale nel 2015 doppia rispetto

<sup>16</sup> Alan McDonald, H.H. Rogner, "Nuclear Power: Energy Security and Supply Assurances", documento presentato al WNA Annual Symposium, 5 Settembre 2007. Il documento prevede un diverso "scenario elevato" con 692 MW rispetto ad una conferenza stampa un mese dopo. Si assume lo spegnimento di 82 unità e la costruzione di 357 nuovi reattori.

<sup>17</sup> [http://www.chinadaily.com.cn/china/2007-10/16/content\\_6177053.htm](http://www.chinadaily.com.cn/china/2007-10/16/content_6177053.htm)

<sup>18</sup> Un certo numero di unità attualmente in progettazione sono di tipi mai costruiti altrove.

<sup>19</sup> Bradford, et al. "Nuclear Power Joint Fact-Finding", Keystone Center, Giugno 2007

al 1980, una stima realistica di quanto potrebbe essere possibile è dell'equivalente di una unità da 1000 MW al mondo ogni 5 giorni".<sup>20</sup>

Gli autori del presente documento restano convinti che, al contrario, il numero delle centrali nucleari in esercizio con tutta probabilità andrà diminuendo nei prossimi venti anni con un declino più rapido atteso dopo il 2020. Molti analisti osservano che i problemi storici della produzione elettrica da nucleare non sono stati risolti e continueranno a costituire un forte svantaggio competitivo a livello di mercato globale, generalmente, sono sopraggiunte altre nuove difficoltà.

Ken Silverstein, Direttore dell'agenzia di consulenze *Energy Industry Analysis* Statunitense scrive:

“Come risultato della deregolazione dell'energia e di altri mercati, oltre che di incertezze strategiche, nessuna compagnia elettrica operante nel nucleare può permettersi il rischio finanziario di costruire nuove centrali atomiche. Un resoconto pubblicato dalla Standard & Poor's identifica gli ostacoli allo sviluppo. I costi finanziari per ritardi di costruzione ad esempio possono aggiungere cifre non specificate ad ogni futuro progetto, questo aumenterebbe il rischio al finanziatore. Per attrarre nuovo capitale, I futuri sviluppatori dovranno dimostrare che i questi pericoli non esistono più o che la legislazione in materia di energia può mitigarli. Peter Rigby, analista della Standard & Poor's ed autore del rapporto sostiene: ‘I passati problemi del settore in riferimento all'aumento dei costi, ai problemi tecnologici, alla complessa supervisione politica e tecnica, nonché i nuovi rischi dovuti alla competizione oltre che alle preoccupazioni rispetto al terrorismo potrebbero mantenere il rischio del credito troppo alto per essere superabile (anche per una legislazione federale erogante ulteriori garanzie di mutuo)’”.<sup>21</sup>

Nel 2005 il governo degli Stati Uniti ha approvato nuove leggi per stimolare gli investimenti in nuove centrali nucleari introducendo detraibilità fiscale sulla produzione d'energia, una garanzia di prestito fino all'80% per i primi 6 GW oltre che ulteriore supporto in caso di significativi ritardi per lavori fino a sei reattori e all'estensione della limitazione di responsabilità societaria (Price Anderson Act) sino al 2025.

Le procedure per l'ottenimento delle licenze sono state semplificate per evitare i lunghi processi del passato. Il gruppo di tutela dell'interesse pubblico *Public Citizen*, fondato da Ralph Nader vede le nuove condizioni di licenza come fortemente sovvenzionanti per l'industria del nucleare e un forte ostacolo ad un processo di decisione democratica. “Il Combined Construction and Operating License [Licenza di Costruzione ed Operatività combinata], o COL, è parte di un nuovo processo ‘semplificato’ pensato per incoraggiare la costruzione di nuove centrali nucleari sovvenzionando pesantemente i proprietari di centrali nucleari e cancellando le opportunità dell'opinione pubblica di alzare importanti dubbi legati alla sicurezza. Combinando ciò che precedentemente erano due stadi – la costruzione e l'attivazione – non c'è possibilità per l'opinione pubblica di chiedere chiarimenti sul processo di costruzione dopo che questo è iniziato. Quando le ruspe giungono in cantiere, il reattore è già approvato per l'attivazione”.<sup>22</sup> La compagnia di rating Moody's si attende una serie di ricorsi legali: “Crediamo che la prima licenza COL sarà impugnata in tribunale, cosa che potrebbe causare lunghi ritardi per il resto del settore”.<sup>23</sup> Il Financial Times ha ottenuto documenti riservati che confermano una situazione simile nel Regno Unito: “Ci si aspetta che nuove sfide legali rallenteranno i piani per costruire nuove centrali atomiche nel Regno Unito”.<sup>24</sup> Il presidente dell'NRC Dale Klein ha affermato che le estensioni della rete potenzialmente necessarie possono portare ad ulteriori ritardi ed ha indicato che è rimasto sorpreso nel venire a sapere che “il progettare, autorizzare e costruire una nuova linea elettrica per una centrale in costruzione può richiedere tanto tempo quanto il progettare, autorizzare e costruire la centrale stessa”.<sup>25</sup>

<sup>20</sup> <http://www.world-nuclear.org/info/Copy%20of%20inf17.html>

<sup>21</sup> UtiliPoint International, 21 Giugno 04

<sup>22</sup> [http://www.citizen.org/cmep/energy\\_enviro\\_nuclear/newnukes/articles.cfm?ID=14159](http://www.citizen.org/cmep/energy_enviro_nuclear/newnukes/articles.cfm?ID=14159)

<sup>23</sup> Moody's Corporate Finance, “New Nuclear Generation in the United States: Keeping Options Open vs Addressing An Inevitable Necessity”, Commento Speciale, Ottobre 2007

<sup>24</sup> Financial Times, 24 Ottobre 2007.

<sup>25</sup> ibidem

## **Scetticismo di analisti ed istituti di credito internazionali**

In una nuova analisi, Standard and Poor's sottolinea che una licenza a costruire non equivale al costruire.

“Anche con un COL, nessuna società di servizi pubblici affronterebbe un progetto così impegnativo e rischioso quanto una centrale atomica senza assicurazione sul recupero dei costi. Nel considerare le opzioni debitorie, Standard & Poor's non si aspetta il pieno recupero dei costi richiesti. Si attende invece una legislazione regolatoria che fornisca adeguate opportunità per recuperare prudentemente i costi sostenuti, anche al cambiare delle commissioni di vigilanza. Senza questi presupposti, le condizioni finanziarie di una società di servizi pubblici potrebbero deteriorarsi rapidamente. (...) I contratti relativi alla costruzione rappresentano un altro problema. In passato, i contratti di progettazione, fornitura e costruzione erano semplici da garantire tuttavia, con costi dei materiali in aumento, scarsità di addetti specializzati e una forte richiesta di capitali a livello mondiale i costi di costruzione stanno aumentando rapidamente. Sviluppatori e ingegneri stanno ancora studiando stime di costo per le nuove centrali nucleari. Tutto questo può influenzare significativamente le compagnie elettriche dato che potrebbero non trovare disponibilità di contratti EPC [Engineering, Procurement and Construction, progettazione, fornitura e costruzione] e potrebbero dover cercare altri modi per proteggersi dai rischi di costruzione e dagli sforamenti di spesa”.<sup>26</sup>

In un “Commento Speciale” dell'Ottobre 2007, la compagnia di rating Moody's ci fornisce un'analisi sensazionale del settore nucleare Statunitense:

“Moody's non crede che il settore attiverà più di una o due centrali nucleari entro il 2015, data citata dalla maggior parte delle compagnie che attualmente sottolineano le loro ambizioni nel nucleare. La complessità associata con l'ottenimento dei permessi così come i rischi di esecuzione associati ai progetti di costruzione di questa natura non vanno sottostimati. (...) Moody's crede che parecchie delle aspettative attuali riguardanti nuova produzione da nucleare siano eccessivamente ambiziose. Di fatto, la tempistica associata all'iniziare la costruzione ed al rendere commercialmente disponibile la prossima unità potrebbe essere ben oltre il 2015, inoltre i costi associati alla prossima generazione di centrali nucleari potrebbero essere significativamente più elevati delle stime di \$3.500/kW citate da molti partecipanti all'industria del nucleare”.<sup>27</sup>

Le stime della Moody's riguardo il nuovo nucleare negli U.S.A. vanno da \$5.000/kW a \$6.000/kW. In effetti, la riluttanza del mercato finanziario internazionale nei confronti dell'energia nucleare non è nuova: con l'eccezione di un credito nel 1959 all'Italia, la Banca Mondiale non ha mai finanziato una centrale nucleare e non ci sono segni che abbia cambiato le sue analisi dei rischi finanziari ma anche in Asia, dove molti ottimisti del nucleare vedono le basi per una rinascita del settore, la Banca Asiatica per lo Sviluppo non finanzia progetti relativi al nucleare e ha stabilito una politica molto chiara a proposito nel 1994 poi confermata nel 2000:

“L'uso continuato del nucleare nei paesi sviluppati o in via di sviluppo e la sua ulteriore espansione richiederà non solo forti garanzie che le misure tecniche ed istituzionali saranno efficaci nel proteggere la salute e sicurezza pubblica, ma anche un elevato supporto da parte dell'opinione pubblica ed ampia approvazione politica. La complessità della tecnologia di generazione nucleare è una barriera alla comprensione, cosa che rende difficile per la gente valutare i problemi di sicurezza in modo indipendente. La Banca è conscia a questa visione d'insieme e non ha finanziato progetti di generazione elettrica da nucleare nei DMC [Developing Member Countries – Stati Membri in via di sviluppo] per una serie di problematiche legate al trasferimento della tecnologia nucleare, limitazioni di fornitura, rischi di proliferazione, disponibilità di carburante, limitatezza degli appalti oltre che aspetti ambientali e

---

<sup>26</sup> Swami Venkataraman, “Which Power Generation Technologies Will Take The Lead In Response To Carbon Controls?” [Che tecnologie per la generazione d'energia prevarranno in risposta ai controlli sulle emissioni?], Standard & Poor's, 11 Maggio 2007

<sup>27</sup> Moody's Corporate Finance, op.cit.

di sicurezza. La Banca manterrà la sua posizione di non-coinvolgimento nel finanziare la generazione di energia di origine nucleare”.<sup>28</sup>

In passato la Banca Europea d’Investimento (BEI) ha finanziato il nucleare e gli impianti relativi al ciclo del combustibile per oltre €6 miliardi, tuttavia, non sono stati erogati mutui dalla metà degli anni ’80 per via del rallentamento del settore del nucleare nell’UE. In Giugno 2007 tuttavia la Banca ha pubblicato un nuovo documento sulla sua posizione – ‘Clean Energy for Europe’ a proposito dell’energia nucleare osserva che “*finanziamenti dalla EIB possono essere richiesti per investimenti in capacità generative di nuova generazione nel settore nucleare, nel ciclo del combustibile nucleare e nelle attività di ricerca*”. Nel Giugno 2007 la Banca ha rilasciato un mutuo di € 200 milioni per gli impianti di arricchimento URENCO in Regno Unito e Norvegia<sup>29</sup> tuttavia non risulta siano stati richiesti mutui per la costruzione di nuove centrali nucleari.

### ***Mancanza di studenti, forza lavoro e capacità manifatturiera***

*“L’unico importante fattore nel garantire la qualità nella costruzione di una centrale nucleare è l’esperienza precedente nel campo (i.e. addetti esperti nell’aver costruito precedenti centrali atomiche, personale che sappia costruirle, architetti ed ingegneri esperti, costruttori esperti ed ispettori NRC con esperienza),”*

U.S. Nuclear Regulatory Commission (NRC), NUREG-1055<sup>30</sup>

I livelli di investimento e la rapidità nella costruzione degli anni ’80 non si possono raggiungere trent’anni dopo.<sup>31</sup> L’industria nucleare e le compagnie di servizi pubblici devono oggi risolvere nuove sfide in un paesaggio industriale radicalmente cambiato. Oggi il settore deve risolvere il problema di una gestione dei rifiuti ed il loro smaltimento ad un costo di gran lunga maggiore rispetto alle stime del passato e deve anche competere con una tecnologia del gas e del carbone ampiamente modernizzata rispetto al passato, oltre che con i nuovi concorrenti nel settore delle energie rinnovabili.<sup>32</sup> In particolare, l’industria nucleare deve affrontare il problema di una veloce perdita di competenze e della mancanza di una adeguata infrastruttura manifatturiera.

I Conferenzieri all’Annual Meeting dell’American Nuclear Society’s nel 2007 notarono che “una rinascita del nucleare è ben lontana dall’essere cosa certa”.<sup>33</sup> Art Stall, vice presidente e responsabile per il nucleare della Florida Power & Light Company affermò all’assemblea plenaria dell’evento che l’euforia attorno alla rinascita del nucleare è stata ridimensionata dalle reali sfide implicate dalla costruzione di nuove centrali atomiche. “Stall disse che una delle più grandi sfide è il trovare personale qualificato, compresa mano d’opera, tecnici, ingegneri e scienziati necessari ai processi di supporto alla costruzione ed all’esercizio. Ha notato che il 40% dei lavoratori nelle centrali nucleari matureranno il diritto alla pensione nei prossimi cinque anni.<sup>34</sup> Inoltre, ha osservato che solo l’8 per cento dell’attuale forza lavoro in centrali nucleari ha meno

<sup>28</sup> Bank Policy Initiatives for the Energy Sector, Febbraio 1994, Asian Development Bank, pagina 10, paragrafo 25.

<sup>29</sup> EIB and Financing of Nuclear Energy, Giugno 2007, European Investment Bank

<http://www.eib.org/about/publications/eib-and-financing-of-nuclear-energy.htm>

<sup>30</sup> U.S. NRC, “Improving Quality and the Assurance of Quality in the Design and Construction of Nuclear Power Plants” [Sul migliorare la qualità ed il controllo qualità nel design e realizzazione di centrali nucleari], NUREG-1055, May 1984

<sup>31</sup> A parte che il ripetere la sequenza di progetti annullati, compagnie in bancarotta e sforamenti di costo, specialmente negli U.S.A., non può certo essere un obiettivo dell’attuale industria del nucleare. Nei soli U.S.A. la costruzione di ben 138 reattori venne abbandonata (vedere CEA, “Nuclear Power Plants in the World”, Edizione 2000) e gli sforamenti di costo, praticamente di tutte le centrali furono spettacolari (vedere la recente analisi di N.E.Hultman, J.Coomey, D.M.Kammen, “What History Can Teach Us about the Future Costs of U.S. Nuclear Power” [“Cosa può insegnarci la storia sul costo futuro dell’energia nucleare negli U.S.A.”], Environmental Science & Technology, 1 Aprile 2007

<sup>32</sup> Vedere la brillante analisi di Amory B. Lovins “Mighty Mice”, Nuclear Engineering International, Dicembre 2005

<sup>33</sup> Teresa Hansen « Nuclear renaissance faces formidable challenges » [La rinascita del nucleare affronta sfide formidabili], Power Engineering, vedere

[http://pepei.pennnet.com/Articles/Article\\_Display.cfm?ARTICLE\\_ID=297569&p=6&dcmp=NPNews](http://pepei.pennnet.com/Articles/Article_Display.cfm?ARTICLE_ID=297569&p=6&dcmp=NPNews)

<sup>34</sup> Gli addetti alle assunzioni di AREVA negli U.S.A. indicano il 27% nei prossimi tre anni (vedere

[http://marketplace.publicradio.org/display/web/2007/04/26/a\\_missing\\_generation\\_of\\_nuclear\\_energy\\_workers/](http://marketplace.publicradio.org/display/web/2007/04/26/a_missing_generation_of_nuclear_energy_workers/))

di 32 anni. Sebbene il numero di lauree in discipline tecniche ed ingegneristiche vada aumentando, Stall fa notare che esiste una forte competizione da parte degli altri settori per tutti questi laureati, quindi l'industria del nucleare dovrà essere creativa se vuole convincere questi nuovi qualificati ad entrare e rimanere nel campo del nucleare".<sup>35</sup> In Francia la situazione non è molto migliore, qui il 40% degli operai nel settore nucleare della compagnia elettrica EDF andrà in pensione entro il 2015. A partire dal 2008, la società elettrica cercherà di assumere annualmente 500 ingegneri. Il costruttore di reattori AREVA ha già iniziato ad assumere 400 ingegneri nel 2006 ed altri 750 nel 2007. La percentuale di successo nelle assunzioni non è nota. È ovvio che la gran parte del personale assunto non può essere personale addestrato nell'ingegneria o in altre scienze nucleari. L'istituto nazionale per le Scienze e Tecniche Nucleari (INSTN) affiliato alla CEA ha prodotto solamente circa 50 laureati in nucleare all'anno. a EDF ha richiesto all'istituto di raddoppiare questo numero per i prossimi anni.<sup>36</sup>

Nel 1980 negli U.S.A. erano attivi circa 65 programmi universitari nell'ambito dell'ingegneria nucleare, ad oggi se ne contano 29. L'industria del nucleare cerca studenti da assumere ancora prima che completino gli studi. "Westinghouse cerca studenti universitari qualificati al terzo ed al quarto anno agli incontri programmati e rendendo disponibili esperienze di stages sul sito aziendale, nei giornali e nelle riviste di settore ed attraverso vari collages ed università", spiega Steve Tritch, Presidente e Amministratore Delegato della Westinghouse.<sup>37</sup> Partendo da un essenziale congelamento delle assunzioni negli anni '80 ed una lenta ripresa verso la fine degli anni '90, la compagnia ha ripreso le assunzioni a piena velocità nel periodo 2001-2005 con 400 nuovi contratti all'anno poi aumentati a 500 nel 2006, un livello che dovrà essere mantenuto per i prossimi anni. Tuttavia, i candidati sono difficili da identificare e la Westinghouse sta cercando in circa 25 collages ed università in tutto il mondo.

Una valutazione sull'organizzazione per la costruzione di centrali nucleari condotta nel 2005 per conto del Dipartimento all'Energia (DOE) Statunitense conclude che fornitori di bollitori, sistemi pressurizzati e carpenteria, elettrotecnici, medici del settore, operatori ed addetti alla manutenzione sono tutti "in forte carenza".<sup>38</sup>

Se è difficoltoso assumere personale per gli attuali programmi, ci si chiede da dove proverrà la forza lavoro qualificata per una futura espansione. L'intero settore delle compagnie di servizi pubblici non è considerato attraente dai giovani. "Oggi, gli studenti più talentuosi e promettenti vogliono lavorare nei famosi campi ad alta tecnologia – non nel vecchio, noioso settore dei servizi pubblici", dice nel 2005 un analista dell'Hay Group nell'analisi intitolata "Workforce Trends to Deliver Utility Industry Knock-out Blow" [Tendenze della forza lavoro prossime al mandare KO le industrie elettriche]. Nel Regno Unito la situazione è simile e gli iscritti ad università in ingegneria meccanica, civile ed elettrica, fisica e chimica si sono ridotti ad un quarto tra il 1994 ed il 2000. Nel 2002, non ci fu un solo corso universitario in ingegneria nucleare in tutta la nazione. Secondo Philip Thomas, Presidente della Nuclear Accademia-Industry Liaison Society (NAILS), "il rischio non è tanto l'impossibilità per le compagnie del nucleare di reclutare personale sufficiente ma che i futuri addetti non avranno l'altissima qualità a cui l'industria del nucleare si è abituata" e "l'assenza di mercato per Lauree e Master in ingegneria nucleare conferma che l'industria del energia nucleare non attira i nuovi studenti, rendendo ancora più difficoltoso attrarre i migliori".<sup>39</sup>

In Germania la situazione è drammatica. Un'analisi del 2004 riguardo l'educazione nel nucleare e la formazione di forza lavoro nazionale mostrò che la situazione continua ad peggiorare rapidamente. L'impiego nel settore nucleare è previsto ridursi – compreso nell'industria della manutenzione e di

---

<sup>35</sup> ibidem

<sup>36</sup> GIGA, "L'industrie nucléaire française : perspectives, métiers / Le besoin d'EDF en 2008" [L'industria nucleare francese: prospettive professionali / I bisogni dell'EDF nel 2008], Ottobre 2007, <http://www.giga-asso.com/fr/public/industrienucleairefranc/emploisperspectives1.html?PHPSESSID=2f7kmsonapea7ihktecmvdk45>

<sup>37</sup> Steve Tritch e Jack Lanzoni, "The Nuclear Renaissance: A Challenging Opportunity" [La rinascita del nucleare: un'ardua opportunità], documento presentato al WNA Annual Conference *Building the Nuclear Future, Challenges and Opportunities*, 7 Settembre 2006

<sup>38</sup> MPR, "DOE NP2010 Nuclear Power Plant Construction Infrastructure Assessment", 21 Ottobre 2005

<sup>39</sup> Philip Thomas, "The Future Availability of Graduate Skills", presentazione alla conferenza BNIF/BNES *Energy Choices*, 5 Dicembre 2002

costruzione dei reattori – di circa il 10%, raggiungendo i 6.250 posti di lavoro nel 2010, pur ipotizzando 1.670 nuove assunzioni. Nel frattempo, ci si aspetta che il numero di istituti accademici con corsi di formazione relativi alle scienze legate al nucleare si ridurrà dai 22 del 2000 e dai 10 del 2005 a solo cinque nel 2010.<sup>40</sup> Sebbene 46 studenti si siano diplomati nel 1993, non ce ne fu alcuno nel 1998. È un fatto che tra la fine del 1997 e quella del 2002 solo due studenti in tutto abbiano terminato i loro studi sul nucleare. In totale, circa 50 studenti in vari corsi continuano a seguire una formazione su scienze nucleari. È chiaro che la Germania dovrà affrontare una tremenda mancanza di personale qualificato, sia nell'industria che nella ricerca, oltre che di personale nelle autorità pubbliche sulla sicurezza e sulle radiazioni.<sup>41</sup>

Diverse nazioni hanno tentato di coordinare i loro sforzi per evitare l'allargarsi di un divario di competenze. Il Regno Unito ha appena lanciato una National Skill Academy orientata all'industria del nucleare per migliorare lo standard dell'addestramento, aumentare la produttività e risolvere il problema della mancanza di competenze nel Regno Unito. In Germania nel 2000 è stata formata una "alleanza di competenza sul nucleare" tra i quattro maggiori centri di ricerca con collegamenti alle istituzioni accademiche, le società elettriche e l'industria ma sino ad ora non è stata in grado di fermare la diminuzione di personale giovane e ben qualificato per rimpiazzare la forza lavoro in rapido invecchiamento. Lothar Hahn, direttore della compagnia Tedesca GRS (Società per la Sicurezza dei Reattori) osserva che le conseguenze potrebbero essere estremamente importanti:

"I primi studi indicano che le mancanze nel conservare la preparazione a livelli di stato dell'arte, ed un conseguente degrado nella formazione ed addestramento del personale operativo può compromettere la sicurezza d'esercizio delle installazioni nucleari. Inoltre, le mancanze di formazione alle autorità ed altre organizzazioni, incapaci di rimpiazzare i precedenti ed esperti addetti in pensione è stata vista come una imminente minaccia alla supervisione qualificata dei reattori nucleari e quindi alla sicura operatività delle centrali".<sup>42</sup>

Negli anni '80 c'erano all'incirca 400 fornitori di componenti per uso nucleare e 900 certificazioni negli Stati Uniti, ora ridotti a meno di 80 fornitori e 200 certificazioni.<sup>43</sup> Il rapporto del DOE sull'infrastruttura delle costruzioni di centrali nucleari citato precedentemente conclude che i componenti più importanti (caldaie nucleari del reattore, generatori di vapore e condensatori) per lo sviluppo a breve termine negli U.S.A. delle unità di III generazione<sup>44</sup> non saranno fabbricati da produttori Statunitensi. "La costruzione della caldaia nucleare in pressione del reattore potrebbe essere ritardata dalla disponibilità limitata dei grandi stampi ad anello di qualità nucleare per processi di forgiatura, attualmente disponibili solamente da un fornitore Giapponese (Japan Steel Works, Limited – JSW). Potrebbe inoltre essere necessario più tempo di quanto programmato per ottenere la caldaia del reattore dipendentemente dalla disponibilità di questo fornitore al disporre gli stampi di cui sopra in tempo utile. Questo potenziale ostacolo è un significativo rischio di programmazione e potrebbe costituire rischio nel finanziare il progetto".<sup>45</sup> JSW ha fornito circa 130 unità, ovvero il 30% delle caldaie nucleari al mondo.<sup>46</sup> Di fatto, solo JSW può forgiare i componenti per forgiatura di lingotti da 450 t<sup>47</sup> come richiesto dall'EPR o altre caldaie nucleari di III Generazione ed ha annunciato ulteriori investimenti in capacità produttiva. Nonostante tutto, il volume della produzione di JSW non è

<sup>40</sup> P. Fritz and B. Kuczera, "Kompetenzverbund Kerntechnik – Eine Zwischenbilanz über die Jahre 2000 bis 2004", Atomwirtschaft, Giugno 2004

<sup>41</sup> Lothar Hahn, presentazione alla conferenza sponsorizzata IAEA "International Conference on Nuclear Knowledge Management: Strategies, Information Management and Human Resource Development", 7-10 Settembre 2004

<sup>42</sup> Lothar Hahn, "Knowledge Management for Assuring High Standards in Nuclear Safety", documento presentato alla conferenza sponsorizzata IAEA "International Conference on Nuclear Knowledge Management: Strategies, Information Management and Human Resource Development", 7-10 Settembre 2004

<sup>43</sup> Nucleonics Week, 15 Febbraio 2007

<sup>44</sup> Le centrali nucleari attualmente in esercizio sono considerate di II Generazione. L'EPR in costruzione in Finlandia è considerato reattore di III Generazione. Altre tipologie considerate negli U.S.A. comprendono l'AP1000 di Westinghouse, l'Advanced Boiling Water Reactor (ABWR) [Reattore ad Acqua Bollente Avanzato] e l'Economic Simplified Boiling Water Reactor (ESBWR) [Reattore Economico e Semplificato ad Acqua Bollente] di General Electric.

<sup>45</sup> MPR, "DOE NP2010 Nuclear Power Plant Construction Infrastructure Assessment", 21 Ottobre 2005

<sup>46</sup> WNN, "Japan Steel Works prepares for orders", 16 Maggio 2007

<sup>47</sup> Secondo notizie di settore, un altro costruttore Cinese, Erzhang (precedentemente Heavy Machinery Works) a Dayan, Sichuan, "ha annunciato" questa capacità ma senza alcuna chiara dimostrazione, inoltre la mancanza di reputazione internazionale esclude de facto Erzhang dal poter competere con JSW nel mercato internazionale.

chiaro. È stato riportato che “più modesti investimenti nel 2006, 2007 e 2008” porteranno la capacità produttiva all’equivalente di quattro sistemi nucleari a vapore pressurizzato (caldaie nucleari e generatori di vapore) all’anno nel 2007 ed a 5,5 sistemi nel 2008. JSW punta a produrre a l’equivalente di 8,5 sistemi all’anno nel 2010 ed all’aumentare la massa di forgiatura a 650 t. La capacità produttiva per prodotti nucleari di JSW è completamente prenotata fino al 2010.<sup>48</sup> Il problema è la dicitura “equivalente” dato che non è chiaro quanta della capacità produttiva sarà dedicata ai nuovi progetti nucleari: JSW fornisce, ad esempio, circa 100 forgiature l’anno alla sola Cina per turbine a combustibili fossili e rotor di generatori.

La forgiatura più massiccia che AREVA può gestire nella sua fonderia di Chalon è 250 t. AREVA ha sostenuto che la capacità annuale della fonderia di Chalon è limitata a 12 generatori di vapore<sup>49</sup> ed “un certo numero di testate di caldaia”, oltre che altro piccolo equipaggiamento, ovvero tra due e due unità e mezzo all’anno se dedicasse la produzione completa alle nuove centrali. In realtà, le capacità produttive della fonderia a Chalon sono già prenotate, in particolare per le misure richieste dall’estensione della vita operativa di molti reattori – generatori di vapore e nuove testate di caldaia – anche per il mercato Statunitense.<sup>50</sup> In Luglio 2007 AREVA ha annunciato l’arrivo all’installazione di Chalon dei componenti forgiati da JSW ordinati nel 2006 per EPR Statunitense. AREVA sostiene che la disponibilità dei componenti la rendono il solo fornitore ad avere “materiale in mano per dare certezza della produzione nel 2015”.<sup>51</sup> Il Presidente della Nuclear Regulatory Commission Statunitense Dale Klein ha avvertito che ha avvertito che l’ispezionare componenti stranieri richiederà più tempo rispetto al garantire il controllo qualità entro i confini.<sup>52</sup>

### ***Retorica più che realtà***

Molto dell’ottimismo mostrato dalla lobby del nucleare è limitato alla retorica. Il *New York Times* ha ironicamente riassunto la questione nel titolo “Hopes of Building Nation's First New Nuclear Plant in Decades” [Speranze di costruire la prima nuova centrale nucleare nella nazione dopo decenni] nel modo seguente: “Le compagnie, comprese due delle più grandi proprietarie di centrali nucleari negli Stati Uniti e due costruttori di reattori, non hanno specificato cosa costruiranno e dove. Di fatto, non hanno preso alcun impegno al farlo, ma hanno convenuto di spendere decine di milioni di dollari per ottenere il permesso a costruire e già calcolano decine di milioni dal governo federale, che ha richiesto le proposte di costruzione in Novembre. Il denaro servirebbe a concludere il lavoro di progettazione per una nuova generazione di reattori e per sviluppare una stima attendibile di quanto queste centrali costeranno”.<sup>53</sup> Tre anni dopo, l’industria del nucleare pare consideri gli incentivi creati dal U.S. Energy Act del 2005 insufficienti. La compagnia elettrica NRG che ha richiesto la prima licenza nucleare negli Stati Uniti negli ultimi tre decenni ha ammesso che ha cercato il supporto finanziario dal governo Giapponese per aiuto economico nel costruire due nuovi reattori nucleari in Texas. David Crane, CEO dell’NRG disse: “Crediamo che lavorando con i nostri partners Giapponesi potremmo ottenere il supporto finanziario del governo Giapponese e crediamo che sarebbe un grande aiuto per l’equità del progetto, sollevando in parte le richieste di supporto economico al governo federale degli U.S.A.”.<sup>54</sup>

La strategia dell’industria del nucleare è chiara: nell’assenza di possibilità di rinascita a breve e medio termine del settore, le speranze si spostano ad una generazione di reattori completamente nuova, i cosiddetti reattori di IV Generazione. Questi reattori sarebbero molto più piccoli di dimensioni (dai 100 MW ai 200 MW), così come i requisiti finanziari richiesti; rappresentano quindi una soluzione più flessibile grazie ai tempi di costruzione molto più brevi ed a potenzialità di rischio ridotte tramite un minor utilizzo di materiali radioattivi e misure di sicurezza passive. Nel frattempo le industrie del nucleare tentano di estendere la vita di sistema delle centrali atomiche quanto possibile per mantenere vivo il mito di un futuro nucleare.

<sup>48</sup> Nucleonics Week, 8 Novembre 2007

<sup>49</sup> La maggior parte delle grosse centrali nucleari in costruzione o progettazione utilizzano quattro generatori di vapore. vedere CPDP, Compte Rendu du Débat Public EPR “Tête de série”, Parigi 29 Novembre 2005

<sup>50</sup> Nucleonics Week, 8 Novembre 2007

<sup>51</sup> Financial Times, 24 Ottobre 2007

<sup>52</sup> The New York Times, 31 Marzo 04

<sup>53</sup> Reuters, 26 Settembre 2007

Il precedente Commissario dell’NRC Peter Bradford, che fu coinvolto nel licenziare 25 reattori nucleari arriva ad una conclusione severa sulla prospettiva dell’energia nucleare:

“Quelli che dicono cose del tipo “Può salvare la terra”<sup>55</sup> o “L’energia atomica pulita può fermare il riscaldamento globale”<sup>56</sup> o “L’energia Nucleare potrebbe essere la fonte energetica in grado di salvare il nostro pianeta da catastrofici cambiamenti climatici”<sup>57</sup> vi stanno invitando in un pericoloso paese dei balocchi in cui l’energia nucleare sarà sovra sovvenzionata e insufficientemente controllata mentre altre promettenti e più rapide risposte ai cambiamenti climatici saranno scartate e i gas serra che avrebbero potuto evitare continueranno ad inquinare i cieli in quantità pericolose”.<sup>58</sup>

L’esperto energetico Walt Petterson, Associate Fellow of the Energy, Environment and Development Programme al Royal Institute of International Affairs (Chatham House) del Regno Unito concorda, ha infatti notato la diffusione di una sorta di “amnesia del nucleare”:

“Chi soffre di amnesia del nucleare ha dimenticato perchè il nucleare sia scomparso dalla scena energetica originariamente, quante volte ha fallito nel dare soluzioni, quanto ha deluso persino i sostenitori più determinati, quanto stravagantemente ha sprecato somme di denaro pubblico senza precedenti generosamente fornite dei contribuenti in tutto il mondo, lasciandoli con dei pesi che potrebbero durare millenni”.<sup>59</sup>

Nel Giugno 2005, la rivista di settore “Nuclear Engineering International” ha pubblicato un’analisi dell’edizione 2004 de “*Lo stato dell’industria nucleare mondiale nel 2007*” nel loro titolo di copertina “Per concludere - In netto contrasto con molteplici rapporti di una potenziale ‘rinascita nucleare’, l’era dell’atomo è prossima al tramonto più che all’alba”.

Alla fine del 2007, non abbiamo nulla da aggiungere.

---

<sup>55</sup> National Geographic, Aprile, 2006

<sup>56</sup> Wired Magazine, Febbraio, 2005

<sup>57</sup> Patrick Moore, Washington Post, 16 Aprile 2006

<sup>58</sup> Peter A. Bradford, “Nuclear Power and Climate Change”, Society of Environmental Journalists Panel Debate, Burlington, Vermont, 27 Ottobre 2006

<sup>59</sup> The World Today, “Nuclear Amnesia”, Aprile 2006

**Tabella 1: Stato dell'energia nucleare nel mondo al 2007**

Stati	Reattori nucleari <sup>60</sup>				Potenza <sup>61</sup>	Energia <sup>62</sup>
	Operativi	Vita media	In costruzione <sup>63</sup>	Programmati <sup>64</sup>	Percentuale di elettricità <sup>65</sup>	Percentuale di energia primaria commerciale <sup>66</sup>
Argentina	2	29	1	1	7%(-)	2%(-)
Armenia	1	27	0	0	42%(+)	?%
Belgio	7	27	0	0	54%(-)	15%(-)
Brasile	2	16	0	1	3%(-)	2%(=)
Bulgaria	2	18	2	0	44%(+)	22%(+)
Canada	18	23	0	4	16%(+)	7%(-)
Cina	11	7	5	30	2%(-)	1%(=)
Finlandia	4	28	1	0	28%(+)	20%(-)
Francia	59	23	1	0	78%(+)	39%(-)
Germania	17	25	0	0	32%(-) <sup>67</sup>	12%(-)
Giappone	55	22	1	12	30%(+)	13%(-)
India	17	16	6	10	3%(-)	1%(=)
Iran	0	0	1	2	0%(=)	0%(=)
Lituania	1	20	0	0	72%(-)	24%(-)
Messico	2	16	0	0	5%(-)	2%(=)
Paesi Bassi	1	34	0	0	4%(-)	1%(=)
Pakistan	2	22	1	2	3%(+)	1%(=)
Regno Unito	19	26	0	0	18%(-)	8%(-)
Repubblica Ceca	6	16	0	0	32%(+)	14%(+)
Romania	2	6	0	2	9%(-)	3%(=)
Russia	31	25	7	8	16%(-)	5%(=)
Slovacchia	5	19	0	2	57%(-)	23%(+)
Slovenia	1	26	0	0	40%(-)	?%
Spagna	8	24	0	0	20%(-)	9%(+)
Svezia	10	28	0	0	48%(-)	33%(=)
Svizzera	5	32	0	0	37%(-)	22%(+)
Sud Africa	2	23	0	1	4%(-)	2%(=)
Sud Corea	20	14	3	5	39%(-)	15%(+)
Taiwan	6	26	2	0	33%(-)	8%(-)
Ucraina	15	19	2	2	48%(+)	15%(+)
Ungheria	4	22	0	0	38%(+)	12%(+)
USA	104	28	1	7	19%(-)	8%(=)
EU27	146	24	4	5	30%	13%(-)
<b>Totale</b>	<b>439</b>	<b>23</b>	<b>34</b>	<b>89</b>	<b>16%</b>	<b>6%(-)</b>

<sup>60</sup> Come dal sistema IAEA PRIS al Novembre 2007, <http://www.iaea.org/programmes/a2/index.html> se non diversamente indicato

<sup>61</sup> Nel 2006, come dal sistema IAEA PRIS al Novembre 2007, <http://www.iaea.org/programmes/a2/index.html>

<sup>62</sup> Nel 2006, come da BP Statistical Review of World Energy, Giugno 2007

<sup>63</sup> al 1 Novembre 2007

<sup>64</sup> Adattato da WNA 2007, <http://www.world-nuclear.org/info/reactors.html>

<sup>65</sup> Il simbolo +/- tra parentesi indica la variazione rispetto al 2003 (si veda il World Nuclear Industry Status Report del 2004)

<sup>66</sup> Il simbolo +/- tra parentesi indica la variazione rispetto al 2003 (si veda il World Nuclear Industry Status Report del 2004)

<sup>67</sup> Statistiche tedesche (AG Energiebilanzen) indicano la percentuale nella generazione nazionale lorda al 26,4%, in declino dal 1997.

## Riassunto per regione/paese<sup>68</sup>

### **Africa**

Il **Sud Africa** ha due reattori Francesi (Framatome). La costruzione di entrambi è iniziata negli anni '70 al sito di Koeberg, ad est di Città del Capo; essi forniscono il 4,4% (in ribasso dal 6% nel 2003) dell'energia della nazione. I reattori sono gli unici operativi nel continente Africano.

La compagnia Sud Africana Eskom, di proprietà Statale, è pesantemente coinvolta nello sviluppo del PBMR (Pebble Bed Modular Reactor [Reattore Modulare a Letto di Sfere]). Gli attuali piani prevedono l'inizio della costruzione della prima unità nel 2009 e l'avvio nel 2014. In Novembre 2004, venne firmato un contratto con la Mitsubishi Heavy Industries (MHI) Giapponese per il design di base, la ricerca e lo sviluppo del Sistema Turbo Generante ad elio del PBMR, così come il complesso contenitore del nucleo.<sup>69</sup> C'è stato molto interesse internazionale nel progetto PBMR ma gli investitori stranieri vanno e vengono. La compagnia Inglese BNFL ha investito \$15 milioni nell'ottenere il 20% della società. La Westinghouse, ora di proprietà Giapponese, ha acquistato oltre il 15% della proprietà da BNFL. La Peco Energy – poi Exelon Corp – Statunitense ha acquistato il 12,5% delle azioni. Nel Dicembre 2001 Exelon ha annunciato che stava valutando la costruzione di un reattore PBMR negli U.S.A. in parallelo a quello proposto in Sud Africa tuttavia, in seguito al cambiamento dei dirigenti alla Exelon, la compagnia si è ritirata dal progetto PBMR nell'Aprile 2002. Gli unici altri partners nello sviluppo del PBMR sono la Corporazione per lo Sviluppo Industriale Sud Africano, di proprietà del Governo Sud Africano e la Eskom.

I negoziati con il costruttore di reattori Francese AREVA per un processo di ricerca e sviluppo condiviso riguardante il reattore ad alta temperatura modulare è fallito. L'industria Francese ha sollevato voci tramite i suoi rappresentanti che il design di dimensioni ridotte, tra i 125 e i 165 MW, potrebbe aumentare il costo per unità dell'elettricità e renderla antieconomica.

### **Le Americhe**

L'**Argentina** utilizza due reattori nucleari che forniscono meno del 6,9% (in ribasso dal 9% nel 2003) dell'energia della nazione. L'Argentina fu una delle nazioni che abbracciarono ambiziosi programmi nucleari, ufficialmente per scopi civili ma con una forte lobby militare dietro le quinte. Nonostante ciò, due centrali nucleari furono fornite da produttori stranieri, Atucha-1, la cui operatività è iniziata nel 1974, fu fornito da Siemens mentre il reattore CANDU a Embalse fu fornito dalla Canadese AECL. Embalse fu connesso alla rete nel 1983. Atucha-2, ufficialmente "in costruzione" dal 1981 fu costruito da una compagnia costituita dall'Argentina e della Siemens "che è stata sciolta nel 1994 con la paralisi del progetto".<sup>70</sup> Nonostante tutto, nel 2004 la IAEA stimò la data dell'Atucha-2 da attendersi nel 2005. Alla fine del 2007, la data prevista dall'IAEA è diventata un punto interrogativo.

Il **Brasile** usa due reattori nucleari che forniscono la nazione del 3,3% dell'elettricità (in ribasso dal 4% nel 2003). Già nel 1970, il primo contratto per la costruzione della centrale nucleare Angra-1 fu assegnato a Westinghouse. Il reattore fu attivato nel 1981. Nel 1975 il Brasile firmò con la Germania quello che probabilmente rimane il più importante contratto singolo nella storia dell'industria nucleare per la costruzione di otto reattori da 1.300 MW in 15 anni. Il risultato è stato disastroso. A causa di un sempre crescente debito pubblico ed un ovvio interesse nelle armi atomiche da parte dei militari Brasiliani, l'intero

---

<sup>68</sup> Se non diversamente specificato, i dati sul numero di reattori operative e le percentuali d'elettricità nella generazione elettrica sono presi dal Power Reactor Information System (PRIS) della IAEA online e si riferiscono alla situazione nel 2006. I dati sulla percentuale di produzione d'energia elettrica commerciale sono presi da BP, *Statistical Review of World Energy*, Giugno 2007. Il numero di reattori in costruzione è essenzialmente basato su PRIS.

<sup>69</sup> vedere <http://www.pbmr.com/index.asp?Content=8>

<sup>70</sup> [http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/cnpp2003/CNPP\\_Webpage/pages/..countryprofiles/Argentina/Argentina2003.htm](http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/cnpp2003/CNPP_Webpage/pages/..countryprofiles/Argentina/Argentina2003.htm)

progetto fu in pratica abbandonato. Solo il primo reattore previsto dal programma, Angra-2 fu connesso alla rete in Luglio del 2000, dopo 24 anni di costruzione.

Il **Canada** fu uno dei primi ad investire nel nucleare ed iniziò a sviluppare un suo design di reattore ad acqua pesante nel 1944. Questo portò lo sviluppo del programma per il reattore Canadese su una strada diversa, con l'adozione del reattore CANDU – CANadian Deuterium Uranium. Le principali differenze tra il CANDU ed i più comuni reattori ad acqua leggera sono l'essere alimentati ad uranio naturale, il poter essere riforniti di carburante in funzione e l'essere moderati ad acqua pesante.

Ufficialmente, sono in funzione 18 i reattori, tutti CANDU, che forniscono il 15,8% (in aumento dal 12,5% nel 2003) dell'elettricità alla nazione. Quattro ulteriori unità sono elencate dall'IAEA come in "disattivazione a lungo termine". Nella loro storia operativa, i reattori Canadesi sono stati affetti da problemi tecnici che portarono a sforamenti di costo e ridotti fattori di produzione annuale. Nell'Agosto 1997, Ontario Hydro annunciò che avrebbe temporaneamente disattivato i suoi sette reattori più vecchi per consentire importanti interventi. I quattro reattori a Pickering-A furono disattivati alla fine del 1997 mentre i tre rimanenti reattori a Bruce-A vennero disattivati nel 31 Marzo 1998 – l'unità 2 di Bruce-A fu disattivata già nell'Ottobre 1995. Al tempo fu la più grande chiusura singola nella storia internazionale dell'energia nucleare – più di 5.000 MW di potenza nucleare, un terzo delle centrali nucleari del Canada. La compagnia Ontario Hydro annunciò il "progressivo recupero" dei suoi reattori nucleari, iniziando da "significativi potenziamenti" delle stazioni operative Pickering-B, Bruce-B e Darlington e il loro ritorno in servizio. Ci sono stati significativi ritardi nel riaccendere i reattori e all'Ottobre 2007 solo quattro degli otto reattori sono nuovamente operativi.

Nonostante questi problemi tecnici, l'Atomic Energy Canada Limited (AECL) ha avviato, con il supporto della Canadian Export Credit Agency, un'aggressiva campagna di marketing per vendere reattori a paesi stranieri esportando fino ad ora 12 unità verso Sud Corea (4), Romania (2), India (2), Cina (2), Pakistan (1), Argentina (1). L'esportazione rimane un componente cruciale del programma di sviluppo della AECL per i nuovi reattori. Nel Settembre 2004, un Memorandum of Understanding fu firmato assieme alla National Nuclear Safety Administration of China. Questo MoU faciliterà parzialmente lo sviluppo di AECL dei reattori CANDU avanzati, che saranno basati su un design ad acqua leggera.

Il Canada è il più grande produttore al mondo d'uranio e nel 2005 ha prodotto quasi il 30% del totale mondiale.

Lo sviluppo dell'energia nucleare in **Messico** iniziò negli anni '60 con la ricerca dei siti e la successiva asta per le offerte nel 1969. Nel 1976, General Electric iniziò la costruzione della centrale di Laguna Verde, proponendo di costruire due reattori da 654 MW. La prima unità fu attivata commercialmente nel 1990 e la seconda nell'Aprile 1995 con un tempo di costruzione medio di 16 anni. Nel 2006, l'energia nucleare ha coperto il 4,9% (in ribasso dal 5,2% nel 2003) dell'energia della nazione.

Gli **Stati Uniti** hanno più centrali nucleari operative di qualunque altra nazione al mondo, con 104 reattori ad uso commerciale che forniscono il 19,4% (in ribasso dal 20% nel 2003). Sebbene ci siano molti reattori operativi negli Stati Uniti, il numero di progetti annullati – 138 unità – è addirittura più elevato. Da 34 anni a questa parte non è stato piazzato un solo ordine che non sia poi stato cancellato (Ottobre 1973). Nel 2007 per la prima volta in trenta anni, le compagnie elettriche hanno chiesto il permesso di costruire una nuova centrale atomica. La NRG prevede di costruire due reattori al sito nel Sud Texas che già ospita i due reattori ad acqua pressurizzata Westinghouse mentre l'UNISTAR ha proposto la costruzione di un EPR progettato dall'AREVA a Calvert Cliffs. Anche la compagnia elettrica UNISTAR e il consorzio NuStar hanno richiesto l'autorizzazione a costruire due unità Westinghouse AP1000 a Bellefonte in Alabama sebbene "la decisione finale alla costruzione sarà presa in secondo tempo dall'amministrazione della compagnia".<sup>71</sup> La Nuclear

---

<sup>71</sup> [http://www.world-nuclear-news.org/newNuclear/Application\\_to\\_build\\_two\\_US\\_nuclear\\_reactors\\_filed\\_311007.shtml?jmid=1134748963](http://www.world-nuclear-news.org/newNuclear/Application_to_build_two_US_nuclear_reactors_filed_311007.shtml?jmid=1134748963)

Regulatory Commission Statunitense prevede la richiesta di 21 autorizzazioni per 31 unità fino al 2009<sup>72</sup> ma non c'è garanzia che i permessi porteranno all'inizio dei lavori.

I problemi dell'industria nucleare Statunitense furono accentuati e non causati, dal quasi disastro di Three Miles Island nel 1979. I problemi principali del settore furono di tipo economico, problemi nei processi costruttivi e nell'opposizione agli stessi che portarono a tempi di costruzione più lunghi del previsto e quindi a sovraccosti. Molte compagnie elettriche andarono in bancarotta a causa dei loro programmi nucleari. Il costo stimato per costruire una centrale nucleare lievitò da meno di \$400 milioni negli anni '70 a \$4000 milioni negli anni '90 mentre i tempi di costruzione raddoppiarono dagli anni '70 agli anni '80.<sup>73</sup> Questi dati portarono la rivista economica *Forbes* a descrivere nel 1985 l'industria come "il più grande disastro manageriale nella storia economica degli U.S.A. con oltre \$100 miliardi in investimenti sprecati e sforamenti di costo, superato per ordine di grandezza solo dalla Guerra in Vietnam e la crisi su mutui e risparmi degli anni '80".

L'ultimo reattore completato fu il Watts Bar 1 nel 1996, le licenze al costruire per altre quattro unità (Watts Bar 2, Bellefonte 1 e 2, WPN1) sono state recentemente prorogate, sebbene non ci sia alcun cantiere attivo nei rispettivi siti. Nell'Ottobre 2007 la TVA ha annunciato di aver scelto il gruppo Betchel per finire di costruire il reattore Watts Bar 2, già completo per due terzi, al costo di \$2,5 miliardi. La costruzione è iniziata nel 1972 poi arrestata nel 1985 ed abbandonata nel 1994. Si stima i lavori per il completamento del reattore da 1.200 MW continueranno fino al 2012. Il Watts Bar 1 fu una delle unità più costose nel programma nucleare Statunitense, la sua costruzione richiese ben 23 anni.

Nonostante i fallimenti nel costruire altri reattori, l'industria del nucleare ha avuto molto successo in due campi principali: l'incrementare la produttività dei reattori esistenti e l'estendere la vita operativa delle centrali in esercizio. Grazie a cambiamenti dei regimi operativi ed aumentata attenzione alle prestazioni dei reattori, la disponibilità operativa (availability) dei reattori Statunitensi è molto aumentata, dal 56% negli anni '80 all'88,6% nel 2006. Ne risulta che, tra i nuovi reattori attivati e l'aumento di potenza generabile dai reattori esistenti, la produzione dai reattori nucleari Statunitensi si è triplicata in questo periodo. La scarsità di nuove ordinazioni implica che nel 2015 circa il 30% dei reattori Statunitensi saranno rimasti in esercizio per più 40 anni. Inizialmente fu previsto che i reattori Statunitensi sarebbero rimasti operativi fino a 40 anni tuttavia si stanno sviluppando ed implementando vari interventi per consentire l'esercizio fino a 60 anni. Nell'Ottobre 2007, 48 centrali nucleari negli U.S.A. hanno beneficiato di un'estensione della vita operativa, 10 stanno già seguendo lo stesso processo autorizzativo ed altre 20 lo stanno iniziando.<sup>74</sup>

L'elezione di George W. Bush nel 2000 avrebbe dovuto segnare una nuova era nel sostegno dell'energia nucleare. La National Energy Policy amministrativa stabilì l'obbiettivo di costruire due nuovi reattori entro il 2010 ma questa scadenza non sarà rispettata. Per ridurre le incertezze sulle nuove costruzioni, è stato sviluppato un nuovo processo autorizzativo in due fasi. Il nuovo metodo permetterà di validare i design dei reattori in maniera generica in modo che le compagnie debbano poi acquisire solamente le licenze al costruire, senza considerare le problematiche relative alla progettazione dei reattori stessi. Sino ad ora, queste licenze generiche sono state concesse al Reattore Avanzato ad Acqua Bollente di General Electric, il Reattore Avanzato ad Acqua Pressurizzata di Combustion Engineering System 80+ ed il reattore AP-1000 di Westinghouse. Al 2003, tre compagnie elettriche hanno richiesto permessi preliminari ad impiantare ([Early Site Permits], ESP) centrali nucleari: Dominion Resources, Exelon e Entergy. Quattro anni dopo, solo una ulteriore compagnia elettrica ha richiesto un ESP mentre nel marzo 2007 Exelon ha ricevuto l'ESP da parte dell'NRC.

L'Energy Act Statunitense del Luglio 2005 puntò allo stimolare l'investimento privato in nuove centrali atomiche. I benefici includono una detrazione sulle tasse legate alla generazione dell'elettricità, una polizza

<sup>72</sup> <http://www.nrc.gov/reactors/new-licensing/new-licensing-files/expected-new-rx-applications.pdf>

<sup>73</sup> Per un'analisi dei costi d'esercizio dei reattori Statunitensi si veda N.E.Hultman, J.G.Koomey, D.M.Kammen, "What history can teach us about the future costs of U.S. nuclear power – Past experience suggests that high-cost surprises should be included in the planning process" ["Cosa può insegnarci la storia sul costo futuro dell'energia nucleare negli U.S.A. – Le passate esperienze suggeriscono di pianificare sorprese dal costo elevato"], *Environmental Science & Technology*, 1 Aprile 2007

<sup>74</sup> <http://www.nrc.gov/reactors/operating/licensing/renewal/applications.html>

fidejussoria fino all'80% del costo per i primi 6 GW, ulteriore supporto economico in caso di significativi ritardi di costruzione fino a sei reattori e l'estensione della responsabilità limitata societaria (Price Anderson Act) fino al 2025. Sfortunatamente, l'ingrediente essenziale per la rinascita del nucleare nello stato è ancora mancante: un'ondata di ordini nuovi reattori.

James E. Rogers, principale esecutivo della Duke Energy, sottolinea che una nuova centrale nucleare costerebbe un quarto del valore della sua compagnia nel mercato azionario. Alla PSI Energy, ha speso molto del suo tempo "nel pulire il cataclisma nucleare dei progetti atomici abbandonati" che costò alla sua compagnia \$2,7 miliardi. Duke Energy, secondo Rogers, non sarà "il primo caso. Avendo iniziato la mia carriera sistemando una compagnia quasi rimasta fuori dal gioco a causa dei suoi investimenti nel nucleare e i cambiamenti nell'opinione pubblica... sono molto ottimista sul ruolo che il nucleare potrà avere in futuro ma sono prudentemente ottimista".<sup>75</sup>

Praticamente tutto il combustibile nucleare esausto viene immagazzinato in infrastrutture in sito. Il Governo Federale è poi responsabile dello smaltimento finale delle scorie e prevede quindi di costruire un sito di stoccaggio a Yucca Mountain in Nevada. Nel Luglio 2004, la Court of Appeals Statunitense per il District of Columbia Circuit ha sentenziato che le regolamentazioni della Environmental Protection Agency (EPA) Statunitense sulle radiazioni per quanto riguarda Yucca Mountain violano il Nuclear Waste Policy Act. Questo in quanto l'EPA ha proposto che le scorie debbano essere contenute per 10.000 anni invece della raccomandazione da parte della National Academy of Science rivolta al proteggere la salute pubblica che indica un tempo tra 300.000 e 1 milione di anni. Inoltre, la corte ha concluso che la NRC dovrà attendere nuove regolamentazioni dall'EPA su questo argomento, cosa che potrebbe richiedere un decennio.

## **Asia**

La **Cina** utilizza 11 reattori (uno in più che nel 2003) che generano l'1,9% (in ribasso dal 2,2% nel 2003) dell'elettricità nazionale. Cinque ulteriori unità per un totale di 3,32 GW sono in costruzione. La Cina ha la percentuale più bassa di nucleare nel suo mix energetico tra la nazioni che ne fanno uso. Molto probabilmente questa situazione non cambierà anche nel caso la nazione avvii nuovi e significativi programmi di costruzione dato che il consumo di elettricità è previsto crescere rapidamente.

Nel Luglio e Settembre 2004, il Consiglio di Stato Cinese ha approvato tre progetti con doppi reattori a Lingdong, Sanmen e Yangjiang. Stando all'Uranium Information Center a Melbourne in Australia, "per le centrali di Sanmen e Yanjiang ci saranno aste aperte per la fornitura di reattori di terza generazione, i cui contratti saranno firmati nel 2005. Westinghouse ha proposto il suo AP1000 (ora con l'approvazione del progetto da parte dell'NRC Statunitense), Areva (Framatome ANP) proporrà il suo EPR da 1.600 MW mentre Atomstroyexport probabilmente proporrà il suo AES-92 (versione V-392 del VVER-1000) o il più potente VVER-1500/V-448. Le offerte saranno valutate su livello tecnologico dimostrato, prezzo, contenuti e trasferimento tecnologico".<sup>76</sup>

Gli ultimi due punti sono cruciali. La Cina ha magistralmente concluso diversi contratti in passato. I Francesi hanno perso grosse somme di denaro nella consegna del primo reattore a Daya Bay, Guandong: "Abbiamo salvato la camicia ma perso i gemelli" ha commentato al tempo il presidente dell'EDF riguardo all'affare. "Sì, e d'oro!" ha aggiunto il Direttore Generale nella conferenza stampa in cui si concluse l'accordo nel 1985. EDF ha costruito le due unità assieme ad ingegneri Cinesi. Al tempo, il progetto avrebbe dovuto aprire tutta una nuova serie di consegne di reattori ma in realtà Framatome ha esportato solo altre due unità alla Cina in 20 anni. La Cina ha anche acquistato due reattori Canadesi e due centrali Russe mentre negoziava con un agguerrito consorzio Statunitense, Russo e Franco-Tedesco risultati poi in scarsi ordinativi per l'aver sviluppato tecnologia propria. La frase chiave è trasferimento di tecnologia.

---

<sup>75</sup> Washington Post, 8 October 2007

<sup>76</sup> <http://www.uic.com.au/nip68.htm>

I contratti per Lingdong, Sanmen e Yangjiang non sono stati assegnati ad offerenti stranieri come programmato nel 2005. Saranno ora fornite cinque unità equipaggiate con componenti prodotti da costruttori Cinesi con qualche notevole eccezione come i blocchi generatore-turbina che saranno forniti dall'azienda Francese Alstom.

Westinghouse ha battuto AREVA per quattro unità di III Generazione. La World Nuclear Association riporta:

“Nel Luglio 2007 la Westinghouse, assieme al suo partner Shaw ha firmato i contratti relativi alla fornitura dell'AP1000 a SNPTC, Sanmen Nuclear Power Company, Shandong Nuclear Power Company (una sottocompagnia di CPI) e China National Technical Import & Export Corporation (CNTIC). I termini non sono stati resi noti nel dettaglio. Nel Settembre 2007 la Sanmen Nuclear Power Co ha firmato un contratto da \$521 milioni con Mitsubishi Heavy Industries ed il suo partner Harbin Power Equipment Company per due generatori di vapore per turbine da 1.200 MWe. La costruzione inizierà nel 2009 e si prevede che Sanmen entri in esercizio verso la fine del 2013”.<sup>77</sup>

Il 26 Novembre 2007, AREVA ha infine annunciato la firma di un contratto commerciale. La vicenda della vendita dei reattori di III Generazione alla Cina in ritardo di tre anni è un buon esempio dei lunghi tempi richiesti dalla realizzazione di centrali nucleari, persino in condizioni politiche favorevoli. AREVA nonostante tutto ha annunciato l'affare come “un contratto record, dal valore di 8 miliardi di euro (...) senza precedenti nel mercato del nucleare mondiale”. AREVA costruirà due EPR in collaborazione con CGNPC (China Guangdong Nuclear Power Corp.) a Thaishan, nella provincia del Guangdong e fornirà “tutti i materiali ed i servizi richiesti per l'esercizio”.<sup>78</sup>

È estremamente improbabile che l'energia nucleare possa giocare un ruolo significativo nel bilancio energetico Cinese nei prossimi 20 o 30 anni, anche in caso il programma nucleare venga abbondantemente esteso come previsto ufficialmente dal governo.<sup>79</sup> La International Energy Agency (IEA) nel suo World Energy Outlook 2007 non ritiene le proiezioni Cinesi credibili:

“L'obiettivo del governo di avere 40 GW in esercizio entro il 2020 implica che la Cina deve aggiungere alle centrali già operative altri 31 GW di nuove centrali, oltre che 18 GW di capacità generativa nucleare nell'ultimo anno. Sebbene gli sforzi nel costruire centrali nucleari si siano intensificati negli ultimi anni, l'obiettivo del governo pare ambizioso dato l'attuale sviluppo del settore, i lunghi tempi di costruzione e il collo di bottiglia a livello globale riguardo alla costruzione di componenti per uso nucleare che impone lunghi ritardi nella consegna. Nello Scenario di Riferimento, la capacità nucleare installata raggiungerà 21 GW nel 2020 e 31 GW nel 2030”.<sup>80</sup>

Questo è praticamente metà rispetto alle proiezioni Cinesi per il 2020 ma corrisponde alle esperienze relative al nucleare in Cina. È ancora più sorprendente che la IEA consideri uno scenario di “strategia alternativa” dove la potenza nucleare installata raggiungerà 55 GW entro il 2030, comunque meno della potenza nucleare attualmente installata in Francia. Anche in questo scenario altamente improbabile, l'energia nucleare non fornirebbe più del 6% dell'energia della nazione.

La Cina ha ampi ed economici giacimenti di carbone e immaginare che lo sviluppo del nucleare eviterà che la Cina le sfrutti è mera illusione. La vera sfida sarà di rallentare l'enorme crescita di domanda ed assistere la nazione nel modernizzare lo stato tecnologico delle proprie centrali a carbone.

Il **Giappone** utilizza 55 reattori che nel 2006 hanno fornito il 30% dell'elettricità nazionale (in rialzo dal 25% nel 2003) ma nel 2002 l'energia nucleare ha coperto quasi il 35% del fabbisogno. Il 9 Agosto 2004 cinque lavoratori furono uccisi da una perdita di vapore alla stazione Mihama-3 – un giorno nefasto,

<sup>77</sup> <http://www.world-nuclear.org/info/inf63.html>

<sup>78</sup> AREVA, Conferenza Stampa, 26 Novembre 2007

<sup>79</sup> Quest'espansione porterebbe alla connessione alla rete di due reattori, ovvero 2.000 MW all'anno, il che è altamente improbabile considerando le esperienze passate. In particolare ci si chiede come possa la nazione raggiungere la connessione di “molte centinaia” di reattori entro il 2040, come previsto dal CEO dell'AREVA Anne Lauvergeon (*Le Monde*, 12 Ottobre 04)

<sup>80</sup> OECD International Energy Agency, “World Energy Outlook 2007 – China and India Insights”, London, 7 November 2007

specialmente in Giappone dato che è l'anniversario del bombardamento atomico di Nagasaki. L'indagine risultante portò alla luce una serie di sistematiche mancanze nel processo d'ispezione delle centrali nucleari Giapponesi e quindi ad un massiccio programma di sorveglianza. Il terribile evento è comunque solo uno in una serie di incidenti nelle centrali Giapponesi: il reattore veloce Monju è ancora disattivato dopo la perdita di sodio nel Dicembre 1995, citiamo poi l'esplosione in Marzo 1997 all'impianto di trattamento scorie di Tokai, l'incidente di criticità al centro di fabbricazione carburante di Tokai, l'enorme scandalo delle falsificazioni in Agosto 2002 che portò alla chiusura di 17 reattori della Tokyo Electric Power Company. Responsabili TEPCO falsificarono i rapporti degli ispettori tentando di nascondere l'esistenza di crepe nelle caldaie pressurizzate dei reattori di 13 delle 17 unità.<sup>81</sup> Successivamente, lo scandalo si allargò alle altre compagnie di centrali nucleari. Non è certo sorprendente che la produzione di energia elettrica di origine nucleare nella nazione sia diminuita di oltre un quarto tra il 2002 ed il 2003 e che il fattore di carico medio delle centrali nucleari Giapponesi sia precipitato a meno del 60%.

Il 16 Luglio 2007, un grave terremoto di oltre 6,8 gradi sulla scala Richter colpì la zona in cui TEPCO costruì la centrale di Kashiwasaki-kariwa. La centrale, con ben sette reattori è la più grande al mondo. I reattori furono disattivati e si stima rimarranno in questo stato almeno un anno per verificare e riparare i danni. Dato che l'accelerazione sismica misurata ad uno dei reattori fu di almeno 2,5 volte quanto atteso in fase di progettazione degli impianti nucleari, non è nemmeno chiaro se sarà possibile riaccendere i reattori. Quando, nell'11 Ottobre 2007 la prima testata fu sollevata dalla caldaia nucleare dell'unità sette per l'ispezione, una barra di controllo era incastrata nel nocciolo e non poté essere spostata. Questo significa che una funzionalità di sicurezza chiave non stava funzionando correttamente. La scoperta probabilmente porterà ad ulteriori ritardi nella riattivazione delle unità. Fino ad ora, TEPCO ha stimato l'impatto del terremoto nei suoi bilanci per l'anno finanziario 2007 attorno a 603,5 miliardi di yen (€3,6 miliardi), di cui 440 miliardi relativi alle spese di combustibile e 163,5 miliardi di yen dovuti alle ristrutturazioni.<sup>82</sup>

È ufficialmente in costruzione un reattore (in ribasso rispetto a tre nel 2003). Il reattore di Monju è considerato in "chiusura a lungo termine". Altri progetti di costruzione sono vaghi e sono stati ridimensionati al ribasso più volte.

La centrale di separazione del plutonio a Rokkasho-mura iniziò l'attività nel Marzo 2006. Il complesso, con una capacità nominale di 800 t riportò i suoi primi problemi tecnici meno di un mese dopo (una perdita nel serbatoio di pulizia per contenitori ed ugelli). Gli incidenti e gli scandali dell'anno scorso hanno contribuito significativamente al ritardare l'introduzione del plutonio nel combustibile MOX uranio-plutonio. Fino ad ora, il combustibile MOX non è stato usato in Giappone ma la nazione ha cospicue riserve di plutonio di circa 43 t, di cui circa 37 t in Francia e Regno Unito.

L'India utilizza 17 reattori (tre in più del 2004) per una potenza installata totale di 3.779 MW, equivalenti ad appena il 2,6% dell'elettricità nazionale (in ribasso di al 3,3% nel 2003). La potenza nucleare Indiana è all'incirca di 130 GW – all'incirca il 10% più della Francia – con una popolazione pari a 20 volte la popolazione Francese. Meno del 3% della potenza installata è di origine nucleare.

L'India indica sei unità come in costruzione (due in meno del 2004). I reattori attualmente operativi sono principalmente di una capacità ridotta dai 90 ai 200 MW e hanno risentito di diversi ritardi che hanno portato a tempi di costruzione dai 10 ai 14 anni, con obiettivi operativi raramente raggiunti. Nel 1985 l'obiettivo della Nazione era di raggiungere i 10 GWe di potenza installata entro il 2000 – richiedendo quindi l'incrementare di dieci volte la base già esistente nel 1985. In realtà, la capacità generativa installata raggiunse solo i 2,2 GWe mentre la potenza (attualmente operativa) è cresciuta di meno di 1,5 GWe.

Recentemente, il Presidente della Nuclear Power Corporation of India (NPCI) ha riportato ai giornalisti che 62 reattori, per una capacità totale di 40 GW saranno attivati entro il 2025.<sup>83</sup> Non c'è traccia di come la nazione possa ottenere una crescita annuale di 1.850 MW ogni anno tra il 2008 ed il 2025.

L'India fu il primo paese ad usare le sue installazioni "civili" per uso militare alla luce del sole. I test degli armamenti nucleari nel 1974 hanno avviato la fine della collaborazione nucleare straniera ed in particolare

---

<sup>81</sup> Vedere anche <http://cnic.jp/english/newsletter/nit92/nit92articles/nit92coverup.html>

<sup>82</sup> [http://www.world-nuclear-news.org/corporate/Kashiwasaki\\_Kariwa\\_results\\_and\\_emissions\\_double\\_whammy-011107.shtml](http://www.world-nuclear-news.org/corporate/Kashiwasaki_Kariwa_results_and_emissions_double_whammy-011107.shtml)

<sup>83</sup> India e-news, 23 Maggio 2006

l'invalutabile assistenza Canadese. I test del 1998 costituirono un vero shock a livello internazionale, aprendo un nuovo periodo di instabilità nella regione comprendente una serie di test nucleari da parte del Pakistan. Nonostante ciò, nel 2005 l'amministrazione Bush deliberò di cancellare le sanzioni commerciali sul nucleare verso l'India e si raggiunse un accordo comune con il Primo Ministro Indiano per un progetto di collaborazione.<sup>84</sup> L'accordo è stato duramente criticato negli U.S.A.<sup>85</sup>, mentre il Primo Ministro Indiano ha ammesso opposizioni inattese dai partiti sia della destra che della sinistra nazionali. L'ammissione da parte di Manmohan Singh verso il Presidente Statunitense è stata vista come "un'indicazione che non è disposto a rischiare di far cadere il governo prima delle elezioni previste nel 2009 per l'accordo sul nucleare".<sup>86</sup>

Il **Pakistan** utilizza due reattori che forniscono il 2,7% dell'elettricità nazionale (in rialzo dal 2,4% nel 2003), un ulteriore reattore è in costruzione. Come per l'India, il Pakistan ha designato le installazioni civili per usi militari, inoltre la nazione ha sviluppato un complesso sistema per accedere ai componenti per il suo programma d'armamento nucleare in modo illegale tramite il mercato nero, includendo alcune fonti Europee.<sup>87</sup> Immediatamente dopo la serie di test nucleari del 1998 da parte dell'India, anche il Pakistan ha esploso molti dispositivi nucleari. L'assistenza nucleare da parte della comunità internazionale è praticamente impossibile dato che il Pakistan, come l'India, non ha firmato il Trattato di Non-Proliferazione (NPT) e non accetta supervisioni complete (ispezioni internazionali per *tutte* le attività nucleari nella nazione). Il programma nucleare Pakistano quindi, con tutta probabilità, manterrà le sue caratteristiche principalmente militari.

La **Repubblica Democratica Popolare di Corea** (DPRK) non ha alcun reattore nucleare operativo. Nel 1994 un accordo internazionale (KEDO) dispose la costruzione di due reattori con il supporto tecnico e finanziario degli U.S.A., dell'UE, e certe altre nazioni. In cambio, la DPRK avrebbe abbandonato tutte le sue ricerche sugli armamenti atomici e sul loro sviluppo. Nel 2002 gli U.S.A. accusarono la DPRK di non rispettare l'accordo. Sebbene l'accusa Statunitense si sia dimostrata falsa, la DPRK ha rescisso l'accordo e si è apertamente preparata alla riattivazione delle sue attività relative agli armamenti atomici. Conseguentemente, il progetto di costruzione dei reattori fu congelato. Il 7 Ottobre 2006, la nazione espose un ordigno atomico per dimostrare la sua disponibilità di armamenti nucleari tuttavia, dopo una serie di intensi incontri di disarmo, la nazione firmò, il 13 Febbraio 2007 un "North Korea - Denuclearization Action Plan" ed acconsentì allo "chiudere e sigillare per eventuale abbandono il complesso nucleare di Yongbyon, includendo il sistema di riprocessamento ed accettare nuovamente il personale IAEA nel condurre tutte le necessarie verifiche e monitoraggi come accordato tra IAEA e la DPRK".<sup>88</sup> Ciò nonostante, non ci sono voci sul completamento dei due reattori in costruzione sotto i precedenti trattati.

Nella penisola coreana, la **Repubblica del Sud-Corea** (ROK) utilizza 20 reattori che forniscono il 38,6% dell'energia nazionale (in ribasso dal 40% nel 2003), inoltre, due ulteriori reattori sono in costruzione. Per lungo tempo la Sud-Corea, oltre alla Cina, è stata considerata il principale mercato futuro per l'espansione dell'energia nucleare ma questo ora è ben lontano dall'esser certo. "Il movimento anti-nucleare è globale" ha proclamato il Ministro dell'Energia Sud-Coreano Bong-Suh Lee nel 1989 alla World Energy Conference a Montreal. "Dobbiamo fermarlo prima che... Fermi lo sviluppo globale del nucleare". Sebbene i primi programmi nucleari furono attuati senza molta attenzione dell'opinione pubblica, importanti controversie sul futuro del nucleare – in particolare sul destino delle scorie radioattive – hanno colpito i piani di espansione negli anni '90. Esistono ancora dei progetti per nuovi reattori ma il programma è praticamente fermo.

Il **Taiwan** dispone di sei reattori che forniscono il 20% dell'elettricità nazionale (in ribasso dal 21,5% nel 2003). Due Reattori Avanzati ad Acqua Bollente da 1.350 MWe di tipo sono in costruzione a Lungmen,

<sup>84</sup> Per una discussione dettagliata delle implicazioni dall'accordo, si veda Zia Mian, et al. "Fissile Materials in South Asia: The Implications of the U.S.-India Nuclear Deal" [Materiale fissile in Sud Asia: le implicazioni dell'accordo Indo-Statunitense], IPFM, Settembre 2006

<sup>85</sup> Si veda la nota precedente e ad esempio Daryl Kimbal, "Fixing a flawed nuclear deal", [Sistemare un accordo nucleare difettoso] Arms Control Today, Settembre 2007, [http://www.armscontrol.org/act/2007\\_09/focus.asp](http://www.armscontrol.org/act/2007_09/focus.asp)

<sup>86</sup> WNA, "US-India deal not dead despite difficulties", 18 Ottobre 2007

<sup>87</sup> Si veda Mycle Schneider, "Nucléaire : Paris, plaque tournante du trafic pakistanais", Politis, Parigi, 1989

<sup>88</sup> <http://www.fmprc.gov.cn/eng/zxxx/t297463.htm>

vicino a Taipei, l'attivazione fu inizialmente programmata per il 2006-2007 e poi rimandata al 2010. L'unità operativa più recente è stata avviata nel 1985. Tutte le centrali nucleari sono di fornitura Statunitense. Per le due centrali in costruzione, le iniziali offerte chiavi in mano furono rifiutate ed i contratti vennero assegnati alla General Electric per le isole nucleari, a Mitsubishi per le turbine e ad altri per i componenti rimasti. La costruzione è iniziata nel 1999. "Quanto i due reattori erano completi per un terzo, un nuovo governo ha cancellato il progetto ma i lavori sono ripresi l'anno seguente, dopo che azioni legali ed il supporto del governo. Tuttavia il progetto rimase indietro di un anno".<sup>89</sup> Il progetto è ora in ritardo di tre o quattro anni.

---

<sup>89</sup> <http://www.world-nuclear.org/info/inf63.htm>

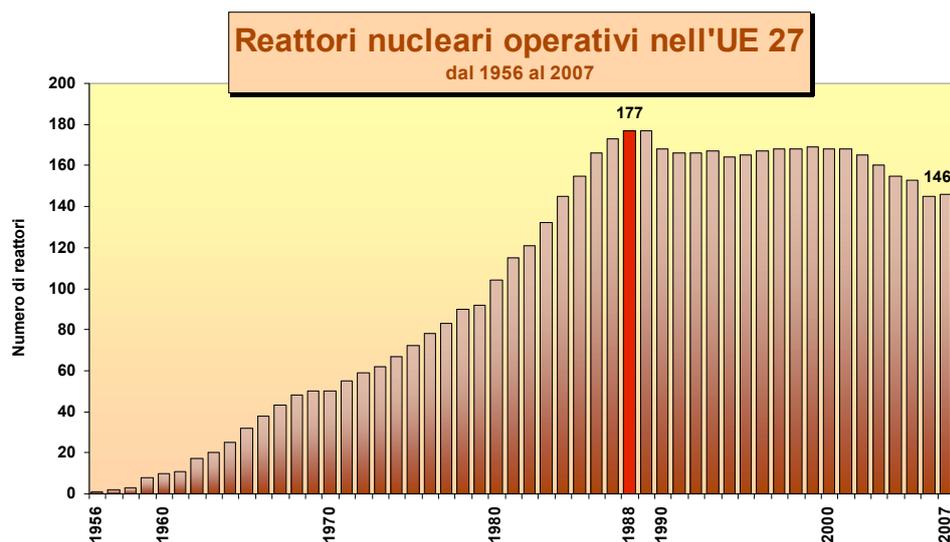
## Europa

Nell'Ottobre 2007, 15 dei 27 stati dell'Unione Europea allargata (EU27) utilizzavano 146 reattori, un terzo delle unità al mondo, in ribasso rispetto alle 151 unità del 2003 ed alle 172 del 1989.

La gran parte delle installazioni, ben 125 (in ribasso da 132 nel 2003) si trovano in otto stati dell'EU15 occidentale e solo 21 sono nei sette stati entrati nell'Unione Europea di recente. In altre parole, quasi nove reattori nucleari su dieci dell'EU27 sono nella parte occidentale. Nonostante ciò, specialmente riguardo a problemi di sicurezza, gran parte dell'attenzione pubblica e politica è diretta ai reattori dell'Est.

Nel 2006 l'energia nucleare ha coperto il 30% (in ribasso rispetto al 31% del 2003) dell'elettricità commerciale dell'UE, inoltre, quasi metà (45%) dell'elettricità di origine nucleare dell'EU27 proviene da una sola nazione: la Francia.

### Grafico 7



## L'energia nucleare nell'Europa Occidentale

Specialmente in Europa Occidentale, l'opinione pubblica tipicamente sovrastima l'importanza dell'elettricità nella visione energetica d'insieme ed in particolare il ruolo dell'energia nucleare. La percentuale di elettricità nel mix dei consumi di energia primaria commerciale nell'EU15 corrisponde a solo un quinto.

I 125 reattori operativi nell'EU15 alla fine del 2007 – ben 32 unità in meno (!) rispetto al 1988-89, al raggiungimento del picco storico – forniscono:

- circa un terzo della produzione di energia elettrica commerciale;
- il 13% del consumo di energia elettrica primaria commerciale;
- circa il 6% di consumo di energia finale.

In UE15 si sta costruendo un reattore in Finlandia. La costruzione di un secondo reattore in Francia è iniziata in Dicembre 2007. Nessun cantiere è stato impiantato in UE15 dopo l'unità Francese Civaux-2 nel 1991. A parte l'eccezione Francese, prima del recente reattore in Finlandia non ci fu un solo ordine in Europa Occidentale dal 1980 – quindi un ordine in 25 anni.

Il seguente capitolo illustra brevemente la situazione di ogni stato (in ordine alfabetico).

Il **Belgio** dispone di sette reattori operativi con il 54,4% (in ribasso dal 55,5% nel 2003). Dopo Slovacchia, Lituania e Francia è la nazione con la più alta percentuale di nucleare nel suo mix energetico. Nel 2002 il Belgio ha approvato una normativa di progressiva denuclearizzazione che prevede di chiudere le centrali

nucleari dopo 40 anni d'operatività quindi, dipendentemente dalla data di attivazione, le centrali saranno chiuse tra il 2014 ed il 2025.

Sebbene la normativa sia stata approvata da un governo la cui coalizione include il Partito dei Verdi, i seguenti governi, senza alcun Ministro verde hanno mantenuto la legge di denuclearizzazione.

La **Finlandia** utilizza attualmente quattro unità che coprono il 28% (in rialzo dal 27% nel 2003) del suo fabbisogno elettrico. Nel Dicembre 2003, la Finlandia diventò il primo paese in Europa Occidentale ad ordinare una nuova centrale nucleare in 15 anni. La compagnia elettrica TVO ha firmato un contratto con il consorzio Franco-Tedesco Framatome-ANP, ora AREVA NP (66% AREVA, 34% Siemens) per la fornitura chiavi in mano di una centrale da 1.600 MW basata su EPR (European Pressurized water Reactor [Reattore Europeo ad acqua Pressurizzata]). La banca Bavarese Landesbank – la Siemens ha sede in Bavaria – ha fornito un prestito di €1,95 miliardi, più del 60% del valore di contratto coperto da un tasso d'interesse preferenziale del 2,6%. La compagnia di credito Francese COFACE ha fornito un'ulteriore mutuo di €720 milioni. La costruzione è iniziata in Agosto 2005, due anni e mezzo dopo il progetto è già in ritardo di più di due anni e il costo è stato sforato di almeno il 50% mentre il passivo del fornitore è stato stimato €1,5 miliardi. Non è ancora chiaro chi pagherà i costi addizionali.

In un inusuale critico rapporto, l'autorità alla sicurezza Finlandese indica alcune ragioni dei ritardi:

“Il tempo e le risorse necessarie allo sviluppo dettagliato dell'unità OL3 sono state evidentemente sottostimate all'accordo sulla pianificazione delle attività (...). Un ulteriore problema fu costituito dal fatto che il fornitore non era sufficientemente esperto con le pratiche Finlandesi all'inizio del progetto (...). I problemi maggiori sono di gestione delle attività (...). Il costruttore della centrale ha sottoappaltato a soggetti senza precedente esperienza in costruzione di centrali nucleari per realizzare il progetto. Questi subappaltatori non hanno ricevuto formazione e supervisione sufficiente ad assicurare lo sviluppo del loro lavoro come previsto (...). Come esempio, il gruppo ha esaminato la costruzione dell'armatura dell'edificio contenitore del reattore. La funzione dell'armatura è di assicurare la tenuta stagna del contenimento e quindi prevenire qualunque perdita di sostanze radioattive nell'ambiente in caso di danno al reattore. Il selezionare e supervisionare il costruttore dell'armatura fu lasciato al sottocontraente che ha sviluppato la stessa e l'ha fornita al FANP [AREVA NP]. Il costruttore non aveva precedente esperienza nella costruzione di componenti per centrali nucleari. I requisiti a proposito della qualità e della supervisione al processo produttivo furono una sorpresa per il costruttore (...).”<sup>90</sup>

Sulla capacità di AREVA NP come fornitore, le autorità alla sicurezza Finlandesi notano:

“A questo punto della costruzione ci sono già stati molti cambiamenti dannosi al personale del fornitore operativo sul posto e persino il Direttore Lavori è andato in pensione ed è stato sostituito. Questo ha reso la gestione, così come l'individuare ed il gestire i problemi difficile. (...) L'incompetenza del costruttore è ovvia nella preparazione della base in calcestruzzo. (...) Il consorzio ha l'abitudine di utilizzare nuovo personale per la soluzione dei problemi cosa che sembra essere risultata in ancora più confusione a proposito delle responsabilità.”<sup>91</sup>

La situazione energetica in Finlandia è abbastanza inusuale essendo il quinto paese al mondo per consumo d'elettricità pro capite, ed il secondo nell'UE subito dopo la Svezia. Il consumo d'energia medio di un Finlandese è 2,4 volte quello di un Tedesco e tre volte quello di un Italiano. Per soddisfare questi straordinari consumi d'elettricità la Finlandia importa grosse quantità di elettricità, a volte superando i 10 miliardi di kWh all'anno, anche dai reattori Russi di Leningrado di tipo RBMK come quelli di Chernobyl. Se la nazione riducesse il suo consumo energetico pro capite al livello della Germania, risparmierebbe circa 44 miliardi di kWh di elettricità l'anno, il doppio di quanto fornito dai quattro reattori nel 2006 e quasi tre volte quanto il nuovo EPR dovrebbe generare all'entrata in esercizio.

---

<sup>90</sup> STUK, “Management of Safety Requirements in Subcontracting During the Olkiluoto-3 Nuclear Power Plant Construction Phase”, Investigation Report 1/06, translation dated 1 September 2006; for full report see [http://www.stuk.fi/stuk/tiedotteet/en\\_GB/news\\_419/\\_files/75831959610724155/default/STUK\\_Investigation\\_report\\_1\\_06.pdf](http://www.stuk.fi/stuk/tiedotteet/en_GB/news_419/_files/75831959610724155/default/STUK_Investigation_report_1_06.pdf)

<sup>91</sup> ibidem

Di fatto, le circostanze dell'ordinazione dell'EPR sono straordinarie come la situazione energetica Finlandese. L'associazione Framatome-Siemens ha offerto un prezzo fisso per la fornitura chiavi in mano, eccetto per i lavori preliminari e gli scavi di cantiere. Questa è una situazione senza precedenti in un ambiente finanziario ad alto rischio. Resta da chiarire chi sarà responsabile per qualunque incremento di costo, da attendersi per certo, oltre il prezzo concordato. Il costo di fabbricazione in Europa è considerato inizialmente troppo alto dalla stessa associazione dato che i componenti principali, la caldaia pressurizzata del reattore ed i generatori di vapore sono stati ordinati dal Giappone. I fornitori e la compagnia TVO, ente principale delle ordinazioni in un gruppo di 61 aziende, hanno evitato di indicare quali altri componenti sono stati ordinati al di fuori della UE. In ogni caso, non è chiaro se il complesso si qualificherà per un certificato "fatto in EC" dato che l'intera fabbricazione ed assemblaggio dei componenti chiave sarà effettuata in Giappone.

La **Francia** è l'eccezione mondiale nel settore del nucleare. In risposta alla crisi petrolifera del 1973 il Governo Francese ha lanciato 33 anni fa il più grande programma nucleare pubblico al mondo, tuttavia solo il 13% del petrolio nel 1973 era consumato per generare elettricità. Trent'anni dopo la Francia ha ridotto il consumo totale di combustibili fossili (petrolio, gas e carbone) di meno del 10% mentre il consumo di petrolio nel trasporto pubblico è aumentato di molto più del consumo sostituito dall'energia nucleare nel settore elettrico.

Nel 2006 i 59 reattori Francesi<sup>92</sup> hanno prodotto il 78,1% dell'elettricità (in aumento dal 77,7% del 2003) sebbene solo il 55% della potenza elettrica installata sia di origine nucleare. In altre parole la Francia ha capacità generative enormemente sovradimensionate il che ha portato lo svendere l'elettricità sugli stati vicini ed ha stimolato lo sviluppo di soluzioni termiche altamente inefficienti. Ad un picco storico di consumo invernale da 86 GW va confrontata una potenza installata di oltre 120 GW. Anche con una abbondante riserva del 20%, ne risulta una sovracapacità teorica di più dell'equivalente di tutte le 34 unità da 900 MW. Non è certo sorprendente che l'equivalente di una dozzina di reattori operino solo per l'esportazione e che la Francia resti il solo paese al mondo a disattivare i propri reattori nucleari in certi fine settimana in quanto non può vendere l'energia prodotta – nemmeno a prezzi di favore.

In compenso, il picco di carico elettrico stagionale è esploso da metà degli anni '80, principalmente a causa della diffusione del riscaldamento elettrico d'ambienti ed acqua sanitaria. Circa un quarto delle abitazioni Francesi riscaldano con l'elettricità, il modo più inefficiente per generare calore (dato che soffre della maggior perdita di energia primaria nei processi di trasformazione, trasporto e distribuzione). La differenza tra il più basso carico giornaliero estivo ed il più alto carico in un giorno d'inverno è ora di 57 GW. Questa è una curva di carico altamente inefficiente dato che richiede grosse capacità per periodi di tempo molto corti in inverno. Questo tipo di consumo non è coperto dall'energia nucleare ma da centrali a combustibile fossile o da dispendiose importazioni elettriche in periodo di alta richiesta. Nel 2005 la Francia ha importato 10 TWh di potenza dalla Germania per coprire il picco, ad un prezzo sconosciuto ma probabilmente elevato. Conseguentemente, la compagnia nazionale EDF (Electricité de France) ha deciso di riattivare nei prossimi anni 2.600 MW di vecchissime centrali a olio combustibile – la più vecchia originariamente attivata nel 1968 – per coprire il fenomeno del picco di richiesta.

Attualmente, il consumo pro capite d'elettricità in Francia è oltre il 25% più elevato che in Italia (che ha abbandonato l'energia nucleare dopo l'incidente di Cernobyl del 1986) ed il 15% più elevato della media UE27. Il consumo d'energia primaria Francese è anche sensibilmente più elevato, per esempio, della Germania.

Considerando le sovra-capacità installate e la vita media di 23 anni, la Francia non necessiterà di costruire nuovi reattori per molto tempo. Altri fattori giocano a favore di questa ipotesi:

---

<sup>92</sup> Essenzialmente Reattori ad Acqua Pressurizzata, 34 x 900 MW, 20 x 1300 MW e 4 x 1400 più reattore veloce autofertilizzante da 250 MW di 35 anni (Phénix, Marcoule).

- I rappresentanti del settore energetico hanno privatamente ammesso per anni che la nazione è andata troppo oltre con la sua percentuale di nucleare nel mix energetico totale e che, in futuro, il contributo del nucleare non dovrà superare il 60% circa della produzione energetica.
- È impensabile che la Francia costruirà nuovi reattori con il solo scopo di esportare energia. Questo sarebbe troppo costoso, specialmente in un mercato dell'energia liberalizzato.
- EDF intende ora utilizzare i suoi reattori per almeno 40 anni.

Ci vorranno quindi molti anni, se non decenni, prima che i vincoli della capacità richiedano nuove centrali per coprire il carico base. Se il governo Francese e l'EDF hanno annunciato l'intenzione di costruire una nuova centrale, questo è perché l'industria del nucleare ha un serio problema nel mantenere le competenze sul campo. Il 21 Ottobre 2004, EDF ha reso pubblico Flamanville come il sito del progetto EPR. Flamanville è a solo 15 km dall'installazione per il riprocessamento di La Hague (vedere sotto). La selezione del sito fu una sorpresa per molti specialisti dato che non soddisfa criteri tecnici ed economici ma pare una sorta di compensazione per l'atteso ridimensionamento del mercato del plutonio dato dal completamento del lavoro con clienti stranieri.

La Francia dispone anche di molte altre installazioni nucleari operative tra le quali conversione ed arricchimento dell'uranio, fabbricazione di carburante e complessi per plutonio. La Francia ed il Regno Unito sono le sole nazioni in UE a separare il plutonio dal combustibile esausto, il cosiddetto riprocessamento. I due complessi di La Hague hanno il permesso di processare 1.700 t di carburante all'anno, tuttavia tutti i clienti stranieri hanno ora completato le loro forniture e restano quindi solo pochi mesi di produzione sotto contratto per uso straniero. Quasi tutti i precedenti clienti come Belgio e Svizzera hanno abbandonato la separazione del plutonio o lo faranno a breve – le compagnie Tedesche hanno il divieto per legge di mandare carburante agli impianti di riprocessamento dal Luglio 2005 – o hanno avviato centrali per il plutonio nella nazione come il Giappone. Il gestore di La Hague, AREVA NC, dipende ora interamente dal cliente domestico EDF per il futuro. Con il contratto esistente scaduto nel 2007, persino questo non può bastare a coprire tutto il carburante esausto in stoccaggio o disponibile in questo periodo di tempo ed è quindi chiaro che non c'è e non ci sarà mercato sufficiente per entrambe le linee di riprocessamento.

Un'analisi accurata delle conseguenze sulla salute e l'ambiente delle installazioni di La Hague ed il loro equivalente in Regno Unito, Sellafield, fu condotta per il Parlamento Europeo nel 2001.<sup>93</sup> Lo studio concluse che queste fabbriche di plutonio sono di gran misura i complessi nucleari più inquinanti in UE. Le emissioni radioattive in normali condizioni operative corrispondono ad un grave incidente ogni anno.<sup>94</sup>

La **Germania** utilizza 17 reattori che, secondo l'IAEA, forniscono il 31,8% (in rialzo da al 28.1% nel 2003) dell'elettricità nazionale. Tuttavia, stando a fonti ufficiali Tedesche, la percentuale di potenza nucleare nella capacità generativa lorda è di solo il 26,4%, in declino dal 1997, quando la percentuale arrivò al 30%.<sup>95</sup> Nel 2002 il Parlamento approvò una legge di abbandono del nucleare secondo cui le centrali atomiche sarebbero dovute essere chiuse dopo una vita media di 32 anni, tuttavia le compagnie elettriche avevano un "budget di generazione elettrica" di 2.623 miliardi di kWh (corrispondenti alla produzione annuale di energia elettrica di tutte le centrali nucleari al mondo) e possono trasferire i kWh rimanenti da un reattore all'altro. Due unità sono già state chiuse secondo la legge di denuclearizzazione (Stade, Obrigheim) ed una terza (Mülheim-Kärlich), in chiusura a lungo termine dal 1988 è stata chiusa definitivamente. La costruzione di nuove centrali nucleari ed il riprocessamento del combustibile esausto (oltre alle quantità di carburante inviato agli impianti di riprocessamento fino al 30 Giugno 2005) sono proibite.

<sup>93</sup> Mycle Schneider (Dir.), et al., *Possible Toxic Effects from the Nuclear Reprocessing Plants at Sellafield (UK) and Cap de la Hague (France)* [Possibili effetti tossici degli impianti nucleari di riprocessamento a Sellafield e Cap de la Hague], Final Report for the Scientific and Technological Options Assessment (STOA) Program, Directorate General for Research, European Parliament, Luxemburg, Novembre 2001, 170 p.

<sup>94</sup> Una nuova analisi sarà disponibile a breve, Mycle Schneider, Yves Marignac, "Reprocessing in France", International Panel on Fissile Materials (IPFM).

<sup>95</sup> AG Energiebilanzen, "Bruttostromerzeugung in Deutschland von 1990 bis 2006 nach Energieträgern", 22 Agosto 2007

Dopo una significativa crisi nel settore delle compagnie di servizi pubblici nucleari a seguito di una serie di incidenti alle centrali di Brunsbüttel e Krümmel, tre alti dirigenti dell'operatore Vattenfall furono licenziati e le unità sottoposte a estese revisioni ed aggiornamenti: alla fine del 2007 non sono ancora tornate operative. Nonostante Biblis-B sia stato riattivato il 1 Dicembre 2007, Biblis-A rimane disattivato: si ipotizza che l'operatore RWE stia prolungando il periodo d'inattività per rimandare la data di chiusura finale dell'unità A oltre le prossime elezioni federali del 2009, nella speranza che un governo a favore del nucleare possa abrogare l'attuale legislazione di denuclearizzazione. L'attuale governo di "grande coalizione" tra I Cristiani Democratici ed i Socialdemocratici ha confermato la legge di progressivo abbandono. Sebbene la lobby del nucleare non abbia abbandonato le speranze di rovesciare la decisione, nessuna compagnia intende costruire nuove centrali. In un'opinione pubblica generalmente ostile, l'energia nucleare non ha futuro in Germania. Nel frattempo, la generazione d'energia nucleare è scesa del 16% nei primi nove mesi del 2007 rispetto allo stesso periodo dell'anno precedente.

**I Paesi Bassi** utilizzano un unico reattore di 34 anni che fornisce 450 MW ovvero il 3,5% (in ribasso dal 4% nel 2003) dell'energia nazionale. La decisione originaria di procedere alla chiusura del reattore nel 2004 fu impugnata in tribunale con successo dal gestore. Nel Giugno 2006 si raggiunse un accordo tra il gestore ed il governo, che avrebbe consentito l'esercizio del reattore fino al 2033 in certe condizioni. "Sarebbe stato mantenuto secondo i più alti standard di sicurezza ed i gestori, Delta ed Essent, acconsentirono di donare EUR 250 milioni ai progetti per l'energia sostenibile. Il governo aggiunse altri EUR 250 milioni per evitare la richiesta di compenso che avrebbe dovuto affrontare se avesse continuato a perseguire la chiusura a breve".<sup>96</sup>

All'inizio del 2004, l'operatore EPZ di Borssele ha esteso il contratto per il riprocessamento con COGEMA. Questa è una decisione curiosa dato che non ci sono possibilità di usare il plutonio separato nei Paesi Bassi. EPZ ha rifiutato di rivelare i suoi piani per il plutonio ma pare che pagherà compagnie Francesi perché lo smaltiscano.

**Il Regno Unito** dispone di 19 reattori operativi (4 in meno del 2003) che forniscono il 18,4% (in ribasso dal 22% nel 2003) dell'elettricità nazionale. Molte delle centrali nucleari del Regno Unito sono relativamente piccole, particolarmente inefficienti e vecchie più di 30 anni. La Germania produce più del doppio dell'elettricità per reattore installato rispetto al Regno Unito. La produttività dei reattori Inglesi potrebbe diminuire ulteriormente in seguito alla scoperta inattesa di vari problemi dovuti all'età d'esercizio che si sono rivelati "più severi di quanto precedentemente supposto".<sup>97</sup> Gli Advanced Gas cooled Reactors (AGR) si stanno "dimostrando sempre più inaffidabili".<sup>98</sup> Se la compagnia British Energy non costruisce altri reattori, avverte il World Nuclear News della lobby del nucleare, "entro il 2023 solo il Sizewell B sarà operativo – un moderno Pressurized Water Reactor – mentre tutti gli AGR saranno chiusi".<sup>99</sup>

L'industria nucleare del Regno Unito è passata attraverso decenni movimentati. Da quando Margaret Thatcher fallì nel primo tentativo di privatizzazione verso la fine degli anni '80, quando il kWh nucleare si rivelò costare il doppio di quanto precedentemente indicato, le compagnie elettriche nucleari e l'industria del carburante atomico sono state oggetto di scandali o prossime alla bancarotta. Nel Settembre 2004, la Commissione Europea ha accettato un pacchetto di ristrutturazioni da parte del Governo del Regno Unito per €6 miliardi al fine di evitare la liquidazione del generatore privato British Energy. Il finanziamento era parte del processo di formazione di una Nuclear Decommissioning Agency (NDA). L'NDA doveva generare i fondi necessari alla messa in sicurezza dei complessi nucleari del Regno Unito – attualmente stimati €100 miliardi – dall'operatività del complesso di reprocessing THORP e la fabbrica di plutonio SMP. Entrambi sono stati affetti da diversi problemi tecnici molto seri che hanno mantenuto la loro operatività significativamente al di sotto delle attese. Una perdita in una delle cisterne di misurazione al complesso THORP scoperta nell'Aprile 2005 non venne notata per oltre otto mesi, risultando in gocciolamento sul pavimento dell'edificio di oltre 80 m<sup>3</sup> di combustibile liquefatto contenente circa 22 tonnellate di uranio e

<sup>96</sup> <http://www.world-nuclear.org/info/inf107.html>

<sup>97</sup> WNN, "Aging causes grey hairs at British Energy" [L'invecchiamento porta i capelli grigi alla British Energy], 26 Ottobre 2007, [http://www.world-nuclear-news.org/regulationSafety/Aging\\_causes\\_grey\\_hairs\\_at\\_British\\_Energy\\_261007.shtml?jmid=1128393678](http://www.world-nuclear-news.org/regulationSafety/Aging_causes_grey_hairs_at_British_Energy_261007.shtml?jmid=1128393678)

<sup>98</sup> ibidem

<sup>99</sup> ibidem

200 kg di plutonio. Dopo due anni e mezzo, il complesso ha riprocessato solo un lotto di prova da 33 tonnellate. La riapertura commerciale è programmata per la primavera del 2008.

Nel 2004, la lobby del nucleare ha lanciato nel Regno Unito una grossa iniziativa, largamente riflessa dai media, per mantenere aperta l'opzione del nucleare, tuttavia i Ministri chiave del governo hanno respinto le ogni affermazione a favore in modo inusualmente chiaro: "Costruire nuove centrali nucleari rischia di lasciare 'eredità difficili' alle generazioni future" disse il Segretario all'Ambiente Margaret Beckett.<sup>100</sup> La sua collega, presidente del Ministro all'Industria, Patricia Hewitt chiari poi al *The Times*<sup>101</sup>: "Le nostre priorità sono efficienza energetica e fonti rinnovabili. Attualmente non abbiamo nuove proposte di costruire altre centrali nucleari ma in futuro potremmo decidere di costruire se questo ci consentisse di raggiungere i nostri obiettivi sulle emissioni di anidride carbonica. Prima di prendere ogni decisione su questo argomento ci sarà comunque bisogno di consultare completamente la popolazione e della pubblicazione di un Documento dettagliante le proposte del Governo. Gli aspetti finanziari del nucleare lo rendono un'opzione poco attraente e ci sono importanti questioni riguardo alle scorie radioattive. Confidiamo che le energie rinnovabili forniranno un significativo e sempre crescente contributo alle richieste energetiche dell'Inghilterra".

I due ministri sopra citati tuttavia non sono più in carica e l'attuale governo Brown sembra voler supportare l'opzione nucleare. Dopo che la battaglia legale di Greenpeace ha minato con successo la procedura di consulto pubblico sul futuro del nucleare in Regno Unito, un secondo consulto si è concluso al 10 Ottobre 2007, tuttavia questo è stato considerato ugualmente inappropriato da diverse organizzazioni ambientaliste e di tutela dei consumatori; Greenpeace ha quindi compilato un reclamo sulla condotta del processo con la Market Research Standards Board (MRSB) un mese prima di abbandonare il consulto.<sup>102</sup> Il governo è accusato in particolare di aver preso una decisione già prima della consultazione, essenzialmente trasformandola in una farsa e distribuendo informazioni errate.

Una nota confidenziale sulle politiche energetiche per il Prime Minister da parte del Secretary of State for Business, Enterprise and Regulatory Reform ha curiosamente identificato le energie rinnovabili come una minaccia allo sviluppo del nucleare attraverso l'indebolimento del mercato Europeo delle emissioni, il documento riporta che: "[Raggiungere l'obiettivo del 20% di rinnovabili] pregiudica in modo cruciale la credibilità del sistema ... e riduce gli incentivi all'investire in altre tecnologie a basse emissioni di gas serra come il nucleare".<sup>103</sup>

Nel Marzo 2006 la Sustainable Development Commission [Commissione per lo Sviluppo Sostenibile] del Regno Unito ha presentato il suo rapporto sull'energia nucleare, raggiungendo la seguente conclusione:<sup>104</sup>

"La maggioranza dei membri della Commissione credono che, con sufficiente impulso e supporto, una strategia non nucleare sarà sufficiente a raggiungere tutti i requisiti sulle emissioni per il 2050 ed oltre ed all'assicurare un accesso sicuro a fonti d'energia affidabili.

Il contributo relativamente piccolo di un nuovo programma sul nucleare al raggiungere soddisfare queste sfide (anche se potessimo raddoppiare la nostra capacità nucleare attuale, questo risulterebbe in un taglio dell'8% delle emissioni del 1990 entro il 2035 e sarebbe quindi prossimo allo zero prima del 2020) praticamente non giustifica i significativi svantaggi e costi intrinseci di un programma di questo tipo"

La **Spagna** utilizza otto reattori (uno in meno che nel 2003) che forniscono il 19,8% (in ribasso dal 23,6% nel 2003) dell'elettricità nazionale. A parte la moratoria verso il nucleare in uso da molti anni l'attuale Premier Jose Luis Zapatero ha fatto delle denuclearizzazione un obiettivo chiave del proprio governo. Zapatero ha annunciato al suo giuramento in Aprile 2004 che il governo avrebbe "gradualmente abbandonato" l'energia nucleare ed incrementato i finanziamenti verso le energie rinnovabili per ridurre le

<sup>100</sup> *The Observer*, 19 Settembre 2004

<sup>101</sup> *The Times*, 18 Settembre 2004

<sup>102</sup> <http://www.greenconsumerguide.com/index.php?news=3545>

<sup>103</sup> *The Guardian*, 23 Ottobre 2007

<sup>104</sup> Sustainable Development Commission, *Is Nuclear the Answer?* [Il nucleare è la soluzione?], Londra, Marzo 2006

emissioni di gas serra, come in accordo con il protocollo di Kyoto. La prima unità (José Cabrera) è stata chiusa alla fine del 2006.

La **Svezia** utilizza 10 reattori (uno in meno del 2003) che forniscono il 48% (in ribasso dal 50% nel 2003) dell'elettricità. La Svezia è la nazione con il più alto consumo in UE e la quarta al mondo. La causa principale degli alti livelli di consumo è l'uso diffuso ed inefficiente dell'elettricità per riscaldamento. Il riscaldamento degli ambienti e dell'acqua sanitaria assorbe più di 40 TWh elettrici, più di un quarto del consumo elettrico della nazione.

In un referendum nel 1980 la Svezia ha deciso di abbandonare il nucleare entro il 2010. Il referendum fu un'iniziativa alquanto strana dato che venne proposto quando solo sei dei 12 reattori programmati erano operativi e gli altri sei ancora in costruzione. Più che un referendum per la denuclearizzazione quindi si trattò di limitare il programma nucleare. In seguito all'incidente di Chernobyl, la Svezia si impegnò a chiudere due unità entro il 1995-1996 ma questa fase iniziale della denuclearizzazione venne abbandonata nel 1991. La nazione continuò a considerare il 2010 come data ultima per la denuclearizzazione fino alla metà degli anni '90 ma il dibattito sul futuro della nazione sul nucleare portò ad un nuovo accordo tra i partiti: l'iniziare la denuclearizzazione in anticipo ma rinunciando alla scadenza del 2010. Il primo reattore (Barsebäck-1) fu quindi chiuso nel 1999 ed il secondo (Barsebäck-2) venne disattivato nel 2005. Diversamente dalla Germania o dal Belgio, il governo Svedese ha pagato una compensazione per la chiusura delle centrali (circa 900 milioni di euro per Barsebäck-1). Il mediatore di stato Bo Bylund nell'Ottobre 2004 disse che si aspettava la chiusura di una terza unità svedese poco dopo il 2010 e delle altre ad un ritmo di circa una unità ogni tre anni. Questo implica che l'ultimo reattore Svedese verrebbe chiuso "all'incirca tra il 2020 ed il 2030", il che corrisponde ad una vita media del reattore di 40 anni. Il Ministro dell'Industria Leif Pagrotsky ha espresso il desiderio di accelerare la disattivazione delle rimanenti 10 unità dicendo: "Spero che la chiusura possa essere programmata il più presto possibile".<sup>105</sup>

L'unica nazione dell'Europa Occidentale a non far parte dell'UE che utilizza centrali nucleari è la **Svizzera**, che dispone di cinque reattori per il 37,4% (in ribasso rispetto dal 39,7%) del consumo elettrico nazionale. Nel 2001 il risentimento contro l'energia nucleare era più alto che mai, con il 75% del popolo Svizzero a rispondere "no" alla domanda "l'energia nucleare è accettabile?".<sup>106</sup> Nel 2003, la maggioranza del popolo ha respinto due ampie mozioni contro l'ulteriore uso dell'energia nucleare.

La Svizzera è il solo paese a disporre di centrali atomiche ad utilizzare ripetutamente referendum sul futuro dell'energia nucleare. Sebbene la denuclearizzazione non abbia mai acquisito una maggioranza sufficiente, i referendum hanno mantenuto un'efficace moratoria su ogni nuovo progetto per lunghi periodi di tempo. Attualmente i gestori degli impianti nucleari hanno avviato un dibattito sul potenziale rimpiazzo delle sempre più vecchie centrali nucleari, tuttavia non ci sono progetti a breve termine per nuove centrali in Svizzera.

## L'energia nucleare nell'Europa Centrale e dell'Est

In **Bulgaria** l'energia nucleare nel 2006 ha fornito il 43,6% (in aumento dal 37,7%) dell'elettricità nazionale ma il 31 Dicembre 2006, per soddisfare le condizioni per l'ingresso nell'UE, i secondi due blocchi della centrale di Kozloduy furono chiusi, dopo la chiusura delle prime due unità alla fine del 2002. L'accordo per la chiusura dei quattro reattori di tipo VVER 440-230 assieme ad accordi per i reattori di età simile in Lituania e Slovacchia fu stipulato nel 1999. La Bulgaria ha ricevuto €550 milioni dall'UE per la chiusura. A Kozloduy rimangono operativi due reattori di tipo VVER 1000.

Nel 2003 il Governo ha annunciato la sua intenzione di ricominciare la costruzione al sito di Belene nella Bulgaria del nord. La costruzione del reattore iniziò originariamente nel 1985 ma in seguito a cambiamenti politici nel 1989 i lavori vennero sospesi e poi successivamente fermati nel 1992, in parte per via di dubbi

---

<sup>105</sup> NucNet, 6 Novembre 04

<sup>106</sup> Conrad U. Brunner, *Democratic Decision-Making in Switzerland: Referenda for a Nuclear Phase-Out*, [Prese di decisione democratiche in Svizzera: referendum per la denuclearizzazione] in "Rethinking Nuclear Energy after September 11, 2001", [Ripensando all'energia nucleare dopo l'11 Settembre] Global Health Watch, IPPNW, Settembre 04

sulla stabilità geologica del sito. Nel 2004 venne aperto un bando per offerte di completamento della capacità nucleare di 1.900 MW e sette ditte espressero il loro iniziale interesse tuttavia, tutte tranne due proposte, entrambe basate su design originale VVER, una da parte di Skoda e l'altra da Atomstroyexport (ASE) furono ritirate. Nell'Ottobre 2006 il consorzio ASE, comprendente la Franco-Tedesca AREVA NP e ditte Bulgare, ottenne il contratto da €4 miliardi, sebbene all'Ottobre del 2007 il contratto definitivo non sia stato firmato.

Permangono alcune controversie sul completamento dell' Environmental Impact Assessment (EIA) [Valutazioni d'Impatto Ambientale], che non comprende adeguate informazioni sulle condizioni sismiche, così come non risolve problematiche di errori di progettazione se non quelli basilari oltre a non dare dettagli sui potenziali impatti della chiusura e messa in sicurezza.<sup>107</sup> Inoltre, dopo una battaglia legale da parte di gruppi ambientalisti, gli autori dell'EIA originale hanno confermato davanti alla corte che il documento era errato e che è necessario un nuovo EIA dopo la scelta del design e del costruttore.<sup>108</sup> Nel Febbraio 2007, le autorità Bulgare hanno presentato i progetti per la costruzione alla Commissione Europea, come richiesto dall'Euratom Treaty. È stato avviato un progetto di costruzione a Belene in cui la compagnia elettrica Statale Natsionalna Elektricheska Kompania (NEK) manterrà il controllo sull'impianto con il 51% mentre la parte rimanente sarà offerta a diverse compagnie tra cui ENEL, EDF, Suez's Electrabel, E.ON, RWE, e CEZ, le quali hanno tutte espresso il loro interesse. Il costo totale del progetto per il gestore è ora stimato attorno a €7 miliardi (€4 per le centrali più i costi associati di sviluppo delle infrastrutture).

La centrale di Ignalina in **Lituania** è l'unica di basata su design RBMK ancora operativa fuori dalla Russia. Dato l'impatto dell'incidente di Chernobyl sull'Europa Occidentale, è molto significativo che sia stato consentito ad un reattore di progettazione simile di rimanere operativo nell'Unione Europea. Come dall'accordo per l'accesso alla UE, l'unità rimanente dovrà essere chiusa entro il 2009 mentre la prima fu disattivata nel 2004. La giustificazione per il lungo periodo di abbandono è la grossa potenza della centrale. In effetti, anche dopo la chiusura dell'unità uno nel 2004, la centrale fornisce ancora il 72,3% (in ribasso dal 79,9%) dell'elettricità nazionale. Questo accade perché la centrale è decisamente troppo potente per la richiesta relativamente piccola della nazione. La dipendenza nazionale da un solo reattore per una così importante percentuale della sua elettricità è altamente rischioso dal punto di vista dell'affidabilità della fornitura.

Nel Febbraio 2007 i governi dei tre **Stati Baltici** e la **Polonia** hanno raggiunto un accordo per il costruire una nuova centrale nucleare ad Ignalina. Una delibera approvata in Luglio 2007 dispone il completamento dei lavori di costruzione entro il 2015. È riportato che la Lituania, che ospiterà il reattore, otterrà il 34% del progetto mentre gli altri partners otterranno il 22% dei previsti 3 GW di Potenza nucleare tuttavia, non è ancora stato definito il proprietario finale. Se il progetto verrà attuato, si renderanno necessarie ulteriori linee elettriche, in particolare tra la Lituania e la Polonia, il cui costo è approssimativamente stimato a €300 milioni. Nel 2007 si sarebbe dovuto procedere ad un Environmental Impact Assessment il cui completamento era da attendersi nel 2008 tuttavia, nei primi giorni del nuovo anno è stato riportato che "il partito Polacco Liberaldemocratico di nuova elezione non ha mostrato l'entusiasmo del suo predecessore nella partecipazione al progetto nucleare di Ignalina nella vicina Lituania" e che la partecipazione Polacca "non è decisa".<sup>109</sup>

La **Repubblica Ceca** ha sei reattori di progettazione Russa operativi in due siti, Dukovany e Temelin. Il primo ospita quattro reattori VVER 440-213 ed il secondo due unità VVER 1000-320, in tutto esse producono il 31,5% (in rialzo dal 31,1%) dell'elettricità nazionale.

La centrale nucleare di Temelin fu oggetto di molte controversie dalla decisione, presa a metà degli anni '90, di riprenderne la costruzione dopo che questa venne fermata nel 1989. I reattori vennero attivati nel 2000 e nel 2002. La International Energy Agency ha notato che "nonostante le basse spese operative, ammortizzare i

<sup>107</sup> Greenpeace, "Comments on the non-technical summary of the EIA report of the Investment Proposal of the Belene Nuclear Power Plant" [Commenti sul sunto non tecnico dell'EIA per la Proposta d'Investimento sulla centrale nucleare di Belene], Giugno 2004

<sup>108</sup> Risposte dal team dell'EIA alla domanda 29 di organizzazioni non governative e cittadini durante l'incontro al "Framework of the EIA for Belene", 2004

<sup>109</sup> WNN, 3 Gennaio 2008

costi di Temelin – un prezzo totale stimato di CZK99 miliardi (€3,7 miliardi), più CZK10 miliardi (€0,37 miliardi) di interesse non ammortizzato – creerà un notevole ingombro finanziario per CEZ”.<sup>110</sup>

Anche dopo che reattori hanno iniziato a funzionare le controversie non si sono placate a causa di problemi tecnici, specialmente in relazione alle turbine particolarmente grandi che hanno causato diversi fermi macchina imprevisti. Il problema delle turbine è stato più o meno risolto nel 2004 tuttavia il problema più grande – e rilevante dal punto di vista della sicurezza del reattore – che mantiene bassi i fattori di carico è relativo a deformazioni degli elementi combustibili. Ne risulta che i carichi di entrambe le unità restano bassi, solo attorno al 70%, ben sotto la media internazionale per gli impianti di simile età. Inoltre, dal 2000, si sono verificati ben 20 eventi di rilevanza INES-1 a Temelin con tendenza all'aumento (2000 – uno, 2001 – due, 2002 – due, 2003 – due, 2004 – tre, 2005 – cinque, 2006 – quattro, 2007 – due a metà anno).

La centrale di Dukovany è operativa dalla prima metà degli anni '80 e soggetta a diversi interventi per estendere la vita d'esercizio dei reattori ed allo stesso tempo espanderne la capacità produttiva di circa il 15%. I gestori prevedono ora di continuare a sfruttare la centrale fino al 2025.

La centrale di Cernavoda dispone degli unici reattori CANDU (design Canadese) in **Romania** ed Europa. La centrale venne avviata sotto il regime di Nicolae Ceausescu e fu inizialmente progettata per ospitare cinque unità. La costruzione iniziò nel 1980 con i fondi della Canadian Export Development Corporation ma nel 1990 l'impianto venne ridimensionato per focalizzare gli sforzi sull'unità 1, poi completata nel 1996 ad un costo di circa US\$2,2 miliardi e con un decennio di ritardo. La seconda unità, completata con il supporto finanziario estero Canadese di \$140 milioni e di €223 milioni da parte di Euratom, fu connessa alla rete nell'Agosto 2007.

L'energia nucleare ha coperto il 9% (in ribasso dal 9,3%) dell'elettricità Romena nel 2006.

Si sta lavorando ai progetti per completare altre due unità nella stessa centrale. Sono state richieste offerte per creare un produttore d'elettricità tra la compagnia elettrica SNN, che completerà i lavori e fornirà la forza lavoro e manutenzione, ed un investitore privato. Le offerte dovranno essere presentate entro la fine del 2007 mentre i lavori dovrebbero iniziare nel 2008. Le date di inizio esercizio dell'unità 3, fissata al 2014 e dell'unità 4 nel 2015 sembrano estremamente ottimistiche viste le passate esperienze.

La compagnia elettrica di stato Slovak Electric (SE) gestisce le due centrali nucleari della **Slovacchia**: Bohunice ospita tre unità VVER 440 mentre Mochovce ne ospita due. La centrale di Bohunice è l'ultima centrale in UE ad utilizzare una unità VVER 440-230, di cui ci si attende la chiusura nel 2008 dopo l'avvenuta chiusura del primo reattore nel 2006. Per le altre unità VVER 440-213 si stanno operando delle modifiche per estendere la vita operativa 40 anni, il che permetterebbe alla stazione di rimanere produttiva fino al 2025.

Le unità di Mochovce furono completate solo tra il 1998 ed il 1999. Avrebbero dovuto essere i primi reattori a ricevere il finanziamento dall'European Bank for Reconstruction and Development (EBRD) nel 1995 tuttavia la settimana precedente alla decisione presumibilmente positiva della Banca, le autorità Slovene ritirarono la richiesta di finanziamento. Si disse che il ritiro fosse causato dalle condizioni e dal prezzo del progetto, che avrebbe dovuto essere completato a costi più limitati utilizzando più interventi di progettazione Russa e Slovacca. Al tempo si assunse che completare i reattori ufficialmente costruiti al 90% ed al 75% sarebbe costato nell'ordine di €800 milioni tuttavia al termine dei lavori i costi si stimarono essere prossimi al doppio dell'importo indicato.

L'energia nucleare ha fornito il 57,2% (57,4% nel 2003) dell'elettricità nazionale nel 2006.

Nell'Ottobre 2004 la compagnia elettrica Italiana ENEL ebbe successo nell'acquisire il 66% della compagnia statale SE. L'ENEL propose come offerta di investire quasi €2 miliardi in nuova capacità generativa da includere nel completamento delle unità Mochovce 3 e 4. Nel Febbraio 2007, SE annunciò di procedere con il completamento delle unità ed ENEL acconsentì all'investire €1,8 miliardi allo scopo. Nonostante le pressioni dal Governo Sloveno per ricominciare i lavori nel 2007 il processo di approvazione delle offerte non è stato completato. Il completamento dei reattori è previsto per il 2012 ed il 2013. Se il progetto continuerà l'UE vedrà costruire reattori di progettazione Sovietica di 40 anni fa, senza alcun sistema di contenimento moderno, il che creerebbe un precedente molto pericoloso. Non è attualmente previsto di procedere ad un nuovo Environmental Impact Assessment per via dell'approvazione del permesso del 1986.

---

<sup>110</sup> International Energy Agency, 'Energy Policies in IEA Countries, Country Review - Czech Republic', IEA 2001

La centrale nucleare di Krsko in **Slovenia** ospita il primo reattore al mondo in comproprietà di due nazioni – la Croazia e la Slovenia. Trattasi di un Reattore ad Acqua Pressurizzata da 696 MW della Westinghouse connesso alla rete nel 1981 di cui è prevista l'operatività fino al 2021. L'energia nucleare ha fornito il 40,3% (40,5% nel 2003) dell'elettricità nazionale nel 2006.

La produzione è divisa tra le due nazioni. Sono in corso trattative per la costruzione di un secondo reattore nello stesso sito di cui prevede la conclusione il prossimo anno.

C'è una centrale nucleare operativa in **Ungheria** a Paks, ospita quattro reattori VVER 440-213 che forniscono il 37,7% (in rialzo dal 32,7% nel 2003) della produzione energetica nazionale. I reattori hanno iniziato la loro operatività commerciale nei primi anni '80 e sono stati sottoposti ad interventi per prolungarne l'operatività fino a 50 anni con una potenza d'uscita incrementata sino al 20%. Nell'Aprile 2003 il secondo reattore della centrale è stato soggetto del più grave incidente nucleare della nazione, classificato nella scala internazionale come "incidente serio" (livello 3), risultato nell'evacuazione della sala del reattore e il rilascio di radioattività nell'ambiente esterno. Durante la pulizia delle barre di combustibile venne utilizzato raffreddamento insufficiente, il che portò a gravi danni in tutti i 30 gli elementi combustibili. Il reattore rimase fuori servizio 18 mesi.

Nel 1998 il gestore della centrale di Paks propose di costruire altra capacità nucleare ma la compagnia nazionale MVM rifiutò il permesso. Nonostante ciò nel 2007 ci sono stati accenni a progetti per la costruzione di nuove unità nucleari dagli addetti al Governo, sebbene questi non facciano parte di nessuna politica energetica approvata.

### ***Russia e la precedente Unione Sovietica***

L'**Armenia** dispone di un ultimo reattore, detto Armenia-2, ospitato alla centrale nucleare di Medzamor, a circa 30 km dalla capitale Yerevan. Il reattore, dei primi design Sovietici, è un VVER 440-230 e ha destato diverse preoccupazioni nel corso degli anni, persino all'interno della comunità del nucleare, tuttavia continua a rimanere operativo, principalmente per l'alta percentuale fornita, 42% (in rialzo rispetto al 35,5%), dell'elettricità nazionale. Il reattore sarà chiuso nel 2016. Il Governo Armeno sta operando sul finanziamento e la costruzione di un reattore addizionale con la dichiarazione nel Settembre 2007 da parte del Ministro dell'Energia al Parlamento che il reattore costerà \$2 miliardi e richiederà quattro anni e mezzo di lavori.

Ci sono 31 reattori operativi in **Russia** per una capacità installata totale di 21,7 GW. Nel 2006 i reattori hanno prodotto in totale 144 TWh ovvero il 15,9% (in ribasso dal 17% del 2003) dell'elettricità nazionale. Di questi reattori operativi, 15 sono dei primi design, quattro sono reattori VVER 440-230 di prima generazione e 11 sono reattori RBMK che saranno chiusi in Stati Membri dell'UE come dai trattati d'accesso; quattro sono piccoli (11 MW) Reattori ad Acqua Bollente per la cogenerazione in Siberia; uno è un reattore veloce; altri 11 sono reattori ad acqua leggera di seconda generazione (due VVER 440-213 e nove VVER 1000). La vita media d'esercizio dei reattori operativi è di 25 anni e solo due sono stati completati nell'ultimo decennio.

Ci sono sette reattori ufficialmente in costruzione, di cui quattro iniziati più di 20 anni fa (Volgodonsk 2 [1983]; Kursk 5 [1985], Kalinin 4 [1986] e Balakovo-5 [1987]). Degli altri reattori, uno è il nucleare veloce a Beloyask e due sono piccoli PWR da 30 MW per la regione dell'Arkhangelsk – da disporre su imbarcazioni. A quanto pare l'unità Balakovo-5 è "scomparsa dalla lista" ed "il completamento è stato rimandato" perché considerato una "bassa priorità" dalla compagnia Russa UES<sup>111</sup>, tuttavia un'altra unità, il nuovo VVER 1200 a Novovoronezh è comparso sulla lista Russa delle costruzioni in corso.<sup>112</sup>

Nel Settembre 2007, AtomEnergoProm ha presentato i piani per costruire otto VVER 1200 entro il 2016 con altri reattori a seguire. In totale, il Governo si aspetta di più che raddoppiare la capacità nucleare entro il 2020. Negli scorsi anni il Governo è stato rapido nello sviluppare nuovi piani per l'espansione del settore del

<sup>111</sup> <http://www.uic.com.au/nip62.htm>

<sup>112</sup> ibidem; per unificare le fonti abbiamo deciso di basare la tabella delle unità ufficialmente in costruzione nell'Appendice 1 sui dati riportati dal sistema PRIS della IAEA, sebbene in evidente contraddizione con altre fonti.

nucleare. Per esempio nel 2000 ci si aspettava di generare oltre 200 TWh di elettricità d'origine nucleare entro il 2010. A parte il fatto che questi progetti non hanno avuto alcun seguito, la situazione economica in miglioramento della Russia rende possibili queste grosse spese in progetti infrastrutturali. Nell'Ottobre 2006 venne adottato un progetto di sviluppo dell'energia nucleare per US\$ 55 miliardi, quasi la metà del programma, \$26 miliardi fornito dal budget federale mentre il resto reso disponibile dall'industria.

Nell'ultimo decennio non c'è stata molta evoluzione nel settore nucleare con l'apertura o la chiusura di poche centrali tuttavia questa situazione non continuerà dato che un grosso numero di reattori della nazione, fino a 17, saranno chiusi nei prossimi 10 anni. A meno che l'importante progetto di costruzione ideato dal Federal Task Program non sia messo in atto speditamente la Russia vedrà quindi un consistente declino della sua potenza generativa nucleare entro il 2020.

La Russia costruisce più reattori per esportazione che per il proprio mercato interno, con vendite delle nuove tipologie come AES-91 e AES-92 in Bulgaria, Cina ed India. Un certo numero di altri tipi di reattori sono in via di sviluppo, inclusi piccoli Reattori ad Acqua Bollente da 300 MW. Rosatom ha inoltre ricevuto il permesso al costruire reattori su imbarcazioni, i cosiddetti reattori galleggianti.

La Russia ha sviluppato completamente il ciclo del combustibile. Le risorse Russe di uranio sono circa il 5% del totale mondiale, con le più grandi miniere vicino al confine con Cina e Mongolia. Sono stati proposti piani per sviluppare nuove riserve minerarie in diverse nazioni grazie alla formazione della Uranium Mining Company (UGRK) in collaborazione con il Kazakhstan, Uzbekistan e la Mongolia. Nel Settembre 2007 il Governo Australiano ha firmato un accordo per l'importazione di \$1 miliardo all'anno in uranio.

Per molti decenni la Russia è stata coinvolta nel fornire nuovo carburante atomico e nello smaltimento del combustibile esausto da e verso gli stati in Europa Centrale e dell'Est. Questa attività è ora largamente cessata, risultando in significativi tagli nelle attività di riprocessamento in Russia. La costruzione dell'impianto RT-2 a Krasnoyarsk, proposta per il riprocessamento del combustibile VVER 1000 è stata arrestata ed ora si elabora solo il combustibile VVER 440.

L'**Ucraina** ha quindici reattori operativi per il 47,5% (in rialzo dal 45,9% nel 2003) dell'elettricità nazionale. L'incidente di Chernobyl nel 1986 non solo ha enormemente danneggiato l'economia, l'ambiente e la salute nazionale ma ha anche fermato lo sviluppo del nucleare. La situazione è stata poi aggravata da un altro incidente alla unità 2 della centrale di Chernobyl nel 1991. Da allora le due unità rimanenti a Chernobyl sono state chiuse e la centrale è nelle prime fasi dello smantellamento.

Dal 1986 sono stati completati tre reattori: Zaporozhe 6, Khmel'nitsky 2 e Rovno 4. Le ultime due unità dovevano essere completate con il finanziamento della EBRD e di Euratom ma il progetto venne ritirato all'ultimo momento dal Governo Ucraino affermando che le condizioni ed i costi del finanziamento erano troppo elevati. I reattori furono completati usando risorse Russe ed Ucraine ma entrambi i reattori godettero poi di piccoli finanziamenti da EBRD ed Euratom per aggiornamenti 'post-completamento'.

Nel 2006 il Governo ha approvato una strategia per iniziare la costruzione di 11 nuovi reattori entro il 2030, non è ancora chiaro che design, dimensione e locazione verranno scelti, decisioni che sono rimandate al 2008. Il progetto inoltre prevede che i reattori esistenti andranno sostituiti quindi in totale sono proposti 22 nuovi reattori.

---

## Conclusioni

Lo stato attuale e le prospettive dell'industria del nucleare nel mondo sono state oggetto di molte pubblicazioni ed attenzione dei media negli ultimi anni. Il presente documento cerca di fornire chiari elementi tangibili per un'analisi intelligente ed una decisione informata.

Alla fine del 2007 sono operativi 439 reattori al mondo, 5 in meno di un lustro fa. Ci sono 34 unità "in costruzione" secondo la International Atomic Energy Agency (IAEA), 20 in meno che alla fine degli anni '90. Nel 1989 erano attivi 177 reattori in quelli che sono ora i 27 Stati Membri dell'UE ma questo numero è ridotto a 146 unità alla fine del 2007.

Nel 1992, il Worldwatch Institute a Washington, WISE-Paris e Greenpeace International pubblicarono il primo *Stato dell'industria nucleare mondiale*. Un primo aggiornamento nel 2004 ha dimostrato corrette le analisi del 1992. In realtà la capacità combinata delle 436 unità operative al mondo nell'anno 2000 fu meno di 352.000 MW – in contrasto con la previsione dell'International Atomic Energy Agency (IAEA) negli anni '70 che stimava 4.450.000 megawatt. Attualmente, i 439 reattori operativi totalizzano in tutto 371.700 megawatt. Le centrali nucleari forniscono il 16% dell'elettricità, il 6% dell'energia primaria commerciale ed il 2-3% dell'energia finale mondiale – con tendenza al ribasso – meno del solo idroelettrico. Ventuno dei 31 stati a disporre di centrali nucleari hanno ridotto la loro percentuale di energia nucleare nel mix energetico del 2006 rispetto al 2003.

La vita operativa media delle centrali in esercizio è 23 anni. Alcuni gestori prevedono una vita utile di sistema di 40 anni o più. Considerando che la vita media d'esercizio delle 117 unità già chiuse è di circa 22 anni, raddoppiare questo valore sembra già ottimistico tuttavia abbiamo assunto di raggiungere i 40 anni di vita media per i reattori operativi o attualmente in costruzione<sup>113</sup> e abbiamo calcolato quante centrali all'anno saranno chiuse (vedere grafico 6). Questa valutazione consente di valutare il numero di centrali da attivare nei prossimi decenni per mantenere lo stesso numero di centrali operative.

In aggiunta alle unità attualmente in costruzione e con una data di accensione stabilita, 70 reattori (40.000 MW) dovranno essere progettati, realizzati ed avviati entro il 2015 – uno ogni mese e mezzo – inoltre serviranno ulteriori 192 unità (168.000 MW) nei prossimi dieci anni successivi – una ogni 18 giorni. Questo risultato non è diverso dall'analisi del 2004.

Anche nell'ipotesi che Finlandia e Francia costruiscano un reattore ciascuna, la Cina altre 20 unità e Giappone, Corea ed Europa dell'Est aggiungano qualche altra centrale, il trend a livello mondiale del nucleare sarà probabilmente verso il basso per i prossimi due o tre decenni. Con tempi di costruzione di 10 anni o più è praticamente impossibile mantenere o addirittura incrementare il numero delle centrali nucleari nei prossimi 20 anni, a meno che i tempi d'esercizio non vengano sostanzialmente aumentati oltre i 40 anni medi. Non ci sono elementi a sostegno di questa possibilità.

Mancanza di mano d'opera qualificata, enorme perdita di competenze, significativi colli di bottiglia nel processo produttivo (una sola fabbrica al mondo, Japan Steel Works è in grado di forgiare le grosse caldaie nucleari per certi reattori), mancanza di fiducia da parte delle istituzioni finanziarie, forti concorrenti nell'altamente dinamico settore del gas naturale e delle energie rinnovabili aggravano i problemi d'invecchiamento dell'industria del nucleare.

Due anni e mezzo dopo l'inizio dei lavori, il progetto pilota del costruttore di materiale nucleare più grande al mondo, il reattore EPR Olkiluoto-3 da parte di AREVA è già oltre due anni in ritardo e con uno sfioramento di costo almeno di €1,5 miliardi (50%).

Nel Giugno 2005, la rivista "Nuclear Engineering International" ha pubblicato un'analisi dell'edizione 2004 de "Lo stato dell'industria nucleare mondiale" nel loro titolo "*Per concludere - In netto contrasto con molteplici rapporti di una potenziale 'rinascita nucleare', l'era dell'atomo è prossima al tramonto più che all'alba*".

Alla fine del 2007, non abbiamo nulla da aggiungere.

---

<sup>113</sup> Il calcolo esclude i reattori che non hanno una data di avviamento fissata. Casi di questo tipo riguardano 11 delle 32 unità elencate dalla IAEA come in costruzione alla fine del 2007.

## Appendice-1: Reattori nucleari elencati come “In Costruzione” al 31 Dicembre 2007

Nazione	Unità	MWe (netti)	Inizio lavori	Data di connessione programmata
ARGENTINA	1	692	14/07/1981	?
BULGARIA	2	1906		
<i>Belene-1</i>		953	01/01/1987	?
<i>Belene-2</i>		953	31/03/1987	?
CINA	5	3220		
<i>Hongyanhe</i>		1000?	18/08/2007	?
<i>Lingao-3</i>		1000	15/12/2005	31/08/2010
<i>Lingao-4</i>		1000	15/06/2006	?
<i>Qinshan-II-3</i>		610	28/03/2006	28/12/2010
<i>Qinshan-II-4</i>		610	28/01/2007	28/09/2011
FINLANDIA	1	1600	12/08/2005	01/12/2010*
FRANCIA	1	1600	03/12/2005	Estate 2011
INDIA	6	2910		
... <i>Kaiga-4</i>		202	10/05/2002	31/07/2007**
... <i>Kudankulam-1</i>		917	31/03/2002	31/01/2009
... <i>Kudankulam-2</i>		917	04/07/2002	31/07/2009
... <i>PFBR</i>		417	23/10/2004	?
... <i>Rajasthan-5</i>		202	18/09/2002	30/06/2007**
... <i>Rajasthan-6</i>		202	20/01/2003	31/12/2007
IRAN	1	915	01/05/1975	01/11/2007***
GIAPPONE	1	866	18/11/2004	01/12/2009****
PAKISTAN	1	300	28/12/2005	31/05/2011
RUSSIA	7	4585		
... <i>Balakovo-5</i>		950	01/04/1987	31/12/2010
... <i>BN-800</i>		750	1985*****	?
... <i>Kalinin-4</i>		950	01/08/1986	31/12/2010
... <i>Kursk-5</i>		925	01/12/1985	31/12/2010
... <i>Severodvinsk-1</i>		30	15/04/2007	?
... <i>Severodvinsk-2</i>		30	15/04/2007	?
... <i>Volgodonsk</i>		950	01/05/1983	31/12/2008
SUD COREA	2	2880		
... <i>Shin-Kori-1</i>		960	16/06/2006	01/08/2010
... <i>Shin-Kori-2</i>		960	05/06/2007	01/08/2011
... <i>Shin-Wolsong-1</i>		960	20/11/2007	28/05/2011
TAIWAN*****	2	2600		
... <i>Lungmen-1</i>		1300	1999	2010
... <i>Lungmen-2</i>		1300	1999	2010
UCRAINA	2	1900		
... <i>Khmelnitski-3</i>		950	01/03/1986	01/01/2015
... <i>Khmelnitski-4</i>		950	01/02/1987	01/01/2016
USA	1	1165	01/12/1972	?
<b>Totale:</b>	<b>34</b>	<b>27139</b>		

Fonti: IAEA PRIS, Dicembre 2007, se non altrimenti specificato

### Notes:

\* Data riferita alla nuova accensione della centrale. La compagnia TVO sino ad ora ha indicato date di “operatività commerciale” che inizia generalmente molti mesi dopo l’accensione iniziale. È possibile che nuovi ritardi rilevati in Dicembre 2007 rimandino l’operatività commerciale alla fine del 2011 (Conferenza Stampa TVO, 28 Dicembre 2007, vedere <http://www.tvo.fi/1016.htm>).

\*\* Alla fine del 2007, l’unità non è risultata connessa alla rete.

\*\*\* Alla fine del 2007, l’unità non è risultata connessa alla rete.

\*\*\*\* Questa data si riferisce all’inizio della operatività per usi commerciali della centrale.

\*\*\*\*\* Il sistema PRIS (Power Reactor Information System) di IAEA curiosamente riporta una nuova data di inizio lavori come 18/07/2006. Fin al 2003, la Commissione Francese per l’Energia Atomica (CEA) indicava il BN-800 come “in costruzione” con data di inizio lavori nel 1985. I edizioni successive della pubblicazione annuale ELECNUC a cura di CEA, il BN-800 è scomparso.

\*\*\*\*\* Dati su Taiwan da [http://www.world-nuclear.org/info/inf115\\_taiwan.html](http://www.world-nuclear.org/info/inf115_taiwan.html)