



ecologisti **d**emocratici – circolo “Alex Langer”

I CONTI IN TASCA AL NUCLEARE

Il vero conto finanziario del “Rinascimento atomico italiano”

Il dossier che svela i percorsi oscuri dei finanziamenti all’industria nucleare

di Pierluigi Adami¹

N.ed. 1.0

data 25/11/2008

¹Pierluigi Adami, ingegnere, si è laureato nel 1986 – anno di Chernobyl – con una tesi di laurea sui sistemi di controllo automatico dei fasci tubieri delle centrali nucleari. Attualmente è direttore di un settore di ingegneria in un'azienda di comunicazioni spaziali. Ha aderito agli Ecologisti democratici dalla loro fondazione.

Indice generale

1	Introduzione.....	3
2	Lo scenario energetico in Italia e all'estero.....	4
3	Il costo dell'energia.....	6
3.1	Il Costo tecnico.....	7
3.2	Il costo del capitale.....	8
3.3	Il costo standard dell'elettricità (LCOE).....	10
3.4	Flussi di cassa negativi.....	11
3.5	Parametri di valutazione dell'investimento nucleare.....	13
3.6	Il tempo è denaro.....	14
3.7	Costo del combustibile.....	15
3.8	Costi di gestione delle scorie.....	16
3.9	Costi di smantellamento (decommissioning).....	16
3.10	Costi di operazioni e manutenzione (O&M).....	17
3.11	Totale dei costi di esercizio.....	18
4	Un caso concreto: il nuovo reattore finlandese	23
4.1	Calcolo del costo totale LCOE.....	24
4.2	Analisi finanziaria.....	26
4.3	Il disastro-Olkiluoto.....	27
5	Quanto costerebbe il nucleare in Italia.....	30
5.1	Che cosa accadrà?.....	32

1 Introduzione

Quando si afferma pubblicamente che bisogna costruire nuove centrali nucleari “per abbassare il costo della bolletta elettrica degli italiani”, come ha sostenuto il ministro Scajola pochi giorni dopo il suo insediamento, si pone davanti ai cittadini un dato misurabile, e non un’affermazione di principio. Non c’è nulla di più concreto dei soldi che ogni bimestre vengono prelevati dalle tasche degli utenti delle compagnie elettriche, e se si dice loro che il nucleare comporterà dei vantaggi economici, questi presunti vantaggi devono poter essere calcolati.

In questo Dossier del circolo Langer faremo i conti in tasca al nucleare per verificare se e quanto conviene. Non entreremo nel dettaglio dei costi delle singole componenti di un reattore, perché richiederebbe ben altro trattato, ma useremo l’approccio di valutazione finanziaria di un progetto industriale utilizzato proprio dalle compagnie elettriche. Saranno anche utilizzati i parametri tipici dell’analisi tecnico-economica adoperati in ogni grande azienda per analizzare il risultato di un progetto industriale.

Unità di riferimento

Rapporto di cambio euro-dollaro: si assumerà 1 € (euro) pari a 1,3 \$ (dollaro USA). In questo testo si farà riferimento a prezzi riferiti alle unità di misura della potenza elettrica (Watt, We) o dell'energia totale prodotta (Wattora, Wh). Gli utenti pagano in bolletta i Wh consumati (kilowattora, kWh) ma quando ci si riferisce alle centrali spesso si fa riferimento alla loro *potenza di erogazione* in *MegaWatt* (MW). Così nei documenti talvolta si indicano costi in euro per megawatt (€/MWe) o in centesimi di dollaro per kilowattora (cent \$/kWh). Al di là della difficoltà di utilizzare unità diverse, in ogni capitolo si farà riferimento a dati omogenei, per cui sarà possibile comparare i costi delle diverse fonti energetiche.

2 Lo scenario energetico in Italia e all'estero

Si è molto parlato, a proposito del rilancio del nucleare in Italia, del fatto che oggi acquistiamo energia atomica dall'estero, e che questo contribuisce a calmierare la bolletta energetica nazionale grazie al basso costo del kWh atomico. Da qui, la logica conclusione che allora tanto vale produrre il nucleare in casa nostra.

Innanzitutto va precisato che l'Italia acquisisce il 12,5% dell'energia dall'estero (fonte ufficiale Terna ²), ma la quota reale rispetto al fabbisogno è di circa il 10%.

Le centrali atomiche estere, soprattutto francesi, che oggi forniscono energia a buon mercato all'Italia sono state costruite decenni orsono, con enormi investimenti pubblici degli stati nazionali, che hanno spinto la tecnologia atomica anche per fini militari. Quei costi sono stati sostenuti dai cittadini contribuenti.

Oggi quel tipo di economia energetica non è più né sostenibile né politicamente praticabile.

Negli ultimi decenni del secolo scorso, con tempi differenti da nazione a nazione, nei paesi occidentali, in Europa e negli USA, si è proceduto alla progressiva liberalizzazione del mercato dell'energia. Questo ha comportato che gli oneri della produzione energetica fossero passati ai privati, o alle ex aziende statali diventate nel frattempo società di diritto privato.

La decisione di aprire il mercato energetico alla concorrenza a livello europeo fu presa con le direttive 96/92/CE e 2003/54/CE.

Le nuove aziende energetiche europee si sono dovute dotare di strumenti economici e finanziari autonomi, con l'ingresso di soci e partner, l'accensione di prestiti a vario tasso e l'emissione pubblica di obbligazioni e *bond*, in quanto non potevano più contare sul sostegno diretto dello stato.

In realtà, il settore dell'energia nucleare, come vedremo, gode ancora di sostanziosi contributi pubblici, pagati dai cittadini. I sussidi coprono spese di ricerca e sviluppo, parte del rischio d'impresa e della copertura assicurativa, quote degli interessi con tassi agevolati, per non parlare della gestione delle scorie e del successivo smantellamento della centrale nucleare a fine vita.

Nonostante la liberalizzazione, in alcuni stati il capitale delle aziende elettriche è ancora in mano pubblica, come in Francia, dove domina EdF (Electricité de France), con le sue 58 centrali atomiche, società s.r.l. ma con quota pubblica non inferiore al 70%, e dove anche la società manifatturiera Areva è per il 93% a capitale pubblico.

² Terna S.p.A.

EdF gioca un ruolo determinante nel “rinascimento atomico” mondiale, naturalmente per promuovere la tecnologia nucleare francese di generazione III+, EPR, European Pressurized Reactor finanziata in gran parte con denaro pubblico già a partire dagli anni '80.

Nel 2007, dopo il lancio degli incentivi per il nucleare di Bush, EdF ha acquisito il 9,75% della compagnia elettrica americana Constellation Energy, in serie difficoltà economiche. con l'obiettivo di acquisirne il controllo e far ripartire il nucleare negli USA con 4 centrali EPR. La crisi finanziaria e del credito ha per ora interrotto questo percorso ⁽³⁾. Al momento, è stata sottoposta una domanda di licenza per un eventuale nuovo reattore nella centrale già nucleare di Scriba, nello stato di New York. Analogamente, dopo il tracollo economico della britannica British Energy, è intervenuta in soccorso EdF, che ha firmato l'accordo di acquisto il 24 settembre scorso, che prevede il versamento di ben 16,4 miliardi di euro ⁽⁴⁾. In cambio, EdF ha ottenuto dal Governo britannico il via per la costruzione di 4 nuove centrali atomiche EPR nel Regno Unito.

Anche in Italia la liberalizzazione è andata avanti.

Una società elettrica italiana che ha dichiarato di voler contribuire al “rinascimento nucleare italiano”, la Edison, guarda caso, è controllata dalla EDF, direttamente e indirettamente attraverso la Transalpine s.r.l. per oltre il 75%.

Ma la parte del leone energetico italiano la fa ENEL. La privatizzazione dell' ENEL è iniziata nel 1999 ed è proseguita nel 2003, 2004 (cessione del 18,86% ad investitori giapponesi) e 2005 con ulteriori cessioni per cui oggi lo stato è un azionista di minoranza, con una quota del 31,2%. *“Tra gli azionisti dell'Enel figurano i maggiori fondi di investimento internazionali, compagnie di assicurazione, fondi pensione...”* (dal sito di Enel S.p.A.) tutti investitori immaginiamo poco disposti ad ulteriori perdite dopo il tracollo della finanza mondiale di questi giorni.

Dopo la liberalizzazione del mercato energetico europeo, gli stati membri non possono finanziare direttamente gli impianti: i costi di costruzione delle centrali nucleari, gli oneri e le spese di gestione sono a carico dell'azienda elettrica.

Se qualcosa va storto, se i conti non tornano, bisogna rispondere agli azionisti che si attendono dividendi, non debiti, da una centrale elettrica.

Il costo degli impianti nucleari, confrontato con i relativi vantaggi dovuti al basso costo del combustibile (uranio arricchito) devono dunque essere soppesati con attenzione, per verificarne la fattibilità economica, ma soprattutto finanziaria, dell'investimento.

³ <http://www.edf.fr/accueil-com-fr/presse/communiqués-de-presse/noeud-communiqués-et-dossier-de-presse/information-600825.html> (in francese)

⁴ <http://www.ilsole24ore.com/art/SoleOnLine4/Finanza%20e%20Mercati/2008/09/Edf-British-Energy.shtml?uuid=06cc75a2-8993-11dd-8a7d-0a9b403a707e&type=Liberio>

3 Il costo dell'energia

Quando si parla di produzione di energia elettrica, da fonte nucleare o da altra fonte, si fa riferimento ad una attività industriale che risponde a logiche economiche e finanziarie ben precise.

Nonostante le molte oscurità, è necessario avere un quadro attendibile della struttura dei costi del nucleare per poter comparare questa fonte di produzione energetica con le altre fonti disponibili. Vedremo che i costi in gioco sono estremamente elevati, dell'ordine di miliardi di euro.

Per investimenti di simile portata svolgono un ruolo determinante i fattori finanziari che tuttavia sono stati raramente analizzati con attenzione, anche da studi autorevoli.

Alla fine dei conti, pur concedendo nei calcoli le ipotesi più favorevoli vantate dai produttori di reattori atomici, il costo reale per kWh del nucleare risulta sempre non competitivo rispetto alle altre fonti energetiche, anche in uno scenario di prezzi crescenti per le fonti fossili come il petrolio o il gas.

Le voci di costo che entrano in gioco

Semplificando, si può dividere la struttura dei costi dell'energia nucleare nelle seguenti componenti principali:

Costi fissi

- costi tecnici (di ingegneria, progettazione, materiali, manodopera), anche denominati *overnight costs*
- costo del capitale (oneri finanziari, interessi sui prestiti)

Costi ricorrenti

- costo del combustibile
- costi di gestione, operazioni e manutenzione
- costi assicurativi
- costi di stoccaggio e smaltimento delle scorie
- costi di smantellamento a fine vita (decommissioning)

I costi tecnici iniziano immediatamente a farsi sentire, con l'individuazione e la preparazione del sito che ospiterà la centrale, i relativi oneri concessori, la progettazione esecutiva dell'impianto. Alcuni costi sono di "prima ingegnerizzazione" se si costruisce un primo esemplare, e includono i costi di ricerca

e sviluppo, di studi e piani di business, di analisi tecniche e commerciali, consulenze scientifiche – che per il nucleare sono ovviamente più elevati a causa della complessità del sistema.

Nel momento in cui la centrale entra in esercizio, il prezzo imposto ai clienti per i kWh erogati inizieranno a ripagare i costi tecnici, del capitale e i costi operativi, fino al raggiungimento, dopo vari anni, della parità finanziaria, ossia quando il totale versato dai clienti nelle bollette elettriche ha saldato il totale dei costi sostenuti, inclusi gli interessi e altri oneri finanziari.

Da quel momento, a parte i costi operativi che continuano per tutta la durata dell'impianto, la centrale potrà generare utili per l'azienda elettrica.

3.1 Il Costo tecnico

Un reattore di ultima generazione come quello finlandese, è stato venduto dagli stessi costruttori Areva e Siemens a 3,2 miliardi di euro, ma i costi reali si sono quasi raddoppiati in fase di realizzazione dell'impianto.

È un costo enorme, richiesto dai critici sistemi imposti dalla tecnologia atomica. È elevatissimo se confrontato con quello di centrali a combustibile fossile, dove ad esempio il costo di una turbo-gas arriva a meno di 1/3 del costo del nucleare.

I costruttori di reattori, come la francese Areva o l'americana Westinghouse affermano di poter ridurre i costi tecnici a mano a mano che sempre più centrali con la stessa tecnologia saranno messe in cantiere, ottimizzando il costo di ingegneria e progettazione che pesano molto sul primo impianto (*FOAKE, first of a kind engineering*) e migliorando i processi realizzativi con l'esperienza "sul campo" (*learning by doing*). In questo modo affermano di poter contenere il costo tecnico complessivo (detto "overnight") ad un livello "fattibile" intorno a 1400 \$ per kW⁽⁵⁾. Fonti filo-nucleari hanno riportato che, con un costo del capitale all'8% e un costo overnight compreso tra 1400 e 1800 dollari l'opzione nucleare ritorna conveniente. Vedremo più avanti come entrambe queste ipotesi sono assolutamente lontane dalla realtà.

Ad esempio, la celebre centrale atomica Superphenix di EdF (ma nel consorzio c'era il 33% di ENEL), da 1,2 GWe, chiusa nel 1997 dopo 9 anni di precaria e rischiosa attività, fu ben più cara: secondo un [rapporto](#) del [1996](#) della Corte dei Conti francese il costo totale dell'impianto è stato di 60 miliardi di franchi (9,1 miliardi di euro).

I mega-reattori di nuova generazione (III+) come l'AP1000 (USA) e l'EPR (francese), da 1,6 – 1.8 GWe, ossia quelli candidabili per la costruzione in Italia, si attestano su livelli di costo molto elevati per la maggiore complessità tecnologica.

Un valore di costo più realistico, basato su dati veri e non su ipotesi, attesta tra 6000 e 7000 \$ per kWe il costo reale del nucleare.

⁵ Nuclear Energy Today (OECD-NEA 2003)

Si costruiscono centrali nucleari da sessant'anni senza che queste "ottimizzazioni" abbiano mai portato a dei vantaggi reali sui costi, sempre elevati e sempre superiori rispetto alle previsioni iniziali.

Negli USA uno studio condotto su 75 reattori ha mostrato che i costi iniziali previsti sono stati sforati del triplo nel consuntivo finale, e lo stesso è avvenuto in India con gli ultimi 10 reattori (⁶).

Nonostante le rassicurazioni dei costruttori il costo dei reattori atomici è in crescita costante, anche per l'aumentata complessità tecnologica legata ai sistemi di sicurezza. Il caso concreto del nuovo reattore finlandese Olkiluoto-3 ci mostra la realtà dei fatti: è stato venduto dai costruttori Areva e Siemens a 3,2 miliardi di euro, il che significa un costo di 2000 € per kW, pari a 2600 \$. Anche se quel prezzo conteneva una quota di oneri finanziari e un primo carico di combustibile, siamo quasi al doppio rispetto a quanto propagandato come "costo fattibile" di una centrale atomica.

Tenendo conto degli extra-costi che oggi a Olkiluoto hanno già raggiunto i 2,2 miliardi di euro e del ritardo nella messa in esercizio, che aumenta il peso degli interessi, si arriva a un costo di oltre 5000 € per kWe.

3.2 Il costo del capitale

Un parametro critico quando si parla di investimenti ingentissimi a lungo termine, qual è l'investimento sul nucleare, è il cosiddetto *costo del capitale*, ossia il tasso che l'azienda elettrica deve pagare per racimolare i fondi necessari, sia dal proprio patrimonio, sia da soci, sia indebitandosi con altri finanziatori.

Per realizzare il nuovo reattore finlandese di Olkiluoto-3, il consorzio elettrica TVO ha ricevuto 2,670 miliardi di euro di finanziamento da banche e agenzie di credito, e ha aggiunto 530 milioni di euro di capitale proprio per giungere al prezzo "chiavi in mano" dell'impianto originariamente pari a 3,2 miliardi di euro (vedremo che sono stati abbondantemente sforati).

Il parametro utilizzato nelle aziende per definire tale costo è il *costo medio ponderato del capitale (WACC: weighted average capital cost)* che, in estrema sintesi, si può definire come la media pesata tra il costo del proprio patrimonio da investire (*capitale equity*) e il costo dell'indebitamento.

Il "*costo dell'equity*", ossia dei mezzi propri, non è di facile stima, perché è più che altro un *costo-opportunità*: l'opportunità di investire una grande quota del proprio

⁶ "The economics of nuclear power" Dossier 2007 Greenpeace

patrimonio (nel caso in esame sul nucleare), piuttosto che sul mercato finanziario (titoli di Stato a lungo termine, azioni ecc.). Tale costo comprende la “rischiosità” connessa all’azienda stessa, alla volatilità dei suoi flussi di cassa (*ai soldi che entrano ed escono*). Il costo dell’equity, essendo riferito al patrimonio, rispecchia le aspettative di guadagno di chi detiene il patrimonio, ossia azionisti e proprietari.

Il **costo dell’indebitamento** è quello che l’azienda elettrica deve sostenere per accedere a finanziamenti a medio-lungo termine. È un po’ come il tasso di interesse praticato sul prestito. Nel calcolo si usano spesso indici standard come l’euribor o il *prime rate* praticato alle banche, ma, vista la criticità e il rischio dell’investimento sul nucleare, i tassi si attestano sempre a livelli molto elevati. Il fattore di rischio (*BRI: business risk index*) connesso all’investimento nel settore energetico nucleare è così alto da imporre valori di WACC intorno al 15%.

Analizzando gli studi sull’economia del nucleare si nota subito che quelli meno obiettivi, per dimostrare la convenienza del nucleare, pongono nei loro modelli di calcolo valori di WACC artificialmente bassi, tra l’8 e il 10%, che è il costo WACC usato ad esempio nel settore delle telecomunicazioni, ovviamente molto meno rischioso del nucleare.

L’elevato costo del capitale nel nucleare è dovuto a vari fattori:

- **lunga durata della costruzione** (10 anni in media), che rende difficile *l’attualizzazione dei costi e dei ricavi*: ossia è rischioso prevedere oggi quali saranno gli scenari di mercato, livello dei tassi, costo dei combustibili, prezzi praticabili, tra dieci o quindici anni quando la centrale entrerà in esercizio. Ciò che si prevede oggi potrebbe non valere in un domani così lontano, e allora, in mancanza di certezze si alza il tasso.
- **enormità dell’importo finanziato** (miliardi di euro) che espone l’investitore ad un rischio ovviamente altrettanto grande. La possibilità che non vengano rispettati i tempi di costruzione, o che il costo finale risulti superiore alle previsioni – eventi questi costantemente verificatesi per ogni impianto nucleare – alzano drasticamente il rischio dell’investimento.

Nella prassi finanziaria, durante la costruzione dell’impianto l’azienda usufruisce di un periodo di *pre-ammortamento* – di norma al massimo di cinque anni – durante il quale rimborsa solo la quota di interessi, e non la rata corrispettiva al capitale ricevuto, che inizia a decorrere solo dopo il periodo di pre-ammortamento.

Vedremo più avanti un confronto con altre forme di produzione di energia. Possiamo qui anticipare che, a parità di kWh prodotti, una centrale turbogas a ciclo combinato impiega un terzo del tempo per essere ultimata, e un terzo dei costi di costruzione, rispetto ad una centrale nucleare.

Per questo, il costo del capitale nell'investimento nucleare è il più elevato tra le fonti possibili di energia.

A meno che non intervenga lo Stato con finanziamenti agevolati.

Il caso del reattore finlandese è emblematico: oltre al prestito bancario al tasso straordinario del 2,6%, la costruzione del reattore ha goduto anche dell'erogazione di crediti agevolati di stato francesi (crediti ECA per l'export, della Coface), per 610 milioni di euro, e dell'agenzia di crediti Swedish Export Credit Corporation (SEK) per altri 110 milioni di euro. Senza queste agevolazioni ed erogazioni di denaro pubblico, il progetto nucleare non può reggere sul piano finanziario.

Ma allora sono i cittadini a pagare il costo-opportunità dei mancati introiti nelle casse dello Stato, per aver praticato tassi inferiori rispetto ai livelli di mercato.

3.3 Il costo standard dell'elettricità (LCOE)

La capacità produttiva di una centrale elettrica in termini di Wh (wattora) dipende dal tipo di impianto e dal “fattore di carico”, ossia dalla percentuale di operatività della centrale alla massima potenza. Il nucleare opera di solito ad un fattore di carico elevato (80-85%) e produce dunque una quantità di energia nota a priori (salvo guasti o problemi tecnici).

L'energia prodotta consente di generare i ricavi pagati dagli utenti con le bollette. Sul fronte dei costi è possibile sommarli tutti, fissi e ricorrenti, nel ciclo di vita dell'impianto, e calcolare un “costo standard” del kWh che consenta all'azienda elettrica di rientrare da tutti i costi sostenuti e gli oneri finanziari dopo un certo numero di anni.

Tale costo è il “*Levelized Cost Of Electricity*” (LCOE) e serve a comparare il progetto del nuovo impianto con altri sistemi di produzione elettrica: se esso infatti risulta competitivo rispetto a quello ottenuto con altre fonti di energia, significa che grazie al nuovo impianto ci potranno essere vantaggi economici per l'azienda, altrimenti no.

Calcoleremo il LCOE per i nuovi impianti nucleari previsti in Italia e dimostreremo che non è per nulla vantaggioso, e che, anzi, la costruzione di centrali nucleari non può prescindere da un grande esborso di denaro pubblico a favore dei gruppi industriali coinvolti.

3.4 Flussi di cassa negativi

“I soldi vanno e vengono” asseriva un vecchio detto italiano, con un certo fatalismo sulla volatilità del denaro.

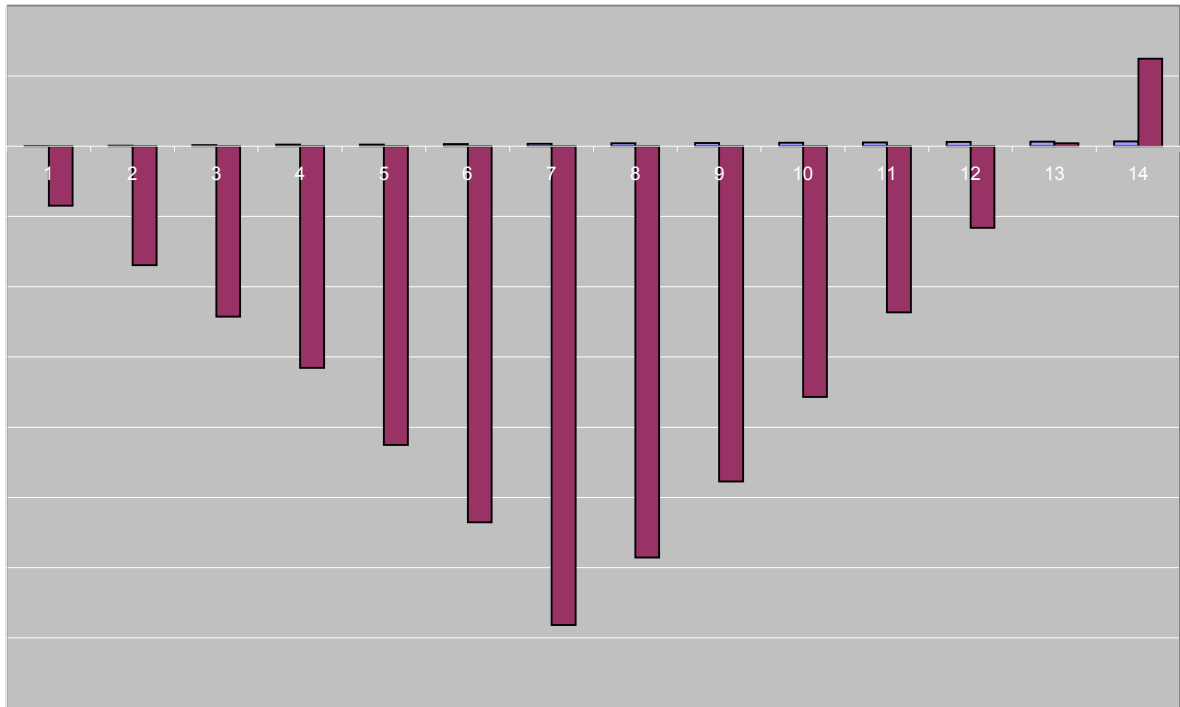
Se c'è una cosa sicura nell'investimento sul nucleare, è che molti soldi se ne vanno, e subito, mentre è molto meno sicuro quando i soldi verranno, e se saranno abbastanza per coprire i costi.

All'inizio della costruzione della centrale, l'azienda utilizza capitale proprio e la quota di anticipo ricevuta dal prestito totale, che di norma viene erogato a tranches corrispondenti agli stati di avanzamento dei lavori – ovviamente nessuna banca o agenzia di credito finanzierebbe in un colpo solo l'impianto.

Nel corso degli anni di costruzione, il flusso di cassa alterna quote di spesa per i costi tecnici (uscenti) a iniezioni di capitali da prestiti e finanziatori (entranti). Al completamento dei lavori, il bilancio complessivo dell'investimento è in passivo per le quote di capitale proprio spese per la costruzione dell'impianto, più gli interessi di pre-ammortamento, che possono raggiungere la quota rilevante di svariate decine di milioni di euro all'anno, visto l'ammontare dei prestiti in gioco.

All'entrata in esercizio, inizieranno ad affluire i ricavi delle bollette, che pagheranno i costi operativi, il capitale e gli interessi del debito, e inizieranno a ripagare il capitale proprio investito (flussi di cassa positivi).

Nella figura che segue un esempio di flusso di cassa cumulativo per la costruzione e l'esercizio di un reattore costato 3,2 miliardi di euro (come Olkiluoto).



Nell'esempio in figura, si suppone un tempo di costruzione di 7 anni, con un esborso di 3,2 miliardi di euro dei quali il 20% finanziato da mezzi propri e l'80% da crediti agevolati al 4,5%, rimborso in 15 anni più pre-ammortamento e relativi interessi per circa 200 milioni.

Nell'esempio, servono 13 anni per azzerare il bilancio negativo dell'investimento. Vedremo poi che nella realtà il caso del reattore finlandese sta dimostrando caratteristiche economiche e finanziarie drasticamente peggiori.

Il flusso di cassa negativo che si protrae per molti anni prima di giungere al punto di pareggio è un fattore critico dell'investimento nucleare.

L'azienda elettrica deve sopportare una esposizione negativa del proprio bilancio che si protrae per anni. Un bilancio in rosso così prolungato è difficilmente sostenibile. Se si considera che il tempo medio di costruzione di una centrale atomica giunge a 10 anni, si può immaginare l'effetto che ciò comporta sulle casse dell'azienda elettrica. Si spende molto oggi per dei ricavi che verranno un domani. Ma chi garantisce che le assunzioni che si fanno al tempo presente, in termini di costi del combustibile, della domanda energetica e dei consumi reali, dei tassi di interesse, del costo del lavoro e dell'inflazione, saranno ancora valide tra dieci o quindici anni?

Sul piano strettamente finanziario, l'investimento sul nucleare è dunque ad altissimo rischio, tanto che dovrebbe scoraggiare qualsiasi azienda a sostenere una sfida del genere. **A meno che non siano i cittadini a pagare e ad assumere i rischi.**

Eppure, nonostante tutto, Electricité de France cerca di vendere al mondo le centrali atomiche francesi, comprando compagnie elettriche estere. Come può reggere simili investimenti?

EdF può contare su una enorme liquidità che le viene dal basso costo dell'energia erogate dalle sue 58 centrali atomiche. Il basso costo è dovuto al fatto che i contribuenti francesi, negli anni dal 1960 al 2004 si sono sobbarcati i costi degli impianti nucleari. Ora a EdF non resta che godere degli immensi ricavi.

3.5 Parametri di valutazione dell'investimento nucleare

Nel mercato libero dell'energia le aziende elettriche sono imprese, società per azioni che rispondono del successo o insuccesso delle loro scelte finanziarie soprattutto ai loro azionisti. Un investimento deve produrre *valore* e non perdite, guadagni e dividendi, non debiti.

Quando, a parità di obiettivi, più forme di investimento sono possibili, ogni azienda non potrà che scegliere quella che, a regime, produrrà più *valore* per l'impresa.

Questo, nel contesto elettrico, significa che, se a parità di kWh prodotti, una fonte di energia è più remunerativa di un'altra, e genera più *valore* per chi investe, l'azienda elettrica sceglierà quella a maggiore redditività, che consente anche di abbassare i prezzi all'utenza.

L'investimento sul nucleare è un investimento industriale, e come tale può essere valutato, al di là di questioni sul rischio di incidenti e sull'inquinamento causato dalle scorie (entrambi fattori che però incidono sui costi di un impianto nucleare).

Se l'azienda decide di procedere all'investimento, dovrà spendere subito una quota del capitale previsto per pagare i costi tecnici di costruzione.

La lunga durata di funzionamento di una centrale nucleare (secondo i costruttori oltre 40 anni, in media 20-30 anni) consente un ammortamento per molti anni nel bilancio annuale di esercizio, ma questa è una questione di scrittura contabile che non mitiga l'esposizione dei costi che devono essere sostenuti.

Durante tutto il periodo di costruzione, l'azienda non avrà ricavi, e dunque il suo *flusso di cassa* sarà negativo: i soldi escono, e per molti anni non entrano.

Bisogna tener conto che:

- **Se quei soldi fossero stati investiti dall'azienda (ad esempio acquistando titoli di Stato) per tutto l'arco del tempo di costruzione dell'impianto, avrebbero fruttato degli interessi.**

La rendita complessiva dell'investimento deve compensare anche i mancati guadagni da operazioni finanziarie più alternative, *ossia il "costo-opportunità"* valorizzato dal costo del capitale WACC.

Per tenere in conto questo fattore in molte aziende si usa il *VAN*:

- ***Valore attuale netto (VAN):*** è la *somma dei flussi di cassa futuri "riportati al tempo presente"*, *ossia ricalcolati mediante un tasso di attualizzazione (il costo del capitale), che tiene conto del rischio connesso all'investimento.*

Se il VAN è positivo significa che l'investimento è conveniente. Il VAN, essendo una somma di flussi di cassa, è un parametro dinamico, che tiene conto dell'esposizione finanziaria dell'azienda nel tempo.

Calcolando il VAN per diverse forme possibili di investimento, si può comparare il vantaggio dell'una rispetto ad un'altra. Nel caso dell'energia, vedremo che l'investimento sul nucleare è svantaggioso rispetto ad ogni altra fonte di produzione di energia elettrica.

Anche utilizzando un costo del capitale al 10%, inferiore rispetto ai livelli reali di rischio dell'investimento, vedremo che il VAN dell'investimento nucleare impiega da 20 a 30 anni per tornare positivo. Può un investitore aspettare tanto?

3.6 Il tempo è denaro

È evidente che per gli impianti nucleari, visto l'elevatissimo costo di investimento, di vari *miliardi di euro* (ossia migliaia di miliardi delle vecchie lire) per un singolo reattore, il fattore tempo diventa determinante per discriminare la fattibilità finanziaria dell'impresa.

Nessuna azienda elettrica potrebbe sostenere con il suo capitale investimenti dell'ordine di miliardi di euro, per cui l'azienda dovrà indebitarsi e pagare i relativi interessi, ai tassi di mercato se non ci sono interventi di sostegno pubblici.

Si tratta di oneri finanziari di miliardi di euro. Con interessi di tale portata basta poco per far saltare i conti. Con il nucleare è sempre accaduto esattamente così. Le stringenti normative di sicurezza e le difficoltà tecniche della costruzione allungano il tempo di completamento di un impianto nucleare, soprattutto per le tecnologie più nuove e meno consolidate. In media, negli USA e in Europa, ci si attesta intorno ai 10

anni, anche se i costruttori dichiarano tempi possibili di completamento pari alla metà.

Un ritardo nel completamento dei lavori anche di pochi mesi, un imprevisto, un controllo negativo su una fornitura, un rialzo dei tassi, possono cambiare radicalmente il risultato finanziario complessivo.

Basti pensare che un anno di ritardo nell'entrata in esercizio di una centrale nucleare comporta mancati introiti per oltre mezzo miliardo di euro nelle casse della compagnia elettrica.

Secondo uno studio (ottimista) della Università di Chicago (2004) se si riuscisse a contenere entro i 5 anni il tempo di costruzione della centrale, il peso degli interessi si assesterebbe intorno al 30% del costo capitale, che sale al 40% nel caso di tempi protratti a 7 anni.

Per dare un'idea, il reattore nucleare in costruzione in Finlandia (nel sito nucleare di Olkiluoto, che ospita già reattori atomici, per cui già "predisposto") previsto entrare in funzione nel 2009, è ora previsto entrare in esercizio nel 2012, dopo 7 anni di costruzione – ma è una stima provvisoria in quanto i lavori sono in corso – con 3 anni di ritardo rispetto alle previsioni. Per gli oneri finanziari, significa un extra-costo di circa 200 milioni di euro, oltre alle penali verso Areva per il mancato rispetto dei tempi (sino a 300 milioni di euro).

3.7 Costo del combustibile

Questo è l'unico fattore di costo vantaggioso del nucleare rispetto ad altre fonti di energia, soprattutto di origine fossile, ossia il gas, il petrolio, il carbone.

Il costo del combustibile atomico, il concentrato di uranio, dopo il processo di arricchimento, incide poco in percentuale sul totale dei costi grazie all'elevata efficienza energetica del nucleare: con 1 kg di combustibile atomico si producono 360 MWh.

Per ottenere 1 kg di uranio arricchito servono 8,9 kg di uranio naturale, che costa circa 60 \$ al chilo (in aumento), ma il costo più rilevante è quello del processo di arricchimento, che porta il prezzo totale del combustibile nucleare a circa 1800 \$ al chilo (⁷).

Attenzione: è vero che l'uranio costa meno di altre fonti, ma il suo prezzo è in ascesa, e nel 2007 ha toccato punte di 130 \$ al chilo, che diventa un costo significativo. Un aumento della domanda di nucleare farebbe aumentare il prezzo dell'uranio e del suo arricchimento.

Se si fa riferimento ad un reattore di grandi dimensioni, da 1,6 GW, come quelli proposti per il nucleare italiano, che possono produrre oltre 11000 GWh in un anno,

⁷ The Economics of Nuclear Power (WNA, Dec. 2007)

si ricava facilmente che per far funzionare una centrale atomica servono più di 30 tonnellate di uranio arricchito all'anno, per un importo annuo di circa 45 milioni di euro (ovvero 59 milioni di dollari, pari a circa 5 \$ per MWh prodotto).

L'Italia non dispone di centrali di arricchimento dell'uranio – tecnologia detenuta da pochi paesi – per cui con il nucleare continuerebbe a dipendere dall'estero per le fonti energetiche.

3.8 Costi di gestione delle scorie

Alcuni studi sul nucleare, a nostro avviso con molta superficialità, attestano intorno a 2 dollari al MWh il costo per la gestione delle scorie. Questo costo è assolutamente arbitrario, visto che nessun paese del mondo ha stabilito come gestire le scorie radioattive in modo sicuro e permanente. Non basta, inoltre, “nascondere” le scorie in un posto qualsiasi: vanno trattate per metterle in sicurezza, e solo pochi impianti al mondo possono farlo. L'esperienza diretta, italiana, fornisce dati interessanti: per mettere in sicurezza le scorie residue dai circa 40.000 GWh prodotti dal nucleare italiano sino al 1987, e inviarli in Francia o Inghilterra per il trattamento, abbiamo speso 700 milioni di euro: 17,5 € per MWh, ossia 22,75 \$ per MWh, dieci volte di più rispetto ai 2 \$ indicati in alcuni studi.

Inoltre, la precarietà della sistemazione delle scorie nucleari durata per decenni non è più sostenibile. Infatti le scorie giacciono in tutti i paesi in depositi provvisori, in attesa della “soluzione finale” che è il deposito geologico (l'unico è nel monte Yucca, negli USA). Il deposito geologico costa *miliardi di euro*, ma quando si fanno i conti sul nucleare, guarda caso, nessuno considera questi costi, che saranno a carico dei contribuenti italiani.

La gestione, il trattamento e lo stoccaggio definitivo delle scorie atomiche, una parte delle quali resta radioattiva per centinaia di migliaia di anni, è il problema più grave e mai risolto dell'energia nucleare. I costi del trattamento delle scorie e del loro stoccaggio in un deposito sicuro e definitivo sono enormi, e sono i cittadini che dovranno farsene carico.

3.9 Costi di smantellamento (decommissioning)

Smantellare una centrale atomica è un'impresa molto complessa, anche pericolosa perché comporta il trattamento dei materiali più pericolosi mai generati dall'uomo. Infatti, non è mai stato completato lo smantellamento di una centrale atomica, ma solo di alcune componenti.

È un'attività molto costosa: ne sa qualcosa il contribuente italiano che sta pagando un totale di 3,5 miliardi di euro sulle bollette come “nuclear tax” per smantellare e rendere innocui i relitti contaminati delle vecchie centrali atomiche italiane.

Tuttavia, ipotizzando una lunga vita della centrale, intorno a 40 anni, porta a ridurre l'impatto dei costi di smantellamento, che, attualizzati, si riducono a circa il 5% del LCOE.

L'ideale sarebbe di accantonare ogni anno una quota che servirà poi al momento della futura dismissione, ma tanta previdenza è difficile da mantenere per tanti anni. I soldi se accantonati, vengono regolarmente spostati in bilancio per coprire gli inevitabili buchi; se poi l'azienda fallisce o viene venduta, si mettono nel conto, e cambiano sicuramente destinazione.

British Energy, che gestisce 8 delle 19 centrali inglesi, dalla privatizzazione del 1996 sino al suo collasso economico del 2002 (dovuto proprio agli eccessivi costi del nucleare) aveva accantonato una quota pari a 30 milioni di euro/anno per lo smantellamento delle vecchie centrali inglesi, pari a circa €0.45/MWh. Quei soldi, sono poi finiti per coprire i buchi del bilancio in previsione della vendita che poi in effetti è avvenuta in questi giorni, quando è stata venduta ad EDF, la compagnia elettrica francese.

La cifra per il decommissioning comunque era molto sottostimata, visto che a gennaio 2008 il National Audit Office britannico ha stimato in 73 miliardi di sterline (104 miliardi di euro) il costo di decommissioning delle centrali atomiche inglesi (⁸).

3.10 Costi di operazioni e manutenzione (O&M)

I costi O&M sono quelli che servono per mantenere in esercizio la centrale, e comprendono i costi del personale, dei costi di gestione e dei materiali.

Secondo uno studio recente dell'Agenzia di informazione statunitense per l'energia (EIA ⁹) i costi operativi di una centrale nucleare, in prospettiva, si attesteranno a 8,1 \$ per MWh. È una prospettiva ottimista, se guardiamo ai dati storici.

In questo testo si fa piuttosto riferimento a un documento del Nuclear Energy Institute sui costi O&M del nucleare (¹⁰). Negli ultimi anni, l'aumento delle dimensioni dei reattori, giunti a 1,6 GW, ha consentito di ridurre il costo O&M a circa 12,5 \$ per MWh prodotto, rispetto ai circa 22\$ degli anni '80. Non è frutto di miglioramento tecnico, bensì dell'ottimizzazione dei costi del personale che, a parità di unità nello staff tecnico, opera su reattori più potenti.

A parte la valutazione in assoluto dei costi O&M, il documento EIA-DOE comunque è interessante per il confronto con le altre fonti energetiche, dove si legge che per l'esercizio di una centrale turbogas il costo indicato è inferiore a ¼ rispetto

⁸ BBC: <http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/7421879.stm>

⁹Report EIA-DOE 2007

¹⁰ Nuclear Energy Institute, www.nei.org/index.asp?catnum=2&catid=95

all'esercizio di una centrale nucleare. Se dunque il costo di operazioni per un impianto nucleare può essere assunto tra 8,1 e 12,5 \$ per MWh, analogamente possiamo individuare il costo operazioni di una turbogas compreso tra 1,4 e 2,2 \$ per MWh.

Costi di assicurazione

Il costo della stipula di polizze assicurative contro il rischio di incidenti non sempre viene considerato nel calcolo dell'*economia del nucleare*, eppure può essere rilevante. Il problema è che un incidente in un impianto nucleare, anche se non catastrofico come quello accaduto a Chernobyl, può provocare danni enormi all'ambiente e alle persone con costi di risanamento, bonifica e risarcimento molto ingenti. Sono centinaia gli incidenti più o meno gravi registrati nelle centrali atomiche sottoposte alla normativa internazionale sulla comunicazione di guasti o problemi negli impianti atomici (alcuni stati, come la Russia o la Cina sono ancora oggi reticenti in merito). Solo negli ultimi mesi ne sono stati riportati alcuni piuttosto seri in Slovenia e in Francia, dove, nella centrale di Tricastin, sono stati sversati per errore 360 Kg di uranio nei fiumi, con una concentrazione altamente tossica di 12 g per litro. Sono state vietate attività di pesca, irrigazione, prelievo di acqua con un danno ambientale che qualcuno pagherà (a iniziare da Areva, che gestisce l'impianto). In altri casi sono rimasti contaminati dei lavoratori, e allora bisogna risarcire il danno biologico. Le compagnie elettriche devono attivare polizze assicurative, ma per incidenti di grave portata interviene la copertura degli stati. La normativa e la modalità dell'intervento dello stato è molto variabile, anche in Europa, e si attende la definizione di una normativa comunitaria. Si rimanda al documento di Legambiente per dettagli merito ⁽¹⁵⁾

3.11 Totale dei costi di esercizio

Come abbiamo visto, i costi di esercizio intervengono nel momento di entrata in attività della centrale e comprendono tutte le spese che servono a garantire il suo buon funzionamento, includendo il combustibile, il trattamento delle scorie, i materiali e la manodopera per le operazioni e la manutenzione (O&M).

È stato già indicato in 12,5 \$ per MWh il costo per le attività O&M, pari a circa il 20-25% del LCOE.

Aggiungendo i 5 \$ per MWh del combustibile si arriva a 17.5 \$ per MWh.

Abbiamo visto come il costo per la gestione delle scorie, sia estremamente variabile a seconda se si include il costo del trattamento, oppure se si valutano i costi di un sito di stoccaggio definitivo. Analogamente per il costo dello smantellamento a fine vita, raramente messo in conto e lasciato alle future generazioni.

Accettando per questo studio l'indicazione, da assumere come indicativa e per difetto, soprattutto per l'Italia, di circa il 10% del LCOE per la gestione delle scorie e lo smantellamento a fine esercizio, aggiungiamo 6 \$ per MWh.

Si ottiene:

<i>Attività di esercizio</i>	<i>\$/MWh</i>
<i>Costo di operazioni e manutenzione</i>	12,5
<i>Costo del combustibile</i>	5
<i>Costo per il trattamento delle scorie</i>	6
TOTALE	23,5

La realtà ci consente di confrontare questo dato teorico con dati di fatto: per le 8 centrali inglesi gestite dalla British Energy dal 1996 al 2002 (anno del suo collasso finanziario) la media dei costi operativi, incluso il combustibile, si è attestata tra i 24 e i 28 euro per MWh (circa 36 \$/MWh).

Si noti che il collasso finanziario della British Energy è stato proprio causato dalla mancata copertura dei costi di manutenzione generati dalle centrali nucleari britanniche, non compensati dai ricavi delle bollette.

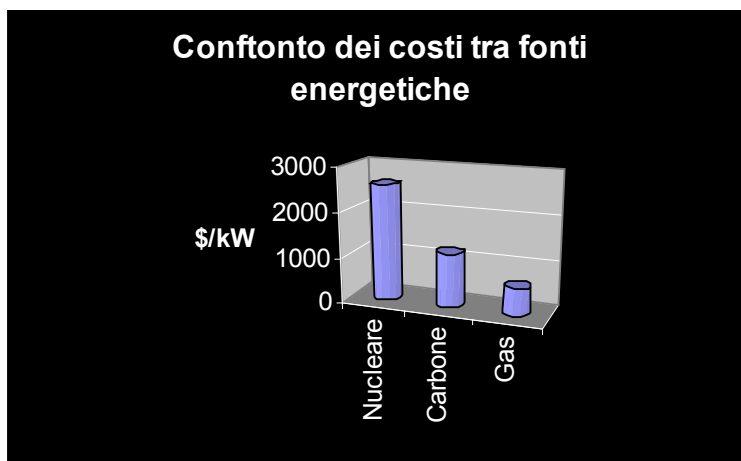
Comparazione con le altre fonti energetiche non rinnovabili

Tra le fonti non rinnovabili, la più conveniente sul piano economico, ma anche la più inquinante su quello ambientale, è il carbone.

Il costo totale fisso (tecnico e del capitale) di una centrale a carbone è di 1000-1200 \$ per kW (fonte MIT¹¹), di gran lunga inferiore al nucleare, ma nettamente superiore al gas CCGT (600 \$), ossia le turbo-gas a ciclo combinato.

Nella figura che segue possiamo notare la differenza relativa tra i costi di impianti delle principali fonti energetiche; per il nucleare, si è assunto quello del contratto “chiavi in mano” della centrale di Olkiluoto, a 2000 €/kWe (2600 \$/kWe), anche se poi i costi reali si stanno dimostrando di gran lunga superiori.

¹¹ MIT An Interdisciplinary MIT Study: John Deutch (Co-Chair), et al. “The Future Of Nuclear Power”, MIT January 2003



La convenienza del carbone è dovuta al basso costo del combustibile; questa fonte sarà però penalizzata dall'applicazione della *carbon tax* e dal regime di scambio delle quote di emissione di gas a effetto serra, come prevede la normativa europea.

Le stime previsionali per il 2010, molto variabili a seconda del tipo di impianto e della nazione di riferimento, indicano i seguenti costi del kWh (¹²):

- carbone: tra i 2,7 e i 5,15 cent di dollaro;
- gas naturale: tra i 3,9 e i 6,1 cent di dollaro;

L'applicazione della carbon tax comporterà un aumento del 25% del costo del kWh da carbone e dell'8% dal gas; includendo queste variazioni, si può stimare che gran parte dei costi energetici da fonti fossili si attesterà tra i 4 e i 6 cent di dollaro al kWh. Per questo motivo, la IEA, considerando anche le problematiche del nucleare rispetto allo smaltimento delle scorie, ritiene che se si riuscisse a contenere il costo del kWh nucleare intorno ai 5 centesimi di dollaro, l'opzione nucleare potrebbe tornare attraente per i mercati energetici.

Ma è un livello di costo davvero praticabile?

L'Università di Chicago ha studiato l'evoluzione possibile del costo del kWh nucleare tenendo conto delle – teoriche - ottimizzazioni sui costi di prima ingegnerizzazione e con il principio del “learning by doing” (¹³). Riportiamo i dati relativi al solo costo fisso da 1800 \$/kWe (comunque irrealistico) e per una durata di vita delle centrali in esercizio pari a 40 anni:

costo. 1800\$	
	c. \$ / kWh
Prima unità	7.1
Quarta unità	5.3
Ottava unità	4.9

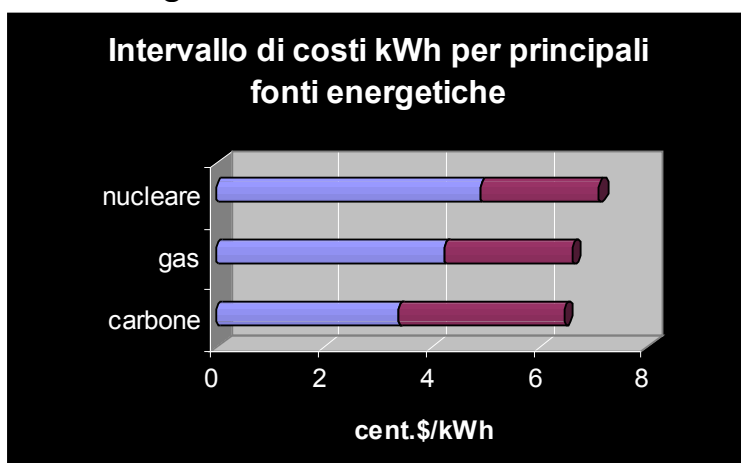
¹² fonte OECD-NEA

¹³ The Economic Future of Nuclear Power (A Study conducted at The University of Chicago, Aug. 2004)

Secondo questo studio, le prime quattro realizzazioni costerebbero parecchio per le bollette degli utenti (7 cent al kWh) e comunque bisogna attendere la costruzione dell'ottavo reattore per vedere il costo del kWh sotto i 5 cent di dollaro, che è la soglia indicata da IEA per la praticabilità del nucleare.

Si fa presente che in tutta Europa solo due reattori sono in costruzione; inoltre bisogna considerare che, cambiando nazione, normative, fornitori locali, gran parte delle suddette ottimizzazioni si perdono, vanificando possibili guadagni su scala continentale.

Possiamo confrontare, nella figura seguente, i costi tra nucleare, gas e carbone ottenuto dagli studi del MIT e dell'Università di Chicago:



Già da questo studio teorico emerge che non è vero che l'energia nucleare conviene alle bollette degli italiani, ma anzi è decisamente più costosa.

Altri studi sono molto meno ottimistici sull'economia nucleare, come quello del Keystone Center (¹⁴), riportato anche dall'ultimo dossier di Legambiente (¹⁵), che attesta il costo dell'energia nucleare tra gli 8 e gli 11 centesimi di dollaro per kWh.

Gli aiuti di stato

Con il sostegno diretto o indiretto dello Stato, come finanziamenti per kWh erogato, sconti fiscali, forme di credito agevolato, qualcuno ritiene che il nucleare possa diventare redditizio.

In tal caso bisognerebbe dire con chiarezza ai cittadini: il nucleare si sostiene solo grazie al denaro prelevato dalle tasche dei contribuenti.

Da oltre 30 anni non si costruiscono centrali nucleari negli USA. Il governo Bush ha provato a invertire questa tendenza con il US Energy Policy Act del 2005 (EPACT 2005) che prevede laute sovvenzioni per il nucleare, tra le quali:

¹⁴“Nuclear Power Joint Path – Finding” Keystone Center, Maggio 2007

¹⁵“I costi nascosti del nucleare”, dossier Legambiente, agosto 2008

- anticipo di credito per la produzione per \$18/MWh (1.8 centesimi di \$ per kWh) sino a 125 milioni di dollari (€ 93.75 milioni) all'anno per i primi 8 anni e per i primi 6 GW di potenza;
- crediti statali garantiti che coprono sino all'80% del costo totale:
- fino a 500 milioni di dollari (€ 375 milioni) per copertura assicurativa sul rischio industriale (ritardi ed extra-costi non imputabili al costruttore) per i primi 2 reattori;
- 250 milioni di dollari (€ 187.5 milioni) per i successivi reattori da 3 a 6.

Nonostante il sostanzioso intervento del governo, l'industria nucleare negli USA è ancora ferma; a parte poche proposizioni formali (ad es. Constellation Energy) mancano proposte industriali concrete.

4 Un caso concreto: il nuovo reattore finlandese

Il caso del nuovo reattore finlandese Olkiluoto-3 è emblematico e di particolare rilievo in quanto si tratta del primo impianto nucleare in costruzione in Occidente (USA inclusi) dal 1979. E' immaginabile il grande sforzo e l'impegno profuso dall'industria nucleare in questa nuova iniziativa, dato l'elevato valore promozionale che essa riveste in vista di nuove opportunità.

Il nuovo reattore, da 1,6 GWe, è stato deliberato dal Parlamento finlandese nel 2002 che ha affidato al consorzio TVO la realizzazione del reattore. TVO è una compagnia elettrica che produce elettricità non per gli utenti finali, ma per le aziende ed enti che fanno parte del consorzio, in particolare imprese private forestali (56,9%) e il resto a società pubbliche e municipalità, tra cui il Comune di Helsinki.

TVO ha bandito la gara d'appalto che ha suscitato l'interesse mondiale, essendo la prima dopo decenni per il nucleare in Europa. Le lobby dei costruttori si sono scatenate per promuovere le tecnologie più nuove a prezzi stracciati, pur di rilanciare il nucleare in Occidente. In un contesto del genere, TVO è riuscita a strappare condizioni irripetibili ai possibili fornitori. La gara è stata assegnata alla Framatome francese (gruppo Areva) sul progetto a tecnologia EPR, con la tedesca Siemens impegnata per la costruzione delle turbine, al prezzo "chiavi in mano" di 3,2 miliardi di euro.

Tra le concessioni irripetibili dell'offerta, l'erogazione di un fondo per TVO da parte di un [consorzio di 5 banche capitanate da Bayerische Landesbank](#) (tedesca) per un importo di ben 1,950 miliardi di euro al tasso straordinariamente basso del 2,6%.

La natura "chiavi in mano" dell'investimento per TVO – con eventuali sovracosti a carico di Areva e Siemens – ha di certo favorito l'abbassamento dei tassi d'interesse. Più controversa è subito apparsa la legittimità di altri finanziamenti che, secondo Greenpeace e EREF⁽¹⁶⁾ costituivano indebiti aiuti di stato: l'erogazione di un credito di 610 milioni di euro da parte dell'agenzia di credito per l'export francese COFACE (controllata dal governo) e di uno di 110 milioni dalla Swedish Export Credit Corporation (SEK). I crediti per l'export sono molto vantaggiosi, e sono promossi dai governi per coprire il rischio delle aziende nazionali quando investono in paesi in via di sviluppo. La Finlandia, paese UE, certo non rientra tra questi.

Sulla base di precedenti pronunciamenti della Commissione UE⁽¹⁷⁾, Greenpeace ed EREF hanno denunciato l'erogazione di questi fondi come indebiti aiuti di stato al nucleare. Tuttavia il 9 ottobre 2007 la Commissione UE si è pronunciata asserendo che nel finanziamento Coface non si configura "l'indebito aiuto di stato".

¹⁶ [European Renewable Energies Federation](#) – federazione europea per le energie rinnovabili

¹⁷ *Decisione 416/84 (contro Francia), "non concedere alcun aiuto all'esportazione per finanziare impianti elettrici in stati membri dell'UE" e altri pronunciamenti della Commissione.*

Comunque sia, le condizioni ottenute da TVO sono davvero vantaggiose e difficilmente ripetibili.

La costruzione è iniziata all'inizio del 2005 nel sito di Olkiluoto che già ospita due reattori (dunque è un sito atomico già attivo e questo avrebbe dovuto accelerare il processo realizzativo). Termine dei lavori ed entrata in esercizio a metà 2009.

Il costo overnight è stato contrattato a 2000 € per kWe (a fine costruzione), ossia 2600 \$: è molto più elevato rispetto al massimo indicato negli studi di settore (1800\$) come limite di convenienza per il nucleare. Questo valore elevato teneva conto del costo di prima ingegnerizzazione e non doveva dunque essere superato.

Possiamo immaginare gli sforzi di Areva e delle autorità elettriche finlandesi per mantenere quanto promesso e dimostrare la bontà della soluzione nucleare.

Tutti i dati preventivi dimostravano la bontà dell'investimento:

- reattore da 1,6 GWe;
- costo chiavi in mano: 3200 milioni €;
- costruzione in 4 anni;
- fattore di carico della centrale 85%;
- potenza erogata circa 11000 GWh/anno;

4.1 Calcolo del costo totale LCOE

Anche se alcuni aspetti finanziari dell'*affaire Olkiluoto* non sono stati resi pubblici, possiamo modellizzare il costo LCOE di una centrale "tipo Olkiluoto" sulla base dei dati disponibili, degli studi internazionali, delle fonti di stampa. In un primo scenario ci basiamo sui dati ottimistici ipotizzati *prima* dell'inizio della costruzione del reattore finlandese.

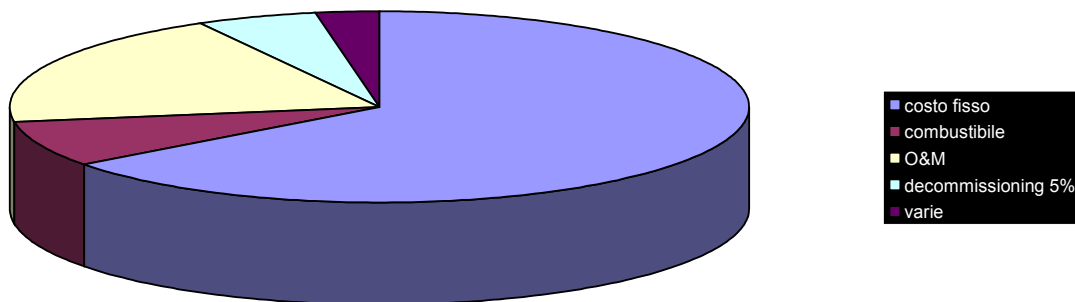
- **Costi fissi:** 3,2 miliardi di euro "chiavi in mano", così ripartiti:
 - prestito agevolato (al 2,6%) per un totale di 1,95 miliardi di euro.
 - Crediti per l'export per un totale di 720 milioni di euro;
 - Capitale proprio investito: 530 milioni di euro (solo il 16% del totale)
 - Ipotizzando un rimborso in 15 anni del debito, con preammortamento, interessi complessivi per 630 milioni (incluso pre-ammortamento), si ottiene
 - **costo fisso totale € 3,833 miliardi, pari a 2395 €/kWe (3114 \$/kWe).**

- **Costi ricorrenti:**
 - *del combustibile:* al prezzo attuale dell'uranio arricchito, il costo del combustibile è circa 45 milioni di euro all'anno, pari a 284 €/kWe.
 - *operazioni e manutenzione:* inserendo nel modello di calcolo il valore medio indicato nel testo per i costi O&M, pari a 12,5 \$/MWh (9,6 €/MWh), si

ottengono € 715,96 €/kWe, pari a circa il 20% del LCOE (lievemente inferiore rispetto al 25% del LCOE esposto in molti studi sul nucleare).

- *Gestione scorie e decommissioning*: in questo scenario, ottimistico, non consideriamo né i costi di trattamento delle scorie, né di stoccaggio in un sito definitivo, ma includiamo una quota di accantonamento per il futuro smantellamento; in totale, pari al 5,4% del LCOE, ossia 199 €/kWe.
- *assicurativi e vari*: inseriamo qui una quota di circa il 2,5% del LCOE per tenere in conto tutti i costi extra, di licenze e di polizze che comunque intervengono tra i costi di esercizio di un impianto atomico.

**Si ottiene un costo LCOE pari a 3695 €/kWe, ossia:
Costo totale pari a 5,9 miliardi di euro, 49,6 € per MWh**



Questo scenario dei costi è superiore a quanto previsto dal citato studio dell'Università di Chicago, che pone il futuro nucleare (negli USA) a 46 dollari per MWh, ma è sottostimato se confrontata con lo studio del Governo della Gran Bretagna ⁽¹⁸⁾ che attesta a **57 € per MWh** il costo reale di un impianto nucleare. Tra l'altro, quello stesso studio utilizza un costo WACC del capitale a un valore molto basso per il tipo di investimento, al 10%.

¹⁸ UK Government's Sustainable Development Commission, 'New nuclear? Examining the issues' Fourth Report of Session 2005–06 Volume I.

Sulla base di quanto esposto, si ottiene:

costo previsto: **4,9 centesimi di euro per kWh** (6,4 centesimi di dollaro per kWh)

Questo valore, sottostimato, è già nettamente superiore a quello delle altre fonti “concorrenti” (carbone e gas: da 4 a 6 cent di dollaro per kilowattora) e all'obiettivo della IEA come “limite di convenienza” per il nucleare, posto a 5 cent di dollaro per kilowattora:

Anche nell'ipotesi teorica più favorevole, utilizzando per ogni voce di spesa il valore meno oneroso, il costo del kWh nucleare risulta nettamente superiore a quello ottenibile da altre fonti di energia. Già così si può dunque dimostrare che l'asserzione “il nucleare ridurrà le bollette degli italiani” è una bugia.

Tuttavia, se questi valori fossero stati confermati, aggiungendo anche gli incentivi per il nucleare, come quelli promossi dal governo Bush, pari a 1,8 centesimi di dollaro per kilowattora, il costo dell'energia atomica sarebbe risultato accettabile (anche se sono sempre i cittadini a pagare gli incentivi attraverso fondi pubblici).

Il nucleare si può sostenere economicamente solo grazie a sostanziosi aiuti pubblici, nella forma di sconti per kWh prodotto, erogazione di miliardi di euro di crediti a tassi agevolati, copertura dei rischi industriali. Solo applicando tutti questi incentivi insieme il nucleare può tornare sostenibile, ma con i soldi dei cittadini.

4.2 Analisi finanziaria

L'analisi esclusivamente economica, quando sono in ballo investimenti a lungo termine con forte esposizione dei conti e flussi di cassa a lungo negativi, non è sufficiente a descrivere la convenienza o meno di un'iniziativa industriale, qual è la produzione di energia elettrica. Serve dunque l'analisi finanziaria.

Sul fronte dei flussi di cassa, se lo scenario ipotizzato da TVO si fosse davvero realizzato, grazie ai crediti agevolati e al fatturato in esercizio per oltre mezzo miliardo di euro all'anno, l'azienda elettrica avrebbe raggiunto il punto di pareggio dopo una dozzina di anni dall'inizio della costruzione dell'impianto.

Ma l'investimento nel nuovo reattore sarebbe convenuto ai consorziati che controllano la TVO?

Il valore attuale dell'investimento sarebbe diventato positivo dopo 18 anni, fissando il costo del capitale al 15%.

Come si vede, dalla durata del tempo richiesto per rendere proficuo l'investimento, anche con le ipotesi più favorevoli (e sperando che la centrale funzioni

ininterrottamente per vent'anni senza problemi e alla massima potenza), l'investimento sul nucleare è ai limiti della sostenibilità finanziaria e di convenienza. È interessante studiare che cosa accadrebbe ai conti in uno scenario più "normale", ossia senza le "condizioni eccezionali" di cui ha goduto il reattore Olkiluoto-3, ma accettando ipotesi comunque favorevoli e incentivi.

Analizziamo dunque il seguente scenario:

Investimento di capitale proprio per almeno il 20% del costo totale, contro il 16% del caso-Olkiluoto;

Incentivi per kWh prodotto per 1,8 \$ - come quelli del governo USA - per portare il costo del kWh da 6,8 \$ a circa 5;

Disponibilità di crediti agevolati per il restante 80% del costo, al tasso del 4,5%.

Il risultato finanziario cambia drasticamente: con un costo del capitale WACC al 10% il VAN impiega 24 anni per diventare positivo, mentre **con un costo WACC al 15% il VAN non riesce a tornare positivo neppure dopo 40 anni di esercizio.**

L'aspetto finanziario diviene insostenibile per qualsiasi impresa che operi nel mercato libero dell'energia.

Le analisi qui riportate, dimostrano che anche con i sostanziosi incentivi promossi dal Governo Bush, l'investimento sul nucleare resta altamente rischioso e poco redditizio per i finanziatori delle aziende elettriche che operano nel libero mercato energetico. Ecco la ragione per cui negli USA non si costruiscono centrali nucleari dal 1979: perché non convengono.

Quanto sin qui riportato fa riferimento allo scenario di costi basato sul prezzo "chiavi in mano" di 3,2 miliardi di euro del reattore di Olkiluoto.

Ma com'è andata in realtà in Finlandia?

4.3 Il disastro-Olkiluoto

Si può dire che, nonostante l'impegno dell'industria atomica, sino ad ora tutto ciò che poteva andare storto a Olkiluoto è andato storto. I più previdenti, in Finlandia, già dal 2004 avevano avvisato dei rischi di affidare a un prototipo mai realizzato (l'EPR) la costruzione della centrale (¹⁹).

Già all'inizio della costruzione, ad agosto 2005, si sono verificati i primi inconvenienti nella realizzazione della struttura in cemento.

¹⁹ vedi ad esempio l'associazione finlandese donne contro il nucleare.

Dall'inizio della sua costruzione, il reattore Olkiluoto 3 è stato già oggetto di oltre 1000 segnalazioni di problemi, difetti realizzativi, ritardi, test falliti per cattiva qualità dei componenti o dei fornitori, manchevolezze nelle procedure di sicurezza.

Per citare solo i problemi più recenti:

- a luglio un incendio ha danneggiato parti esterne e interne del reattore, causando altri ritardi. Il fatto stesso che un incendio di proporzioni rilevanti sia potuto scoppiare in un cantiere così critico non depone bene sui sistemi di sicurezza.
- il 12 agosto scorso la TV nazionale finlandese YLE ha riportato che nella costruzione del reattore erano stati individuati dal 2005 gravi manchevolezze nelle procedure di sicurezza nella costruzione delle parti in acciaio rinforzato ⁽²⁰⁾. Il 20 la stessa TV ha riferito che i lavoratori della centrale sono stati oggetto di pressioni e intimidazioni per non rivelare i problemi e le inadempienze.
- il giorno seguente, Greenpeace ha presentato un corposo dossier tecnico in cui vengono denunciate una serie di irregolarità nella costruzione e nella sicurezza del reattore Olkiluoto 3, in particolare nelle strutture a reti in acciaio rinforzato. Il 14 agosto è stata posta interrogazione formale alla STUK, l'agenzia per la sicurezza nucleare finnica;
- alla fine di Agosto la STUK ha ammesso i problemi, asserendo che “la cultura della sicurezza” nella costruzione del reattore non sta rispettando gli standard contrattuali. Greenpeace ha chiesto la sospensione dei lavori e un'indagine di ispettori tecnici “super partes” ⁽²¹⁾.

Le breve lista degli ultimi problemi di Olkiluoto non deve sorprendere: problemi tecnici, difetti e ritardi sono la prassi nella realizzazione di ogni centrale nucleare. In questo documento, tuttavia, non intendiamo focalizzarci sul rischio in sé, ma sulle implicazioni economiche e finanziarie.

L'aumento repentino dei costi dei materiali, come l'acciaio, ha ulteriormente compromesso i conti.

Già all'inizio del 2008 lo stato di avanzamento dei lavori dimostrava un ritardo di 2 anni e mezzo e 1,5 miliardi di costi extra.

Il 21 maggio 2008 la rivista di economia francese Capital ⁽²²⁾ ha riportato da fonti nazionali che lo sfioramento del costo previsto per la centrale di Olkiluoto ha ormai raggiunto la quota astronomica di 2,2 miliardi di euro, portando il complessivo dei costi tecnici a **5,4 miliardi di euro**. Questa cifra include anche la penale massima che probabilmente sarà applicata al costruttore francese Areva, pari a 320 milioni di euro, per non aver rispettato i tempi di costruzione.

Attualmente, il costo tecnico è giunto dunque ben oltre il doppio di quanto era stato “venduto” al Parlamento e ai cittadini finlandesi (2,5 miliardi di euro, anche se poi il contratto ammontava a 3,2 miliardi). Vista la situazione difficilissima in cui versa la

²⁰<http://www.yle.fi/news/id98632.html>

²¹<http://www.olkiluoto.info/en/30/3/149/>

²²<http://www.capital.fr/actualite/Default.asp?indiscretion=1&numero=68708&Cat=IND> (in francese)

costruzione, e lo stato di avanzamento ancora solo al 30%, è molto probabile che il costo finale sarà ancora più alto.

Il ritardo al 2012 della messa in esercizio è stato confermato lo scorso 14 ottobre anche da un articolo del Financial Times ⁽²³⁾

Il costo reale del reattore di Olkiluoto ha dunque superato i 5 miliardi di euro.

Comunque vada, qualcuno dovrà pagare il buco miliardario causato dalla pessima impresa in Finlandia.

Questa è la verità dell'economia del nucleare, al di là della propaganda del nostro Governo.

Quello che emerge è che, a parte i problemi con i fornitori e nei materiali, il prezzo “chiavi in mano” di 3,2 miliardi di euro era palesemente sottocosto. Ciò fa supporre una precisa strategia commerciale di Areva ed EdF per promuovere la tecnologia EPR, rendendola artificialmente conveniente (per le approvazioni politiche) anche se poi il prezzo finale risulterà drasticamente più alto.

²³http://www.ft.com/cms/s/0/a144c686-9b9d-11dd-ae76-000077b07658.html?nclick_check=1

5 Quanto costerebbe il nucleare in Italia

Quello che sta accadendo in Finlandia, paese già nucleare con reattori attivi, dovrebbe far capire che cosa comporterebbe il “rinascimento atomico” all’Italia, paese ove i costi delle infrastrutture sono notoriamente più elevati rispetto agli altri paesi europei, e dove l’ultimo reattore è stato spento ormai 20 anni fa.

Abbiamo visto quanto sta costando il reattore finlandese. Cinque centrali nucleari (ma il ministro Scajola ne vorrebbe addirittura dieci), analoghe a quella di Olkiluoto-3, costerebbero, più o meno, 25-30 miliardi di euro ossia circa 5 miliardi l’una.

Un investimento enorme, per produrre solo il 15% del nostro fabbisogno energetico dopo molti anni di lavoei e di sicuri ritardi.

Il modello-Olkiluoto è molto indicativo, perché la tecnologia EPR, come abbiamo visto, è molto sostenuta dalla Francia e dalla sua compagnia energetica EdF, e possiamo immaginare le pressioni politiche per promuovere la stessa tecnologia anche in Italia, attraverso la Edison, controllata da EdF.

Le interviste riportate dalla stampa del presidente dell’Enel, Conti, che ha parlato di reattori da 1,8 GWe fanno supporre che il modello di riferimento per l’Italia è proprio l’EPR.

Tuttavia in Italia c’è un “attore” non secondario, Finmeccanica, che, attraverso Ansaldo Nucleare, società del gruppo, di certo vorrà entrare in gioco. Ansaldo Nucleare costruisce da decenni centrali atomiche, o loro componenti, nei paesi dell’Est (in Romania è entrato in esercizio nel 2007 il reattore Ansaldo a Cernavodă) e in Oriente, soprattutto a tecnologia canadese CANDU, reattori ad acqua pesante e uranio naturale PHWR, di potenza sino a 1 GWe, un po’ datati (il progetto risale agli anni ’60, aggiornato negli anni ’80 in CANDU-6 di II generazione).

Ma quanto costerebbe in Italia e agli italiani il ritorno al nucleare?

Costi fissi:

Il costo del nuovo reattore EPR in Finlandia, in un sito già nucleare, ha superato i 5 miliardi di euro. In Italia dovremmo partire da zero, con tutti i problemi e gli oneri conseguenti all’approntamento dei siti: anche ammesso di usare i vecchi siti nucleari italiani, è ben diverso l’impatto sul territorio delle enormi centrali da 1,8 GW che il governo si propone di costruire, rispetto a quelle che c’erano negli anni ’80 del secolo scorso (da 0,2 a 0,8 Gwe). Pertanto, in Italia, il progetto del reattore andrebbe comunque adattato alla situazione locale, e parti dell’impianto andrebbero commissionate a fornitori italiani.

Anche se la ricerca sul nucleare in Italia non si è mai interrotta, e aziende italiane partecipano a realizzare centrali all'estero, è ovvio che si incontreranno difficoltà per riattivare il "sistema-nucleare" italiano e tutta la complessa filiera che consente la costruzione di una centrale atomica in un certo territorio.

Inoltre, nel nostro Paese, a causa di inefficienze, carenze infrastrutturali, complessità procedurali, i costi e i tempi di realizzazione di qualsiasi impianto e infrastruttura risultano di norma molto superiori alla media europea e anche ciò comporta un aggravio economico.

Se in Finlandia, paese nucleare, il reattore EPR costerà oltre 5 miliardi di euro e serviranno almeno 7 anni per completarlo (10 dal via del governo), per quanto sopra detto, è facilmente prevedibile che in Italia costerà certamente di più e che si allunghino i tempi di costruzione.

È prevedibile, inoltre, che anche in Italia il prezzo iniziale sarà ampiamente e volutamente sottostimato per giungere, con maggiore facilità, all'approvazione degli impianti.

Oneri finanziari:

i crediti agevolati al tasso del 2,6% concessi in Finlandia saranno difficilmente ripetibili. Al momento della scrittura di questo dossier, nel pieno della crisi finanziaria mondiale, il livello dei crediti agevolati è al 5%. Supponiamo che tra crediti e incentivi statali e prestiti bancari si trovino i circa 2,5 miliardi da finanziamenti esterni, mentre le aziende elettriche dovrebbero sborsare almeno 1 miliardo di euro dal loro patrimonio. Sarebbe, così, coperto l'intero costo di costruzione ipotizzato (sottostimato), mentre invece, giunti a metà costruzione, oltre i tempi stabiliti, ci si renderà conto che i soldi sono finiti e qualcuno dovrà coprire il buco di bilancio.

Tutto questo per una sola centrale che produrrebbe il 3% del fabbisogno energetico italiano.

Partendo dal costo tecnico di 5 miliardi, assumendo crediti a tassi agevolati intorno al 4%, più il pre-ammortamento, si arriva a un costo totale di oltre 6,2 miliardi di euro, pari a 3875 € per kWe, Lasciamo per il momento la quota di costo per la gestione delle scorie e smantellamento al solo 5,4 del LCOE, e si arriva a:

Costo attuale: 7,2 cent di euro per kWh (9,36 cent di dollaro per kWh)

Il costo indicato – già molto elevato se confrontato con i 4-6 centesimi di dollaro del gas e del carbone - non include il costo reale di preparazione di un sito di stoccaggio definitivo delle scorie né il trattamento delle scorie stesse, come abbiamo visto, *lasciato da pagare ai contribuenti.*

Se nel modello di calcolo portiamo il costo per la gestione delle scorie e lo smantellamento al 10% del LCOE (valore più realistico) si ottiene come costo al kilowattora 10,2 cent di dollaro.

Un'analisi completa e non lacunosa dei costi reali dell'energia nucleare attesta il prezzo del kilowattora atomico tra i 9 e gli 11 centesimi di dollaro.

È un costo nettamente più elevato sia del gas sia del carbone.

Neppure l'incentivo di 1,8 centesimi di dollaro al kWh rende accettabile un simile livello di costo.

Possiamo definitivamente smentire che “il nucleare conviene alle tasche degli italiani”, come ha affermato il ministro Scajola.

5.1 Che cosa accadrà?

Qui si entra nel campo delle ipotesi, ma alcuni scenari sono ragionevolmente prevedibili. Qualcosa sta già accadendo, con le dichiarazioni di luglio 2008 del ministro Scajola che annunciava la prossima nascita di un organismo nazionale per la sicurezza nucleare, e la riorganizzazione della Sogin (società a capitale pubblico incaricata dello smantellamento delle vecchie centrali) e dell'ENEA.

Il Governo Berlusconi “per mantenere la promessa fatta agli italiani” potrebbe poi promuovere incentivi sul genere di quelli proposti dal Governo Bush, ma nei limiti della normativa UE (tuttavia abbiamo visto quanto sia indulgente la Commissione UE in merito).

Ma la politica degli annunci avrà un seguito?

La fine della bolla speculativa sul petrolio ha riportato i prezzi dei combustibili fossili, incluso il gas, a livelli più sostenibili, privando i filo-nucleari di una leva emotiva di propaganda verso i cittadini e di molte motivazioni da presentare ai tavoli dei consigli di amministrazione dei possibili finanziatori.

La recessione ormai in atto sta cambiando le previsioni di crescita dei consumi elettrici, facendo emergere con più evidenza quanto è già noto agli esperti del settore: in Italia non abbiamo bisogno del nucleare, e va invece promossa una politica di efficienza energetica.

Al di là della scarsa redditività dell'investimento nucleare, documentata in questo testo, la drammatica crisi finanziaria globale ha cambiato radicalmente il contesto in cui si muovono i tre principali attori coinvolti: le aziende elettriche, lo stato, le banche.

Abbiamo visto che le aziende elettriche italiane – società per azioni a capitale di maggioranza privato - dovrebbero contribuire con sostanziosi mezzi propri alla

costruzione. Questo significa almeno un miliardo di euro dal loro capitale equity per ogni reattore – ma è da vedere se i loro investitori, già finanziariamente provati dal collasso delle borse, possano sostenere simili iniziative, rischiose, a lungo termine.

Ad oggi, l'intero patrimonio netto di Edison ammonta a 2 miliardi di euro, certamente non investibile in toto nell'avventura nucleare; ENEL ha molte capacità, ma ha speso negli ultimi anni cifre enormi per acquisire quote significative di aziende estere, tra cui Endesa. Il “rinascimento atomico” richiederebbe altre risorse, e non è facile, in una simile congiuntura economica.

In un momento di crisi e di profonda recessione, di tagli, sarà anche difficile per lo Stato erogare qualcosa di analogo ai crediti ECA usati dai francesi per Olkiluoto.

Per quanto riguarda le banche, nel presente scenario di conti in sofferenza potrebbero avere difficoltà nel finanziare liquidità da miliardi di euro, per costruire anche uno solo dei “10 impianti per il rinascimento atomico italiano”. Investimento più a rischio in Italia che altrove, perché il tempo di costruzione di un impianto nucleare nel nostro Paese è assolutamente imprevedibile.

Infine, c'è la determinazione UE a ratificare la direttiva “20 20 20” entro il 2008, che darà ulteriore slancio all'industria delle fonti rinnovabili, relegando il nucleare ad un nuovo oblio.

Ne aveva preso atto ENEL visto che – prima del crollo finanziario mondiale – aveva annunciato: “*Per il periodo 2008-2012, Enel ha varato un **piano di investimenti per 7,4 miliardi di euro** per un'ulteriore crescita nelle rinnovabili e per la ricerca e lo sviluppo di nuove tecnologie amiche dell'ambiente*” (dal sito ENEL).

Il futuro energetico italiano non potrà che essere basato sulle fonti rinnovabili e sull'efficienza energetica, mentre il nucleare probabilmente resterà uno dei tanti annunci senza seguito del Governo Berlusconi, ma che comporterà, comunque, dei costi al paese per le fasi preparatorie dell'irrealizzabile “rinascimento atomico”.

Altri testi oltre a quelli citati nel documento:

- *The New Economics of Nuclear Power (WNA Report, Dec. 2005)*
- *The Economics of Nuclear Power (WNA, Dec. 2007)*
- *Project Costs of Generating Electricity (NEA-IEA Report, 2005 update)*
- *Resources & Statistics (NEI website)*
- *The Costs of Generating Electricity (The Royal Academy of Engineering, March 2004)*