

EXECUTIVE SUMMARY

Premessa

I motivi che hanno spinto la *Fondazione Energy Lab* ad esaminare la problematica del possibile ritorno all'energia nucleare del nostro Paese sono molteplici: il contenimento dei gas serra (quasi assenti nel nucleare), il forte incremento dei prezzi dei combustibili fossili, la riduzione della dipendenza energetica, i vincoli ambientali delle centrali a carbone, i progressi della tecnologia nucleare e soprattutto le anomalie del settore elettrico nazionale. In Italia infatti abbiamo "poco carbone e molto gas", scarsità di rigassificatori, assenza di nucleare nazionale, ma significativa frazione di nucleare importato e costo del chilovattora più elevato di quello di tutti gli altri Paesi europei. Poiché nessuno crede che tutti i Paesi abbiano adottato scelte irrazionali ad eccezione dell'Italia, appare evidente che si deve porre mano con urgenza a una radicale modifica del mix energetico.

Energia nucleare nel mondo e in Europa

Attualmente nel mondo ci sono 439 reattori nucleari in funzione per la produzione di energia elettrica, operanti in 30 Paesi aventi una potenza elettrica installata complessiva di 372 GW(e). Questi reattori contribuiscono a produrre circa il 6,3 % del consumo mondiale di energia primaria e il 16 % della energia elettrica; altri 35 reattori sono in costruzione a diversi stadi di avanzamento.

Nei Paesi dell'Unione Europea più di un terzo dell'energia elettrica è prodotta da fonte nucleare, con la Francia che detiene la prima posizione con 78,5 %. La competitività della produzione di energia da fonte nucleare dipende essenzialmente dal contenimento del costo dell'impianto e degli interessi sul capitale investito. Il maggior onere è quello relativo al costo di costruzione (fino a 2500 €/kW). I costi di smantellamento e recupero del sito sono tra 0,5-1,0 €/MWh, sempre inseriti nel costo complessivo. Complessivamente, il costo di produzione dell'energia elettrica viene stimato secondo gli studi più recenti e per diverse ipotesi tecniche e finanziarie nell'intervallo tra 30 e 60 €/MWh.

Tecnologie e programmi internazionali

La 1^a Conferenza di Ginevra *Atoms for Peace* del 1955 ufficializza la nascita dell'energia nucleare da fissione per usi civili ed in questi 50 anni pochi sono stati i cambiamenti sostanziali nella tecnologia, a riprova anche della validità delle scelte iniziali. Poche le tipologie dei reattori che sono rimaste nel mercato, con predominio di quelle ad acqua, soprattutto ad acqua in pressione (*PWR*), nonostante

il grande fervore iniziale relativo allo studio e alla sperimentazione di numerose alternative. I reattori *veloci*, fondamentali per la strategia nucleare per ridurre sostanzialmente i consumi di uranio, sono stati sviluppati e costruiti come prototipi da quasi tutti i Paesi avanzati, senza raggiungere ancora la competitività economica.

L'applicazione estensiva dell'economia di scala alla taglia dei reattori, sia per i suoi supposti vantaggi economici in sistemi ad alto costo di capitale, sia per la sua *facile* realizzabilità nei reattori ad acqua, si è rivelata senz'altro conveniente, ma meno del previsto. Si è ottenuto un miglioramento significativo della sicurezza, perfezionando il sistema di protezione, soprattutto il sistema di contenimento. Si è constatato che il rapporto con il pubblico è un aspetto cruciale, al quale è necessario dedicare una crescente attenzione. La preoccupazione che gli impianti nucleari ed il ciclo di combustibile associato possano essere mal utilizzati da alcuni Paesi per arrivare a costruire la *bomba* è cresciuta nel tempo, con importanti conseguenze sullo sviluppo del nucleare nel mondo.

La stasi delle ordinazioni di nuove centrali verificatesi negli ultimi decenni ha comportato la riduzione delle industrie fornitrici di impianti e di grandi componenti, che potrebbe rallentare la ripresa del nucleare. La durata della costruzione ha avuto valori assai diversi nel tempo e nei vari Paesi e, rispetto ad un valore *tecnico* di 4-5 anni, è cresciuta in molte situazioni, soprattutto per l'effetto di nuove imposizioni dell'Autorità di Sicurezza.

La standardizzazione è stata vista come un importante elemento per abbassare i costi, ma poco applicata, tranne in Francia, che ha ottenuto significativi vantaggi economici. Fin dall'inizio in tutto il mondo, inclusa l'Italia, è stata messa a punto una struttura universitaria adeguata per la preparazione di tecnici nucleari, che però si è ridimensionata negli ultimi anni, anche se è in grado di ripartire. La Ricerca e Sviluppo ha avuto una grande importanza sia nel campo sperimentale sia in quello dei metodi, con un rilevante ed indispensabile sostegno economico da parte degli Stati nazionali.

Il futuro lascia intravedere che ci saranno importanti cambiamenti, in quanto la comunità scientifica ritiene unanimemente che la tecnologia dei reattori nucleari e del ciclo di combustibile può e deve essere migliorata. Inoltre, considerato il grosso impatto che ha avuto il processo autorizzativo sui tempi e sui costi, c'è il consenso di semplificarlo e di congelarlo in pochi stadi.

I reattori attuali, definiti di *III Generazione*, sono realizzabili subito, in quanto certificati dalle Autorità di Sicurezza e difatti parecchi esemplari sono già stati ordinati nel mondo.

Altri reattori più *innovativi*, detti di *IV Generazione*, sono quelli che dovrebbero comportare un miglioramento qualitativo della tecnologia, ma questo deve essere dimostrato con programmi di ricerca e sviluppo lunghi ed onerosi e nel caso di una loro conclusione positiva, che non è però scontata per ogni tipologia di reattore, essi si pongono l'obiettivo di essere commerciabili a partire dal 2030. Un livello intermedio è rappresentato dai reattori *evolativi* definibili di *Generazione III+*. Il contributo italiano alla Ricerca e Sviluppo del nuovo nucleare, oltre che significativo, si è sviluppato lungo linee coerenti con le più attuali tendenze e si è concretizzato, in particolare, con la partecipazione a tre programmi internazionali: il reattore *IRIS (Generazione III+)*, il reattore veloce a piombo (*IV Generazione*) e i sistemi nucleari dedicati per il *bruciamento* degli attinidi (*GNP*).

Competenze industriali e scientifiche nucleari in Italia

Il livello della presenza industriale e scientifica in Italia è indubbiamente molto diverso da quello degli *anni d'oro* nel periodo '55-'80, ma le competenze fondamentali sono rimaste, attraverso la partecipazione delle aziende ad attività nucleari all'estero e degli enti di ricerca e delle università a progetti internazionali. Tra le principali aziende italiane tuttora impegnate in alcuni punti-chiave nel sistema nucleare, sono da citare, tra le principali, Ansaldo Nucleare per l'engineering, Mangiarotti Nuclear per la fabbricazione di componenti, SOGIN per il decommissioning, Nucleco per la gestione dei rifiuti ed ENEL per la generazione di energia elettrica. Anche sul versante della ricerca e sviluppo sono rimasti attivi negli anni del *black-out nucleare* alcuni attori-chiave: ENEA, SIET, CESI Ricerca e le Università con corsi nucleari, consorziate in CIRTEN.

Il contesto normativo e regolatorio e il percorso autorizzativo

Già dagli anni '60 l'Italia si è dotata di un sistema normativo e giuridico di riferimento. In particolare la legge 1860/62 sull'utilizzo pacifico dell'energia nucleare disciplinava in modo completo il settore e attribuiva al CNEN il ruolo di regolatore. Come è noto, i risultati del Referendum del 1987 e la successiva decisione del Parlamento portarono alla chiusura del programma elettronucleare e delle centrali in funzionamento e in costruzione. Occorre però evidenziare come le norme abrogate in sede referendaria non riguardassero la disciplina afferente al procedimento di autorizzazione, costruzione ed esercizio dell'impianto nel suo complesso. Pertanto, da un'analisi attenta della attuale situazione normativa e regolatoria italiana appare possibile, in linea di principio, da un punto di vista giuridico, l'avvio di un nuovo programma per la costruzione di centrali elettronucleari, cioè il percorso autorizzativo è garantito, anche se farraginoso.

Pertanto, appare ragionevole l'adozione di un *atto politico di indirizzo*, che preveda anche il ricorso alla fonte nucleare e soprattutto appare opportuna l'emanazione di un nuovo testo legislativo, che renda attuabili i contenuti dell'atto di indirizzo e che disciplini in modo organico la localizzazione delle nuove centrali elettronucleari, il ruolo dell'organismo di controllo, la gestione dei rifiuti radioattivi, il *decommissioning* degli impianti, le misure incentivanti e compensative per gli operatori e per le comunità locali.

Caratteristiche dei siti

L'identificazione di possibili siti per impianti elettronucleari è un processo molto importante e di non banale soluzione, destinato ad influenzare in modo decisivo le operazioni di autorizzazione e costruzione e quindi, per i costi associati, l'intera vita dell'impianto stesso. Tale scelta include diversi aspetti relativi sia alla sicurezza del pubblico, sia alla salvaguardia ambientale. Inoltre, ci sono i requisiti ingegneristici e di progettazione dell'impianto stesso, in relazione alle caratteristiche del sito, così come gli obblighi di tipo legislativo ed istituzionale nei confronti delle autorità competenti. Pertanto, il progetto di un impianto nucleare ed in particolare la sua caratterizzazione in termini di sicurezza è strettamente connesso al sito in cui esso si trova.

La gestione dei rifiuti

La strategia per la gestione a lungo termine dei rifiuti radioattivi è di primaria importanza per tutti i Paesi, ma ancor più per l'Italia, che sta rivedendo la propria politica a favore del *nucleare*: non si può proporre all'opinione pubblica la costruzione di nuove centrali nucleari se contestualmente non si dimostra di sapere affrontare con efficacia e sicurezza il problema dello smaltimento delle scorie radioattive. In Italia allo stato attuale non esiste un deposito di smaltimento e i rifiuti radioattivi sono in deposito temporaneo presso i siti nucleari dove sono stati prodotti. Man mano che i programmi di smantellamento andranno avanti, questa situazione diventerà sempre meno sostenibile. Senza contare che è atteso il ritorno in Italia dei rifiuti radioattivi e materiali nucleari provenienti dal ritrattamento del combustibile irraggiato, già inviato in Inghilterra (Sellafield) e in corso di trasferimento in Francia (La Hague). Sono stati fatti diversi tentativi da parte del potere pubblico per risolvere il problema. Attualmente sta lavorando al riguardo un Gruppo di Lavoro e il nuovo Governo sembra intenzionato ad accelerare la decisione.

Insedimento e territorio

Per una ripresa del nucleare in Italia è necessario anche esaminare i contenuti e le modalità con cui procedere alle compensazioni alle popolazioni per le quali i benefici della localizzazione di una centrale

potrebbero non compensare i disagi. Tali interventi dovrebbero riguardare, anche sulla base di esperienze pregresse, italiane e straniere: *la formazione, l'informazione, le agevolazioni tariffarie, le forniture privilegiate, i servizi alla persona, il controllo dei prezzi, gli interventi per la salvaguardia dell'ambiente.*

L'opinione pubblica italiana sull'energia nucleare

Le reazioni dell'opinione pubblica italiana sull'energia nucleare sono state analizzate mediante uno studio sui risultati di indagini condotte dall'istituto di ricerca *GfK Eurisko* di Milano e resi disponibili per questo rapporto. L'opinione pubblica oggi mostra contemporaneamente notevoli buchi e incertezze conoscitive circa lo stato del nucleare in Italia e una marcata disponibilità ad affrontare il tema in termini post-ideologici e propositivi, considerate le criticità della situazione economica ed energetica. Per rispondere alla disponibilità evidenziata dall'opinione pubblica occorre lo sviluppo di un progetto di comunicazione complesso in grado di prospettare risposte convincenti su almeno quattro questioni di base tuttora aperte: i) la finalità e i contenuti del messaggio, ii) la designazione del/i pubblico/i di riferimento, iii) l'approntamento e la gestione di una rete di mezzi di comunicazione (specificati nei tempi e nelle finalità) e iv) l'articolazione della domanda di informazione e di partecipazione co-presenti nell'opinione pubblica.

La percezione del rischio

Per il successo di un programma nucleare è necessaria la costruzione di un sistema di analisi e gestione dei rischi, sui modelli presenti nei Paesi in cui centrali elettro-nucleari sono, da anni, un modo normale di generare energia elettrica. Partendo dalla disamina del rischio, dell'avversione al rischio e della percezione dei rischi, le analisi fatte indicano che lo stato di informazione gioca il ruolo predominante. Nel caso del settore nucleare, la specificità dei rischi che coinvolgono ed evocano conseguenze potenzialmente catastrofiche (incidente di *Chernobyl*) e poco identificabili (sorgenti radioattive) portano ad una percezione polarizzata verso le conseguenze degli accadimenti ed a non considerare, invece, la loro bassa probabilità di accadimento. Occorre costituire un sistema di analisi dei rischi, che permetta al decisore, al regolatore e all'investitore di avere un'informazione il più completa possibile sui rischi in gioco. Sono anche stati sviluppati in ambito scientifico metodi che consentono di introdurre un processo di decisione che sia considerato *equo* (metodologie di *consensus building*).

Un possibile modello economico e industriale

Oggetto dell'analisi sono state le problematiche e le opportunità connesse all'assetto del mercato dell'energia. Gli operatori che realizzeranno

gli impianti e quelli che ne utilizzeranno l'energia prodotta sono molteplici. È ben noto inoltre che la lunga durata degli impianti è valutata anche con un'impostazione istituzionale che non è in grado di esprimere segnali di prezzo di medio e lungo termine. La necessità di prevedere il prezzo di cessione futuro dell'energia, in mancanza di un mercato a lungo termine finanziario e fisico, potrebbe portare le imprese elettronucleari a preferire soluzioni di corporate specifiche nelle quali un insieme eterogeneo di soggetti investe nel progetto di costruzione nucleare, o all'utilizzo di contratti a lungo termine tra produttori elettronucleari ed utilizzatori finali. Nel primo modo, non solo le imprese energetiche, ma anche i grandi utilizzatori di energia elettrica ed i distributori, partecipano al finanziamento della centrale tramite mezzi propri. La seconda metodologia, come anche la prima, permette di ridurre le asimmetrie informative, favorendo la propensione dei finanziatori che avrebbero maggiori sicurezze sulla effettiva cessione dell'energia prodotta ad un prezzo sufficientemente equo.

Proposte e linee di azione

In conclusione si possono sintetizzare alcune proposte e linee d'azione circa le condizioni per una ripresa partendo dall'*Assetto legislativo ed autorizzativo*, per passare poi agli *Aspetti finanziari*, e terminare con il *Ruolo delle Istituzioni e dei Privati*. Per il primo aspetto appare opportuno un *restyling* dell'attuale sistema legislativo che regoli le attività nucleari. Esso dovrebbe dare vita ad un accentramento dei diversi compiti in un'unica *Agenzia Nucleare*. Inoltre, sarebbe necessario introdurre una procedura certa al fine dell'approvazione dei siti e delle tecnologie utilizzabili. Per raggiungere tale obiettivo occorre un processo unificato di autorizzazione, che porti all'accorpamento delle diverse autorizzazioni necessarie. Per gli aspetti finanziari, l'assetto attuale di mercato prevede segnali di prezzo solo di breve periodo; questa limitazione andrebbe superata con l'introduzione di mercati fisici e finanziari di lungo periodo, per evitare un investimento sub-ottimale nella tecnologia nucleare, la quale prevede periodi di *pay-back* superiori a quelli delle tecnologie a gas naturale. Inoltre, è necessario rivedere la disciplina sulla responsabilità da incidente nucleare circa un incremento dei massimali coperti ed una migliore suddivisione dei rischi all'interno dei diversi operatori. Le istituzioni, oltre a dare vita ad un sistema normativo stabile, dovrebbero intervenire sulle esternalità connesse al nucleare. In particolare, dovrebbero definire una *road map* che porti all'identificazione di una soluzione finale al problema dei rifiuti nucleari. In questo campo sono già state fatte delle indagini geologiche particolareggiate, ma al contempo non è stato messo in atto un coinvolgimento della popolazione e questo ha dato vita ad una distorsione del rischio percepito in tema di rifiuti e alla non accettazione dei siti identificati.

Si ringraziano:

Politecnico di Milano, Università Bocconi, Università degli Studi di Milano-Bicocca, Università degli Studi di Milano, Università Cattolica del Sacro Cuore, Fondazione AEM, Fondazione Edison, Regione Lombardia

Estensori del rapporto

Premessa	Ennio Macchi
Energia nucleare oggi	Clara Poletti, Arturo Lorenzoni
Programmi internazionali	Carlo Lombardi
Competenze industriali e scientifiche	Marco Ricotti
Contesto normativo	Laura Ammannati
Percorso autorizzativi	Marinella De Focatiis, Leonardo Santi
Caratteristiche dei siti	Marco Ricotti
Gestione dei rifiuti	Marco Ricotti, Francesco Troiani, Alfredo Luce
Insediamiento e territorio	Lanfranco Senn, Piergiorgio Berra
Opinione Pubblica	Claudio Bosio, Guendalina Graffigna, Edoardo Lozza
Percezione dei rischi	Emanuele Borgonovo
Condizioni per una ripresa	Massimo Beccarello, Andrea Villa
Considerazioni finali	Alessandro Clerici

Coordinatore scientifico: Marco Ricotti

Gestione del Progetto: Silvio Bosetti

Coordinatore editoriale: Carlo Lombardi

Contatti Fondazione EnergyLab:

P.zza Trento 13 - 20135 Milano Tel. 02/7720.5265 info@energylabfoundation.org