Memoria dell'Istituto Bruno Leoni

Nell'ambito dell'Indagine conoscitiva sul ruolo dell'energia nucleare nella transizione energetica e nel processo di decarbonizzazione

Commissioni Riunite (VIII e X)

Camera dei Deputati

22 gennaio 2025

L'Istituto Bruno Leoni

L'Istituto Bruno Leoni (IBL) è un think tank che svolge attività di ricerca e comunicazione volte a promuovere i valori della libera impresa e della libertà di mercato. IBL si è spesso occupato di temi legati alla politica energetica e climatica, alla riduzione delle emissioni e al ruolo dell'energia nucleare. Il presente documento espone alcune considerazioni relative agli aspetti economico-finanziari dell'energia nucleare e al modo in cui impianti elettronucleari possono essere finanziati all'interno di un mercato liberalizzato dell'energia elettrica.

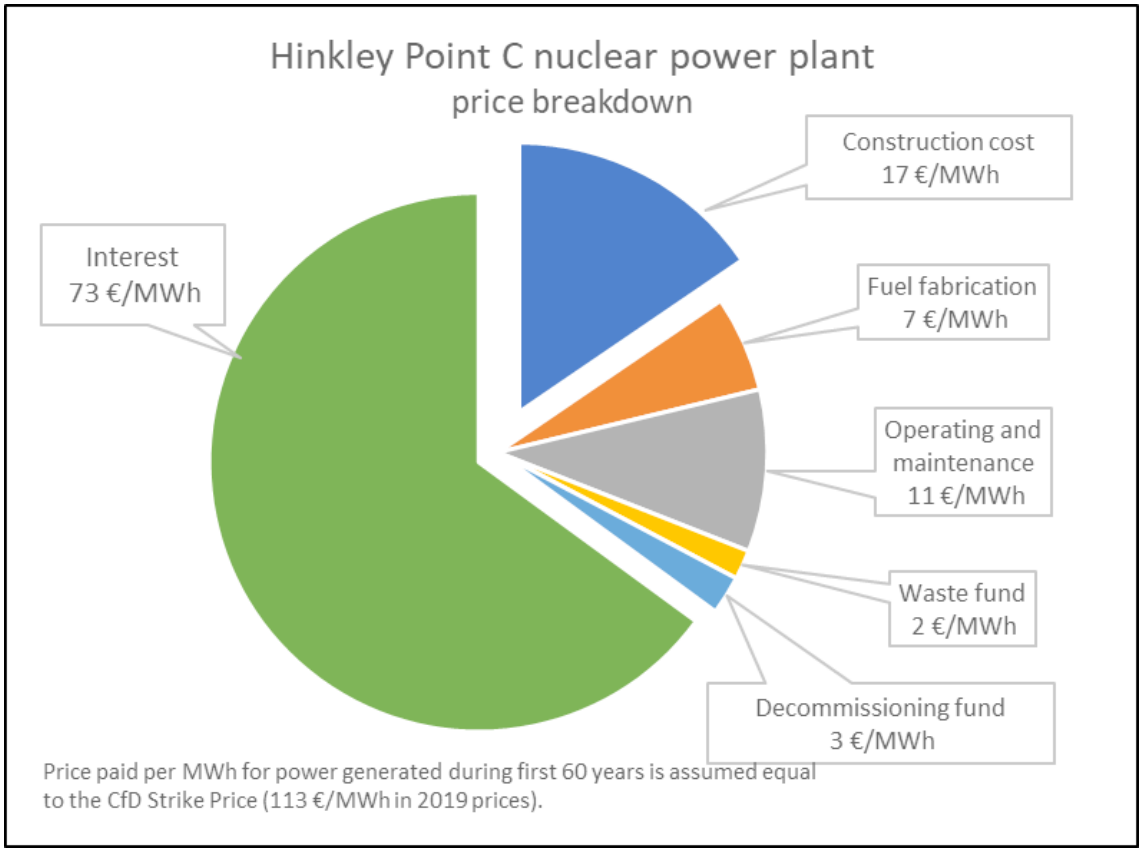
Le caratteristiche economico-finanziarie degli impianti nucleari

Il nucleare è la principale fonte di energia elettrica decarbonizzata nell'Unione europea: nel 2022 ha rappresentato il 21,6 per cento della generazione elettrica europea, contro il 14,9 per cento dell'eolico e il 7,4 per cento del fotovoltaico. Tuttavia, questo primato è legato a investimenti effettuati in gran parte nel corso degli anni Settanta e Ottanta. Dal 2000 a oggi, il contributo del nucleare si è ridotto sia in valore assoluto sia in termini relativi, mentre quello delle fonti rinnovabili è cresciuto rapidamente.

Dietro il calo del nucleare vi sono ragioni sia politiche sia economiche e finanziarie. Le une hanno a che vedere con la scelta di alcuni Paesi, tra cui l'Italia (dopo il 1987) e la Germania (dopo il 2011), di spegnere gli impianti nucleari esistenti e di non costruirne di nuovi (scelta oggi messa in discussione in entrambi i Paesi). Le altre dipendono invece dal cambiamento nel disegno istituzionale dei mercati.

Il nucleare è caratterizzato dall'elevata incidenza dei costi fissi, mentre i costi variabili hanno un peso inferiore. In particolare, a condizionare il costo medio unitario dell'energia prodotta da impianti nucleari è l'investimento iniziale e, dunque, le condizioni del suo finanziamento (Osimani e Tripputi, 2022). A titolo di esempio, la Figura 1 riporta gli esiti di una recente stima sulla composizione del costo medio di generazione dell'impianto di Hinkley Point C, attualmente in costruzione nel Regno Unito.

Figura 1. Composizione del costo medio attualizzato dell'energia nucleare dall'impianto di Hinkley Point C.



Fonte: van Dorp (2019).

La forte dipendenza dal costo di investimento iniziale, e i lunghi tempi di costruzione dell'impianto, determinano una forte incertezza sulla possibilità di generare ritorni sufficienti a ripagare l'investimento stesso. Inoltre, anche a seguito della accresciuta sensibilità sociale per i rischi dell'energia nucleare, nel tempo i requisiti regolatori e di sicurezza si sono fatti più restrittivi, con impatti sia sui costi di costruzione e di progetto dei nuovi impianti (Lovering et al., 2016). La liberalizzazione del mercato elettrico, avviata negli Stati membri dell'Unione europea a partire dalla seconda metà degli anni Novanta, ha determinato un ambiente economico nel quale il rischio di investimento non è più socializzato (come nei precedenti regimi di monopolio pubblico verticalmente integrato), ma poggia sulle spalle degli investitori. Questo ha scoraggiato nuovi investimenti in una tecnologia con queste caratteristiche, a fronte dell'incertezza e della volatilità dei prezzi futuri, a maggior ragione in un contesto che era già caratterizzato dalla presenza di una elevata capacità di generazione da parte di impianti con caratteristiche analoghe a quelli nucleari (Clò, 2010).

La rarefazione degli investimenti ha contribuito, da un lato, alla perdita di *know how* e, dall'altro, alla perdita di scala da parte delle società produttrici di tecnologia. A questo problema gli operatori hanno risposto cercando economie di scala nella dimensione degli impianti, ma questo ne ha reso la progettazione e la realizzazione sempre più complesse. Questi fattori, assieme al citato incremento dei costi regolatori, ha determinato una crescita dei costi medi di realizzazione degli impianti, soprattutto nei Paesi occidentali, mentre il fenomeno è stato meno evidente in altre economie (come la Cina) che hanno avviato campagne di realizzazione di nuovi impianti su larga scala (si veda, per esempio, il recente rapporto dell'Agenzia internazionale per l'energia: IEA, 2025).

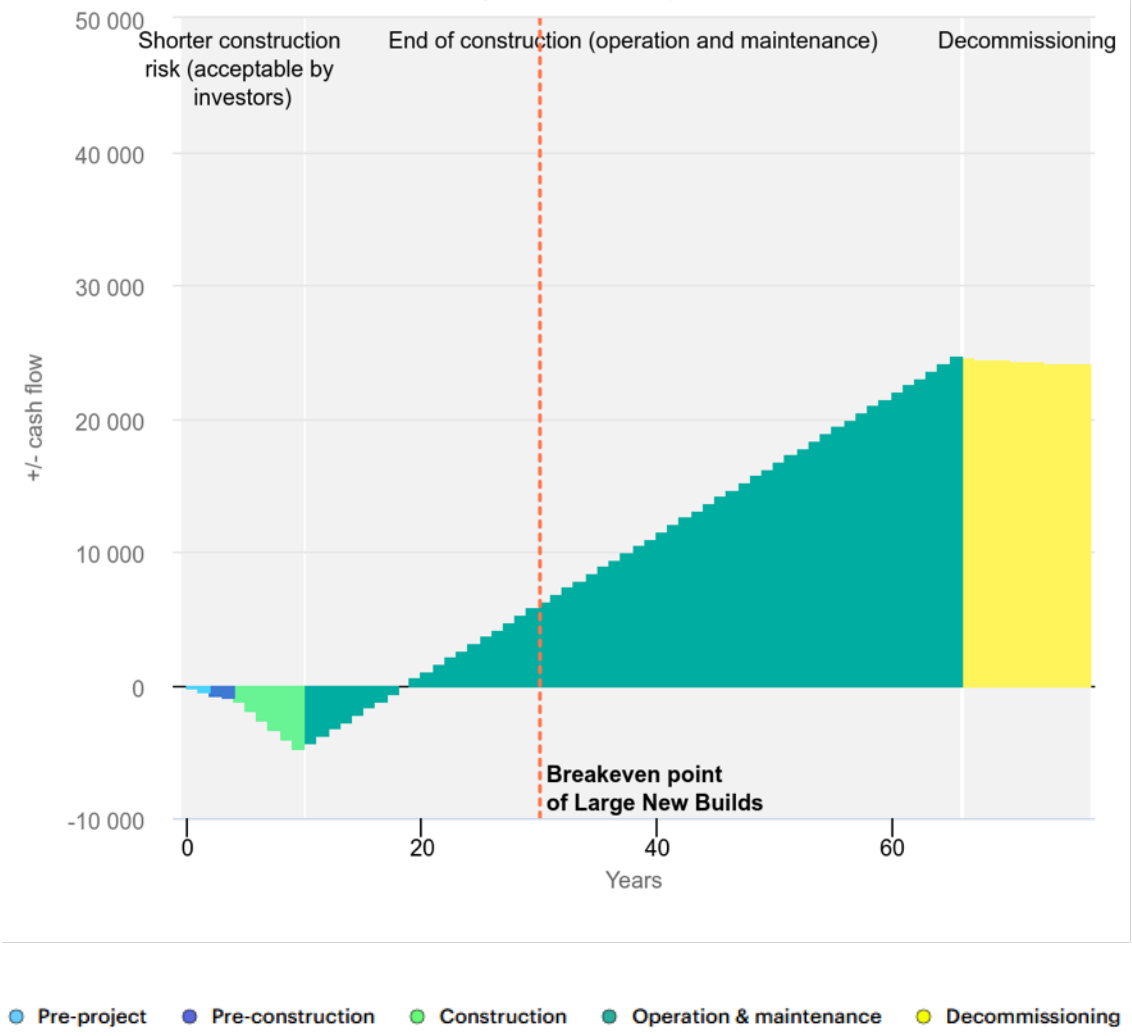
Rispetto al passato, sono intervenuti alcuni cambiamenti che possono favorire gli investimenti nell'energia nucleare. In primo luogo, la flotta di impianti nucleari esistenti sta raggiungendo un'età avanzata, che impone ai Paesi attualmente dipendenti da tale fonte (come la Francia) di interrogarsi sulla loro sostituzione. Secondariamente, l'obiettivo della decarbonizzazione ha acquisito crescente importanza, determinando una sempre più forte attenzione per le tecnologie in grado di generare energia low carbon. L'enfasi sulla decarbonizzazione ha inizialmente determinato una forte spinta verso la realizzazione di fonti rinnovabili, che sono cresciute anche per l'effetto combinato di generosi incentivi erogati dagli Stati e della straordinaria riduzione dei costi che si è osservata a livello globale (andata di pari passo alla crescente dominanza cinese nel settore). Tuttavia, e questo è il terzo punto, le fonti rinnovabili – in particolare quelle che hanno avuto l'espansione più significativa, eolico e fotovoltaico – non sono programmabili e sono solo parzialmente prevedibili. Ne segue che – in assenza di soluzioni su larga scala per l'accumulo di energia in eccesso – esse mal si prestano a fornire il c.d. carico di base. Tale fattore è particolarmente rilevante di fronte all'esigenza di alimentare un settore industriale come quello italiano. Il progresso tecnologico e la riduzione dei costi nel settore degli accumuli sono fattori determinanti per la decarbonizzazione, ma al momento non sono sufficienti a risolvere il problema della piena decarbonizzazione del settore elettrico. E questo problema è particolarmente rilevante se si considera che proprio l'elettrificazione dei consumi è considerata, a livello europeo e nazionale, uno dei pilastri della strategia per raggiungere la neutralità climatica. Di conseguenza, la crescita attesa dei consumi elettrici e la necessità di fornire energia elettrica decarbonizzata per soddisfare il carico di base nel corso dell'anno (inclusi i momenti o i giorni in cui le principali fonti rinnovabili non sono in grado di erogare potenza sufficiente) fa del nucleare un tassello fondamentale per raggiungere la neutralità carbonica in un contesto di contenimento dei conti (IEA, 2022; 2023; 2024; 2025). Sempre secondo l'Agenzia internazionale dell'energia, il ruolo del nucleare è tanto maggiore quanto maggiore è la volontà di riduzione delle emissioni – e dunque massimo nel percorso verso net zero.

Il ruolo dei c.d. Small Modular Reactor

Ne segue che il nucleare si colloca al crocevia tra due esigenze: da un lato accelerare l'elettrificazione dei consumi e la decarbonizzazione dell'energia elettrica; dall'altro creare condizioni favorevoli all'investimento in fonti di energia decarbonizzata e continuativa nel tempo. L'esperienza italiana ed europea con varie forme di supporto pubblico (in particolare, con le fonti rinnovabili) scoraggia di perseguire questa strada, che ha determinato nel tempo extracosti e rincari della bolletta elettrica (per l'incidenza degli incentivi sul costo dell'energia elettrica, si veda, per esempio, ACER e CEER, 2024).

La strada maestra è dunque quella della riduzione dei costi della tecnologia. Sotto questo profilo, la novità potenzialmente più interessante viene dai c.d. *Small Modular Reactors*, reattori cioè di piccole dimensioni che possono essere prodotti "in serie" e realizzati "in fabbrica" anziché "in sito". Ciò favorisce tanto la riduzione dei costi, quanto dei tempi, quanto dei rischi finanziari (Osimani e Tripputi, 2022) (Figura 2).

Figura 2. Profilo finanziario dell'investimento in un SMR (assumendo parità di costo per MW con impianti di grandi dimensioni).



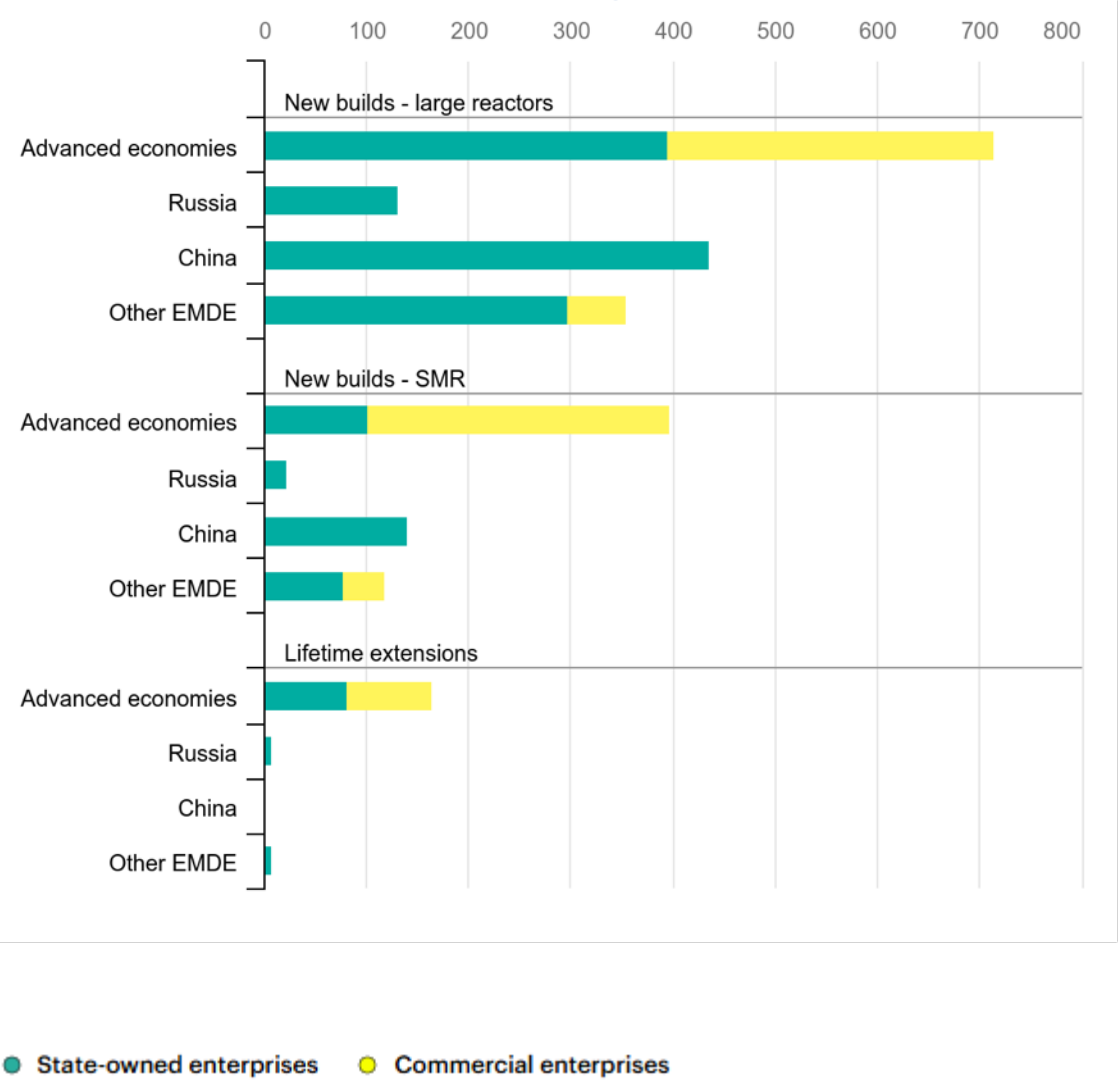
Fonte: IEA (2025).

L'Agenzia internazionale per l'energia svolge un esercizio interessante assumendo la parità di costo su base unitaria con gli impianti di grandi dimensioni e mostra come la più ridotta dimensione (e dunque il minore fabbisogno di capitali) possa facilitare l'investimento in nuovi impianti nucleari di piccole dimensioni anche nei contesti concorrenziali e liberalizzati: "il tempo di ritorno di un investimento in un SMR può ridursi ad appena dieci anni rispetto ai tipici 20-30 anni dei progetti convenzionali, grazie ai minori periodi pre-progettuali e di costruzione e ai minori costi di finanziamento. Riducendo il tempo di ritorno e generando dei ricavi prima, gli SMR possono liberare capitale per nuovi progetti, dando spinta al mercato" (IEA, 2025: 95).

Queste caratteristiche spiegano anche il maggiore coinvolgimento di attori privati rispetto a soggetti statali nel ciclo di investimento che sta iniziando negli SMR (Figura 3). Questo comporta anche l'esigenza di rafforzare l'attuale quadro normativo di riferimento, riconoscendo nel nucleare una facoltà di investimento e creando condizioni perché gli investitori possano allocare le proprie risorse a tale fonte, finanziando autonomamente le proprie iniziative e assumendosene il rischio. Una possibile fonte di mitigazione del rischio può, a tal proposito, venire dalla conclusione di contratti di fornitura di lungo termine con grandi consumatori industriali (PPA), i quali potrebbero ricevere varie forme di sostegno in

modo tecnologicamente neutrale (riconoscendo, cioè, le medesime condizioni per il nucleare, le fonti rinnovabili o altre tecnologie decarbonizzate), per esempio fornendo forme di garanzia sul rischio di controparte o valorizzando l'abbattimento emissivo derivante dall'energia fornita attraverso il PPA (Stagnaro, 2020).

Figura 3. Investimenti cumulative nell'energia nucleare per fonte dell'investimento e per regione nello scenario Announced Pledges 2024-2050.



In conclusione, il nucleare giocherà certamente un ruolo nella decarbonizzazione a livello globale ed europeo, come suggeriscono sia le indagini delle principali organizzazioni internazionali, sia alcune scelte quali l'equiparazione del nucleare alle altre fonti low carbon nel contesto della Tassonomia (Regolamento (EU) 2020/852 e Atto delegato complementare (EU) 2022/1214). Ma questo richiede estrema cautela nel ricorso a strumenti di supporto esplicito, quali incentivi monetari o forme di garanzia dei prezzi minimi (una criticità che, naturalmente riguarda anche le fonti rinnovabili). Al contrario, è importante sostenere gli sforzi privati sia di investimento, sia di conclusione di accordi per l'acquisto di energia nel lungo termine (Stagnaro e Zorzoli, 2024), in maniera tale da non socializzare il rischio ma lasciare che siano gli operatori di mercato a farsene carico, creando così le condizioni più probabili per raggiungere gli obiettivi ambientali al minor costo e per non determinare l'insorgere di extracosti futuri a carico dei contribuenti o dei consumatori di energia elettrica.

Bibliografia

ACER e CEER (2024), Energy retail - Active consumer participation is key to driving the energy transition: how can it happen? 2024 Market Monitoring Report, settembre 2024.

CLO', A. (2010), *Si fa presto a dire nucleare*, Bologna: Il Mulino.

IEA (2022), *Nuclear Power and Secure Energy Transitions*, giugno 2022.

IEA (2023), *Net Zero Roadmap A Global Pathway to Keep the 1.5 °C Goal in Reach*. 2023 Update, settembre 2023.

IEA (2024), *World Energy Outlook 2024*, ottobre 2024.

IEA (2025), *The Path to a New Era for Nuclear Energy*, gennaio 2025.

Lovering, J.R., A. Yip e T. Nordhaus (2016), Historical construction costs of global nuclear power reactors, Energy Policy, 91: 371-382.

Osimani, C. e I. Tripputi (2022), *Il futuro dell'energia nucleare*, Torino: IBL Libri.

Stagnaro, C. (2020), Dai PPA all'ETS: un approccio orientato al beneficio ambientale, *Energia* 2/2020: 58-64.

Stagnaro, C. e G.B. Zorzoli (2024), Un errore prediligere i Cfd ai Ppa, *Energia* 3/2024: 76-81.

Van Dorp, J. (2019), The Hinkley Point C case: is nuclear energy expensive?, su GenerationAtomic.org