

Prospettive per lo sviluppo dell'energia nucleare

Emilio Santoro

The decision to include electricity production from nuclear sources in the European green taxonomy opens up new scenarios for solving both the climate crisis and that of energy sustainability.

Keywords: *Nuclear energy, European green taxonomy*

Ammettiamolo: dal punto di vista squisitamente psicologico, il problema dell'energia nucleare e della sua accettabilità non riguarda tanto la sua maturità tecnologica. È più che altro una questione di... “cosciezza”.

Soprattutto questi mesi trascorsi nel bombardamento continuo di notizie provenienti dal teatro di un'assurda e sanguinosa guerra (e di bombardamenti tragicamente veri) e il mio coinvolgimento da parte dei mass media per tentare di fornire chiarimenti sui rischi reali di incidenti che possano coinvolgere i reattori presenti nello scenario bellico, mi hanno permesso di approfondire il tema della “paura nucleare”. È un po' come premere su un livido causato da un vecchio trauma: comporta dolore. E noi ci portiamo dentro ancora un grande “ematoma nucleare” non riassorbito: Chernobyl. La guerra in Ucraina ha permesso di mostrare questo aspetto particolare, perché ormai è passata l'equazione: (qualunque) incidente nucleare uguale Chernobyl.

Più volte, in varie interviste, ho cercato di tranquillizzare lettori e ascoltatori sul rischio di “un'altra Chernobyl con catastrofici effetti planetari”. Certo, non ho escluso la possibilità che in un teatro bellico possano verificarsi situazioni di rischio incidentale: mai, fino a ora, si era fatto un folle tiro al bersaglio con un impianto nucleare. Ma ho sempre cercato di dimostrare la quasi impossibilità fisica e tecnologica che un incidente indotto da un bombardamento possa produrre uno scenario “Chernobyl-like”. Per il semplice fatto che i reattori della filiera RBMK che hanno generato quell'incidente nel 1986 non sono (per fortuna!) più attivi. Un malaugurato incidente, anche nella sua espressione più severa, comporterebbe un limitato scenario di contaminazione, sicuramente non transfrontaliero come quello del 1986. Ma non è questa la sede per riproporre i motivi di questa analisi. È il livido Chernobyl che continua a non riassorbirsi e a impedirci di modificare la nostra ottica per renderla più obiettiva possibile.



Come premessa, non affronterò qui la questione del confronto tra la convenienza energetica rinnovabile rispetto a quella nucleare. Dal mio punto di vista, si tratta di un non-problema. Semplicemente perché occorrono (occorreranno) certamente entrambe, in futuro. Come indicato anche dalla IEA (International Energy Agency), sarà la stabilità della rete a richiederlo. L'*Economist*, riferendosi a un report IEA, suggerisce che sarebbe meglio installare le rinnovabili per sostituire la fonte fossile che utilizzare le rinnovabili per sostituire la fonte nucleare. Sembrerebbe una contraddizione logica, ma non è così, a ben vedere. In gioco c'è chiaramente il problema dei costi. Ma a mio avviso l'errore che si fa è di non chiarire di quale tecnologia nucleare si stia parlando.

La tecnologia nucleare evolve in modo darwiniano. Stiamo attraversando il periodo storico che coinvolge un cambio generazionale: si sta passando infatti dalla ormai storica seconda generazione, ancora la più diffusa, alla terza ("plus", tipo EPR, European Pressurized Reactor), con un occhio a quella del futuro, non più evolutiva bensì innovativa: la famosa quarta generazione, una collaborazione internazionale (Generation IV International Forum, "Gen Four") che vedrà la luce fra dieci-quinici anni.

In Finlandia, a Olkiluoto, è operativo un EPR e un altro lo si sta installando in Francia, a Flamanville. Due impianti di terza generazione sono operativi in Cina, a Taishan. A parte la più alta efficienza energetica, la sicurezza di questi reattori è l'aspetto di maggiore importanza, che deriva dall'esistenza di ben quattro sistemi indipendenti di refrigerazione d'emergenza, con la presenza di un "core catcher" per il sequestro e lo stoccaggio di materiale radioattivo fuso in caso di incidente severo. Per quanto riguarda il problema dei rifiuti, in tale contesto aumenterebbe l'efficienza di separazione della componente a maggior radiotossicità per un più ragionevole stoccaggio.

La prospettiva a più ampio raggio, come abbiamo visto, riguarda però la quarta generazione, la cui ingegnerizzazione dovrà fondarsi su una ben

definita filosofia. Si tratta di sistemi nucleari che dovranno essere autorizzati, costruiti e fatti funzionare in maniera tale da poter fornire energia in modo economico, tenendo in debito conto un ottimale uso delle risorse e al tempo stesso affrontando i problemi di sicurezza, dei rifiuti, di resistenza alla proliferazione e le preoccupazioni del pubblico in quei paesi dove tali sistemi verranno impiegati.

L'esigenza per il nucleare di essere "durevole" (cioè di permettere la conservazione delle risorse) è uno dei maggiori obiettivi. La riduzione dei rifiuti e del rischio di proliferazione sono criteri altrettanto importanti quanto la sicurezza e l'aspetto economico. Si possono infatti riassumere principalmente in quattro punti gli obiettivi della quarta generazione:

- *Sostenibilità*: rispetto dei requisiti ambientali, ottimizzazione dello sfruttamento del combustibile, minimizzazione dei rifiuti e riduzione della vita media dei rifiuti a maggior radiotossicità;
 - *Economicità*: bassi costi del ciclo di vita e rischi finanziari competitivi con altre fonti energetiche;
 - *Sicurezza e affidabilità*: eccellenza nei criteri di sicurezza e di affidabilità, bassissima probabilità di danneggiamento del combustibile, eliminazione della necessità dei piani di evacuazione;
- Resistenza alla proliferazione e protezione fisica*: scarsa attrattiva per la diversione del materiale strategico, elevata protezione da attacchi terroristici.

Grande interesse si sta concentrando anche sulla filosofia dei piccoli reattori modulari, i cosiddetti



Small Modular Reactor (SMR). Si tratta di reattori nucleari avanzati con una capacità di potenza fino a 300 MW elettrici per unità (un terzo circa della capacità di generazione dei reattori nucleari tradizionali). Gli SMR, che possono produrre una grande quantità di elettricità a basse emissioni di carbonio, sono infatti:

- *Piccoli*: fisicamente, una frazione delle dimensioni di un reattore nucleare convenzionale.
- *Modulari*: si assemblano in fabbrica sistemi e componenti per trasportarli come unità nel luogo di installazione.
- *Reattori*: si sfrutta la fissione nucleare per generare calore al fine di produrre energia.

Dato il loro ingombro ridotto, gli SMR possono essere collocati in luoghi non adatti alle centrali nucleari più grandi. Le unità prefabbricate di SMR possono essere prodotte e quindi spedite e installate in loco, rendendole più convenienti da costruire rispetto ai grandi reattori di potenza, che sono spesso progettati su misura per una particolare posizione, a volte portando a ritardi nella loro costruzione. Gli SMR offrono risparmi in termini di costi e di tempi di costruzione e possono essere implementati in modo incrementale per soddisfare la crescente domanda di energia. Rispetto ai reattori esistenti, i progetti SMR proposti sono generalmente più semplici e il concetto di sicurezza per gli SMR spesso si basa maggiormente sui sistemi passivi e sulle caratteristiche di sicurezza intrinseche del reattore, come la bassa potenza o la pressione di esercizio. Ciò significa che in questi casi non è richiesto alcun intervento umano o forza esterna per spegnere tali reattori, perché i sistemi passivi si basano su fenomeni fisici, come la circolazione naturale, la convezione, la gravità, etc. Questi maggiori margini di sicurezza, in alcuni casi, eliminano o riducono significativamente il potenziale di rilascio di radioattività nell'ambiente in caso di incidente. Gli SMR presentano un ridotto fabbisogno di combustibile. Le centrali elettriche basate su SMR possono richiedere un rifornimento meno frequente, ogni 3-7 anni, rispetto a 1-2 anni per gli impianti convenzionali. Alcuni SMR sono

progettati per funzionare addirittura fino a 30 anni senza rifornimento.

Una settantina sono gli attuali progetti commerciali di ingegnerizzazione degli SMR che potranno vedere la luce forse entro questo decennio. La vera sfida sta comunque nella dimostrazione della loro reale competitività economica.

La scelta della miniaturizzazione degli impianti nucleari va anche nella direzione dei microreattori, da installare laddove sia impossibile l'utilizzo di qualsiasi altra fonte energetica. È indubbio che il nuovo impulso all'esplorazione spaziale stia dando nuova linfa a questa particolare linea di ricerca nel settore nucleare.

Non si può concludere una panoramica sull'utilizzo della fonte energetica nucleare senza aggiungere qualcosa sull'altra modalità con la quale ottenere energia dalle reazioni nucleari, che prevede non la suddivisione (fissione) di nuclei atomici pesanti, bensì il legame (fusione) tra nuclei più leggeri, come l'idrogeno.

L'ostacolo più importante di questa tecnologia è dato dal fatto che per legare insieme i protoni dell'idrogeno, che hanno carica positiva, occorre tantissima energia. Che si ottiene o scaldando un sistema (plasma) a centinaia di milioni di gradi intrappolandolo in un campo magnetico (fusione a confinamento magnetico) o comprimendo con potentissimi raggi laser una goccia contenente una miscela di isotopi dell'idrogeno (fusione a confinamento inerziale).

Entrambi i sistemi si stanno sviluppando ormai da decenni e poco alla volta ci si sta avvicinando al punto di pareggio tra l'energia spesa e quella ottenuta dalla reazione. L'Europa, con una grande partecipazione italiana, sta costruendo in Francia il reattore ITER per dimostrare la fattibilità scientifica della fusione, mentre negli Stati Uniti, più confidenti nei programmi a confinamento inerziale per il grande impulso dato alla tecnologia laser di ultrapotenza, ha dimostrato proprio un mese fa la fattibilità scientifica della fusione ottenendo al NIF (National Ignition Facility al Lawrence Livermore National Laboratory) il 50% di energia in più rispetto a quella della luce

laser utilizzata. Un risultato storico eclatante, ma in questo computo resta comunque esclusa l'energia utilizzata a monte per accendere i laser. Si è quindi ancora lontani da un punto di pareggio complessivo, anche se il risultato ottenuto dimostra che la fisica della reazione di fusione offre delle grandi opportunità di sfruttamento energetico.

Siamo però ancora all'inizio. Ci vorranno alcuni decenni per una tecnologia fusionista matura. Molto probabilmente, arriverà prima la quarta generazione e di certo gli SMR o i microreattori

troveranno già la loro collocazione nei luoghi o in quei settori energivori ed energeticamente critici. In futuro, in base alla localizzazione e alla domanda, sarà l'integrazione delle diverse fonti energetiche sostenibili, compresa quella rinnovabile propriamente detta, a garantire la continuità del progresso sociale ed economico del pianeta. Nessuna potrà sostituirsi totalmente alle altre. Perché nessun'altra opzione è accettabile per garantire il rispetto dell'ambiente dove vivono otto miliardi di persone che chiedono e che continueranno a chiedere sempre maggiore energia. ●

Luigi De Paoli
L'energia nucleare

Il Mulino, Bologna 2011



Nata sotto la cattiva stella dell'arma che può distruggere il mondo, l'energia nucleare ha sempre attirato grandi consensi e grandi rifiuti. Da qualche anno si parla di "rinascimento nucleare" poiché questa fonte sembra rispondere non solo alla crescente domanda di energia mondiale, ma anche all'esigenza di produrre elettricità senza emettere gas serra. Ma è vero che il nucleare conviene e può contribuire allo sviluppo sostenibile? Oppure il rischio di emissioni radioattive e il problema delle scorie da smaltire ce ne devono tenere lontani? Le risposte a queste domande sono fondamentali anche per decidere se convenga al nostro paese riprendere la strada interrotta più di venti anni fa, dopo i tre referendum del 1987.

Il libro non è aggiornatissimo, ma rappresenta una buona ed equilibrata introduzione a queste tematiche.

Andrea Candela
Storia ambientale dell'energia nucleare
Gli anni della contestazione

Mimesis edizioni, Milano 2017



L'energia nucleare e le relative applicazioni tanto militari quanto civili, da oltre mezzo secolo, circoscrivono uno dei temi più controversi e dibattuti del confronto scientifico, politico e culturale. Una contesa di lunga durata dalle intonazioni spesso aggressive, che schiusasi tragicamente con l'evento "periodizzante" delle Atomiche su Hiroshima e Nagasaki, ha accompagnato senza alcuna soluzione di continuità l'intera fase della Guerra fredda, estendendosi fino alle soglie del nuovo millennio e oltre.

Sulla base di un'ampia documentazione archivistica e rifacendosi ai criteri della storia ambientale, il libro ne ripercorre soprattutto le vicende che hanno punteggiato la complessa stagione del Sessantotto e dei successivi anni Settanta: un periodo storico animato da forti conflitti e violente contestazioni, ma anche dalla piena maturazione, nonché larga diffusione, delle scienze ecologiche.