volerelaluna LA POLITICA PUNTOACAPO

Transizione energetica: il nucleare non è una soluzione

Autore: Angelo Tartaglia

Nell'ambito dell'indagine conoscitiva sul ruolo dell'energia nucleare nella transizione energetica e nel processo di decarbonizzazione disposta dalla Camera dei Deputati, le Commissioni riunite Ambiente e Attività produttive hanno proceduto, il 19 marzo, all'audizione del prof. Angelo Tartaglia, già professore di fisica del Politecnico di Torino (https://webtv.camera.it/evento/24881)*. Nel corso dell'audizione il prof. Tartaglia ha depositato il documento che si allega.* (la redazione)

Impatto climatico. Il modo con cui fino ad ora in maniera prevalente ci si è procurati l'energia nelle forme utili per la vita e le attività economiche ha comportato, come noto, impatti globali sull'ecosistema terrestre che si manifestano, con una rapidità crescente, in forma di cambiamenti dell'assetto climatico globale, con conseguenze cui la biosfera e, in essa, le nostre società non riescono ad adattarsi in tempo utile. La prospettiva, in assenza di drastici interventi, è indicata dalla dinamica dei sistemi complessi come un brusco collasso (o riorganizzazione) del sistema climatico globale coinvolgente la circolazione atmosferica e la circolazione marina, e quindi anche il regime delle precipitazioni. La transizione energetica necessaria pone al primo posto l'obiettivo della decarbonizzazione, ovvero l'azzeramento delle emissioni climalteranti in atmosfera, e, nel contempo, quello della sostenibilità di processi produttivi e modalità di consumo, intendendosi per sostenibilità la capacità di un processo di continuare a svolgersi a lunghissimo termine senza generare effetti collaterali che compromettano le basi materiali stesse che consentono al processo di continuare.

Transizione energetica e sostenibilità possono essere perseguite sul piano tecnologico, ma tale piano non è di per sé sufficiente, quale che sia la fonte di energia considerata, se contestualmente non si interviene anche sul sistema economico-produttivo e sugli stili di vita e di consumo in modo da renderli compatibili con vincoli fisici non negoziabili, quali le leggi di conservazione e quelle della termodinamica dei sistemi complessi.

Decarbonizzazione. La fissione nucleare in sé non produce emissioni climalteranti durante il suo svolgimento, anche se, nel bilancio del carbonio occorre includere tutto il ciclo di vita della materia prima (generalmente uranio, ma potrebbe anche essere torio) che deve essere estratta da miniere, nonché il ciclo di vita della centrale, inclusa la costruzione e poi la dismissione. In questo caso un impatto climatico c'è

Tempi caratteristici. I tempi entro i quali occorre dar vita ad una transizione energetica efficace per prevenire il collasso climatico sono ormai molto ristretti: dell'ordine del decennio. Il nucleare non può di conseguenza svolgere alcun ruolo rilevante per questa finalità in quanto la realizzazione di una nuova centrale con potenze superiori al GW richiede, con valutazione a posteriori di quanto avvenuto per centrali recenti, una quindicina d'anni. Il costo dell'investimento, anche qui basandosi su dati a consuntivo, è

dell'ordine della dozzina di miliardi di €. Considerando il nostro paese, per far sì che il nucleare svolgesse un ruolo sostanziale nell'approvvigionamento di energia elettrica occorrerebbero decine di reattori di taglia tipica delle centrali più recenti, ciascuno con tempi di costruzione e costi dell'ordine di quelli indicati.

Piccoli reattori. Quando si parla di piccoli reattori in realtà ci si riferisce a potenze tipiche dei reattori degli anni '60 e '70 del secolo scorso: centinaia di MW. Perché questi arrivassero ad avere un ruolo importante nel mix energetico nazionale ne occorrerebbero alcune centinaia (fermi restando i tempi di realizzazione per ciascuno incongrui con quelli dell'emergenza climatica).

Piccoli reattori modulari (SMR). Si è ultimamente spesso scritto di piccoli reattori modulari e addirittura di microreattori. Anche in questo caso la taglia (potenza in decine di MW o meno) non è in sé una novità. Comunque, minore la taglia, maggiore il numero necessario: migliaia in questo caso. Quanto alla modularità, anche questa non è una novità. L'idea è stata sviluppata per ovviare ad un problema tipico dei reattori nucleari. La produzione di un reattore non è regolabile a seconda della domanda del momento: è possibile spegnere il reattore (operazione non banale) ma non regolarne la potenza. Di qui l'idea di comporre il nucleo con tante piccole unità di piccola potenza: ogni unità può essere accesa o spenta separatamente e così si riesce a modulare la potenza complessiva del nucleo composito. Non bisogna però cadere nell'illusione di poter comporre reattori "temporanei" in luoghi diversi assemblando occasionalmente numeri variabili di moduli. La fissione avviene in quello che si chiama il nocciolo ma tutto intorno la centrale deve avere le schermature, i sistemi di sicurezza, i sistemi di controllo, i circuiti per la refrigerazione e per l'asportazione del calore che poi servirà a generare l'energia elettrica. Tutto questo non è assemblabile e disassemblabile come il nocciolo e va dimensionato sulla potenza massima. I costi relativi sono la causa che ha portato, nel tempo, verso reattori sempre più potenti e centrali con parecchi reattori in modo da realizzare economie di scala adeguate. Sono anche questi costi, insieme a quelli della gestione delle scorie e dello smantellamento della centrale al termine della sua vita utile, che hanno portato il costo attuale del kWh nucleare a superare quello dei kWh ottenuti da rinnovabili quali il sole o il vento.

Trasporti e sicurezza. A una rete di centrali nucleari corrisponde un sistema di trasporti speciali per far arrivare, quando richiesto, gli elementi fissili freschi (le barre o altro) e portar via quelli esausti. I primi debolmente radioattivi, i secondi altamente radioattivi. I primi in provenienza da impianti di arricchimento dell'uranio siti fuori dal territorio nazionale in paesi internazionalmente abilitati, per via della potenziale valenza militare dell'arricchimento; i secondi destinati all'immagazzinamento in qualche sito temporaneo e poi definitivo o anche, prima dell'immagazzinamento, a qualche impianto di riprocessamento per estrarre il residuo materiale fissile. Questi ultimi impianti sono anch'essi dislocati solo in alcuni paesi per le stesse ragioni valide per l'arricchimento; in sé poi sono molto più impattanti in caso di incidenti. La rete di trasporti speciali diviene più

complessa e delicata al crescere del numero e della distribuzione territoriale delle centrali.

Tipologie di reattori. Si è parlato molto di reattori di “quarta generazione” (quelli realizzati più recentemente sono detti di generazione III+), ma si tratta più che altro di una qualifica “giornalistica”. Esiste un’ampia tipologia di reattori realizzati, sperimentati, progettati, piccoli, grandi, piccolissimi. L’evoluzione nei decenni ha riguardato aspetti tecnologici relativi all’efficienza e alla sicurezza, non tanto al tipo di reattore. In ogni caso, comunque, si tratta di reattori a fissione e la fissione è necessariamente abbinata ai prodotti della fissione stessa: se si spezza qualcosa in due, poi ci saranno i due frammenti.

Le scorie. I prodotti della fissione sono decine di isotopi diversi, tutti radioattivi con tempi di dimezzamento (emivite) diversi. Le scorie però non sono solo i prodotti della fissione. Il materiale fissile, generalmente uranio 235 (U235), rappresenta all’inizio una percentuale minore della barra (o della miscela) in cui avviene la fissione: meno del 10% (un valore tipico è 3,5%). Nella fissione, oltre ai relativi prodotti, si emettono anche dei neutroni, che, oltre ad alimentare la fissione a catena, vengono assorbiti dal mezzo circostante che diviene a sua volta variamente radioattivo (in parte lo era già, nel caso dell’U238, ma in maniera abbastanza debole). Più del 90% del materiale di partenza è U238 e questo, assorbendo neutroni, si trasforma in parte in plutonio 239, a sua volta fissile e con un tempo di dimezzamento di 24000 anni. Aggiungiamo che, siccome i prodotti della fissione sono assorbitori di neutroni, procedendo nel funzionamento a un certo punto la fissione stessa viene interrotta e l’elemento di “combustibile” nucleare deve essere estratto: quando ciò avviene l’U235 è ancora più di 2/3 di quello iniziale. Le scorie, a questo punto, sono composte da un miscuglio di prodotti della fissione e dei materiali variamente radioattivi, in cui gli isotopi fissili erano immersi. Le unità di misura della durata della pericolosità di queste scorie sono i millenni (molti).

Condizionamento delle scorie. In laboratorio, dato un certo radioisotopo, bombardandolo con un fascio di neutroni (meglio se monocromatici: tutti con la stessa velocità) è possibile indurre delle trasformazioni nucleari tali da convertirlo in qualcos’altro con un tempo di dimezzamento inferiore. Se però si ha di fronte un miscuglio di decine di radioisotopi, ognuno con diversa emivita e diversa sezione d’urto (capacità di assorbimento dei neutroni), in cui ogni nucleo è colpito anche dalle radiazioni o particelle provenienti dai nuclei circostanti, la situazione è parecchio diversa. Ad essere molto, ma molto, ottimisti si può sperare di far passare l’unità di misura del tempo di pericolosità dalle migliaia d’anni ai secoli.

Durata della fonte nucleare. Se si dovesse ricorrere in maniera sostanziale e non marginale alla fonte nucleare la durata stimata delle riserve di uranio naturale sfruttabili in maniere economicamente conveniente sarebbe confrontabile con quella del petrolio: decenni.

Transizione energetica per altre vie. A volte si sente o si legge che le “rinnovabili” non

potrebbero da sole coprire le necessità del paese. In realtà i dati dicono che una superficie di pannelli fotovoltaici con rendimento del 20% (oggi si va verso il 30%) pari al 2% del territorio italiano sarebbe sufficiente a coprire tutto il fabbisogno energetico nazionale. È il caso anche di ricordare che più del 7% (si va verso l'8%) del territorio del nostro paese è attualmente coperto da capannoni, piazzali, tetti, massicciate, etc. I tempi di realizzazione di impianti a "rinnovabili" sono molto più brevi di quelli relativi alle centrali nucleari. I costi unitari della realizzazione di impianti a "rinnovabili" sono molto più bassi di quelli di realizzazione e poi gestione degli impianti nucleari. Con le "rinnovabili" non si lasciano alle generazioni future eredità pericolose a lungo e lunghissimo termine.

Vincolo generale. Qualunque sia la fonte (rinnovabili incluse) non se ne viene a capo se non si fa in modo di stabilizzare i flussi di energia.