

## Il nucleare può realmente essere parte dell'energia del futuro?

Tra non molto, l'Europa si esprimerà definitivamente sulla ormai ampiamente dibattuta questione della tassonomia verde. Il 21 gennaio sapremo quindi se gas naturale ed energia nucleare andranno considerate fonti finanziabili in quanto utili alla transizione. Una strada che appare [già segnata](#) pur non trovando un pieno appoggio politico e tantomeno da parte della comunità scientifica internazionale. Pensiamo al Nobel per la fisica Parisi, il quale, in riferimento al nucleare si è detto 'scettico' ad un suo ritorno in Italia. Per non parlare poi della posizione degli ambientalisti, notoriamente e fermamente contraria ad entrambe le possibilità in esame a Bruxelles. In particolare, per quanto riguarda il gas, come abbiamo più volte ribadito, si fa fatica a percepire tale fonte energetica come una mera 'risorsa di transizione' libera da interessi economici: insomma, quanto è realmente necessaria? E quanto è necessario che lo sia per l'una o l'altra industria? Perché di questo stiamo parlando, un combustibile fossile - esattamente come tutti gli altri che numerosi scienziati raccomandano di abbandonare immediatamente - che, tra l'altro, non sembra nemmeno garantire sempre e comunque un significativo taglio nelle emissioni di gas serra. E di cui l'Italia, tra l'altro, potrebbe benissimo [farne a meno](#). Discorso a parte per il nucleare, sul quale ci focalizzeremo. L'energia atomica, indubbiamente 'pulita' quantomeno in termini di gas climalteranti, solleva però ancora tanti dubbi relativi alla sicurezza generale e alla gestione dei rifiuti radioattivi. Per questo motivo abbiamo parlato con il [professor Gianfranco Caruso](#), associato della Sapienza di Roma in Impianti Nucleari. Un punto di vista esperto, sebbene non propriamente super partes, che tuttavia aiuterà a chiarire alcuni importanti e spinosi punti della questione.

### **Salve Professore, l'Europa è ad un passo dall'inserire il gas naturale e l'energia nucleare nella tassonomia verde. Lei che opinione ha al riguardo?**

Concordo con questa proposta della Commissione Europea. Lo scopo fondamentale, del tutto condivisibile, è facilitare la transizione verso un futuro prevalentemente basato sulle energie rinnovabili. L'utilizzo del gas naturale, a breve e medio termine, e dell'energia nucleare può contribuire a dismettere definitivamente le centrali basate su combustibili fossili a maggior impatto ambientale, come quelle a carbone, in attesa che la quota prodotta dalle rinnovabili possa aumentare ancora. Si tenga presente che nel mondo le centrali a carbone forniscono ancora un contributo notevole nella produzione di energia elettrica e ci sono tuttora, soprattutto in Cina, India e in altri paesi decine di centrali a carbone operative e anche in costruzione (la stessa Germania, che ne ha circa 40 operative, nel 2020 ha inaugurato la nuova centrale a carbone Datteln-4). Secondo la IEA (International Energy Agency) il 2021 è stato un anno record per la produzione di energia elettrica da carbone e le previsioni sono che tale situazione si manterrà per i prossimi 3 o 4 anni. Purtroppo la variabilità del prezzo del gas, dovuta principalmente a fattori geopolitici, ma anche di

Il nucleare può realmente essere parte dell'energia del futuro?

carattere tecnico (ad esempio lo spegnimento delle centrali nucleari in esercizio, non solo in via definitiva - come in Germania - ma anche per manutenzione - come accaduto recentemente in Francia per 4 centrali con una riduzione della produzione da fonte nucleare del 10%), e ambientale (d'inverno le ore utili di irraggiamento solare sono limitate) rende il carbone economicamente ancora più competitivo: si veda ad esempio la recente temporanea riaccensione delle centrali a carbone di La Spezia e Monfalcone in Italia. Da un punto di vista puramente tecnico-economico un mix di tutte diverse fonti di energia disponibili meno climalteranti sembra essere necessario, benché ovviamente andrà rimodulato nel tempo con l'obiettivo di ridurre sempre di più le emissioni fino al raggiungimento della condizione Net Zero Emissions. L'inclusione nella tassonomia "verde" non implica l'inevitabile ricorso a queste fonti, ma evita di privarsi a priori della possibilità di poter utilizzare, se ritenuto necessario o utile dai singoli Paesi, una fonte flessibile come il gas o una fonte affidabile e a bassissime emissioni come il nucleare, ed è una scelta che ritengo opportuna.

### **In relazione alla crisi climatica in atto, secondo la sua esperienza, l'energia nucleare potrebbe rappresentare davvero una soluzione a lungo termine?**

L'energia nucleare può rappresentare una parte della soluzione, non la soluzione in sé, fornendo comunque un contributo importante, anche a lungo termine. Risulta difficile ad oggi ipotizzare una soluzione 100% di rinnovabili (di cui una buona percentuale è legata all'idroelettrico che ha scarsi margini di incremento) che sia affidabile, disponibile a richiesta, flessibile, costante e con limitato consumo di suolo quanto sarebbe necessario. Il nucleare può costituire, anche in un futuro più lontano, una base utile, e forse indispensabile, come sottolineato in alcuni degli ultimi [rapporti](#) delle agenzie internazionali, per raggiungere e mantenere gli obiettivi prefissati. Secondo i dati dell'Agenzia Europea per l'Ambiente, la Francia, la nazione più nuclearizzata di Europa, ha avuto nel 2020 un'intensità di produzione di gas serra (quanta CO2 equivalente viene emessa per kilowattora prodotto) pari [a circa](#) 1/6 della Germania, che sta completando l'abbandono del nucleare entro l'anno corrente, malgrado il grande piano di investimenti nelle rinnovabili del governo tedesco.

### **In questo senso, si parla tanto di quarta generazione, ma è realmente una tecnologia matura?**

La quarta generazione non è, oggi, una tecnologia che si possa definire "matura", in quanto non abbiamo già in esercizio impianti nucleari basati su questi principi progettuali. Gli impianti nucleari attualmente in costruzione nel mondo (55 in 19 Paesi, in cui [è prevista](#) la connessione alla rete fra i 2022 e il 2027) sono in gran parte basati sulla cosiddetta "terza generazione" e "terza generazione avanzata" (III+), e sono in parte simili a quelli della

## Il nucleare può realmente essere parte dell'energia del futuro?

seconda generazione (a cui appartiene la stragrande maggioranza degli impianti attualmente in funzione, costruiti negli anni '70 e '80) per quanto riguarda le tipologie di reattori e i componenti di base, ma presentano sistemi di sicurezza all'avanguardia e, soprattutto, fanno sempre più ricorso ai sistemi a sicurezza passiva (il cui funzionamento non dipende da interventi umani o, in generale, da fonti di alimentazione esterne). La quarta generazione si propone di rispondere ai principali quesiti che ci si pongono riguardo all'utilizzo dell'energia nucleare: ridurre le emissioni, l'affidabilità, la sicurezza, la disponibilità delle riserve di combustibile, la minimizzazione delle scorie radioattive, la competitività economica, la non proliferazione ad uso militare. Senza entrare nel dettaglio di ciascuno degli aspetti citati, moltissimi paesi al mondo aderenti al Forum Internazionale Generation IV, nato per iniziativa del Dipartimento dell'Energia degli Stati Uniti oltre 20 anni fa per lo sviluppo di questa nuova generazione di reattori, stanno portando avanti progetti che si trovano a diverse fasi di sviluppo, anche allo scopo di confrontare approfonditamente le 6 diverse idee concettuali che sono state finora selezionate. Quindi, pur con il vantaggio di 80 anni di esperienza nelle tecnologie della fissione nucleare, non abbiamo un progetto di IV generazione "pronto" per entrare in funzione commerciale entro il 2030, ma certamente entro quella data ci saranno diversi prototipi e dimostrativi operativi (ad esempio il progetto Natrium di Terrapower, finanziato da Bill Gates) che daranno delle risposte sugli impianti da sviluppare nel decennio successivo. Sarà perciò possibile dopo quella data coprire il periodo che ci separa dal 2050 e oltre, quando si ritiene che sarà operativo il primo reattore dimostrativo di taglia significativa basato sulla fusione nucleare, tecnologia che sembra incontrare un maggior favore nell'opinione pubblica. A breve termine, comunque, i Paesi che vorranno mantenere o sviluppare una infrastruttura di produzione da energia nucleare possono intanto adottare una tecnologia matura come quella della terza generazione avanzata, di cui esistono diverse tipologie di impianti già in esercizio, o accelerare sui cosiddetti SMR (Small Modular Reactors), piccoli reattori nucleari basati su tecnologie affidabili e già provate e che, nella loro evoluzione, facilitare lo sviluppo della quarta generazione. I Paesi che hanno mantenuto le competenze necessarie sia scientifiche che tecniche e industriali nel settore nucleare (indipendentemente dalla attuale presenza di impianti operativi), riusciranno a cogliere tutte le opportunità che si presenteranno, se le riterranno valide. Per questo motivo l'Italia - comunque coinvolta in diversi progetti europei - dovrebbe aumentare il supporto alla formazione universitaria e alla ricerca in questo settore, per far sì che le eccellenze industriali e di ricerca (ANSALDO, SOGIN, ENEA, per citare le principali) possano mantenere e incrementare le competenze nazionali che, se non altro per motivi anagrafici, rischiano di continuare a ridursi irreversibilmente. Un rifiuto totale e aprioristico dell'energia nucleare, a volte per motivi più ideologici che tecnici, risulterebbe a mio parere controproducente.

Il nucleare può realmente essere parte dell'energia del futuro?

**Ad ogni modo, l'energia nucleare fatica ad essere ben vista dall'opinione pubblica. La percezione del rischio è giusta o esagerata?**

La percezione del rischio è forse esagerata in alcuni Paesi, mentre in altri è maggiormente diffusa una più corretta informazione del rapporto rischi-benefici, anche per tutte le diverse attività umane. Si pensi alla Finlandia, ad esempio, dove l'opinione pubblica è ben informata a livello locale e nazionale ed è in generale favorevole all'utilizzo dell'energia nucleare. Purtroppo, gli addetti ai lavori in molti casi non sono riusciti, per vari motivi, a trasmettere correttamente e efficacemente le informazioni che consentirebbero di creare una opinione più consapevole sul nucleare, anche per l'oggettiva complessità della materia. E, in generale, dire "no" e non approfondire oltre è molto più semplice che dire "sì". Una maggiore diffusione della conoscenza, per partire dalle basi, delle radiazioni e della radioprotezione nei diversi livelli dei processi formativi degli studenti sarebbe sicuramente utile per poter poi approfondire gli aspetti più tecnico-economici della questione. Sapere, ad esempio, che i livelli di radiazione anche estremamente bassi (e ovviamente conoscere i rischi che comportano dal punto di vista degli effetti potenziali), si possono misurare in maniera accuratissima e istantaneamente, contrariamente a quanto accade per molte altre sostanze o fenomeni dannosi che ci circondano, sarebbe molto utile per meglio giudicare alcune affermazioni "assolute" che purtroppo a volte sono riportate sui mezzi di informazione e che, spesso, derivano da estrapolazioni prive di senso. Ritengo quindi che sull'energia nucleare sia importante informare, discutere e confrontarsi, senza ritenere chiuso l'argomento.

**C'è poi la questione delle scorie radioattive. In Italia, saremmo veramente pronti a gestirle se si tornasse al nucleare?**

Dal mio punto di vista, tutte le tecnologie necessarie ad una corretta gestione delle scorie radioattive sono disponibili, sia per il trattamento, il trasporto e lo stoccaggio. In Italia la SOGIN ha il bagaglio di conoscenze necessario e all'avanguardia. Esiste inoltre un'autorità di controllo indipendente (ISIN, Ispettorato Nazionale per la sicurezza Nucleare e la Radioprotezione) che andrebbe nel caso potenziata in termini di risorse umane. Il processo non sarebbe molto diverso da quello attualmente in atto per lo smantellamento delle installazioni nucleari dismesse. I rifiuti radioattivi ad attività molto bassa e bassa, che nell'arco di 300 anni raggiungeranno un livello di radioattività tale da non rappresentare più un rischio per l'uomo e per l'ambiente, verranno smaltiti definitivamente in un Deposito Nazionale (di cui molti Paesi sono già dotati) dove verranno conferiti anche tutti i rifiuti provenienti non solo dal settore energetico, ma anche quelli derivanti dalla ricerca, dall'industria e dalla medicina nucleare, che continueranno comunque ad essere prodotti. Come in molti altri paesi europei, il deposito accoglierà temporaneamente, in una apposita

## Il nucleare può realmente essere parte dell'energia del futuro?

zona i rifiuti a media e alta attività in attesa della disponibilità di un deposito cosiddetto geologico (a circa 500 m di profondità), che costituisce ad oggi la soluzione più idonea per il loro smaltimento definitivo in sicurezza per centinaia di migliaia di anni. Si tenga presente che di questi attualmente solo 400 metri cubi sono rifiuti provenienti ad oggi [in Italia](#) dai residui del riprocessamento del combustibile effettuato all'estero e dal combustibile nucleare non riprocessabile. In caso di riprocessamento del combustibile, per riutilizzare alcuni degli elementi radioattivi più pericolosi in altri reattori (il cosiddetto "ciclo chiuso", previsto anche nella IV generazione) una centrale nucleare da 1000 MW elettrici (che in un anno può produrre 7-8 miliardi di kWh, sufficienti a titolo di esempio ad alimentare più di 2 milioni di abitazioni con un consumo medio di 3500 kWh/anno) produce un volume relativamente esiguo (circa 3-4 metri cubi) di rifiuti vetrificati ad alta attività ogni anno. Non sono certo quantità ingestibili, anche se le centrali fossero 4 o 5, più o meno il numero equivalente alla produzione di energia elettrica da fonte nucleare che importiamo annualmente dall'estero. Per il loro smaltimento definitivo in un deposito geologico, molti Paesi stanno provvedendo alla loro localizzazione sul proprio territorio nazionale (IAEA, Status and trends in spent fuel and radioactive waste management, 2022). In Finlandia è in fase avanzata di costruzione a Onkalo e sarà completato entro i prossimi due anni, la Svezia ha concluso il processo autorizzativo per il sito di Forsmark, la Cina ha iniziato la costruzione di un deposito di prova, la Francia ha individuato il sito ed è in attesa delle ultime autorizzazioni per iniziarne la costruzione; altri Paesi (Germania, UK, Giappone, etc.) sono nelle diverse fasi di selezione e localizzazione. Ad oggi l'Italia, insieme ad altri Paesi europei che hanno un volume limitato di scorie radioattive ad alta attività, potrebbe usufruire della possibilità di conferirli in un deposito geologico centralizzato a livello europeo, ancora da individuare.

**E chi, come la Francia, già ne fa ampiamente uso, come se la cava? [Spedirle in Siberia non vale...](#)**

La Francia ha due depositi per i rifiuti a bassa e bassissima attività, il primo in Normandia, già saturo nella metà degli anni '90 con oltre 500000 metri cubi di capacità, e un secondo in attività nell'area nord-est, nella regione dello Champagne-Ardenne (L'Aube), di oltre 1000000 di metri cubi, più di 10 volte la capacità del deposito previsto in Italia. Questo secondo deposito è stato realizzato con un forte coinvolgimento della popolazione dei comuni circostanti, inizialmente contraria, ma successivamente favorevole dopo una adeguata campagna informativa. Come già detto la Francia ha già individuato il sito per il deposito geologico per i rifiuti a media e alta attività a Bure, sempre nel nord-est, e si è in attesa del decreto di dichiarazione di pubblica utilità, preliminare all'autorizzazione definitiva alla costruzione, che dovrebbe partire nel 2025. La consultazione pubblica ha

Il nucleare può realmente essere parte dell'energia del futuro?

portato a migliorarne la progettazione, introducendo un periodo di prova e la possibilità di renderlo "reversibile" (estraendo i rifiuti depositati). Sul tema della "spedizione in Siberia" non ho sufficienti dettagli per esprimere un giudizio, in quanto l'informazione finora diffusa è relativamente generica. Di quale tipologia di "rifiuti nucleari" si tratta esattamente? Qual è lo scopo di questa eventuale "spedizione"? In assenza di queste informazioni non è possibile esprimersi o concludere se si tratti o meno di un'azione nel rispetto delle norme internazionali.

**In conclusione. In Italia, e nell'area mediterranea in generale, non sarebbe più ragionevole puntare tutto su eolico, solare e sistemi di accumulo energetico?**

È evidente che l'area mediterranea è particolarmente favorita dal punto di vista della disponibilità di alcune fonti rinnovabili. Per quanto detto in precedenza, chi è a favore dell'utilizzo dell'energia nucleare (non solo per la produzione di energia elettrica, ma anche per scopi diversi quali la produzione di calore per usi industriali e civili, la dissalazione dell'acqua di mare, la produzione di idrogeno) ritiene che il contributo delle energie rinnovabili debba inevitabilmente e auspicabilmente crescere parallelamente ad un uso efficiente dell'energia, ma crede anche che esse non potranno da sole risolvere in maniera efficace il problema energetico e climatico, a meno di non intraprendere un percorso di decrescita o a costi - in senso ampio - elevatissimi. Quindi piuttosto che mantenere in funzione o aumentare ulteriormente la produzione di energia da combustibili fossili, sarebbe meglio, a mio parere, dotarsi di una percentuale più o meno significativa, a seconda delle condizioni economiche, sociali e climatiche di ciascun Paese, di produzione da fonte nucleare.

[di Simone Valeri]