

Tech news

(parte 1)

“LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA FISSIONE NUCLEARE”

Autore:
Piero Pizzi, Past VP CDT
Membro Comitato Tecnico-Scientifico
Fisico



Prima di affrontare il tema dell'evoluzione del nucleare occorre suddividere le due tipologie di energia, quella da **fissione del nucleo** e quella da **fusione**.

La fissione nucleare è una reazione in cui un nucleo pesante quale ad es. l'Uranio-235, il Plutonio 239, interagendo con un neutrone, si scinde in nuclei di massa inferiore liberando energia, elementi radioattivi e neutroni veloci. Questi neutroni opportunamente rallen-

tati da un mezzo quale acqua o grafite ed assorbiti in parte da barre di controllo permettono la realizzazione di una reazione a catena controllata in un reattore termico.

La ripartizione delle fonti energetiche nel mondo mostra, come illustrato nella figura sottostante, che l'energia nucleare da fissione partecipa per circa il 10% alla fornitura di energia (fonte Bp Statistical Review of World Energy, giugno 2019).

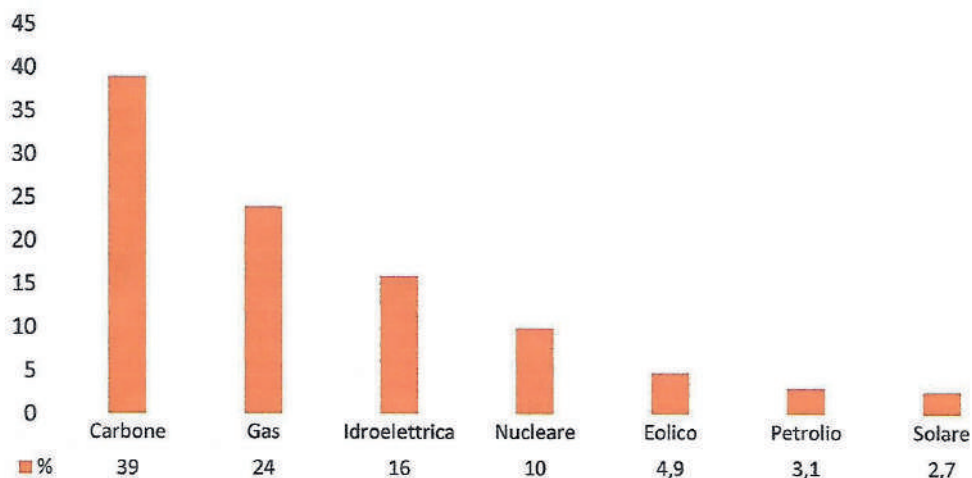


Fig. 1 - Grafico sorgenti energia

Ogni zona del mondo ha le sue tipicità geologiche e geografiche, per cui l'approvvigionamento energetico è legato alle specificità locali.

Del resto, il bisogno di energia elettrica non è costante e si hanno grandi variazioni di potenza richiesta anche nell'arco di una giornata. Per rispondere a queste esigenze occorre avere un mix di fonti energetiche, in particolare in relazione alle fonti rinnovabili. In relazione alle emissioni di **gas serra**, il settore energetico è responsabile del 40% sul totale delle emissioni. In termini di emissioni di gas serra è possibile confrontare l'impatto delle diverse fonti utilizzando la metodologia LCA (Life Cycle Assesment) che permette di fornire un valore di $\text{gCO}_2\text{e-q/kWh}$ per ogni tecnologia.

Il rapporto UNECE (United Nations Economic Commission for Europe) di gennaio 2022 fornisce i seguenti dati, le cui oscillazioni sono legate all'area geografica ed alla tecnologia:

● Carbone	753-1095	$\text{gCO}_2\text{e-q/kWh}$
● Gas naturale	221- 513	„
● Idroelettrico	9-147	„
● Fotovoltaico	8-83	„
● Eolico	7,8-23	„
● Nucleare	5,1-6,4	„

Un'altra caratteristica importante delle fonti energetiche è il "Fattore di capacità" (%) ovvero il rapporto tra energia generata ed energia massima generabile.

Per le diverse sorgenti, esaminando la situazione in Germania che possiede una grande varietà di fonti energetiche, si ottengono i seguenti valori per il fattore di capacità:

● Carbone	51.6 %
● Gas naturale	17,1%
● Idroelettrico	46,1%
● Fotovoltaico	11,3%
● Eolico	21,4%
● Nucleare	86,6%

I bassi valori del "fattore di capacità" delle fonti rinnovabili sono dovuti alla variabilità delle sorgenti naturali del sole e del vento. Per quanto concerne la sicurezza molti sono

stati i disastri ambientali, legati alle fonti energetiche, quali ad esempio quello connesso alla piattaforma marina Deepwater Horizon della Bp nel 2010, causato da una sequenza di errori tecnici e di negligenze per cui si versò in mare la più grande e devastante quantità di petrolio della storia. Un anno dopo si verificò l'incidente nucleare di Fukushima, a seguito di un maremoto sulla costa nord-orientale del Giappone, che pur senza causare morti, fu di elevata gravità per le sue conseguenze. L'onda mise fuori uso i sistemi di raffreddamento per cui i noccioli si surriscaldarono fino alla fusione e fu necessario raffreddare per mesi con sistemi di emergenza.

Altro esempio, ben noto, di disastro nucleare legato alla negligenza, incompetenza tecnica e problemi di progettazione del reattore è quello famoso di Chernobyl nel 1986. Su questo incidente esiste una vasta letteratura tra cui quello scritto da A Leatherbarrow "Chernobyl 01:23:40" che ripercorre i dettagli tecnici, gli aspetti politici ed il modo con cui venne gestito il disastro.

Occorre osservare che il primo incidente nucleare, per fortuna senza conseguenze rilevanti per la salute, fu quello di Three Mile Island presso Harrisburg in Pennsylvania nel 1979. Per quanto riguarda l'energia idroelettrica, l'esempio è quello della diga di Assuan in Africa, costruita negli anni 61-71, in cui il Nilo condusse a così tanti problemi ecologici, morfologici, sociali ed economici da essere di esempio sull'impatto negativo conseguente alla costruzione di grandi dighe. Se ci si riferisce al carbone, oltre alle elevate emissioni il problema è legato alla forte mortalità dei minatori con un tasso elevatissimo, dovuto alla ingestione di polveri, anche se non se ne parla.

Come si vede le fonti energetiche "tradizionali" o quasi comportano rilevanti problemi legati sia alla sicurezza che all'inquinamento per l'uso di fonti fossili.

Malgrado questa criticità, le sorgenti di energia tradizionali rappresentano ancora circa l'80% delle fonti energetiche, mentre

l'eolico ed il solare meno del 8%.

Purtroppo le fonti rinnovabili presentano la forte problematica legata alla mancanza di regolarità nella fornitura, per cui occorre procedere all'accumulo con batterie o supplire con fonti alternative.

Da questo sintetico quadro emerge come in molti paesi si stia ricercando di avere a disposizione in parallelo varie fonti di energia, compreso il nucleare, e si sviluppi quello cosiddetto di quarta generazione per supplire ai problemi di costo e sicurezza, almeno in parte.

Schematicamente gli impianti nucleari sono schematizzabili come segue:

Vedi figura 2

Essenzialmente la configurazione che caratterizza il tipo di reattore riguarda la parte di produzione energia dove avviene la fissione e quella dove avviene la produzione di energia termica. Infatti le due tipologie tradizionali di reattori sono quelli BWR (Boiling water reactor), PWR (Pressurized water reactor), HWR (heavy water reactor) ed AGR (advanced gas cooled reactor); questi ultimi funzionano ad uranio arricchito, moderati a grafite e raffreddati a gas.

Il calore prodotto dalla fissione dell'uranio nel

nocciolo viene utilizzato per la generazione di energia tramite scambiatori di calore e successivo utilizzo in turbina.

Un sistema di sicurezza per lo spegnimento ed il controllo avviene usualmente tramite barre a base di boro, forte assorbitore di neutroni termici, inserite nel nocciolo del reattore. Tali barre possono essere comandate manualmente oppure automaticamente in base alle indicazioni dei rivelatori di radiazioni.

In termini cronologici si sono distinte le seguenti generazioni di reattori.

- **Prima generazione** fino al 1965 (raffreddati a gas)
 - **Seconda generazione** fino agli anni ottanta e che rappresentano la quasi totalità dei reattori attualmente in funzione (raffreddati ad acqua).
 - **Terza generazione**: quelli progettati dal 1985 con maggiore efficienza e sistemi di sicurezza implementati tramite sistemi passivi che intervengono senza operatori (es. reattore europeo EPR).
 - **Quarta generazione**: allo studio nel nuovo millennio (es. mini-reattori modulari)
- A metà 2021, dalla relazione del "World Nuclear Industry Status Report", erano in

SCHEMA STRUTTURA IMPIANTO NUCLEARE

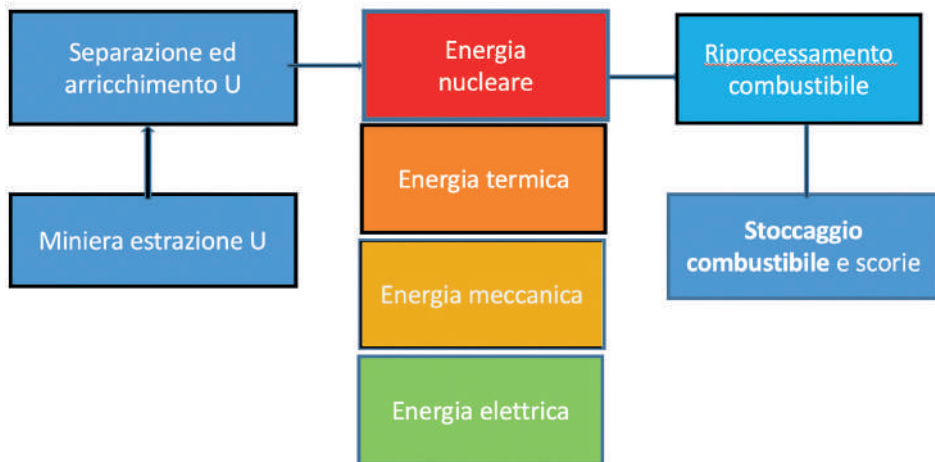


figura 2 - "schema struttura impianti nucleari"

funzione 415 reattori nucleari per una potenza di 369 GW mentre l'eolico 111 GW ed il fotovoltaico 127 GW.

Tra le varie problematiche che riguardano le centrali nucleari, una è quella relativa alla lentezza nella costruzione di un impianto, oltre a quello dei costi di realizzazione.

In sintesi, per quanto concerne il nucleare si possono rilevare i seguenti vantaggi e svantaggi.

Vantaggi

- Basse emissioni di CO₂
- Elevato fattore di capacità
- Energia a basso costo
- Ciclo di vita lungo (40-50 anni)

Svantaggi

- Gestione scorie nucleari
- Sicurezza
- Costi di realizzazione
- Difficile localizzazione a causa dell'opposizione locale
- Località di estrazione dell'uranio (viene estratto essenzialmente in 6 nazioni e principalmente in Australia, Kazakistan e Russia)

Per ridurre alcuni degli svantaggi citati, sono in sviluppo i reattori di quarta generazione ed in particolare i **mini-reattori modulari (SMR)**.

Questi reattori sono sotto i 300 megawatt di potenza e sono derivati essenzialmente dai motori di sommergibili nucleari, sono piccoli, compatti e modulari.

I cilindri di contenimento del nocciolo sono di piccole dimensioni, ed i componenti possono essere costruiti in luoghi diversi per essere poi assemblati in fabbrica e trasportati sul posto anche in luoghi remoti, riducendo i costi di produzione.

Un secondo elemento importante riguarda la sicurezza in quanto occupando circa il 10% di spazio di una centrale tradizionale ed una potenza inferiore hanno un impatto ambientale ridotto, in particolare per il rilascio di radioattività nell'ambiente in caso di incidenti. Inoltre i reattori SMR richiedono un

rifornimento di combustibile ridotto, da 3-7 anni a confronto con i tradizionali (1-2 anni), riducendo pertanto la produzione di scorie. Una variante degli SMR è rappresentata dai micro-reattori, fino a 10 Mwat, che possono essere installati in regioni quasi inaccessibili per altre fonti energetiche o come back-up di altri tipi di fonti energetiche.

La situazione degli SMR è la seguente. La Russia's Akademik Lomonosov ha realizzato il primo SMR galleggiante con una potenza di 35 Mw(e) ed è in produzione dal 2020.

Sono in sviluppo circa 70 progetti di reattori SMR per differenti applicazioni quali produzione di energia, sistemi ibridi, per riscaldamento, desanizzazione ecc. in Argentina, Stati Uniti, Canada, Cina, Russia, Corea del Sud, Francia, Regno Unito con l'obiettivo di produrli entro il decennio (ref. IAEA-International Atomic Energy Agency, nov. 2021).

In particolare è interessante segnalare che a Torino ha sede la Società Newcleo che sta sviluppando in collaborazione con aziende inglesi e francesi un nuovo tipo di reattore veloce raffreddato al piombo e che presenta interessanti obiettivi di riduzione scorie ed aumento della sicurezza intrinseca del reattore.

In Italia la Società Ansaldo Energia ha continuato ad investire nel nucleare sviluppando diverse collaborazioni internazionali ed in particolare nel campo dei mini-reattori ha un progetto in corso in Romania (progetto Alfred) ed uno con Westinghouse in Inghilterra.

Ansaldo ritiene che i primi mini-reattori possano essere introdotti tra il 2025 ed il 2030 ad un costo iniziale di circa 1 Mld. di euro che potrà scendere nei prossimi anni. In sintesi, lo sviluppo indispensabile delle nuove fonti energetiche quali l'eolico ed il fotovoltaico richiede di avere in parallelo sorgenti alternative per compensare anche solo la variabilità del loro comportamento ed in questo contesto il nucleare può rappresentare una interessante soluzione a basso costo e sicurezza particolarmente con i reattori di nuova generazione.