

L'energia delle stelle

Una delle sfide più importanti per un futuro sostenibile è ottenere energia pulita, sicura, in quantità inesauribile, per abbandonare le fonti fossili e contrastare il cambiamento climatico. Per vincere questa sfida, migliaia di scienziati in tutto il mondo lavorano alla fusione nucleare che mira a riprodurre sulla terra il meccanismo che 'accende' le stelle. L'Italia è leader in questo campo, grazie all'eccellenza della comunità scientifica, alla partecipazione a grandi progetti internazionali e a numerose imprese altamente innovative.

DOI 10.12910/EAI2021-068 / ENEA PER LA SCUOLA SECONDARIA DI SECONDO GRADO

di Alessandro Dodaro - Direttore del Dipartimento Fusione e Sicurezza Nucleare

Ricreare l'energia del sole e delle stelle, per produrre energia pulita, sicura, inesauribile, sfruttando lo stesso meccanismo che 'accende' gli astri. È la fusione nucleare, una sfida tecnologica e scientifica che consentirà di abbandonare le fonti fossili e contrastare il cambiamento climatico.

A questa sfida - che richiede tecnologie e materiali di frontiera - stanno lavorando migliaia di scienziati, ingegneri, tecnici e ricercatori di tutto il mondo, dall'Unione Europea a Cina e Giappone, dalla Russia agli Stati Uniti, all'India, la Corea del Sud e la Svizzera. Tutti questi paesi così diversi e talvolta in contrapposizione fra loro sono impegnati nel progetto, ITER - sigla che in inglese significa Reattore termonucleare sperimentale internazionale - per realizzare il primo reattore nucleare 'a fusione'. **Ma prima di andare avanti, va sottolineato un elemento fondamentale: la fusione nucleare non ha niente a che vedere, anzi è l'opposto, della fissione nucleare.**

Nella fissione (nucleare tradizionale) l'energia scaturisce dall'urto fra un neutrone e nuclei di atomi molto pesanti (fissili, quali l'uranio) che si rompono in frammenti più piccoli e producono scorie radioattive. **La fusione nucleare, invece, si basa su un processo del tutto diverso e opposto, senza rischi di incidenti e con pochissimi materiali radioattivi da smaltire¹:** l'energia, infatti, scaturisce dall'unione di due nuclei di elementi molto leggeri

quali ad esempio l'idrogeno, e i prodotti della reazione sono un neutrone e elio, un gas nobile ampiamente utilizzato nella vita quotidiana. Inoltre, la fusione non produce gas serra ed è quindi una tecnologia che contribuisce al raggiungimento degli obiettivi di riduzione delle emissioni di CO₂ e di contrasto al cambiamento climatico. Fra i vantaggi della fusione vi sono anche l'abbondanza e l'economicità e la facilità nel reperire ed estrarre i materiali necessari e l'impatto ambientale praticamente inesistente.

Una caratteristica del processo di fusione è la capacità di autosostenersi energeticamente grazie all'energia prodotta nella fusione stessa; tuttavia, il processo va costantemente alimentato: se l'alimentazione cessa, la reazione si spegne immediatamente. Da qui l'intrinseca sicurezza del Sistema.

Si tratta, quindi, di una tecnologia diversissima da quella utilizzata oggi dalle centrali a fissione attive in paesi come Stati Uniti, Cina, Giappone, Francia, Germania e Regno Unito o quelle del tipo di Chernobyl (dove peraltro, l'incidente avvenne in conseguenza di un insieme di gravi errori <https://www.enea.it/it/seguici/le-parole-dellenergia/fissione-nucleare/la-sicurezza-1/gli-incidenti>).

Una grande opportunità

La fusione nucleare è considerata un'op-

portunità di grande rilievo a livello scientifico, tecnologico ed anche per le ricadute su numerosi altri settori nel campo dell'industria, della salute, dei trasporti solo per citarne alcuni. **Grazie all'impegno e alle attività di numerosi organismi di ricerca e università e ad un'ottima capacità di trasferimento tecnologico verso aziende nazionali in grado di produrre materiali e componenti hi tech, l'Italia è in prima linea in questo campo.**

L'ENEA, in particolare, ha consolidato un ruolo di leadership grazie ad una lunga tradizione in questo settore: coordina il Programma nazionale di ricerca sulla fusione, partecipa ai grandi progetti internazionali ITER e Broader Approach, e ha da poco lanciato un progetto sperimentale denominato DTT, Divertor Tokamak Test, nel quale sono coinvolti ENI e un pool di istituzioni di ricerca e Università. **Le attività ENEA sulla fusione si svolgono nei centri di Ricerca di Frascati e del Brasimone e fanno capo al Dipartimento Fusione e Sicurezza Nucleare** dove lavorano quasi 500 fra ricercatori e tecnologi. A Frascati sono stati realizzati impianti di frontiera come il Frascati Tokamak, il Frascati Tokamak Upgrade, il Frascati Neutron Generator e qui sorgerà il DTT. Qui ENEA sta sviluppando attività nel campo dei materiali superconduttivi per utilizzo industriale, possibili applicazioni nel campo spaziale e della produzione di idrogeno, oltre che macchine per la cura

avanzata dei tumori (protonterapia).

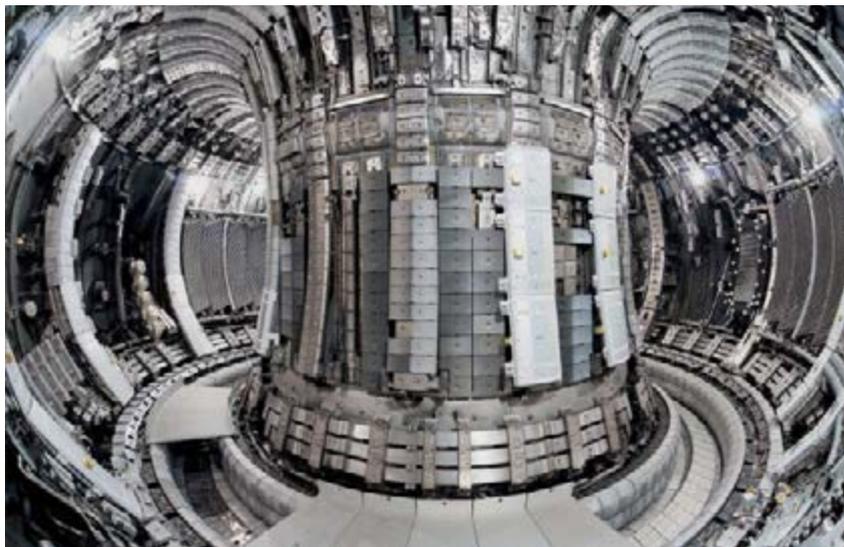
A **Brasimone** la ricerca sulla fusione ha recentemente dato vita anche a due nuovi filoni di attività: la produzione di radiofarmaci, con la prospettiva di realizzare un Polo Nazionale per la medicina nucleare e lo sviluppo di tecnologie avanzate per il monitoraggio e la sicurezza/difesa del territorio. Solo negli ultimi 20 anni nel campo della fusione ENEA ha registrato oltre 50 brevetti.

I grandi progetti internazionali

Il maggior progetto internazionale sulla fusione attualmente in corso è ITER che si sviluppa nell'ambito di una collaborazione tra le sette maggiori potenze economiche (Unione Europea, Cina, India, Giappone, Corea, Russia e Stati Uniti) che rappresentano il 50% della popolazione e l'85% del PIL globale. Tutti questi paesi hanno programmi di ricerca avanzati sulla fusione motivati, in alcuni casi, dalla urgente necessità di accesso a nuove fonti di energia.

ITER è un'opera di estrema complessità, portata avanti da scienziati e ingegneri di numerose nazionalità, etnie, religioni e lingue ed è in fase avanzata di costruzione a Cadarache, in Francia con un investimento di 20 miliardi di Euro di cui circa il 50% sostenuti dall'Unione Europea. L'obiettivo è di dimostrare la fattibilità della produzione di energia da fusione e di avere il massimo ritorno scientifico per poter progredire nei tempi più brevi possibili verso un reattore dimostrativo DEMO.

Un altro progetto di rilievo è stato il **Broader Approach** che ha visto insieme Europa e Giappone per la realizzazione della macchina da fusione "JT60-SA" per svolgere attività complementari in grado di accelerare la realizzazione dell'energia da fusione. L'ENEA ha partecipato alla progettazione di diversi componenti ed ha un ruolo primario nella prosecuzione delle attività.



Vi è poi DTT, un progetto tutto italiano, ideato dall'ENEA in collaborazione con alcune prestigiose Università e centri di ricerca (ENEA (70%), Eni (25%) con il Consorzio CREATE, l'INFN, il Consorzio RFX, Politecnico di Torino, Università della Tuscia, Milano Bicocca, Roma Tor Vergata e, a breve, il CNR) con l'obiettivo di dare risposte ad alcuni dei nodi più complessi sul cammino della fusione e prevede oltre 600 milioni di investimenti di cui 250 di prestito BEI che lo ha inserito tra i Progetti considerati strategici. Le ricadute economiche sono stimate in 2 miliardi di euro con la creazione di circa 1.500 nuovi occupati diretti e nell'indotto. Intorno al DTT – che è in via di realizzazione nel CR ENEA di Frascati - nascerà una vera e propria cittadella internazionale della ricerca, aperta a ricercatori e scienziati di tutto il mondo. Si tratta di una grande opportunità per il sistema della ricerca italiano e per la nostra industria

Le ricadute per l'industria italiana e per altri settori

Nel campo della fusione ad oggi le nostre

imprese hanno vinto oltre 1,3 milioni di euro di commesse, più del 50% del valore totale delle commesse europee per ITER (escluse quelle relative alle infrastrutture civili): l'Italia è quindi nella posizione migliore per sfruttare il ritorno di know-how industriale dalla costruzione di questo impianto di frontiera. Per il futuro l'obiettivo è di conquistare nuovi contratti per centinaia di milioni di euro nei prossimi anni. Fra le nostre imprese spiccano i nomi di: ASG superconductors, CECOM, Delta TI, Ansaldo, Mangiarotti, OCEM Energy Technology, SIMIC, Walter Tosto, Tratos, Criotec, solo per citarne alcune. D'altro canto le ricadute in settori diversi da quello dell'energia sono un chiaro esempio di possibili ulteriori sbocchi della ricerca fusionistica: i treni Maglev, a levitazione magnetica, resi possibili dai progressi nel campo della superconduttività, sono forse il caso più eclatante, ma ve ne sono molti altri che costituiscono un valore aggiunto inestimabile.

Per info: alessandro.dodaro@enea.it

1. L'unico materiale radioattivo è all'interno della camera di reazione che non ha contatti con l'esterno.