La ricerca sulla fusione termonucleare. Di cosa si tratta?

Nel Sole l’idrogeno si fonde in elio. L’energia liberata da questo processo sostiene la vita sulla terra. L’obiettivo della ricerca sulla fusione è riprodurre, in maniera controllata, processi analoghi a quelli che si verificano nel Sole per ottenere una fonte praticamente inesauribile di energia, sicura e compatibile con l’ambiente.

Perchè ciò accada, è necessario affrontare impegnative sfide scientifiche e tecnologiche per arrivare al futuro reattore a fusione.

L’Europa ha elaborato una precisa strategia, per la realizzazione dell’energia da fusione” con programmi definiti affidati a università, laboratori di ricerca e industrie.

Tra questi la realizzazione di **ITER**, **il primo reattore sperimentale, l’unico esperimento al mondo in collaborazione mondiale** , già in costruzione in Francia nel quadro di una joint venture tra Europa, Giappone, Russia, Stati Uniti d’America, Cina, Repubblica di Corea e India, che dovrà dimostrare la fattibilità scientifica e tecnologica della produzione di energia da fusione controllata a confinamento magnetico. In parallelo è svolto un programma europeo di accompagnamento che sfrutta esperimenti satelliti, **al quale partecipa con un ruolo di primo piano il Consorzio RFX di Padova**.

**A Padova, la ricerca sulla fusione con il Consorzio RFX**

Costituito nel 1996 da CNR, ENEA, INFN, Università di Padova, Acciaiere Venete Spa, il Consorzio RFX, con un gruppo di circa 150 persone, svolge attività di ricerca sulla fusione termonucleare controllata con due principali linee di attività:

* Partecipa al programma Euratom conducendo studi sui plasmi con l’esperimento RFX-mod (**Progetto RFX**).
* Contribuisce al progetto mondiale ITER con lo sviluppo e costruzione a Padova del prototipo dell’iniettore di fasci di neutri per il riscaldamento del plasma di ITER (**Progetto NBTF**) e alle attività di “Broader Approach”, per la realizzazione di impianti satelliti di ITER nel quadro di una collaborazione tra Europa e Giappone, con lo sviluppo di componenti per la macchina JT-60SA in costruzione a Naka (Giappone).

Vedi depliant.

**Il Progetto internazionale NBTF è la GRANDE NOVITA’ della ricerca sulla fusione a Padova.**

Innovare l’Italia contribuendo a ITER

C’è un passo avanti, importante, **nelle ricerche sulla fusione nucleare svolte dall’Italia che, a Padova, sta realizzando il componente che dovrà garantire le temperature necessarie a sostenere le reazioni di fusione del plasma di ITER**. In poche parole, l’accendino che riscalderà il plasma del futuro reattore sperimentale a fusione in costruzione in Francia in una vasta collaborazione mondiale.

C’è da esserne orgogliosi, considerando il quadro della competizione scientifica in cui si sviluppa l’impresa e la difficoltà e complessità tecnologica della sfida che l’Italia affronta.

Ma vediamo chi e come sta affrontando l’impresa e quali competenze la ricerca italiana sta mettendo in campo per realizzare il sistema di iniezione di particelle neutre, progettato per riscaldare la miscela di deuterio e trizio nel reattore fino a temperature di 100 milioni di gradi, in inglese chiamato “Neutral Beam Injection System”.

Va premesso innanzitutto che per realizzare ITER e, in particolare, i dispositivi che costituiscono il cuore dell’impianto, dove avverranno le reazioni di fusione, servono impegnative attività di ricerca e sviluppo per raggiungere le prestazioni previste in ITER e poi nel futuro reattore per arrivare a quella maturità tecnologica che sarà necessaria per avviare la produzione di energia da fusione.

Tra questi dispositivi cruciali, il successo di ITER è legato a 3 iniettori capaci di iniettare nel plasma, con continuità per circa un’ora, fasci di atomi neutri a partire da fasci di ioni negativi da 40 Ampere accelerati ad energie di 1 MeV.

Il sistema è sviluppato e messo a punto, a Padova, da parte di CNR, ENEA, INFN e Università di Padova riunite nel Consorzio RFX assieme alle Acciaierie Venete S.p.A. con la realizzazione di due prototipi: SPIDER, la sorgente di ioni che entrerà in funzione per prima, e MITICA, il sistema completo di iniezione in scala reale che verrà completato sulla base dei risultati ottenuti in SPIDER.

Si tratta di un acceleratore di particelle che dovrà fornire un numero di atomi enormemente più grande rispetto agli acceleratori convenzionali e per questo richiede soluzioni peculiari; viene così creato un grande fascio di particelle ad altissima velocità che è fatto collidere con la miscela di deuterio-trizio racchiusa nel vessel del reattore in modo da riscaldarla fino alle temperature desiderate.

Acceleratori con tutte le prestazioni indicate non sono ancora stati realizzati, sebbene vi siano esempi di impianti con singoli parametri di funzionamento aventi valori similari. Per questo, data la complessità della realizzazione, in parallelo alla realizzazione di ITER è stato previsto di creare un laboratorio *ad hoc* dove svolgere tutti gli sviluppi richiesti e garantire a ITER, nei tempi programmati, la disponibilità di questi sistemi di riscaldamento

L’Europa ha attribuito al Consorzio RFX di Padova, in virtù delle competenze di fisica e ingegneria maturate nelle ricerche fin qui svolte sulla fusione, il delicato incarico di sviluppare il prototipo di iniettore di neutri; si tratta di un’impresa che richiederà ancora alcuni anni per la costruzione delle apparecchiature in prova e, dal 2019 con l’avvio della sperimentazione, ulteriori anni per lo sviluppo fino al raggiungimento delle prestazioni richieste in ITER. E’ un programma di ricerca calibrato sull’avvio della sperimentazione in ITER, prevista a metà del prossimo decennio, e per questo è massimo lo sforzo per il necessario rispetto delle scadenze.

Per mantenere fede agli impegni assunti, è stato costituito un team presso il Consorzio RFX comprendente circa 60 ricercatori oltre a tecnici e amministrativi in grado di coprire le varie competenze di fisica ed ingegneria richieste e sono stati sottoscritti accordi di collaborazione, a supporto dell’impresa, con i maggiori laboratori di ricerca sulla fusione a livello europeo.

Il nuovo laboratorio è già una realtà poiché si è praticamente conclusa la fase di realizzazione degli edifici e delle infrastrutture di base, presso l’Area della Ricerca del CNR di Padova, che dovranno ospitare gli impianti, mentre anche la realizzazione delle apparecchiature in prova, fornite circa in parti uguali da Europa e Giappone, con un contributo anche da parte dell’India, è in corso e alcuni impianti sono in fase di installazione.

Un’ottima notizia per l’Italia è rappresentata dal fatto che, oltre a vedersi assegnato un progetto di ricerca di grande rilevanza, le aziende italiane hanno fatto la parte del leone nell’aggiudicarsi le commesse attribuite su bando europeo per la realizzazione degli impianti sperimentali per lo sviluppo dell’iniettore di neutri.

Oltre l’80% delle forniture di sistemi, che richiedono processi e tecnologie innovative, sono realizzate da aziende italiane quali ad esempio Zanon – Schio (VI), OCEM - Valsamoggia (BO), COELME – Santa Maria di Sala (VE), CECOM – Guidonia (Roma), Angelantoni – Massa Martana (PG), DELTA-TI Impianti – Rivoli (TO), De Pretto – Schio (VI).

ITER è quindi una grande opportunità per il rilancio della ricerca italiana che, in queste attività vede impegnati i maggiori Enti di ricerca, quali il CNR con l’Istituto di Fisica del Plasma di Milano, l’Enea con il Centro Ricerche di Frascati e l’INFN con i Laboratori Nazionali di Legnaro e numerose Università italiane.

Al tempo stesso è una grande opportunità per promuovere quell’innovazione industriale del Paese che si conferma l’unica strada per mantenere il ruolo internazionale e per recuperare il benessere che finora hanno caratterizzato l’Italia.

**IL Progetto RFX, dal 1992 ad oggi**

Numerosi e complessi sono i fenomeni che caratterizzano il comportamento dei plasmi da fusione, confinati tramite campi magnetici. La macchina RFX, a Padova, è un esperimento di medie dimensioni realizzata proprio per meglio comprendere tale comportamento. RFX consente lo studio della transizione del plasma da regimi a elevata turbolenza a regimi con minori perdite di energia.

L’esperimento RFX è entrato in funzione nel 1992. I risultati ottenuti hanno portato a nuove conoscenze e a continui miglioramenti dell’impianto. La sperimentazione sulla macchina modificata è ripresa nel 2004 e i risultati confermano le scelte tecnologiche operate.

Uno dei principali obiettivi della ricerca sulla macchina RFX è migliorare il controllo delle instabilità di plasma in regimi ad elevata corrente.

Il miglioramento del confinamento, cioè della capacità del plasma di trattenere il calore prodotto dalla corrente, richiede la comprensione dei meccanismi che regolano il trasporto del calore. Per questo RFX è equipaggiato di sistemi diagnostici per la misura delle proprietà del plasma, come il campo magnetico, la temperatura e la densità di atomi ed elettroni e la presenza di impurezze.

Gli esperimenti vengono svolti su plasmi (gas ionizzati) a base di idrogeno estremamente rarefatto; la pressione iniziale è pari a 1 milionesimo di quella atmosferica (- 1 mg di idrogeno in 8 metri cubi). I dati raccolti vengono usati dai ricercatori e confrontati con simulazioni numeriche elaborate al computer.

La messa a punto dell’impianto ha permesso di effettuare esperimenti con corrente di plasma elevata, fino a 2 milioni di Ampere, raggiungendo temperature elettroniche maggiori di 1 keV (10 milioni di gradi).

L’attività di ricerca e interpretazione permette di capire i fenomeni che avvengono nel plasma e indicano gli sviluppi e le modalità operative da applicare per il miglioramento delle caratteristiche del plasma.

L’attività di ricerca di fisica è integrata con quella di ingegneria, per lo sviluppo della tecnologia elettrica e delle alimentazioni, dell’analisi e progettazione termomeccanica e strutturale, dei sistemi di controllo in tempo reale e più in generale della realizzazione e messa in fusione di grandi impianti sperimentali.