

ENEA

LA RICERCA SULLA FUSIONE

L'energia del futuro per lo sviluppo
e la competitività industriale



La ricerca sulla fusione

La ricerca sulla fusione vede impegnati i migliori laboratori di tutto il mondo con l'obiettivo di arrivare ad una fonte di energia rinnovabile, sicura, praticamente inesauribile, economicamente competitiva e in grado di ridurre l'utilizzo dei combustibili fossili.

La prospettiva è di sfruttare l'enorme quantitativo di energia rilasciata nelle reazioni di fusione nucleare, nella quale nuclei di atomi leggeri, ad esempio di idrogeno, fondono per dar luogo a nuclei più pesanti, riproducendo il meccanismo fisico che alimenta le stelle.

L'Europa ha conquistato la leadership mondiale nel settore attraverso la costruzione e lo sfruttamento scientifico e tecnologico di diverse macchine sperimentali nell'ambito del Programma europeo sulla fusione e del progetto ITER, che vede tutta l'Unione Europea, insieme alla Svizzera, collaborare all'interno del Consorzio EUROfusion¹.

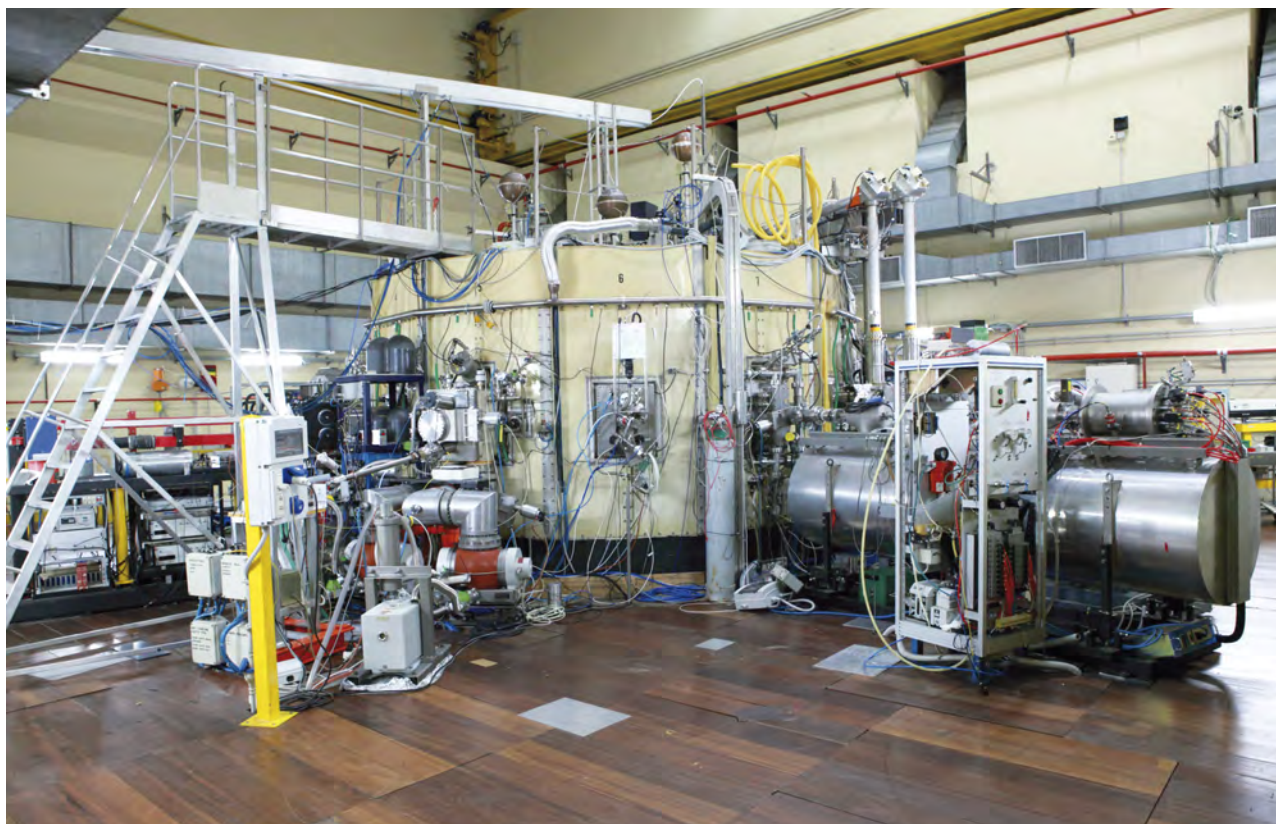
La ricerca per la fusione può essere considerata un importante volano per la competitività globale e lo sviluppo industriale europeo.

L'Italia è parte rilevante di questi programmi ed ha conquistato un livello di eccellenza riconosciuto dalla comunità scientifica internazionale.

¹EUROfusion è il Consorzio europeo a cui l'Euratom ha affidato il programma fusione di Horizon 2020. EUROfusion dovrà attuare la Road Map europea finalizzata alla realizzazione del reattore dimostrativo DEMO e contribuire ad assicurare il successo dell'impresa ITER.



*Macchina per il test degli anelli di ITER
(In basso) Il Frascati Tokamak Upgrade (FTU)*



ITER, un'alleanza di eccellenze a livello mondiale

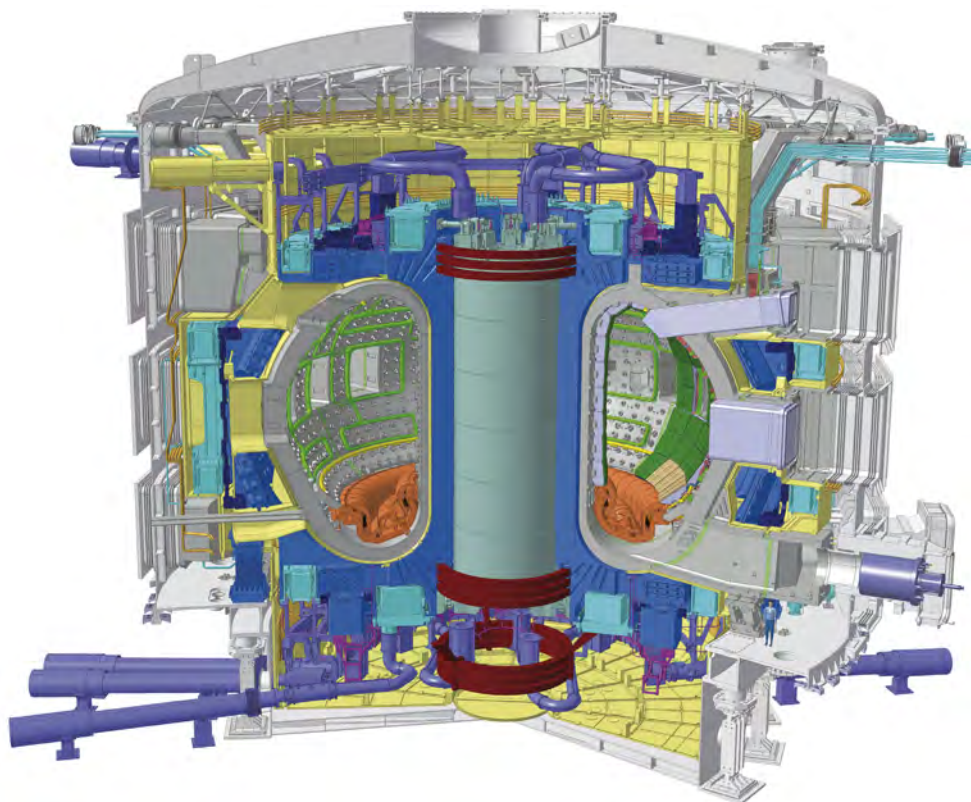
Il passo decisivo verso la fusione sarà la realizzazione di ITER, l'*International Thermonuclear Experimental Reactor*, un reattore sperimentale che dovrà dimostrare la fattibilità della produzione di energia da questa fonte.

Con il successo di ITER si potrà procedere prima alla costruzione del reattore dimostrativo (DEMO) e successivamente dei reattori commerciali. ITER è uno dei progetti più grandi e complessi in via di realizzazione a livello mondiale, un'impresa tecnologica ed ingegneristica che richiede un notevole impegno dell'industria in aree tecnologicamente avanzate. La partecipazione a questa impresa è fortemente incentrata sulla collaborazione e le sinergie fra ricerca e industria.

Al progetto partecipano sette partner - Cina, Giappone, India, Corea del Sud, Russia, USA e Unione Europea - che hanno deciso di unire in un unico sforzo comune le eccellenze della loro ricerca, attraverso l'organizzazione internazionale *ITER Organization (IO)*, con sede a Cadarache, in Francia, dove è in costruzione il reattore, una 'macchina' dal peso di 23 mila tonnellate, alta 30 metri.

Nell'insieme, le risorse impegnate superano i 20 miliardi di Euro, dei quali 6,6 destinati all'industria europea per la sola costruzione. La partecipazione a ITER avviene principalmente in "natura", ovvero attraverso la produzione dei componenti che costituiscono la macchina, da parte dei paesi membri.

L'insieme delle forniture europee per ITER è assegnato attraverso la messa a bando - da parte di *Fusion for Energy (F4E)*, l'agenzia



con sede a Barcellona costituita nel 2007 - di gare aperte a tutte le imprese dei 28 paesi dell'UE e dell'associata Svizzera. F4E è anche incaricata di gestire il programma settoriale di collaborazione con il Giappone (*Broader Approach*), al quale l'Europa contribuisce per il 50% dei costi con contributi in natura forniti da alcuni paesi, tra cui l'Italia.

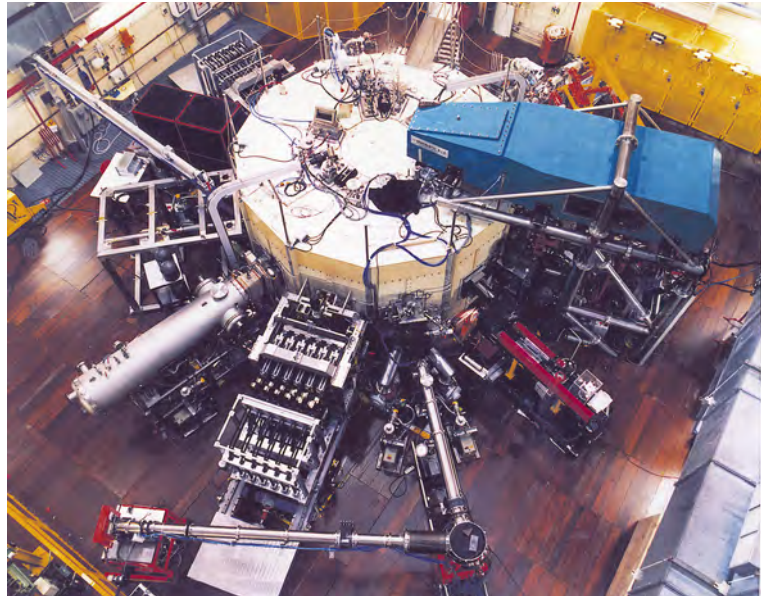
Il ruolo e le attività dell'ENEA per lo sviluppo della fusione

Per l'Italia, la ricerca sulla fusione nell'ambito del progetto internazionale ITER è coordinata dall'ENEA presso il Centro di Frascati, noto per la leadership nella ricerca in questo campo e per la dotazione strumentale di altissimo livello.

Sin dagli anni '50 il Centro si è distinto per i sostanziali contributi forniti nei campi della superconduttività, dei componenti interfacciati al plasma, della neutronica, della sicurezza, del remote handling e della fisica del plasma.

La ricerca in questo settore impegna oltre 200 dei circa 460 dipendenti del Centro di Frascati ed è focalizzata, tra l'altro, sulle tecnologie della fusione a confinamento magnetico e inerziale.

Gli scienziati dell'ENEA sono stati tra i primi a realizzare impianti per lo studio dei plasmi a confinamento magnetico - il Frascati Tokamak (FT) e il Frascati Tokamak Upgrade (FTU) - e l'impianto laser ABC per lo studio dell'interazione luce laser-plasma, la tecnologia alternativa al confinamento magnetico.



Il Frascati Tokamak Upgrade (FTU)

Negli ultimi 20 anni, le attività sulla fusione hanno originato oltre 50 brevetti con ricadute molto positive per lo sviluppo e la competitività delle industrie nazionali. Eccellenza attestata anche dalla recente visita del fondatore di Microsoft, Bill Gates, e dello scienziato Lowell Wood, che hanno apprezzato le attività di ricerca di "frontiera" dell'Agenzia.

Nella ricerca sulla fusione l'ENEA collabora con gli altri principali istituti di ricerca e prestigiose università nazionali.

Impianto ABC per lo studio dell'interazione luce laser-plasma



Le prospettive per l'industria italiana

La ricerca sulla fusione e in particolare la realizzazione di ITER rappresentano una significativa opportunità per le imprese nazionali in chiave di sviluppo tecnologico e di competitività, con prospettive di grande interesse per le importanti ricadute in molteplici settori.

Fin dall'inizio del progetto, l'industria, ed in particolare quella italiana, ha avuto un ruolo di primo piano nelle attività di ricerca e sviluppo necessarie per dimostrarne la fattibilità.

Grazie all'attività di promozione svolta dall'ENEA e all'esperienza acquisita nella partecipazione allo sviluppo degli impianti nazionali, numerose aziende italiane sono state coinvolte nella realizzazione di componenti high-tech di primaria importanza per la realizzazione di ITER, come ad esempio il cuore stesso del reattore: il Sistema Magnetico Superconduttivo e la Camera da vuoto.

Oltre ai laboratori del Centro di Frascati, sono attivamente coinvolte numerose aziende nazionali fra le quali Angelantoni Test Technologies, Ansaldo Nucleare, ASG Superconductors, CECOM, Criotec, Delta-Ti Impianti, Mangiarotti, OCEM, SIMIC, Tratos Cavi, Walter Tosto e Zanon.

La leadership italiana nella costruzione di ITER è confermata dai dati ufficiali di *Fusion for Energy* (F4E) riportati nella figura accanto: alla fine di maggio 2014 dei circa 3000 milioni di euro complessivamente messi a gara da F4E (edifici compresi), oltre 900

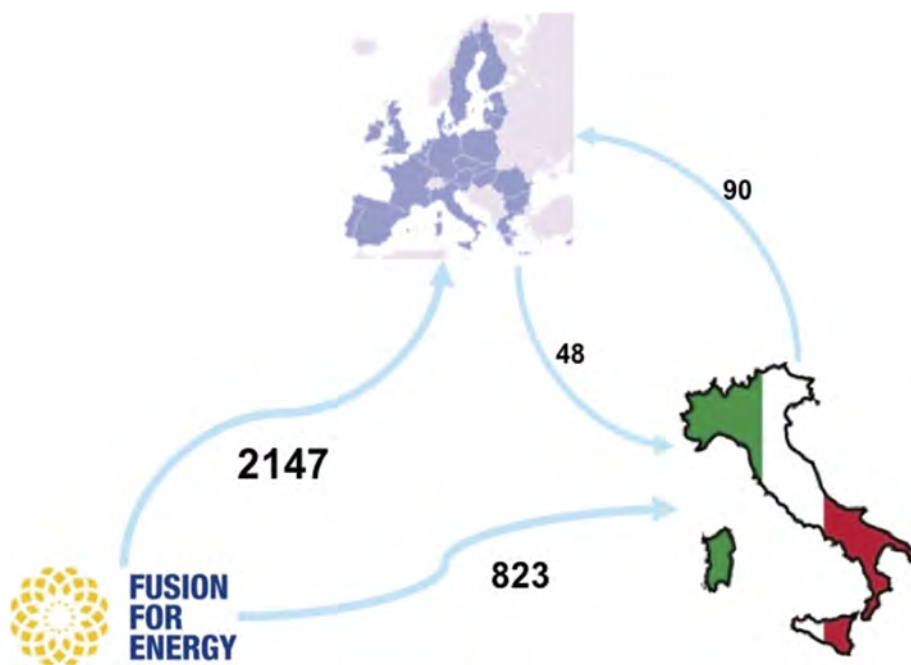
milioni - inclusi 90 milioni per subforniture verso altri paesi europei - sono stati assegnati a imprese italiane. A questi bisogna sommare 48 milioni di euro ricevuti tramite subcontratti dal resto d'Europa.

Complessivamente, la percentuale delle gare aggiudicate a industrie italiane è del 26%; prendendo in considerazione i soli contratti high-tech assegnati da F4E per la produzione dei componenti di ITER, la percentuale sale al 60% (900 milioni di euro su 1500).

Alla stessa data, le imprese nazionali hanno registrato una percentuale di successo del 46% (proposte accettate a fronte delle proposte presentate), ben oltre la media europea del 36%.

E il trend è in continua crescita.

Il sistema industriale italiano può quindi vantare una leadership europea nella realizzazione del progetto ITER. L'alta competenza tecnologica e la capacità d'innovare ad un costo contenuto sono elementi che la rendono particolarmente competitiva su scala globale nelle applicazioni industriali nel settore della fusione nucleare.



Alcuni esempi di eccellenza nella fusione made in Italy

Di seguito alcuni dei successi più significativi del made in Italy nella produzione dei componenti di ITER.



ICAS: ENEA - Tratos Cavi - Criotec

Incamiature del conduttore

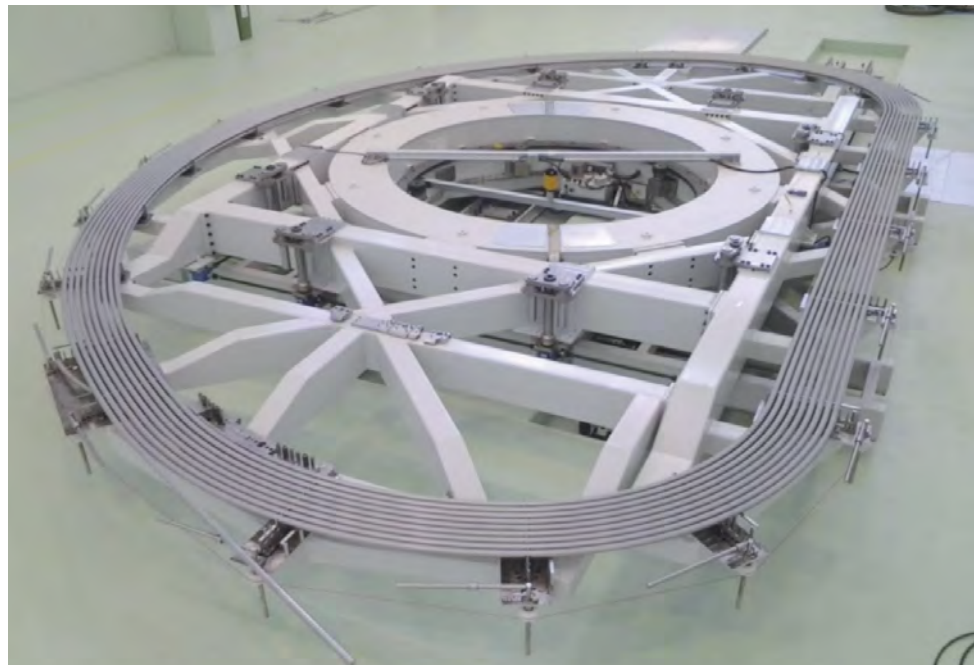
ICAS (Italian Consortium for Applied Superconductivity) si è aggiudicata la gara per la fabbricazione delle lunghezze di conduttore per i magneti toroidali (TF) e poloidali (PF) di ITER in quota all'Europa e alla Corea, per un totale di circa 65 km di cavo superconduttore (circa il 40% del totale per il sistema magnetico di ITER). Questi cavi sono costituiti da fili superconduttori inseriti in una camicia di acciaio. In figura, una lunghezza (760 m) di conduttore TF pronto per i test di accettazione finali.

ASG Superconductors

Bobina Toroidale

AGS Superconductors è risultata vincitrice della gara per la realizzazione della bobina toroidale di ITER. Si tratta della più grande bobina superconduttrice mai realizzata (13 x 6 m), costituita da doppi pancake (in figura).

Il conduttore usato è in Nb₃Sn raffreddato da un flusso di Elio allo stato liquido (4 K).





SIMIC

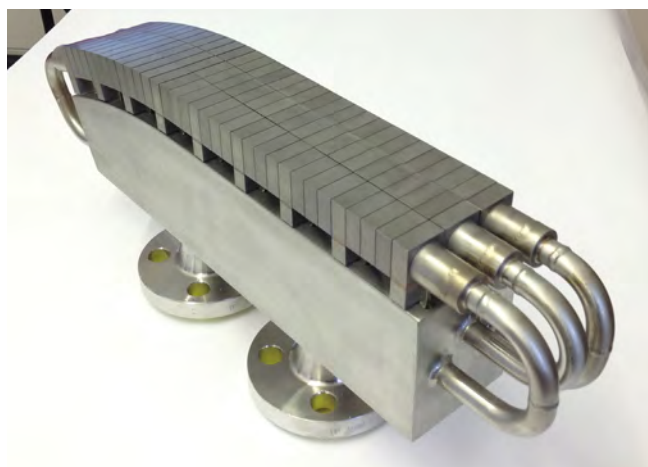
Radial Plate

Per assicurare la necessaria tenuta strutturale alle bobine superconduttrici, i doppi pancake vengono alloggiati all'interno di scanalature realizzate nella sagoma a forma di D denominata "radial plate" costruita in acciaio austenitico. La SIMIC si è aggiudicata la gara per la realizzazione dei radial plate di ITER.

Ansaldo Nucleare - Mangiarotti - Walter Tosto

Camera da vuoto

La camera da vuoto di ITER è composta da 9 moduli, di cui 7 realizzati in Italia, con un peso superiore a 5.000 tonnellate. La camera da vuoto avrà doppie pareti in acciaio austenitico. Nell'immagine il Mock Up del segmento poloidale superiore del settore della camera da vuoto.



ENEA - Ansaldo Nucleare

Divertore

È in fase di realizzazione un prototipo a piena scala del divertore di ITER, i cui elementi di scambiatore, coperti di tungsteno, saranno realizzati dall'ENEA.

L'ENEA è l'Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile ed è la seconda maggiore istituzione nazionale per la ricerca, con circa 2700 dipendenti in 11 centri su tutto il territorio. Le sue attività riguardano, in particolare, efficienza energetica, fonti rinnovabili, ambiente e clima, sicurezza e salute, nuove tecnologie, ricerca di Sistema Elettrico.

L'ENEA mette a disposizione del sistema Paese competenze multidisciplinari ad ampio spettro e una consolidata esperienza nella gestione di progetti complessi. In particolare, l'Agenzia svolge attività di ricerca di base, *mission oriented* e industriale avvalendosi di impianti sperimentali, laboratori specializzati, strumentazioni di eccellenza; sviluppa nuove tecnologie e applicazioni avanzate; fornisce a soggetti pubblici e privati servizi ad alto contenuto tecnologico, studi, misure, prove e valutazioni; svolge attività di formazione e informazione con l'obiettivo di accrescere le conoscenze sulle attività di propria competenza presso il pubblico ed il trasferimento dei risultati ottenuti, favorendone anche la valorizzazione a fini produttivi.

ENEA

www.enea.it

www.fusione.enea.it