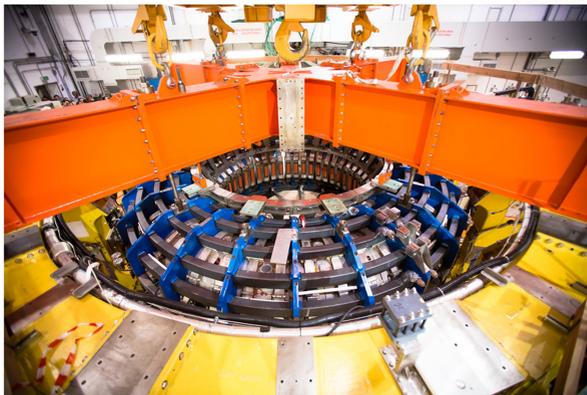
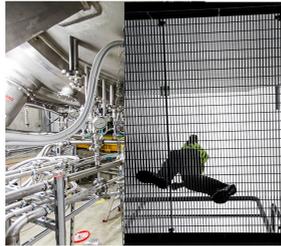


CONSORZIO RFX

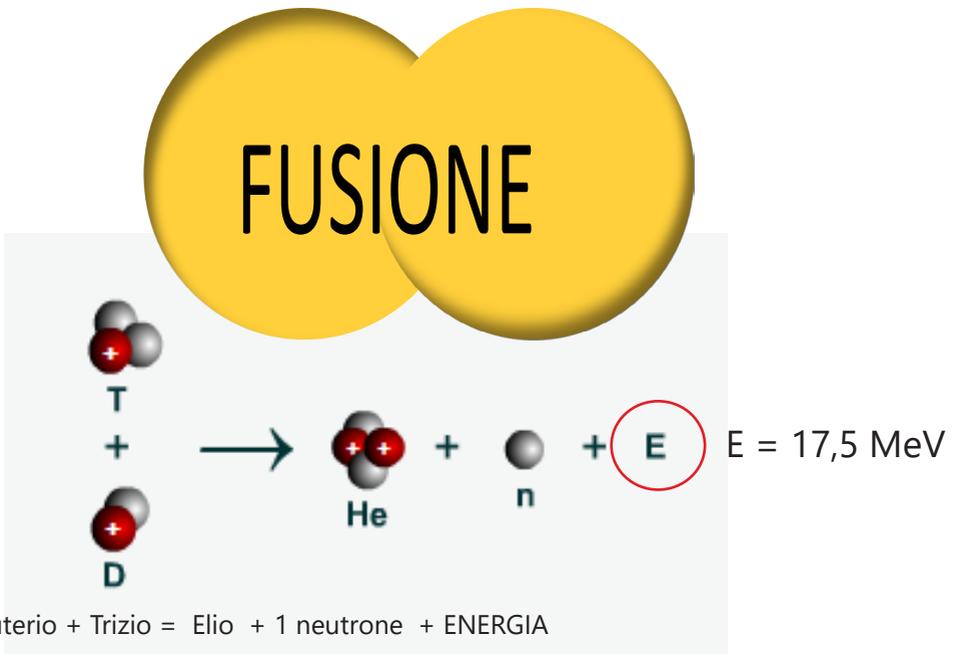


FUSION RESEARCH IN PADOVA

FUSIONE

Nel Sole l'Idrogeno si fonde in Elio. L'energia liberata da questo processo sostiene la vita sulla Terra. L'obiettivo delle ricerche 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.

Perché ciò accada è necessario affrontare sfide scientifiche e tecnologiche per costruire il reattore a fusione. La comunità scientifica mondiale sta lavorando perché ciò possa succedere.



Deuterio + Trizio = Elio + 1 neutrone + ENERGIA

Deuterio e Trizio sono i due isotopi dell'Idrogeno che vengono usati per le reazioni di fusione nei laboratori sperimentali

RICERCA, FORMAZIONE, INNOVAZIONE

Il **Consorzio RFX** è uno dei laboratori di eccellenza a livello mondiale per ricerche sulla fusione, di cui sono soci CNR, ENEA, INFN, Università di Padova e Acciaierie Venete SpA.

Al Consorzio RFX le competenze di fisica e ingegneria si integrano per progredire nello studio del confinamento magnetico del plasma e nella tecnologia della fusione, nel quadro del programma europeo sulla fusione, con particolare attenzione al progetto ITER.

Fondato nel 1996 integra al suo interno i maggiori enti italiani che si occupano di fusione e raccolgono l'eredità della ricerca sulla fusione Padovana che vanta una storia di realizzazioni a partire dal 1958.



Corso Stati Uniti, 4 - 35127 Padova
tel. 049.829.5000-1
email: relazioniesterne@igi.cnr.it
www.sevuoisapere.it
#fusionforyou

IL PROGETTO

1958

Inizio delle attività di ricerca a Padova

1970

Esperimento Eta Beta I

1980

Esperimento Eta Beta II

1992

Esperimento RFX

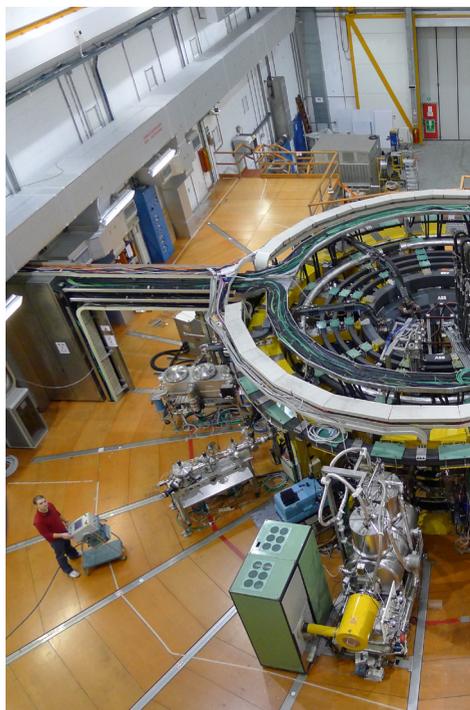
PER LO STUDIO DEI PLASMI DA FUSIONE

DA RFX-mod

Dal 2004 ha operato presso il Consorzio RFX l'esperimento RFX-mod. Si tratta di una macchina toroidale, cioè a forma di ciambella, che utilizza il campo magnetico per confinare il plasma sfruttando la configurazione Reversed Field Pinch, alternativa al Tokamak, basata su campi magnetici di intensità minore e sul solo effetto ohmico per il riscaldamento del plasma.

L'esperimento è dotato di un sofisticato sistema di controllo attivo delle instabilità magnetiche, che ne ha consentito l'operazione a livelli di corrente di plasma molto elevati, fino a 2MA.

Ad alta corrente, i ricercatori del Consorzio RFX hanno scoperto uno stato del plasma, chiamato Singola Elicità, nel quale la parte centrale assume spontaneamente una forma elicoidale, la temperatura elettronica sale fino a 15 milioni di gradi e le proprietà del confinamento migliorano.



TTO RFX

mento

1996

Costituzione
Consorzio RFX

2004

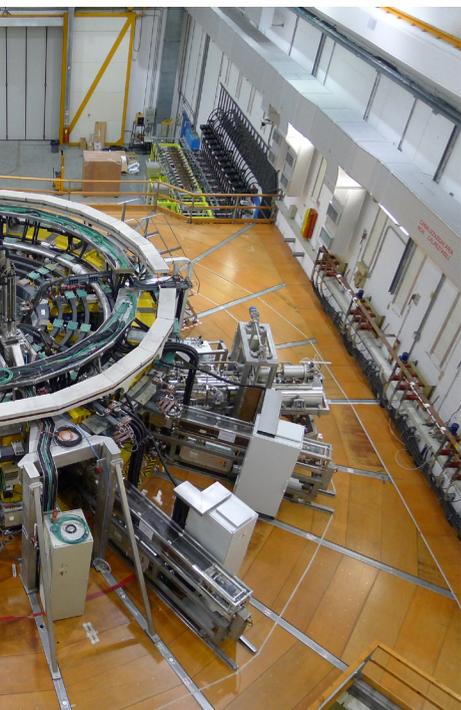
Esperimento
RFX-mod

2020

Esperimento
RFX-mod2



USIONE IN CONFIGURAZIONE RFP



A RFX-mod 2

Dal 2016 le operazioni di RFX-mod sono state sospese, per permettere una serie di modifiche migliorative che si concluderanno nel 2020 e consentiranno di migliorare ulteriormente le proprietà del plasma.

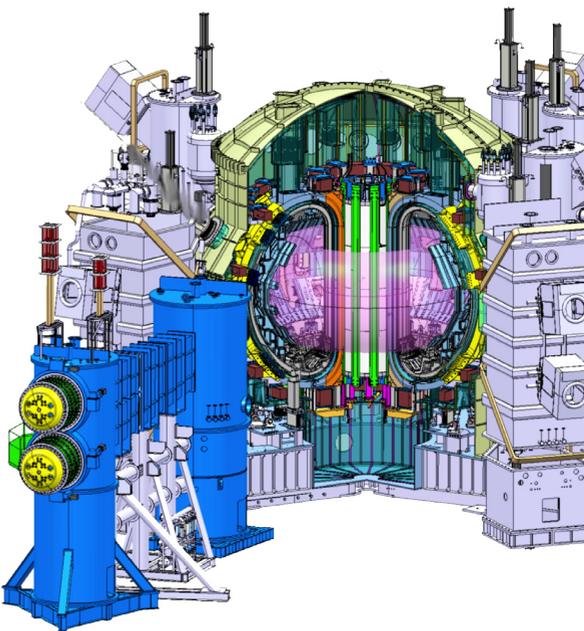
Cuore di queste modifiche è la rimozione della camera toroidale, che assicurava la tenuta del vuoto, utilizzando invece la struttura esterna di supporto a questo scopo. In questo modo il plasma aumenterà di volume e sarà avvicinato alla scocca di rame, che ne garantirà una migliore stabilità. Allo stesso tempo verrà ulteriormente migliorato il sistema di controllo delle instabilità del plasma.

Grazie a queste modifiche si potranno controllare più efficacemente le perdite di energia connesse all'interazione del plasma con la parete materiale che lo contiene, ottenendo stati di Singola Elicità più stazionari e plasmii più caldi e meglio confinati.

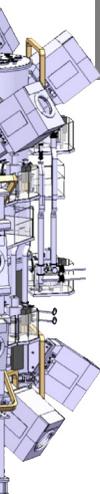
Broader Approach

Comprende 3 progetti principali:

- **JT-60SA:** un esperimento equipaggiato con avvolgimenti superconduttori, in costruzione a Naka, in Giappone, con la missione di dimostrare il raggiungimento di impulsi di plasma di lunga durata e di individuare soluzioni per problematiche chiave, sia di fisica che ingegneria, per ITER e DEMO.
- **IFMIF / EVEDA:** la validazione ingegneristica di un progetto internazionale di una facility per lo studio dell'irradiazione di materiali per fusione.
- **IFERC:** sviluppo di un centro di controllo remoto per l'esperimento ITER e attività di progettazione internazionale per reattori dimostrativi.



Il "Broader Approach agreement" tra Europa e Giappone è un accordo per attività complementari a ITER e Ricerca & Sviluppo in vista di DEMO, il futuro reattore dimostrativo a fusione.



Il Consorzio RFX

- Contribuisce al progetto JT-60SA con lo sviluppo e la realizzazione:
 - *del sistema di protezione delle bobine superconduttrici, completato con successo nel 2015*
 - *del sistema di alimentazione per controllare le instabilità del plasma chiamate "Resistive Wall Modes"; il sistema sarà consegnato in Giappone nell'autunno 2018*
- E' coinvolto nella preparazione del programma di ricerca e nella futura fase di sfruttamento sperimentale.
- Contribuisce al progetto IFMIF/EVEDA con lo sviluppo e realizzazione di una parte chiave dell'acceleratore ("Radio Frequency Quadrupole") e la partecipazione alle attività per la finalizzazione del progetto complessivo.
- Contribuisce ad IFERC con studi finalizzati al progetto e realizzazione del centro di sperimentazione remota ospitato in Giappone.



PROGETTO

ITER è un progetto mondiale che consentirà di provare in un unico sistema integrato i principali componenti del reattore a fusione per verificare la fattibilità scientifica e tecnologica della fusione come fonte di energia.

I parametri richiesti per la sua costruzione sono molto lontani da quelli usati nei precedenti esperimenti di fusione e per questo si è reso necessario costruire dei prototipi per l'ottimizzazione di alcune sue parti.

2002

Inizio delle attività
NBTF

2012

Inizio della costruzione
degli edifici NBTF

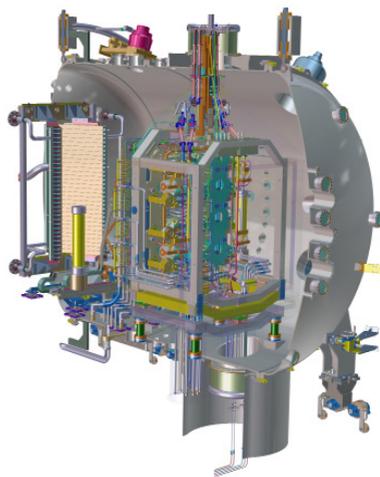
2015

Fine della costruzione
degli edifici NBTF

SPIDER

Source for Production of Ion of Deuterium Extracted from Rf plasma (SPIDER) l'esperimento inaugurato a giugno 2018, è il primo prototipo di ITER ad entrare in funzione.

SPIDER nasce con lo scopo di provare e sviluppare uno dei componenti più critici e complessi dell'iniettore di neutri: la sorgente di ioni negativi di idrogeno (H-) e deuterio (D-). La sua peculiarità consiste nella presenza di sofisticati sistemi diagnostici che permettono la misurazione dei parametri del fascio generato, lo studio del funzionamento della sorgente e la sua messa a punto.



ITER - NBTF

Al gruppo di ricerca di Padova è stata affidata la missione di progettare, sviluppare e ottimizzare i due prototipi del principale sistema di riscaldamento del plasma di ITER, il futuro reattore sperimentale a fusione in costruzione in Francia. La costruzione della Neutral Beam Test Facility (NBTF) di ITER è resa necessaria dalle straordinarie prestazioni richieste per riscaldare il plasma di ITER fino a 150 milioni di gradi.

2018

Inaugurazione
SPIDER

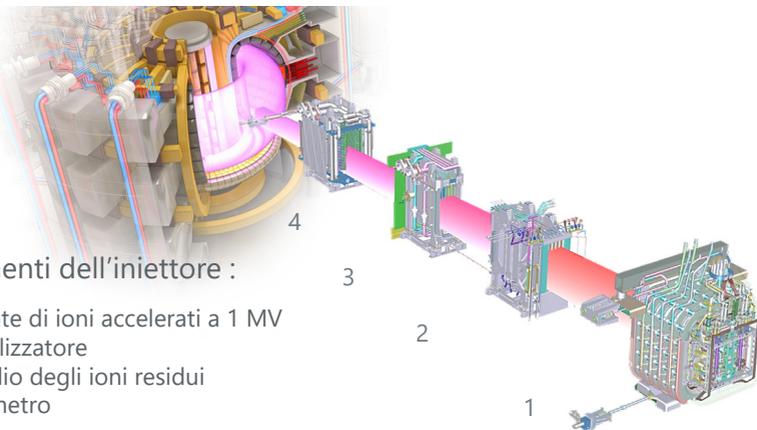
2022

Inaugurazione
MITICA

MITICA

MITICA (Megavolt ITER Injector & Concept Advancement), è il prototipo dell'acceleratore di particelle neutre a 1 MV in scala 1:1 con lo scopo di provare e sviluppare l'iniettore di neutri vero e proprio che, in base ai risultati della sperimentazione, verrà replicato in due unità in ITER.

ITER



Componenti dell'iniettore :

- 1 - Sorgente di ioni accelerati a 1 MV
- 2 - Neutralizzatore
- 3 - Bersaglio degli ioni residui
- 4 - Calorimetro

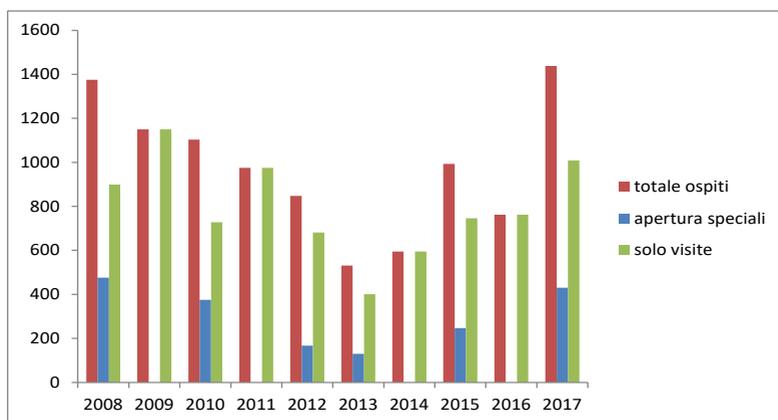


PUBBLICAZIONI, DIVULGAZIONE

Ogni anno i ricercatori del Consorzio RFX pubblicano numerosi articoli scientifici in giornali nazionali e internazionali.



EVENTI - APERTURE STRAORDINARIE - VISITE GUIDATE -
MATERIALE INFORMATIVO PER GLI STUDENTI DELLE SCUOLE
SECONDARIE - PRESENZA NEI SOCIAL E IN TUTTI I MEZZI DI
COMUNICAZIONE



Il nostro istituto è impegnato nell'ambito della divulgazione e formazione con attività che ogni anno coinvolgono molti studenti già dalla scuola secondaria.

AZIONE E FORMAZIONE

Ogni anno studenti di fisica e ingegneria svolgono la tesi presso il Consorzio RFX inserendosi in un ambiente di ricerca di eccellenza. Dal 2007 è attiva la prima scuola di dottorato europeo dedicata alla fusione termonucleare controllata, l'“European Doctorate in Fusion Science and Engineering”, che in questi anni ha formato 111 Dottori di Ricerca.



JOINT EUROPEAN RESEARCH DOCTORATE IN FUSION SCIENCE AND ENGINEERING AND EUROPEAN DOCTORAL NETWORK

Laureandi
2010-2017

111

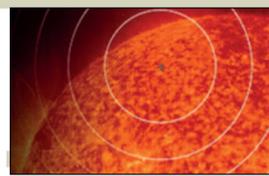
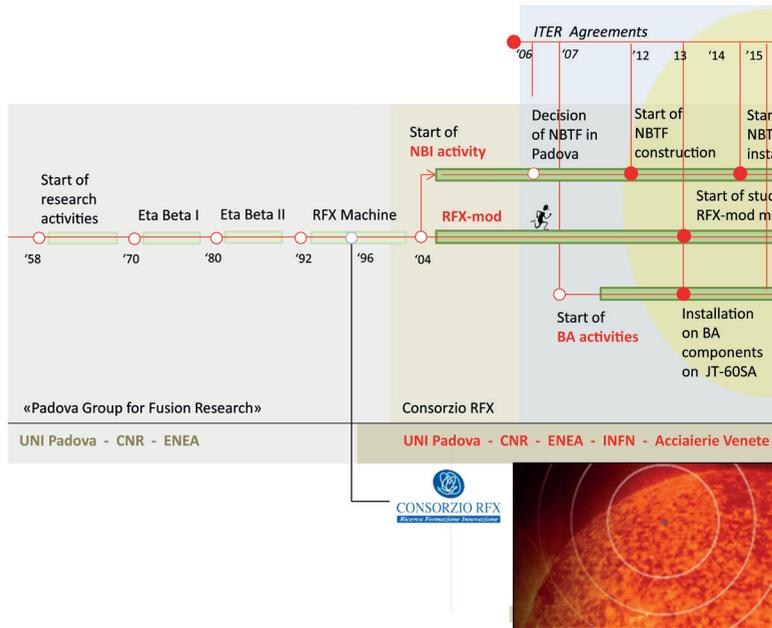
PhD
2010-2017

84



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

CONSORZIO RFX E INDUSTRIA



RICERCA SULLA FUSIONE

Progetto ITER

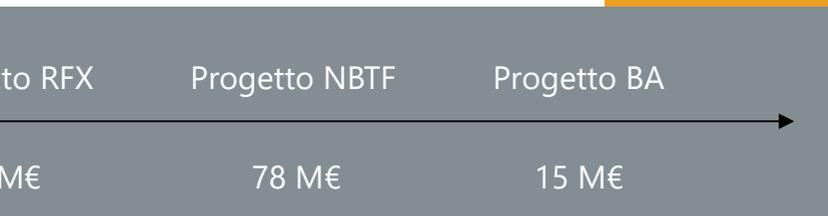
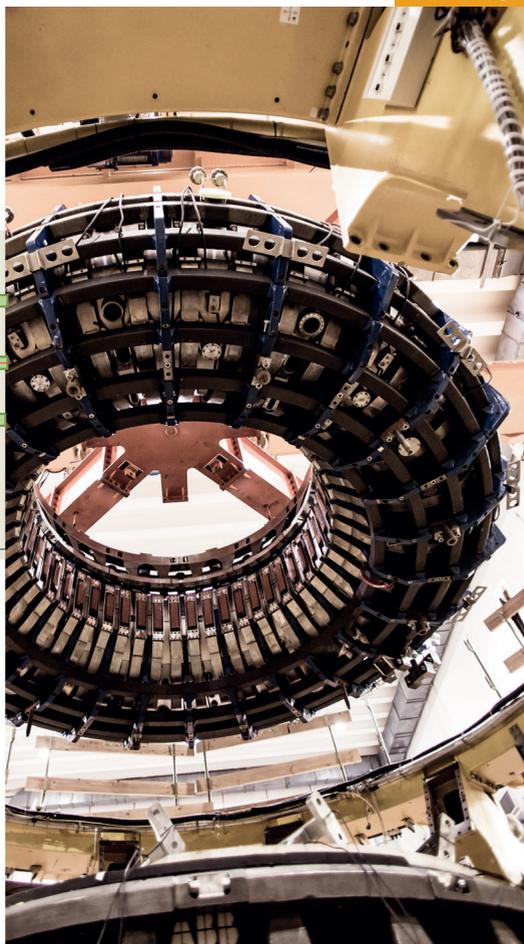
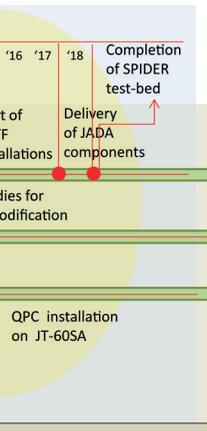
Progetto

COMESSE componenti europee e innovativi A DITTE ITALIANE e nazionali per

1000 M€

70

La ricerca sulla fusione fa affidamento sul contributo dell'industria per la realizzazione di componenti scientifici. Per il Consorzio RFX, la collaborazione si è rafforzata coinvolgendo l'industria fin dalla fase di progettazione oltre che di realizzazione sviluppando una sinergia di trasferimento di conoscenze tecnologiche.



Aziende che hanno costruito gli impianti sperimentali

RFX - RFX-mod e RFX-mod 2

- ABB Asea Brown Boveri (Svizzera)
- Alca Technology
- Alstom Italia - ex CEME – Noventa di Piave (Ve)
- Alsthom (Francia)
- Ansaldo Ricerche (Genova)
- Ansaldo Sistemi industriali Spa - ora Nidec Asi –
(Milano e Vicenza)
- Cinel Srl (Padova)
- De Pretto (Schio) - VI
- EEI Spa (Vicenza)
- FIAT CIEI (Torino)
- Gemmo Srl (Thiene - VI)
- Jeumont Schneider (Francia)
- Le Carbone-Lorraine (Francia)
- Leybold (Germania)
- OCEM Energy Tecnology Srl (Bologna)
- Plansee (Austria)
- Passoni & Villa Spa (Milano)
- Siemens GmbH (Germania)
- SISMA Group
- Tecnomare Spa – (Venezia)
- Termics (Cuneo)
- Tesla (UK)
- Vaqtec Srl (Parma)
- Zanon SpA (Schio VI)

tribuito alla realizzazione ntali del Consorzio RFX

NBTF

- ACS Data System SpA (Bolzano)
- AIR Liquide (Francia - Italia)
- Angelantoni Industrie ATT (Perugia)
- CECOM (Roma)
- Coelme Costruzioni Elettromeccaniche SpA (Venezia)
- COPIMEC Srl (Venezia)
- Delta-ti impianti S.p.A. (Torino)
- De Pretto Industrie (Vicenza)
- DILO GmbH (Germania)
- ELAD Srl (Pordenone)
- ETEL 4 Srl (Padova)
- Fratelli Franchini (Rimini)
- Galvano – T (Germania)
- Gemmo Srl (Thiene - VI)
- Hitachi (Giappone)
- Imequadri Duestelle SpA
- IRS Srl (Padova)
- ITER Coop (Ravenna)
- LANTECH Solutions Srl (Padova)
- Magro (Padova)
- Marbet S.a.s. (Padova)
- Nidec ASI S.p.A. (Milano)
- OCEM Energy Technology Srl (Bologna)
- PVA TePla (Germania)
- RIVORA Gas Srl (Torino)
- SAES RIAL Vacuum S.r.l.
- SAIV SpA (Vicenza)
- Siemens GmbH (Germania)
- Synecom (Bergamo)
- Tesiystem Srl (Treviso)
- Thales (Francia)
- TOYO TANSO Ltd (Giappone)
- Tressse Progetti Srl (Treviso)
- Vipp SpA (Verona)
- Zaffaroni (Varese)
- Zanon SpA (Schio VI)





CONSORZIO RFX

Ricerca Formazione Innovazione

I NOSTRI SOCI



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA



Consiglio
Nazionale delle
Ricerche

ENEA

ENTE PER LE NUOVE TECNOLOGIE,
L'ENERGIA E L'AMBIENTE



Istituto Nazionale
di Fisica Nucleare

Laboratori Nazionali di Legnaro



**ACCIAIERIE
VENETE**

I NOSTRI PARTNER



china eu india japan korea russia usa



**FUSION
FOR
ENERGY**



EUROfusion



NIFS



ITER-India



CNR NANOTEC
INSTITUTE OF NANOTECHNOLOGY



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI MILANO
BICOCCA



CCFE
CULHAM CENTRE FOR
FUSION ENERGY



IC-MATE
INSTITUTE OF COMPUTATIONAL MATHEMATICS
AND TECHNOLOGIES FOR ENERGY



KIT
Karlsruher Institut für Technologie



FROM RESEARCH TO INDUSTRY
cea



Max-Planck-Institut
für Plasmaphysik



**TÉCNICO
LISBOA**



**UNIVERSITEIT
GENT**