



Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,  
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile

## Giornata informativa selezione sito DTT

*Roma 20 dicembre 2017*

**Aldo Pizzuto**

**ENEA – Direttore Dipartimento Fusione e Tecnologie per la Sicurezza Nucleare**



1101 0110 1100  
0101 0010 1101  
0001 0110 1110  
1101 0010 1101  
1111 1010 0000



# ENEA è l'agenzia italiana di ricerca applicata nel campo dell'energia e della sostenibilità

## ■ Aree di intervento:

Energia

Nucleare, Rinnovabili, Efficienza, Risparmio

Sostenibilità

Ambiente, Salute Agro-industriale

New Technologies

Nucleare, Materiali, Security, Modelli, IT

Bilancio  
annuo  
€285Mn

Personale:  
~2,700 FTEs

11 Centri di  
Ricerca

Source: ENEA Annual Report



## ENEA Business Model

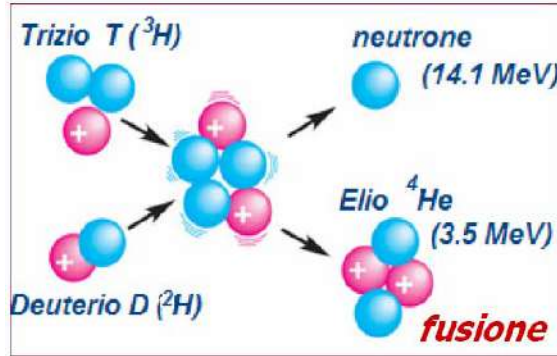
ENEA':

Sviluppa prodotti e processi innovativi fino al livello commerciale.

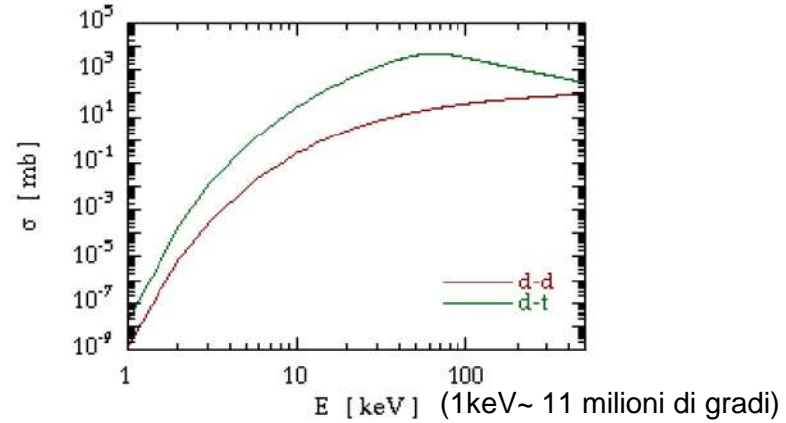
Fornisce servizi a Istituzioni pubbliche e privati



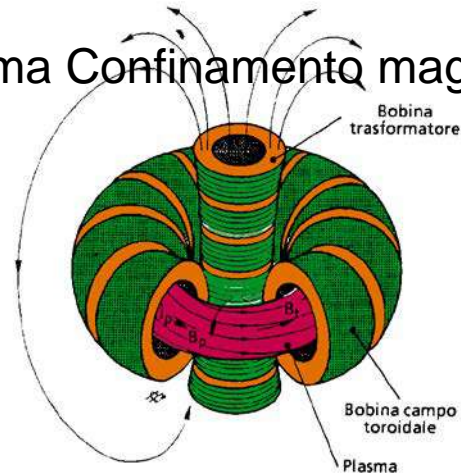
# La reazioni di fusione



'probabilità' della reazione

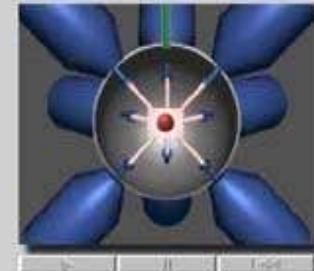


Schema Confinamento magnetico



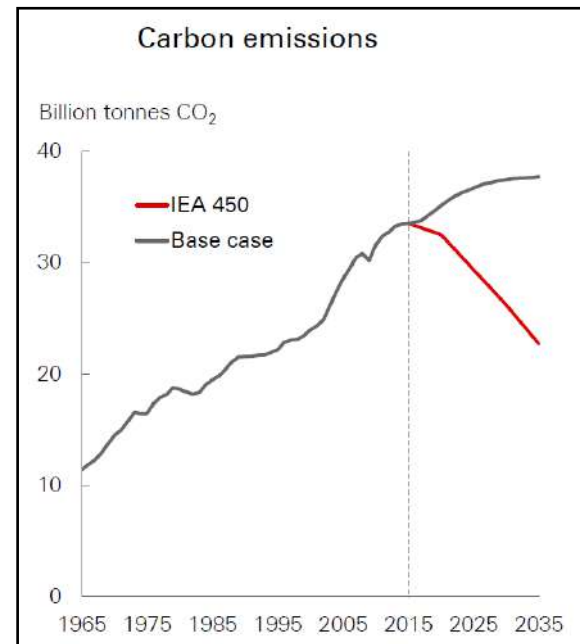
**Inertial Fusion: Principle**

Direct or indirect illumination of the pellet.



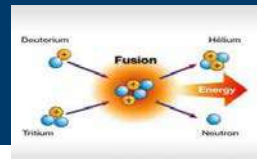
# L'energia da fusione: il perché

- Fusione: componente importante, se non irrinunciabile, di un futuro **mix energetico CO2-free** capace di contrastare i cambiamenti climatici
- Capacità di penetrazione delle rinnovabili nei prossimi decenni a livello mondiale sarà in forte crescita ma non potrà sostituire completamente i combustibili fossili.
- Senza fonti alternative ad emissioni zero, non sarà possibile **contrastare i cambiamenti climatici** se non riducendo drasticamente i consumi.
- **La Fusione è sostenibile perché sicura, efficiente, inesauribile, libera da CO2**



Fonte: BP energy Outlook 2017

# La Fusione: energia sicura, economica e durevole



## SICURA E SOSTENIBILE

No *'MELTING DOWN'*

No CO<sub>2</sub>

No scorie

Cenere: ELIO

Materiali riutilizzabili  
in meno di 100 anni

## ABBONDANTE

Da:  
150 kg di crosta  
terrestre:  
100 g di Litio  
e  
100 litri di  
acqua:  
2,5 g di Deuterio  
(idrogeno)

## EFFICIENTE

Energia prodotta:  
240.000 kWh

50 t di olio  
combustibile

emissione di  
150 t di CO<sub>2</sub>

Fabbisogno  
annuale di  
Energia  
elettrica  
cittadina di  
2500 abitanti

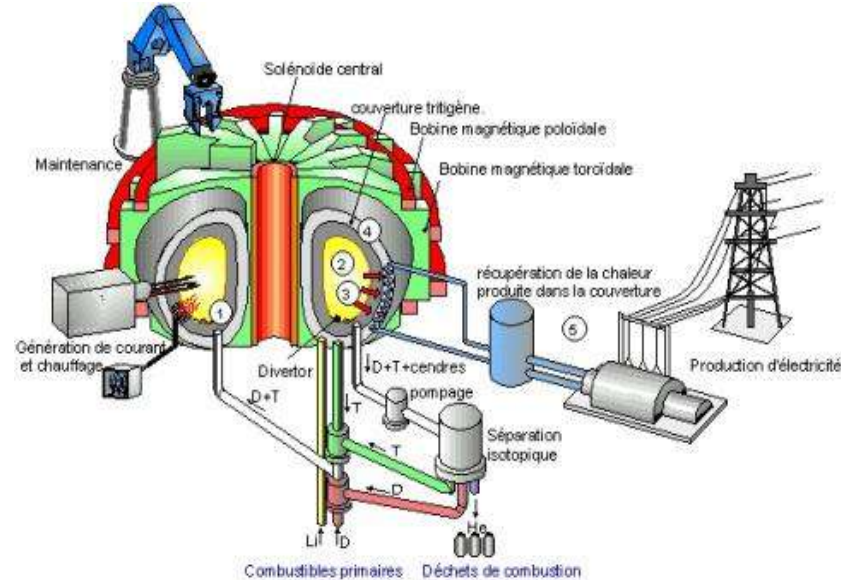
alternativa ai combustibili fossili che manterrebbero una larghissima frazione  
del mercato mondiale

# Il reattore a Fusione



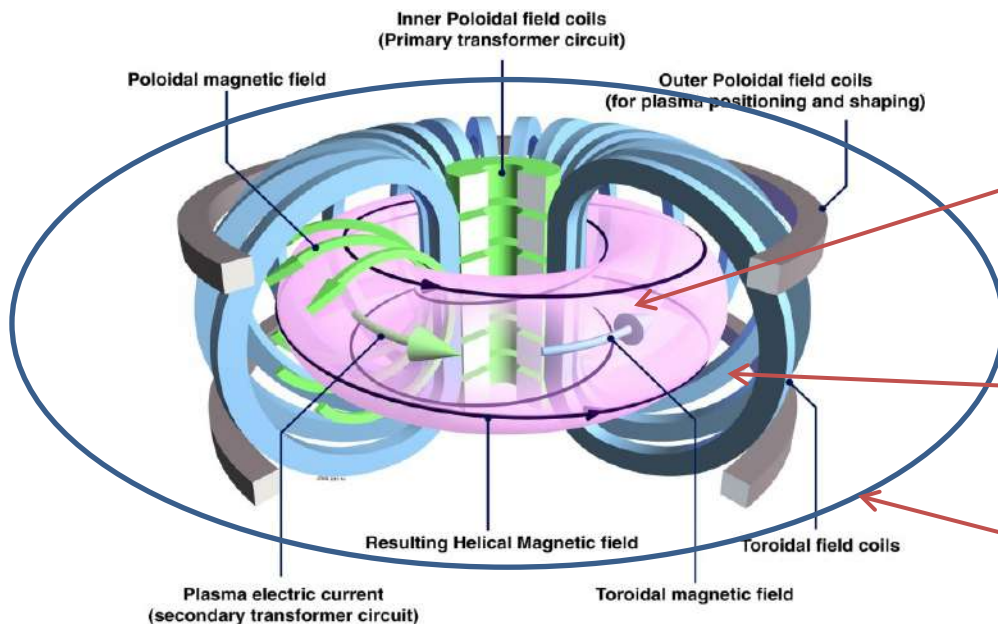
L'Energia da fusione è:

- sicura
- inesauribile
- zero emissioni



# La Fusione: grande sfida scientifica, tecnologica, industriale

## Schema funzionamento del Reattore a Confinamento magnetico

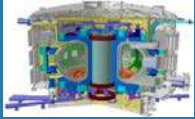


Miscela di gas ('*plasma*') da scaldare e mantenere a 150 milioni di gradi

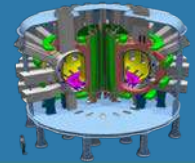
Magneti superconduttori che lavorano a  $-269^{\circ}\text{C}$

Altissima tecnologia e Grandi dimensioni

# LA FUSIONE: un futuro ambizioso



## ITER



## Programma Euratom attuato da Eurofusion



## Il programma per i materiali

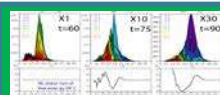


## DEMO

- Il reattore sperimentale, frutto di una collaborazione mondiale, che dimostrerà la fattibilità dell'energia da fusione
- Elemento qualificante del programma la Divertor Tokamak Test facility che la comunità scientifica italiana ha proposto per ridurre i costi di investimento del reattore e che ora è nella Road Map europea.
- I materiali rappresentano un elemento cruciale per massimizzare la durata di un reattore
- Il reattore a fusione che immetterà energia nella rete e tratterà la strada delle filiere commerciali



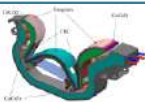
# Le cifre dell R&S dell'ENEA



Teoria



Sperimentazione



Scambiatori per  
altissimi flussi termici



Manutenzione  
remota



Ciclo del  
combustibile



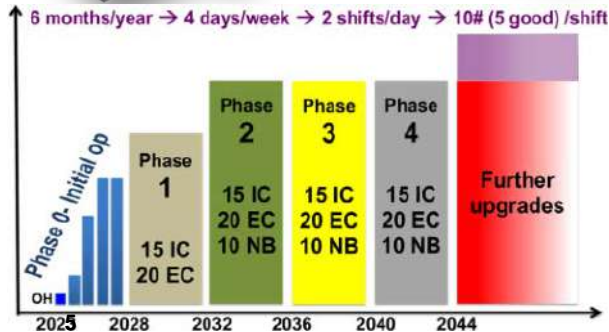
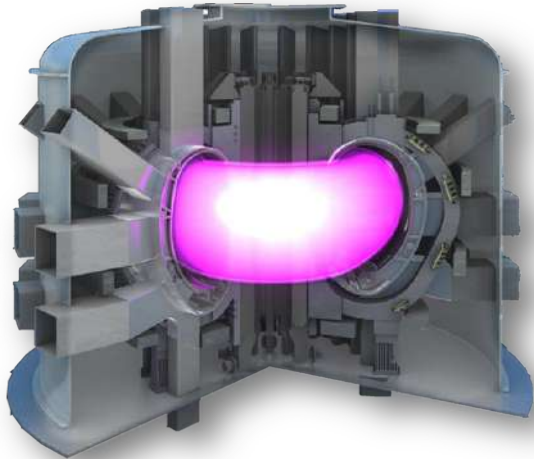
Neutronica



Superconduttività

- **Tra i primi a formalizzare modelli predittivi del plasma** (“first principle code”, eccellenza riconosciuta dagli USA - SciDAC)
- **Record Mondiale della densità del Plasma** con i tokamak Frascati Torus and Frascati Torus Upgrade
- **Record mondiale di Flusso Termico Critico** ( $35 \text{ MW/m}^2$ , del doppio di un razzo alla partenza)
- **Tecnologia Innovativa** per misure in ambienti ostili (es. Poca accessibilità, ambiente con radiazioni)
- **Innovazione dei sistemi** di riprocessamento del plasma con incremento di un fattore 3x-4x dell'efficienza di recupero e separazione
- **Laboratorio di riferimento per i ‘data base’ neutronici:** schermaggi, produzione trizio, diagnostiche.
- **Record mondiale:** 80 kA in un cavo da 43 mm di diam. (sufficiente per 8000)

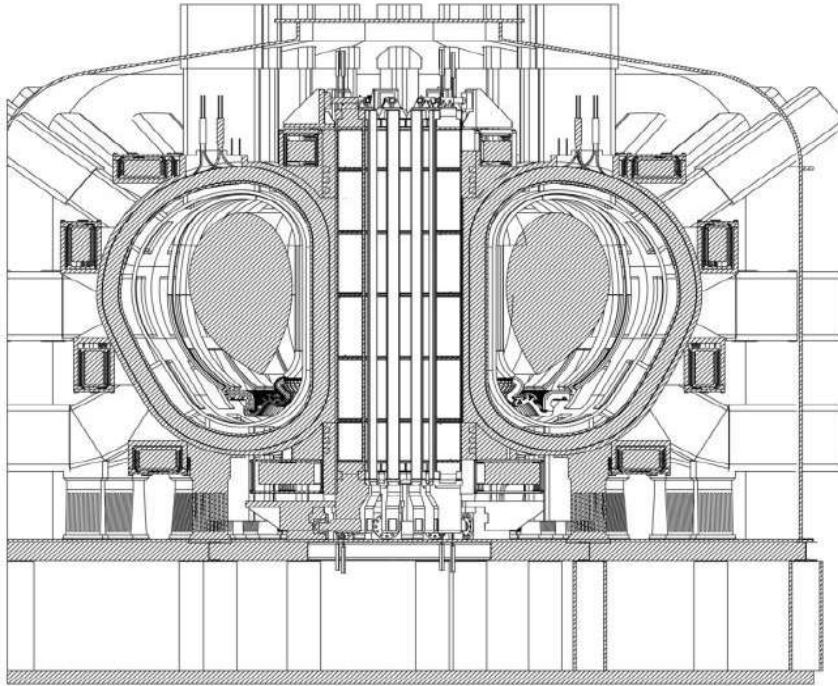
# La Divertor Tokamak Test facility



## I principali obiettivi:

- Dimostrare se i sistemi di smaltimento della potenza proposti per **DEMO** sono in grado di sostenere i carichi termici in tutte le possibili condizioni di funzionamento
- **Incrementare la conoscenza** dei meccanismi di smaltimento termico che non è possibile studiare nelle macchine attuali
- Sviluppare nuovi materiali e tecnologie
- **Preparare le nuove generazioni di scienziati e tecnologi e mantenere leadership italiana**

# La DTT: un progetto maturo per la costruzione



DTT: Modello ingegneristico

Progettazione molto avanzata

Soluzioni tecnologiche e  
Ingegneristiche di avanguardia:

Superconduttività

Altissimi flussi termici

Meccanica di precisione

Controlli '*real time*'

Elettronica di potenza

Materiali

Robotica

.....

# DTT: impatto ambientale?

DTT è:

- un impianto radiogeno (non nucleare) di cat. A ai sensi del:

*Decreto Legislativo del Governo 17 marzo 1995 n° 230 e successive modificazioni (dal D.Lgs. 26 maggio 2000, n.187; dal D.Lgs. 26 maggio 2000, n. 241; dal D.Lgs. 9 maggio 2001, n. 257; dal D.Lgs.26 marzo 2001, n.151; dalla Legge 1 marzo 2002, n. 39 "Attuazione delle direttive 89/618/Euratom,90/641/Euratom, 92/3/Euratom e 96/29/Euratom in materia di radiazioni ionizzanti.")*

- simile a due impianti che sono stati costruiti e operati dal 1977 a Frascati: FT (Frascati Torus) e FT-upgrade.
- Radiogena, come gli acceleratori, solo durante il funzionamento, produce una quantità molto limitata (qualche mc) di materiali attivati.

I materiali attivati - che non possono disperdersi nell'ambiente e possono restare nel sito – tornano utilizzabili entro 50 anni.

# DTT: impatto ambientale?

Anche in condizioni incidentali la popolazione non può ricevere radiazioni e impensabile che qualsiasi materiale attivato possa disperdersi nell'ambiente.

Per quanto riguarda l'esposizione alle radiazioni del personale:

- i lavoratori addetti alle operazioni e alle manutenzioni hanno livelli di dose equivalente ampiamente inferiori a quelli di legge.
- La dose cumulativa prevista – complessiva su tutti i lavoratori che operano sull'impianto - è di **poche decine di mSv•persona/anno\***.
- La dose massima per singola persona è quindi **di molto inferiore a quello di legge: 20 mSv/anno**, essendo molte decine i lavoratori impiegati, e di fatto inferiore al fondo naturale (2,4mSv/anno, nel mondo, 3,4mSv/anno in Italia).

\*Dose equivalente che tiene conto anche del tipo di radiazione ed è data dal prodotto della dose assorbita (su un organismo o su un determinato organo o tessuto) per un fattore che dipende dal tipo di radiazione.

# DTT: impatto ambientale?

Oltre gli aspetti radiologici, vi sono elementi di rischio legati a

- criogenia
- alcuni elementi chimici utilizzati per condizionare la camera del plasma.
- campi magnetici
- Elettricità

**Livelli di rischio bassissimi come mostra la statistica della quarantennale esperienza nella gestione di questo tipo di impianti.**

# DTT: I finanziamenti

<i>Finanziamenti</i>	<i>Milioni di euro</i>
<i>Prestito erogato o nel piano Junker o tramite BEI/Innofin (25 anni)</i>	250
<i>Laboratori coinvolti</i>	30
<i>Contributo in natura da partner Cinesi</i>	30
<i>Contributi Nazionali</i>	130
<i>EUROfusion</i>	60
<b><i>Totale</i></b>	<b>500</b>

# DTT: altissimo ritorno socio-economico

Nuovi Posti	Personale diretto	Indotto	Indotto Terziario	Totale per anno
Costruzione (7 anni)	120	150	350	620
Operazione (25 anni)	250	250	750	1250
Sperimentazione(25 anni)	150			150

**In totale oltre 1500 posti di lavoro**

**Atteso un ritorno pari a un fattore 4 sull'investimento: 2 miliardi di euro**



# DTT: la situazione

- Il 10 ottobre 2017 Eurofusion ha riconosciuto la DTT proposta dall'Italia necessaria per la Road Map e contribuirà nel prossimo programma quadro con 60 milioni di euro
- Il 27 novembre pubblicato sulla G.U. il decreto CIPE che trasferisce 40 milioni al progetto DTT da altro progetto, per conto MIUR
- il 24 novembre lanciato avviso selezione Sito. Prevede un contributo di almeno 25 milioni dalla Regioni oltre ai lavori di adeguamento. Termine procedura di Selezione prevista per il 15 marzo
- Nella legge di stabilità previsti i 40 milioni, per conto MiSE
- Pronto il Business Plan per la richiesta di prestito alla BEI

Per l'attenzione

Contatto:

[aldo.pizzuto@enea.it](mailto:aldo.pizzuto@enea.it)



1101 0110 1100  
0101 0010 1101  
0001 0110 1110  
1101 0010 1101  
1111 1010 0000

