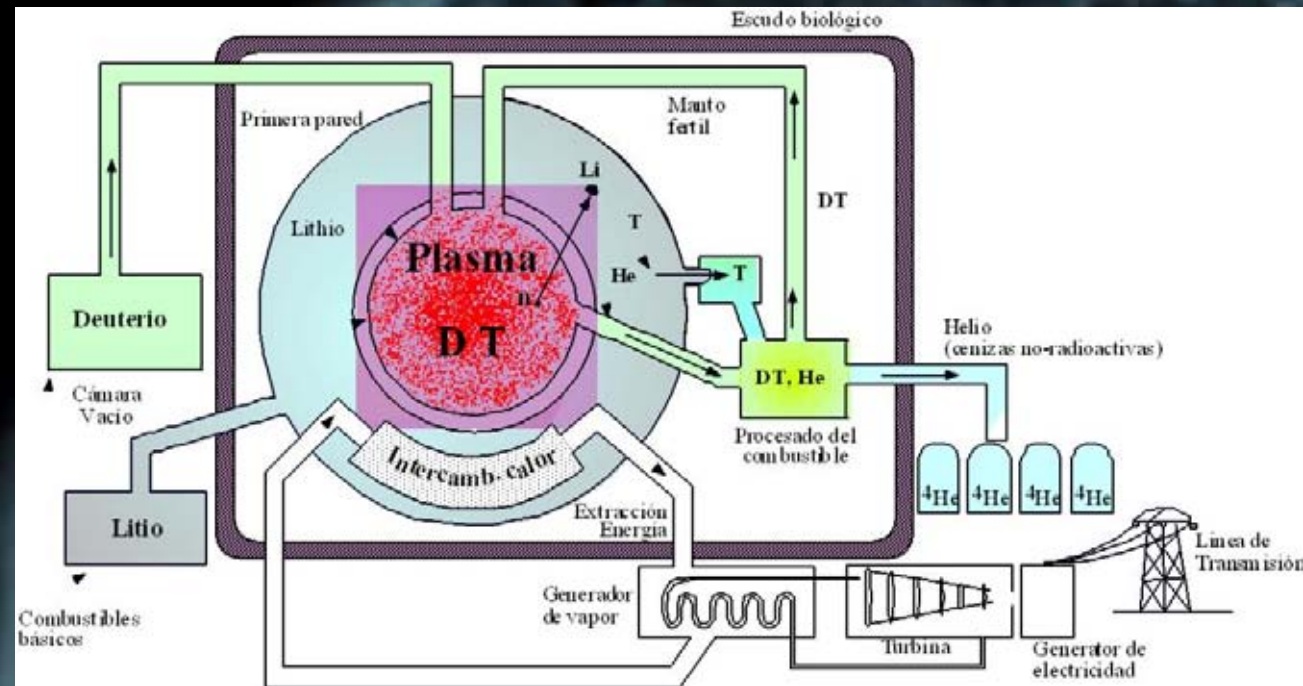


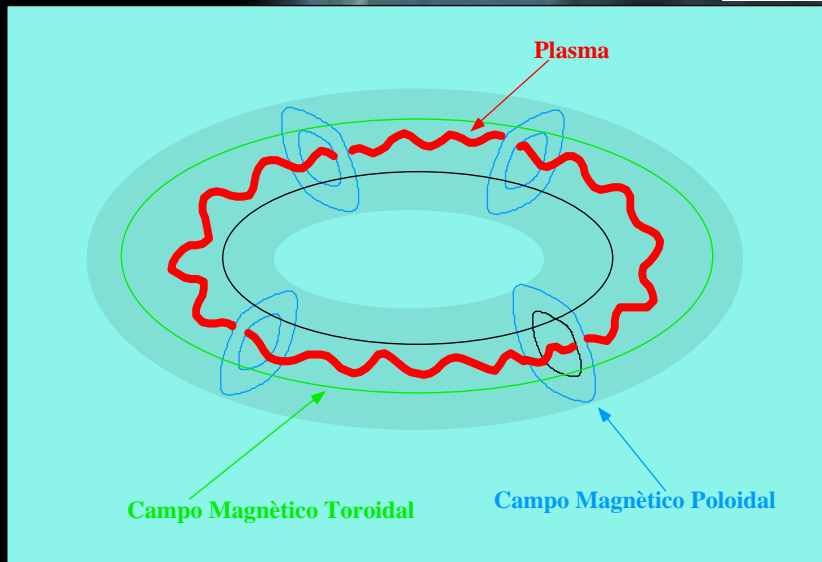
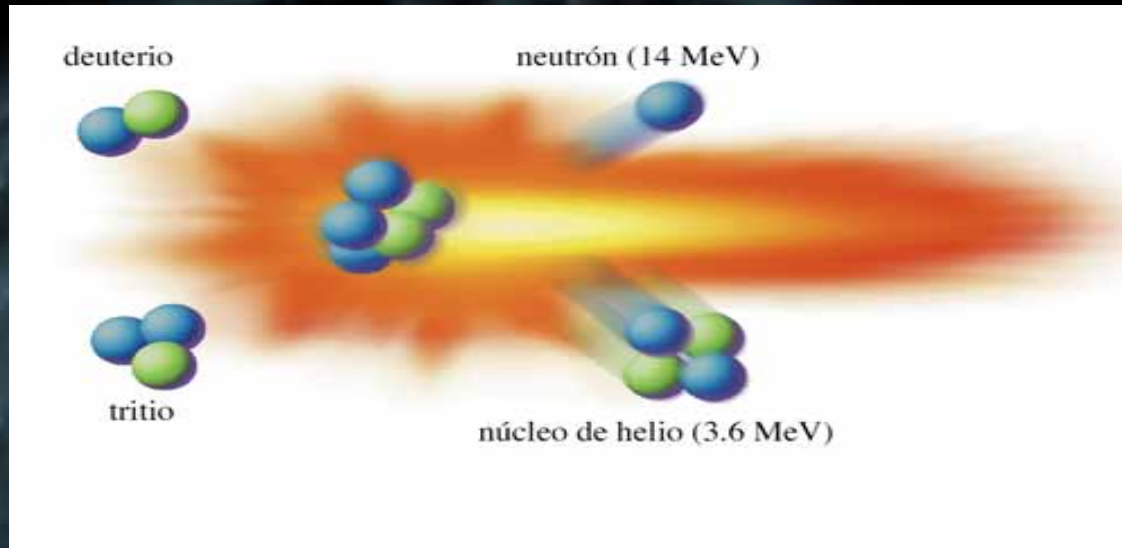
Energía de fusión nuclear: Presente y perspectivas

Carlos Hidalgo, Laboratorio Nacional de Fusión, CIEMAT



Fusión Nuclear y Plasmas

- Confinamiento inercial
- Confinamiento magnético



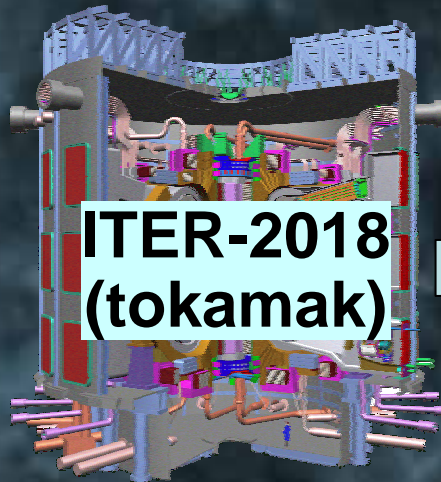
Fusión Nuclear
(magnética)

- Temperatura
(100 millones grados)
- Densidad
- confinamiento

**Un gran desafío
científico - tecnológico**

Estrategia Europea (FP7): “...desarrollo del conocimiento básico y tecnológico para la construcción de un prototipo de reactor de fusión consistente con criterios medioambientales....”

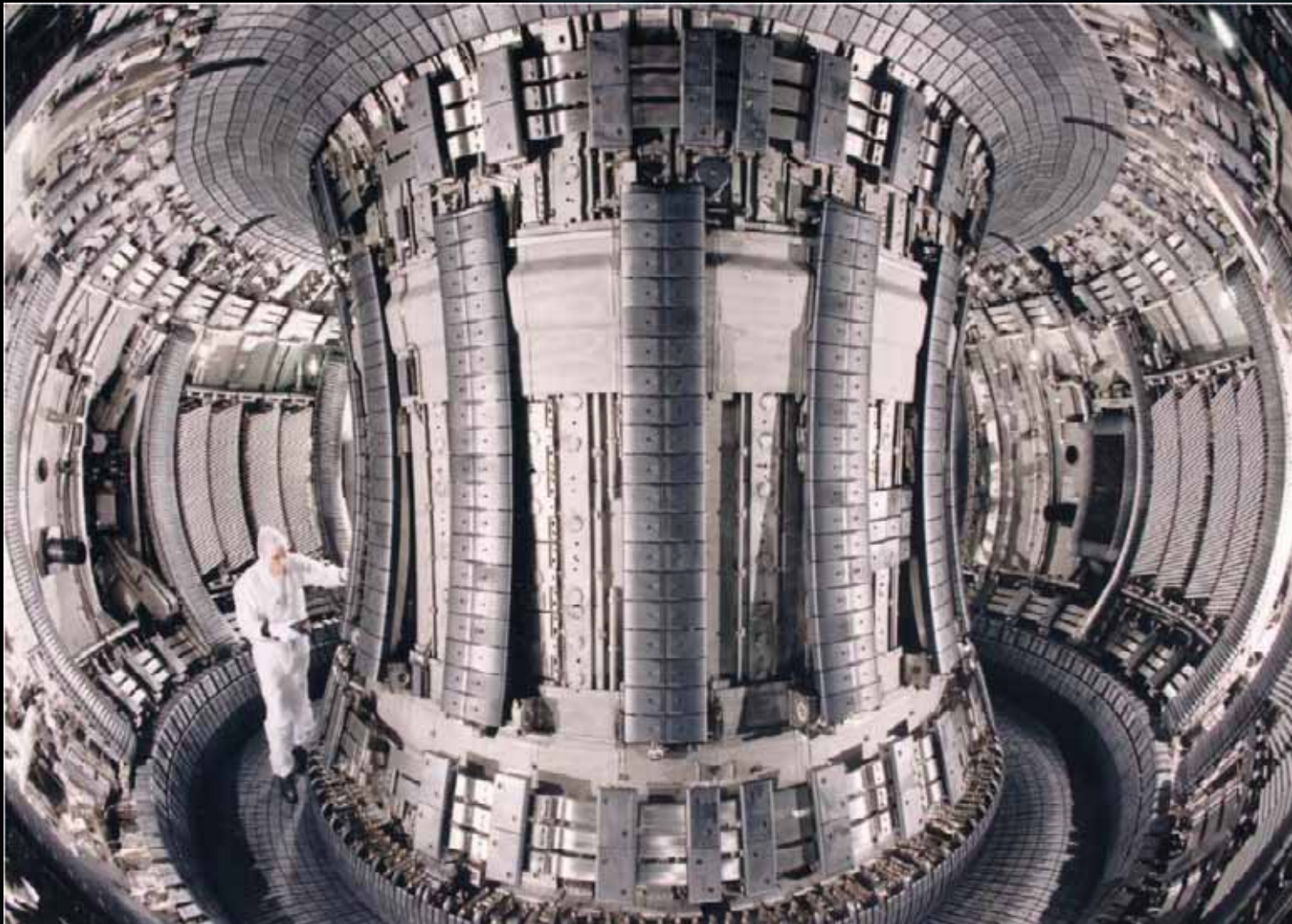
Alternatives Concepts
(stellarators)



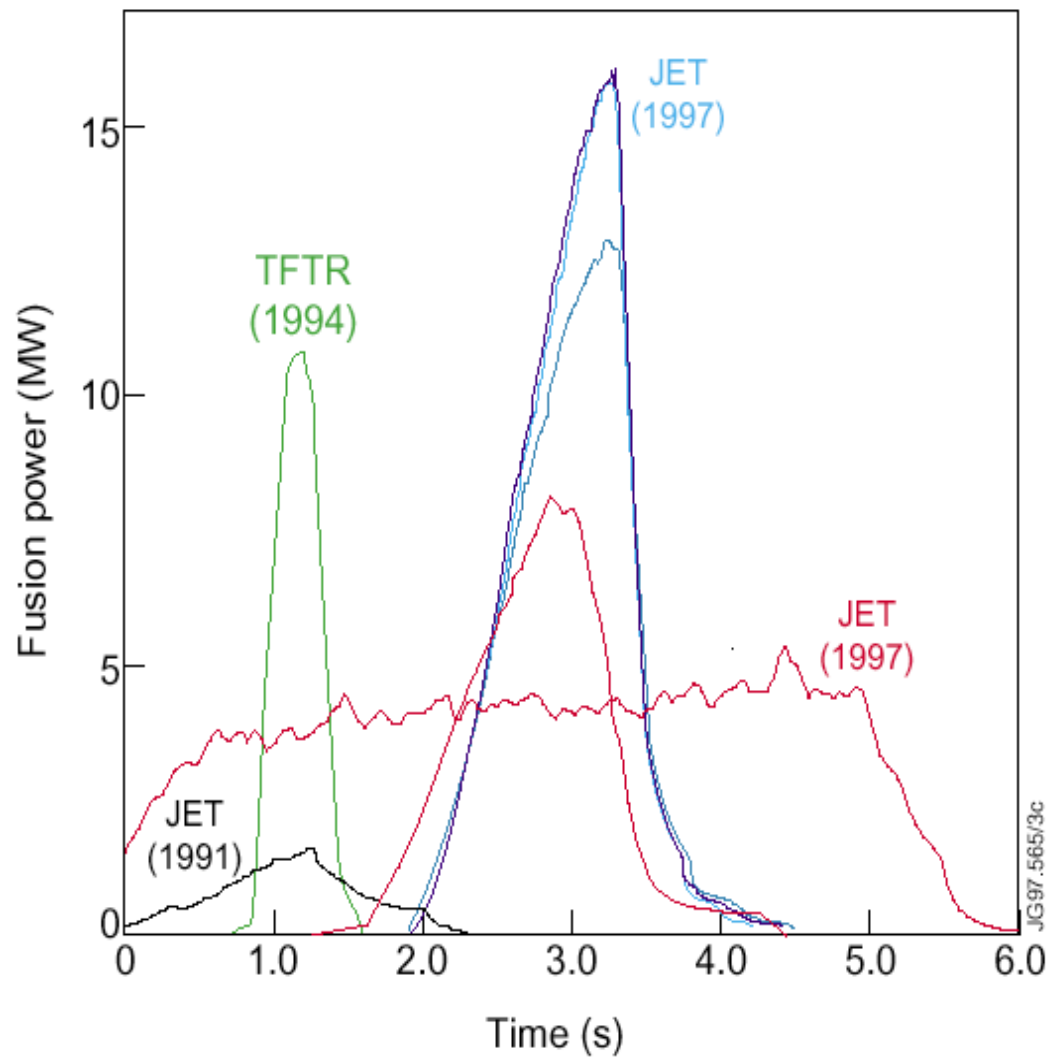
DEMO

Long term technology

JET

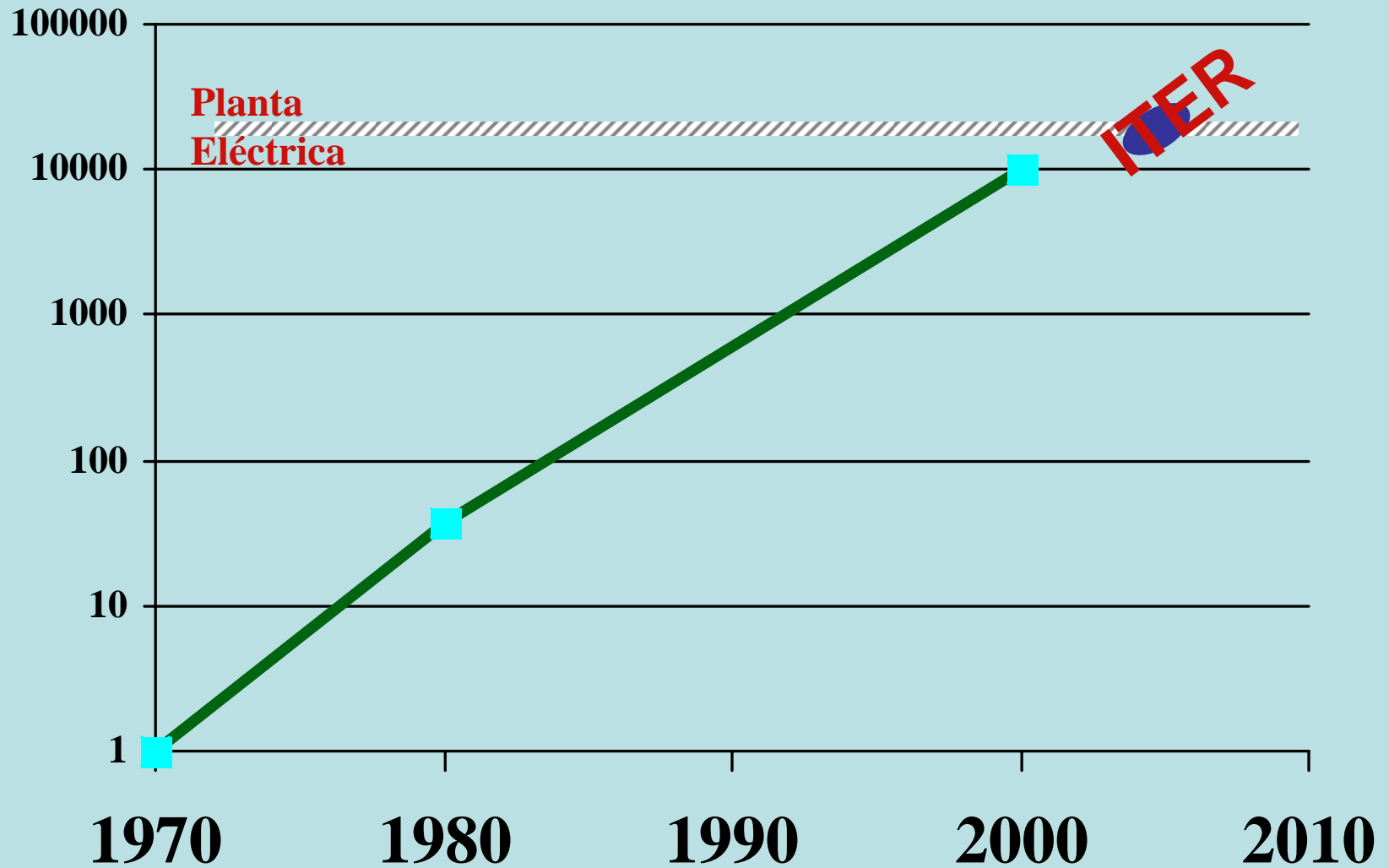


Fusión Nuclear en Europe (JET)



ITER: el sendero hacia una planta eléctrica

Densidad • Temperatura • Tiempo Confinamiento



ITER: desafío internacional

- **ITER es un proyecto que involucra una amplísima colaboración internacional: Europa, Japón, Rusia, China, Corea, Estados Unidos de América, India.**



ITER integra

- **Múltiples culturas**
- **Diferentes perspectivas científicas**
- **Especialistas en distintos campos**

ITER: el próximo paso

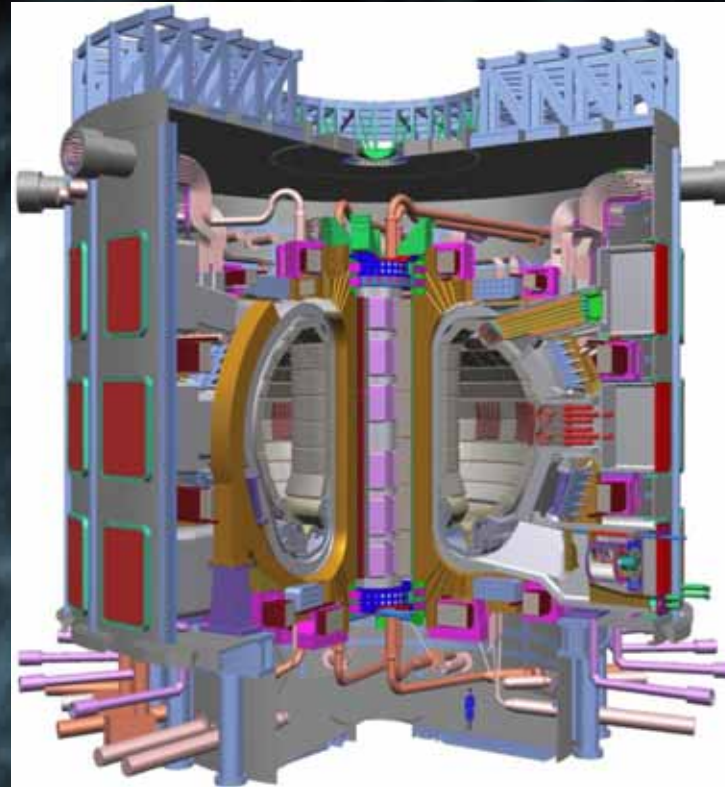
Objetivos:

- **Demostrar la viabilidad científica-tecnológica de la fusión**

$Q > 10$ durante 500 s,
posible ignición
($Q > 30$)

$Q > 5$ durante 1500 s

- **Tests tecnológicos (materiales, manto generador de tritio...)**



Socios:

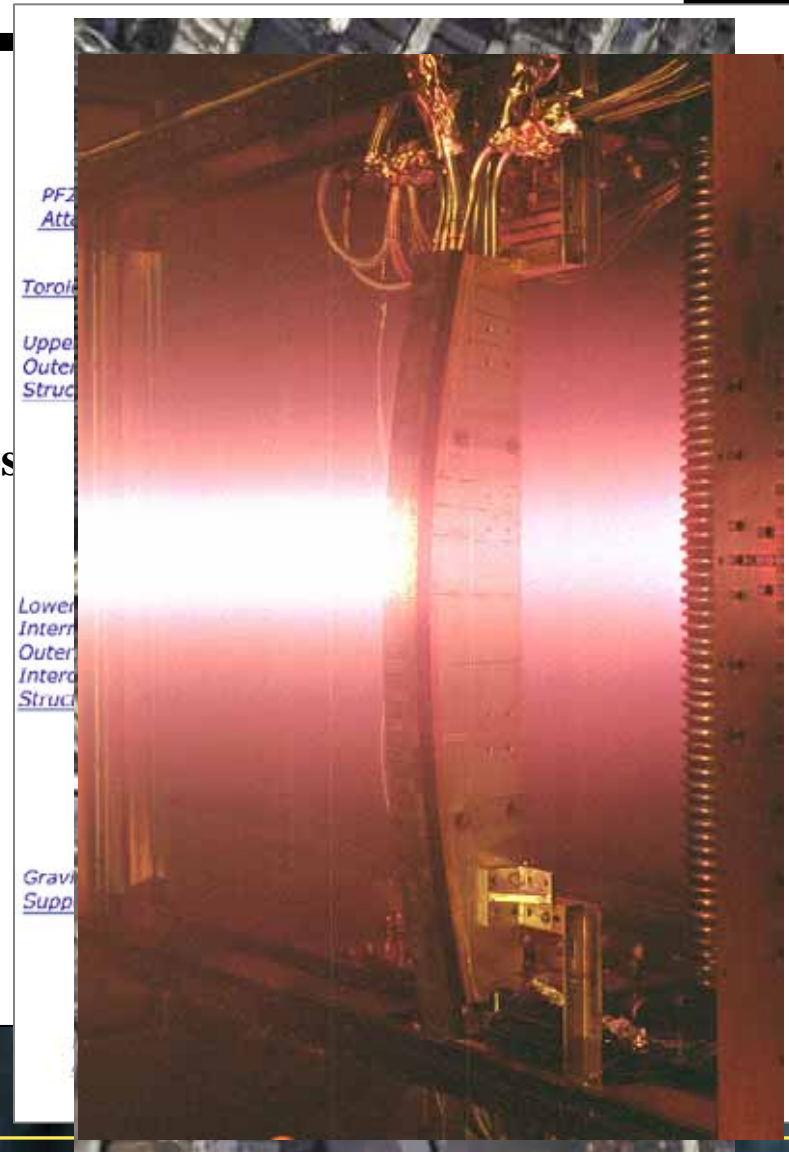
Europa
Japón
EEUU
Rusia
China
S.Corea
India

Acuerdo de los socios para sede en Cadarache (Francia)

Agencia Tecnológica Barcelona (España)

Desafíos Tecnológicos

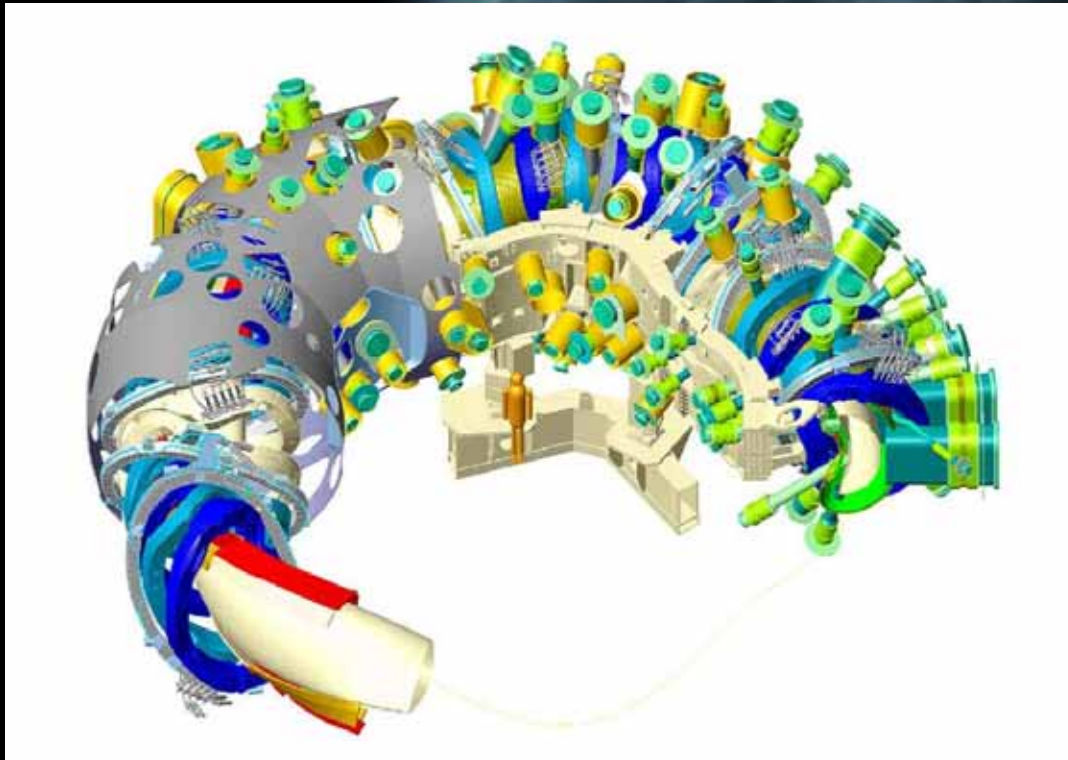
- **El tamaño de las bobinas superconductoras y estructuras no tiene precedente.**
- **Sistemas remotos de mantenimiento.**
- **Flujos de calor extremadamente elevados en los componentes de primera pared.**
- **Materiales bajo irradiación neutronica.**
- **Sistemas de calentamiento de plasmas**



La otra apuesta europea (FP-7): stellarators

“Stellarator” W7X, Alemania

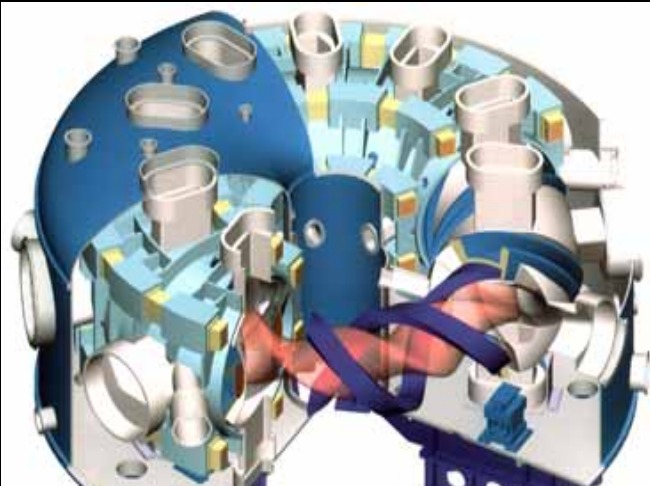
- Estado estacionario, alta presión. Operación: 2015



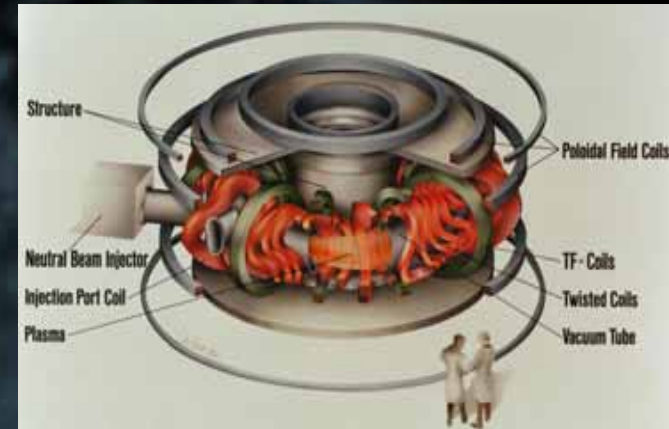
Una generación detrás de los tokamaks, pero:

- Control estacionario
- Control de la configuración
- Sin interrupciones

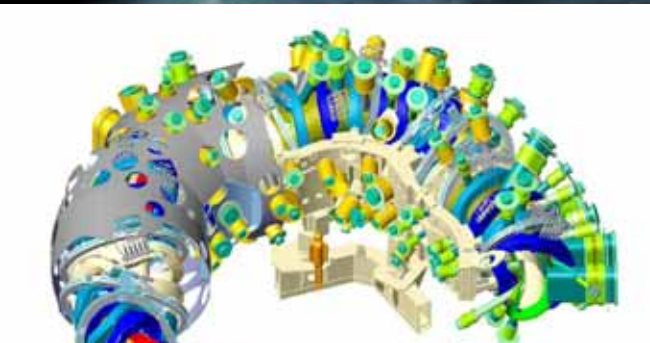
Stellarators



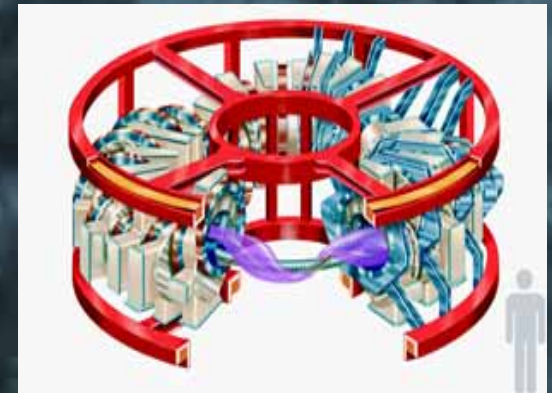
LHD, NIFS, Toki, Japón
(en operación)



W7AS Instituto Max-Planck,
Alemania (cerrado)



W7X, Max Planck IPP
(en construcción)



TJ-II CIEMAT, España
(en operación)

Los pasos en paralelo con ITER

Acuerdo Europa-Japón “ Broader Approach ” para acelerar la *viabilidad tecnológica y económica de la Fusión*

Física avanzada

- Estado estacionario
- Operación estable a alta presión (define el aprovechamiento del campo B y afecta a la economía del reactor)

Materiales

- Flujos de energía de 10 MW/m²

Materiales que soporten hasta 30 dpa, con periodos de activación <100 años
Existen candidatos (acero “Eurofer: CrW TaV ”, SiC) pero han de ser cualificados con irradiaciones similares en un espectro de neutrones de fusión: **IFMIF**

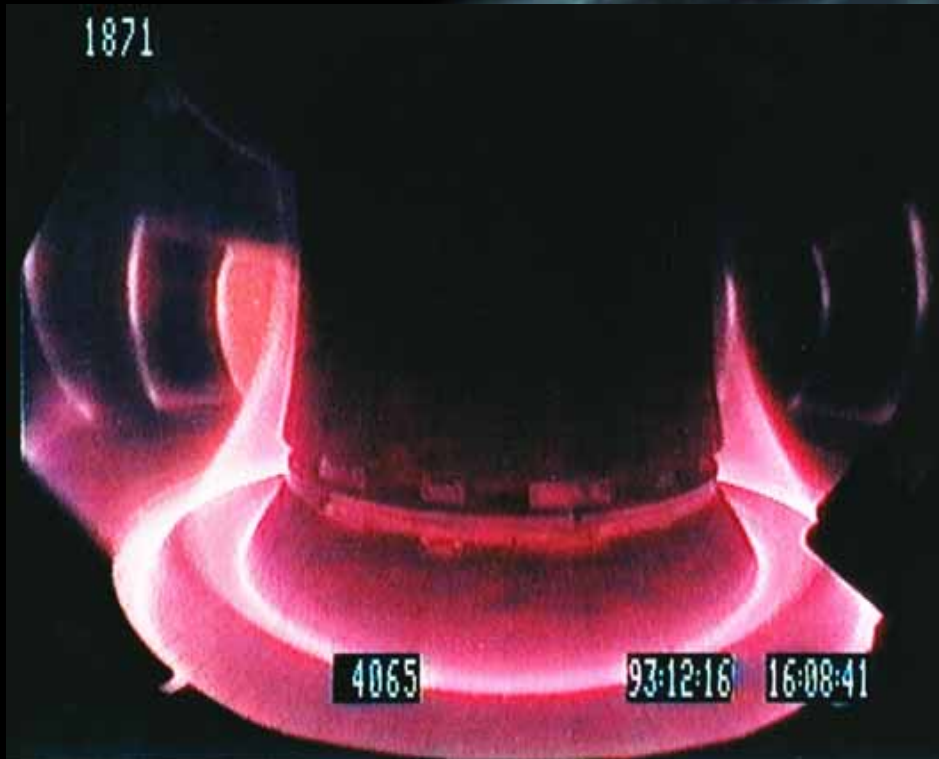
Autosuficiencia en Tritio

Programa de desarrollo del manto extractor de calor y generador de tritio
“**Breeding blanket**”

El problema de los materiales

IPP

ASDEX upgrade Tokamak Plasma
Max-Planck Institute für Plasmaphysik
IPP-Euratom Association, Garching, Germany



Física de interacción plasma-
pared en escenarios de alto flujo
de energía.

Influencia de radiación en
propiedades de materiales
(IFMIF)

Conclusiones

La viabilidad científica de la fusión nuclear ha sido demostrada (JET) (1991-97).

Estamos listos para realizar la demostración de la viabilidad tecnológica (ITER). ITER es un paso esencial en el desarrollo de la fusión nuclear (2018).

La Fusión Nuclear puede ser la fuente de energía inagotable, competitiva y medioambientalmente aceptable del futuro. Con tal finalidad, se requiere un programa mantenido de R&D.
