



# Área de Tecnologías de Metales Líquidos



A. Abánades, F. Sordo (UPM)

A. García, N. Casal (CIEMAT)

# Metales líquidos en Technofusión

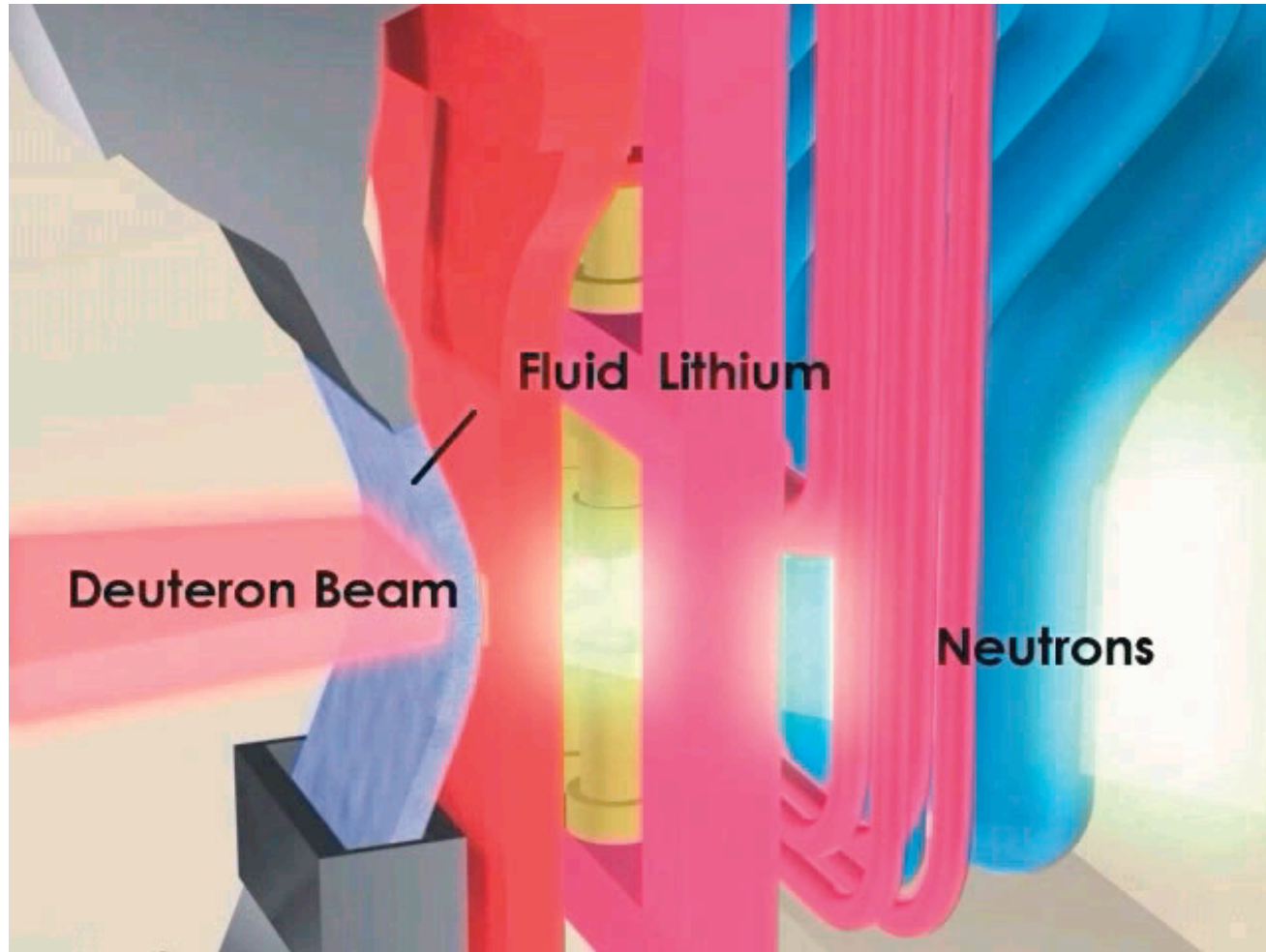
- El Laboratorio Nacional de Fusión (LNF) y la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) han propuesto la construcción de una nueva instalación singular de fusión: TECNOFUSIÓN.
- El objetivo de este centro será el aumento de la participación española en proyectos de fusión nuclear internacionales actualmente en desarrollo (IFMIF-EVEDA, IFMIF, ITER...) y la transferencia tecnológica a las empresas.
- Una de las áreas de desarrollo tecnológico prioritario es la relacionada con la utilización de metales líquidos.
  - Material refrigerante y regenerador en máquinas de fusión (ITER +DEMO).
  - Material blanco de fuentes de neutrones (IFMIF).



# Desarrollos necesarios

- Estudios de corrosión de materiales y de compatibilidad del litio o eutéctico Plomo-Litio con éstos. De interés tanto para aplicaciones de TBM como para IFMIF.
- Difusión de gases.
- Fenómenos de transporte en flujo bifásico.
- Purificación del litio. Un problema de especial interés es la extracción de Tritio.
- Seguridad.
- Estudios de comportamiento del metal líquido en un campo magnético (MHD).
- Desarrollo de recubrimientos aislantes.
- Estudios de flujo con superficie libre (de aplicación al blanco de IFMIF y a limitadores con esas características).
- Estudio de materiales y refrigerantes sometidos a irradiación neutrónica.

# Aplicaciones: IFMIF



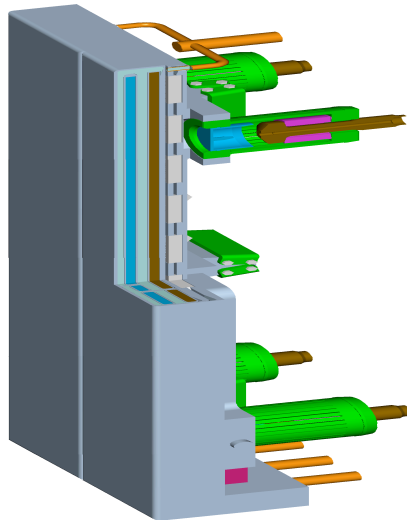
# Aplicaciones: DEMO

## Main Design Features for Molten Lithium (Li) TBMs (~DEMO values)

### Self-Cooled TBM

- ▶ Structures: V-4Cr-4Ti
- ▶ Breeder: Lithium ▶ Multiplier: Be
- ▶ Coolant: Lithium at 250-350°C/530-550°C

½ V port size  
(RF)

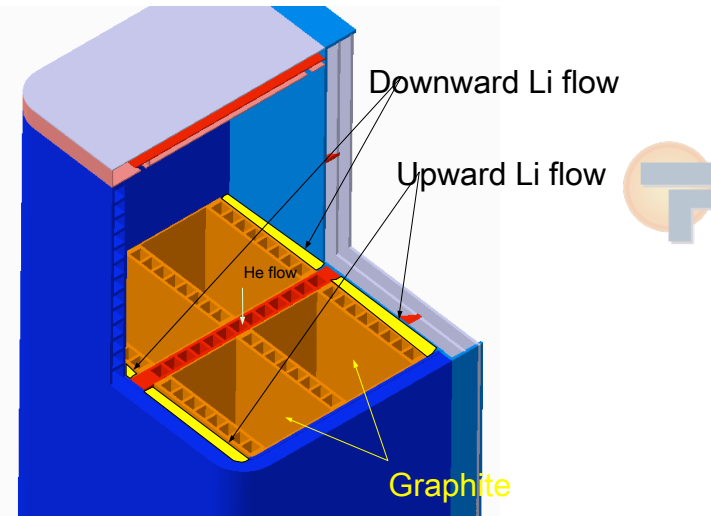


- ▶ Poloidal flow, two toroidal sub-modules
- ▶ Layers of porous Be-multiplier
- ▶ T structure < 600°C, T Be < 560°C
- ▶ Li-volume < 35 liters, Li velocity up to 0.5 m/s
- ▶ Need of electrical insulating coating, <sup>6</sup>Li 90%

### Helium-Cooled TBM

- ▶ Structures: RAF/M steel (Eurofer or others)
- ▶ Breeder: Lithium ▶ Reflector: Graphite
- ▶ Coolant: Helium at 300/500°C

½ V por  
(Kore

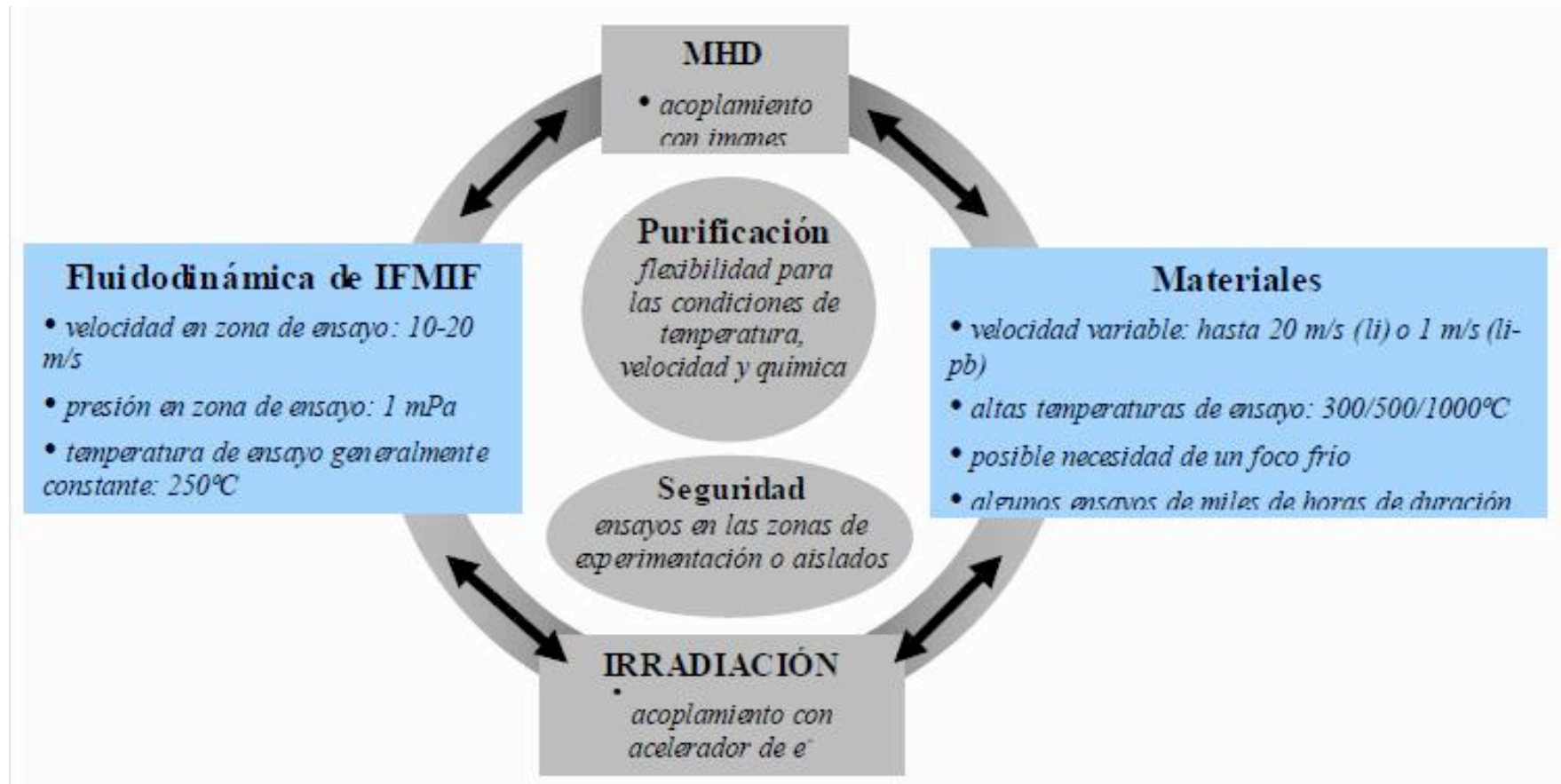


- ▶ Poloidal flow, two toroidal sub-modules
- ▶ Layers of Graphite reflector (pebble beds?)
- ▶ T structure < 550°C
- ▶ Li-volume < 35 liters, Li velocity: few mm/s
- ▶ <sup>6</sup>Li 90% for TBM (~natural Li for DEMO)

# Desarrollos específicos con Li

- Estudios de corrosión de materiales y de compatibilidad.
- Difusión de gases.
- Fenómenos de transporte en flujo bifásico.
- Purificación del litio. Un problema de especial interés es la extracción de Tritio.
- Seguridad.
- Estudios de comportamiento del metal líquido en un campo magnético (MHD).
- Desarrollo de recubrimientos aislantes.
- Estudios de flujo con superficie libre (de aplicación al blanco de IFMIF y a limitadores con esas características).
- Estudio de materiales y refrigerantes sometidos a irradiación neutrónica.

# Objetivos del área de metales líquidos



# Circuitos previstos

- Circuito 1: Ensayo de materiales.
  - Sistema de calentamiento
  - Sistema de irradiación
  - Sistema de aplicación de campos magnéticos.
- Circuito 2: Ensayo de superficie libre
  - Sistema de vacío
  - Sistema de transporte de electrones
- Sistemas auxiliares comunes:
  - Purificación y control de impurezas
  - Instrumentación y control.
  - Llenado de metal líquido y gases inertes.
  - Sistemas eléctricos.



# Capacidad experimental

- Desarrollos tecnológicos horizontales:
  - Estudios de corrosión de materiales
  - Análisis de fenómenos de transferencia de calor.
  - Desarrollo de sistemas auxiliares
  - Desarrollo de diagnósticos.
  - Purificación de metales líquidos.
  - Seguridad.
- Desarrollos tecnológicos verticales (orientados a la aplicación):
  - Estudios de comportamiento del metal líquido en un campo magnético (magnetohidrodinámica).
  - Difusión de gases, especialmente hidrógeno.
  - Estudios de flujo con superficie libre con y sin deposición energética.
  - Estudios específicos de comportamiento de materiales en condiciones extremas de temperatura y en contacto con metal líquido.
  - Estudios específicos de materiales bañados por metal líquido, sometidos a tensión y a deposición energética.

# Actividades realizadas

- Documento de desarrollo conceptual del laboratorio del área de metales líquidos.
  - Objetivos
  - Instalaciones
- Interacción con empresas de ingeniería para identificar la viabilidad técnica del laboratorio, incluyendo interacción con los aceleradores.
- Definición de puertos de ensayo de materiales integrados en el laboratorio, identificando sus limitaciones tecnológicas.



