



Comunidad
de Madrid

Dirección General
de Investigación
e Innovación Tecnológica

CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN,
CIENCIA Y UNIVERSIDADES

UNIÓN EUROPEA
Fondos Estructurales
Invertimos en su futuro



PROGRAMAS DE I+D EN TECNOLOGÍAS 2018

ACRONIMO: **TECHNOFUSIÓN (III) - CM**

TITULO PROGRAMA: **Desarrollo del Programa de actividades de I+D multidisciplinares del Centro de Tecnologías para la Fusión (TECHNOFUSIÓN)**

PRESUPUESTO CONCEDIDO: **907.548 €**

Madrid, 17 y 18 de abril de 2024

TECHNOFUSIÓN (III)-CM - ¿Quiénes participamos?



Enero 2019 – Abril 2023

GRUPO	TIPO	RESPONSABLE	FUNCIÓN	INSTITUCIÓN
CIEMAT	Beneficiario	González Viada, María	Coordinador	Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas / Laboratorio Nacional de Fusión
		Román Chacón, Raquel	Gestor	
UPM-FUSIÓN	Beneficiario	Perlado Martín, José Manuel	Responsable	Universidad Politécnica de Madrid / ETS Ingenieros Industriales
UC3M	Beneficiario	Monge Alcázar, Miguel Ángel	Responsable	Universidad Carlos III de Madrid / Escuela Politécnica Superior
UNED	Beneficiario	Sanz Gozalo, Javier	Responsable	Universidad Nacional de Educación a Distancia / ETS Ingenieros Industriales
UCM	Beneficiario	Bañares Morcillo, Luis	Responsable	Universidad Complutense de Madrid / Facultad de Ciencias Químicas
CSIC-CMAM	Beneficiario	Olivares Villegas, José	Responsable	Centro Superior de Investigaciones Científicas / Instituto de Óptica "Daza Valdés"
CSIC-CAR	Beneficiario	Seco Granja, Fernando	Responsable	Centro Superior de Investigaciones Científicas / Centro de Automática y Robótica
64	Laboratorio	Galiana Blanco, Beatriz	Responsable	Universidad Carlos III de Madrid / Escuela Politécnica Superior
171	Laboratorio	García López, Gastón	Responsable	Universidad Autónoma de Madrid / Centro de Microanálisis de Materiales (CMAM)

7 grupos y 2 labs de la REDLAB – CM, integrantes de las universidades e instituciones más relevantes de la CAM





TECHNOFUSIÓN (III)-CM - ¿Qué objetivos planteamos?

- **Objetivo 1. Desarrollo técnico de circuitos de metal líquido I**
 - 1.1. Montaje y puesta en funcionamiento de los circuitos de corrosión y de permeación.
 - 1.2. Permeación de isótopos de H y tecnología PAV.
- **Objetivo 2. Desarrollo técnico de circuitos de metal líquido II**
 - 2.1. Corrosión (compatibilidad química) de aceros y cobres reforzados.
 - 2.2 Fabricación y caracterización de revestimientos contra la corrosión y la permeación de T.
- **Objetivo 3. Ciencia y tecnologías asociadas a la instalación de un doble haz de iones**
 - 3.1. Diseño de detalle de las líneas de haz.
 - 3.2. Desarrollo avanzado de las cámaras de irradiación con degradador.
 - 3.3. Desarrollo de la instrumentación de irradiación con haz externo.
- **Objetivo 4. Daño por excitación electrónica en materiales: Iones y láseres pulsados en el avance científico de las tecnologías de fusión**
 - 4.1. Irradiación de materiales en régimen de alta excitación electrónica
 - 4.2. Sinergia de daño con doble excitación
 - 4.3. Simulación computacional multiescala de la interacción radiación-materia
 - 4.4. Validación de códigos





TECHNOFUSIÓN (III)-CM - ¿Qué objetivos planteamos?

- **Objetivo 5. Apoyo tecnológico al desarrollo de DONES (Parte I)**
 - 5.1. Tecnologías de telerrobótica para manipulación remota
 - 5.2. Tecnología de localización de personas en instalaciones bajo radiación
 - 5.3. Desarrollo y verificación de herramientas específicas de neutrónica computacional
 - 5.4. Aplicación de las herramientas de neutrónica al análisis y diseño de componentes y sistemas
- **Objetivo 6. Apoyo tecnológico al desarrollo de DONES (Parte II)**
 - 6.1. Tecnologías de atrapamiento de isótopos de H.
 - 6.2. Desarrollo de la tecnología SSTT.
- **Objetivo 7. Tecnologías avanzadas para ITER y DEMO. Desarrollo de Materiales**
 - 7.1. Desarrollo de materiales funcionales para DEMO.
 - 7.2. Desarrollo de materiales estructurales avanzados.
- **Objetivo 8. Tecnologías avanzadas para ITER y DEMO. Neutrónica computacional y metodología para la integración de simulaciones multifísica en el diseño de componentes y sistemas.**
 - 8.1. Desarrollo de la neutrónica computacional.
 - 8.2. Verificación y validación de las herramientas de neutrónica computacional en grandes instalaciones.
 - 8.3. Aplicación de las herramientas de neutrónica computacional al análisis y diseño de componentes y sistemas.
 - 8.4. Metodología para la integración de simulaciones multifísica en el diseño de componentes y sistemas.





TECHNOFUSIÓN (III)-CM - ¿Qué resultados hemos obtenido?

■ CIENTIFICO-TECNICOS (I)

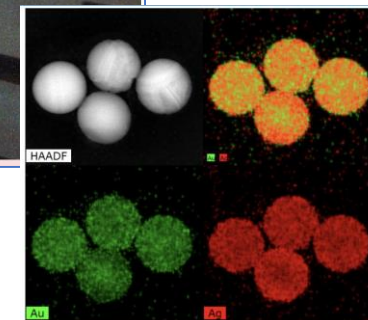
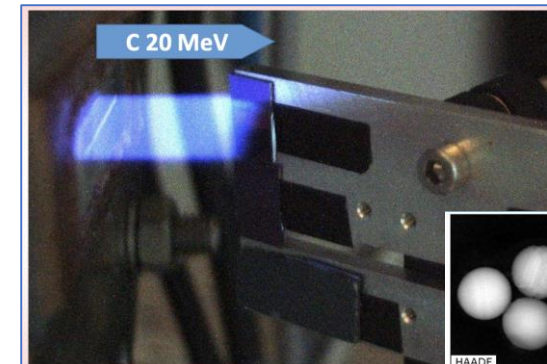
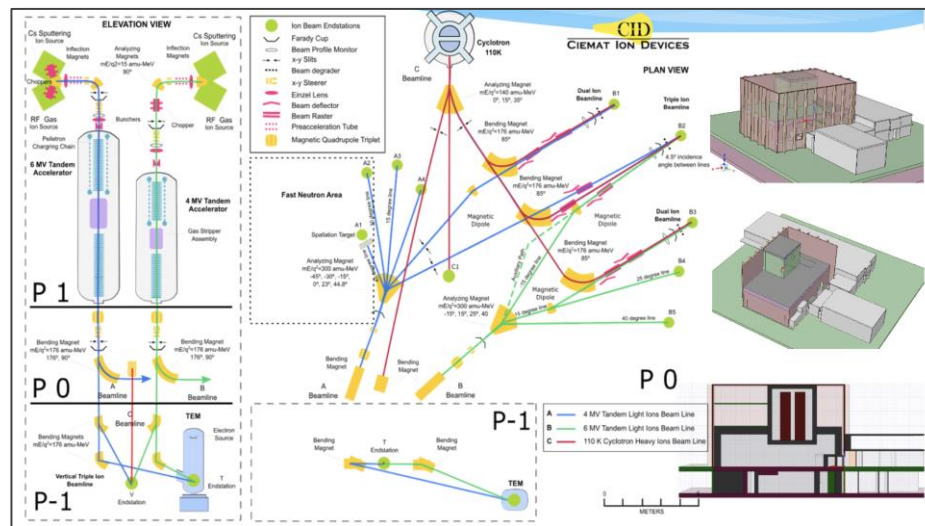
- ✓ **O1 y 2.** Construcción y puesta en operación del **Laboratorio de Metales Líquidos** en CIEMAT, que cuenta actualmente con: dos circuitos de PbLi, adecuados a ensayos de materiales y de revestimientos del acero contra la corrosión y la permeación (**CICLO**), y diseñados para el desarrollo y validación de tecnologías de extracción de T (**CLIPPER**); **COPPER**, instalación experimental de medida de permeación y co-permeación de gases ligeros en estructurales.



TECHNOFUSIÓN (III)-CM - ¿Qué resultados hemos obtenido?

■ CIENTIFICO-TECNICOS (II)

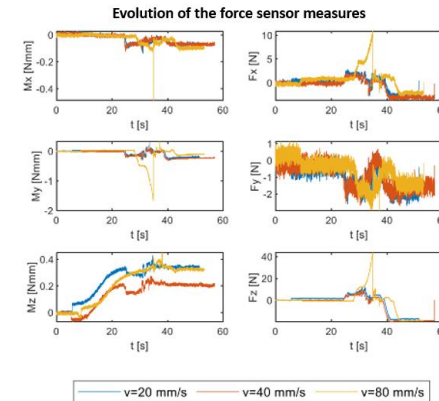
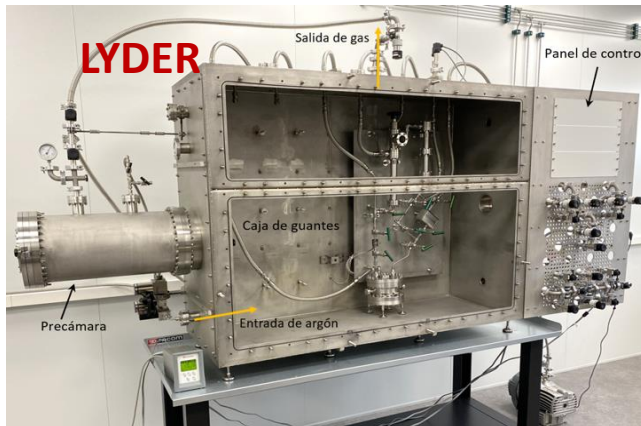
- ✓ **O3.** Estudio de detalle del **triple haz de iones**, instrumentación experimental de simulación del daño por neutrones y del efecto de gases ligeros en materiales. Definición y distribución de líneas y componentes. Desarrollo de cámaras de irradiación. Cálculos nucleares (seguridad, dosis residuales, activación agua, ...) y diseño del blindaje.
- ✓ **O4.** Estudio de sinergias de daño entre iones de alta energía y pulsos láser como herramienta de simulación del daño neutrónico. Desarrollo de la irradiación espectrografía en aire, macro-haz de iones externo como sistema de irradiación homogénea en condiciones más realistas. Aleación y procesado de nanopartículas.



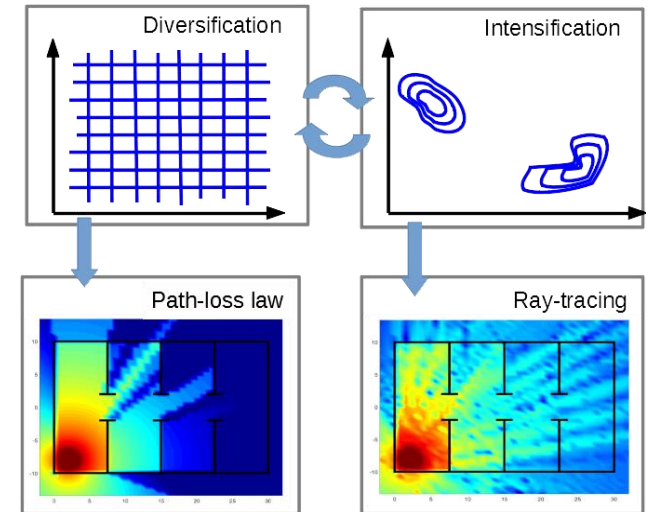
TECHNOFUSIÓN (III)-CM - ¿Qué resultados hemos obtenido?

■ CIENTIFICO-TECNICOS (III)

- ✓ O5 y 6. Apoyo a instalaciones de fusión, en particular a **IFMIF-DONES**, el generador de neutrones para validación de materiales y tecnologías: diseño de componentes robóticos, de sensores para la detección y protección de personas, de dispositivos de captura de T; desarrollo y mejora de modelos de cartografía de la radiación de neutrones; desarrollo de la instalación **LiFIRE**, diseñada para el análisis de seguridad de litio líquido ante su eventual combustión; **LYDER**, instalación experimental de retención de isótopos H.



Test bench for the validation phase of an IFMIF-DONES remote handling robot



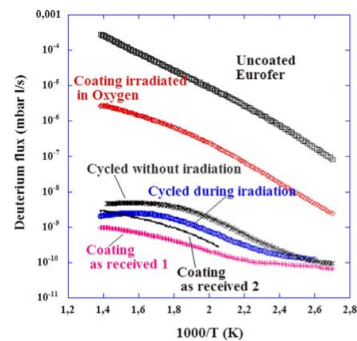
Estrategia propuesta para la colocación de receptores RF como seguridad del personal en IFMIF-DONES



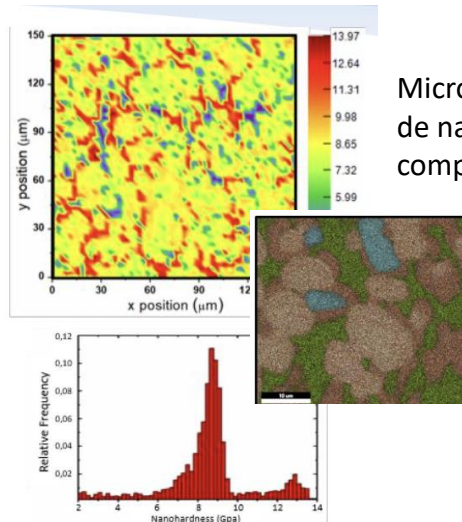
TECHNOFUSIÓN (III)-CM - ¿Qué resultados hemos obtenido?

■ CIENTIFICO-TECNICOS (II)

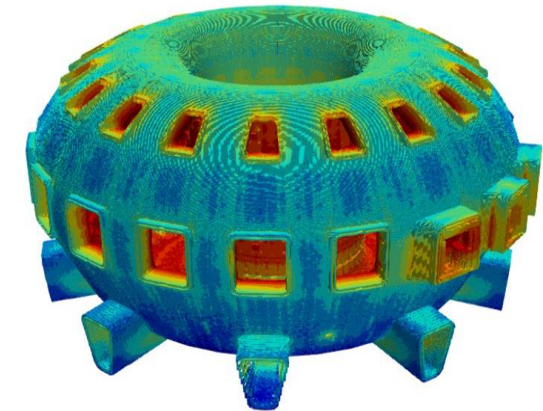
- ✓ **O7.** Se han producido y caracterizado materiales con propiedades mejoradas, enfocados en garantizar su respuesta estructural y funcionalidad en condiciones relevantes de operación. Fabricación de aceros reforzados y aleaciones CuCrZr como absorbentes de altos flujos térmicos; de W nanocolumnar como material de primera pared; optimización de revestimientos de SiC anticorrosión y contra permeación de Li y T; y selección de cerámicas aislantes como componentes de canal de PbLi.
- ✓ **O8.** Mejora de las herramientas neutrónicas computacionales, del análisis nuclear de las instalaciones y su protección radiológica. En particular, el desarrollo del código de transporte DS1UNED, considerado referencia para el cálculo de dosis residuales y con el que es posible simular los mapas de dosis de radiación de componentes activados en movimiento. Generación del modelo MCNP E-LITE, de enorme impacto europeo, aplicado con éxito en la descripción 360º de instalaciones complejas y heterogéneas, como el ITER.



Efecto sobre la permeación de D del recubrimiento de SiC sobre EUROFER



Microestructura y distribución de nanodureza en HEA de composición CuCrFeVTi



Cálculo en 360º de la deposición de calor 3D en la cámara de vacío de ITER





TECHNOFUSIÓN (III)-CM - ¿Qué resultados hemos obtenido?

■ COLABORACIÓN

- Fomentar la interrelación entre instituciones.
- Consolidar una fuerte red de grupos de investigación y desarrollo tecnológico en la CAM.
- Estructurar una comunidad de más de 70 miembros. Que nos ha hecho más competitivos, lo que se ha traducido en la participación y consecución de más de 15 proyectos a nivel europeo (EUROfusion Horizon Europe) y nacional.
- Articulada a través de reuniones generales anuales y reuniones semestrales del comité de gestión.
- Numerosas colaboraciones con grupos externos



■ CONTRATACIÓN

- Incorporación de 28 nuevos miembros, muchos de los cuales han encontrado estabilidad profesional en nuestras instituciones.
 - 19 PIA (personal investigador de apoyo) de duración variable. La inmensa mayoría firmados por doctores.
 - 9 Técnicos de Laboratorio de duración variable





TECHNOFUSIÓN (III)-CM - ¿Qué resultados hemos obtenido?

• DIFUSIÓN y DIVULGACIÓN

- Contribución a la atracción de jóvenes talentos al conocimiento de la fusión nuclear.
- Workshops anuales (4)
- 137 publicaciones científicas ... en particular, ***The TechnoFusion Consortium of Spanish institutions and facilities towards the development of fusion materials and related technologies in Europe*** (Journal of Nuclear Materials 568 (2022) 153854) resaltando los logros después de tres años del consorcio TECHNOFUSION-CM
- 110 asistencias a Congresos y Simposios
- 24 tesis leídas relacionadas con el Programa
- 19 Reconocimientos
- Organización de la escuela de verano "*The Energy of the Future: Nuclear Fusion*"
- Organización de dos congresos internacionales ICFRM-20 y ICFRM-21
- Presencia en redes sociales y medios de comunicación (prensa, radio, TV)
- Participación en másteres y cursos de doctorado
- Participación regular en actividades de divulgación relacionadas con la Semana de la Ciencia y el Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia, ...





TECHNOFUSIÓN (III)-CM - ¿Cómo hemos continuado?

- **Reuniones periódicas** en preparación de una próxima solicitud en convocatoria CAM
- Presencia frecuente **de Congresos y Workshops**, con mención del consorcio TECHNOFUSION
- Respuesta a **convocatorias públicas de financiación de proyectos**
- Programando la **organización de eventos para jóvenes y universitarios** : seminarios, curso de verano,
- ...





GRACIAS POR SU ATENCIÓN

