

# INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA INDUSTRIAL ORIENTADA A LA OPTIMIZACIÓN DE LA EFICIENCIA DE UNA GRAN INSTALACIÓN CIENTÍFICA DE FUSIÓN COMO ES IFMIF-DONES

**dones**  
flux 



Proyecto MIP-20221017 subvencionado por el CDTI y apoyado por el Ministerio de Ciencia e Innovación  
Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia - Financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU

## OBJETIVO DONES-FLUX

El objetivo principal del proyecto es la optimización de los distintos flujos dentro de IFMIF-DONES, permitiendo la eliminación de ineficiencias y la reducción del riesgo en la operación y mantenimiento de la instalación.

Proyecto Misiones “PYMES” convocatoria 2022 - Reforzar capacidades tecnológicas para la autonomía energética segura y sostenible (fusión, hidrógeno y renovables).



*Proyecto MIP-20221017 subvencionado por el CDTI y apoyado por el Ministerio de Ciencia e Innovación  
Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia - Financiado por la Unión Europea – NextGenerationEU*

# CONSORCIO DONES-FLUX



## CONSORCIO DONES-FLUX



- ⚡ Coordinador del proyecto
- ⚡ Empresa TIC especializada en el desarrollo de soluciones software de Inteligencia Artificial

## CONSORCIO DONES-FLUX



⚡ Líderes en diseño y desarrollo de sistemas ópticos, optomecánicos y optrónica a medida, y de precisión

## CONSORCIO DONES-FLUX



⚡ Empresa especialista en fabricación industrial de piezas de cobre y aluminio



## CONSORCIO DONES-FLUX



⚡ Empresa de ingeniería especializada en los dominios aeroespacial y defensa con capacidades e interés en formar parte del sector Industria de la Ciencia

## CONSORCIO DONES-FLUX



⚡ Empresa especializada en soluciones metalmecánicas avanzadas

## CONSORCIO DONES-FLUX

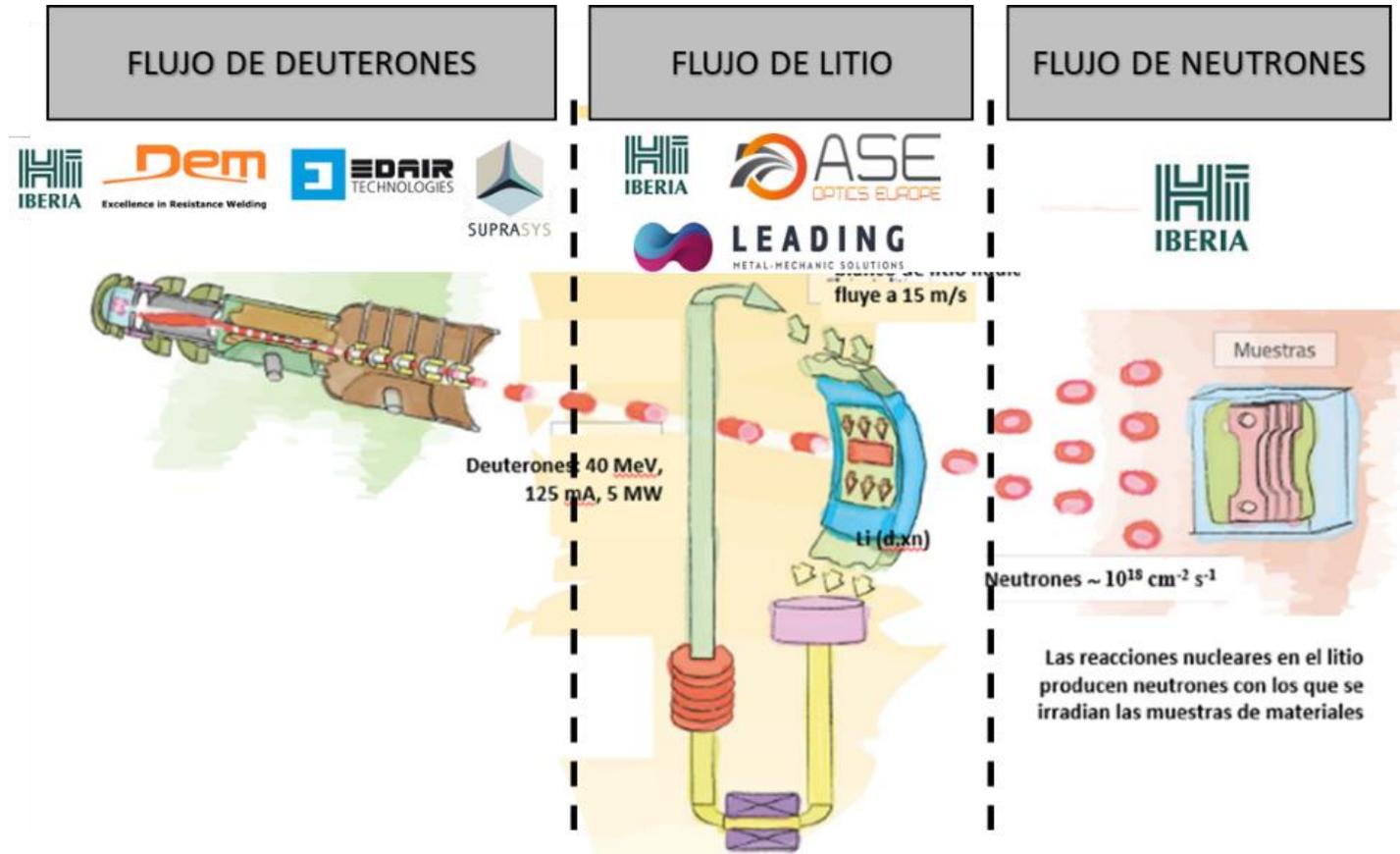


- ⚡ Empresa de desarrollo de soluciones tecnológicas con experiencia en los campos de la criogenia, vacío y superconductividad

## CONSORCIO DONES-FLUX – ORGANISMOS DE INVESTIGACIÓN



# OBJETIVOS ESPECIFICOS



## OBJETIVOS ESPECIFICOS – FLUJO DE ENERGÍA EN RED

### OBJETIVO

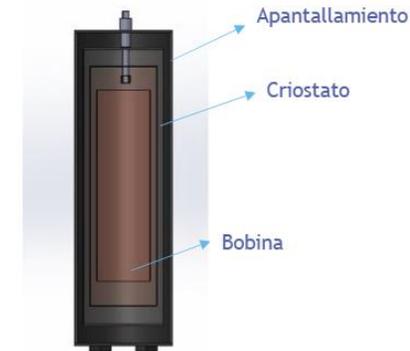
Mejorar la eficiencia de los procesos internos de flujo de potencia en operación pulsada o durante interrupciones, para reducir al mínimo el impacto de los picos de potencia que se producen en estas situaciones. Esto permitirá recuperar parte de la energía que de otro modo discurriría por los equipos de la planta, hasta su extinción

### SOLUCIÓN PROPUESTA

Se desarrollará un **sistema inteligente** con capacidad de amortiguamiento y gestión inteligente de la demanda **para controlar el flujo de energía en red.**

## OBJETIVOS ESPECIFICOS – FLUJO DE ENERGÍA EN RED

- ⚡ Sistemas de almacenamiento de tipo SMES (Superconducting Magnetic Energy Storage) para la amortiguación de picos.



- ⚡ Soluciones de inteligencia artificial avanzada para la optimización energética de la operación en modo pulsado, amortiguando el efecto de los picos de potencia en la planta y la red externa (integrando el uso de los SMES):
  - ⚡ Se desarrollará un gemelo digital del sistema energético para la prueba del algoritmo de control mediante el uso de simulaciones.
  - ⚡ Uso del ajuste mejorado del lazo de control mediante IA para los ensayos de simulación y posteriormente para los ensayos experimentales.



## OBJETIVOS ESPECIFICOS – FLUJO DE DEUTERONES

### FLUJO DE DEUTERONES



### OBJETIVO

Cumplir las condiciones que se exigen al Flujo de Deuterones:

- ⚡ Cantidad de deuterones disponibles (125 mA récord mundial)
- ⚡ Energía con la que deben interaccionar con el litio, que es de 40 MeV (deben ser acelerados en un acelerador de partículas)

### SOLUCIÓN PROPUESTA

Se **optimizará el control del flujo del haz de deuterones** (sistemas de extracción, cavidades de radiofrecuencia y estrategias de Inteligencia Artificial) suponiendo un importante avance en la eficiencia del haz de partículas, principal consumidor de energía y también en la reducción de intervenciones de mantenimiento.

Las reacciones nucleares en el litio producen neutrones con los que se irradian las muestras de materiales

EN RED

EDAIR  
TECHNOLOGIES

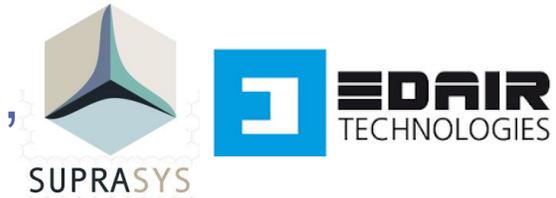
IBERIA

SUPRASYS

IFMIF-DONES  
ESPAÑA

## OBJETIVOS ESPECIFICOS – FLUJO DE DEUTERONES

- ⚡ Sistemas de extracción de haz (para experimentos paralelos), mediante el desarrollo de un novedoso imán de tipo SEPTUM.
- ⚡ Fabricación industrializada de cavidades aceleradoras de alta calidad.
- ⚡ Estrategias de inteligencia artificial:
  - ⚡ Modelo Subrogados basados en Deep Learning MSDLs (entorno simulado del acelerador lineal) para acelerar/mejorar las simulaciones, con el fin de entrenar a los agentes de DRL en el control de flujo y realizar predicciones precisas.
  - ⚡ Agentes de Deep Reinforcement Learning (inteligencia artificial) para la optimización del control de flujo de deuterones.

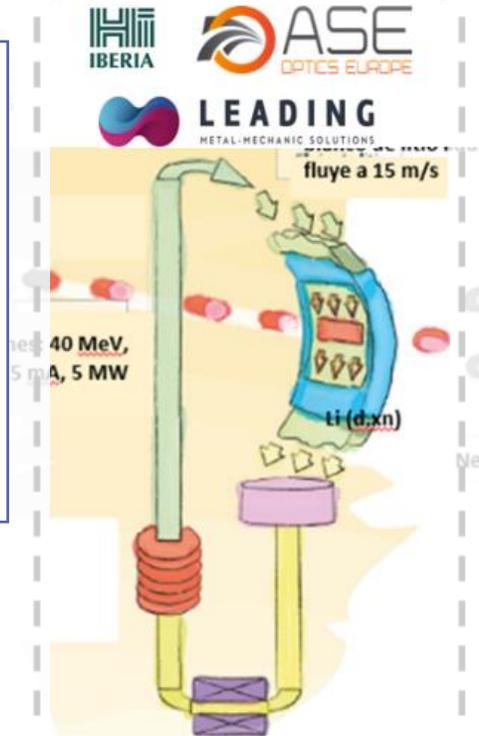


## OBJETIVOS ESPECIFICOS – FLUJO DE LITIO

### OBJETIVO

Se **controlará el flujo de litio**, el modo en el que el Flujo de Litio transporta el material en estado líquido a la reacción, en las condiciones óptimas, mediante sistemas de medida sin contacto que permitan monitorizar en tiempo real tanto las características del flujo, como los niveles de argón con soporte inteligente en laboratorios singulares diseñados para tal fin.

### FLUJO DE LITIO



### SOLUCIÓN PROPUESTA

Sistemas ópticos que nos permitan realizar medidas de los parámetros superficiales de la cortina de litio, así como la presión de Argón en la cámara del blanco.

Montaje de blanco de litio que permita desarrollar experimentos en MUVACAS.

Control predictivo de la presión en la cámara del blanco

irradian las muestras de materiales

## OBJETIVOS ESPECIFICOS – FLUJO DE LITIO

- ⚡ Sistemas ópticos (láser) de medida de los parámetros superficiales de la cortina de litio.
- ⚡ La integración de un montaje de blanco de litio que permitirá desarrollar experimentos de flujo real en el laboratorio MUVACAS de IFMIF-DONES, incluyendo soluciones avanzadas (mecánicas y de materiales) en especial en lo referente a la robustez frente al impacto de la radiación en los elementos móviles.
- ⚡ Sistemas ópticos novedosos de medida de presión de gas Argón en la cámara del blanco.
- ⚡ Control predictivo de la presión en la cámara del blanco, mediante técnicas avanzadas de inteligencia artificial (*Deep Reinforcement Learning*, DRL). Adicionalmente, se realizarán modelos DLSSM para poder realizar simulaciones y predicciones en tiempo real de la presión.



## OBJETIVOS ESPECIFICOS – FLUJO DE NEUTRONES

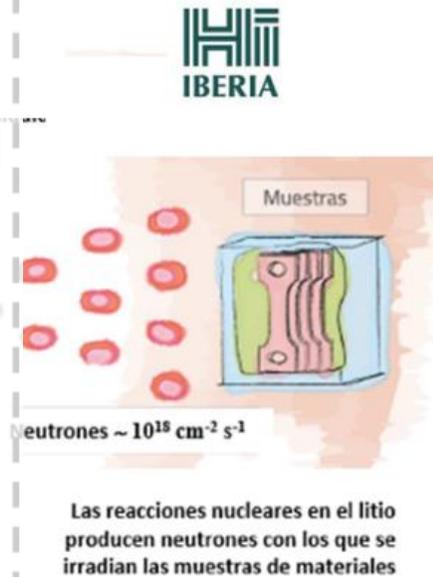
### OBJETIVO

Como resultado de la instalación, se **investigará un sistema de IA** que permita mejorar la eficiencia del **flujo de neutrones** y estimar el nivel de irradiación en cada punto ante la ausencia de medidas directas en todos los puntos dentro de la zona de irradiación.

### SOLUCIÓN PROPUESTA

Se trabajará en un sistema de control predictivo que, ante la ausencia de medidas directas en la zona de irradiación, sea capaz de inferir de manera inteligente las características del flujo de neutrones, teniendo en cuenta todos los factores ambientales y del entorno, así como las pocas medidas disponibles y los modelos matemáticos del proceso, para incrementar la eficiencia de irradiación, y por lo tanto la eficiencia global de la planta.

### FLUJO DE NEUTRONES



## OBJETIVOS ESPECIFICOS – FLUJO DE NEUTRONES

- ⚡ Sistema de control adaptativo/predictivo con técnicas de DRL que permita inferir las características del flujo de neutrones en la zona de irradiación.
- ⚡ Sistema de control de la planta utilizando IA, que modulará todos los parámetros de la planta para mantener la estabilidad de un único parámetro de salida, que podría ser la huella del flujo de neutrones (parámetro por determinar), asegurando un funcionamiento eficiente de la planta.



## ESTADO DEL PROYECTO

- ⚡ Proyecto de 27 meses de duración, hasta finales del 2024
- ⚡ Proyecto dividido en los distintos flujos sobre los que se va a trabajar.
- ⚡ Actualmente se encuentra en el proceso de diseño de los experimentos y demostradores de los distintos flujos con una continua interacción con IFMIF-DONES de cara a obtener datos y requisitos de los mismos.



*Proyecto MIP-20221017 subvencionado por el CDTI y apoyado por el Ministerio de Ciencia e Innovación  
Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia - Financiado por la Unión Europea – NextGenerationEU*

# GRACIAS POR SU ATENCIÓN

**dones**  
flux 



Proyecto MIP-20221017 subvencionado por el CDTI y apoyado por el Ministerio de Ciencia e Innovación  
Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia - Financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU