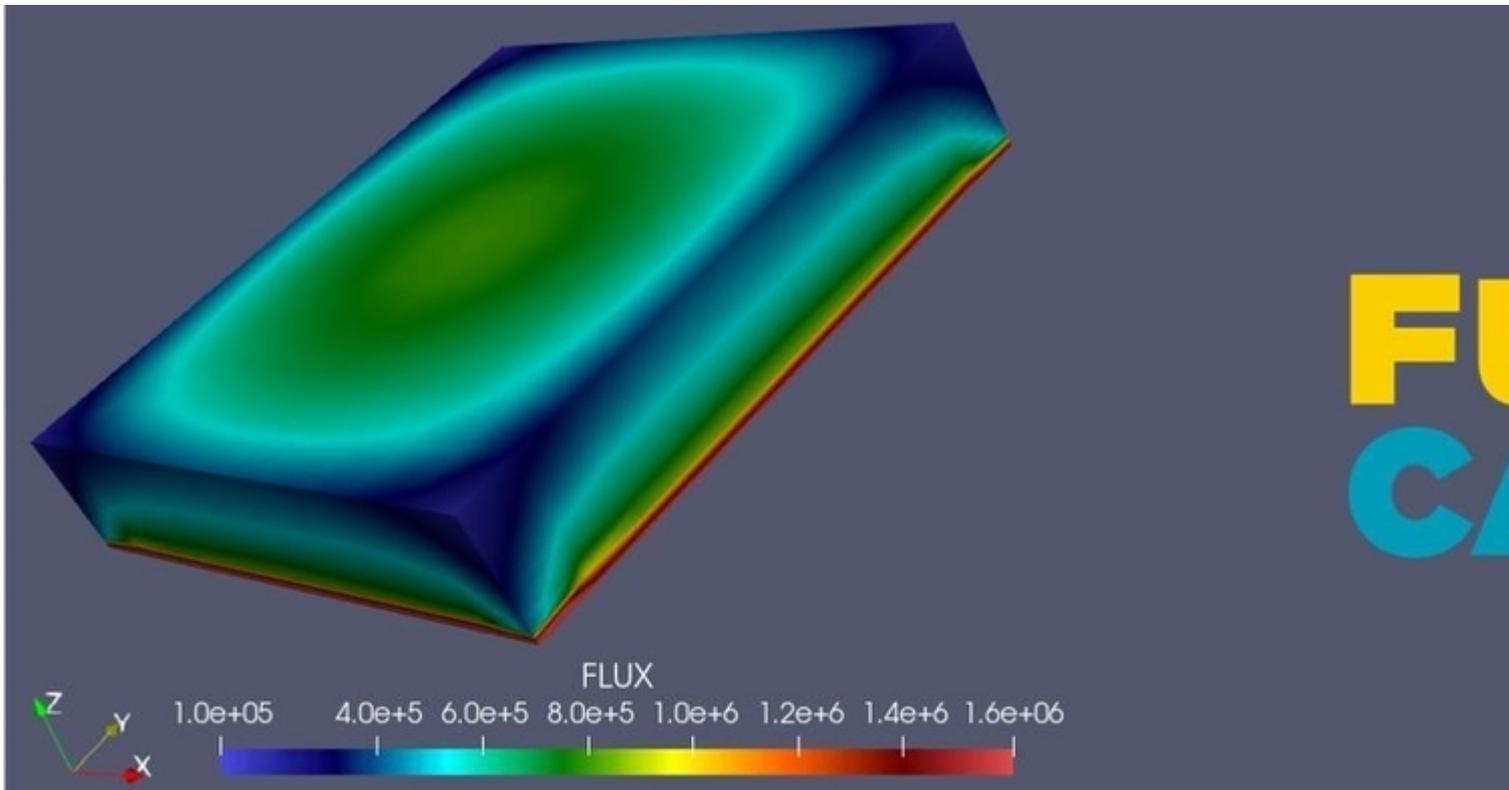


[Inicio](#) > El BSC triplica sus integrantes vinculados al proyecto FusionCAT para desarrollar herramientas de vanguardia mediante la combinación de la computación de altas prestaciones con la fusión

[El BSC triplica sus integrantes vinculados al proyecto FusionCAT para desarrollar herramientas de vanguardia mediante la combinación de la computación de altas prestaciones con la fusión](#)

El centro coordina FusionCAT cuyo objetivo es establecer una comunidad de fusión en Cataluña mediante el desarrollo y transferencia de tecnologías y competencias industriales.



Las herramientas de vanguardia se centran en la simulación de altas prestaciones de los fenómenos físicos interrelacionados que se dan en un reactor de fusión. Éstos abarcan desde la producción del combustible, a la captación de la energía pasando por el plasma y el transporte de neutrones dentro del reactor o los nuevos materiales.

El Barcelona Supercomputing Center-Centro Nacional de Supercomputación (BSC) coordina [FusionCAT](#), la iniciativa que agrupa siete instituciones catalanas para colaborar en el campo de la investigación y del desarrollo de la tecnología de la energía de fusión. El BSC también participa en los tres proyectos técnicos de la iniciativa: **Proyecto 1** “Hacia el modelado integrado completo de un reactor de fusión”, **Proyecto 2** “Neutrónica, producción de Tritio y ciclo operacional del combustible” y **Proyecto 3** “Estudios del reactor de fusión”. Además, el BSC ayuda a los socios de FusionCAT en la difusión y explotación de los resultados

de los proyectos dirigidos al sector académico e industrial para promover la investigación y la formación en el ámbito de fusión. El objetivo es comunicar, identificar y proteger la autoría de los resultados del proyecto, sobre todo, para crear y estimular una comunidad de fusión en Cataluña.

El equipo vinculado a FusionCAT en el BSC ha crecido desde los 7 miembros del inicio del proyecto en 2019 hasta los actuales 25 profesionales. Este crecimiento ha consolidado un equipo de trabajo altamente multidisciplinario con el objetivo de afrontar con solvencia los retos del proyecto que está llegando a su ecuador. El equipo incluye expertos en física, matemáticas, informática, ingeniería, administración de proyectos y transferencia de tecnología, y está liderado por la investigadora ICREA Mervi Mantsinen (Figura 1) con más de 23 años de experiencia en el campo de fusión. “*FusionCAT permite al BSC explorar áreas novedosas con un gran potencial de progreso sobre la base de nuestra combinación única de computación de altas prestaciones (HPC) y experiencia en fusión*” comenta Mervi Mantsinen. La metodología aplicada por el equipo del BSC (véase Figura 2) es aceptada por la comunidad de fusión y ha demostrado su validez en el pasado.



Figura 1. La investigadora ICREA Mervi Mantsinen lidera el proyecto FusionCAT en el BSC-CNS.

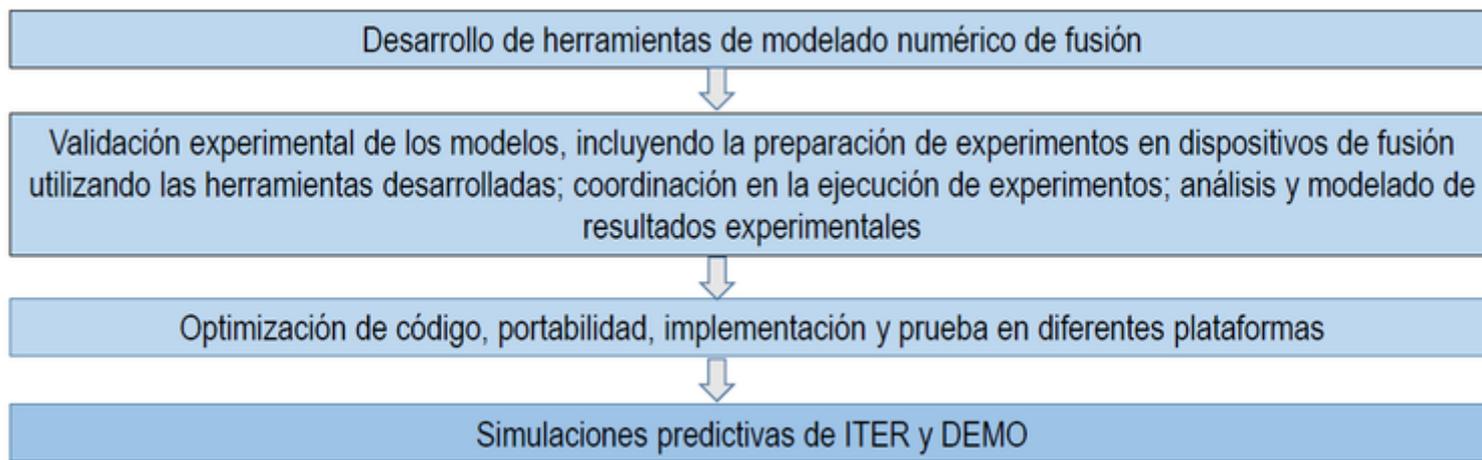


Figura 2. La metodología del equipo FusionCAT en el BSC-CNS.

En estos primeros 2 años de proyecto, el BSC ha desarrollado las primeras versiones de los módulos de magnetismo y transporte de neutrones para su software HPC multifísico Alya, se ha avanzado en la simulación acoplada de la termodinámica y dinámica de fluidos de un segmento de la primera pared de [ITER](#), se han validado diversos programas de la comunidad de fusión con datos experimentales de [JET](#), está integrando diversos programas en el Analysis Suit IMAS de [ITER](#) y se ha avanzado en el modelado a nivel atómico de nuevos materiales. Otros miembros del consorcio han avanzado en el diseño de sensores de tritio y litio, simulaciones de metales líquidos, reactores de membrana catalítica para la recuperación de isótopos de hidrógeno, diseño de componentes para aceleradores de partículas, diseño de las instalaciones del [IFMIF](#) y el modelado del ciclo de potencia del CO2 supercrítico.

El plasma y los reactores de fusión son sistemas altamente complejos desde un punto de vista físico, numérico y computacional. Para modelarlos es necesario contemplar múltiples fenómenos físicos, así como múltiples escalas espaciotemporales. La comprensión de la física involucrada requiere de la integración de todos estos elementos (por ejemplo, para conocer cómo cada factor de la reacción afecta a los demás, o cómo la energía desprendida es captada por el sistema refrigerante), de la validación de sus resultados y de su posterior integración en las herramientas de la comunidad investigadora. Para lograrlo, el BSC desarrolla tres tareas en el **Proyecto 1**: la implementación de códigos de multifísica basados en ALYA (código paralelo de mecánica computacional) para poder modelar sistemas complejos multifísicos, la validación experimental de códigos para fusión y la integración de códigos en las cadenas de producción que se utilizarán durante el funcionamiento de [ITER](#).

Los reactores de producción energética del futuro, como DEMO, apuestan por un ciclo del combustible basado en una producción ingente de neutrones del plasma y en el uso del manto fértil para multiplicar aún más este número de neutrones producidos y mantener así el ciclo operacional del combustible. Pero para alcanzar una producción energética eficiente es necesario optimizar el ciclo de combustible de la planta y, por esa razón, el **Proyecto 2** se centra en el ciclo del combustible en fusión, así como en sus efectos en el reactor y en los componentes relacionados con los neutrones, el litio y el tritio. Para ello, en estrecha colaboración con [CONICET](#) (Argentina), el BSC desarrolla un nuevo código de transporte de neutrones determinístico basado en la ecuación de transporte de Boltzmann con el método de elementos finitos. En la actualidad, los códigos Monte Carlo, como MCNP, son de uso común en la neutrónica de fusión y se caracterizan por ser computacionalmente más costosos y centrarse en análisis locales. En cambio, la implementación de códigos deterministas permite un análisis global y menos costoso de la geometría, lo cual es una ventaja. Nuestro desarrollo se basa en el código de transporte de neutrones implementado en ALYA y pretende aumentar considerablemente la fidelidad de este módulo para permitir predicciones realistas de los reactores de fusión, contribuyendo así al desarrollo de una herramienta computacional de vanguardia capaz

de abordar este complejo problema multifísico, tanto en dispositivos de fusión existentes como en futuros. Además, esta herramienta tendrá el potencial para afrontar futuros desafíos en el diseño de reactores de fusión debido a sus capacidades de HPC que hacen posible el análisis de diferentes variantes de un diseño. Así pues, el impacto esperado de dicha herramienta para el desarrollo de la fusión como una fuente de energía será elevado, y se situará dentro de la misión "*Tritium self-sufficiency and the design of the Test Blanket Module (TBM)*" de la hoja de ruta europea para la obtención de la energía de fusión.

El desarrollo de los reactores de producción energética del futuro, como DEMO, requiere de avances en una serie de tecnologías necesarias para su futura construcción. En el **Proyecto 3**, el BSC se enfoca en el estudio altamente especializado de tecnologías para el diseño de imanes basados en materiales Superconductores de Alta Temperatura (HTS) y en la evaluación de la resistencia de los materiales usados en la construcción del reactor de fusión.

La tecnología HTS ha alcanzado la suficiente madurez para ser considerada en la construcción de los imanes principales de los reactores de fusión Tokamak. Prueba de ello, es la proliferación de geometrías innovadoras basadas en sus mejores prestaciones respecto al campo magnético, las cuales permiten disminuir drásticamente el tamaño del sistema y, por lo tanto, su coste. La fabricación de imanes con materiales HTS permitirá generar los elevados campos magnéticos necesarios para el confinamiento del plasma en el reactor, y además mejorará el rango de funcionamiento, las condiciones de temperatura y los costes operativos. La aplicación de los materiales HTS en el campo de la fusión requiere de una evaluación del material desde el punto de vista de la fabricación de los cables usados en los grandes imanes HTS. En la actualidad, se está investigando diferentes configuraciones del cableado para optimizar su comportamiento mecánico, térmico y electromagnético. Para cumplir los requisitos de la fusión, las principales metas que deben lograrse son, esencialmente, una mejor conductividad de las uniones, un mejor comportamiento mecánico, una disminución de las pérdidas cuando se transporta corriente alterna (AC) y una mejor propagación de la zona resistiva en transiciones accidentales al estado no superconductor ("quench"). Para alcanzar dichas metas, se requiere un desarrollo adicional del cableado, una optimización de los revestimientos de los cables y el desarrollo de herramientas de análisis multifísico para el diseño de imanes y cables. Para ello, en el **Proyecto 3** de FusionCAT el BSC, en estrecha colaboración con el Institut de Ciència de Materials de Barcelona (ICMAB-CSIC), extenderá el código ALYA para poder estudiar el carácter multifísico del diseño de imanes con materiales HTS.

El hallazgo de materiales seguros y duraderos para la construcción de los reactores de fusión es uno de los retos clave para la generación de la energía de fusión. En el **Proyecto 3**, el BSC estudia diferentes métodos para reducir la complejidad de las simulaciones de dichos materiales a escala atómica. Partiendo de la Teoría del Funcional de la Densidad (DFT), que es probablemente el método *ab-initio* (basado en química cuántica) más extensamente utilizado hasta la fecha, y utilizando estos resultados para el desarrollo de campos de fuerza (potenciales interatómicos). Estos potenciales serán utilizados para una descripción completamente clásica del material por medio de simulaciones de dinámica molecular. De esta manera, se pueden tratar sistemas mucho más grandes, en función del tiempo y en condiciones realistas temperatura. Así podríamos cubrir todo el rango que va desde los cálculos *ab-initio* (alta precisión y transferibilidad con alto coste) hasta campos de fuerza clásicos (limitada precisión y transferibilidad con bajo coste). Nuestro objetivo es combinar estos enfoques y contribuir a una descripción multiescala de los materiales de fusión bajo irradiación, trabajando para la producción de materiales apropiados y validados para su uso en reactores de fusión.

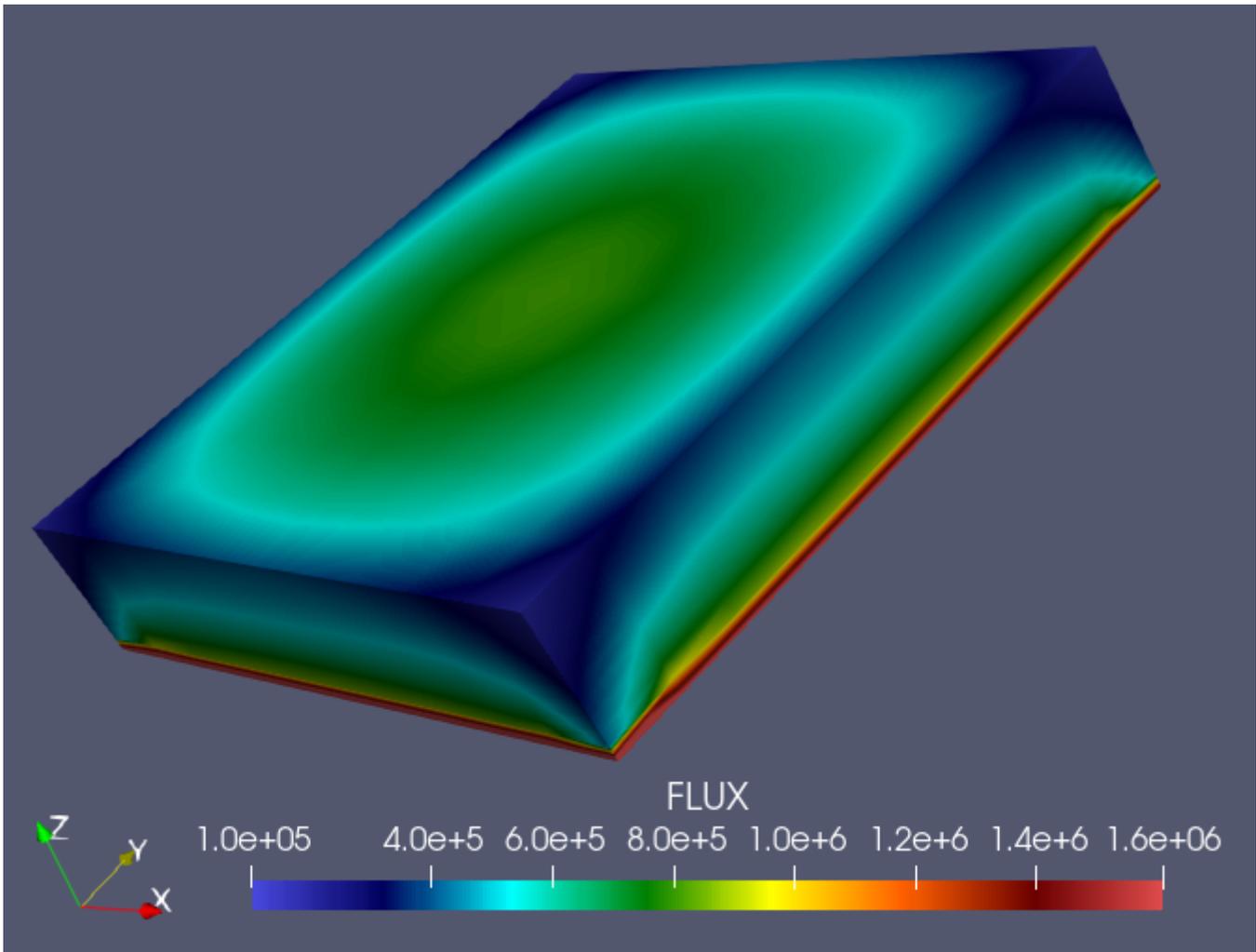


Figura 3. Flujo de neutrones simulados con ALYA en una placa 3D de 20cm de espesor de Si28.

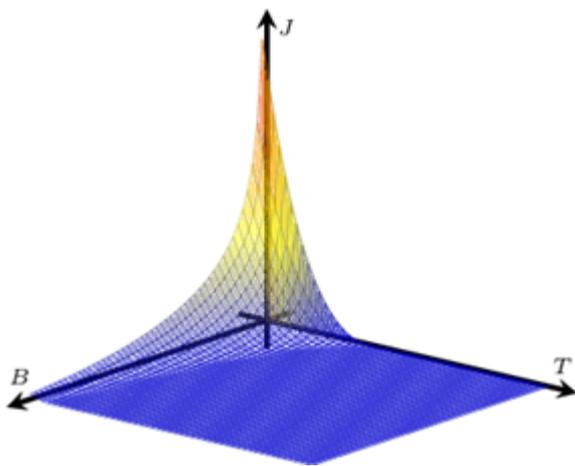


Figure 4. Superficie crítica de una cinta HTS. Por debajo de la corriente crítica, que depende de manera local del campo aplicado y la temperatura, el superconductor transporta corriente con campo eléctrico nulo. Por encima de dicha corriente, el campo eléctrico crece de forma potencial.

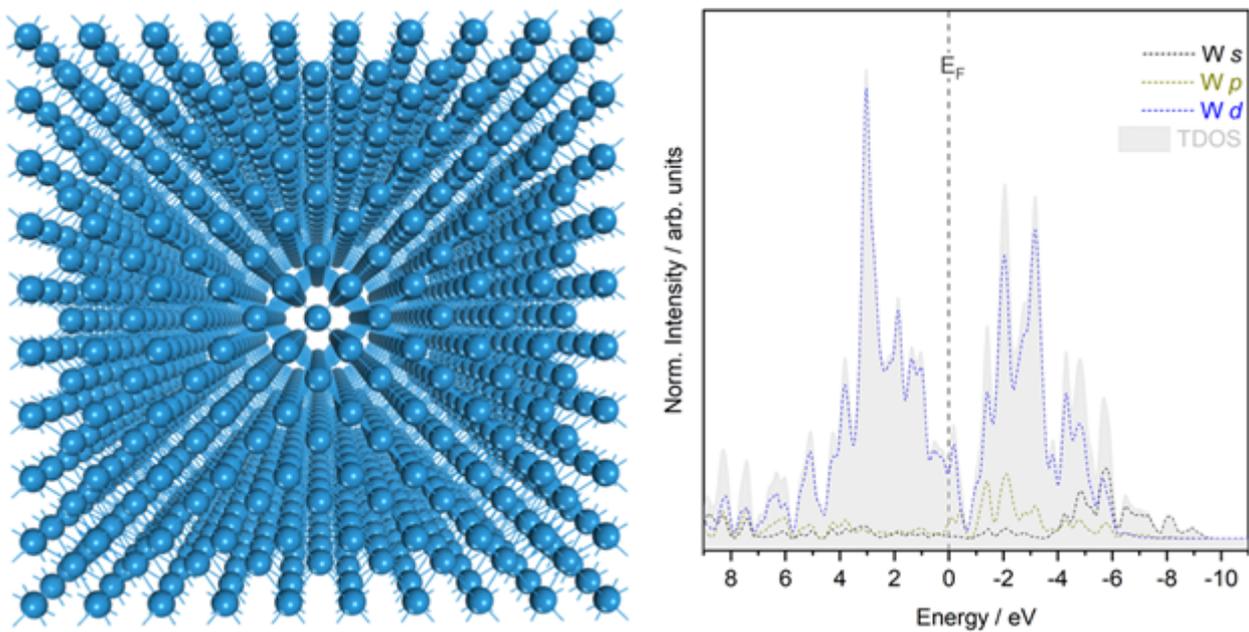


Figura 5. Modelo periódico de estructura cúbica centrada compuesto por 1458 átomos de tungsteno, que es uno de los materiales de interés para fusión.

El proyecto FusionCAT con número de expediente 001-P-001722 ha sido cofinanciado en un 50% con 1.960.963,66€ por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional de la Unión Europea en el marco del Programa Operativo FEDER de Cataluña 2014-2020, con el soporte de la Generalitat de Cataluña.

Barcelona Supercomputing Center - Centro Nacional de Supercomputación

Source URL (retrieved on 14 Mar 2025 - 15:22): <https://www.bsc.es/es/noticias/noticias-del-bsc/el-bsc-triplica-sus-integrantes-vinculados-al-proyecto-fusioncat-para-desarrollar-herramientas-de>