



Investigación europea en acción

# ITER



Energía de fusión  
para el mundo



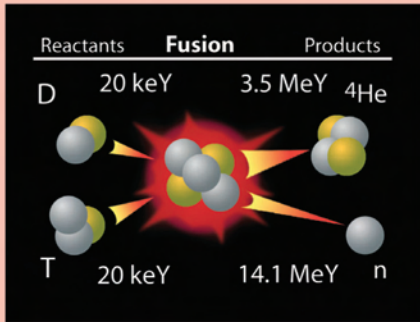
## Energía: un suministro seguro para el futuro

Asegurar el suministro energético futuro es el principal reto de Europa y del mundo. La sociedad actual precisa de unos recursos energéticos fiables y abundantes, pero nuestras principales fuentes de combustible, como el petróleo y el gas, son cada vez más escasas, más caras y, en cualquier caso, generan importantes emisiones de gases de efecto invernadero, la principal causa del calentamiento global.

La demanda mundial de energía podría duplicarse en los próximos 50 años, a medida que los ciudadanos de los países en vías de desarrollo accedan a una mayor riqueza. ¿Dónde encontraremos la energía limpia y segura que van a necesitar las generaciones futuras en todo el mundo? Para cubrir las necesidades futuras será necesaria una combinación equilibrada de energías que incluya a las tecnologías renovables, pero además necesitamos desarrollar nuevas fuentes que puedan generar energía continua a gran escala y a largo plazo sin dañar el medio ambiente.

## La fusión: una solución energética internacional

La energía de fusión puede ofrecer una solución sostenible para las necesidades energéticas europeas y mundiales. Los científicos han dado el siguiente paso para hacer realidad este potencial mediante la colaboración internacional en un proyecto experimental de fusión denominado ITER, el mayor proyecto científico de investigación energética del mundo, que se está construyendo en Europa.



La fusión es el proceso que genera la energía del sol y, por tanto, que hace posible toda la vida en la tierra. A diferencia de la fisión nuclear, que separa átomos muy pesados para liberar energía, la fusión genera energía mediante la unión de dos átomos ligeros, como los del hidrógeno, para formar uno de helio. En el interior del sol, el hidrógeno choca y se funde a altísimas temperaturas (en torno a 15 millones de °C) y sometido a enormes presiones gravitatorias: cada segundo se funden en helio 600 millones de toneladas de hidrógeno. En la tierra, la fusión se reproducirá a escala más pequeña, pero esto significa que las temperaturas deberán ser incluso superiores (diez veces mayores) para lograr una fuente útil de energía. Es

un gran desafío, al que se enfrentan científicos e ingenieros de todo el mundo.



## Ventajas de la fusión

En la tierra, el combustible de los reactores de fusión estará compuesto por dos formas (isótopos) del gas hidrógeno: el deuterio y el tritio. Hay en torno a 33 miligramos de deuterio en cada litro de agua, y si todo él se fusionara con tritio podría generar una energía equivalente a 340 litros de petróleo. La presencia natural de tritio en la tierra es sumamente baja, por lo que en el interior del reactor de fusión se producirá a partir del litio, un metal ligero y abundante.

Además de utilizar un suministro de combustible prácticamente ilimitado, no será necesario transportar materiales radiactivos para el funcionamiento cotidiano de las plantas de fusión, que serán intrínsecamente seguras, sin posibilidad de accidentes de reacción en cadena ni de colapso del reactor. El proceso de fusión no producirá gases de efecto invernadero ni residuos radiactivos de larga duración, y puede ofrecer una fuente básica de energía sostenible continua a gran escala.

## La tecnología tokamak

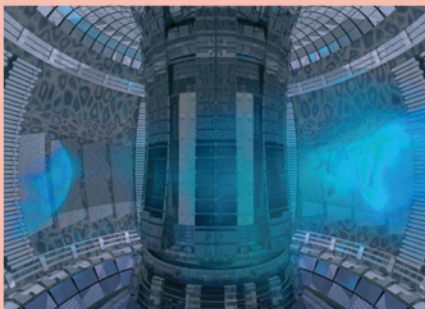
Para producir la fusión, el tritio y el deuterio deben calentarse a 150 millones de oC, lo que da lugar a un gas cargado de electricidad y de alta temperatura denominado plasma. Para obtener energía de fusión continuada, hay que controlar, calentar y contener el plasma mediante poderosos campos magnéticos.

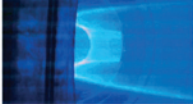
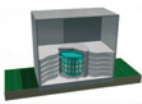
El experimento de ITER contará con el mayor tokamak del mundo. El tokamak es un dispositivo toroidal o con 'forma de donut', básicamente un tubo continuo, concebido por primera vez en Moscú en los años 60 con el fin de crear una complicada e ingeniosa caja magnética para confinar el plasma de alta energía.

## Experiencia europea

*Europa lleva 50 años liderando la investigación de fusión, bajo la coordinación de la Comisión Europea. La financiación procede del Programa Marco de Investigación de Euratom y de los fondos nacionales de los Estados miembros y de Suiza. La coordinación y la continuidad a largo plazo están garantizadas mediante contratos entre Euratom y los socios nacionales.*

*Esta visión global ha permitido a todos los países europeos participar en el mayor y, actualmente, más exitoso experimento mundial de fusión, el programa JET (Joint European Torus), cuyo diseño básico aplica el ITER.*





## ITER

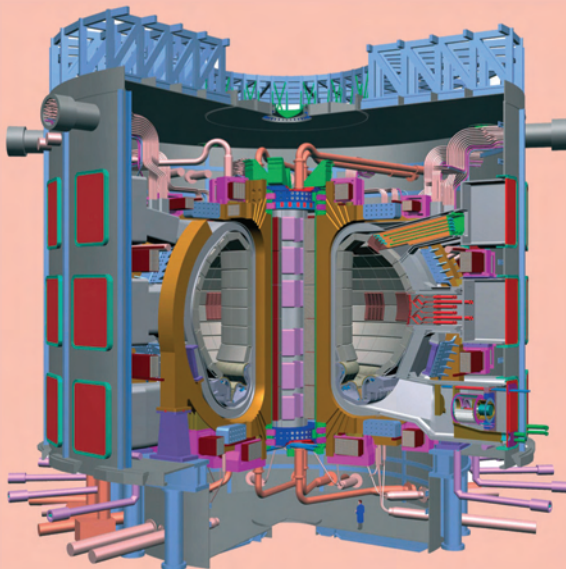
ITER será un tokamak capaz de generar 500 millones de vatios (MW) de energía de fusión de manera continua durante diez minutos. Será treinta veces más potente que JET (Joint European Torus) y se aproximará mucho al tamaño de los futuros reactores comerciales. El proyecto ITER permitirá por primera vez a los científicos estudiar la física del plasma «quemado», un plasma calentado mediante reacciones de fusión internas y no por un calentamiento externo. Demostrará y perfeccionará las tecnologías básicas para el desarrollo de la fusión como fuente de energía segura y sostenible para el medio ambiente.

El ITER sentará las bases para la construcción de una central eléctrica de prueba (DEMO), el siguiente paso fundamental para la consecución del objetivo de la energía de fusión.

El experimento ITER generará diez veces más energía que la necesaria para producir y calentar el plasma de hidrógeno, y permitirá probar los sistemas de calentamiento, control, diagnóstico y mantenimiento remoto que serán necesarios en las centrales auténticas, así como los sistemas de realimentación del plasma y de extracción de impurezas.

## DEMO

Muchos de los elementos probados en ITER se utilizarán para una central eléctrica de prueba (DEMO). Paralelamente al desarrollo en ITER, la investigación avanzada sobre los materiales de fusión favorecerá la búsqueda de soluciones tecnológicas necesarias para la planta DEMO y las primeras plantas de fusión comerciales.





## ITER: un proyecto internacional

El Proyecto ITER es un paso muy importante en el desarrollo de la energía de fusión, con una vida útil experimental de 35 años. Sus resultados tienen un interés internacional fundamental y constituye, por tanto, un proyecto auténticamente mundial.

La idea del ITER como experimento internacional fue inicialmente propuesta en 1985 y comenzó como una colaboración entre la antigua Unión Soviética, los Estados Unidos, la Unión Europea y Japón, bajo los auspicios de la Agencia Internacional de la Energía Atómica (AIEA).

En la actualidad, el consorcio internacional está integrado por los Estados Unidos, la Federación Rusa, la India, Japón, la Unión Europea, la República Popular China y la República de Corea, y se espera la incorporación de nuevos países a medida que el Proyecto ITER pase del diseño a la realidad.

## Colaboración

ITER es un proyecto de colaboración multinacional entre los países dedicados a la investigación de la fusión. Las decisiones se adoptan mediante el consenso de los participantes. En cierto modo, extiende a todo el mundo el modelo europeo de investigación y desarrollo aplicado con éxito en el programa JET de Euratom.

Tras los estudios conceptuales y de ingeniería, el diseño detallado de ITER contó con el respaldo de un gran programa de investigación que demostró su viabilidad y encauzó la colaboración de la industria para la construcción de prototipos a escala real de sus elementos básicos. La colaboración entre los socios de ITER progresa adecuadamente y la construcción de su emplazamiento ya está en marcha.

Además de los científicos e ingenieros de fusión, el proyecto ITER requiere una amplia gama de personal altamente cualificado.

## Los retos

La construcción y el funcionamiento de ITER constituyen un enorme reto internacional para la ciencia, la ingeniería y la tecnología, disciplinas que se mueven en los límites del conocimiento humano. El proyecto se basa en los primeros experimentos de fusión, como los de JET de Euratom, el JT-60 japonés y el TFTR estadounidense, así como en los experimentos de fusión del programa de la Euratom. Todos ellos han aportado conocimientos y datos de física y tecnología de fusión para el desarrollo del ITER.

El reto científico es grande, pero la necesidad mundial de esta fuente limpia y sostenible de energía es aún mayor.



## ITER en Cadarache

ITER se está construyendo en Cadarache, en el sur de Francia. Se eligió esta ubicación de entre una lista reducida de cuatro posibles ubicaciones mundiales.

La obra tiene una superficie total de aproximadamente 40 hectáreas, más otras 30 de uso temporal durante su construcción.

Entre los requisitos básicos se encontraban una capacidad de refrigeración térmica de en torno a 450 MW y un suministro eléctrico de hasta 120 MW.

La sede de Fusion for Energy (F4E), la organización de la Unión Europea que gestiona la aportación europea a ITER, se encuentra en Barcelona, España.



## Información adicional

- **ITER:** [www.iter.org](http://www.iter.org)
- **Comisión Europea (sección de energía):**  
[www.ec.europa.eu/research/energy/](http://www.ec.europa.eu/research/energy/)
- **F4E:** [www.fusionforenergy.europa.eu](http://www.fusionforenergy.europa.eu)
- **EFDA:** [www.efda.org](http://www.efda.org)
- **JET :** [www.jet.efda.org](http://www.jet.efda.org)

Publicado por:  
**Dirección General de  
Investigación de la  
Comisión Europea**  
[www.ec.europa.eu/research](http://www.ec.europa.eu/research)

Unidad de Información y  
Comunicación  
B-1049 Brussels  
Fax: +32 2 295 82 20

