

ITER hacia la energía de fusión

Los socios decidirán en breve el emplazamiento del laboratorio

CARLOS ALEJALDRE | Publicado el 13/03/2003 |

Carlos Alejaladre, director del Laboratorio Nacional de Fusión por Confinamiento Magnético (EURATOM-CIEMAT), analiza para El Cultural las características y funcionamiento del futuro ITER. Estos días, los socios que integran el proyecto estudian el país donde será instalado, al que aspiran España, Francia, Canadá y Japón.

ITER (International Tokamak Experimental Reactor) es un gran proyecto internacional en el que colaboran Rusia, Japón, Europa, Canadá, Estados Unidos y China que pretende construir un Gran Laboratorio de Investigación donde se demuestre por primera vez la viabilidad de obtener energía en nuestro planeta utilizando la misma fuente que alimenta el Sol: Fusión.

Los mecanismos que hacen posible la fusión en las estrellas no son viables en nuestra escala planetaria y la manera más prometedora en la actualidad de alcanzar esta quimera reside en la creación de "botellas magnéticas" donde el combustible, unos pocos gramos de formas de hidrógeno en estado "plasma", es aislado de su entorno mientras es calentado a temperaturas de centenares de millones de grados, necesarias para que las reacciones de fusión generen energía eficientemente.

Bobinas superconductoras

El diseño y perfeccionamiento de esas "botellas magnéticas" ha dominado la investigación en fusión en las últimas décadas y en particular el concepto Tokamak ha experimentado un desarrollo espectacular en todo el mundo. En esta idea -propuesta por I. Tamm y A. Sakharov en 1951 en la antigua Unión Soviética- es en la que está fundamentado el proyecto ITER, aunque su diseño actual, desde un punto de vista científico, está avalado y determinado por el conocimiento obtenido a través de la extensa operación de tokamaks en el mundo durante las pasadas décadas y muy particularmente por las investigaciones realizadas en el tokamak Europeo JET, el mayor tokamak del mundo en la actualidad. Asimismo la tecnología propuesta para ITER ha sido validada por un amplio programa de I+D que ha construido prototipos de prácticamente todos sus componentes críticos.

Los componentes principales del tokamak ITER son las bobinas superconductoras que generan el campo magnético utilizado para confinar, conformar y controlar el plasma dentro de una cámara de vacío toroidal en forma de "donuts". Este sistema comprende dieciocho bobinas de campo toroidal, un solenoide central, seis bobinas de campo poloidal y unas bobinas llamadas de corrección, cuya misión es corregir posibles desviaciones surgidas en el resto de las bobinas durante la fase de construcción. Los arrollamientos de las bobinas de campo toroidal y poloidal están colocados en carcasas muy resistentes que impiden movimientos milimétricos que de otra manera sucederían debido a las fuerzas electromagnéticas de interacción a las que están sometidas las bobinas.

Soportes gravitatorios

Estas bobinas, junto con la cámara de vacío, que tiene una estructura de doble pared, y los componentes internos, están acoplados mecánicamente a soportes gravitatorios donde se depositan las 19.000 toneladas de peso aproximadas de estos sistemas. Todo el tokamak está inmerso en un criostato, con aislamiento térmico entre los componentes calientes y las bobinas refrigeradas a temperaturas de Helio líquido. Podemos imaginar el desafío tecnológico que supone tener que mantener cien millones de grados en el centro del tokamak y temperaturas cercanas al "zero" absoluto (4,5 °K) en las bobinas superconductoras a escasos dos metros de distancia.

Dentro de la cámara de vacío encontraremos los diferentes componentes internos, en su mayoría reemplazables: los módulos de apantallamiento y producción de tritio, los módulos del divertor, y los elementos auxiliares instalados en las ventanas de acceso al interior del tokamak.

El funcionamiento de ITER es relativamente sencillo: en el interior de la cámara de aproximadamente 1.000 m³ de volumen, introduciremos escasamente un gramo (de ahí su nombre de "cámara de vacío") de hidrógeno o sus isótopos, deuterio, tritio; entonces, bien por la acción del campo eléctrico inducido por el solenoide central, bien por la inyección de potentes haces de microondas, nuestro combustible, inyectado en estado gaseoso, se transformará al estado "plasma", formando una "nube" de partículas cargadas positiva y negativamente, a la vez que la botella magnética se va formando como consecuencia de los campos magnéticos generados por las bobinas superconductoras y el producido por la corriente eléctrica de varios millones de amperios, hasta 15 MA, inducida en el propio plasma por el solenoide central. El plasma irá evolucionando desde una sección circular hasta su forma final mucho más alargada con forma de D.

Los diferentes sistemas de calentamiento, hasta 50 MVatios, entrarán entonces en funcionamiento llevando el plasma a las temperaturas del orden de cien millones de grados, necesarias para que las reacciones de fusión se inicien, y pueda demostrarse que es posible generar hasta un equivalente de 500 MVatios de estas reacciones. Dependiendo del experimento que se realice, todo el proceso puede haber durado hasta casi una hora de tiempo, aunque está previsto que la duración de la mayoría de los experimentos sea inferior a diez minutos con periodos de pausa entre experimentos de alrededor de media hora.

Impacto ambiental

Puede resultar frustrante comprobar que, después de todo este esfuerzo, ni un solo kilovatio-hora de electricidad se habrá generado, pero debemos entender que estamos hablando de un Laboratorio de Investigación y no de una planta productora de energía eléctrica. Para que ésta sea posible, es necesario antes que ITER demuestre que la fusión es tecnológicamente viable.

Es muy importante destacar que una característica esencial del diseño de ITER es que ha estado influido decisivamente por la constante preocupación de que reflejara en su versión final las favorables condiciones de la fusión en materia de seguridad e impacto medioambiental, conscientes como somos los que trabajamos en esta área de investigación que ITER será el escaparate en el que la tecnología de fusión será examinada.

ITER es un proyecto tecnológicamente complejo cuya construcción se estima necesitará diez años y al menos veinte de explotación posterior. España tiene una oportunidad histórica de conseguir emplazar en su territorio una Gran Instalación Científica Internacional que, independientemente de los logros científicos que pueda conseguir para la Humanidad demostrando la viabilidad de la fusión como fuente de energía, su instalación en nuestro territorio la convertiría en un motor científico y tecnológico de primera magnitud que podría marcar un antes y un después para la Industria de alta tecnología Española