



Juan Antonio Rubio Rodríguez

Director General del CIEMAT

Doctor en Ciencias Físicas por la Universidad Complutense (1971).

Ha ocupado múltiples puestos de alta responsabilidad en el CERN, en la JEN, en el CIEMAT, etc. dirigiendo asimismo numerosos e importantes proyectos de investigación.

Autor o coautor de 360 artículos de investigación, presentaciones a congresos, director de numerosas tesis de doctorado y tesinas de licenciatura, etc.

Ha sido profesor extraordinario y honorario de diversas universidades españolas y extranjeras.

Actualmente es Director General del CIEMAT, Director de la Unidad de Educación y Transferencia de Tecnología del CERN, Coordinador del CERN para Latinoamérica y Comisario para el 50º Aniversario de la Organización, en servicios especiales del CIEMAT.

Ha recibido numerosas e importantes distinciones nacionales e internacionales estando en posesión de la Encomienda de la Orden del Mérito Civil.

Siendo el CIEMAT la referencia en investigación de la energía en España, ¿cuáles son las líneas o programas de investigación en energía nuclear de fisión en el Centro?

El mandato del CIEMAT incluye investigar las posibles vías de mejora de la seguridad en el proceso de generación de energía de origen nuclear y contribuir a mejorar la gestión de los residuos radiactivos. Para conseguir estos objetivos, se han constituido varios grupos, dentro de los departamentos y divisiones técnicas del CIEMAT, que investigan y promueven la investigación en sus correspondientes campos de actividad.

La unidades del CIEMAT involucradas en investigación relacionada con la energía nuclear son: ➡

- ✦ Departamento de Energía.
- ✦ División de Fisión Nuclear.
- ✦ Unidad de Innovación Nuclear (Transmutación y reactores de futuro).
- ✦ Unidad de Residuos Radiactivos.
- ✦ Unidad de Seguridad Nuclear.
- ✦ Departamento de Medio Ambiente.
- ✦ División del Almacenamiento Geológico.
- ✦ División de Protección Radiológica.
- ✦ Departamento de Tecnología.
- ✦ División de Materiales Estructurales.
- ✦ Dirección de Seguridad y PIMIC.
- ✦ División PIMIC (Desmantelamiento).
- ✦ Laboratorio de Metrología de Radiaciones Ionizantes.

Como refleja esta lista, el CIEMAT presta atención a la gestión de las necesidades actuales con un importante programa de seguridad nuclear en colaboración con el CSN, un amplio programa de caracterización de residuos de media y baja actividad y estudios del comportamiento del combustible irradiado, en colaboración con ENRESA, así como la resistencia a corrosión e irradiación de los materiales estructurales de los reactores nucleares, sin olvidar la protección radiológica, dosimetría y metrología. En paralelo se preparan las necesidades de futuro estudiando la gestión de los residuos radiactivos de alta actividad para los que se evalúan soluciones basadas en Separación y Transmutación junto con el comportamiento del almacenamiento geológico. También se están aprovechando las actividades presentes para mejorar las técnicas y protocolos de desmantelamiento. Para el medio plazo, se estudian las condiciones de los materiales y el comportamiento del combustible nuclear en condiciones de alto quemado. Finalmente se están siguiendo los estudios sobre reactores de futuro.

Esta investigación es potenciada en el marco nacional con acuerdos de colaboración con las Universidades, CSIC, ENRESA, CSN, ENUSA e ingenierías nucleares. A nivel internacional se promueve y participa en la investigación sobre ciencia y tecnología nuclear orientada a la mejora de la seguridad y de la gestión de residuos dentro de los distintos programas marcos de la UE (EURATOM), de las agencias internacionales (la Agencia de la Energía Nuclear (AEN/OCDE) y la Organización Internacional para la Energía Atómica (OIEA), y en proyectos bilaterales o multilaterales con centros de investigación, universidades y organizaciones europeas, norteamericanas y asiáticas como CEA (Francia), FZK (Alemania), ANL (EEUU), JAERI (Japón) y CIAE (China).

La energía nuclear de fusión es una apuesta clara del CIEMAT. Después del papel tan importante que jugó el Centro en la candidatura española para albergar el ITER, ¿cómo ve la posibilidad de que éste sea construido finalmente en Europa?

Las posibilidades de que ITER se construya en Europa son a

día de hoy muy altas. Primero porque existe una actitud decidida de la Unión Europea de llevar adelante el proyecto en Europa: el Consejo de Ministros de Investigación (denominado oficialmente “Consejo de Competitividad”), en su reunión de 26 de noviembre de 2004 acordó construir el ITER en Cadarache con la colaboración de Rusia y China en caso de que no se pudiera llegar a un acuerdo con los demás socios (EEUU, Corea de Sur y Japón). Esta decisión se refrendó en el Consejo del pasado 18 de abril, que además puso una fecha tope para intentar el acuerdo con Japón: finales de junio de 2005.

Por otra parte, Japón, que durante más de un año ha mantenido una firme postura de apoyo a su candidatura de Rokkasho (en el norte del país), ha flexibilizado recientemente su posición (están apareciendo multitud de noticias en este sentido en los medios de comunicación japoneses). Este cambio ha sido probablemente forzado por la firme decisión europea de ir adelante pero también se ha visto favorecido por la generosa propuesta de la Unión Europea relativa a los contratos que se concederían a industrias japonesas.

El acuerdo es bueno para la consolidación de ITER y además consolida también los acuerdos que asignaban a España la facultad de proponer a uno de los directores del proyecto y la sede de la entidad legal que gestionará la aportación europea a la construcción del dispositivo. En este sentido cabe destacar que desde el pasado mes de diciembre existen contactos entre el gobierno

español (a través del CIEMAT) y las autoridades de la Unión Europea para el establecimiento de una unidad de trabajo, dependiente del CIEMAT, en Barcelona que podría comenzar su andadura el próximo mes de septiembre y que constituirá el embrión de la entidad legal europea de fusión.

Dentro del ambicioso programa de Fusión por Confinamiento Magnético que se lleva a cabo en el Centro, ¿cuándo se prevé que esta tecnología pueda estar disponible y dar así solución a los problemas energéticos de la humanidad?



La fusión ha progresado de manera exponencial durante los últimos 30 años (el crecimiento del triple producto de Fusión: densidad x temperatura x tiempo de confinamiento, ha ido más deprisa que el de la memoria de los ordenadores). Por otra parte, se han alcanzado, en dispositivos como JET (perteneciente a la Unión Europea), potencias de fusión de 16 megavatios y está prácticamente en marcha la construcción de ITER, un experimento que demostrará la viabilidad científica de la fusión (generando un plasma que produce entre 10 y 30 veces más energía que la que consume) y que servirá para comprobar algunas tecnologías clave (sistemas de calentamiento, sistema generador del tritio, materiales...)

Sin embargo, y pese a los avances realizados, la meta aún está lejos en el tiempo: aunque se conoce la vía para desarrollar la física y la tecnología de un reactor comercial, aun faltará un experimento que, después de ITER, opere como una central eléctrica completa. Este dispositivo, que a día de hoy se denomina DEMO, deberá operar de manera continuada durante días/semanas, deberá ser autosuficiente en Tritio, con materiales estructurales y de primera pared que resistan meses/años sin necesitar recambio y con procedimientos de mantenimiento que garanticen paradas razonables. DEMO requerirá un período de diseño y construcción del orden de 10 años que comenzará cuando ITER haya llevado a cabo parte de su programa y cuando en paralelo con ITER el programa de irradiación de materiales haya demostrado la viabilidad de los denominados “materiales de baja activación”, basados en aceros o en compuestos de SiC.

Según lo expuesto, DEMO comenzaría su andadura hacia los años 2030 y en función de sus resultados y del panorama energético de ese momento comenzará, pocos años después, la construcción de plantas comerciales.

¿Se pueden abreviar estos plazos? El problema fundamental se deriva de las grandes dimensiones de un dispositivo de fusión (dictadas por la física del plasma) y el tremendo coste que esto conlleva a

la hora de construir un experimento, lo que hace que el desarrollo avance con mucha cautela, evitando construir dispositivos de altísimo coste que pudieran resultar en un fracaso. La forma de acelerar el proceso sería avanzar más en paralelo, afrontando el riesgo de construir prototipos que luego podrían ser abandonados y comenzar la construcción de uno o varios DEMO sin esperar a obtener resultados de ITER, con la esperanza de que éstos podrían incorporarse a DEMO en una fase posterior (lo que ha ocurrido en varias ocasiones a lo largo de la historia reciente, por ejemplo en JET).

CIEMAT contribuye al programa de fusión, tanto en el programa de desarrollo de materiales como en la explotación de JET y el diseño de subsistemas de ITER, pero el núcleo de nuestro esfuerzo es la explotación científica de un dispositivo propio, el “stellarator” TJ-II. Aparte de contribuir a programas específicos de física de plasmas de fusión y de ser uno de los principales dispositivos en la ➤

línea del reactor de estado estacionario (ITER y otros dispositivos son del tipo “tokamak”, de operación pulsada mientras que los stellarators constituyen la alternativa a medio plazo para centrales de fusión de operación continua), TJ-II ha supuesto un éxito de la ingeniería española y ha sentado las bases para que empresas españolas estén ahora ganando contratos de suministro para los dispositivos europeos (JET, W7X) y se sitúen en condiciones de competir por los contratos de ITER.

En el futuro de la energía nuclear de fisión, uno de los principales problemas es el tratamiento de los residuos radiactivos, ¿cuáles son los programas de investigación que llevan a cabo en el CIEMAT sobre este tema?

LA ENERGÍA NUCLEAR, JUNTO CON ALGUNA FORMA DE ENERGÍA SOLAR Y OTRAS RENOVABLES PUEDEN REDUCIR CONSIDERABLEMENTE LA PRODUCCIÓN DE LOS GASES DE EFECTO INVERNADERO, TANTO LOS ASOCIADOS A LA PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD COMO LOS ASOCIADOS AL TRANSPORTE.

Hasta que la energía nuclear de fusión esté disponible comercialmente, en el medio plazo, parece que la energía de fisión será la única que pueda dar respuesta al efecto invernadero, con la ayuda de las energías renovables. ¿Participa el CIEMAT en los nuevos diseños de reactores, como la Generación IV?

Efectivamente la energía nuclear, junto con alguna forma de energía solar y otras renovables pueden reducir considerablemente la producción de los gases de efecto invernadero, tanto los asociados a la producción de electricidad como los asociados al transporte, si en el futuro se consigue implantar una economía basada en el hidrógeno para la que estas mismas fuentes son excelentes candidatos a producirlo. De hecho, la producción de hidrógeno tiene ya gran importancia en los planes de reactores nucleares de futuro. En particular dentro de los diseños de los reactores futuros, es la primera prioridad en los del tipo VHTR (Very High Temperature Reactor), y una de las posibles aplicaciones de los reactores de tipo GFR (Gas Fast Reactor), LFR (Lead Fast Reactor) y MSR (Molten Salt Reactor).

En este sentido, el CIEMAT gestionó el año pasado iniciativas de participación española en el GIF (GENERation IV International Forum), y se está siguiendo la investigación en este tipo de reactores y su ciclo de combustible a través de la División de Fisión Nuclear, aprovechando las iniciativas de EURATOM y la asociación del Joint Research Center de EURATOM al GIF.

Asimismo, el gobierno español, en parte a través del CIEMAT, participa en la iniciativa INPRO de la OIEA, en que se consideran ciclos avanzados del combustible tanto para ser más eficaces como para reducir notablemente sus externalidades (residuos radiactivos) y buscar aplicaciones distintas de la producción de electricidad. El CIEMAT también participa en la investigación de ciclos avanzados del combustible nuclear dentro de los estudios de WPFC (working party on scientific issues of advanced fuel cycles) de la AEN/OCDE.

Como indiqué en la primera pregunta, la gestión actual y futura de los residuos radiactivos, y en particular los asociados a la producción de electricidad de origen nuclear, son una de las prioridades de investigación para nuestro centro.

Los programas de caracterización de residuos de media y baja actividad han sido y siguen siendo elementos clave de la gestión de estos residuos a nivel nacional y nos permiten dar un importante apoyo a ENRESA, a su centro de almacenamiento en el Cabril y a las centrales nucleares que lo solicitan.

Para el medio plazo, el CIEMAT está en contacto continuo con ENRESA para apoyar con nuestra investigación en todo tipo de necesidades y aspectos de seguridad del almacenamiento temporal centralizado, ATC.

Además, el CIEMAT dedica programas sobre residuos a la gestión definitiva de los residuos radiactivos de alta actividad (los procedentes del combustible irradiado). Por una parte, grupos del Departamento

de Medio Ambiente y del de Energía investigan en la caracterización, simulación, seguridad, predicción del comportamiento a largo plazo y optimización de un posible almacenamiento geológico profundo, AGP. El objetivo final es demostrar científicamente e informar a la sociedad de que el almacenamiento de los previsiblemente pocos residuos finales, después del proceso de disminución por transmutación, que creo necesario, se puede realizar de forma segura durante larguísimos períodos de tiempo garantizando la seguridad para la biosfera y la población.

Por otra parte, varios grupos del Departamento de Energía investigan en las tecnologías de Separación y Transmutación, que podrían conseguir reducir de forma muy importante la cantidad y riesgo potencial de estos residuos a largo plazo (dividiendo la radiotoxicidad a largo plazo por más de 100). Para conseguirlo la separación extrae los elementos más peligrosos (los actínidos transuránicos) de la matriz de UO_2 así como, si se estima oportuno, ciertos fragmentos de fisión de larga vida y la transmutación propone técnicas para convertir estos residuos en residuos de vida corta o material no radiactivo. La transmutación se realiza por fisión nuclear y por captura neutrónica, generando en el proceso una importante cantidad de energía que puede ser utilizada para producir electricidad.

Finalmente, participamos en proyectos europeos en los que se combinan ambas técnicas (AGP y Separación y Transmutación) para buscar soluciones óptimas a la gestión definitiva de los residuos.

¿Cuál es la plantilla actual de investigadores del Centro? ¿Cuántos de ellos son Ingenieros Industriales?

☛ Las cifras son estas, a día 11 de mayo:

| | |
|------------------------------------|--------------|
| Personal Investigador Funcionario: | 230 personas |
| Ingenieros Industriales : | 7 “ |
| Personal Investigador Laboral: | 273 personas |
| Ingenieros Industriales: | 7 |

☛ Desglose de personal laboral con funciones de investigación:

| | |
|-------------------------------|----|
| Titulados Superiores fijos: | 77 |
| Indefinidos por sentencia: | 64 |
| Contratos obra o servicio: | 88 |
| Eventuales: | 4 |
| Incorporación Investigadores: | 33 |
| Programa Ramón y Cajal: | 7 |

Total: 503 Investigadores, de los que 14 son Ingenieros Industriales.

Usted ha tenido una brillante trayectoria en el CERN. ¿Va a aplicar algunos de los modos de funcionamiento de este centro de investigación en el CIEMAT?

Sí, claro, ya lo estoy haciendo.

¿Cómo percibe el futuro de la energía nuclear en España y en el mundo?

La energía nuclear es hoy importante para el abastecimiento energético. Es preciso sin embargo mejorar la sostenibilidad de la energía de fisión nuclear. Para ello se debe continuar trabajando en incrementar la seguridad en la operación de los reactores, minimizar sustancialmente la cantidad de los residuos radiactivos, disponer de la aceptabilidad pública para soluciones, probablemente novedosas, de gestión de residuos radiactivos, mejorar los estándares actuales en proliferación de materiales nucleares de alto riesgo, incrementar sustancialmente el aprovechamiento de las materias primas, probablemente utilizando nuevos tipos de reactores y por supuesto mantener y mejorar un coste competitivo para la electricidad de origen nuclear. En un futuro los reactores nucleares, además de electricidad, podrían ser utilizados para producir otros tipos de energía: hidrógeno para transporte y almacenamiento, presión para la desalación de agua y calor para su aplicación directa en procesos fisicoquímicos industriales.

Respecto al futuro de la energía nuclear en España, nuestro mandato consiste en desarrollar el conocimiento, técnicas y materiales para su posible explotación de forma segura y minimizando su impacto ambiental y en asesorar al gobierno sobre el presente y futuro de esta tecnología. La decisión sobre el futuro corresponde a las autoridades y en último término a los ciudadanos.

La fusión es una esperanza para la producción de energía a largo plazo... ❖