



## **Estudio epidemiológico del efecto de las instalaciones sobre su entorno**

Programa de Refuerzo  
Organizativo, Cultural  
y Técnico de la central  
nuclear de Ascó

Entrevista con  
Octavi Quintana,  
director general de  
Euratom

Alba: una fuente de luz  
de rayos X para ver  
el micromundo



La posible influencia de las instalaciones nucleares y radiactivas del ciclo de combustible sobre la salud de las poblaciones cercanas, especialmente por la posibilidad de propiciar un incremento de los casos de cáncer, ha sido desde sus orígenes motivo de disputa y preocupación. Noticias puntuales sobre posibles efectos en determinados momentos, lugares y circunstancias han sido recogidas y amplificadas por los medios de comunicación, contribuyendo a extender entre la población la idea de que existe una relación de causalidad.

Para discriminar entre los diferentes factores que pueden influir en un fenómeno y poder atribuir a causa cierta o a meros efectos aleatorios los datos que se desvían de la norma, la medicina cuenta con una herramienta poderosa, la epidemiología, en la que confluyen la estadística y la biología. Esta disciplina nos proporciona una base científica para dar una respuesta objetiva a la polémica.

Por ello, el Congreso de los Diputados instó al Gobierno en diciembre de 2005 para que se realizara un estudio epidemiológico que permitiera determinar la existencia de indicios sobre la señalada influencia. En abril de 2006 el Instituto de Salud Carlos III, el centro de referencia en la investigación en el campo sanitario, y el CSN firmaron un acuerdo para dar cumplimiento al mandato parlamentario, y se puso en marcha el estudio, con la participación de expertos de ambas instituciones. Además, para la supervisión independiente de todo el proceso se creó un Comité Consultivo en el que se integraron representantes de todo tipo de colectivos implicados.

Los resultados del estudio acaban de ser entregados en el Congreso de los Diputados y este número de *Alfa* recoge un amplio resumen del informe final, firmado por los miembros de ambas instituciones que han

colaborado en su realización. A la luz de los datos recabados, de los factores analizados y de la aplicación de la metodología adecuada al caso, debidamente recogidas en el artículo, las conclusiones indican que no se han encontrado indicios de un aumento de la mortalidad por cáncer en el entorno de las instalaciones nucleares y radiactivas del ciclo atribuible a su existencia y actividad.

Abordamos también una descripción del desarrollo del Plan de Refuerzo Organizativo, Cultural y Técnico (Procura) puesto en marcha en la central nuclear Ascó I para analizar las causas y establecer las correcciones oportunas en el funcionamiento y la gestión de la misma tras el suceso de emisión de partículas radiactivas detectado en abril de 2008, considerado uno de los cuatro más importantes ocurrido en el parque español de centrales nucleares a lo largo de su historia.

Octavi Quintana, director de Euratom, la institución para la cooperación de Europa en el ámbito de la investigación y la regulación de la energía nuclear, protagoniza la entrevista incluida en este número y realiza una amplia exposición de los proyectos que concentran en la actualidad la actividad del organismo.

Entre los reportajes se incluye uno sobre el sincrotrón Alba, la primera instalación de este tipo construida en España, que fue inaugurado en marzo por el presidente del Gobierno. Instalado en las cercanías de Barcelona, se trata de una herramienta de múltiples aplicaciones en el estudio de la composición y estructura de todo tipo de sustancias y materiales, que permitirá la realización de investigaciones científicas avanzadas en prácticamente todas las disciplinas. Por último, recogemos una descripción del funcionamiento de la red peninsular de alta tensión y del control del sistema eléctrico español.



*No se han encontrado indicios de un aumento de la mortalidad por cáncer en el entorno de las instalaciones nucleares*





## REPORTAJES

### 4 Detrás de los enchufes

En el Centro de Control Eléctrico (Cecoel) de Red Eléctrica de España se trabajan las 24 horas del día y los 365 días del año con la finalidad de garantizar la seguridad y calidad del suministro energético en España. Para hacer frente a las variaciones de la demanda o a la falta de disponibilidad de los generadores se programa la producción eléctrica y los intercambios internacionales y se emiten las instrucciones de operación del sistema de producción y de transporte.

**Behind the mains socket.** At the Red Eléctrica de España Electricity Control Centre (Cecoel) work goes on 24 hours a day, 365 days a year to guarantee the security and quality of electricity supply in Spain. In order to respond to variations in demand or to the unavailability of generating facilities, electricity production and international exchanges are programmed and generation and transmission operating instructions are issued.

### 12 Alba: una fuente de luz de rayos X para ver el micromundo

La gran instalación de luz sincrotrón Alba acaba de ser inaugurada oficialmente. Está en Barcelona y en los próximos meses se irán poniendo a punto sus equipos: el complejo de aceleradores que producirá haces brillantes de luz, con longitudes de onda que abarcan desde el infrarrojo hasta los rayos X y los dispositivos donde se realizarán los experimentos para desentrañar los secretos de la materia.

**Alba: an X-ray light source to gaze at the micro-world.** The Alba large synchrotron light facility has just been officially inaugurated. It is located in Barcelona and in the coming months its different systems and equipment: the complex of accelerators that will produce brilliant beams of light in the infra-red to X-ray range and the devices that will be used for the performance of experiments aimed at unravelling the secrets of matter, will be fine tuned.

## RADIOGRAFÍA

### 18 Los escáneres corporales en aeropuertos

**Whole-body scanners at airports**

## ENTREVISTA

### 20 Octavi Quintana, director general de Euratom: “Europa tiene los estándares de seguridad nuclear más altos del mundo”

El director de la Comunidad Europea de la Energía Atómica (Euratom), habla del presente y el pasado de una de las organizaciones sobre las que se levantó el edificio de la Unión Europea; su evolución desde su creación en 1957 y la labor actual de una institución que nació con la vocación de desarrollar una industria nuclear en el Viejo Continente.

**Octavi Quintana, director general of Euratom: “Europe has the world’s highest standards in nuclear safety”.** The director of the European Atomic Energy Community (Euratom) talks about the present and past of one of the organisations around which the European Union was built, its evolution since it was set up in 1957 and the current work of an institution that came about with the vocation of developing a nuclear industry on the Old Continent.

## 27 ACTUALIDAD

### ARTÍCULOS TÉCNICOS

## 36 Programa de Refuerzo Organizativo, Cultural y Técnico de la central nuclear de Ascó (Plan Procura)

El suceso ocurrido en la central nuclear Ascó I, notificado el 4 de abril de 2008, supuso la liberación de partículas radiactivas al exterior. Debido a este hecho, el CSN puso en marcha un plan extraordinario con los objetivos de corregir las causas raíz identificadas durante su evaluación y desarrollar áreas de mejora.

**Cultural, Technical & Organizational Reinforcement Programme of the Ascó Nuclear Power Plant (Procura Plan).** The event that occurred at Ascó I NPP, reported on April 4th 2008, involved the off-site release of radioactive particles. As a result of this event, the CSN put into place a specific plan with a view to correcting the root causes identified during the evaluation of the incident and developing areas for improvement.

## 44 Estudio epidemiológico del efecto de las instalaciones nucleares y del ciclo sobre la salud de las poblaciones vecinas

El Instituto de Salud Carlos III y el Consejo de Seguridad Nuclear firmaron en abril del año 2006 un convenio para la realización de un estudio epidemiológico que investigara el posible efecto de la exposición a radiaciones ionizantes sobre la salud de la población en las proximidades de las instalaciones nucleares y radiactivas del ciclo de combustible nuclear. Sus resultados acaban de ser presentados al Parlamento.

**Epidemiological study of the effects of nuclear and fuel cycle facilities on the health of the neighbouring populations.** The Carlos III Health Institute and the Nuclear Safety Council, signed an agreement for the performance of an epidemiological study to investigate the possible effects of exposure to ionising radiations on the health of populations living in the vicinity of nuclear and radioactive facilities involved in the nuclear fuel cycle.

## 56 EL CSN INFORMA

## 70 SISC

## 72 PUBLICACIONES

# alFa

Revista de seguridad nuclear  
y protección radiológica

Editada por el CSN

Número 9 / I trimestre 2010

### Comité Editorial

- Presidenta:  
Carmen Martínez Ten
- Vicepresidente:  
Luis Gámir Casares
- Vocales:  
Purificación Gutiérrez López  
Juan Carlos Lentijo Lentijo  
Isabel Mellado Jiménez  
David Redolí Morchón
- Asesor externo:  
Manuel Toharia
- Coordinador externo:  
Ignacio F. Bayo

### Comité de Redacción

David Redolí Morchón  
Concepción Muro de Zaro  
Natalia Muñoz Martínez  
Antonio Gea Malpica  
José Luis Butragueño Casado  
Víctor Senderos Aguirre  
Ignacio F. Bayo

### Edición y distribución

Consejo de Seguridad Nuclear  
Pedro Justo Dorado Dellmans, 11  
28040 Madrid  
Fax 91 346 05 58  
peticiones@csn.es  
www.csn.es

### Coordinación editorial

Divulga S.L.  
Diana, 16 - 1º C  
28022 Madrid

### Fotografías

Archivo del CSN y Javier Fernández

### Impresión

Gráficas Varona  
Polígono “El Montalvo”  
37008 Salamanca

Depósito legal:  
ISSN-1888-8925

© Consejo de Seguridad Nuclear

### Fotografía de portada

istockphoto

Las opiniones recogidas en esta publicación son responsabilidad exclusiva de sus autores, sin que la revista *Alfa* las comparta necesariamente.

› Jesús Hidalgo  
Periodista científico

## Detrás de los enchufes

No hay duda de que la humanidad depende, cada vez más, de que esa bombilla o aquel aparato se enciendan cuando hacemos click. Un apagón generalizado que se prolongue durante sólo unas horas puede sumir a cualquier nación desarrollada en las tinieblas de la Edad Media en un abrir y cerrar de ojos. Conocidos son los casos del Gran Apagón de Nueva York de 1977, que provocó saqueos y revueltas, o el de octubre de 2006, que dejó sin electricidad a millones de personas y a Europa al borde de un apagón generalizado. O más recientemente y más cercano, el que ha afectado a buena parte de la población catalana durante varios días este mismo invierno. Pero muchos ignoran todo el trabajo que se desarrolla detrás del enchufe para que la electricidad esté (casi) siempre lista para atendernos cuando le damos al interruptor.

Corría el año 1880. En Wabash, una pequeña localidad de Indiana (EE.UU.) que apenas contaba con 320 habitantes, nada menos que 10.000 personas venidas de los pueblos de alrededor se arremolinaban en torno a la sede del Tribunal de Justicia. Desde su cúpula, un torrente de luz lo inundó todo justo a las ocho de la tarde. “En una milla a la redonda se hizo de día. Casas y patios eran perfectamente visibles y, a lo lejos, el río Wabash brillaba como una estela de plata fundida”, narraba el boletín de noticias local al día siguiente. La pequeña localidad tuvo el privilegio de convertirse en la primera del mundo en disfrutar de alumbrado público eléctrico en sus calles. El 31 de marzo se cumplen 130 años de un acontecimiento que la gente vio como algo casi mágico.

Hoy día, no hay acto más mundano que darle a un interruptor para encender una bombilla. La acción ha perdido majestuosidad de forma directamente proporcional a la importancia que ha ganado para la sociedad el uso de la energía eléctrica. Siempre pendientes de que esa bombilla alumbre cuando queremos, en la sede de Alcobendas (Madrid) de la

empresa Red Eléctrica de España (REE), la compañía operadora del sistema eléctrico español y propietaria de la red de transporte, trabaja un grupo de 142 técnicos, en su gran mayoría ingenieros. Son los especialistas del Centro de Control Eléctrico (Cecoel). Desde aquí se emiten las instrucciones de operación del sistema de producción y transporte, con el fin de garantizar la seguridad y calidad del suministro eléctrico.

“En este lugar se trabaja las 24 horas al día y los 365 días al año”, asegura Miguel Duvison, director de Operación de REE. Tal es la importancia de este lugar, que “los sistemas del Cecoel están conectados a los de otra sala idéntica, dispuesta a intervenir si es necesario, lo que garantiza el perfecto funcionamiento del sistema eléctrico en el caso de que ocurriese cualquier incidencia en este centro —asegura Duvison—. En el sistema todos los elementos que tienen que ver con la seguridad son redundantes”.

Desde un enorme panel central de cristal líquido y los monitores contiguos, con una estética que recuerda a esos centros de lanzamiento de la NASA, se vigila y controla en tiempo real el estado de



Centro de Control Eléctrico (Cecoe) de Red Eléctrica de España.

una enorme red de 35.000 kilómetros de líneas de alta tensión y las subestaciones de transformación, que se encargan de repartir la energía por todo el país. Esta instalación es el corazón desde el que se gestiona la producción eléctrica y se supervisa el estado de la red para hacerla llegar a los distintos distribuidores, que se encargan de repartir la energía por todo el país, hasta el consumidor final. “Tenemos la tarea de conseguir un difícil equilibrio: que la energía que se produce en cada momento sea igual a la que se consume”, comenta Duvison. Y es que “el sistema eléctrico tiene una exigente particularidad que condiciona su gestión; necesita ser perfecto para que funcione, ya que la energía a nivel industrial no es almacenable”. Por ello, cada vez

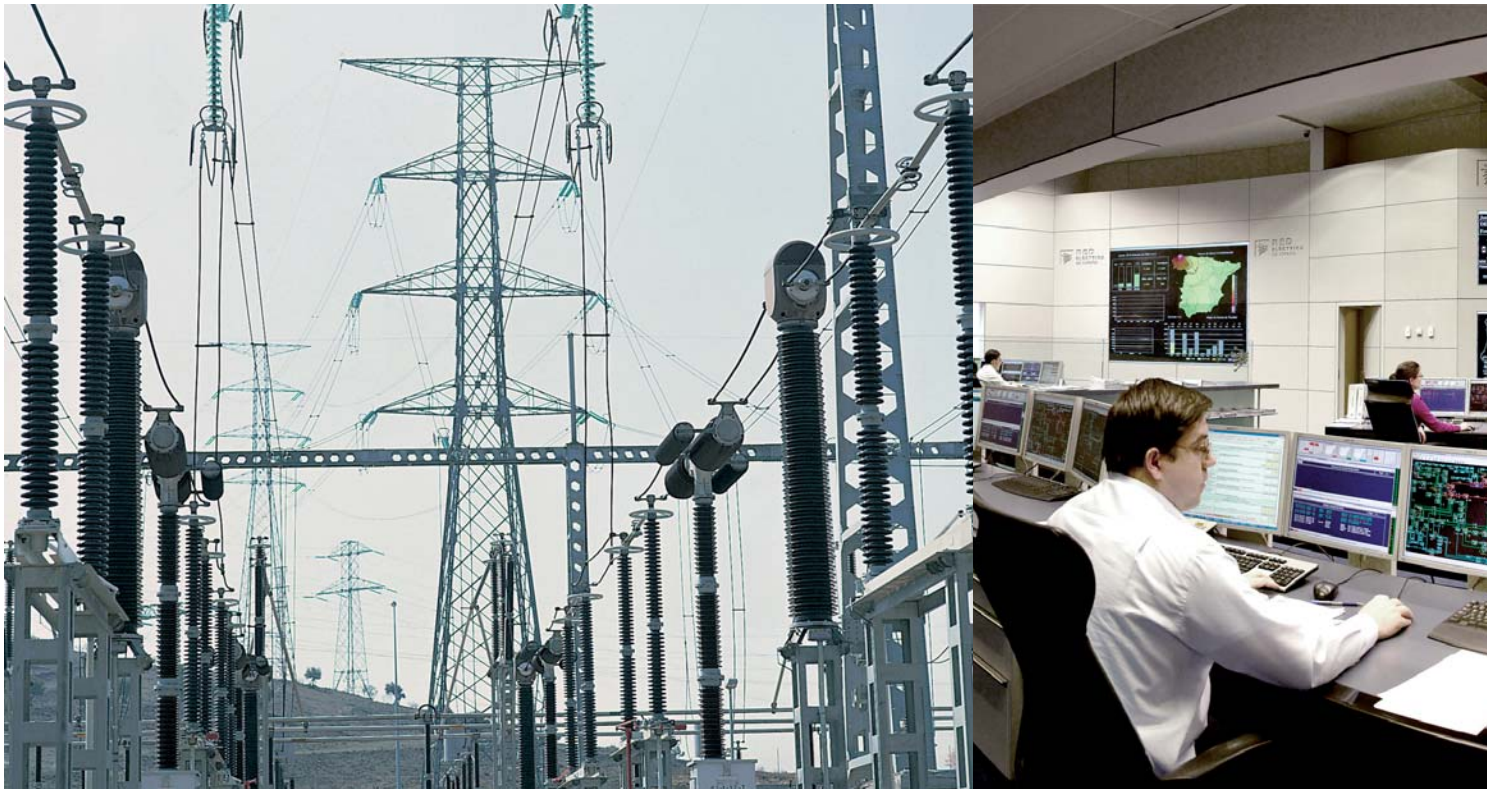
que alguien solicita la luz de la bombilla que comentábamos al principio, para que ésta funcione, son necesarias tres labores esenciales: que alguien haya previsto que se iba a encender a una hora determinada, que se esté produciendo la energía necesaria (ni más, ni menos) en ese preciso instante y que, por último, funcione el transporte desde la central eléctrica hasta el mismo enchufe desde donde la bombilla toma la corriente.

En el sistema eléctrico español hay que diferenciar tres actividades bien definidas: la generación, el transporte y la distribución. De la generación se encargan las empresas eléctricas a través de las centrales productoras de energía (que pueden ser nucleares, de carbón, eólicas, gas en ciclo combinado...). La red de

transporte de alta tensión (de 400 y 220 kilovoltios), compuesta por decenas de miles de kilómetros de cable y unas 3.100 subestaciones, es responsabilidad de REE. Y las compañías distribuidoras, esas a las que pagamos la factura de la luz, se encargan de suministrar la energía eléctrica hasta hogares y empresas. De ellas es la responsabilidad de la gestión de la energía desde que llega a las subestaciones eléctricas reductoras, que bajan el nivel de tensión en varias etapas, hasta que sea apto para el consumo por parte del usuario final.

Manejar esa extensa red de transporte requiere una gran previsión y mucha tecnología. Cada cuatro segundos el sistema de REE es capaz de interpretar cerca de 50.000 medidas diferentes y actuar





Subestación eléctrica.

en consecuencia. Por eso, en las torretas que transportan la electricidad no sólo hay líneas eléctricas sino también cables de fibra óptica, que hacen llegar en tiempo real al Cecoel toda la información necesaria. Para lograr ese deseado equilibrio entre generación y consumo hay que hacer una correcta previsión de la demanda de electricidad para cada momento del día. ¿Cómo se lleva a cabo este proceso? En el Cecoel se elabora una curva prevista de demanda en cuya preparación se manejan numerosos parámetros, como el día de la semana (los fines de semana baja considerablemente el consumo), la previsión meteorológica, las fiestas de una ciudad y un acontecimiento deportivo que pueda tener encendido millones de aparatos de televisión al mismo tiempo.

Para conocer cómo se programa la generación de energía en España hay que hablar del mercado de la electricidad. El sistema español se dotó en el año 1998 de un mercado mayorista de producción de energía eléctrica (que desde el año

2006 es común para Portugal y España), gestionado por la empresa OMEL en el caso de España, de tal manera que todos los días se establece una programación de la generación de energía, resultado de una casación de ofertas de los vendedores con los compradores. “De esta forma, para cada hora del día siguiente se obtiene una programación. Pero éste es un programa teórico, obtenido por el operador de mercado y regulado según las condiciones económicas, por lo que ha de ser sometido al operador del sistema (en este caso REE), que lo modifica para convertirlo en un programa técnicamente viable y sin riesgo para el suministro”, aclara Duvison. Para ello, todas las mañanas, los responsables del Cecoel y otros técnicos de REE implicados en la operación del sistema se reúnen y señalan las pautas a seguir para asegurar el abastecimiento eléctrico de todos los usuarios durante las 24 horas siguientes. Entonces, se planifica la inyección de energía de todas y cada una de las fuentes. La nu-

clear, la térmica o el ciclo combinado son la base del sistema, ya que son “extraordinariamente fiables”. La hidráulica es muy estimada por los ingenieros porque es de respuesta rápida, perfecta para compensar una subida inesperada de la demanda, por ejemplo, y la eólica y la fotovoltaica son apreciadas por limpias, “pero tienen el inconveniente de que son muy inconstantes”, lo que las convierte en poco fiables. El sistema no puede depender de ellas ya que, por ejemplo, “una súbita falta de viento pondría en peligro el suministro”, explica el responsable de Operaciones de REE.

Pero la red eléctrica española no está aislada: se halla integrada en una red europea global, que va desde el norte de África hasta las repúblicas rusas situadas más al este (tanto las Islas Canarias como las Baleares no están, por el momento, conectadas a la red del viejo continente). Como una especie de orquesta sinfónica de la energía todas las centrales europeas generan electricidad al unísono,





El Ceceoel garantiza la continuidad y seguridad del suministro durante las 24 horas del día.

concretamente a 50 ciclos cada segundo (50 hercios). Si se produce más energía de la que se consume, la frecuencia aumenta, y en el escenario inverso, baja. Es como una enorme barca tirada por remeros, funcionará de manera óptima si todos trabajan al mismo ritmo. Si uno de los remeros aumenta o disminuye la frecuencia, debe ser corregido hasta integrarse con los demás. El Ceceoel hace el papel de *timonel* de esa embarcación y cuando encuentra un desequilibrio, da las órdenes para volver al ritmo apropiado. Por ejemplo, en el caso de que la frecuencia disminuya a 49 ciclos ordenará a las empresas generadoras aportar más energía al sistema a través de las centrales disponibles en ese momento o, si esto no es posible y mientras se pone en marcha, importará energía a través de Francia.

En el Centro de Control, los operadores no pierden de vista las enormes pantallas; una línea verde les indica la previsión del consumo que el Ceceoel ha establecido para ese día, otra línea roja

plasma el programa previsto de producción de las centrales en función de esa demanda. Y finalmente, una línea amarilla indica el consumo que se está produciendo en tiempo real. El objetivo de los técnicos consiste, básicamente, en que esas tres líneas transcurran en sintonía. En caso de que difieran, se enviarán las órdenes oportunas a las centrales para que ajusten sus producciones, aumentando o disminuyendo la generación de energía, según sea necesario. “Cuando se ejecuta el programa previsto por REE, el Ceceoel lo va modificando para adaptarlo a las variaciones que se puedan producir a cada momento: averías de generadores, variaciones del consumo, vaivenes de la aportación de las energías renovables...”. Si algo falla, automáticamente y de forma instantánea, el sistema informático tomará una decisión para asegurar el correcto suministro. En el caso de que un generador dejase de funcionar es imprescindible recuperar esa potencia, ya que es necesario que haya un

equilibrio entre generación y consumo. ¿De dónde sale esa energía? “En el instante inicial, del resto de generadores síncronos que están acoplados al sistema, desde el norte de África hasta los bordes de Ucrania”. Esto es posible gracias a que el sistema eléctrico trabaja con unos márgenes de seguridad, para lo que se reserva cierta potencia, tanto de bajada como de subida. Pero este margen, que los técnicos llaman *reserva rodante o automática*, “se puede agotar si, por ejemplo, la pérdida de energía es muy importante”, afirma Duvison. Por ello, tras estas decisiones automatizadas, si la estabilidad del sistema sigue peligrando llega el turno de la intervención humana. Un trío constituido por un jefe de turno, que actúa como máximo responsable, un encargado de vigilar la generación y otro del transporte, toman las decisiones adecuadas para asegurar el suministro. Son ellos los que en caso de pérdida de potencia o elevación de la demanda, contactarían con las eléctricas para que aumenten la

# Cecre: el cerebro de las renovables

En la madrugada del 8 de noviembre de 2009 la energía eólica cubría, entre las 4:30 y las 6:10, el 53% de la demanda eléctrica, lo que ha supuesto todo un récord para el sistema español, uno de los más avanzados del mundo en cuanto a energía eólica se refiere. Además, entre las 11:00 y las 12:00 de la mañana del miércoles 24 de febrero de este año, los *molinos de viento* del país generaron 12.843 MWh, un nuevo máximo histórico, según Red Eléctrica Española. Pero a diferencia de las fuentes energéticas clásicas, la eólica está condicionada a la meteorología y por eso es difícil saber con antelación y con seguridad cuánta energía podrán aportar al sistema las plantas eólicas. Además, lo variable del viento provoca que las plantas

no puedan generar una potencia constante, por lo que REE debe *guardarse en la manga* una reserva adicional, que tiene que ser aportada por otras fuentes energéticas para evitar problemas de abastecimiento en caso de que deje de soplar el viento. Por ello, para un sistema eléctrico no es fácil conseguir estas cotas de integración de las energías renovables en condiciones de seguridad. Para hacer posible esta participación de las renovables en el *mix* energético del país se creó el Centro de Control de Energías Renovables (Cecre), una instalación de unas características únicas en el mundo. Su objetivo es integrar en el sistema eléctrico la máxima producción de energía de origen renovable, especialmente eólica, en condiciones de seguridad.

“Este tipo de energía tiene un componente muy positivo para el país porque evita que importemos una cantidad importante de combustible, se reducen las emisiones de CO<sub>2</sub>... Pero a partir de ahí no son comparables con el resto de generadores desde un punto de vista tecnológico”, comentan desde REE. “Esa *debilidad* tecnológica de este tipo de generadores, junto con la poca capacidad para intercambiar potencia con el resto de Europa hicieron que se construyera este centro de control, capaz de monitorizar en tiempo real a las renovables, con la finalidad de obtener en cada instante el máximo posible de la energía eólica y fotovoltaica, pero no más allá de lo que la seguridad del sistema se pueda permitir”. Una de las caracte-

generación de sus centrales y recuperar el suministro. Además, un equipo de asistentes (alrededor de ocho operadores), estudian la seguridad del sistema o hacen el seguimiento de los trabajos de mantenimiento. Junto a ellos, el Cekoel mantiene una serie de técnicos en formación. Cualquier suceso no resuelto puede tener como consecuencia el corte de suministro pero esto no es frecuente, ya que según comenta Duvison “las interrupciones que habitualmente vemos son debidas a problemas muy locales que pueden afectar a la red de distribución. Los problemas serios que afectan al sistema de producción o a la red de transporte son muy escasos. Aún así los contratiempos de la red de distribución tampoco son excesivos, ya que la calidad del suministro en España es muy elevada y comparable a los estándares más altos”.

Si hay algo que tienen claro los gestores de la red de transporte es que la in-

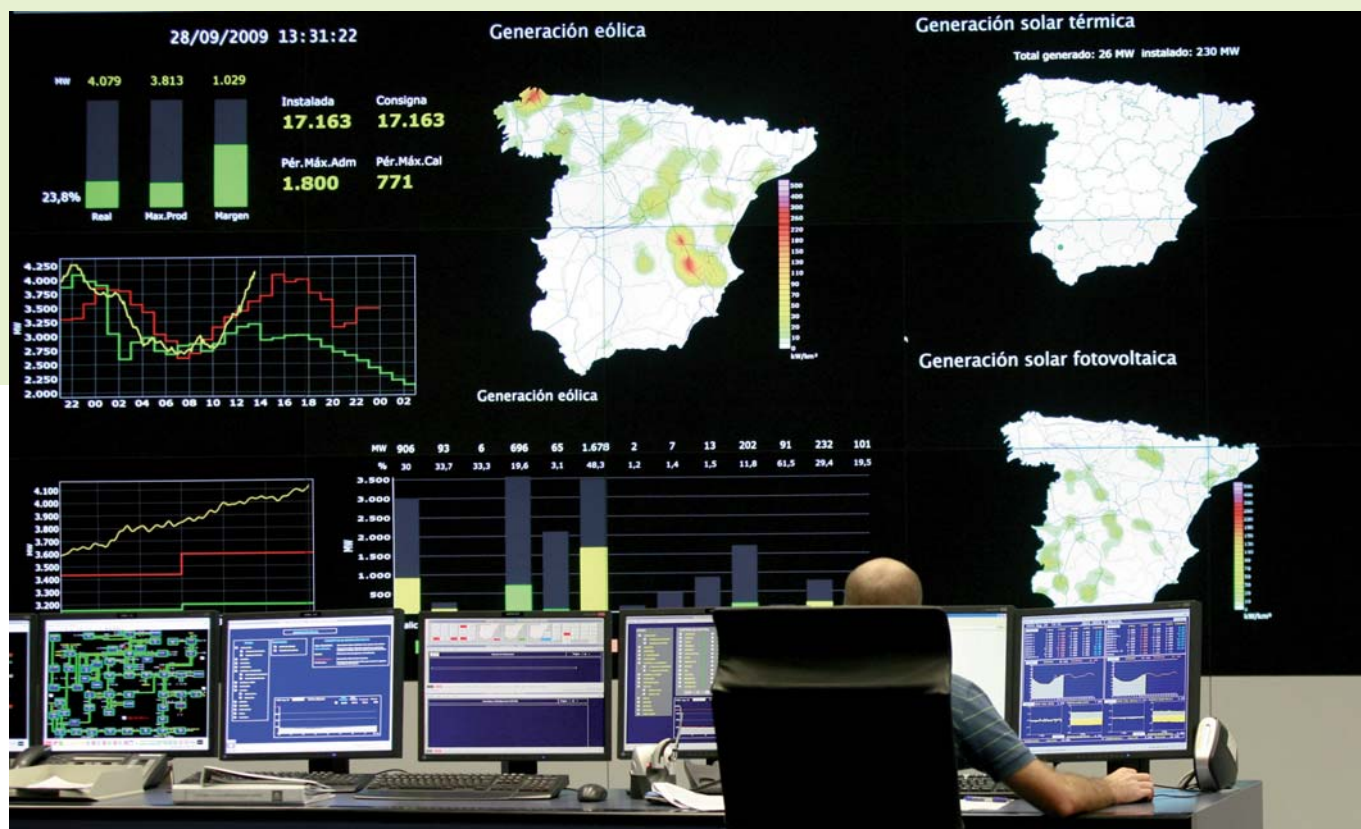
terconexión con los países vecinos es básica a la hora de garantizar una cierta seguridad ante picos de demanda. En España existen cuatro puntos de conexión con Francia, tres con Portugal y uno con Marruecos. El sistema debe tender a ser autosuficiente aunque desde el año 2004 España es un país exportador de electricidad. Importamos energía de Francia, (con un balance negativo de 1.766 GWh en 2009) pero exportamos casi cuatro veces más a Portugal y Marruecos. De hecho, el año 2009 se ha cerrado con un saldo neto favorable a España de 8.398 GWh. Fortalecer la interconexión con Francia es una vieja aspiración para asegurar la estabilidad del sistema eléctrico, sobre todo para la Península Ibérica. En este sentido, la conexión eléctrica de muy alta tensión entre España y Francia es uno de los cuatro proyectos de interconexiones energéticas entre países de la UE que la Comisión Europea considera prioritarios.

Tras tres lustros de negociaciones, REE en colaboración con su homóloga francesa, Réseau de Transport d'Électricité (RTE) llevará a cabo un proyecto para conectar el sistema eléctrico español con el galo a través de Santa Llogaia (España) y Baixas (Francia). Esta nueva línea de interconexión permitirá que la capacidad de intercambio entre ambos países aumente de los 1.400 MWh actuales a 2.800 MWh, lo que equivale al 6% del pico de la demanda española. A pesar de ello, todavía estará por debajo del 10% recomendado por la UE. La nueva interconexión eléctrica tendrá un coste de 700 millones de euros y estará totalmente concluida en 2013. Tras años de debate y de oposición por parte de algunos ayuntamientos y organizaciones ecologistas, el soterramiento de la línea en el tramo de 70 kilómetros en que cruza la frontera ha hecho posible que el proyecto salga adelante, aunque ha encarecido entre ocho y diez

terísticas más importantes del Cece es su capacidad para adelantarse a posibles incidencias en el sistema eléctrico por pérdidas súbitas de generación eólica. Para ello hace evaluaciones y diagnósticos en tiempo real de las consecuencias de los efectos que tendrían hipotéticos huecos de tensión, con la finalidad de prever las medidas de operación que deberían aplicarse en cada caso para retornar al sistema a un estado seguro. Cada doce segun-

dos, el Cece toma de cada uno de los 700 parques eólicos de España información como la potencia activa, reactiva, la tensión, la conectividad, la temperatura o la velocidad del viento. A partir de estos datos, calcula la producción eólica que puede integrarse en el sistema eléctrico en función de las características de los generadores y la velocidad del viento. Con esta instalación, España se ha convertido en el primer país del mundo en tener todos sus parques

eólicos de más de 10 MW conectados a un centro de control. La herramienta de gestión ha despertado tal interés de la comunidad internacional que ya han pasado por Alcobendas para conocerla, entre otros, los miembros de la Comisión de Industria, Investigación y Energía del Parlamento Europeo, la enviada de la ONU para el cambio climático, el director ejecutivo de la Agencia Internacional de la Energía, o una delegación del Gobierno brasileño.



veces el coste con respecto a su instalación mediante el cableado aéreo convencional. Según REE la nueva interconexión con Francia “supondrá una mayor seguridad del suministro y, sobre todo, una mayor estabilidad del sistema español, al aumentar su enlace con Europa. Además, facilitará el desarrollo de las energías renovables, para lo que es imprescindible una red muy estable, capaz de absorber una producción eléctrica muy variable y difícilmente previsible.

Por otra parte, esta nueva línea de alta tensión garantizará la alimentación eléctrica de la provincia de Girona y del futuro tren de alta velocidad”.

Esta interconexión del sistema eléctrico tiene la ventaja crucial de que aporta estabilidad al sistema pero también puede hacer que cualquier contingencia que ocurra en un país pueda afectar seriamente a todos los demás. Esta situación puede ocurrir debido a uno de los problemas más temidos por los técnicos

del Ceceol: *el efecto dominó*. Esto ocurrió el 4 de noviembre de 2006, cuando más de diez millones de europeos se quedaron sin electricidad entre media y una hora por un fallo en la red de suministro germana. El problema nació a las 22:00 horas y afectó de inmediato a Alemania, Austria, Bélgica, Francia, Holanda, Italia, España (se vieron afectadas Madrid, Cataluña, Comunidad Valenciana, Andalucía y Castilla-La Mancha), Portugal y el norte de África. El inciden-





Vista de la gran pantalla que representa la Red Eléctrica en el Cecoel.

te estuvo provocado por la decisión de eléctrica alemana E-ON de desconectar dos tendidos de alta tensión para permitir que pasara por debajo el cruceo *Norwegian Pearl*. En España, la caída de energía alcanzó los 2.000 MW y los apagones se produjeron por una reacción en cadena que ocasionó esta bajada de potencia, ya que el propio sistema eléctrico, al detectar esta caída de energía, se autoprotege y corta el suministro en determinadas zonas para prever el apagón generalizado.

No ha sido ni mucho menos la única contingencia a la que el Cecoel ha tenido que enfrentarse. Sus técnicos no guardan buen recuerdo de aquella iniciativa secundada por miles de ciudadanos de apagar la luz de forma colectiva a una hora concreta: las 19:55 del 1 de febrero de 2007. Un hecho, en principio bienintencionado, que tenía como ob-

jetivo mostrar la preocupación por el cambio climático y que, para el consumidor, no tenía más complicación que pulsar un interruptor, podía provocar en la red un desajuste en el sistema con potenciales consecuencias para la seguridad del abastecimiento de electricidad en todo el país. Aquella situación obligó al Cecoel a preparar un plan que incluía el refuerzo de los operadores, el estado de alerta de la plantilla de mantenimiento, el establecimiento de un control especial de las tensiones en la red y la ampliación de la reserva a subir y a bajar (se habían aumentado los márgenes de cobertura con los que REE trabaja habitualmente). En una situación como ésta, las centrales hidroeléctricas, que aportan energía al sistema de forma muy rápida, pueden resultar clave. Las interconexiones con los vecinos (Francia, Portugal y Marruecos) y las

variaciones en el consumo de estos países, sobre todo en Francia, también son básicas. Al final, la sangre no llegó al río, se produjo una caída de la demanda de electricidad de unos 1.000 MWh, lo que representó en aquel momento un 2,5% menos de la demanda prevista por Red Eléctrica de España y “se gestionó la incidencia sin que hiciera falta recurrir al plan de alerta previsto por la compañía”, según afirmó entonces el presidente de REE, Luis Atienza.

Aquella no fue una situación nueva para los técnicos. El día 12 de marzo de 2004 (un día después de los atentados en la red de cercanías de Madrid), el sistema tuvo que lidiar con dos caídas repentinas e imprevistas de la demanda. Primero, el consumo de energía eléctrica sufrió ese día un desplome de algo más de 2.000 MWh entre las 12:00 y las 12:15 horas, coincidiendo con los paros de



Trabajos de mantenimiento de la red. Sustitución de separadores de cables con plataforma adosada al helicóptero.

condena de los atentados. Momentos antes del mediodía, el consumo de electricidad superaba los 32.000 MWh y a las 12:00 se redujo hasta poco más de 30.000 MWh. Horas después, a partir de las 18:00, las manifestaciones convocadas por todo el país también provocaron otra caída brusca de la demanda de electricidad. En ambos casos, el sistema se pudo recuperar sin problemas pero aquella situación ha quedado en los *manuales* de formación de los técnicos del Cekoel. Las huelgas generales o las olas de calor o frío son otros escenarios ante los que los operadores de REE deben prestar especial atención.

Pero si hay algo en lo que REE está haciendo especial hincapié en los últimos tiempos es en la integración de las energías renovables en el sistema eléctrico español. Por ello, a pesar de su inconstancia, la producción de electricidad de

origen eólico superó en 2009, por primera vez, a la generada por el carbón y se ha convertido en la tercera fuente de generación eléctrica peninsular, según datos de REE. Las térmicas de gas de ciclo combinado (un 30,4% de la demanda total) y las nucleares (un 20%) siguen siendo las dos principales fuentes de producción. Sin embargo, en 2009 los molinos de viento han pasado a ocupar la tercera posición (con un 14,3%), por encima de las térmicas de carbón (un 12,7%). Los resultados de 2009 dejan otro dato relevante: la electricidad eólica y solar (las nuevas fuentes renovables) aportaron el 17,1% de la demanda total, lo que también constituye un récord. El Centro de Control de Renovables (Cecre) es la instalación de Red Eléctrica de España que hace posible la integración de energía eólica en condiciones de seguridad. Para Luis Atienza se trata de “un hito para el

sistema eléctrico del que nos sentimos particularmente orgullosos. Estamos muy satisfechos de habernos convertido en los líderes mundiales de la integración de renovables y de nuestra capacidad tecnológica, única en el mundo, para gestionarla de forma segura”.

Pero si por algo se recordará 2009 en cuanto a consumo eléctrico será por la caída en picado de la demanda de electricidad (cifrada en 266.874 GWh), algo que no sucedía en España prácticamente desde los años treinta del siglo XX. Dado que el suministro a hogares y empresas de servicios se ha mantenido o incrementado suavemente, el dato significa que ha sido la industria la que ha soportado la práctica totalidad del desplome, lo que significa que el descenso en la actividad industrial sufrida por el país ha tenido un clarísimo reflejo en el consumo eléctrico. ©

# Alba: una fuente de luz de rayos X para ver el micromundo

La gran instalación de luz sincrotrón en España abrirá sus puertas a los científicos dentro de unos meses. Está en Barcelona y acaba de ser inaugurada oficialmente. Pero todavía hay que acabar la puesta a punto de sus equipos: el complejo de aceleradores que producirá haces brillantes de luz, con longitudes de onda que abarcan desde el infrarrojo hasta los rayos X y los dispositivos experimentales donde se utilizará esa luz para someter a examen, con altísima resolución, desde muestras de proteínas y virus hasta catalizadores de motores de combustión, pasando por dispositivos electrónicos o agentes contaminantes en plantas. Todo ello será posible y estará disponible para la comunidad científica española de forma normalizada a partir de 2011.

› Alicia Rivera  
Periodista científica.  
Redactora de *El País*.

Medio millar de investigadores españoles acuden actualmente a otros países a realizar los experimentos que exigen las fuentes de luz sincrotrón, pero los responsables de Alba, el sincrotrón español, cuentan con que se multiplique su número, como sucede siempre que se ofrece a la comunidad científica un versátil instrumento de este tipo, diseñado para ver la estructura atómica y molecular de la materia. Las dos líneas de experimentos que tiene España en la Instalación Europea de Radiación Sincrotrón (ESRF, en Grenoble, Francia), son insuficientes para dar servicio a todos los usuarios que lo solicitan, aseguran los responsables de CELLS, el consorcio para la construcción, equipamiento y explotación de la instalación española.

“El sincrotrón es una herramienta esencial para hacer ciencia competitiva en prácticamente todos los campos”, afirma Joan Bordas, director de Alba, y pone un ejemplo: “Puedes ver la estructura atómica de una muestra biológica *in vivo*, es decir, en activo. Es mucho mejor que un microscopio”.

El sincrotrón de Barcelona, que está en Cerdañola del Vallés, junto a la Uni-

versidad Autónoma de Bellaterra, ocupa un singular edificio circular de 140 metros de diámetro construido especialmente para esta instalación. Dentro, además de talleres y generadores de energía, está la máquina, la instalación que produce esos haces de rayos X, tan finos como un cabello y muy intensos.

Funcionan en el mundo unos 40 sincrotrones (una veintena en Europa) a los que se suma ahora el español. “La operación científica rutinaria de Alba comenzará en 2011, aunque las líneas de trabajo estarán ya funcionando este año, pero al principio vendrán investigadores que tienen experiencia de trabajo con estos equipos y que serán un poco como conejillos de indias”, explica Ramón Pascual, considerado el padre de este proyecto que preside, y catedrático de Física Teórica de la Universidad de Barcelona.

Basta mencionar los rayos X, para pensar en radiactividad y, por tanto, en riesgo y seguridad, tanto para quienes lo utilicen como para su entorno. “El riesgo potencial asociado a la instalación Alba deriva de las radiaciones ionizantes que se producen durante el funcionamiento (radiación electromagnética, neu-





Vista aérea de las instalaciones del sincrotrón Alba.

trones, activación de materiales, etcétera), pero el riesgo está confinado en el interior de fuertes blindajes y con estrictas medidas de seguridad para el control de acceso a la zona”, explica Sofía Suárez Carrillo, técnica del Consejo de Seguridad Nuclear. Y añade: “No existe ningún riesgo para la población, puesto que cualquier circunstancia que pudiera afectar a las condiciones en las que se produce y mantiene el haz de electrones, produciría una desestabilización del mismo y su caída, lo que supone el cese del funcionamiento”.

Cualquier comparación, por tanto, con un riesgo de radiación descontrolada, como el derivado de un accidente grave en una central nuclear, es sencillamente imposible. En el caso del sincrotrón, si pasa algo la máquina se para y no puede producirse una explosión o algo semejante. En cuanto a la activación de materiales en Alba, “se producirá en puntos muy concretos del interior del blindaje que no afectaría en ningún caso al exterior de la instalación”, aclara Suárez Carrillo.

La idea de construir un sincrotrón en España surgió hace casi 20 años, pero

la propuesta no cuajó hasta marzo de 2002, cuando el proyecto recibió luz verde, cofinanciado por el Gobierno español y la Generalitat de Cataluña, con un coste estimado en aquel momento de 163 millones de euros, que luego se ajustaron —con la inversión en el edificio— hasta 201 millones. El coste de funcionamiento sin usuarios, es decir de la máquina, es de 16 millones al año, que subirá a 22 millones cuando estén trabajando los equipos científicos.

Alba nació como una gran instalación que permitiera dar el salto en España hacia ese tipo de grandes laboratorios científicos que tienen otros países desarrollados y poner a disposición de la comunidad científica una herramienta que se ha convertido en esencial en múltiples campos de investigación.

“La construcción comenzó en 2004 y el plan inicial era que estuviera funcionando en 2009; finalmente va a ser en 2010, sólo un año de retraso, que es menos de lo que se han retrasado otros”, puntualiza Pascual.

“El mayor reto... hacer esto sin tradición anterior es difícil, pero hemos logrado atraer al proyecto a gente de expe-

riencia, ya sean extranjeros o españoles en el exilio científico”, señala Bordas, él mismo un recuperado para la ciencia española desde la dirección del sincrotrón de Daresbury (Reino Unido). De los 140 empleados de Alba, explica, un tercio no tiene pasaporte español, otro tercio sí, pero vienen de trabajar en el extranjero y el tercio restante son españoles en formación directamente en el sincrotrón de Barcelona. En cuanto a lo más difícil, “organizar la inauguración”, bromeaba unos días antes del acto.

La radiación sincrotrón se descubrió hace algo más de medio siglo y el hallazgo no suscitó precisamente un ¡Eureka!, sino todo lo contrario, era un fastidio importante en los laboratorios. En los aceleradores de partículas que los físicos construían —y siguen construyendo— para hacer colisionar haces de partículas y averiguar —en los productos de los choques— cuáles son y cómo se comportan los componentes elementales de la materia, parte de la energía de los haces se pierde al forzar a los electrones a seguir una trayectoria curvada por un campo magnético, mediante imanes. A mediados de los años cuarenta se descubrió que esa energía perdida tangencialmente a la curva del acelerador era radiación sincrotrón, y pocos años después se le encontró una utilidad tal que lo que para unos era —y es— un desgaste de su haz de partículas, para otros es una poderosa herramienta de investigación de la estructura de la materia.

Así, mientras en los aceleradores de física de partículas siguen luchando contra esa pérdida de energía por culpa de la radiación sincrotrón, en otras instalaciones —que comparten en gran medida la tecnología de aceleración— se busca precisamente crear con ella haces de luz y dirigirlos —enfocados y modulados— hasta las muestras biológicas, químicas o de materiales que se quieren estudiar con detalle molecular o atómico.

La explicación básica de por qué los rayos X son tan útiles para ver cosas minúsculas: si uno quiere ver algo tan pequeño como un átomo tiene que iluminarlo con radiación electromagnética de longitud de onda mucho más pequeña que la de la luz visible, como los rayos X. Es algo así como las olas grandes del mar, que pasan sobre una piedra sin inmutarse, pero si la ola tiene un tamaño igual o inferior al de una roca, la presencia y posición de esta última no pasa desapercibida en el patrón del oleaje.

Los haces de luz de Alba parten de un cañón de electrones que, tras pasar por un primer acelerador lineal, son inyectados a una energía de 100 megaelectronvoltios (MeV) a un segundo acelerador (este circular) y de allí, a casi la velocidad de la luz, entran en un anillo más grande, donde circulan en un tubo de ultra alto vacío a una energía de 3 gigaelectronvoltios (GeV). De este anillo, llamado de almacenamiento (con un perímetro de 270 metros en el caso de Alba, y casi 300 imanes que curvan y focalizan los haces de electrones) salen los rayos de luz (fotones), que pueden alcanzar longitudes de onda muy corta (rayos X), que necesitan los científicos para estudiar sus muestras. Esos haces de luz se modulan de diversas formas, según el tipo de experimento a realizar, en laboratorios situados alrededor del anillo, lo que se llama las líneas de luz.

En los sincrotrones más antiguos, el haz del anillo de almacenamiento va perdiendo la energía que se emite por las líneas experimentales, por lo que hay que recargarlo periódicamente de electrones acelerados. En las instalaciones más modernas, como Alba, se puede hacer la recarga mientras está funcionando, por lo que no es necesario parar a recargar, sino que puede suministrar luz a los laboratorios 24 horas al día, aunque en los primeros meses funcionará en modo de recarga periódica.

“Alba es un sincrotrón de tercera generación”, explica Pascual, “lo que significa que las líneas de luz no salen de los imanes de curvatura, como en los sincrotrones más antiguos, sino de los tramos rectos del anillo, en los que se instalan los llamados sistemas de inserción que permiten producir luz mucho más brillante y además perfectamente adaptada a las necesidades de experimentos concretos”. De las siete líneas iniciales que tiene Alba, seis están equipadas con esos sistemas de inserción y sólo una con un imán de curvatura, según Pascual. Además, es más fácil y barato su recambio a la hora de actualizarlos.

Todos los componentes del sincrotrón español se han probado ya satisfactoriamente (se realizaron las pruebas a finales del año pasado). En los próximos meses se completará la puesta a punto y, después del verano, comenzará la optimización de los aceleradores y del anillo de almacenamiento para estar haciendo trabajo científico a finales de 2010 o principios de 2011. En una instalación así el funcionamiento rutinario no es algo que se inicie en un día apretando un botón, sino que es un proceso de varios meses en que se van poniendo en marcha y ajustando los equipos. El plan es que los científicos estén ya trabajando normalmente en el laboratorio a mediados del año que viene, comenta Bordas.

Pero el proyecto no se detiene con su puesta en funcionamiento. Arranca ahora con siete líneas, siete laboratorios alrededor del anillo de almacenamiento, pero ya se han aprobado otras dos “sujetas a disponibilidad presupuestaria”, puntualiza Bordas, para 2011 y otra más para 2013. Con ellas además, no se llega al límite de Alba, ni mucho menos, ya que tiene capacidad para más de treinta líneas.

¿Quiénes usarán el sincrotrón de Barcelona? “La mayoría de los científicos que acuden a una instalación sincrotrón

en el mundo provienen del ámbito público, ya sean de las universidades o de institutos de investigación”, explica Salvador Ferrer, director científico de Alba. “El resto, que raras veces supera el 10%, provienen de la industria, sobre todo farmacéutica, pero también electrónica y química. En España, probablemente por la falta, hasta ahora, de instalaciones propias, el uso industrial ha sido marginal”.

Ferrer fue uno de los españoles recuperados del exilio científico en el extranjero, ya que venía del ESRF de Grenoble. “Como la mayoría de los sincrotrones, Alba cubrirá un abanico muy amplio, es multipropósito”, comenta. “En biología, por ejemplo, es muy común desde hace 10 o 15 años, la determinación de estructuras de virus y proteínas; éste es un campo en el que el papel de los sincrotrones ha sido esencial. Actualmente, prácticamente la totalidad de las estructuras atómicas de material biológico se determinan usando sincrotrones”. Así, un trabajo que antes podía exigir varias semanas se hace ahora en cuestión de minutos, añade.

La luz superbrillante y de muy corta longitud de onda de la radiación sincrotrón es, efectivamente, “la herramienta más potente para conocer la estructura, la disposición de cientos de miles de átomos de una proteína”, explica Ferrer, y recuerda que por la técnica de difracción de rayos X, Rosalind Franklin y su jefe Maurice Wilkins lograron aportar los datos experimentales sobre la estructura del ADN que permitieron su descubrimiento por Francis Crick y James Watson en 1953. “Se ilumina la muestra con el haz de rayos X, se difracta en miles de haces, se mide la intensidad de cada uno al tocar la muestra y así se reconstruye la estructura con mucha precisión”, aclara el director científico de Alba.

Hay numerosas aplicaciones del sincrotrón en biología y el laboratorio de Barcelona tiene tres líneas dedicadas a ella (difracción de rayos X, difracción de ma-



La operación científica rutinaria de Alba comenzará en 2011, aunque las líneas de trabajo estarán ya funcionando este año.

teriales no cristalinos y microscopía de rayos X para biología celular).

Otro campo de aplicación está en la microelectrónica y la nanotecnología. Ferrer explica que desde los microprocesadores hasta los chips de los teléfonos móviles o las cabezas de lectura de discos duros, tienen estructuras complicadas necesarias para su funcionamiento, como el apilamiento de capas magnéticas y no magnéticas. “La interacción de los materiales plantea problemas a nivel atómico y con la luz sincrotrón puedes ver no sólo imágenes estáticas de esas estructuras sino películas de cómo interaccionan, películas que registran la dinámica de inversión si/no de la magnetización de un dispositivo millones de veces por segundo”, añade. A la ciencia de materiales se dedican dos líneas de Alba: una de absorción de rayos X y otra de difracción de alta resolución.

En química, por ejemplo, un sincrotrón permite hacer análisis para detectar trazas de impurezas a concentraciones muy bajas. Ferrer pone el ejemplo de contaminantes en plantas por metales pesados.

“Queremos especializarnos en catalizadores, en las reacciones químicas que se

producen mientras están en funcionamiento, por ejemplo, estudiando los gases de escape de un coche, y poder así mejorar la combustión para controlar la emisión de gases tóxicos y lograr que los catalizadores duren más tiempo”, destaca Ferrer. En un sincrotrón se puede estudiar por espectroscopia el catalizador en funcionamiento. A química y física de estado sólido se dedican dos líneas de Alba.

Ferrer no puede pasar por alto una aplicación que está en auge últimamente: el estudio de fósiles que están incrustados en roca y que no se pueden extraer sin correr el riesgo de destruirlos. La luz brillante de rayos X permite hacer una especie de radiografía de la piedra y develar cómo es el fósil oculto, reproduciéndolo con gran definición.

De momento, resume Bordas, Alba tiene como prioridad suministrar a la comunidad científica lo que necesita en luz sincrotrón, un soporte lo más amplio posible, comenta Bordas. “Pero esto no es incompatible con que, en un futuro próximo, se identifiquen áreas de excelencia que sean exclusivas o, al menos, en las que Alba sea el mejor del mundo. Ambas vertientes se pueden llevar adelante de modo paralelo”.

Hacer la primera instalación de este tipo en España es toda una aventura científica y tecnológica. “¿Lo más difícil? Nada es trágico pero todo es complicado y todo hay que coordinarlo —responde Pascual—. Por ejemplo, se han convocado más de 260 concursos públicos para la adjudicación de contratos, todos ellos en el ámbito de la Unión Europea”. Desde el punto de vista de dificultad tecnológica señala que se plantearon algunas complicaciones con el sistema de radiofrecuencia del anillo de almacenamiento del sincrotrón, “pero ya se han resuelto”.

Uno de los objetivos fundamentales de las grandes instalaciones en un país como España, además de promover la investigación, es despertar a la industria, dar oportunidades para que las empresas se entrenen en el desarrollo y construcción de equipos de alta tecnología. CELLS lo ha hecho, pero de forma inteligente, sin anteponer este reto a todo criterio, con lo que puede conllevar de riesgo para el buen funcionamiento, a tiempo y con los costes previstos, del resultado final.

“Si se incluye la construcción de los edificios, que no es algo trivial en una instalación así, dada la necesidad de colo-





En los próximos meses se completará la puesta a punto. En la imagen, trabajos de acondicionamiento de la instalación.

car, por ejemplo, grandes losas anti- vibraciones, la protección radiológica, etcétera, entre el 60% y el 70% de la contratación ha ido a empresas españolas”, señala Pascual. “Pero si se centra uno en la máquina, el porcentaje es bastante inferior; no hay industria española que haga determinadas partes importantes de los equipos”.

Algunos imanes, sistemas de potencia, soportes mecánicos de alta precisión y sistemas de vacío sí que han llegado al laboratorio de Cerdeñola del Vallés desde la industria española, añade Bordas. Aún así, la participación de empresas que no tienen experiencia en este tipo de proyectos de alta tecnología siempre es positiva para ellas, no sólo por los contratos,

sino por la colaboración con expertos internacionales que dominan estos equipamientos. “El proyecto Alba tiene tres pilares: excelencia científica, formación de personal altamente especializado y transferencia de conocimiento, de *know how*”, dice Bordas.

Las líneas, elegidas y diseñadas una vez que los potenciales usuarios

## Seguridad radiológica

“Alba es un acelerador de alta energía y, por tanto, una instalación radiactiva, de acuerdo con el Reglamento de Instalaciones Nucleares y Radiactivas (RINR); por consiguiente, requiere disponer de autorización para su funcionamiento”, explica Sofía Suárez Carrillo, jefa de área del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN). “Cuando el proyecto esté completo, la instalación será de primera categoría, puesto que se ajusta a la definición que da el citado reglamento”.

El RINR especifica: instalaciones complejas en las que se manejan inven-

tarios elevados de material radiactivo o producen haces de radiación de muy elevada fluencia de energía de forma que el potencial impacto radiológico de la instalación sea significativo.

El único organismo competente en seguridad nuclear y protección radiológica en España es el CSN, que emite los informes y evaluaciones previas a la aprobación de una instalación como el sincrotrón. “La realización del informe es obligatoria y, además, si es negativo, es vinculante”, aclara Suárez Carrillo. Es decir, que si el CSN hubiera identifica-

do algún riesgo para la población o para el personal mismo de Alba y de los científicos que allí acudan a realizar experimentos, sencillamente no habría podido recibir luz verde el proyecto.

Pero no solamente hay que estudiar el riesgo antes de su aprobación, también hay que vigilar una instalación así durante su operación, de lo que se encarga, asimismo, el CSN. Más allá incluso de su período de funcionamiento, es decir si se cerrase la instalación en algún momento, el CSN de nuevo sería el encargado de garantizar que “el fin de la actividad allí no suponga riesgos indebidos ni para las personas ni para el medio ambiente”, destaca Suárez Carrillo.



—los científicos— han definido qué objetivos persiguen sus investigaciones y qué áreas pueden ser más interesantes, han sido mayoritariamente desarrolladas y construidas fuera de España, en empresas con experiencia en este tipo de instalaciones. La participación industrial española en estos laboratorios específicos apenas llega al 20%.

Como Alba es una completa novedad en España, la primera fuente de luz sincrotrón de esta magnitud, el CSN se ha encontrado con una situación radiológica nueva a la hora de evaluar los blindajes de la instalación, el confinamiento de la máquina, la seguridad de los operadores y de la población del entorno. La estrategia que se ha seguido es obvia: “Los procedimientos de evaluación se han desarrollado aquí tomando como base la experiencia de otros países de Europa y de Estados Unidos en este tipo de instalaciones”, explica la experta del CSN. ©

Al igual que Ferrer, varios expertos del sincrotrón de Barcelona vienen del ESRF de Grenoble, y las relaciones con ese centro europeo son fluidas y constructivas, señalan todos los responsables del proyecto español. “Tenemos contacto estrecho con toda la comunidad internacional, intercambio de conocimientos y experiencia”, dice Ferrer. “En cuanto al ESRF, una parte de la división informática de Alba, por ejemplo, viene de Grenoble”.

“Desde luego que nos ha servido de mucho la experiencia de Grenoble, sobre todo en las líneas de luz, porque allí España participa como usuario”, añade Pascual. Cabe pensar que a partir de ahora habrá una seria competencia a caballo de los Pirineos en términos de oferta de sincrotrón. Pero no, las estimaciones indican que hay demanda más que suficiente para ambas instalaciones.

Además, el ESRF y Alba no son idénticos. “Puede haber solapamiento en algunas áreas, como estructura de proteínas, pero el sincrotrón de Grenoble se está especializando en rayos X duros, es decir, más energéticos”, señala Ferrer, ya que el ESRF tiene el doble de energía (6 GeV) que el sincrotrón español (3 GeV), por lo que los rayos X que genera son más penetrantes. Hay que tener en cuenta, añade Pascual, que “la idea es hacer en el ESRF, como instalación europea, lo que no se puede hacer en las instalaciones nacionales. Solo que hasta ahora tenían instalaciones nacionales países como Alemania, Francia, Reino Unido o Italia, pero no España”.

Esto no quiere decir que en Alba se vaya a exigir pasaporte español para obtener tiempo de utilización de la luz de rayos X. “Estará abierto a cualquier grupo de investigación que proponga objetivos científicos de calidad”, advierte el director. Pero la experiencia en otras instalaciones indica que los investigadores, si pueden, acuden normalmente al sincrotrón de su país. Y la competencia (por evaluación

científica rigurosa) por el tiempo de utilización de Alba será dura, sobre todo al principio. Lo normal es que la demanda sea entre cuatro y cinco veces la oferta, pero luego se estabiliza en torno a un factor tres, según Bordas. Es decir, que se espera que las solicitudes tripliquen el tiempo disponible para hacer experimentos en el sincrotrón. Esta realidad estadística, como en todas las grandes instalaciones científicas, ya sea un telescopio, un buque oceanográfico o un sincrotrón, garantiza que se dedica a la ciencia de mayor calidad y más interesante, ya que los comités de selección tienen mucho donde elegir lo mejor antes de adjudicar los tiempos.

Y hay que distinguir entre dos tipos de usuarios: los científicos que van al sincrotrón unos pocos días a tomar unas medidas de sus muestras, a caracterizarlas, “y los que hacen experimentos que requieren desarrollo conceptual y técnico, lo que puede durar meses”, señala Bordas.

Cuando un científico o un equipo va al sincrotrón puede que no sepa muy bien cómo operar la máquina, que sepa qué quiere ver, pero no cómo. Para facilitar el trabajo, CELLS pondrá al menos dos especialistas por línea, más los equipos informáticos, que guiarán a los usuarios novatos en sus primeros pasos o les ayudarán a solventar dificultades y mejorar su rendimiento.

Lo esencial es que el investigador tenga claro qué partido puede sacar de un sincrotrón como Alba en una investigación correctamente planteada y de interés. De lo demás, del uso de la máquina, no tiene que preocuparse si no quiere. Si todo va bien en los próximos meses de puesta a punto del sincrotrón de Cerdanola, como cabe esperar, el año próximo comenzará el despegue de la comunidad científica española asociada a la luz brillante de rayos X, al sincrotrón, con un previsible salto de calidad y de cantidad de resultados. ©

# Los escáneres corporales en aeropuertos

› Eugenia Angulo  
Química y divulgadora

Tradicionalmente, la monitorización de personas se ha realizado exclusivamente mediante técnicas de detección de metales. Pero en el mundo globalizado actual, y dada la preocupación existente por la seguridad internacional, los gobiernos se están planteando introducir en sus aeropuertos una nueva familia de tecnologías que permitan conocer qué podría llevar un pasajero bajo su ropa cuando viaja. Se trata de escáneres corporales capaces de detectar objetos ocultos no metálicos en el cuerpo de una persona y de indicar esta detección por medio de una alarma. La

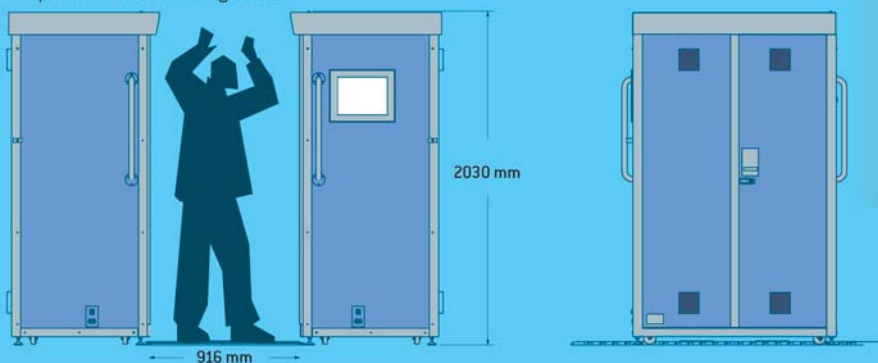
polémica radica en que estas tecnologías proporcionan imágenes de los cuerpos virtualmente desnudos lo que además conlleva problemas de legislación en el caso de pasajeros menores de edad.

Existen cuatro tipos de escáneres corporales: dos de ellos utilizan equipos generadores de rayos X, el tercero utiliza equipos generadores de alta frecuencia, ondas de radio no ionizantes, y el cuarto no genera radiación pero es capaz de detectar la radiación no ionizante generada de forma natural por el cuerpo humano. De momento, en 19 aeropuertos estadounidenses, entre ellos el John

Escáneres de rayos X para la inspección de pasajeros en aeropuertos  
(tecnología *backscatter* o por retrodispersión)



Modelo:  
Rapiscan Secure1000 Single Pose





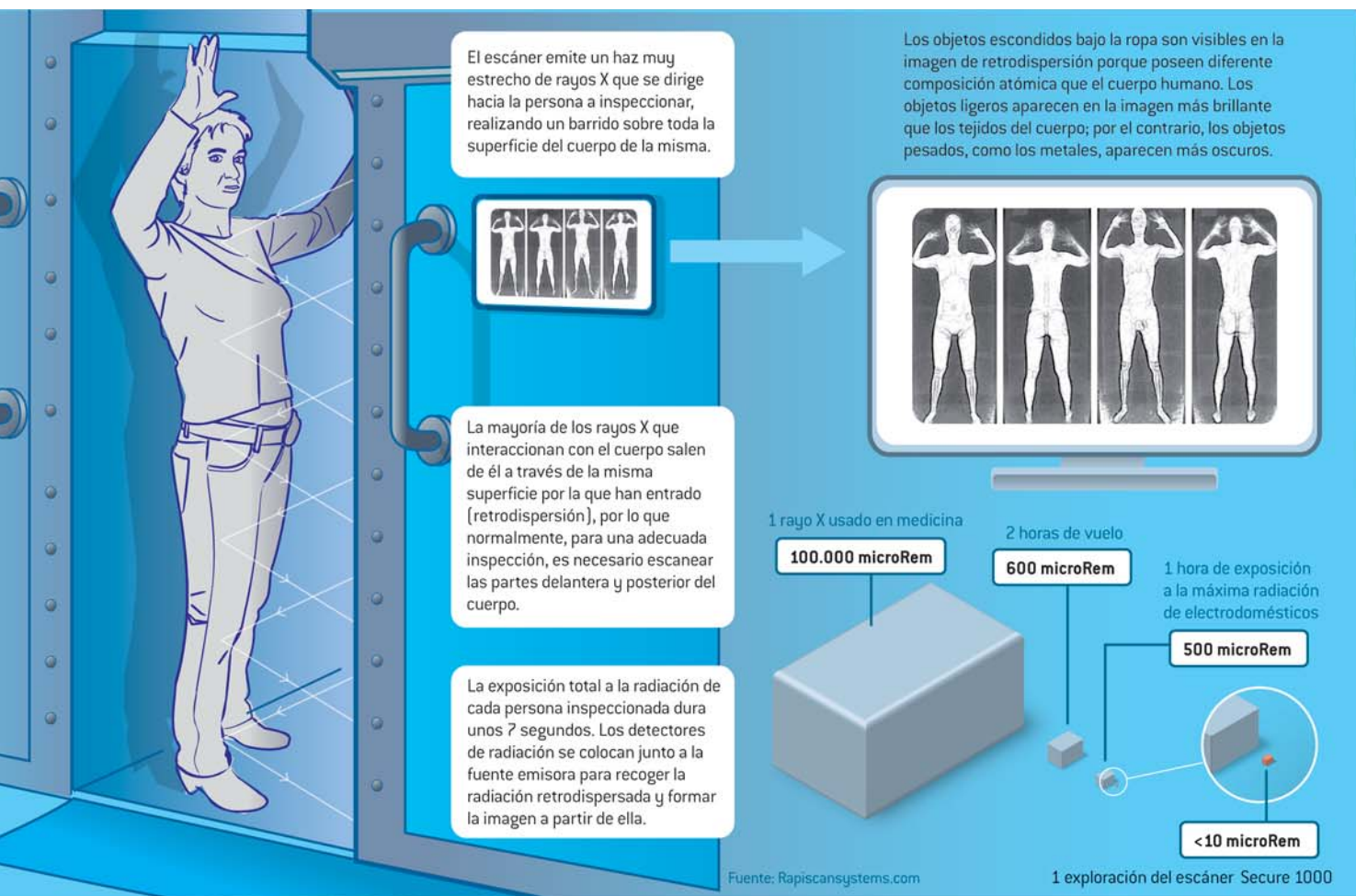
Fitzgerald Kennedy de Nueva York y el Aeropuerto Internacional de Los Ángeles, operan unos 40 escáneres corporales que funcionan por radiofrecuencias y antes de final del presente año, la agencia gubernamental encargada de la seguridad aeroportuaria de Estados Unidos planea instalar otros 150 equipos con generadores de rayos X. Estos equipos permiten detectar la presencia de objetos metálicos y no metálicos ocultos bajo la ropa, incluyendo pistolas, cuchillos, explosivos, drogas y armas fabricadas en plástico y cerámica. Reino Unido, Holanda y Nigeria también se plantean la instalación de este tipo de escáneres mientras que España se mantiene a la espera de una resolución conjunta por parte de la Unión Europea.

Los sistemas convencionales de rayos X operan, como los utilizados en aplicaciones médicas tipo radiografías, detectan-

do los rayos X que atraviesan completamente la zona del cuerpo a examinar. Se trata de escáneres de transmisión y, debido a su funcionamiento, también son capaces de detectar la imagen de objetos ocultos dentro del cuerpo, bien por ingesta, escondidos dentro de las cavidades del cuerpo humano o implantados. Un segundo tipo de esta familia de escáneres utiliza el efecto de retrodispersión de rayos X en las proximidades de la superficie de la piel para la formación de la imagen. Debido a su funcionamiento, los objetos escondidos en las cavidades corporales no pueden ser detectados por este modelo. Ambas tecnologías pueden producir imágenes fijas de alta calidad en unos 20 o 30 segundos.

Los escáneres de cuerpo basados en tecnologías no ionizantes no exponen a los pasajeros a radiaciones ionizantes,

mientras que los de rayos X sí que lo hacen, aunque las dosis de radiación que emiten son muy bajas, con un mínimo de aproximadamente 0,03 microSievert por escáner. Por lo tanto, se necesitarían unas 100 pasadas para llegar a 3 microSievert y 333 más para llegar al límite de radiación que establece la legislación española en 1 miliSievert (1.000 microSievert) como límite anual de dosis efectiva para los miembros del público. En este contexto, las cuestiones de protección radiológica relativas al uso de los escáneres de personas que utilizan rayos X deben ser evaluadas y sopesadas frente a los beneficios directos e indirectos de tales exploraciones, a fin de decidir sobre la justificación de su uso pues, al tratarse de una nueva práctica en nuestro país, su autorización sólo sería posible una vez se completase el proceso de justificación. ©



› Ignacio F. Bayo  
Divulga

Octavi Quintana Trías (Barcelona, 1952) estudió Medicina en su ciudad natal y se especializó en Medicina Intensiva. Más tarde realizó un máster en Salud Pública.

Durante ocho años ejerció la práctica médica en hospitales de Valencia y Málaga y en 1987 pasó a ejercer responsabilidades de gestión, una labor que ya nunca ha abandonado. Inicialmente, y durante dos años, dirigió el Hospital Carlos Haya de Málaga; después fue asesor en el Ministerio de Sanidad y adjunto al director general del Insalud. Ha pertenecido al Consejo de Europa desde 1989, siendo entre 1994 y 2001 miembro y más tarde presidente de su Comité de Ética. También ha sido asesor de la OMS en sistemas de salud; presidente de la Sociedad Española de Calidad Asistencial; coordinador de ayuda humanitaria en Ruanda, Bosnia, Albania y Kosovo; y secretario general de Relaciones Internacionales del Ministerio de Sanidad. En 2002 entró a trabajar para la Comisión Europea, asumiendo, entre otras responsabilidades, las de miembro del Comité de Salud Pública, miembro y vicepresidente del Grupo Europeo de Ética, director de Investigación en el área de salud de la Dirección General de Investigación y, desde 2008, director de Euratom.

## “Europa tiene los estándares de seguridad nuclear más altos del mundo”

Octavi Quintana está ya acostumbrado a vivir a caballo entre varios mundos, con un pie más o menos estable en ese centro neurálgico de Europa que es Bruselas, donde trabaja, y otro en tierras malagueñas, donde vive su familia. No es extraño que para poder entrevistarle nos cite en el aeropuerto de Madrid un viernes por la tarde, durante su habitual viaje de fin de semana entre ambos puntos. Ni tampoco que antes de iniciar la conversación reciba varias llamadas y deba alternar con soltura inglés, francés y español. Un estrés que parece llevar sin grave quebranto, quizás por la costumbre de sus dos decenios dedicados a la gestión en organismos europeos. Ahora recae sobre sus hombros la responsabilidad de dirigir la Comunidad Europea de la Energía Atómica (Euratom), una de las organizaciones sobre las que se levantó el edificio de la Unión Europea, cuya acta fundacional se firmó el 25 de marzo de 1957, en el mismo acto que el Tratado de Roma. Se ponía así de manifiesto la importancia que la cooperación en el ámbito de la energía nuclear tenía para el conjunto de los países de Europa y que sigue vigente en la actualidad.

**PREGUNTA:** ¿Por qué Euratom no ha sido absorbido por el conjunto de tratados de la Unión Europea?

**RESPUESTA:** Tiene el mismo nivel que el Tratado de Lisboa y no ha evolucionado. ¿Qué tiene esto de bueno y de malo? Lo bueno es que ha sobrevivido, eso signifi-

ca que ha servido y sigue sirviendo, porque es flexible, sin intentar dar directrices para todo. Tiene de malo que las decisiones se toman por unanimidad y esto era sencillo cuando eran seis los socios firmantes, pero cuando son 27 significa, como comprenderás, que cualquier país, sobre todo en un tema que es un asunto tan problemático socialmente como la energía nuclear, puede bloquear sus decisiones sin ningún problema. Esto es lo que ha pasado concretamente con la investigación en fisión nuclear, porque hay países, sobre todo uno, que es Austria, que bloquean la posibilidad de que haya más investigación en fisión nuclear. Por eso en nuestro programa tenemos relativamente poco en investigación sobre reactores, digamos que en torno a la cuarta parte del programa, dentro del programa de radioprotección.

**P:** Pero va de reactores...

**R:** Sí, porque una parte importante del programa intenta determinar cuál es el efecto de la baja radiación. Por ejemplo, el lunes hemos lanzado un proyecto importante, en el cual estuvo una persona representando al Consejo, que estudia cohortes epidemiológicas para ver cuál es el efecto sobre la salud de estas radiaciones.

**P:** En España se ha hecho un estudio epidemiológico en esta línea.

**R:** Exactamente. Y se trata de intentar tener datos de toda Europa para poder tener grandes números y poder decir, con cierta fiabilidad, los efectos de las centrales y ver cuáles son las profesiones más afectadas. Se está haciendo en todos







los países y es un proyecto muy importante. Son en total unos 18 millones de euros, que para un estudio de este tipo es una cantidad considerable, y en el que nosotros financiamos 13 millones y el resto viene de las instituciones que participan.

**P:** *¿Euratom nació con el propósito de desarrollar tecnología nuclear propia?*

**R:** Sí para desarrollar tecnología, hacer investigación. Y también para tratar el tema de la no proliferación. Hay que darse cuenta de que entre los países fundadores hay países que tienen energía nuclear y armas atómicas ya desde el principio, con lo cual todo el problema de la no proliferación es una parte de las competencias de Euratom.

**P:** *¿Se puede cuantificar esa participación, qué significa dentro de la actividad de Euratom?*

**R:** Bueno, es que las otras partes tienen muchos menos recursos, porque la labor legislativa, que es parte del funcionamiento normal, no exige recursos, se trata sólo de poner de acuerdo a los Estados miembros para decidir cuáles son los estándares de seguridad. Gracias a que tenemos en Europa una organización como ésta y una homogeneización de estándares muy estricta podemos decir, sin duda, que es el lugar del mundo con los estándares de seguridad más altos y lo que nos gustaría es que todo el mundo tuviera los mismos. Europa es el lugar más seguro para la energía nuclear.

**P:** *Euratom tiene su propio Programa Marco ¿qué relación guarda con el Programa Marco de investigación en general?*

**R:** Formalmente son dos programas separados y la prueba es que el mecanismo de decisión es un poco distinto. El mecanismo de decisión en el Programa Marco general es por mayoría cualificada y en codecisión con el Parlamento, mientras que en Euratom es por unanimidad y el papel del Parlamento es sólo consultivo. El presupuesto viene del mismo sitio, es un presupuesto comunitario que viene afectado por estar en el mismo epígrafe.

**P:** *Las líneas generales de los Programas Marco de Euratom no varían mucho, imagino.*

**R:** No, no, básicamente tendremos en el siguiente fisión y fusión y claro lo principal de la fusión va a ser ITER, que es uno de los temas más complicados que tenemos..., sin duda el más complicado que tengo yo. Encontrar esa cantidad de dinero con la que está cayendo pues es difícil, pero no podemos echarnos para atrás con lo que ya está firmado.

**P:** *Antes señalaba que la unanimidad tiene bloqueada la investigación en fisión.*

**R:** No se deja crecer el programa y por eso desde hace ya mucho tiempo está en el orden de 50 millones de euros anuales. Es decir, es un programa pequeño, que tiene su importancia y su papel, pero no ha conseguido crecer durante muchos años.

**P:** *¿Afecta eso al desarrollo de nuevos reactores?*

**R:** Sí, se trabaja en el desarrollo de nuevos reactores porque participamos en el Jules Horowitz Reactor, que es el nuevo; se trabaja en GIF (Generation IV International Forum) y también en dos plataformas que tienen como objetivo desarrollar nuevos reactores, como la Sustainable Nuclear Energy Platform. Ésta es una plataforma creada por la industria eléctrica y el esfuerzo de investigación es del orden de entre seis y diez mil millones de euros en los próximos años. Y claro, nosotros ahí podemos participar poco, somos los que facilitamos el secretariado, para que se reúnan y hacer las agendas de investigación.

**P:** *Por ejemplo, Finlandia está construyendo en Olkiluoto un reactor avanzado. ¿Ha participado Euratom en su desarrollo?*

**R:** Bueno, es de generación III y es una investigación que ha hecho sobre todo la industria, pero es que nosotros trabajamos mucho con la industria y con las agencias estatales; con Francia por ejemplo, con el Centre de Energie Atomique, que es un potentísimo organismo de investigación con el que nosotros tenemos unos lazos muy fuertes, y ellos también con la industria.

**P:** *La industria española tiene también cierta capacidad tecnológica en el sector nuclear. ¿Qué opinión le merece?*

**R:** Yo prefiero no hablar mucho de industria y de países porque mi posición es delicada. Lo que sí puedo decir es que España tiene una industria potente, muy presente tanto en la construcción como en componentes, en lo que sería ingeniería. España vende ahora energía y tecnología, en parte por el esfuerzo que se ha hecho en renovables, y en nuclear no desento-

“El mecanismo de decisión en Euratom es por unanimidad y el papel del Parlamento es solo consultivo”

## “Todo político sabe que nunca verá los frutos de su inversión en investigación”

**P:** *Su anterior responsabilidad europea era sobre otras áreas de la investigación europea.*

**R:** Sí, en el área de salud, que es mucho más amplia que ésta.

**P:** *¿No le parece que no hay una auténtica ciencia europea, que la investigación sigue siendo muy nacional y que la gente sigue prefiriendo ir a Estados Unidos a hacer su doctorado o una estancia posdoctoral?*

**R:** Bueno es verdad que EEUU ofrece mucha facilidad, porque las inversiones han sido muy fuertes, porque atraen con buen sueldo a los que van a ejercitar su talento allá y porque la burocracia es mucho más ligera que la que tenemos aquí, pero en Europa hemos hecho y estamos haciendo un enorme esfuerzo para fomentar esta cooperación. Pero tenemos que hacer mucho más en movilidad, tomar el ejemplo del Erasmus, que para los estudiantes ha sido estupendo, y tenerlo para todas las áreas de la ciencia; que todo científico pudiera hacer la carrera de investigador empezando aquí y siguiendo en Milán, luego en Oslo y terminar en Munich... esto sería ideal, uno de los objetivos máximos de

la Unión. Se curan muchas cosas viajando, la endogamia, el nacionalismo... en ciencias quiero decir.

**P:** *La Unión Europea se comprometió a alcanzar en 2010 el 3% del PIB europeo dedicado a I+D+i, una meta que evidentemente no se va a alcanzar...*

**R:** No, no.


**P:** *No sé si la crisis tiene parte de culpa en ello...*

**R:** No. La crisis ha venido en los últimos dos años. No habíamos hecho los deberes antes y la crisis debería hacer entender que esto es lo que habría que hacer para salir de ella, pero no se ha hecho. Ha habido muchas razones pero la principal es que aunque todo el mundo dice que la investigación es el camino para cambiar la economía, se trata de un efecto a largo plazo y por lo tanto todo político sabe que nunca verá los frutos de su inversión en investigación.

**P:** *Otro lo cosechará.*

**R:** Otro que vendrá mucho después que él; esto es sembrar semillas que no dan fruto a corto plazo. La investigación no sirve para ganar elecciones, sirve para cambiar un modelo económico a largo plazo, como la educación, y para tomar esta decisión hay que creérselo mucho. Y éste es un esfuerzo que en España sin duda se ha hecho de forma muy importante en la primera legislatura, pero ahora con la crisis...

**P:** *Pero mientras que Alemania incrementa sus fondos para I+D, según dice la prensa, en España decrecen...*

**R:** (Sonrisa amplia y silencio prolongado). 

na nada. Incluso en fusión podemos decir que en ITER España participa de una manera muy destacada, ya que está presente en todos los consorcios que compiten por hacer los componentes de ITER, y ésta es una máquina de muchos recursos y por lo tanto el hecho de que haya muchos consorcios españoles compitiendo significa que hay una industria detrás que puede hacerlo.

**P:** *Tradicionalmente estas participaciones dependen de la contribución de cada país según el sistema de retornos, ¿es también así en este sector?*

**R:** No, en este caso no existe el retorno, porque no hay contribución gubernamental. Precisamente para evitar este problema nosotros canalizamos los fondos de todos los países, salvo en lo que es... lo que llamamos el *Broader approach*, que son actividades adicionales que se realizan en Japón de investigación en materiales, un tokamak satélite y un hiperordenador en las que los Estados miembros contribuyen volun-

tariamente. Las beneficiarias o las encargadas de aportar los componentes son industrias del país que contribuye; en el resto las convocatorias se abren para todos los países indistintamente, no hay *juste retour* para nada.

**P:** *ITER consume muchos recursos, como ha dicho, y su presupuesto está incluso creciendo desmesuradamente. ¿Por qué?*

**R:** Por una serie de razones prolijas pero que tiene que ver con que era un diseño muy conceptual; es decir, poco avanzado, con muchas incertidumbres; porque los precios de las materias primas han aumentado desde el año en que se diseñó, en 2001, mucho más que la inflación; porque hay muchos más países participantes y por tanto el número de interfases es muy superior; porque además la manera en que se ha distribuido el trabajo dentro de ITER no es razonable ni racional para toda la máquina. O sea, lo es para cada uno de los participantes pero no para el conjunto. Me

explico, los participantes son Europa, India, China, Rusia, EEUU, Japón y Corea, pero no participan por intentar hacer avanzar la ciencia, como se puede imaginar, sino para adquirir el *know how*, y para ello procuran participar todos en la fabricación de todas las piezas. Si esto fuera un coche lo racional sería que uno hiciera las ruedas, otro la transmisión y otro el sistema eléctrico, pero aquí todos quieren hacer una rueda, un trozo de la transmisión, un trozo del chasis... lo cual hace muchísimo más compleja la fabricación de los componentes y más aún la labor del que tiene que poner todo esto junto, la rueda china, la rueda europea, la rueda americana...

**P:** *Y que funcionen todos los componentes ajustadamente, claro.*

**R:** Al milímetro.

**P:** *Esto hace que el coste aumente muchísimo.*

**R:** Esto hace que el coste aumente muchísimo porque las líneas de producción hay que duplicarlas, hay que tener muchas líneas de producción para cada uno de los componentes. Exagero, pero es un poco la realidad. Esto también ha venido a explicar los aumentos de costes. Ha sucedido, por tanto, que para un coste previsto para Europa de 2.700 millones en estos momentos estamos probablemente acercándonos a unos 7.000 millones; es decir, más del doble. Y naturalmente esto nos repercute especial-

mente a nosotros, que somos los mayores contribuyentes, con la mitad del total. No de los costes, porque no sabemos cuánto son en realidad, dado que la contribución es en componentes. Nosotros sabemos lo que nos cuesta a nosotros pero no sabemos lo que les cuesta a los demás hacer sus componentes. Y por tanto nadie sabe lo que cuesta toda la máquina. Pero nuestra contribución será de 6 o 7 mil millones. Lo cual significa, en una extrapolación que hago a ciegas, que la máquina en total costará el doble.

**P:** *¿Este aumento del coste repercute en las demás líneas de investigación de Euratom?*

**R:** Naturalmente, porque ITER es sin duda alguna la parte mayor del Programa en cuanto a recursos. No hay que olvidar que es una administración pública construyendo una obra de este tamaño, y las administraciones públicas no están diseñadas para

construir máquinas. No digo que fuera una decisión desacertada, yo creo que había que hacerlo, pero naturalmente ajustar la estructura de una administración pública, con todos los controles que tiene, a los recursos para construir una máquina de esta envergadura con tantos socios, es un reto enorme. Y poner todo esto junto con una línea de financiación que depende de consejos de ministros de 27 Estados miembros donde hay que decidir por unanimidad...

**P:** *Tiene tela...*

**R:** Exactamente. Es complicado. Y naturalmente el dinero sale siempre del mismo lugar, de la contribución de los Estados miembros, que llega a nuestro presupuesto, si tiene que venir de nuestro presupuesto otros tendrán que hacer sacrificios para dárselo a ITER, el dinero no sale como setas. Si ponemos mucho a uno tenemos que quitárselo a otros.

**P:** *¿ITER es pues la máxima prioridad?*

**R:** Es prioritario porque tenemos un compromiso internacional, porque Europa está liderando el proyecto, porque la fusión es una fuente de energía que en una situación de crisis y de cambio climático como ésta puede ser una buena solución, aunque sea a largo plazo, y por tanto hay que hacer una inversión muy importante ahora. El recorte será del orden del 25% y tendremos que hacerlo de manera que mantengamos vivo, porque queremos mantenerlo, el resto del programa de fusión. No vamos a tocar el capítulo de fisión, que ya es muy pequeño, pero el de fusión sí lo queremos mantener, que siga cohesionado, y que siga dando investigación sobre todo para ITER, lo queremos lo más vivo posible pero con una señal política clara de que nos hemos ajustado el cinturón como tienen que hacerlo los demás. No sería explicable que los demás lo hagan y nosotros precisamente, que somos los recipientes del esfuerzo que van a hacer los demás, no lo hagamos también pensando que lo nuestro es más importante.

**P:** *La fusión inercial, que ya venía con retraso, evidentemente va a sufrir un parón.*

**R:** No. Veamos. La fusión inercial en Europa y en EEUU va retrasada respecto a la de confinamiento magnético, sin duda. Además, la fusión inercial ha tenido otras aplicaciones más allá de obtener energía. Está bien que ahora se centre en este objetivo de la energía, pero la fusión inercial en Europa nunca ha dependido del dinero de Euratom. Es

“El coste de ITER para Europa ha aumentado desde 2.700 hasta cerca de 7.000 millones de euros”





Octavi Quitana (izquierda) e Ignacio Fernández Bayo durante la entrevista.

decir, Euratom no financia investigación en fusión inercial; esto lo financian los Estados miembros, primero a través de un presupuesto militar, ahora a través de un presupuesto civil, pero lo financian los Estados miembros. Nosotros damos un poco de dinero para la coordinación de los programas nacionales, pero el que nosotros contribuyamos o no es anecdótico respecto al esfuerzo que necesitan.

**P:** *De hecho el proyecto HiPER es un acuerdo de algunos países, no de todos...*

**R:** Exactamente. Es un típico ejemplo de lo que se llama geometría variable; es decir, que hay algunos Estados miembros que participan, pero no implica a los demás y muy poco al presupuesto comunitario.

**P:** *Uno de los problemas más candentes del ámbito nuclear es el de los residuos. Imagino que Euratom fomenta la investigación en este tema.*

**R:** Sin duda alguna, es una de nuestras líneas prioritarias. En residuos hacemos tanto estudios de transmutación y partición para tratar los residuos, como estudios para su almacenamiento. Naturalmente, los nuevos reactores de mayor generación consiguen un mejor tratamiento de los residuos, para que no se generen tantos. Y tenemos mucho interés, porque creemos que esto es el futuro de los residuos, en los cementerios geológicos, los *Geological disposal*. La investigación demuestra que los residuos situados en depósitos a 500 metros de profundidad en terrenos con determinadas características geológicas producen una radiactividad

en superficie indetectable, no mayor a la normal. Suecia se lo ha tomado en serio, parece que lo va hacer y nosotros en este campo somos pioneros, precisamente gracias a los fondos de Euratom. Lo que se trata es de que decidamos dónde lo ponemos.

**P:** *Esto choca un poco con lo que España propugna actualmente, un almacén centralizado y en superficie donde se mantengan de forma temporal con vistas a su futura reducción.*

**R:** No voy a entrar en ese lío. Este asunto está muy politizado en España. No entiendo por qué, sinceramente.

**P:** *Pero el concepto de transición de un ATC con posibilidad de reducir el volumen mediante transmutación...*

**R:** No cabe duda de que hacer un depósito geológico sería infinitamente más fácil, menos contencioso políticamente, porque la radiactividad no se detecta, y todo lo que haya que hacer en transmutación se puede hacer igualmente. La decisión tendría que venir aquí. Es más caro, sí, hacer un pozo de 500 metros, pero es una solución definitiva, y el coste político que tiene todo esto es enorme, si se hiciera un pozo, ya está...

**P:** *¿La transmutación es uno de los proyectos estrella de Euratom?*

**R:** Tenemos muchos, dentro de nuestro pequeño programa es una parte importante y en esto hay avances en todo el mundo. No estoy descubriendo nada extraño, porque no hemos inventado nada.

**P:** Pero hay muchas complicaciones, mucha investigación aún por hacer.

**R:** Sí, pero se ha avanzado enormemente, es un campo en el que se puede decir que se está avanzado.

**P:** ¿En seguridad nuclear que investigaciones realizan?

**R:** Bueno, la seguridad nuclear significa por una parte saber cuál es el efecto de la radiación a bajas dosis, y hemos visto que reciben más radiación los pilotos y los que viajan mucho en avión que los que trabajan en una central nuclear; y también los médicos y los sanitarios que trabajan con radiología. A ver si ponemos el problema donde está. Evidentemente ahí se ponen muchas emociones e irracionalidad. Esto en cuanto al efecto de la baja radiación.

Otro punto es lo que ocurriría si se produce un accidente, pero accidentes no ha habido ninguno con consecuencias reseñables, ni en España ni en Europa, si consideramos que Chernóbil fue en Europa del Este.

**P:** De todas formas los criterios de seguridad a raíz de Three Mile Island y Chernóbil han ido cambiando y endureciéndose.

**R:** Ya he dicho que los estándares europeos son los más altos del mundo. Europa trabaja con unos estándares

de seguridad más altos que ningún otro sitio y se respetan escrupulosamente por todos los países. Y la prueba es que no pasa nada. No es que dijéramos que llevamos trabajando con centrales nucleares desde hace dos días. Ya llevamos cincuenta años con centrales nucleares y accidentes con problemas importantes no ha habido ninguno. Y eso es porque tenemos estándares de seguridad muy altos y desde los años 50 no han dejado de aumentar y mejorar. Esto no es sólo una cuestión de investigación sino también de legislación, y yo creo que ha habido consenso y se ha podido aplicar fácilmente.

**P:** El año pasado en España se suscitó otro debate a cuenta de la prolongación de la vida útil de las centrales, ¿Qué criterios se están aplicando en otros países europeos?

**R:** *Life time exemption*, es un asunto en el que nosotros también tenemos proyectos de investigación para ver si la seguridad permite la extensión de la vida de las centrales 20 o 30 años más, y me pa-

rece razonable que aunque en principio se hicieran para los años que fuera, 40 normalmente, me parece razonable también que se verifique ahora si se puede ampliar. De nuevo el problema es de estándares y hay que seguir unos criterios, lo que no tiene sentido, me parece a mi es decidirlo por criterios políticos, sino que debe basarse en un análisis técnico, aunque luego la decisión final sea política en función de otra serie de criterios, pero hay una serie de criterios técnicos que se deben tener en cuenta para tomar la decisión.

**P:** En España la moratoria nuclear del 82 supuso una pérdida progresiva de vocaciones para convertirse en técnicos nucleares. ¿Es un problema generalizado en Europa y cómo se afronta?

**R:** Éste es un problema muy grave en toda Europa y la prueba es que la mayoría de ingenieros y físicos nucleares son varones, que son los que antes estudiaban estas carreras, y de una edad media superior a 50 años.

**P:** ¿Está en peligro la renovación?

**R:** Está muy en peligro si no se hace un esfuerzo considerable, que ya se ha empezado a hacer, para que no nos encontremos dentro de diez o quince años con que nadie sabe hacer funcionar un reactor nuclear; con que nadie entiende lo que son los reactores... Crear esta cohorte de ingenieros, físicos y gente que sepa de energía nuclear es estrictamente fundamental.

**P:** ¿Se está haciendo algo desde Euratom?

**R:** Sí, lo estamos haciendo. Tenemos un programa de formación y de movilidad, considerable para nuestros medios. En ciencia en general, no sólo en lo nuclear, sabemos porque hay evidencias de ello, que el mejor modo de transmitir el conocimiento científico es que los científicos viajen, que vayan de un sitio para otro, porque así se fomenta el intercambio científico; y que aquí importemos lo que hacen en otros lado y allí conozcan lo que hacemos aquí, con lo cual se va haciendo una red y se mejoran los procedimientos en todos lados, éste sería el objetivo. Pues esto, el programa de movilidad que tenemos en energía nuclear es considerable. Naturalmente, como son relativamente pocos es más fácil moverlos, pero creemos que esto tiene que ser la base, que es importante para la formación y que tiene que tener incentivos para moverse fácilmente, y esto me gustaría a mi verlo en todas las áreas del conocimiento. ©

“La extensión de la vida de las centrales es una decisión política pero deberían tomarse en cuenta los criterios técnicos”

## Consejo de Seguridad Nuclear



### La presidenta del CSN presenta el Informe Anual de 2008 ante la Comisión de Industria del Congreso de los Diputados

La presidenta del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), Carmen Martínez Ten, presentó el 2 de diciembre ante la Comisión de Industria, Turismo y Comercio del Congreso de los Diputados el Informe Anual de Actividades correspondiente a 2008, conforme a lo establecido en la Ley de Creación del organismo. En su comparecencia, Martínez Ten destacó el compromiso del CSN con la información a la sociedad y la colaboración con las autoridades en el cumplimiento de su labor en el ámbito de la seguridad nuclear y la protección radiológica.

En cuanto a las centrales nucleares, la presidenta revisó su funcionamiento durante el año, que calificó de aceptable, señalando que, de acuerdo con el Sistema Integrado de Supervisión de Centrales (SISC), existieron ocho indicadores de funcionamiento *blancos* (de importancia baja o moderada para la seguridad) y siete hallazgos de inspección (uno *amarillo*, de importancia sustancial para la seguridad, y seis *blancos*). Del total de sucesos notificados por las instalaciones nucleares al

CSN, 67 fueron clasificados con nivel 0 (sin significación para la seguridad) en la Escala Internacional de Sucesos Nucleares (INES), cuatro con nivel 1 (desviación) y uno con nivel 2 (incidente), destacando que dos de esos registros (uno de los niveles 1 y el de nivel 2) correspondieron al incidente de liberación de partículas de Ascó I. Los sucesos de nivel 1 restantes correspondieron a un defecto de capacidad eléctrica en las baterías de alimentación de las barras de esenciales de la central de Garoña, y a un error de calibración del caudal auxiliar de agua para el generador de vapor A en Ascó II, ambos subsanados o resueltos. También destacó los análisis técnicos realizados a raíz de las solicitudes de Garoña por renovación de la licencia de explotación, y de Trillo por implantación de un sistema de purga y aporte del circuito primario, así como la autorización de desmantelamiento de la central José Cabrera.

El informe cifra en 31.093 el número de instalaciones radiactivas y de radiodiagnóstico médico supervisadas por el CSN –incluyendo las que se supervisan



## El Consejo analiza los escáneres aeroportuarios

El Pleno del Consejo de Seguridad Nuclear analizó, el 4 de febrero, el informe preparado por la Dirección Técnica de Protección Radiológica en referencia a los diferentes tipos de escáneres entre los que se baraja una posible instalación en las áreas de control de pasajeros de los aeropuertos.

Al tratarse de una nueva práctica en nuestro país, la autorización de estos escáneres sólo sería posible una vez que se completase el proceso de justificación. Posteriormente, tras identificar los equipos concretos que podrían instalarse, sería necesario determinar el proceso de autorización más adecuado según la reglamentación aplicable, considerando las dosis de radiación que recibirían las personas sometidas a inspección, las características técnicas de los equipos relacionadas con su seguridad radiológica y las circunstancias específicas de su utilización.

El Consejo de Seguridad Nuclear actualizará esta información a medida que disponga de más datos técnicos sobre las instalaciones y los equipos y sobre los procedimientos aplicables.

por las comunidades autónomas con las que se mantienen acuerdos de encomienda-, y en más de 40 millones el número de actuaciones con radiaciones ionizantes en el ámbito médico. Sobre los desafíos del Consejo en este campo, Martínez Ten mencionó la reducción de los riesgos y la concienciación de la industria sobre la necesidad de incorporar la protección radiológica. Otro reto procede de la creciente complejidad tecnológica de instalaciones radiactivas solicitantes de licencias.

En el ámbito de la protección radiológica de los trabajadores, señaló que durante 2008 se realizaron 14.665.000 mediciones dosimétricas a 274.000 trabajadores y en unas 48.000 instalaciones, y se entregaron 5.000 nuevos carnés radiológicos. Asimismo, revisó los datos relativos a las actividades de transporte, vigilancia radiológica ambiental, residuos, protección física y gestión de emergencias, capítulos en los que no hubo circunstancias especialmente reseñables.

La presidenta también subrayó la importancia de la nueva Directiva de

Seguridad Nuclear, aprobada por el Consejo Europeo en junio pasado, asegurando que su transposición al ordenamiento jurídico español no resultará problemático, dada la solidez y el desarrollo del sistema regulador vigente. También adelantó que en 2010 se concluirá el proceso de análisis de las autorizaciones de explotación de las centrales de Almaraz y Vandellós II y, en 2011, los de Ascó y Cofrentes.

En el ecuador de su mandato, Martínez Ten aprovechó la ocasión para realizar un balance del mismo, valorando el consenso que los miembros del Pleno del CSN han mostrado en todas las decisiones relevantes sobre normativa, inspecciones o seguridad, y agradeció al vicepresidente y a los consejeros su trabajo y su esfuerzo para aumentar la calidad del trabajo del organismo, que en 2010 cumplirá 30 años sirviendo a los ciudadanos y a las instituciones. También destacó la colaboración institucional desarrollada con las comunidades autónomas, los ayuntamientos, las organizaciones profesionales y sindicales.

## El CSN aprueba una revisión de las ETF de Vandellós II en relación con el sistema EJ

El Consejo de Seguridad Nuclear aprobó con condiciones, el pasado 4 de febrero, una revisión de las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento de la central nuclear Vandellós II. Esta solicitud fue hecha por el titular para ampliar márgenes operativos debidos a la reducción de caudal de agua de refrigeración de salvaguardias tecnológicas (EJ). Esta reducción se originó por deposición de sales en la tubería del sistema, causadas por el tratamiento químico del agua adoptado inicialmente, que ya ha sido modificado.

El titular, tras detectar la citada disminución de caudal del sistema EJ, implan-

tado el pasado año, ha puesto en marcha un Plan de Acción con el objetivo de eliminar la causa origen de la reducción de caudal, cambiando el tratamiento químico inicialmente adoptado, y limpiando las tuberías del sistema para reestablecer los caudales de las bombas.

Los márgenes de diseño del sistema permiten reducir el caudal de agua requerido por el sistema EJ, disminuyendo la temperatura máxima admisible en la balsa de salvaguardias. El CSN ha condicionado la aprobación de esta ETF a que el titular presente, en un plazo máximo de tres meses, el programa de recuperación del caudal original.



### El CSN y el organismo regulador francés firman el nuevo acuerdo marco de colaboración bilateral

Una delegación de alto nivel de l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN), organismo regulador francés de la energía nuclear y la protección radiológica, encabezada por su presidente, André-Claude Lacoste, visitó el Consejo de Seguridad Nuclear el 20 de noviembre. Los responsables de ambos organismos han suscrito la renovación del acuerdo marco de cooperación bilateral, que ha sido actualizado, al tiempo que se ha firmado un acuerdo específico de colaboración relativo a la planificación, la preparación y la gestión de situaciones de emergencia nuclear o radiológica.

La reunión, de dos días de duración, se desarrolló en un clima de máxima colaboración, permitiendo el intercambio de información técnica y experiencias relevantes en materia de seguridad nuclear y protección radiológica, así como en el campo institucional y de colaboración internacional.

Por parte de la ASN, además del presidente del Organismo, participaron en las sesiones de trabajo el subdirector ge-

neral, los directores de los departamentos de Centrales Nucleares y de Radiaciones Ionizantes y Salud, respectivamente, así como el subdirector del Departamento de Equipos a Presión, y los coordinadores de proyecto de los departamentos de Actividades Industriales y Transporte, Medio Ambiente y Emergencias, y el coordinador administrativo del acuerdo con el CSN perteneciente a la Subdirección de Relaciones Internacionales.

La delegación del CSN estuvo formada por su presidenta, Carmen Martínez Ten, los consejeros Francisco Fernández y Antoni Gurguí, la directora técnica de Seguridad Nuclear, el subdirector de Protección Radiológica Operacional en calidad de director técnico de Protección Radiológica, así como los subdirectores, jefes de área y personal técnico del conjunto de áreas implicadas en esta reunión pertenecientes al Organismo y la coordinadora administrativa del acuerdo con el ASN perteneciente al Área de Relaciones Internacionales del Gabinete Técnico de la Presidencia.

### Carmen Martínez Ten presidirá la I Conferencia de Información Reguladora Europea

La presidenta del Consejo, Carmen Martínez Ten, fue elegida el pasado 15 de enero por el Grupo Europeo de Reguladores de Seguridad Nuclear (ENSREG) para presidir la I Conferencia de Información Reguladora Europea, que tendrá lugar en Bruselas en el verano de 2011. El nombramiento tuvo lugar durante la reunión que ENSREG mantuvo en Bruselas y en la que también se analizó el borrador de directiva sobre gestión de residuos radiactivos y combustible gastado. ENSREG está compuesto por los presidentes de los organismos reguladores de los 27 países de la Unión Europea y su objetivo es alcanzar una elevada armonización en el ámbito de la seguridad de las instalaciones nucleares y radiactivas de dichos países.



## Reunión del Foro Iberoamericano

El Foro Iberoamericano de Organismos Reguladores Radiológicos y Nucleares mantuvo su segunda reunión del año 2009 en Santiago de Chile, entre los días 23 y 27 de noviembre. En su transcurso se repasaron las actividades del programa técnico del Foro: desarrollo de la Red Iberoamericana, Protección al Paciente, Análisis del Riesgo en Instalaciones Médicas y Gestión de Vida de Centrales Nucleares. Las discusiones estuvieron centradas en el uso y distribución de los resultados de estos proyectos, ya que organizaciones multinacionales como el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) de Naciones Unidas y la Organización Mundial de la Salud (OMS) están interesadas en difundir los productos del Foro para que otros países puedan mejorar sus prácticas de trabajo.

Se analizaron también dos nuevas propuestas de proyectos: uno sobre el control de fuentes radiactivas en chatarra metálica y el segundo sobre el desarrollo del portal de internet del Foro ([www.foroiberam.org](http://www.foroiberam.org)) para modernizar la herramienta informática y mejorar la colaboración entre expertos de los siete países del Foro. Finalmente se preparó un documento que sienta las bases de la colaboración con el OIEA, a nivel financiero, administrativo y técnico.

## Reunión anual de las comisiones mixtas de seguimiento de los acuerdos de encomienda con Canarias, Navarra y Cataluña

El CSN tiene firmados con diversas comunidades autónomas acuerdos de encomienda de funciones, que implican la colaboración en el licenciamiento, control e inspección de las instalaciones radiactivas de segunda y tercera categoría, incluyendo rayos X médicos, de los servicios de protección radiológica y de los transportes, así como de la vigilancia radiológica ambiental. El objetivo de estos acuerdos es optimizar la ejecución de sus funciones teniendo en cuenta las capacidades de las comunidades autónomas, lo que supone mejorar la prestación del servicio a los administrados y al conjunto de ciudadanos.

Una Comisión Mixta se ocupa del seguimiento de las actividades en cada caso. Esta comisión se reúne al menos una vez al año para valorar las actividades realizadas durante el año anterior y planificar las que se han de desarrollar durante el año en curso. En 2010 se han celebrado las reuniones correspondientes a los acuerdos con la Comunidad Autónoma de Canarias, el pasado 26 de enero, Comunidad Foral de Navarra, el 4 de febrero, y Generalitat de

Cataluña, el 18 de febrero; todas ellas en la sede del CSN.

Por parte del organismo regulador, participaron en todas estas reuniones la secretaria general, Purificación Gutiérrez, el director técnico de Protección Radiológica, Juan Carlos Lentijo, el subdirector general de Protección Radiológica Operacional, Manuel Rodríguez, la subdirectora de la Asesoría Jurídica, Victoria Méndez, y el responsable del área de Transportes, Fernando Zamora. En la primera reunión, y como representantes de la Comunidad Autónoma de Canarias asistieron el director general de Industria, Carlos González, y el inspector acreditado, Carlos Falcón; en la segunda, por parte de la Comunidad Foral de Navarra, asistieron la directora de Salud Pública, María Soledad Aranguren, y el inspector acreditado, Jesús María Nieva; y en la tercera, por parte de Cataluña asistieron el director general de Energía y Minas, Agustí Maure, el subdirector general de Minas, Francesc Sabio i Oliveros, y el jefe del Servicio de Coordinación de Actividades Radiactivas, Enric Batalla.







### Aprobado el Plan de Desmantelamiento de José Cabrera y su transferencia a Enresa

Tras el informe favorable emitido por el Consejo de Seguridad Nuclear el cuatro de noviembre de 2009, el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio aprobó el 11 de febrero pasado el Plan de Desmantelamiento de la central nuclear José Cabrera y la transferencia de la titularidad de la instalación a la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, Enresa.

Como director del proceso por parte de Enresa, Manuel Rodríguez Silva explicó que se trata del primer desmantelamiento "total" que se realiza en España, ya que en seis años el emplazamiento de la central quedará completamente limpio desde el punto de vista radiológico.

Las actividades a realizar en este plazo incluyen la caracterización de los distintos materiales, el desmontaje de las instalaciones, la demolición de los edificios y la restauración de los terrenos. En total, se generarán 104.000 toneladas de materiales, de las cuales 95.300 corresponderán a escombros y hormigón tradicionales, 4.700 toneladas a chatarras convencionales y 4.000 toneladas (un 4% del total) serán residuos radiactivos de baja y media actividad. Además, hay que contar con las 218 toneladas del combustible gastado y los componentes del

reactor que permanecen en el almacén temporal individualizado con el que cuenta la central.

Rodríguez Silva destacó que más del 90 por ciento del personal con el que cuenta actualmente la planta continuará trabajando durante el proceso de desmantelamiento. Enresa, dijo, ha subcontratado servicios con 18 empresas que ya dan trabajo a 140 personas, esperándose picos de 250 trabajadores.

El presupuesto de las obras de desmantelamiento, de acuerdo con el plan aprobado en 2003, es de 135 millones de euros. Según Enresa, la seguridad, la transparencia y el empleo constituyen elementos fundamentales del proyecto. La seguridad se fundamentará en la planificación de los trabajos, la formación de los trabajadores y la supervisión permanentemente en la obra.

Enresa ha acometido ya desmantelamientos como el de la central nuclear Vandellós I (Tarragona) que actualmente está en periodo de latencia; el de la fábrica de uranio de Andújar (Jaén), el de instalaciones obsoletas del Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (Ciemat) en Madrid y las restauraciones ambientales de antiguas minas de uranio.



### Cayetano López, nuevo director del Ciemat

El Consejo de Ministros nombró a Cayetano López Martínez director general del Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (Ciemat) el pasado 29 de enero. López Martínez sustituye a Juan Antonio Rubio, recientemente fallecido, en el cargo de este organismo público de investigación dependiente del Ministerio de Ciencia e Innovación.

Cayetano López se incorporó al Ciemat en septiembre de 2004 como director general adjunto y director del Departamento de Energía. Hasta entonces, ejercía como director del Parque Científico de Madrid. Nacido en Madrid en 1946, López Martínez es catedrático de Física Teórica de la Universidad Autónoma de Madrid y Doctor Honoris Causa por la Universidad de Buenos Aires. Rector de la Universidad Autónoma de Madrid de 1985 a 1994 y miembro del Consejo del CERN (Laboratorio Europeo de Física de Partículas) de 1983 a 1995, ha dirigido proyectos de investigación sobre partículas elementales, teorías de unificación y transmutación nuclear con fines energéticos y de eliminación de residuos.

## **El Consejo organiza un curso sobre prácticas reguladoras para expertos de países norteafricanos**

El Consejo de Seguridad Nuclear organizó entre el 23 y el 27 de noviembre un programa de visitas científicas sobre regulación, procedimientos de notificación, autorización, inspección y desarrollo de normativa para 11 técnicos de los organismos reguladores de Argelia, Egipto, Libia, Marruecos y Túnez, que realizan labores de control sobre fuentes de radiaciones ionizantes e instalaciones radiactivas, o que están vinculados al desarrollo de normativa sobre protección radiológica.

Las visitas, que se inscriben en el marco de los programas de cooperación técnica del Organismo Internacional de la Energía Atómica, se celebraron en el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (Ciemat) en Madrid. Su objetivo era contribuir al fortalecimiento de la capacidad del personal regulador sobre los sistemas y procedimientos reglamentarios aplicados a las funciones de autorización, inspección y sanción, facilitando el aprendizaje a tra-

vés de las prácticas y experiencias del sistema español, avalado recientemente por una misión internacional IRRS (Integrated Regulatory Review Service) de la Agencia de Naciones Unidas.

Entre las actividades organizadas se incluyeron presentaciones a cargo del CSN sobre temas como el marco regulador español, el sistema nacional de autorización y uso de fuentes radiactivas, las prácticas de inspección y régimen sancionador, y la seguridad física. Además, la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos (Enresa) colaboró presentando sus actividades en el ámbito de la gestión segura de los residuos.

Dentro del curso se integraron igualmente visitas técnicas de carácter práctico a instalaciones de interés. Los participantes tuvieron ocasión de visitar los Servicios de Dosimetría Personal del Ciemat, el Hospital Ramón y Cajal y la instalación industrial Servicios de Control e Inspección S.A. (SCI).

## **Sudáfrica acogió la Conferencia Internacional sobre Sistemas Eficaces de Regulación Nuclear**

El Consejo de Seguridad Nuclear participó en la Conferencia sobre Sistemas Eficaces de Regulación Nuclear celebrada en Ciudad del Cabo entre los días 14 y 17 de diciembre, con una delegación encabezada por su presidenta, Carmen Martínez Ten. A la conferencia, que estaba organizada por el Organismo Internacional de Energía Atómica y dirigida por el presidente del organismo regulador estadounidense, Gregory Jaczko, asistieron más de 300 personas.

En su intervención, titulada “Los intercambios en el ámbito de la regulación internacional de la energía nuclear: prácticas y elementos de mejora”, Martínez

Ten reflexionó sobre la importancia de la cooperación internacional en el ámbito de la regulación de la energía nuclear, que mediante el intercambio de experiencias y buenas prácticas, es, según dijo, garantía de seguridad.

Se refirió, además, a la implicación de los gobiernos, organismos internacionales y reguladores para estrechar la cooperación multilateral, que en el caso español se ha plasmado en la ratificación de las principales convenciones internacionales sobre seguridad nuclear y protección radiológica, y en la participación en actividades de mejora de las prácticas reguladoras, como la Misión

IRRS (Integrated Regulatory Review Service) que el organismo de energía atómica de Naciones Unidas realizó a nuestro país, a petición del Gobierno español.

Asimismo, explicó que la colaboración en el marco de la Unión Europea —con la reciente aprobación de la Directiva sobre Seguridad Nuclear—, en el de la

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, y en las principales asociaciones de reguladores (Wenra, INRA y el Foro Iberoamericano), han permitido avanzar en la armonización de las prácticas reguladoras y en el establecimiento de una cultura sólida de la seguridad en las instalaciones.



### El Centro de Información del CSN recibe a su visitante número 70.000

El 22 de enero, el Centro de Información del Consejo recibió a su visitante número 70.000, un alumno perteneciente al Colegio José Luis Sampedro de Tres Cantos, Madrid. La celebración contó con la presencia de la secretaria general del CSN Purificación Gutiérrez y de Manuel Toharia, actual director del Museo de las Artes y las Ciencias de Valencia, que fue uno de los principales impulsores del centro, creado en 1998 con el objetivo de facilitar a los ciudadanos el acceso a la información sobre el mundo de las radiaciones, la energía nuclear y la protección radiológica, siempre desde la perspectiva de la divulgación científica.

El recinto, ubicado en la sede del CSN, está destinado principalmente al público

escolar e incorpora numerosos módulos interactivos. Su contenido se encuentra dividido en cuatro ámbitos: historia de las radiaciones y fundamentos de la ciencia (radiación natural); usos y aplicaciones en industria, medicina e investigación (radiación artificial); riesgos y servidumbres; y el papel del Consejo de Seguridad Nuclear. En su conjunto brinda información objetiva y comprensible sobre las radiaciones ionizantes y sus aplicaciones, así como los riesgos y los controles que es necesario llevar a cabo para garantizar la seguridad. Se pretende así dar un mayor desarrollo e impulso a una de las funciones que este organismo tiene encomendadas por su Ley de Creación: la información al público.



### La Asociación Española de Comunicación Científica visita el CSN

El pasado 10 de diciembre, una delegación de la Asociación Española de Comunicación Científica (AECC), encabezada por su presidente, Antonio Calvo Roy, y los vicepresidentes Ignacio Fernández Bayo y José Pardina, visitaron la sede del CSN, donde fueron recibidos por la presidenta del Consejo, Carmen Martínez Ten, acompañada por el vicepresidente del Organismo, Luis Gámir, y por el consejero Antoni Gurguá, así como por la secretaria general, Purificación Gutiérrez, el director técnico de Protección Radiológica, Juan Carlos Lentijo y el subdirector técnico de Instalaciones Nucleares, Javier Zarzuela.



## Conferencia del consejero Antonio Colino en el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Aragón

El pasado 24 de noviembre, el consejero del CSN Antonio Colino participó en las XVI Jornadas de Energía y Medio Ambiente del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Aragón, celebradas en Zaragoza y presididas por el decano del colegio, Juan Ignacio Larraz, impartiendo una conferencia sobre "Seguridad Nuclear y Protección Radiológica".



En su intervención explicó la naturaleza jurídica y las funciones del CSN, su organización y su misión reguladora. Tras realizar una serie de consideraciones generales sobre el panorama de la energía a nivel mundial analizando las diversas perspectivas energéticas para el año 2030, la situación actual de los recursos fósiles, y los ejes del modelo energético para garantizar un suministro seguro, asequible y respetuoso con el medio ambiente, abordó los conceptos de seguridad nuclear y protección radiológica de las personas y del entorno, en los que se fundamenta la misión del CSN y explicó el Sistema Integrado de Supervisión de Centrales (SISC) y la Escala Internacional de Sucesos Nucleares (INES). Para terminar, recordó la necesidad de mantener el control regulador sobre los usos pacíficos de la energía nuclear, los materiales y los equipos radiactivos, en un contexto europeo e internacional

## Conferencia del Comisario Europeo de Energía, Andris Piebalgs, en la sede del CSN

El entonces comisario europeo de Energía y actual comisario de Desarrollo, Andris Piebalgs, pronunció el 27 de noviembre pasado, en la sede del Consejo



de Seguridad Nuclear, una conferencia sobre seguridad nuclear en Europa, cuestión que destacó como una prioridad para la Unión Europea. En su intervención, destacó el interés de los Veintiseis

te por el incremento de los niveles de seguridad nuclear, la no proliferación, el fomento de un marco jurídico común y la cooperación de la UE con terceros países.

Piebalgs se refirió extensamente a los trabajos desarrollados por el Foro Europeo de Energía Nuclear (ENEF) y por el Grupo Europeo de Reguladores Nucleares (ENSREG), compuesto por los máximos responsables de los organismos reguladores europeos, cuyo objetivo es asesorar al Consejo de la UE para alcanzar un alto nivel armonizado de seguridad en las instalaciones nucleares de los Estados miembros. En este sentido, destacó la reciente aprobación de la Directiva Comunitaria sobre Seguridad Nuclear, agradeciendo el apoyo mostrado por España para lograr un respaldo mayoritario al texto, que deberá ser transpuesto por los Estados miembros antes de julio de 2011.

## El CSN celebra su Jornada Anual de I+D en seguridad nuclear y protección radiológica



El pasado 23 de febrero se celebró en la sede del Consejo de Seguridad Nuclear su Jornada Anual de Investigación y Desarrollo (I+D) en seguridad nuclear y protección radiológica. El acto fue inaugurado por el consejero Francisco Fernández Moreno, presidente de la Comisión de Formación e I+D del CSN y de la Plataforma Tecnológica Nacional de I+D de

Energía Nuclear de Fisión, CEIDEN. El evento ha reunido, entre otros, a profesionales del mundo de la educación, la investigación, la medicina y la industria. Tras la inauguración el jefe de la Oficina de I+D del CSN, José Manuel Conde, presentó las diversas actividades que en esta materia llevó a cabo el regulador durante el pasado 2009. El acto contó con la ponencia de Gustaf Löwenhielm, de la autoridad reguladora sueca (SSM), quien presentó las actividades que en esta materia realizan en su país.

En la sesión se dieron a conocer los resultados de los tres trabajos de investigación patrocinados por el CSN, y finalizados en 2009, que versaron sobre

“Técnicas de dosimetría de las extremidades”, “Integridad de vainas fragilizadas por hidruros en condiciones de almacenamiento temporal en seco” y “Estudio del impacto radiológico de las centrales de carbón en sus entornos”.

En el acto intervino además Eduardo Gallego Díaz, subdirector del Departamento de Ingeniería Nuclear en la ETS

de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid, quien expuso un breve resumen del informe de evaluación del VII Programa Marco realizado por una Comisión Internacional y en la que representó a nuestro país. La jornada fue clausurada por el consejero Antonio Colino, vicepresidente de la Comisión de Formación e I+D del CSN.

### *In memoriam*

#### **Luis García Gajate**



“Lo que se coma en el viaje será considerado dosis colectiva”. Fue la primera frase de Luis en el autobús en el que se hizo el viaje de la séptima promoción para conocer las instalaciones del ciclo. Así, capaz de unir el trabajo y el ocio, el humor y el conocimiento, era Luis García Gajate. Un tipo afable, discutiador, lector y leído, cariñoso y defensor a ultranza de las buenas relaciones sin perder por ello un ápice de pasión en la defensa de sus convicciones, que las tenía. Y es que, probablemente, no se puede ser buena persona sin convicciones arraigadas. Luis las tenía, muy profundas, muy claras pero era suficientemente inteligente como para que el árbol de sus conviccio-

nes no le impidieran ver el bosque de la realidad. Eso le permitía análisis certeros, colocarse en el lugar del otro, defender mejor aquéllo en lo que creía porque entendía el conjunto de la situación. Y esto era así tanto en su activa vida sindical como en cualquier otro ámbito.

En el Consejo trabajó en la Salem y luego en el Centro de Información, para pasar finalmente a la Subdirección de Emergencias. Precisamente por formar parte del Centro participó en aquel viaje de estudios, junto a Ana y Pilar, para conocer aquéllo que deberían después contar en el nuevo Centro de Información. Y es que esa era otra de sus características, conocer mucho para tener criterio, más que para tener opinión. Y lo tenía de literatura, de poesía, de arte, de vinos y comidas, del campo y la montaña, de energía y de tantos aspectos que se le podía definir como un renacentista, como una persona interesada en todo lo que le rodeaba. Como a Terencio, nada humano le era ajeno.

Y tenía, sobre todas las cosas, interés por las personas. Una capacidad de empatía más que notable, que algunos llamarían capacidad para enrollarse con todo el mundo, que le hacía caer bien con inusitada facilidad. Pero era un interés genuino, no fingido, era auténtica preocupación por todo lo que le rodeaba y por todos los que le rodeaban. Era saber escuchar y estar dispuesto a hacerlo. Por eso, y por todo lo demás, vamos a echarle mucho de menos.

### **El CSN y la UME firman un convenio de mejora en la preparación y respuesta en emergencias**

El Consejo de Seguridad Nuclear y la Unidad Militar de Emergencias (UME) firmaron, el pasado 18 de enero, un convenio de colaboración sobre planificación, preparación y respuesta ante situaciones de emergencia nuclear y radiológica. Su seguimiento lo realizará una comisión técnica con tres representantes de cada institución que se reunirá una vez al año. Se ha designado por la UME al general adjunto al teniente general jefe, al jefe del Estado Mayor y al jefe de Operaciones y, por el CSN, al director técnico de Protección Radiológica, al director del Gabinete Técnico de la Presidencia y al subdirector general de Emergencias.

Al acto, celebrado en la sede del CSN, asistieron la presidenta del CSN, Carmen Martínez Ten, el vicepresidente, Luis Gámir Casares, y por parte de la UME el teniente general jefe de la misma, José Emilio Roldán Pascual y el general adjunto Rogelio García de Dios Ferreiro. También asistió la directora general de Protección Civil y Emergencias, Pilar Gallego, y el director general de Infraestructuras y Seguimiento de Situaciones de Crisis, Antonio Lazúen. El CSN y la UME desarrollarán protocolos específicos para la cooperación y la coordinación de los medios de cada parte, en el ejercicio de sus competencias y funciones en el ámbito de la planificación, la preparación y la respuesta ante situaciones de emergencia nuclear y radiológica. El convenio también recoge el compromiso de actuar conjuntamente en estudios, simulacros y ejercicios de intervención en dichas situaciones, y de colaborar en la dotación de material y equipos comunes.

# Programa de Refuerzo Organizativo, Cultural y Técnico de la central de Ascó (Plan Procura)

› Javier Zarzuela  
Subdirector general  
de Instalaciones Nucleares  
del CSN

El suceso ocurrido en la central Ascó I, notificado el 4 de abril de 2008, supuso la liberación de partículas radiactivas al exterior, a través del conducto de la ventilación del edificio de combustible, que se contaminó el día 26 de noviembre de 2007 durante unas labores de limpieza tras la recarga de combustible; la contaminación se extendió por todo el emplazamiento de la central nuclear de Ascó y se encontraron cinco partículas en un talud del río Ebro frente al emplazamiento, en zona pública. La contaminación fue detectada por la central durante las vigilancias radiológicas periódicas realizadas en áreas exteriores a la zona controlada.

Al implicar una emisión radiactiva al exterior, el CSN puso en marcha un plan extraordinario de actuaciones para conocer su alcance, evaluar la potencial exposición de trabajadores y público, la contaminación del medio ambiente y adoptar acciones de respuesta apropiadas. Estas actuaciones incluyeron inspecciones, evaluaciones, mediciones, estimaciones y determinaciones analíticas independientes. El mismo día que fue notificado el suceso, 4 de abril, el CSN envió un equipo de inspectores que se presentó en el emplazamiento el día siguiente, compuesto por expertos en diversas disciplinas y con el apoyo de una Unidad Técnica de Protección Radiológica (UTPR), para esclarecer las circunstancias del mismo.

Las causas del incidente se debieron tanto a factores técnicos (maniobras y di-

seño inadecuados de los sistemas de ventilación, debilidades en el programa de vigilancia radiológica dentro del emplazamiento, etc.) como a factores organizativos y humanos. La central está llevando a cabo, desde finales de 2008, un Programa de Refuerzo Organizativo, Cultural y Técnico (Procura), que se extenderá hasta 2012, cuyo objetivo es afrontar y subsanar todas las deficiencias y debilidades puestas de manifiesto por este suceso y está siendo objeto de un seguimiento especial por parte del CSN.

Como consecuencia, el CSN ha requerido al resto de las centrales nucleares españolas un análisis de la aplicabilidad del suceso y un programa especial de vigilancia radiológica dentro de cada emplazamiento.

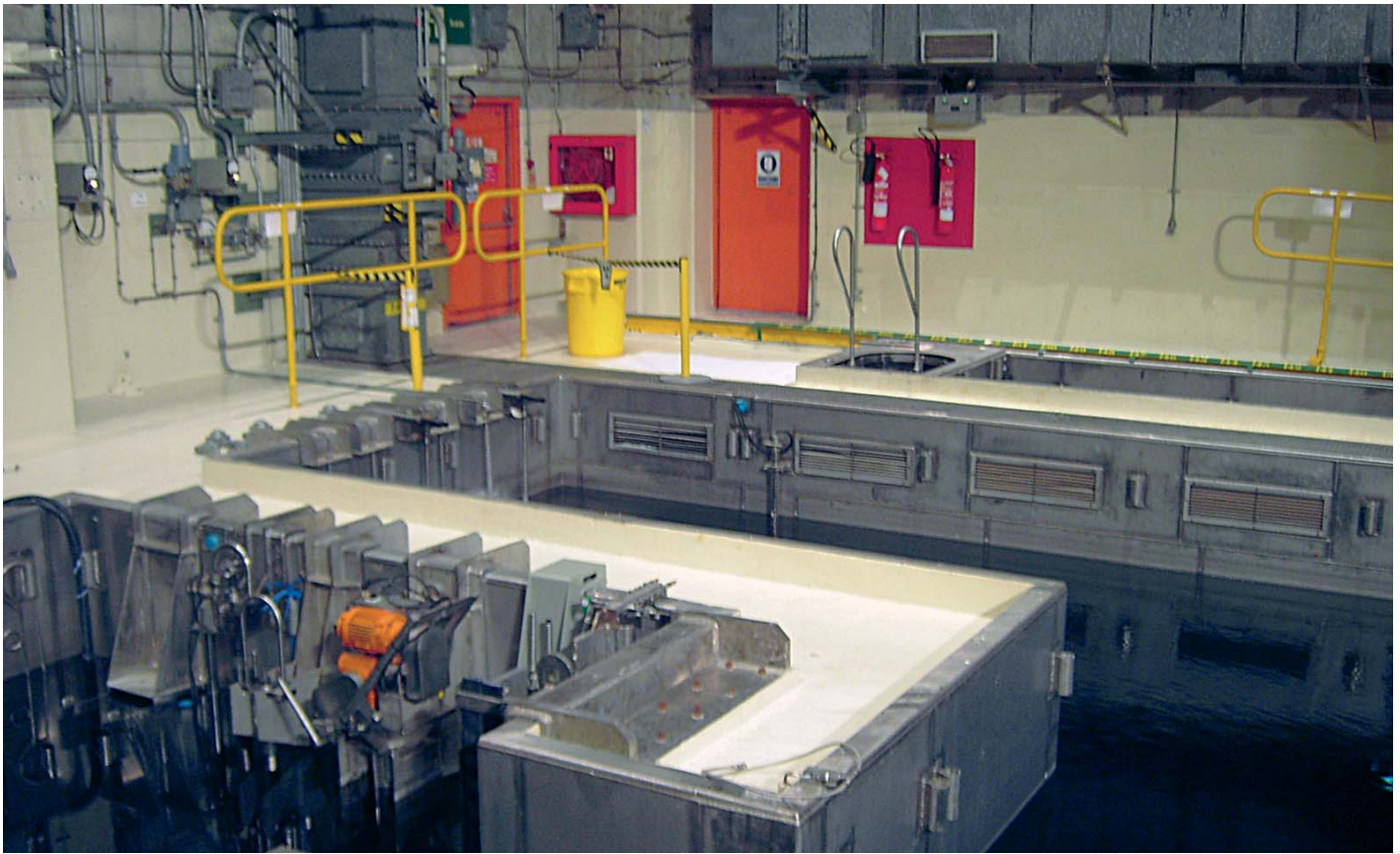
El CSN clasificó el suceso como nivel 2 de la Escala Internacional de Sucesos Nucleares (INES) y propuso la apertura de un expediente sancionador, que el Ministerio de Industria Turismo y Comercio resolvió el 12 de mayo de 2009 con una sanción total de 15.390.000 €.

## Causas del suceso y acciones correctivas

Tras notificar el suceso al CSN y enviar éste una inspección reactiva a la central al día siguiente, el titular adoptó las siguientes acciones, algunas de ellas inmediatas y otras durante las semanas siguientes:

—Parada del sistema de ventilación normal y de emergencia del edificio de combustible, para evitar la posibilidad de nuevas emisiones radiactivas mien-





Piscina que alberga el combustible irradiado de la central nuclear Ascó I, donde se produjo la fuga de partículas.

tras no se tuviera constancia fehaciente de la limpieza de los conductos.

—Establecimiento de un programa específico de vigilancia radiológica dentro del emplazamiento con la intención de localizar, retirar y analizar todas las partículas encontradas, que ya se ha expuesto.

—Cambios organizativos que afectaron a las jefaturas de la central y del Servicio de Protección Radiológica.

—Instalación de un pórtico de detección de radiactividad a la salida de vehículos de la central. El incidente de salida de un camión con chatarra contaminada, ocurrido el día 21 de abril, hizo necesaria la instalación de un pórtico detector de radiación por el que, desde su instalación en mayo de 2008, ha tenido que pasar cualquier vehículo que sale de la instalación.

—Instalación de pórticos de detección de radiactividad para personas a la salida de la central.

Posteriormente, en agosto de 2008, el titular presentó los resultados de un primer análisis de causa raíz independientes del suceso realizado con la metodología MORT (*Management Oversight and Risk Tree*). El equipo que realizó el análisis estuvo formado por cinco personas pertenecientes a diferentes organizaciones: Ciemat, Universidad de Valencia, central nuclear sueca de Ringhals y empresa Tecnomat. Este análisis obtuvo las siguientes causas del suceso:

—Verter a la piscina de almacenamiento de combustible gastado líquido y lodos muy contaminados procedentes de los restos del “pocete” del canal de transferencia.

—Llevar a cabo este vertido con la aspiración del sistema de ventilación a nivel de la piscina en funcionamiento, y no tener debidamente procedimentada la configuración de la ventilación para realizar esta maniobra.

—Proceder al arranque del sistema de ventilación normal, sin que previamente se hubiera analizado y comprobado que no estaba contaminada la parte común del sistema de ventilación de emergencia y de operación normal, aguas arriba de las unidades de filtración, pese a tener evidencias de haber alcanzado niveles de radiación anormales. No entarjetar precautoriamente la ventilación de emergencia tras el incidente para evitar que el personal de la sala de control pudiera restablecer la ventilación normal hasta disponer de las comprobaciones oportunas.

—Uso de instrucciones de operación del sistema de ventilación, diferentes en las dos unidades, siendo aplicables a ambas.

—No registrar sistemáticamente en los libros de la sala de control el arranque y la parada del sistema de ventilación de emergencia.

—No informar al personal de la sala de control del incidente del día 26 de noviembre de 2007 en el edificio de combustible y de sus posibles implicaciones radiológicas.

—El procedimiento utilizado para la vigilancia radiológica en el exterior de la zona controlada, las medidas adicionales adoptadas, y la valoración de los resultados de las medidas de los monitores de chimenea, de la red de pluviales y de la red de vigilancia en continuo han resultado insuficientes e inadecuadas para la detección del material radiactivo liberado. Prueba de ello es el hecho de que no se detectara la primera partícula contaminada hasta el día 14 de marzo de 2008.

Como consecuencia de estos análisis, entre semanas y meses tras notificar el suceso, el titular adoptó las siguientes acciones correctivas:

—Dejar condenada de manera definitiva la ventilación no filtrada del edificio de combustible hacia el exterior y estudiar mejoras de los sistemas de ventilación y de los monitores de radiación situados a las descargas.

—Descontaminación y limpieza, como ya se ha mencionado, de todos los conductos de ventilación del edificio de combustible hasta la chimenea, incluyendo los componentes compartidos con otros sistemas de ventilación. La misma limpieza se realizó en 2009 en la unidad II, donde se encontraron trazas de contaminación, pero en un orden de magnitud muy inferior al de la unidad I.

—Modificación de los procedimientos de descontaminación de la cavidad de recarga y del canal de transferencia, eliminando la maniobra de vertido de lodos a la piscina.

—Modificación de los puntos de tardo por alta radiación de los monitores situados en el edificio de combustible, sala

de control y recinto de contención, a fin de homologarlos con el estándar de las demás centrales y prohibir cambios como los de noviembre de 2007, que fueron uno de los factores contribuyentes que permitieron la ocurrencia del suceso. Esta modificación ha sido informada favorablemente por el CSN en diciembre de 2009.

### El Plan Procura

Desde que el CSN conoció los resultados de la inspección reactiva, que empezó el día 5 de abril, entendió que el suceso era revelador de deficiencias profundas en la central de Ascó, cuya corrección requeriría un programa extraordinario de actuaciones. Como primer paso, el 9 de abril remitió a esta central una Instrucción Técnica requiriendo, entre otras actuaciones relacionadas con el incidente, la remisión en el plazo de tres meses, de un análisis de causa raíz del incidente realizado según la metodología MORT (*Management Oversight and Risk Tree*), y de las acciones definidas como consecuencia del mismo.

En respuesta a esta Instrucción, el 11 de abril de 2008, el titular remitió al CSN una carta en la que asumía, entre otros compromisos, el de elaborar un plan de actuaciones para analizar las causas raíces del suceso y definir el Plan de Refuerzo Organizativo, Cultural y Técnico (Procura), es decir, el programa de acciones de mejora necesario para afrontarlas. Con fecha 16 de mayo de 2008, Ascó remitió dicho Plan de Actuaciones.

Una vez evaluado el Plan de Actuaciones, el CSN lo apreció favorablemente, pues consideró que estaba centrado en el objetivo correcto: abordar las deficiencias profundas que había revelado el suceso de liberación de partículas radiactivas. No obstante, dicha apreciación favorable se emitió con una serie de condiciones, relativas a reque-



rir mayor precisión del Plan, en cuanto al alcance de los departamentos de la Asociación Nuclear Ascó-Vandellós (ANAV) afectados, relación con otros programas de mejoras en curso, mejor definición de responsabilidades, inclusión de sucesos de la central adicionales a analizar en profundidad, y establecimiento claro del marco temporal de su aplicación.

El 7 de noviembre de 2008, ANAV remitió al CSN una revisión del Plan Procura para dar respuesta al condicionado impuesto por el CSN en su apreciación favorable de 18 de junio. Este Plan revisado se concretaba en el desarrollo de un total de 14 actuaciones de diagnóstico a realizar por el titular, con determinados apoyos externos, cuyo objetivo sería diseñar el Plan de Mejora, o Plan Procura propiamente dicho.





Conducto por el que circularon las partículas radiactivas.

El Plan Procura consta de dos fases principales. La primera consistió en realizar un diagnóstico detallado de las deficiencias de la central, que ha sido hecho en parte por personal de ANAV y en parte por personas ajenas a esta asociación, bien de otras centrales españolas o extranjeras, bien de consultores independientes. El diagnóstico mediante una serie de tareas, cada una con un objetivo y realizada por un equipo de trabajo determinado. La lista de las tareas de diagnóstico ha sido la siguiente:

**Análisis MORT (*Management Oversight and Risk Tree*) del suceso:** su objetivo es identificar la causa raíz del suceso y a partir de ella, llevar a cabo la toma de decisiones. Para ello, se utiliza la metodología MORT.

**Análisis transversal de un conjunto de situaciones relevantes:** consiste en analizar un conjunto de sucesos y situaciones (ocho inicialmente) en las que la respuesta de Ascó fue mejorable, para determinar si hay causas comunes adicionales relacionadas con deficiencias de gestión y organización no determinadas previamente en el Análisis de Causa Raíz (ACR), realizado en la Actuación "A".

**Revisión de hallazgos del SISC (Sistema Integrado de Supervisión de Centrales):** esta actividad tiene como objetivo revisar los hallazgos más significativos dentro del marco del SISC: hallazgos *blancos* o superiores, hallazgos transversales, y una muestra de hallazgos *verdes* o pendientes de categorizar. Al estar las causas técnicas identificadas por la sistemática del SISC, su revisión está enfoca-

da a la identificación de potenciales debilidades en los componentes de las áreas transversales del ROP (Reactor Oversight Process), que es el sistema de supervisión del funcionamiento de centrales de la US Nuclear Regulatory Commission (NRC) y en el que se basa el SISC del CSN.

**Identificación de potenciales debilidades de la implantación del PAMGS en la central de Ascó:** su objetivo es establecer el grado de implantación de las acciones organizativas y de gestión del PAMGS (Plan de Acción Gestión de la Seguridad de la central de Vandellós, aprobado por el Pleno del CSN el 12 de agosto 2005), en la organización de la central de Ascó. La tarea consiste en analizar el alcance de cada acción y compararla con el PAMGS, así como las causas por las que los pro-



cedimientos de acciones de mejora del PAMGS no han sido eficaces para anticipar el suceso y para anticipar prácticas inadecuadas.

**Revisión del funcionamiento de diversos sistemas de control y gestión y/o control.** El objetivo de esta tarea es revisar el funcionamiento de los sistemas de control y gestión, ya establecidos en Ascó para identificar, evaluar y corregir las deficiencias en relación con el suceso (Programa de Acciones Correctoras-PAC, Programa de Aportaciones del Personal-PAP, Experiencia operativa, auto evaluación, auditorias de Garantía de Calidad).

**Evaluación de la Cultura de Seguridad:** Tiene dos subtareas:

—La subtarea E1 de esta tarea tenía por objetivo revisar la actuación y acciones emprendidas por Ascó con posterioridad a la Evaluación Externa de la Cultura de Seguridad realizada en el año 2002, como evaluación piloto, en el marco del Proyecto IOS (Impacto de la Organización en la Seguridad de las centrales nucleares), verificando el grado de implantación y la eficacia de las acciones llevadas a cabo. Para realizarla, se hizo una evaluación cualitativa y cuantitativa de la eficacia de las acciones llevadas a cabo, de acuerdo con la metodología propuesta previamente, y se identificaron aquéllas debilidades identificadas en la evaluación de 2002 que permanecían en 2008.

—La subtarea E2 tenía por objetivo llevar a cabo un nuevo análisis del estado de la Cultura de Seguridad en Ascó en 2008, utilizando la misma metodología IOS que en 2002, ya plenamente desarrollada.

**Revisión de las acciones de protección radiológica derivadas del Peer Review 2005.** El Peer Review de 2005 identi-



Sumidero por el que el agua de lluvia arrastró las primeras partículas detectadas.

ficó una serie de mejoras en protección radiológica que el suceso AS-127 ha evidenciado. El objetivo de esta Actuación es la revisión de las acciones que emitió el equipo de WANO (World Association on Nuclear Operators) para comprobar si se han implantado, son suficientes y deben completarse o revisarse para corregir de forma efectiva los problemas detectados.

**Follow-Up del Corporate Peer Review a la Junta de Administradores.** El objetivo de esta tarea es revisar el seguimiento realizado por WANO del Corporate Peer Review de la Junta de Administradores realizado en 2005 a raíz del suceso de rotura de la tubería del Sistema de Refrigeración de Servicios Esenciales de Vandellós II. Para

ello, se utiliza como referencia el documento de WANO *Performance Objectives and Criteria for WANO Corporate Peer Review*. Rev. 1. April 2008).

La misión de seguimiento de WANO se llevó a cabo los días 12 al 19 de diciembre de 2008. La información sobre el alcance y resultados de la misma fue transmitida por el director general de Energía Nuclear de Endesa a los directores técnicos de Seguridad Nuclear y Protección Radiológica del CSN.

**Transparencia y comunicación con el CSN y con el público.** El objetivo es llevar a cabo una evaluación de las actuaciones de Ascó en relación con la información relacionada con el suceso transmitida al CSN y al público, para

analizar el grado de seguimiento de los valores y expectativas de ANAV en esta materia.

**Relación de causas con los componentes de las áreas transversales del ROP:** el objetivo de esta tarea consiste en integrar y analizar los resultados del resto de las demás actuaciones, a excepción de las actuaciones “G” Follow-up del Peer Review de la JJAA (cuyas conclusiones no se incorporaron al análisis de la actuación “I”, pero las acciones de mejora sí debían realimentar directamente al Plan de Acción Procura) y “K” “*Benchmarking* con otras organizaciones”.

**Regla de Mantenimiento.** Durante la inspección bienal de la Regla de Mantenimiento (RM) de febrero de 2008 se identificó en Ascó un hallazgo transversal del SISC en relación con el área de acciones correctivas, por la ocurrencia de múltiples hallazgos *verdes*. Adicionalmente, en la mencionada inspección, se identificó un hallazgo *blanco*, por fallos en equipos dentro del alcance de la RM debido a fallos de un determinado tipo de relés, a causa de los retrasos en la sustitución de los mismos. Por este motivo, el titular ha incluido dentro del Plan Procura un plan de mejora en el área de Regla de Mantenimiento (Actuación J).

En noviembre de 2009, el CSN definió un programa de inspecciones y reuniones con el titular para cada una de las 14 actividades de diagnóstico, que se desarrollaron entre los meses de noviembre de 2008 y abril de 2009. Como resultado de dichas inspecciones, el CSN transmitió al titular los comentarios correspondientes para cada actividad, al objeto de que fueran considerados en la propia tarea o en la integración de la misma dentro del diagnóstico.

### Fase de implantación del Plan

Una vez concluidas estas tareas de diagnóstico, excepto la B1 (que el CSN pidió completar con análisis de sucesos adicionales), ANAV presentó el 1 de abril de 2009 el Plan Procura, que también incorpora las lecciones aprendidas del suceso de degradación del agua de servicios esenciales ocurrido en Vandellós II en agosto de 2004. El objetivo del Plan Procura es aplicar un programa de actuaciones que aborden la solución de estas debilidades a toda la organización.

El Plan Procura persigue reforzar los aspectos organizativos y culturales que sirvan para mejorar la seguridad de la operación de las centrales de ANAV, su fiabilidad y el desarrollo de todas las personas que trabajan en las mismas. Está integrado en el marco estratégico de la empresa y está previsto que se desarrolle en paralelo con otros proyectos del sistema de gestión integral: Programa de Refuerzo Organizativo (PRO), Gestión de Relevos Generacional (GRG), etc. El plazo previsto de implantación de todas las medidas identificadas es de tres años, de 2009 a 2012.

El Procura se desarrolla a través de seis líneas de actuación, cada una de ellas compuesta por diferentes acciones. Los objetivos de las líneas de actuación, y algunos ejemplos de acciones concretas son los siguientes:

#### 1. Políticas de seguridad

El objetivo de esta línea es lograr una cultura proactiva en las instalaciones de ANAV, reforzando la aproximación a todo el personal de los mensajes reformulados en las políticas de seguridad visualizadas a través de: misión, valores, normas, expectativas de comportamiento, fundamentos, etc.

Algunos ejemplos de acciones específicas de esta línea de actuación son:

—Reformulación de los mensajes de misión, visión y valores para que sean más cercanos a todo el personal.

—Emisión y difusión del conjunto de normas de obligado cumplimiento en ANAV (ejemplo: uso de equipos de protección individual) y acciones para asegurar su cumplimiento.

—Implantación de los fundamentos de INPO (Institute of Nuclear Power Operation de EE.UU.), tales como conocimientos básicos, habilidades, comportamientos y prácticas que el personal necesita para llevar a cabo su trabajo de forma adecuada.

#### 2. Recursos y capacitación técnica

El objetivo de esta línea es reforzar las debilidades identificadas en cuanto a recursos para abordar de forma adecuada las tareas de formación de personal, capacitación técnica, supervisión y cumplimiento de procedimientos. Para el personal de nuevo ingreso se pretende dar resolución a esta debilidad con un programa específico. En el caso de la formación de plantilla, ANAV ha revisado los planes de formación para adecuarlos a las necesidades actuales.

Dentro de esta línea está prevista la realización de un plan de choque para reforzar las organizaciones y la supervisión, mediante la contratación de personal técnico con experiencia, siendo el refuerzo en el Área de Protección Radiológica uno de los temas prioritarios.

Durante el año 2009, ANAV contrató a 83 técnicos para responder a las deficiencias de recursos humanos identificadas y prevé continuar con el proceso de contrataciones, que implican el aumento neto de plantilla, hasta 2012.

#### 3. Proceso de toma de decisiones

El objetivo de esta línea es desarrollar un proceso sistemático para que las direcciones fundamenten su toma de decisiones en supuestos conservadores y se eva-

lúe la seguridad de las acciones propuestas antes de proceder a su implantación.

Este objetivo se pretende llevar a cabo con la implantación de un proceso sistemático de toma de decisiones operacionales basado en la metodología de WANO (World Association of Nuclear Operators).

#### 4. Trabajo en equipo y comunicación interdepartamental

El objetivo de esta línea es la creación de núcleos para el refuerzo de una cultura de trabajo en equipo y de comunicación interdepartamental como forma de trabajo del día a día, frente a la debilidad manifiesta, especialmente en la central de Ascó, de trabajo por departamentos aislados.

Algunos ejemplos de acciones específicas de esta línea de actuación son:

—Implantación de la figura del coordinador en las áreas de Programa de Acciones Correctoras (PAC), Formación, Experiencia Operativa y Comunicación.

—Implantación de una sistemática de recogida de información relevante para la seguridad, para que sea transmitida de forma ágil a toda la organización y se facilite la transmisión de información a la Inspección Residente del CSN.

—Revisión del tratamiento de la experiencia operativa, de forma que se realice un único análisis que recoja todos los aspectos relativos a los diferentes departamentos involucrados.

#### 5. Proceso de identificación y resolución de problemas

El objetivo de esta línea de actuación es el fortalecimiento de este proceso, haciendo especial énfasis en las condiciones establecidas por el CSN en las apreciaciones favorables del Plan.

Algunos ejemplos de acciones específicas de esta línea de actuación son:

—Creación de un grupo multidisciplinar para la revisión de los análisis de causa raíz y las acciones correctoras derivadas.

—Reforzar el mecanismo de seguimiento y resolución de los compromisos adquiridos formalmente con la Administración, especialmente el CSN.

#### 6. Programa de Refuerzo Cultural y de Comportamientos (RCC)

Como resultado de los diferentes diagnósticos realizados para el desarrollo del Plan Procura, ANAV debe hacer frente a las debilidades identificadas en relación con la intervención humana, especialmente con las habilidades, competencias y comportamientos de todos los miembros de la organización, y particularmente con la necesidad de cambios de los mismos en los equipos directivos, que sirvan de motor y modelo en todo el proceso.

Es por ello que, en paralelo con las cinco líneas de actuación descritas, ANAV tiene previsto implantar un Programa de Refuerzo Cultural y de Comportamientos (RCC), que promueva una mayor proactividad, y la efectiva identificación y resolución de problemas, genere un sentimiento de propiedad de los empleados en cuanto a los éxitos y al sostenimiento de la excelencia, cree un sentimiento de responsabilidad, promueva una actitud cuestionadora, y favorezca el trabajo en equipo y una fuerte comunicación, tanto vertical como horizontal.

#### Evaluación y seguimiento por el CSN

A petición del CSN, en abril y mayo de 2009, ANAV envió la información complementaria, referida al estado de todas las recomendaciones generadas durante las 14 actividades de diagnóstico y a la descripción del Programa de Refuerzo Cultural y de Comportamientos (RCC).

El CSN, tras las inspecciones y reuniones citadas anteriormente, analizó los informes generados en cada una de las tareas de diagnóstico y evaluó, básicamente, dos aspectos: si cada tarea estaba correctamente realizada, y cuando no requirió que se revisara o completara, y si las con-

clusiones de dichas tareas se incorporaban correctamente al Plan Procura así generado.

La conclusión del CSN fue que el Plan suponía un esfuerzo significativo, que permitía corregir las deficiencias identificadas durante las tareas de diagnóstico, por lo que apreció favorablemente el Plan en su reunión del 1 de julio de 2009, con las siguientes condiciones:

1) En el plazo de seis meses, ANAV debía remitir al CSN una nueva revisión del Plan Procura en la que:

—Se complete la definición de todas las actuaciones previstas, puesto que la tarea “J” estaba inconclusa y la “A” debería de completarse mediante el análisis de sucesos adicionales requeridos por el CSN.

—Se estableciera la estrategia de cambio cultural elegida para llevar a la organización a la cultura objetivo que se haya definido y se incorporaran en el Procura todas aquellas acciones que, siendo aplicables, no han sido incorporadas y aquellas acciones que pudieran derivarse de la Misión OSART del OIEA en Vandellós II en septiembre de 2009.

2) Completar los objetivos de refuerzo de la supervisión de trabajos realizados por personal contratista.

3) Mejorar el Programa de Acciones Correctivas (PAC) de Ascó para solucionar las deficiencias identificadas hasta la fecha.

La central ha presentado en diciembre de 2009 la revisión del Procura, con la que trata de responder a las condiciones citadas y actualmente el CSN lo está evaluando, teniendo previsto pronunciarse al respecto durante el primer trimestre de 2010.

El CSN ha realizado hasta diciembre de 2009 diez inspecciones relativas al Plan Procura, ocho para hacer comprobaciones sobre las tareas de diag-





Chimenea por la que se expulsa el aire de los edificios de la zona controlada.

nóstico y dos sobre seguimiento del avance del Plan.

Como ya se ha indicado, en septiembre de 2008, el CSN estableció un Comité de Seguimiento de la central de Ascó cuyo objetivo es revisar el avance adecuado de todas las actividades desarrolladas por el titular, bien a iniciativa propia o a requerimiento del CSN, para corregir los efectos del suceso, tales como la contaminación radiactiva del emplazamiento, y para afrontar las causas directas y raíces que permitieron que ocurriera.

Este Comité lo preside la directora técnica de Seguridad Nuclear y lo forman los subdirectores y técnicos más directamente involucradas en la evaluación y seguimiento del Plan Procura.

En la primera reunión del Comité de Seguimiento, celebrada en noviembre de 2008, el CSN definió un programa de inspecciones y reuniones con el titular para cada una de las catorce actividades de diagnóstico, que se desarrollaron entre los meses de noviembre de 2008 y abril de 2009. Como resultado de dichas inspecciones y para cada actividad, se

transmitieron al titular los comentarios correspondientes, con objeto de que fueran considerados en la propia tarea o en la integración de la misma dentro del diagnóstico.

Desde su constitución y hasta diciembre de 2009, ha celebrado cinco reuniones, en las que básicamente ha establecido para cada año un programa anual de inspección y supervisión y ha comprobado los resultados de su aplicación. Esta actividad ha estado coordinada con las evaluaciones del Plan Procura y lo seguirá estando en 2010. ©

## Efecto de las radiaciones derivadas del funcionamiento de las instalaciones nucleares y del ciclo españolas sobre la salud de la población

> Ascensión Bernal\*\*,  
 Juan Carlos Lentijo\*,  
 Gonzalo López-Abente\*\*,  
 Marina Pollán\*\*,  
 Lucila María Ramos\*,  
 Manuel Rodríguez\*,  
 Odorina Tello\*\*,  
 Inés Urbano\*

### 1. Introducción

Durante muchos años ha persistido la controversia sobre si la exposición a radiaciones ionizantes, derivada de las emisiones de efluentes durante la operación rutinaria de las instalaciones nucleares o radiactivas, podría incrementar el riesgo de incidencia de tumores malignos en la población residente en su entorno.

Varios informes sobre leucemias en niños en Inglaterra (Cook-Mozaffari *et al.*, 1989)<sup>1</sup> y en Alemania (Michaelis *et al.*, 1992)<sup>2</sup> y otros publicados recientemente (Hoffmann *et al.*, 2007)<sup>3</sup> (Kaatsch *et al.*, 2008)<sup>4</sup> han mostrando un incremento de riesgo, estadísticamente significativo, en residentes muy próximos a las instalaciones. Los autores apuntan que este exceso de riesgo no es el esperado según los conocimientos actuales en radiobiología, dados los bajos niveles de exposición a radiación artificial procedente de las instalaciones. Estos estudios han sido replicados posteriormente en Reino Unido (Bithell *et al.*, 2008)<sup>5</sup> y en Francia (Laurier *et al.*, 2008)<sup>6</sup> con resultados negativos indicando que no existe este exceso de riesgo.

La exposición debida a los efluentes radiactivos de las instalaciones actuales están varios órdenes de magnitud por debajo de los valores límite autorizados en los permisos de operación de las mismas (0,1 mSv/año en las centrales nucleares y de 0,3 mSv/año en el resto de instalaciones nucleares y radiactivas del ciclo).

Haciéndose eco de una demanda social sobre el impacto de esas instalaciones en la salud de las personas, el Pleno

del Congreso de los Diputados, en su sesión de 9 de diciembre de 2005, aprobó una proposición no de ley por la que instaba al Gobierno a realizar un estudio epidemiológico, considerando, entre otros, los siguientes aspectos:

—El alcance del estudio debía incluir todas las instalaciones nucleares y sus entornos próximos, analizando los posibles efectos en la salud de la población.

—El Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) debía colaborar, aportando la información necesaria para valorar la exposición a radiaciones de la población, tanto de origen artificial (instalaciones) como de origen natural.

—Se debía garantizar la independencia en la investigación y la máxima transparencia en el desarrollo de las actividades. A tal efecto se planteó la creación de un Comité Consultivo, con la participación de las instituciones afectadas, expertos independientes, entidades ecologistas y otras partes interesadas, para realizar el seguimiento de la ejecución del estudio y el análisis de los resultados.

Con objeto de cumplir este cometido, el Instituto de Salud Carlos III (ISCIII) y el Consejo de Seguridad Nuclear suscribieron un convenio de colaboración en abril de 2006. A partir de esta fecha se puso en marcha el estudio, cuya ejecución se ha extendido hasta finales de 2009.

El Comité Consultivo se constituyó en septiembre de 2006 con un amplio abanico de organizaciones: autoridades sanitarias de todas las comunidades autónomas afectadas por el alcance territorial del estudio, organizaciones sindicales, autoridades municipales, compañías pro-

\* Consejo de Seguridad Nuclear

\*\* Instituto de Salud Carlos III

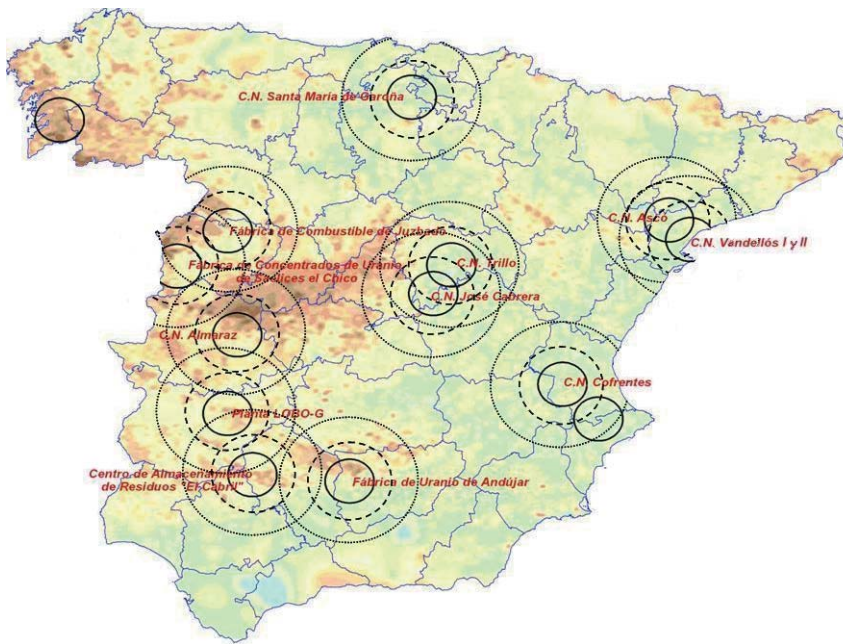


Figura 1. Instalaciones y zonas incluidas en el estudio epidemiológico. Los círculos en negro delimitan los entornos de radio 30, 50 y 100 km alrededor de las instalaciones, así como las zonas de control en Galicia y en la Comunidad Valenciana.

pietarias de las instalaciones, organizaciones de defensa de la preservación del medio ambiente y seis expertos independientes (epidemiología, radiobiología y protección radiológica), junto con los representantes del Instituto de Salud Carlos III y del CSN. El Comité se ha reunido en seis ocasiones para tratar los aspectos metodológicos, los resultados de las estimaciones de dosis y los datos y resultados de los análisis de mortalidad, así como los aspectos relacionados con la comunicación y divulgación del estudio.

El objetivo general del estudio, cuyos informes ya han sido remitidos al Congreso de los Diputados, era analizar la mortalidad por cáncer en los municipios situados en la proximidad de las instalaciones nucleares y radiactivas del ciclo del combustible nuclear españolas en función de la historia de exposición a las emisiones derivadas de su funcionamiento, comparando con otros municipios españoles de similares características sociodemográficas no situados en el entorno de estas instalaciones.

El estudio incluye todas las centrales nucleares y el resto de instalaciones nucleares y radiactivas del ciclo de combustible nuclear, con independencia de que estén en operación, en fase de parada definitiva o en desmantelamiento y clausura. El área de estudio incluye todos los municipios situados en un radio de 30 km alrededor de las instalaciones, comparándolos con los municipios de una zona de control, con características sociodemográficas similares pero no afectados por la operación de las instalaciones.

Adicionalmente, se ha estudiado la mortalidad por cáncer en los municipios situados en dos áreas geográficas caracterizadas por diferente magnitud de radiaciones de origen natural y no afectadas por la influencia de ninguna de estas instalaciones. En concreto se seleccionaron los municipios en dos áreas circulares de 30 km de radio, una en Galicia, con altos índices de exposición a radiación natural, y otra en la Comunidad Valenciana, con baja exposición a radiación natural.

En conjunto se han incluido en el estudio las poblaciones de más de 1.000 municipios, de los cuales cerca de 500 se sitúan en las áreas de influencia de las instalaciones. El resto corresponde a municipios de las zonas de control y de las dos áreas geográficas con alto y bajo índice de exposición a radiación natural. En el mapa de la figura 1 se representan las instalaciones y las áreas objeto del estudio.

## 2. Materiales y métodos

El diseño de este estudio se corresponde con un estudio ecológico de cohortes retrospectivas, en el que se contrasta la mortalidad registrada por diferentes tipos de cáncer en los residentes en todos los municipios situados en el entorno de las instalaciones españolas (30 km), clasificados de acuerdo con su exposición a la radiación artificial, con la encontrada en los municipios utilizados como referencia (50 a 100 km) y por tanto no expuestos. El periodo incluye los años 1975-2003.

El estudio es de tipo ecológico debido a que la variable central de análisis, la exposición a la radiación, es evaluada mediante un indicador, la dosis efectiva acumulada, estimada para cada grupo de población formado por los residentes de cada municipio, y se asigna a los individuos de dicho grupo teniendo en cuenta su incorporación a cada cohorte de nacimiento, dado que no es posible realizar un estudio individualizado de dosis en cada persona.

### 2.1. Indicador de la exposición:

La dosis efectiva y su estimación  
Los vertidos radiactivos líquidos y gaseosos, emitidos de forma controlada durante el funcionamiento normal de las instalaciones, sufren un proceso de dilución y dispersión en el medio ambiente dando lugar a concentraciones de los radionucleidos en el entorno físico de las instalaciones (aire, agua, suelo),



pudiendo llegar hasta los individuos de la población por diferentes vías. Las concentraciones de los diferentes radionucleidos, determinados en los programas de vigilancia radiológica ambiental, serían la base para determinar la exposición del público, pero los niveles de radiactividad que se obtienen en estos programas son muy bajos, en general inferiores a los niveles de detección. Por tanto, para valorar la exposición debida a las instalaciones se utilizan metodologías de estimación partiendo de los vertidos, cuya finalidad es proporcionar una serie de valores que, bajo ciertas hipótesis, puedan considerarse representativos de la magnitud del impacto radiológico al público en términos de dosis. Los resultados, así obtenidos, no representan en realidad la dosis verdadera que los individuos reciben, sino que constituyen un valor aproximado de la misma, orientado hacia un objetivo, de tipo regulador en la mayoría de los casos.

Por ello, en el estudio se ha realizado una estimación retrospectiva de las dosis efectivas a la población de cada municipio del entorno debida a los efluentes vertidos por las instalaciones desde el inicio de su funcionamiento. Adicionalmente, se han estimado las dosis debidas a la radiación natural en esos mismos municipios y en los adoptados como referencia; ésta supone aproximadamente el 87% de la exposición anual total cuando se obtienen valores medios para toda la población mundial, presentando una gran variabilidad territorial.

La magnitud “dosis efectiva” aporta beneficios en la realización del estudio en términos de simplicidad, representatividad y especificidad. Además, para su estimación se utiliza una metodología contrastada y prácticamente estandarizada a nivel internacional. Estos beneficios son especialmente significativos en un estudio de amplio espectro como el rea-

lizado, en el que se pretenden identificar en primera instancia posibles asociaciones aparentes entre exposición y mortalidad por cáncer. Esas potenciales asociaciones deberían ser objeto, en su caso, de estudios más detallados, previa estimación de las dosis absorbidas.

También hay que tener en cuenta que la magnitud “dosis efectiva” tiene algunas limitaciones para su uso en estudios epidemiológicos, ya que presenta una información promediada de la exposición no apta para evaluaciones cuantitativas detalladas de riesgo. Además, no proporciona información sobre la exposición de individuos específicos sino para una persona estándar de referencia en una situación de exposición a la radiación, por ello no proporciona información sobre el riesgo de cada individuo concreto sino de todos en general.

La Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP, en sus siglas en inglés) en sus recomendaciones de 2007 (publicación ICRP 103) indica que no es apropiado utilizar la dosis efectiva en estudios epidemiológicos, en los que deben utilizarse las dosis absorbidas en órganos y tejidos individuales.

El CSN planteó una consulta a la ICRP sobre la utilización de la dosis efectiva como indicador de exposición en un estudio de estas características. Ésta le respondió que sería aceptable si las incertidumbres y limitaciones del uso de una magnitud de protección como la dosis efectiva se expusieran muy claramente y no se obtuviesen conclusiones de gran alcance sobre riesgos individuales derivadas de tal estudio. La ICRP indicó que para encontrar correlaciones aparentes que puedan ser estudiadas con mayor detalle con otra metodología, los estudios basados en las “dosis efectivas” pueden ser útiles.

Teniendo en cuenta todo lo indicado, se decidió utilizar la magnitud “dosis efectiva” en el contexto concreto del estudio

epidemiológico actual y con los objetivos y las limitaciones mencionados. En el análisis, para decidir el indicador de exposición a utilizar, participaron los agentes interesados a través del Comité Consultivo establecido para realizar el seguimiento del estudio.

Los modelos de cálculo utilizados por el CSN en el estudio se ajustan a las prácticas internacionales del cálculo de dosis sobre la población recogidas por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) en su *Safety Report Series nº 19* (SRS-19) (OIEA, 2001)<sup>7</sup>. El modelo de dispersión atmosférica utilizado es de tipo gaussiano con difusión despreciable, reflexión total en el suelo y condiciones constantes de turbulencia en cada período de integración. El modelo de dispersión acuática presupone mezcla completa instantánea aguas abajo del punto de descarga, salvo en emplazamientos a la orilla del mar, donde la dilución de los radionucleidos tiene lugar en una banda de 370 m de anchura a lo largo de la costa.

Establecidas las concentraciones de los radionucleidos en el entorno físico de las instalaciones (aire, agua, suelo), deben reproducirse los procesos de llegada de dichos radionucleidos hasta los individuos de la población, mediante su impacto directo y a través de la cadena trófica. Estos mecanismos constituyen las llamadas vías de exposición (ver figura 2), cuyas propiedades serán características de cada emplazamiento:

—Para los efluentes emitidos a la atmósfera (efluentes gaseosos), se han considerado la exposición externa (tanto a la nube como a los depósitos acumulados en el suelo), y la incorporación al organismo a través de la inhalación y la ingestión de alimentos contaminados, tanto vegetales (hoja ancha y patatas, cereales y otros) como animales (carne y leche).

—En cuanto a los efluentes emitidos al medio acuático (efluentes líquidos), se ha considerado la exposición externa a



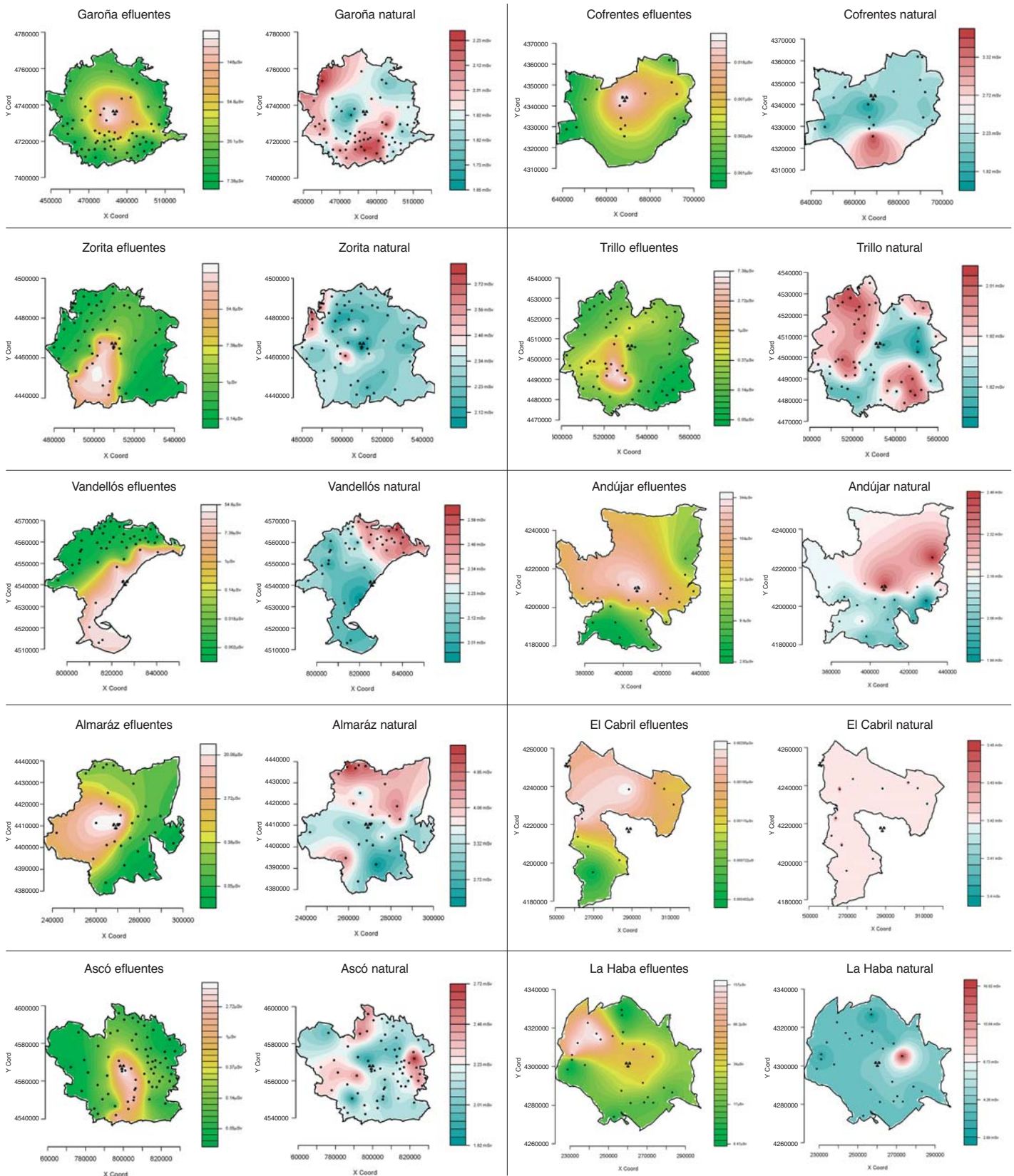


Figura 3. Distribución de la exposición en el entorno de todas las instalaciones incluidas en el estudio, representada con una escala *ad hoc* para cada una de las instalaciones. En la gráfica de la izquierda se representa, para cada instalación, la dosis acumulada debida a los vertidos y en la gráfica de la derecha la dosis anual debida a radiación natural.



**Tabla 1. Rango de dosis de radiación artificial acumulada y natural anual en los municipios del entorno de cada una de ellas**

	0-30 km Nº municipios	Radiación artificial acumulada Rango dosis microSv	Radiación natural anual Rango dosis microSv
<b>Centrales nucleares</b>			
José Cabrera	60	1,02 E-1 – 2,67 E+2	2,03 E+3 – 2,84 E+3
Santa Mª de Garona	68	6,52 E+0 – 3,04 E+2	1,77 E+3 – 2,28 E+3
Vandellós (I y II)	46	7,11 E-2 – 2,03 E+2	1,93 E+3 – 2,63 E+3
Almaraz	33	1,88 E-2 – 2,76 E+1	2,34 E+3 – 5,84 E+3
Ascó (I y II)	65	3,02 E-2 – 5,70 E+0	1,82 E+3 – 2,79 E+3
Cofrentes	19	2,84 E-2 – 2,62 E+0	1,69 E+3 – 3,73 E+3
Trillo	62	4,58 E-2 – 1,06 E+1	1,75 E+3 – 2,04 E+3
<b>TOTAL</b>	<b>328*</b>	<b>1,88 E-2 – 3,04 E+2</b>	<b>1,69 E+3 – 5,84 E+3</b>
<b>Instalaciones del ciclo del combustible</b>			
Andújar	22	2,91 E+0 – 3,48 E+2	1,92 E+3 – 2,47 E+3
El Cabril	9	4,36 E-4 – 2,97 E-3	2,71 E+3 – 4,20 E+3
La Haba	26	8,14 E+0 – 1,38 E+2	2,58 E+3 – 2,01 E+4
Saelices El Chico	44	1,99 E+1 – 2,89 E+2	3,43 E+3 – 1,54 E+4
Juzbado	76	1,50 E-5 – 5,79 E-2	2,42 E+3 – 5,11 E+3
<b>TOTAL</b>	<b>177</b>	<b>1,50 E-5 – 3,48 E+2</b>	<b>1,92 E+3 – 2,01 E+4</b>

\*Nota: Vandellós y Ascó comparten 25 municipios a menos de 30 km de ambas. Por ello, el total de municipios incluidos (328) no corresponde a la suma de municipios en el entorno de las centrales nucleares (353).

o mundiales, o parametrizaciones proporcionadas por el UNSCEAR.

Los resultados de las estimaciones realizadas se resumen en la tabla 1, que recoge los rangos de dosis de radiación artificial acumulada y natural anual en los municipios del entorno de cada instalación.

En la figura 3 se representa la distribución espacial de las dosis en las localidades situadas en el entorno de 30 km de cada instalación, en una escala *ad hoc* para cada una de las instalaciones. En la columna de la izquierda se representan las dosis acumuladas en el periodo de estudio debidas a los vertidos y en la derecha las dosis anuales debidas a la radiación natural. En este caso no se utiliza una estimación de exposición acumulada por ser la variable de exposición una constante.

## 2.2. Análisis de la mortalidad

A pesar de que las dosis acumuladas por radiación de origen artificial son ex-

tremadamente bajas, sí existe cierta variabilidad, y con el fin de no imponer ninguna asunción a la forma de la relación exposición-mortalidad, se consideró oportuno trabajar con la variable categorizada. Es decir, se definen primero los intervalos de exposición mediante la utilización de puntos de corte de la dosis estimada, y se consideran de manera conjunta aquellos grupos de población con dosis estimadas de exposición incluidas en el mismo intervalo.

La forma de categorización utilizada trata de optimizar la detección de asociaciones estadísticas de las dosis con la mortalidad disminuyendo las posibilidades de mala clasificación derivadas del establecimiento de puntos de corte en zonas continuas de la distribución de la dosis efectiva. Para ello, se ha tratado de identificar los saltos o puntos de corte naturales en la distribución de dosis, evitando clasificar en categorías dife-

rentes a estratos con dosis similares. El objetivo es conseguir categorías heterogéneas entre sí (que las diferencias entre las dosis de distintas categorías sean mayores que las observadas dentro de una misma categoría) imponiendo restricciones que garanticen la estabilidad de los estimadores mediante una distribución de los efectivos poblacionales lo más homogénea posible. Como resultado de todo ello, se han establecido diferentes intervalos de dosis para los análisis conjuntos de centrales nucleares por un lado y resto de instalaciones nucleares y radiactivas del ciclo por otro, así como para los análisis individuales de cada instalación.

Para todos los municipios incluidos en el estudio se han tabulado las defunciones por las causas estudiadas para cada periodo de estudio, grupo de edad y sexo, a partir de los registros individuales proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística (INE).

**Tabla 2. Análisis conjunto de todas las centrales nucleares**

Categoría dosis	Defunciones					RR	RR	RR	RR
	d0	d1	d2	d3	d4	d1	d2	d3	d4
microSv	ref					0,00076–0,18	0,18444–2,5357	2,72775- 44,038	44,80–303,5545
Cáncer de pulmón	2.022	569	448	300	631	0,900	0,910	0,800	0,970
Cáncer de huesos	56	19	11	10	20	1,250	0,700	0,540	0,960
Cáncer de SNC	311	69	85	63	89	0,770	1,100	0,830	0,840
Cáncer de tiroides	36	5	7	1	11	0,440	0,830	0,140	1,250
LNH	217	61	63	22	77	1,010	1,170	0,520	1,070
Hodgkin	27	5	11	5	11	0,560	1,460	0,800	1,110
Mieloma	150	44	42	22	50	1,020	0,950	0,940	0,980
Cáncer de vejiga	485	138	133	81	188	1,060	1,060	0,710	1,030
Conjuntivo	39	14	17	4	12	1,350	1,890	0,460	0,870
Cáncer de riñón	204	59	49	36	83	0,890	1,040	0,880	1,390
Cáncer de estómago	1.092	264	218	316	348	0,850	0,870	0,970	1,010
Cáncer colorrectal	1.369	434	388	231	414	1,070	1,100	0,880	0,950
Cáncer de testículo	7	1	1	0	1	0,320	0,630	0,000	1,060
Cáncer de mama	690	176	194	140	249	0,920	1,070	1,050	1,070
Cáncer de ovario	166	62	52	30	46	1,270	1,230	1,060	0,810
Categoría dosis						0,00041–	0,11239–1,58295	1,61190–42,953	43,97026–
microSv						0,11156			303,60581
Leucemias*	502	121	159	78	132	0,960	0,970	0,910	0,930

Resultados del análisis:

- a) Número de defunciones por categorías de exposición (dosis estimadas de radiación artificial acumuladas).
- b) Razones de tasas de mortalidad (RR) por categorías de dosis de radiación artificial acumuladas y prueba de tendencia.
- c) RR para la dosis acumulada (por cada 10 microSv) tomada como variable continua e intervalo de confianza (IC) al 95%. RR por dosis, siendo la referencia la población de los municipios del área de 50 a 100 km. La radiación natural se ha incluido categorizada. Estimaciones obtenidas de un modelo de regresión mixto que incluye las centrales como término de efectos aleatorios. Estimaciones ajustadas por radiación natural, edad, variables sociodemográficas y restringido al periodo de funcionamiento.

Se han utilizado distintos métodos para estimar el riesgo de morir por cáncer en las áreas de estudio. Todos los métodos utilizados se basan en la asunción de que el número de defunciones por cáncer en cada estrato de edad y periodo se distribuye como una variable estadística de Poisson. La variable central del estudio es la dosis de radiación. Como medida de efecto se utilizan los riesgos relativos de mortalidad, bien sea estimados mediante razones de tasas de mortalidad (la tasa de mortalidad es el número de defunciones dividido por las personas-año en

seguimiento) entre grupos de población expuestos y no expuestos o bien mediante razones de RME (Razones de Mortalidad Estandarizadas, es decir, la comparación de los casos observados con los esperados si los municipios tuviesen la misma mortalidad que la población general).

Se han evaluado especialmente los resultados que muestran incrementos estadísticamente significativos del riesgo relativo de mortalidad por los diferentes cánceres con la mayor exposición a radiación. Esto es lo que se conoce como análisis dosis-respuesta en epidemiolo-

gía. Para la determinación de asociaciones dosis-respuesta se calculan:

1) Los riesgos relativos para cada intervalo de exposición.

2) Los riesgos relativos considerando la exposición como variable continua.

Para determinar si esta asociación dosis-respuesta es estadísticamente significativa, además de comprobar que el riesgo relativo se incrementa con la exposición, se aplica una prueba de tendencia de la que se extrae un valor de probabilidad (valor-p). Se considera que este valor p es significativo cuando es menor de 0,05. En el análisis con la varia-

Tendencia	RR	IC	95%
valor-p	dosis		
0,525	1,001	0,994	1,009
0,694	0,995	0,954	1,038
0,268	0,991	0,973	1,008
0,232	1,003	0,947	1,063
0,306	1,012	0,994	1,031
0,776	0,988	0,936	1,044
0,993	1,007	0,985	1,029
0,394	0,999	0,986	1,013
0,618	0,973	0,922	1,027
0,009	1,019	1,000	1,038
0,555	1,000	0,990	1,010
0,380	0,995	0,986	1,003
0,822	1,028	0,903	1,169
0,621	1,005	0,993	1,016
0,129	0,980	0,956	1,005
0,620	0,999	0,985	1,013

ble de exposición como continua se aporta una razón de tasas de mortalidad RR (por unidad de la variable) y un intervalo de confianza al 95%. Si ese intervalo de confianza no incluye la unidad se considera que es estadísticamente significativa. En general, encontrar este efecto en ambos análisis le proporciona mayor consistencia al resultado y es importante observar la forma que adopta el incremento del riesgo con la dosis con la variable categorizada.

A partir de las dosis efectivas anuales estimadas, se ha calculado la dosis de radiación acumulada por cohorte de nacimiento (generación) y ello permite hacer su análisis como dosis promedio acumulada.

La distribución de la mortalidad por cáncer en España es de una gran heterogeneidad, según han mostrado los

estudios previos. Muchos de los tipos de cáncer incluidos en este proyecto muestran marcadas desigualdades geográficas, y la simple comparación de la mortalidad entre dos provincias puede proporcionar razones de tasas superiores a 2. Por ejemplo, si comparamos la tasa ajustada (por edad) de mortalidad por cáncer de pulmón en 2004 en Cáceres con la de Guadalajara obtenemos una razón de tasas de 1,91. Las causas de esta heterogeneidad geográfica, en la mayor parte de los casos, son desconocidas. Las condiciones de comparación cambian cuando se utiliza un “ajuste local” como el propuesto. Municipios de un área específica se comparan con municipios equiparados en términos de población y entorno de su misma área. Esta perspectiva permite un mayor control de la heterogeneidad geográfica como factor de confusión en estos modelos, comparando áreas más homogéneas.

En este estudio, la variable de exposición en términos físicos es la misma, independientemente de la población que se estudie. Sin embargo, cada instalación tiene una historia muy específica y singular, que hace necesario su análisis por separado. El análisis conjunto de las instalaciones de un mismo tipo (centrales nucleares por un lado e instalaciones del ciclo por otro) es también posible y permite determinar si existe heterogeneidad en el efecto observado en las distintas instalaciones. En el análisis conjunto, la variable “instalación” se tiene en cuenta incluyéndola en los modelos como término de efectos aleatorios. La heterogeneidad entre instalaciones se ha valorado por la significación estadística de la interacción entre dosis de radiación artificial acumulada e instalación, en un modelo de efectos fijos.

Otras características importantes del estudio que conviene resaltar son:

—Para todos los cánceres estudiados, con la excepción de las leucemias, se ha considerado un período (inducción) de diez años como el mínimo necesario que tiene que transcurrir desde que un individuo recibe una exposición a radiaciones hasta que desarrolla la enfermedad. Ese periodo se ha considerado de un año para leucemias.

—Se han considerado las variables que pueden actuar como factores de confusión, es decir que pueden alterar los resultados del estudio. Entre ellas, la exposición a radiaciones ionizantes de origen natural y diversos factores socio-demográficos.

—No se han podido tener en cuenta otras exposiciones a las radiaciones ionizantes de origen artificial, como las de tipo laboral o las de tratamiento y diagnóstico médico.

### 3. Resultados

Se ha analizado la mortalidad por cada cáncer para el conjunto de todas las centrales nucleares y para el conjunto del resto de las instalaciones nucleares y radiactivas del ciclo, y se ha analizado individualmente cada una de las instalaciones. Por otro lado, se ha analizado la mortalidad por cáncer en relación con las exposiciones a radiaciones de origen natural, tanto en las áreas de influencia de las instalaciones como en las dos zonas seleccionadas fuera de las mismas.

Considerando la población de los municipios y el periodo de estudio, en la zona del entorno de las centrales nucleares se han contabilizado más de 7,5 millones de personas-año para leucemias y más de 5 millones de personas-año para el resto de tumores. En el entorno de las instalaciones del ciclo, el estudio ha contabilizado 8,5 millones de personas-año y 6,4 millones de personas-año para leucemias y resto de cánceres, respectivamente. La distribución



**Tabla 3. Análisis conjunto de las instalaciones del ciclo del combustible**

	Defunciones					RR	RR	RR	RR
	d0	d1	d2	d3	d4	d1	d2	d3	d4
Categoría dosis microSv	d0 ref					<=2,1114	2,187–17,18551	17,7625–50,4898	52,029–335,523
Cáncer de pulmón	2.812	477	789	522	725	1,190	1,250	1,310	1,340
Cáncer de huesos	81	25	17	15	27	1,610	1,120	1,290	1,860
Cáncer de SNC	322	46	90	59	66	0,760	1,320	1,140	1,030
Cáncer de tiroides	34	5	13	10	5	0,830	1,290	1,880	0,840
LNH	235	39	71	34	45	0,960	1,310	1,050	1,070
Hodgkin	61	8	13	12	11	0,620	1,210	1,180	1,140
Mieloma	181	40	43	32	35	1,360	0,790	1,080	0,770
Cáncer de vejiga	633	92	160	84	133	0,930	1,100	0,960	1,020
Conjuntivo	67	7	18	7	11	1,050	1,490	0,850	1,030
Cáncer de riñón	264	66	73	46	60	1,500	1,010	1,060	1,110
Cáncer de estómago	1.427	293	313	206	248	0,850	0,810	0,850	0,970
Cáncer colorrectal	1.568	282	504	259	373	1,030	1,230	1,030	1,110
Cáncer de testículo	10	0	8	2	1	0,000	2,640	1,120	0,520
Cáncer de mama	887	150	231	141	198	1,050	1,200	1,140	1,230
Cáncer de ovario	203	36	65	38	48	1,320	1,360	1,260	1,080
Categoría dosis microSv						<=2,24265	2,2852–18,248	18,45577–57,85	59,512–347,213
Leucemias*	636	105	156	116	155	0,980	1,060	1,220	1,130

Resultados del análisis:

a) Número de defunciones por categorías de exposición [dosis de radiación artificial acumuladas].

b) Razones de tasas (RR) de mortalidad por categorías de dosis de radiación artificial acumuladas y prueba de tendencia.

c) RR para la dosis acumulada (en unidades de 10 microSv) tomada como variable continua, intervalo de confianza al 95%. Riesgos relativos por dosis siendo la referencia la población de los municipios del área de 50 a 100 km. Estimaciones obtenidas de un modelo de regresión mixto que incluye las centrales como término de efectos aleatorios. Estimaciones ajustadas por radiación natural, edad, variables sociodemográficas y restringido al periodo de funcionamiento.

de la exposición en el entorno de las instalaciones incluidas en el estudio se ha representado en la figura 3.

Las dosis acumuladas estimadas que recibiría la población por el funcionamiento de las instalaciones son muy bajas, siendo el valor máximo 350 microSv (el límite de dosis establecido para miembros del público en la reglamentación española es de 1.000 microSv en un año).

Las dosis anuales estimadas debidas a los efluentes de las centrales nucleares para la población de los 328 municipios próximos a las centrales nucleares están en el rango de 0,000017 microSv/año a

73,4 microSv/año con una media aritmética y desviación típica de 0,64 y 3,8 microSv/año respectivamente. En el entorno de las del ciclo el rango es de 0 a 72,4 microSv/año con una media aritmética y desviación típica de 1,39 y 3,52 microSv/año respectivamente.

Debido a las diferencias en el orden de magnitud entre las dosis de radiación natural y la producida por cada central, se ha llevado a cabo un análisis comparativo entre ambas. La conclusión del mismo es que, en ningún caso, la proporción de dosis efectiva anual debida a los efluentes supera el 0,15% de la dosis

efectiva total (suma de la dosis debida a la radiación de origen natural y de la debida a los efluentes).

Las dosis efectivas acumuladas por radiación artificial son extremadamente bajas, aunque en el entorno de algunas instalaciones son superiores a otras, no llegando a existir solapamiento entre ellas. La diferencia entre los municipios con menor y mayor dosis efectiva acumulada es de 5 órdenes de magnitud y la distribución de las mismas no resulta similar entre las distintas instalaciones. Esto es debido a que las emisiones más elevadas se produjeron en los pri-

Tendencia valor-p	RR dosis	IC	95%
<0,001	1,008	1,001	1,014
0,049	1,041	1,005	1,078
0,704	0,993	0,973	1,013
0,993	0,990	0,919	1,066
0,179	0,998	0,973	1,024
0,602	1,044	0,998	1,091
0,206	0,998	0,974	1,022
0,926	1,001	0,987	1,014
0,828	0,995	0,943	1,049
0,789	0,994	0,971	1,018
0,777	1,003	0,992	1,015
0,407	1,004	0,996	1,012
0,671	1,070	0,947	1,210
0,087	1,001	0,989	1,014
0,921	0,996	0,974	1,019
0,144	1,012	1,001	1,022

meros años de operación de las tres centrales más antiguas, Vandellós I, José Cabrera y Garoña. Por ello, las dosis acumuladas en los municipios de estas instalaciones se sitúan en la parte más alta del rango; los municipios en el entorno de las centrales de Almaraz, Ascó y Trillo se ubican en la mitad del rango (de 0,01 a 10 microSv), y las estimaciones para Cofrentes en la franja más baja. Es de destacar que las dosis estimadas para los municipios del entorno de Vandellós se deben a los vertidos de Vandellós I y Vandellós II, lo que explica que sea esta zona la que muestra mayor heterogeneidad de dosis entre los municipios más y menos expuestos. En cuanto a las instalaciones del ciclo, los municipios en torno a Juzbado presentan dosis menores y no solapadas con los del resto de instalaciones.

La distribución espacial de la radiación artificial en el entorno de las instalaciones no es uniforme (isotrópica) y está muy condicionada por los accidentes geográficos, sobre todo por los ríos y también la costa en el caso de Vandellós.

En el conjunto de las instalaciones del ciclo del combustible los entornos de las instalaciones de Andújar, La Haba y Saélices El Chico son las zonas donde las estimaciones de dosis de radiación derivadas de las emisiones de efluentes dan valores más elevados, aunque las dosis acumuladas estimadas no han sobrepasado los 350 microSv, es decir, que han sido dosis irrelevantes. En el entorno de El Cabril y Juzbado apenas ha habido exposición.

En las tablas 2 y 3 se muestran los resultados para el análisis conjunto de las centrales nucleares e instalaciones del ciclo del combustible nuclear respectivamente. En estas tablas se relaciona la mortalidad por diferentes cánceres con las dosis estimadas de radiación artificial acumulada.

Las tablas muestran el número de defunciones incluidas en cada categoría de exposición y las razones de tasas de mortalidad para cada categoría comparada con la de la zona de referencia, además de dos pruebas estadísticas de tendencia. En la tabla 2 (centrales nucleares), en el análisis para ambos sexos de los tumores estudiados, no se observa ningún incremento de las razones de tasas de mortalidad con la dosis, tanto en el análisis de la dosis categorizada como en el de la dosis como variable continua, ya que todos los intervalos de confianza incluyen la unidad. Hay una excepción que es el cáncer de riñón. La prueba de tendencia es estadísticamente significativa, pero la forma en la que varía la razón de tasas de mortalidad (RR) con la categoría de dosis no es coherente con lo que cabría esperar de una relación dosis-respuesta. Lo que sí se observa es que en la catego-

ría de mayor exposición, la RR es más elevada. Todas las estimaciones están ajustadas por edad, radiación natural categorizada en cuartiles y variables socio demográficas.

En la tabla 3 (instalaciones del ciclo) se observa un incremento aparente de la mortalidad con la dosis de radiación estimada para los siguientes tumores: cáncer de pulmón y cáncer de huesos. Además, en estos tumores y en el caso de las leucemias, el análisis de la exposición como variable continua también es estadísticamente significativo. En cáncer de pulmón y huesos las razones de tasas (estimador puntual) para todos los intervalos de dosis son superiores a la unidad en el análisis conjunto para ambos sexos y en el análisis sólo para hombres, en el caso de las leucemias se da esa circunstancia sólo para mujeres. La asociación estadística entre dosis y mortalidad en el caso del cáncer de pulmón parece verse en hombres y en mujeres, mientras que para el cáncer de huesos y las leucemias esta asociación sólo adquiere significación estadística en mujeres. Los resultados del análisis conjunto parecen estar condicionados fundamentalmente por los resultados del entorno de la fábrica de uranio de Andújar.

#### 4. Discusión

Los resultados, tanto en el análisis conjunto de las zonas de influencia de las centrales nucleares como en el correspondiente a las instalaciones del ciclo, no muestran una consistencia que permita detectar un patrón de incremento de la mortalidad por cáncer asociado con la dosis. Por otro lado, en el estudio individualizado de cada instalación, tampoco se observan resultados que indiquen incrementos de dicha mortalidad, con algunas observaciones puntuales que no han podido ser atribuidas al efecto de las dosis generadas por el funcionamiento de estas instalaciones debido a que:

—En general, se trata de hallazgos aislados que no se repiten en el resto de instalaciones, por lo que no son consistentes.

—Las dosis estimadas en el entorno debidas al funcionamiento de cada instalación son muy bajas y similares a las de otras instalaciones en las que no se observan los mismos efectos.

—Algunas instalaciones del ciclo presentan situaciones de exposición que tienen características comunes con las que se producen en determinadas localizaciones debido a la radiación natural (isótopos, vías de transferencia, incorporación al organismo), siendo la magnitud de exposición a radiación natural varios órdenes de magnitud superior, no observándose ningún efecto asociado con ella en los análisis realizados.

—Estos resultados puntuales podrían atribuirse a otras formas de exposición ambiental, debidas a diferencias en los hábitos de vida, a la presencia de otras industrias y actividades, o al propio azar, que, teniendo en cuenta el gran número de comparaciones efectuadas, podría explicar por sí mismo un cierto número de asociaciones positivas (lo que podría explicar también algunas asociaciones estadísticas negativas, es decir, la observación de una disminución de la mortalidad al aumentar la dosis de radiación, hallazgo que se ha encontrado de manera puntual).

## Conclusiones

El estudio epidemiológico realizado en los entornos de las instalaciones nucleares y radiactivas del ciclo de combustible nuclear españolas ha analizado la mortalidad por cáncer y su posible relación con las dosis efectivas estimadas en la población, derivadas del funcionamiento de las instalaciones. También se ha estudiado la posible influencia de las dosis debidas a radiaciones de origen natural.

Como resultados más significativos se han encontrado:

1. El estudio muestra que, empleando métodos de estimación realistas, las dosis de radiación artificial acumulada en todo el periodo de estudio, que habría recibido la población como consecuencia del funcionamiento de las instalaciones, son muy reducidas. Los conocimientos actuales en radiobiología y en epidemiología no sugieren que esta exposición pueda relacionarse con una mayor mortalidad por cáncer en las poblaciones de su entorno.

2. En términos generales, el estudio de mortalidad por cáncer en el entorno de las centrales nucleares y de las instalaciones de ciclo del combustible nuclear no ha detectado resultados consistentes que muestren un efecto de incremento de la mortalidad por diferentes tipos de cáncer asociados con la dosis de radiación artificial recibida. Estos resultados son independientes de la radiación natural y de otras variables socio-demográficas controladas en el análisis.


En el estudio se han encontrado algunas relaciones dosis respuesta, limitadas a algún tipo de cáncer y en alguna de las instalaciones individuales. Estos resultados no parecen deberse a la exposición derivada del funcionamiento de las instalaciones, ya que dichos hallazgos no se reproducen en otras instalaciones del mismo tipo y con características de exposición similares. Teniendo en cuenta, además, las bajas dosis de radiación estimadas, su explicación habría que buscarla en otras posibles fuentes o formas adicionales de exposición ambiental o en el propio azar.

3. Los resultados referentes a la radiación natural valorados en su conjunto no muestran ninguna aportación relevante. No se observa un patrón de cambio de las tasas de mortalidad por cáncer en relación con la radiación natural en ninguno de los análisis realizados, ni en el entorno de las centrales e instalaciones del ciclo ni en el estudio específico de las zonas de alta y baja radiación natural.

## Agradecimiento

Nuestro agradecimiento a todos los expertos del ISCIII y del CSN sin cuyas aportaciones científicas no habría sido posible la realización del Estudio Epidemiológico, y a todos los miembros del Comité Consultivo por sus valiosos comentarios y orientaciones.

## Bibliografía

- [1] Cook-Mozaffari, P. *et al.*, 1989. "Geographical variation in mortality from leukaemia and other cancers in England and Wales in relation to proximity to nuclear installations, 1969-78". *Br J Cancer*, 59(3), 476-485.
- [2] Michaelis, J. *et al.*, 1992. "Incidence of childhood malignancies in the vicinity of west German nuclear power plants". *Cancer Causes Control*, 3(3), 255-263.
- [3] Hoffmann, W., Terschueren, C. & Richardson, D., 2007. "Childhood leukemia in the vicinity of the Geesthacht nuclear establishments near Hamburg, Germany". *Environ Health Perspect*, 115(6), 947-952.
- [4] Kaatsch, P. *et al.*, 2008. "Leukaemia in young children living in the vicinity of German nuclear power plants". *Int J Cancer*, 122(4), 721-726.
- [5] Bithell, J. *et al.*, 2008. "Childhood leukaemia near British nuclear installations: methodological issues and recent results". *Radiat. Prot. Dosimetry*, 132(2), 191-197.
- [6] Laurier, D., Hemon, D. & Clavel, J., 2008. "Childhood leukaemia incidence below the age of 5 years near French nuclear power plants". *J Radiol. Prot.*, 28(3), 401-403.
- [7] OIEA (2001). "Generic Models for Using in Assessing the Impact of Radioactive Substances to the Environment". *Safety Report Series n° 19*, IAEA, Vienna 2001.
- [8] UNSCEAR (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation) (2000). *Sources and Effects of Ionizing Radiation*, New York. 



**Información correspondiente al  
IV trimestre de 2009**

55	Instalaciones
----	---------------

64	Notificación de sucesos
----	-------------------------

65	Gestión de emergencias
----	------------------------

67	Acuerdos del Pleno
----	--------------------

## Instalaciones

### Centrales nucleares

#### Almaraz I y II

La unidad I se mantuvo operando al 100% de potencia hasta el día 26 de octubre, momento en que se inició la reducción gradual de potencia para la vigésima parada de recarga de combustible, que se inició el 2 de noviembre. Durante este periodo se procedió a la descarga y carga del núcleo del reactor, que ha quedado configurado por 64 elementos nuevos, cinco reutilizados de ciclos anteriores y 88 procedentes del pasado ciclo. También se realizaron otras actividades previstas como el proyecto WOL (recargue preventivo de las soldaduras de las toberas del presionador); modificación de las válvulas de seguridad del presionador y línea de drenaje; aumento de capacidad

a las válvulas de alivio del sistema de extracción de calor residual; mejora de medida de nivel en la cavidad del reactor; nueva unidad de refrigeración de agua de las bobinas del alternador; nueva unidad de aceite de cierres del alternador; sustitución del alternador y la excitatriz; sustitución de la turbina de alta presión; nueva unidad de refrigeración de las barras de fase aislada; cambio de motores y bombas de condensado y de drenajes de calentadores; modificación del control de drenajes de calentadores; sustitución de varios actuadores de válvulas motorizadas; inspección visual a penetraciones del fondo de la vasija y toberas del primario (las tres ramas calientes y las ramas frías de los lazos 1 y 2); limpieza química y de lodos en los tres generadores de vapor; inspección por corrientes inducidas a los tres generadores de vapor, no siendo necesario taponar ningún tubo;



Central nuclear de Almaraz.



Planta de tratamiento de aguas de la central nuclear de Ascó.

revisión de sellos de la bomba de refrigeración del reactor RCP-2; sustitución de la alimentación eléctrica del motor de la RCP-3 desde la penetración eléctrica a la caja de bornas por preventivo y sustitución de la fase “R” de los transformadores principales por la de reserva.

Tras finalizar las actividades de recarga y mantenimiento se inició la secuencia de arranque y se alcanzó modo 5 (parada fría) el día 4 de diciembre y modo 4 (parada caliente) el día 10. Tras la aprobación de la nueva potencia térmica de 2.947 MWt por parte del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, el día 18 de diciembre, se procedió al calentamiento hasta presión y temperatura nominales, alcanzándose modo 3 (disponible caliente) y detectándose en dicho nivel anomalías en válvulas de retención del acumulador 1 y de seguridad del presionador, por lo que se procedió a llevar la unidad I a parada fría para proceder a solventarlas. El día 22 se alcanzó modo 5, tras lo que se iniciaron los trabajos de reparación de dichas válvulas hasta la finalización del mes.

La unidad II se mantuvo operando al 100% potencia con las siguientes excepciones: entre los días 2 y 5 de octubre se redujo la potencia hasta 650 MWe, para la reparación de una anomalía en la turbobomba de agua de alimentación FW2-PP-01B.

El día 9 de noviembre se produjo la parada automática del reactor por una anomalía en la excitatriz del generador. Reparada la anomalía, el reactor se hizo nuevamente crítico el día 13 y se acopló a la

red el 14, iniciándose la subida escalonada de potencia y alcanzando el 100% el día 16.

El día 28 de noviembre se efectuó una reducción programada de potencia hasta el 85% (830 MWe), por la necesidad de parar la bomba “B” de agua de circulación, para modificación del recorrido de cables, por interferencia con las modificaciones para el aumento de potencia de la unidad I. Solucionada dicha interferencia se arrancó nuevamente la bomba “B” de agua de circulación y el día 29 se inició la subida de potencia, alcanzando el 100% el día 30.

El 9 de diciembre se produjo la parada de la bomba de drenaje de calentadores HD2-PP-01B, por lo que se procedió a la bajada de carga en la turbina para la estabilización de parámetros en 932 MWe. Tras la sustitución del motor se llevó la unidad hasta plena potencia, alcanzando el 100% el día 14 y continuando en dicho nivel hasta la finalización del mes.

El día 8 de octubre se llevó a cabo el simulacro anual de emergencia y el día 22 de octubre el de incendio.

El Consejo realizó durante este período de tiempo un total de 13 inspecciones

## Ascó I y II

La unidad I de la central tuvo durante el trimestre los siguientes sucesos, todos ellos clasificados como nivel 0 en la Escala Internacional de Sucesos Nucleares (INES):

El 10 de octubre hubo un incumplimiento de la ronda horaria de la vigilancia contra incendios como acción asociada a la Condición Límite de Operación 3.7.12 “Barreras resistentes al fuego” de las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento. El bombero de turno comunicó a la sala de control que no se estaban llevando a cabo las rondas horarias de vigilancia contra incendios en la cota 29 del edificio de auxiliares desde el día 8 de octubre al haber interpretado erróneamente que la finalización de los trabajos que en esta zona se habían estado llevando a cabo eximían de su realización. Se procederá a hacer un análisis causa-raíz del fallo de comunicación o interpretación que dio lugar al suceso.

El 17 de octubre se produjo una parada no programada por inoperabilidad del generador diesel “A”. Tras recibir una carta del fabricante (Wärtsilä) informando de la posibilidad de que algunos de los

cojinetes de biela instalados en los motores del generador fueran defectuosos, pudiendo acabar provocando el agarrotamiento del eje del motor, se decidió sustituirlos de forma preventiva con el fin de garantizar su operabilidad. Para proceder a la sustitución de los cojinetes se declaró inoperable dicho generador, comportando la entrada en la acción b)4, asociada a la CLO 3.8.1.1 de las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento. Al no poder restablecer el generador inoperable al estado operable en el plazo de 72 horas, se inició la parada de la unidad.

El 5 de noviembre, durante el proceso de subida de potencia hasta el valor nominal, estando la planta al 91% de potencia nuclear, se superó el margen existente para la diferencia de flujo axial durante 7 minutos. Se ajustó la posición de las barras de control para restablecer las condiciones de operación dentro de la banda de maniobra. La causa directa del suceso fue la no realización de las maniobras requeridas por los procedimientos, en la secuencia y en los tiempos adecuados. Se realizará un análisis de causa-raíz del suceso para tomar las acciones oportunas a fin de evitar la recurrencia del suceso.

El 18 de noviembre se produjo una parada automática del reactor por señal de muy bajo nivel en el generador de vapor "A", debido a un fallo en el sistema mecánico de regulación de velocidad de la turbobomba de agua de alimentación "B", el cual provocó una rápida reducción de la velocidad de giro de dicha turbobomba y la consecuente disminución de nivel en el generador de vapor "A". La causa del suceso fue que uno de los cojinetes de rótula del sistema de regulación de velocidad de la turbobomba se encontraba fuera de su alojamiento, como consecuencia de una fijación defectuosa del mismo durante su sustitución en la decimonovena recarga, en noviembre de 2007, dentro de la revisión preventiva de las dos turbobombas de agua de alimentación principal. Se sustituyó el cojinete, su soporte y brazo de accionamiento y se inspeccionaron los cojinetes de rótula, con resultado satisfactorio. Se instalará un sistema mecánico que impida la salida del cojinete de su alojamiento.

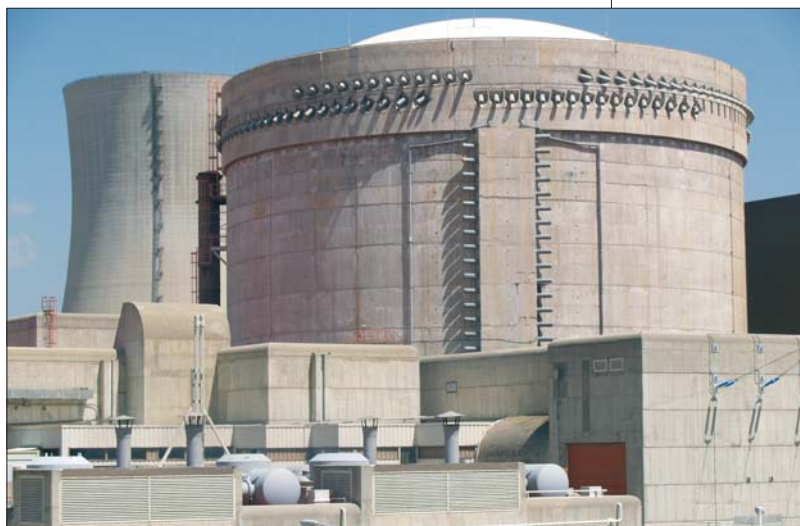
El 15 de diciembre se registró un incumplimiento de la ronda horaria de vigilancia contra incendios, como acción asociada a la Condición Límite de

Operación 3.7.12 "Barreras resistentes al fuego" de las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento. La causa del suceso fue que la hoja de control de vigilancia de fuego situada en la sala de embidonado del edificio auxiliar no fue cumplimentada por el vigilante contra incendios entre las 21:00 y las 22:00 horas, al no llevar consigo la hoja de chequeo de itinerario que les permite comprobar la realización de todas las rondas. Se realizarán sesiones formativas a los vigilantes contra incendios para mejorar las expectativas de cumplimiento de su trabajo.

La unidad II de la central tuvo durante el cuarto trimestre de 2009 los siguientes sucesos, todos ellos clasificados como nivel 0 en la Escala Internacional de Sucesos Nucleares (INES):

El 14 de octubre se produjo una parada no programada por inoperabilidad de los dos generadores diesel. Tras recibir una carta del fabricante (Wärtsilä) informando de la posibilidad de que algunos de los cojinetes de biela instalados en los motores de dichos generadores fueran defectuosos, pudiendo acabar provocando el agarrotamiento del eje del motor, se decidió sustituirlos de forma preventiva con el fin de garantizar su operabilidad. Para proceder a la sustitución de los cojinetes se declararon inoperables los generadores, comportando la entrada en la acción "e)" asociada a la CLO 3.8.1.1 de las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento. Al no poder restablecer uno de los generadores diesel inoperables al estado operable en el plazo de dos horas, se inició la parada de la unidad.

Central nuclear de Ascó.





El Consejo acordó informar favorablemente la revisión de las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento nº 94 de la central nuclear Ascó II. Esta revisión fue aprobada por la Dirección General de Política Energética y Minas de 12 de noviembre. También acordó informar favorablemente la prórroga de la autorización sobre protección física de los materiales nucleares, en el marco del Real Decreto 158/1995. Esta prórroga fue concedida por la Dirección General de Política Energética y Minas el 10 de diciembre. Por último, el Consejo acordó informar favorablemente la revisión de las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento nº 96 de la unidad I y nº 95 de la unidad II. Estas revisiones fueron aprobadas por la Dirección General de Política Energética y Minas el 28 de diciembre.

El Consejo de Seguridad Nuclear ha realizado 12 inspecciones durante este periodo.

### Cofrentes

El trimestre se inició con la planta parada por las actividades del periodo de la decimoséptima recarga. El día 16 de octubre el reactor se hizo crítico y se iniciaron las pruebas de arranque del nuevo ciclo, que incluían las pruebas del nuevo sistema de control de la turbina instalado durante la recarga. El trimestre finalizó con la planta operando a la máxima potencia térmica autorizada.

El día 25 de octubre, estando la central en proceso de arranque y funcionando alrededor del 97% de su potencia térmica autorizada, se produjo la apertura inesperada de una válvula de alivio y seguridad lo que llevó a la bajada de carga hasta valores del 68%, lo que dio lugar a una notificación al CSN que fue clasificada como nivel 0 en la Escala INES. El suceso se produjo por actuación de la solenoide sin actuación de señal manual o automática de iniciación y con una presión en la vasija del reactor por debajo de los tarados de presión a los que está ajustada dicha válvula. El día 28 de octubre se continuó con el proceso de arranque, alcanzando el día 29 el 100% de la potencia térmica autorizada. A lo largo de este periodo se han producido varias bajadas de carga para reestructurar las barras de control.

Durante este periodo, el Pleno del Consejo de Seguridad Nuclear informó favorablemente la solicitud de autorización para las maniobras de re-

cuperación del subelemento combustible, que permanecía caído dentro de la piscina de almacenamiento de elementos combustibles desde su desprendimiento de la herramienta de manejo el día 22 de septiembre de 2009. Una vez autorizada la maniobra de recuperación del elemento ésta se llevó a cabo los días 11 y 12 de noviembre. También se informó favorablemente la prórroga de la autorización sobre protección física de materiales nucleares (Real Decreto 158/1995).

El Consejo de Seguridad Nuclear ha realizado siete inspecciones durante este periodo. Una de ellas consistió en la asistencia a las maniobras de recuperación del subelemento combustible caído.

### Santa María de Garoña

Durante este periodo, la central operó a la potencia térmica nominal, excepto varias reducciones de potencia hasta un máximo del 65 % para realizar pruebas de las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento y el ajuste del modelo de barras de control.

El Consejo de Seguridad Nuclear emitió al Ministerio de Industria Turismo y Comercio informes previos relativos a los temas siguientes: modificación de la autorización para la desclasificación de aceites usados en la central; aprobación de la revisión 23 de las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento Mejoradas y aprobación de la revisión 21 de las Bases de las mismas; prórroga de la autorización para el ejercicio de actividades de importación, exportación, manipulación, procesado, almacenamiento y transporte de materiales nucleares, en el marco del Real Decreto 158/1995, sobre protección física de los materiales nucleares.

Asimismo, el Consejo apreció favorablemente el establecimiento al titular de la central de las Instrucciones Técnicas Complementarias asociadas a la concesión de la vigente Autorización de Explotación (Orden Ministerial de 3 de julio de 2009 del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio).

El titular no ha comunicado al CSN ningún suceso notificable.

El Consejo de Seguridad Nuclear ha realizado nueve inspecciones a la central durante este periodo, una de ellas de licenciamiento.

## José Cabrera

En el cuarto trimestre de 2009 la central permaneció parada y desacoplada, tal y como estaba previsto desde el cese definitivo de la actividad el pasado 20 de abril de 2006. Durante este período se ha continuado con el plan de mantenimiento estipulado para garantizar las condiciones de seguridad del combustible, no produciéndose ningún suceso notificable.

Todo el combustible se encuentra almacenado en 12 contenedores de almacenamiento de elementos combustibles gastados, modelo HI-STORM en el almacén temporal individualizado, cuya puesta en marcha fue autorizada el 12 de marzo de 2008.

Con fecha 22 de octubre el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio aprobó el cambio de titularidad de la central nuclear José Cabrera, que ostentaba Unión Fenosa Generación, S.A., a favor de la empresa Gas Natural SDG, S. A.

El 12 de noviembre el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio autorizó al titular de la central nuclear José Cabrera a la desclasificación de aceites usados para su tratamiento de manera convencional.

Con fecha 10 de diciembre el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio autorizó la prórroga de la autorización para el ejercicio de actividades de importación, exportación, manipulación, procesado, almacenamiento y transporte de materiales nucleares, en el marco del Real Decreto 158/1995, sobre protección física de los materiales nucleares.

Además, el 4 de noviembre el Consejo de Seguridad Nuclear informó favorablemente la autorización de desmantelamiento y cambio de titularidad de la instalación a favor de Enresa. Este informe es necesario para obtener la autorización del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Se espera que dicha autorización se conceda en el primer trimestre de 2010.

El Consejo de Seguridad Nuclear ha realizado dos inspecciones a la central durante este periodo.

## Trillo

Durante estos meses la planta ha estado funcionando en torno al 94% de potencia térmica nominal para evitar, en la medida de lo posible, las actuaciones del sistema de limitaciones provocadas por la existen-



cia de ruido neutrónico en el reactor. La actuación no es real pero está creando dificultades operativas por lo que el titular ha solicitado una exención al cumplimiento de dos cláusulas de las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento, que lleva asociada un cambio temporal en el sistema de limitaciones hasta el inicio de la próxima recarga previsto para abril de 2010. Esta exención se está evaluando en el Consejo de Seguridad Nuclear.

En este periodo no se han detectado otras incidencias operativas relevantes, ni incidentes notificables.

El CSN ha apreciado favorablemente el proyecto de desclasificación de aceites usados, el cambio de titularidad motivado por la compra de Unión Fenosa por parte de Gas Natural y la prórroga del Real Decreto de protección física de materiales.

Por último, el CSN ha acordado apercibir a Trillo por incumplimiento de la Instrucción del Consejo IS-11 sobre formación de personal con licencia, al no realizarse un seguimiento individual del grado de aprovechamiento de la formación, y por incumplimiento de la Instrucción del Consejo IS-10 sobre notificación de incidentes, al no notificar la inoperabilidad de las barreras contra incendios cuando se descubrió que no estaba demostrada la cualificación de resistencia al fuego de rango de tres horas de alguna de ellas.

Torres de refrigeración de la central nuclear de Trillo.

## Vandellós II

Al comienzo del mes de octubre la central se encontraba en el modo 3 de operación –disponible caliente con reactor subcrítico–, en proceso de subida de potencia tras la parada por intervención en el transformador principal llevada a cabo a finales del mes de septiembre. El día 4 del mismo mes se alcanzó el régimen de funcionamiento a plena potencia, y así permaneció hasta el día 3 de diciembre, en que se realizó una parada programada para intervenir en la refrigeración de un componente interno de una bomba de refrigerante del reactor. Tras la parada se volvió a establecer el régimen de funcionamiento al 100% de potencia nominal de forma estable.



Entrada al Centro Medioambiental de Saelices el Chico.

El día 10 de noviembre se realizó el simulacro anual de emergencia interior de la central.

El Consejo de Seguridad Nuclear ha realizado quince inspecciones a la central durante este periodo, dos de ellas dedicadas a los planes de gestión de la Seguridad PAMGS y Procura.

## Instalaciones del ciclo y en desmantelamiento

### Ciemat

Las actividades del Programa Integrado de Mejora de las Instalaciones del Ciemat (PIMIC) continuaron ejecutándose durante el trimestre. Entre las tareas rela-

tivas al PIMIC-Desmantelamiento ya realizadas destaca la demolición de los depósitos enterrados que prestaban servicio al reactor nuclear JEN-1 y servían como almacenamiento redundante adicional para el agua de la piscina de dicho reactor. Una vez finalizadas las tareas de caracterización radiológica del hueco generado se ha iniciado el relleno de la cavidad existente. Se ha finalizado asimismo la demolición del bloque y de la estructura de la piscina del reactor.

Las próximas actividades del proyecto PIMIC continuarán centrándose en la restauración de diversas zonas del terreno de la instalación que presentan alguna afectación radiológica originada por las antiguas actividades llevadas a cabo en el centro (zonas denominadas Lenteja y Montecillo).

En cuanto al PIMIC-Rehabilitación, han continuado las tareas de rehabilitación del edificio de la IN-04 (celdas calientes metalúrgicas). Se ha procedido ya a la caracterización radiológica de la denominada celda base.

El Consejo de Seguridad Nuclear ha apreciado favorablemente la solicitud de prórroga de la autorización para la manipulación y el almacenamiento de sustancias nucleares, así como las modificaciones de tres instalaciones radiactivas operativas: IR-04 (Laboratorio de Efectos Biológicos de las Radiaciones), IR-09 (Laboratorios Metalúrgicos) y la IR-08 (Laboratorio de Radioisótopos).

El Consejo de Seguridad Nuclear ha realizado tres inspecciones durante este periodo, una de ellas al sistema de vigilancia y control de efluentes del centro y las otras dos a sendas instalaciones radiactivas operativas.

### Fábrica de Uranio de Andújar

La instalación sigue bajo control, sin observarse incidencias significativas.

### Centro Medioambiental de Saelices el Chico (Salamanca)

Las actividades de la Planta Quercus se mantienen sin incidencias, de acuerdo con lo establecido en sus documentos oficiales actualmente en vigor. Durante el cuarto trimestre de 2009, el CSN ha continuado evaluando las propuestas de revisión de los documentos oficiales presentados por Enusa en cumplimiento de la condición 4 del anexo de la resolución de 15 de julio de 2008, por la que el Ministerio de Indus-



tria, Turismo y Comercio concedió la suspensión temporal por dos años del proceso de licenciamiento del desmantelamiento de la planta de fabricación de concentrados de uranio. En este trimestre el CSN ha informado favorablemente la revisión 8 del documento Verificación de la instalación-especificaciones de funcionamiento y la revisión 7 del plan de emergencia interior.

Se han realizado dos inspecciones a la instalación con objeto de realizar un seguimiento del estado de los proyectos.

Asimismo, prosiguen sin incidencias las actividades asociadas al programa de vigilancia y control de las aguas subterráneas y de la estabilidad de estructuras de la planta Elefante anexa a la planta Quercus.

En cuanto al emplazamiento minero del centro, prosigue la evaluación de la documentación final de obra elaborada por Enusa según requiere la autorización del proyecto de restauración otorgada en su día por la Junta de Castilla y León. Dicha documentación, junto con la propuesta de programa de vigilancia y mantenimiento del emplazamiento restaurado, deberán contar con la apreciación favorable del CSN antes de iniciarse el denominado periodo de cumplimiento de la zona restaurada, estimado inicialmente en tres años y que tiene por objeto verificar la idoneidad de las obras efectuadas en la zona restaurada, antes de dar por finalizado el proceso.

### Otras instalaciones mineras

En octubre de 2009 se visitaron varias reservas de uranio en Salamanca en las que la empresa Berkeley Minera España, S.A. está realizando investigaciones mineras. En todos los permisos de investigación concedidos se insta al cumplimiento de los requisitos de protección radiológica que tienen como fin asegurar una adecuada protección de los trabajadores, el público y el medio ambiente frente a la exposición a las radiaciones ionizantes. Dichos requisitos están referidos a las actividades iniciales, los niveles de desclasificación de materiales, el estudio del impacto radiológico producido, la protección radiológica de los trabajadores, la gestión de los materiales residuales, los ensayos de beneficio y estudios de viabilidad, la restauración de áreas afectadas, y los informes periódicos a remitir al CSN.

Se visitó asimismo la nave de almacenamiento y manipulación de materiales de Ciudad Rodrigo,

de Berkeley Minera España, S.A. En esta instalación se van a almacenar los testigos con mineralización de uranio procedentes de los sondeos y en la misma se procederá a su corte y trituración para la preparación de muestras destinadas a ensayos de laboratorio. Berkeley ha solicitado que esta instalación sea dada de alta como instalación radiactiva de segunda categoría.

### Centro de almacenamiento de residuos radiactivos de El Cabril (Córdoba)

La instalación sigue bajo control, sin observarse incidencias significativas. Se han realizado las operaciones habituales del centro para la gestión de residuos de baja y media y de muy baja actividad.

Durante este periodo se ha informado favorablemente la solicitud de prórroga de la autorización para el ejercicio de actividades de manipulación, procesado, almacenamiento y transporte de materiales nucleares.

Se han realizado cinco inspecciones a la instalación, dedicadas a protección radiológica operacional, sistemas de tratamiento de residuos, protección contra incendios del centro, caracterización hidrológica del emplazamiento y almacenamientos temporales de residuos radiactivos que tiene el centro. Se ha mantenido una reunión técnica de trabajo sobre el tema de la recogida de agua en las celdas de almacenamiento de la Plataforma Norte.

El titular ha presentado un informe detallado sobre el desarrollo del programa especial de vigi-

Camión de transporte de residuos radiactivos en El Cabril.



lancia radiológica y sus resultados, así como una propuesta de revisión 3 del Plan de Protección Física del centro.

### Vandellós I

La instalación sigue bajo control, sin observarse incidencias significativas. En el periodo se ha realizado una inspección en las oficinas de Enresa para auditar los resultados provisionales de la campaña de caracterización del cajón del reactor recientemente finalizada.

### Fabrica de combustible de Juzbado

La instalación ha funcionado con normalidad durante el trimestre, suspendió sus actividades productivas desde el día 24 al 31 de diciembre, como consecuencia del periodo vacacional, pasando a estar en modo de operación 2, durante el mismo.

Con fecha 10 de diciembre de 2009, la Dirección General de Política Energética y Minas del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio concedió a Enusa la prórroga de la autorización para el ejercicio de actividades de importación, exportación, manipulación, procesado, almacenamiento y transporte de materiales nucleares de la fábrica de combustibles de Juzbado, en el marco del Real Decreto 158/1995, sobre protección física de los materiales nucleares, que había sido apreciada favorablemente por el Consejo de Seguridad Nuclear el 25 de noviembre de 2009. Se continúa el proceso de evaluación del Análisis Integrado de Seguridad de la instalación.

Como consecuencia del suceso notificable ocurrido el pasado 14 de mayo, el titular continúa la revisión sistemática y en profundidad de todos los sistemas de seguridad de la instalación regulados por las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento, concretada en un programa sistemático de revisión que se extenderá hasta el primer trimestre de 2011

El día 2 de octubre se realizó el preceptivo simulacro anual, conforme a los requerimientos establecidos en su Plan de Emergencia y con la participación de la Organización de Respuesta ante Emergencias del CSN. El ejercicio simuló el derrame accidental de un bidón de aceite en la zona de tratamiento de residuos, en el interior del área cerámica de la nave de fabricación. El derrame junto con la acumulación de material fisionable dió lugar a un aumento en los niveles de radiación en la zona de residuos sin emisión al exterior.

Durante este periodo el titular no ha notificado ningún suceso.

Se han realizado tres inspecciones a la instalación durante el periodo: sobre seguridad frente a criticidad, comprobaciones sobre actividades de mantenimiento de la operatividad del Plan de Emergencia y asistencia al simulacro anual, protección contra incendios y operaciones de la planta. Además se ha realizado una inspección sobre las acciones realizadas a raíz del suceso notificable ocurrido el 14 de mayo.

## Instalaciones radiactivas

### Resoluciones adoptadas sobre instalaciones radiactivas con fines científicos, médicos, agrícolas, comerciales o industriales y actividades conexas

Entre el 1 de septiembre y el 30 de noviembre de 2009 el CSN ha realizado siguientes actuaciones relativas a instalaciones radiactivas con fines científicos, médicos, agrícolas, comerciales o industriales y actividades conexas: 13 informes para autorizaciones de funcionamiento de nuevas instalaciones; 40 informes para autorizaciones de modificación de instalaciones previamente autorizadas y 15 informes para declaración de clausura; cuatro informes para la autorización de retirada de material radiactivo; ocho informes para autorizaciones de empresas de venta y asistencia técnica de

Central nuclear  
Vandellós I.





Vista aérea del exterior de la fábrica de combustible de Juzbado.

equipos de rayos x para radiodiagnóstico médico; siete informes para autorización de otras actividades reguladas; seis informes de aprobación de tipo de aparatos radiactivos, y 11 homologaciones de cursos de formación para la obtención de licencias o acreditaciones de personal.

#### **Acciones coercitivas adoptadas sobre instalaciones radiactivas con fines científicos, médicos, agrícolas, comerciales o industriales y actividades conexas**

Entre el 1 de septiembre y el 30 de noviembre de 2009 el CSN ha remitido 22 apercibimientos a instalaciones radiactivas y actividades conexas; de ellos 15 se han dirigido a instalaciones industriales, tres a instalaciones médicas, uno a una instalación de investigación y docencia, dos a instalaciones de rayos X de radiodiagnóstico médico y uno a otras actividades reguladas según el artículo 74 del Reglamento de Instalaciones Nucleares y Radiactivas.

Asimismo, el CSN ha propuesto la apertura de expediente sancionador a una instalación radiactiva industrial.

## **Seguridad física**

### **Reglamentación y normativa**

Durante el período informado, el CSN ha continuado colaborando con el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio en la redacción y preparación del Proyecto de Real Decreto sobre Protección Física de Materiales Nucleares, Instalaciones Nucleares y Fuentes Radiactivas de alta intensidad. El CSN, a solicitud de la Secretaria General Técnica del

MITYC, ha informado el proyecto, encontrando aconsejable su revisión para compatibilizar de mejor manera su integración con la reglamentación y normativa existente sobre seguridad tecnológica de las fuentes radiactivas de alta intensidad.

### **Relaciones Institucionales**

El CSN ha continuado colaborado con el Ministerio del Interior, el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, el Ministerio de Asuntos Exteriores, el Ministerio de Fomento y la Agencia Estatal de la Administración Tributaria en diferentes reuniones que tuvieron por objetivo la elaboración de un protocolo de actuación en caso de detección de tráfico ilícito o movimiento inadvertido de material radiactivo en puertos de interés del Estado.

El CSN ha colaborado con diferentes departamentos ministeriales del Gobierno de España en la preparación de la Cumbre Internacional sobre Seguridad Física Nuclear.

Por otra parte, se ha celebrado, con la colaboración del Ministerio de Defensa, la Jornada de Información a Altos Cargos del Consejo de Seguridad Nuclear sobre medidas de protección de información clasificada.

### **Relaciones Internacionales**

En el cuarto trimestre del año, se han incluido sesiones específicas sobre protección física de fuentes radiactivas peligrosas dentro de los encuentros bilaterales que se mantienen con el IRSN francés, la ASN francesa y la NRC de los Estados Unidos.

Además, técnicos del CSN han continuado participando en los trabajos de redacción y elaboración





de recomendaciones del OIEA sobre protección física de instalaciones y materiales nucleares. También han ejercido como instructores en diferentes actividades para la cualificación y entrenamiento de personal de autoridades reguladoras de países norteafricanos, y han participado en el Curso de Inspección de Sistemas de Seguridad Física de instalaciones nucleares, organizado por el OIEA y celebrado en Obninsk (Rusia).

## Notificación de sucesos

---

### Incidentes en instalaciones nucleares

---

Durante este periodo se han recibido en la Sala de Emergencias del CSN (Salem) nueve informes de suceso notificable en una hora y 16 informes de suceso notificable en 24 horas; de éstos, nueve corresponden a ampliación de la información enviada en los correspondientes sucesos de una hora.

### Incidentes radiológicos

---

El día 9 de octubre se recibió una notificación de la instalación radiactiva IRA 2253/1 (Compañía Española de Aceros Laminados S.L.) situada en Castellbisbal (Barcelona). El suceso, sin consecuencias radiológicas, consistió en la imposibilidad de extracción

de una fuente de Co-60 (1,81 mCi), utilizada para el control de nivel de acero en lingoteras de colada continua, de un portalingotera.

El día 14 de octubre se recibió una notificación de la instalación radiactiva IRA 1709, informando sobre el fallo en la retracción de la fuente de Ir-192 de 19 Ci de un gammágrafo industrial de la empresa Servicontrol, en la refinería de Repsol de Cartagena. La fuente se recogió manualmente sin más contratiempos. El operador recibió una dosis de 0,967 mSv, dosis muy por debajo de los límites establecidos para el personal expuesto.

El día 20 de octubre se recibió un informe sobre el incendio, sin consecuencias radiológicas, ocurrido el 24 de septiembre en la instalación radiactiva IRA 2529 en Sauleda S.A., Berga (Barcelona).

El día 21 de octubre se recibió una llamada de la empresa transportista National Express comunicando un accidente, en el municipio de Villafranca de los Barros (Badajoz), de un vehículo que transportaba material radiactivo de uso médico. El vehículo sufrió daños en la carrocería, no hubo daños personales ni en los bultos, siendo éstos traspasados a un vehículo de sustitución y continuando después con el reparto.

El día 5 de noviembre un inspector del Cuerpo Nacional de Policía notificó a la Salem el hallazgo, en una caseta de obra en Málaga, de una cabeza de proyectil que contenía, presuntamente, uranio empobrecido. Ésta se encontraba en el interior de una caja que también contenía diverso material explosivo (granadas, una espoleta, ...). Fue retirada a dependencias policiales hasta que el Ejército se encargó de la misma.

El día 6 de noviembre se recibió una llamada del jefe de servicio de *handling* de Fligth Care Cargo en el aeropuerto de Barajas, comunicando la pérdida de un bulto con material radiofarmacéutico de aplicación médica. Al día siguiente, Fligth Care Cargo comunicó por correo electrónico la aparición del bulto.

El día 10 de noviembre, mientras se estaba llevando a cabo el simulacro anual del Plan de Emergencia interior de la central nuclear de Vandellós, se produjo un incendio en la estación de La Almadraba, a 5 km de la central. El simulacro se interrumpió durante 25 minutos hasta que el incendio fue controlado.

El día 17 de noviembre se recibió un fax de la empresa Elcogas, ubicada en Puertollano (Ciudad Real),

comunicando un suceso radiológico en la instalación radiactiva IRA 2277, consistente en el fallo en la retracción de las fuentes de Co-60 a la posición segura dentro del contenedor diseñado para tal efecto. La exposición recibida por el operario durante el proceso de desmontaje fue de 2 microSievert, medida en el dosímetro personal de lectura directa, y de 4,82 microSievert durante el proceso de retirada de las fuentes al contenedor provisional.

El día 1 de diciembre se recibió una llamada en la Salem de un agente del Seprona de Guadix informando de la localización, en una finca, de un aparato quirúrgico de rayos X. Se desplazó al lugar personal de la UTPR Lainsa, para realizar una inspección del almacén, donde se identificó además del equipo de rayos X (arco quirúrgico) diversos equipos y material médico. Se realizaron medidas radiológicas y de contaminación obteniéndose valores de fondo.

El día 17 de diciembre el servicio de Protección Civil de Canarias comunicó a la Salem el robo, en la Universidad de las Palmas de Gran Canaria, de tres fuentes radiactivas exentas.

El día 24 de diciembre se recibió una llamada de Enresa comunicando la notificación de la Aduana de Algeciras sobre una alarma en un pórtico al paso de un contenedor, que quedó inmovilizado hasta ser inspeccionado por la UTPR Lainsa. Se detectó un equipo CPN modelo MC3, (medidor de humedad y densidad de suelos), con dos fuentes de Cs-137 de 10 mCi y Am-241/Be de 50 mCi, que fue retirado el día 29 de diciembre por la empresa propietaria del equipo.

sibles de la corriente de alimentación de la válvula, momento en que se consideró finalizada la situación de prealerta. La central procedió a la bajada de carga desde el 107% hasta el 77%, así como al arranque de los dos trenes del RHR en modo enfriamiento de la piscina de supresión.

Desde la Salem se activó parcialmente el retén de emergencia y se notificó el suceso a la Delegación del Gobierno en Valencia. También se emitió una nota de prensa informativa.

## Planes de emergencia

El día 5 de octubre de 2009 se celebró la reunión anual entre el CSN y los delegados y subdelegados del Gobierno en cuyos territorios se asientan las centrales nucleares españolas, en la que fundamentalmente se analizó la realización de ejercicios y simulacros, la formación y dosimetría de actuantes y el apoyo de los parques de bomberos a las brigadas de protección contra incendios de las centrales.

El 10 de noviembre se publicó en el BOE la Resolución del 20 de octubre 2009 de la Subsecretaría del Ministerio del Interior, por la que se aprueban los planes directores de emergencia nuclear de las centrales nucleares de Santa María de Garoña (Penbu), Almaraz (Penca), José Cabrera y Trillo (Pengua), Ascó y Vandellós II (Penta) y Cofrentes (Penva), que se adaptan al Real Decreto 1428/2009 de 11 de septiembre por el que se modifica el RD1546/2004, de 25 de junio, por el que se aprueba el Plan Básico de

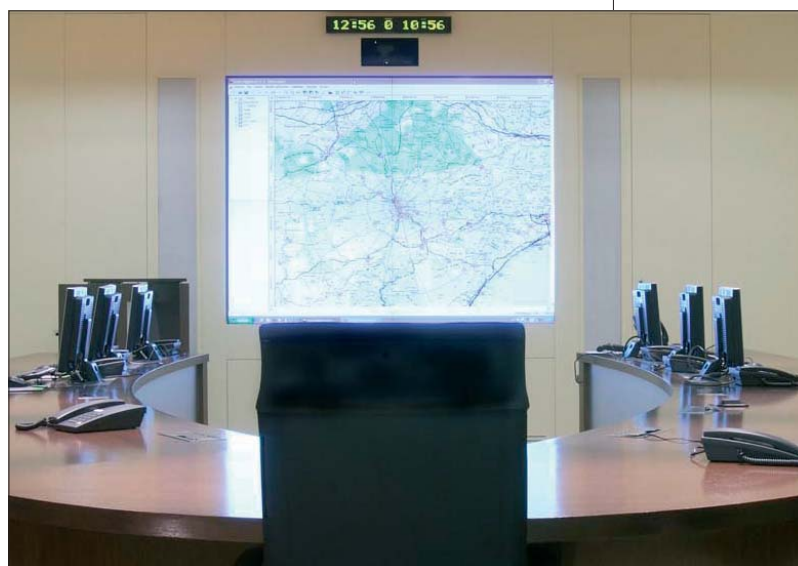
Sala  
de dirección  
de la Salem.

## Gestión de emergencias

### Activación ORE

Durante este periodo se ha activado la Organización de Respuesta ante Emergencias (ORE) del CSN en una ocasión como consecuencia de la declaración de prealerta de emergencia en la central nuclear de Cofrentes, el día 25 de octubre.

El titular notificó a la Salem la activación de su Plan de Emergencia Interior en prealerta de emergencia debido a la apertura, a las 12:12 horas, de una válvula de alivio (SRV), consiguiendo su cierre a las 12:17 horas mediante la inhibición de los fu-



Emergencia Nuclear. Estos planes fueron informados favorablemente por El Pleno del CSN.

El día 24 de noviembre se constituyó el Grupo de Trabajo Unesa-DGPCE-CSN con objeto de materializar la colaboración de los titulares de las centrales nucleares en la implantación de los planes exteriores de emergencia nuclear.

El día 3 de diciembre la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante Riesgos Radiológicos superó el trámite de la Comisión Nacional de Protección Civil.

## Preparación ante emergencias

Durante el trimestre, el CSN ha participado en los simulacros anuales preceptivos de los Planes de Emergencia Interior (PEI) de las centrales nucleares de Almaraz y Vandellós II y de la fábrica de elementos combustibles de Juzbado. Los simulacros se realizaron con un escenario secuencial de supuestos previamente desconocido, tanto para los actuantes de las instalaciones como del propio CSN, existiendo en ambas partes controladores para verificar que los simulacros se desarrollaban según lo previsto.

Los simulacros fueron presenciados *in situ* por inspectores del CSN y se activó la Organización de Respuesta ante Emergencias, con el personal necesario para afrontar dichas situaciones simuladas. En el caso de las centrales nucleares se activaron asimismo el Centro de Apoyo Técnico (CAT) y el Centro de Coordinación Operativa (Cecop) del correspondiente Plan de Emergencia Nuclear Exterior (Penca y Penta).

Asimismo, el CSN ha participado activamente en el ejercicio de interoperabilidad de medios de telecomunicación y sistemas de información en emergencias (EPCISUME09) organizado del 9 al 12 de noviembre por la Unidad Militar de Emergencias, desde su Cuartel General de Torrejón de Ardoz. Este ejercicio práctico tuvo por finalidad incrementar el mutuo conocimiento tecnológico de los sistemas de los diferentes organismos del ámbito de las emergencias en España.

En cuanto a ejercicios internacionales, el CSN ha participado en el Ejercicio CONVEX 2A del OIEA sobre comunicaciones y en dos Ejercicios ECURIE de la Unión Europea, uno de nivel 1 y en otro de nivel 3, cuyo escenario era inicialmente desconocido y se basó

en la detección de altos niveles de radiación en una estación de vigilancia radiológica en la isla de Corfú (Grecia). Durante su realización se comprobó el correcto funcionamiento de la transmisión de datos de las estaciones automáticas españolas de medida radiológica a través de la plataforma EURDEP (European Radiological Data Exchange Platform).

En materia de formación, el CSN ha organizado y financiado la impartición de la primera edición del Curso General de Formación de Actuantes en Emergencias Radiológicas, en colaboración con la Escuela Nacional de Protección Civil (ENPC). También ha colaborado en la impartición de la tercera edición del Curso de Formación para Especialistas de la Escuela de Defensa NBQ del Ministerio de Defensa, en la organización e impartición de ponencias en las jornadas celebradas a los actuantes municipales y sanitarios del Penbu y del grupo de seguridad del Penca, así como en la impartición de ponencias en el curso sobre prevención y planificación de riesgos naturales y tecnológicos organizado por la ENPC.

Por otra parte, el CSN ha continuado colaborando con la Unidad NRBQ de la Guardia Civil en el desarrollo de diferentes materias, entre las que cabe destacar el diseño e impartición del curso sobre protección radiológica a los intervinientes de la Unidad de Reserva General de Madrid y Zaragoza.

Se ha continuado con los trabajos asociados al convenio de colaboración CSN – Generalitat de Catalunya sobre temas de emergencia, habiéndose celebrado en este periodo la segunda reunión técnica del año y la reunión anual de la Comisión Mixta de seguimiento.

El CSN ha participado en la Jornada sobre el Transporte de Material Radiactivo organizada por Enresa, la Sociedad Española de Protección Radiológica y el propio Consejo, en la que se trataron temas relacionados con las emergencias en el transporte.

En actividades internacionales lo más destacable es la firma del acuerdo específico de colaboración entre el CSN y la ASN, organismo regulador francés, en materia de preparación y asistencia en el caso de producirse emergencias nucleares o radiológicas en alguno de los dos países, así como la participación del CSN en la reunión semestral del grupo WPNEM (Working Party on Nuclear Emergency Matters) de la NEA (OCDE), en la primera reunión del proyecto Detect, cuyo fin es desarrollar una metodología para optimi-



zar el diseño de sistemas de monitoreo para la toma de decisiones en una situación de emergencia y en la reunión de planificación de la European Platform Emergency and Post Accident Preparedness and Management.

Por último, la Subdirección de Emergencias del CSN mantuvo reuniones sobre temas relacionados con la gestión de emergencias con representantes de los organismos reguladores de Ucrania y de Marruecos.

## Acuerdos del Pleno

### ■ Cambio de titularidad de las centrales nucleares de Trillo y Almaraz (I y II)

El Pleno del CSN acordó informar favorablemente la solicitud de autorización del cambio de titularidad de las centrales nucleares de Trillo y Almaraz (I y II) realizada por Gas Natural SDG, S.A. Dicha solicitud responde a la adquisición de Unión Fenosa Generación S.A. (titular de un 11% de Almaraz I y II, y de un 34,5% de Trillo I) por parte de Gas Natural SDG, S.A., dentro del proceso de fusión por absorción hecha efectiva el 1 de septiembre de 2009.

### ■ Aumento de la potencia en la central nuclear Almaraz I en un 8%

Tras las evaluaciones y el informe realizados por la Dirección Técnica de Seguridad Nuclear, el Consejo de Seguridad Nuclear, en su reunión del 25 de noviembre de 2009, acordó informar favorablemente las modificaciones de diseño, así como los cambios asociados en el Estudio de Seguridad y las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento asociadas a la unidad I de la central nuclear de Almaraz, para aumentar su potencia en un 8%, condicionado al cumplimiento de diversas condiciones y a la ejecución del Plan de Pruebas para el Aumento de Potencia Térmica a 2.947 MW en Almaraz, tras cuya realización, la unidad I retornará a la operación con la máxima potencia térmica actualmente autorizada (2.729 MWt), hasta que sean apreciados favorablemente los resultados del mencionado Plan de Pruebas por el CSN.

### ■ Nuevo acuerdo marco administrativo de colaboración con la Autorité Sûreté Nucléaire

El Consejo aprobó el 11 de noviembre la firma de un acuerdo marco administrativo de colaboración con

la Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN), que estará vigente por un periodo de cinco años, y se renovará tácitamente de común acuerdo entre las partes, soportando cada una los gastos que genere su propio personal. Este acuerdo sustituye al vigente hasta ahora, que data de 1977 y fue renovado en 2007, con el propósito de adecuarlo a las necesidades existentes en la actualidad.

Entre los objetivos de este acuerdo marco administrativo de colaboración se destacan los siguientes:

- Fomentar el intercambio de información, procedimientos, conocimientos y experiencias de cada parte, en lo relativo a la seguridad nuclear y protección radiológica.

- Colaborar en el desarrollo de disposiciones reglamentarias y en la elaboración de normas y guías sobre seguridad nuclear y protección radiológica.

- Promover e impulsar conjuntamente el desarrollo del conocimiento en materia de seguridad nuclear y protección radiológica.

- Colaborar conjuntamente con otras entidades públicas o privadas, nacionales o internacionales en materia de seguridad nuclear y protección radiológica, intercambiando información sobre estas colaboraciones.

- Promover el intercambio de personal técnico de ambos organismos, la realización de inspecciones cruzadas en instalaciones nucleares y radiactivas pertenecientes a España y a Francia y el desarrollo del conocimiento en las materias objeto del acuerdo.

- Colaborar en lo relativo a la planificación, la preparación y la gestión de situaciones de emergencia nuclear o radiológica.

Sobre este último aspecto, en la misma reunión del Pleno se aprobó el inicio de trámites para la firma de un acuerdo específico de colaboración, dentro del acuerdo marco entre ambas instituciones, con los objetivos siguientes:

- Fomentar el intercambio de información, procedimientos, conocimientos y experiencias en la planificación, preparación, y respuesta ante situaciones de emergencia nuclear y radiológica, así como la formación, planificación y organización de simulacros.

- Colaborar en el desarrollo de procedimientos, guías y planes de emergencia nucleares y radiológicos

mediante el establecimiento de mecanismos bilaterales para la pronta notificación de accidentes nucleares o radiológicos que puedan afectar a ambos países.

—Establecer mecanismos para facilitar la asistencia mutua en caso de accidente, colaborar en el análisis de los hechos y circunstancias y promover e impulsar el desarrollo del conocimiento en las materias objeto del acuerdo específico.

#### ■ Aplicación de la edición 2008 del Manual INES y extensión de la Escala INES a sucesos en instalaciones radiactivas y en el transporte

El pasado 11 de noviembre el Pleno aprobó la aplicación de la edición 2008 del Manual INES y de la extensión de la Escala INES a sucesos en instalaciones radiactivas y en el transporte, con la planificación y calendario propuesto, quedando excluidas las detecciones de fuentes (sin fusión de las mismas) realizadas dentro del Protocolo de Colaboración de Vigilancia Radiológica de los Materiales Metálicos.

El Manual de usuario INES establece criterios de clasificación específicos para sucesos radiológicos y de transporte, que son el resultado del consenso entre las comunidades de expertos en seguridad nuclear y protección radiológica e incluye, en una escala única e integrada, todos los criterios fundamentales de la Escala INES para la clasificación de todo tipo de sucesos, tanto en lo referente al impacto real como potencial.

#### ■ Desmantelamiento y cambio de titularidad de la central José Cabrera

El Pleno del Consejo, tras estudiar el Plan de Desmantelamiento y Clausura (PDC) de la central nuclear José Cabrera presentado por Enresa, acordó, en su reunión del 4 de noviembre, informar favorablemente, con condiciones, el mismo, así como la transferencia de titularidad, que según está previsto en el artículo 31 del RINR se realizará conjuntamente con la autorización de desmantelamiento, una vez que el titular haya cumplido las condiciones previstas en el artículo 28 del mismo referentes al cese de la explotación.

También se aprobaron las instrucciones técnicas complementarias asociadas a los límites y condiciones de la autorización del desmantelamiento de la central que se refieren a aspectos específicos referentes a: la revisión de documentos reglamentarios

(programa de garantía de calidad, manual de protección radiológica, plan de protección física, plan de gestión de residuos radiactivos y del combustible gastado, plan de control de materiales desclasificables, plan de restauración del emplazamiento), modificaciones de diseño, de uso o de las condiciones de ejecución de las actividades de desmantelamiento y restauración, renovación de licencias de personal, información de las actividades de desmantelamiento a remitir al CSN, y listado de procedimientos aplicables en el momento de producirse la transferencia de titularidad de la instalación.

Adicionalmente, el Pleno acordó que en el plazo de seis meses la Dirección Técnica de Protección Radiológica presente un informe sobre todos los residuos radiactivos generados durante la operación de la central y la normativa técnica que se ha aplicado en el acondicionamiento de los mismos.

En la misma reunión se acordó autorizar, con condiciones, el Servicio de Protección Radiológica para el desmantelamiento de la instalación, en los términos propuestos por Enresa, y el ejercicio de actividades de manipulación, procesado, almacenamiento y transporte de materiales nucleares durante el proceso.

Por último, se aprobó remitir al Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino el informe preceptivo y vinculante sobre la solicitud de desmantelamiento de la central. La Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino había remitido al CSN la propuesta de resolución de la Secretaría de Estado de Cambio Climático, por la que se formulaba la declaración de impacto ambiental del proyecto de desmantelamiento y clausura de José Cabrera, para su conocimiento y consideración, a la vez que solicitaba el informe preceptivo y vinculante del Consejo al Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, en virtud de lo previsto en el apartado e) de la Disposición Adicional del Real Decreto 1131/1988, de 30 de septiembre, de evaluación de impacto ambiental.

#### ■ Acuerdo de colaboración con la NRC para la participación en el Proyecto internacional Zorita Internals Research Project

En su reunión del pasado 4 de noviembre, y valorando el interés técnico-científico del proyecto, el

Pleno del Consejo aprobó el inicio de trámites para el establecimiento de un Acuerdo de colaboración con la Nuclear Regulatory Commission (NRC) estadounidense para la participación en el Proyecto internacional *Zorita Internals Research Project* (ZIRP).

El objeto del contrato es la participación conjunta de ambos organismos en el grupo internacional denominado IAC, International Advisory Committee sobre agrietamiento por corrosión bajo tensión asistido por irradiación, relativo al comportamiento de materiales de las estructuras internas de la central nuclear José Cabrera. Los ensayos serán realizados por Westinghouse en laboratorios de EEUU y por Mitsubishi Heavy Industries (MHI) en Japón, con el alcance siguiente: ensayos de tenacidad a la fractura, ensayos de tensión, de iniciación y de crecimiento de grieta, junto con análisis microestructurales de microquímica y de cromatografía de gases sobre zonas de la *baffle plate*, placa deflectora de flujo.

La finalización del proyecto está prevista en 2017, y el coste total es superior a 5.000.000 dólares, de los que el CSN y la NRC aportan conjuntamente 1.175.000 (la NRC se hace cargo del 65% y el CSN del 35% restante).

#### ■ Instrucciones técnicas complementarias asociadas a la renovación de la autorización de explotación de Santa María de Garoña por un periodo de cuatro años

El Pleno del Consejo aprobó el 27 de octubre las 29 instrucciones técnicas complementarias (ITC) asociadas a la renovación de la autorización de explotación de la central nuclear Santa María de Garoña por un periodo de cuatro años. Adicionalmente, el Pleno convino que en cada una de las ITC que desarrollan los programas de mejora identificados en la Revisión Periódica de la Seguridad, se incluya la obligación del titular de informar anualmente al CSN del desarrollo de los mismos.

Las ITC, que desarrollan el condicionado de la autorización del funcionamiento de la central, se refieren a los siguientes aspectos: actualización por parte del titular de documentos oficiales de explotación e informes periódicos; inspecciones y vigilancia que debe llevar a cabo el titular sobre la

integridad estructural de los componentes principales de la planta; programas de mejora identificados en la Revisión Periódica de la Seguridad (RPS) y propuestas de actuación incluidas por el titular en su solicitud; mejoras en el aislamiento de las penetraciones de contención y sus pruebas de fugas, a la independencia de sistemas eléctricos y a la protección contra incendios; y mantenimiento de la cultura de seguridad de la central. En este último aspecto, el titular revisará en el plazo de seis meses sus planes de actuación para asegurar el mantenimiento de la cultura de seguridad, del adecuado clima laboral y de suficientes recursos humanos con la debida cualificación y motivación hasta el cese de la explotación.

#### ■ Modificación de diseño relativa a las maniobras de recuperación de un subelemento de combustible en la piscina de combustible gastado de la central de Cofrentes

El Pleno del Consejo, en su reunión del 27 de octubre, acordó informar favorablemente, con condiciones, la modificación de diseño relativa a las maniobras de recuperación de un subelemento de combustible en la piscina de combustible gastado en la central nuclear de Cofrentes.

Durante el pasado día 22 de septiembre, un subelemento de combustible que estaba siendo inspeccionado, cayó verticalmente sobre la plataforma de la máquina de inspección, desde una altura de unos 10 centímetros. Posteriormente, pivotó sobre su parte inferior apoyándose en la pared de la piscina de combustible y resbaló hasta quedar apoyado en los *racks* de los elementos de combustible almacenados en la piscina. Los resultados de la inspección reactiva enviada por el CSN a la instalación confirmaron que el subelemento se encuentra en posición horizontal sobre los bastidores. Además se confirmó que no existe liberación de material radiactivo ni en el interior ni al exterior de la instalación.


Adicionalmente, el Pleno solicita que se incluyan dos nuevas condiciones al informe: que el titular prevea y desarrolle las actuaciones subsiguientes a las hipotéticas suspensiones de operaciones previstas, y que además se registren las operaciones con los medios pertinentes, dentro del contexto de una relevante experiencia operativa. ©



Durante este periodo se registraron 23 hallazgos de inspección que el CSN categorizó en todos los casos con el color *verde*, lo que implica baja importancia para la seguridad. De igual forma, el conjunto de indicadores de funcionamiento de todas las centrales nucleares españolas se mantuvo en ese color.

El conjunto de hallazgos de inspección y de los 16 indicadores de funcionamiento se reparten en siete pilares de seguridad y se integran en la matriz de acción, que tiene en cuenta los resultados de los anteriores trimestres y establece las acciones a realizar por parte del titular y del CSN. Según la matriz de acción del trimestre, seis centrales (Almaraz I y II, Cofrentes, Santa María de Garoña, Vandellós II y Trillo) se situaron en la columna de “respuesta del titular”, por lo que el CSN se limita a mantener el programa base de inspección. Ascó II permanece en la columna de “respuesta reguladora” por un hallazgo de inspección *blanco* en el pilar de sistemas de

mitigación relativo a retrasos injustificados en analizar las causas de los fallos de un tipo de relés. Este hallazgo fue clasificado en el último trimestre de 2008 y es común a las dos unidades.

Por último, Ascó I sigue en la situación de “un pilar degradado” por el efecto de arrastre de un hallazgo *amarillo* (de sustancial importancia) en el pilar de protección radiológica del público y uno *blanco* (importancia entre baja y moderada) en el pilar de sistemas de mitigación. En el primer caso, el hallazgo se refiere al suceso de liberación de partículas radiactivas, ocurrido en abril de 2008 y el segundo por los fallos de un determinado tipo de relés ya citado en la otra unidad. El titular presentó al CSN el Plan de Refuerzo Organizativo, Cultural y Técnico (Procura) para afrontar las causas que motivaron estos hallazgos, evaluado y aprobado por el CSN en julio, con la condición de que el titular lo completara para introducir mejoras. 

[\*] Últimos datos disponibles al cierre de la revista. Pueden consultarse datos más recientes en [www.csn.es](http://www.csn.es)

La tabla resumen de hallazgos sólo muestra en cada pilar de seguridad el número de hallazgos de la categoría más relevante, por eso puede no coincidir el número presentado con el total. Así, por ejemplo, si hay un hallazgo *blanco* y tres *verdes* presenta sólo un hallazgo *blanco*, sin mencionar los *verdes*, si hay cuatro hallazgos *verdes* presenta ese mismo número.

SISC   Sistema Integrado de Supervisión de Centrales Nucleares		CSN   CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR   <a href="http://www.csn.es">www.csn.es</a>						
Inicio   Hallazgos		HALLAZGOS						
Inicio		Hallazgos (Trimestre 3 año 2009)						
UNIDADES	Sucesos iniciadores	Sistemas de mitigación	Integridad de barreras	Preparación para emergencias	Protección radiológica ocupacional	Protección radiológica del público	Elementos Transversales	
Almaraz I	Sin hallazgos	Verde (1)	Sin hallazgos	Sin hallazgos	Sin hallazgos	Sin hallazgos	Sin hallazgos	
Almaraz II	Sin hallazgos	Verde (1)	Sin hallazgos	Sin hallazgos	Sin hallazgos	Sin hallazgos	Sin hallazgos	
Ascó I	Sin hallazgos	Verde (6)	Sin hallazgos	Sin hallazgos	Sin hallazgos	Verde (1)	Sin hallazgos	
Ascó II	Sin hallazgos	Verde (3)	Sin hallazgos	Sin hallazgos	Sin hallazgos	Sin hallazgos	Sin hallazgos	
Cofrentes	Sin hallazgos	Sin hallazgos	Verde (1)	Sin hallazgos	Verde (1)	Sin hallazgos	Sin hallazgos	
S.M. Garoña	Sin hallazgos	Sin hallazgos	Sin hallazgos	Sin hallazgos	Sin hallazgos	Sin hallazgos	Sin hallazgos	
Trillo	Sin hallazgos	Verde (1)	Sin hallazgos	Verde (1)	Sin hallazgos	Sin hallazgos	Sin hallazgos	
Vandellós II	Verde (2)	Verde (5)	Sin hallazgos	Sin hallazgos	Sin hallazgos	Sin hallazgos	Sin hallazgos	

	INDICADORES															
	Indicadores (Trimestre 3 año 2009)															
	Sucesos iniciadores			Sistemas de mitigación						Integridad de barreras		Preparación para emergencias			Protección radiológica	
	I1	I3	I4	M2	M1A	M1B	M1C	M1D	M1E	B1	B2	E1	E2	E3	O	P
<b>Almaraz I</b>	V	V	V	V	V*	V*	V*	V*	V*	V	V	V	V	V	V	V
<b>Almaraz II</b>	V	V	V	V	V*	V*	V*	V*	V*	V	V	V	V	V	V	V
<b>Ascó I</b>	V	V	V	V	V*	V*	V*	V*	V*	V	V	V	V	V	V	V
<b>Ascó II</b>	V	V	V	V	V*	V*	V*	V*	V*	V	V	V	V	V	V	V
<b>Cofrentes</b>	V	V	V	V	V*	V*	V*	V*	V*	V	V	V	V	V	V	V
<b>S.M.Garóña</b>	V	V	V	V	V*	V*	V*	V*	V*	V	V	V	V	V	V	V
<b>Trillo</b>	V	V	V	V	V*	V*	V*	V*	V*	V	V	V	V	V	V	V
<b>Vandellós II</b>	V	V	V	V	V*	V*	V*	V*	V*	V	V	V	V	V	V	V

(\*) El color resultante corresponde al valor calculado en el trimestre anterior, ya que los datos de este indicador se entregan retrasados un trimestre

	MATRIZ DE ACCIÓN				
	Matriz de acción (Trimestre 3 año 2009)				
	Respuesta Titular	Respuesta Reguladora	Pilar Degradado	Degradaciones Múltiples	Funcionamiento Inaceptable
<b>Almaraz I</b>		Ascó II <sup>1</sup>	Ascó I <sup>2</sup>		
<b>Almaraz II</b>					
<b>Cofrentes</b>					
<b>S.M. Garóña</b>					
<b>Trillo</b>					
<b>Vandellós II</b>					

<sup>1</sup> Ascó II se encuentra en la columna de respuesta reguladora porque en el cuarto trimestre de 2008 se categorizó como BLANCO un hallazgo de inspección en el "Pilar de sistemas de mitigación" debido a la excesiva tasa de fallos de cierto tipo de relés de equipos de seguridad sin que la central adoptara con la debida diligencia las acciones correctivas oportunas.

<sup>2</sup> Ascó I se encuentra en la columna de pilar degradado porque el suceso de emisión de partículas radiactivas al exterior del segundo trimestre de 2008 dio lugar a un hallazgo AMARILLO en el "Pilar de protección radiológica del público", que no se cerrará en tanto haya avanzado más sustancialmente la implantación de las acciones correctivas que afrontan las causas que lo originaron, y se haya aceptado el programa especial de vigilancia radiológica de las áreas exteriores dentro del emplazamiento de la central, actualmente en curso, requerido en la Instrucción Técnica Complementaria del CSN de 29 de julio de 2009.

**Columna de respuesta del Titular**  
Una central está en esta columna cuando todos los resultados de la evaluación están en verde. El CSN mantendrá el programa base de inspección y las deficiencias que se identifiquen se tratarán por el Titular dentro de su programa de acciones correctoras.

**Columna de respuesta reguladora**  
Una central está en esta columna cuando tiene uno o dos resultados blancos, sea indicador de funcionamiento o hallazgo de inspección, en diferentes pilares de la seguridad y no más de dos blancos en un área estratégica.

**Columna correspondiente a un pilar degradado**  
Se considera que un pilar está degradado cuando existen en el mismo dos o más resultados blancos o uno amarillo. Una central está en esta columna cuando tiene un pilar degradado o tres resultados blancos en un área estratégica.

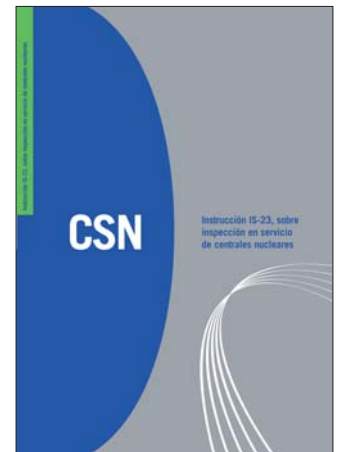
**Columna correspondiente a múltiples/repetitivas degradaciones**  
Una central se encuentra en esta columna cuando tiene varios pilares degradados, varios resultados amarillos o un resultado rojo, o cuando un pilar ha estado degradado durante cinco o más trimestres consecutivos.

**Columna de funcionamiento inaceptable**  
El Consejo coloca en esta situación a una central cuando no tiene garantía suficiente de que el Titular es capaz de operar la central sin que suponga un riesgo inaceptable.

## PUBLICACIONES



**Directrices sobre la competencia de los laboratorios y servicios de medida de radón en aire**



**Instrucción IS-23, sobre inspección en servicio de centrales nucleares**



**Equipos de rayos X para inspección de bultos con aprobación de tipo de aparato radiactivo**



**Programas de vigilancia radiológica ambiental Resultados 2008**



**Jornada técnica de I+D en seguridad nuclear y protección radiológica**

**alFa** Revista de seguridad nuclear y protección radiológica

**Boletín de suscripción**

Institución/Empresa

Nombre

Dirección

CP

Localidad

Provincia

Tel.

Fax

Correo electrónico

Fecha

Firma

Enviar a **Consejo de Seguridad Nuclear — Servicio de Publicaciones**. Pedro Justo Dorado Delmans, 11. 28040 Madrid / Fax: 91 346 05 58 / peticiones@csn.es

La información facilitada por usted formará parte de un fichero informático con el objeto de constituir automáticamente el *Fichero de destinatarios de publicaciones institucionales del Consejo de Seguridad Nuclear*. Usted tiene derecho a acceder a sus datos personales, así como a su rectificación, corrección y/o cancelación. La cesión de datos, en su caso, se ajustará a los supuestos previstos en las disposiciones legales y reglamentarias en vigor.





Pedro Justo Dorado Dellmans 11  
28040 Madrid (España)  
[www.csn.es](http://www.csn.es)

