

Revista del CSN / Número 20  
III Trimestre 2001

# Seguridad Nuclear



**Los organismos reguladores  
ante los nuevos desarrollos  
de la energía nuclear**

**El sistema español de vigilancia  
radiológica de la chatarra**

**Desmantelamiento de instalaciones  
nucleares de investigación**

**La protección radiológica  
en un centro de investigación**

**El abandono de la energía  
nuclear en Alemania**

**Seguridad Nuclear**

Revista del CSN  
Año V / Número 20  
III Trimestre 2001

**Director**

Juan M. Kindelán

**Comité de redacción**

Agustín Alonso  
José A. Azuara  
Anibal Martín  
Carmen Martínez Ten  
Paloma Sendín  
Luis del Val

**Consejo de**

**Seguridad Nuclear**

Justo Dorado, 11  
28040 Madrid  
Tf. 91 346 02 00  
Fax 91 346 06 66  
www.csn.es

**Coordinación editorial**

RGB Comunicación  
Princesa 3, dpdo.  
28008 Madrid  
Tf. y Fax 91 542 79 56

**Impresión**

Ártes Gráficas Gaez, S.A.  
Carretera Antigua de  
Valencia, km. 25,2  
28500 Arganda del Rey  
(Madrid)  
Tf. 91 876 04 08  
Fax 91 871 41 45

ISSN: 1136-7806

**D. Legal:** M. 31.281-1996

**Portada:** Pintura 451 (José María Cerezo)

Los autores asumen la total responsabilidad de los trabajos que firman. El CSN al publicarlos no pretende expresar su acuerdo con ellos.

1 Editorial

2 El papel de los organismos reguladores ante una nueva era en el desarrollo de la energía nuclear

☛ Aníbal Martín y Agustín Alonso

8 El sistema español de vigilancia y control radiológico de la chatarra y los productos resultantes de su procesado

☛ Eugenio Gil

16 Desmantelamiento y clausura de instalaciones nucleares de investigación

☛ Santiago Javier Ortiz y Thierry Lecomte

24 Desarrollo de la protección radiológica en un centro de investigación

☛ M.T. Macías, R. Pina y C. Requejo

31 El abandono progresivo de la energía nuclear en Alemania y los desafíos de la regulación nuclear

☛ Wolfgang Renneberg

37 Noticias

37 Consejo de Seguridad Nuclear / 40 Principales acuerdos del CSN / 43 Información general / 44 Centrales nucleares / 47 Investigación y desarrollo / 47 Protección radiológica

48 Resúmenes

# Carta del presidente

# E

l pasado día 12 de junio comparecí en el Congreso de los Diputados para informar sobre las actividades del Consejo de Seguridad Nuclear. En esta última convocatoria ante la Cámara como presidente del Consejo, no quise concluir mi intervención sin aprovechar la oportunidad para hacer un balance general de los casi siete años en que he presidido la institución y plantear algunos de los retos de cara al futuro.

Teniendo presentes determinados proyectos de gran calado que se han abordado durante este periodo, como la ampliación de competencias atribuidas por ley o el proceso de renovación y modernización que se ha acometido en el Consejo, destacué algunas de las líneas básicas de nuestro trabajo. Bajo la convicción de que es necesario disponer de las herramientas y capacidades más avanzadas en cada momento para llevar a cabo la función reguladora del organismo, hice referencia al gran esfuerzo realizado en el área de I+D. Del mismo modo subrayé el papel del CSN en los foros internacionales, donde se ha consolidado el prestigio de la institución, y hemos pasado de ser un país importador a ser exportadores de prácticas, técnicas y experiencias. Terminé resaltando el importante trabajo realizado para acercar la institución al ciudadano, un aspecto en el que todavía queda mucho por hacer.

Al final de esta etapa al frente del único organismo español con competencias en seguridad nuclear y protección radiológica, quise hacer algunas reflexiones sobre los retos que se deberán afrontar en el futuro. Entre ellos, destacué el desafío de los organismos reguladores ante el nuevo marco desregularizado en el sector eléctrico, así como el reto de asumir las nuevas competencias del CSN en materia de vigilancia radiológica en todo el territorio nacional y de respuesta a las emergencias radiológicas fuera de las instalaciones reguladas.

Me he despedido en mi nombre y en el de mis compañeros del Consejo que cesan conmigo, Aníbal Martín y Agustín Alonso, agradeciendo el esfuerzo colectivo de todas aquellas personas que han trabajado en el organismo durante estos años. También agradecí muy especialmente la labor de control, de seguridad y de propuesta del Congreso de los Diputados respecto al CSN. Ha sido desde el Parlamento con sus resoluciones, sus decisiones en materia legislativa, etcétera, desde donde se han marcado muchas pautas de cambio o actuaciones que han orientado el quehacer del Consejo.

Por otra parte, al cierre de este número de la revista *Seguridad Nuclear*, el Consejo de Ministros ha remitido al Parlamento la propuesta de nombramiento de María Teresa Estevan Bolea como nueva presidenta del Consejo de Seguridad Nuclear. Asimismo, a propuesta del Ministerio de Economía, el Gobierno acordó proponer como nuevos consejeros del CSN a Carmen Martínez Ten y a Julio Barceló Vernet. La propuesta debe ser examinada y, en su caso, ratificada por el Parlamento. El nuevo Consejo, que estará ya constituido al aparecer este número de la revista, refleja una vez más el consenso de los partidos políticos a la hora de reforzar las funciones reguladoras de este organismo.

María Teresa Estevan Bolea es ingeniero industrial, y entre otras importantes responsabilidades ha sido directora general de Medio Ambiente y diputada, primero en el Parlamento nacional y después en el Parlamento Europeo. Gran parte de su actividad profesional ha estado centrada en los temas de política energética y medioambiental. Carmen Martínez Ten es médico y durante los últimos seis años ha trabajado a mi lado como jefa del Gabinete de la Presidencia, siendo un elemento esencial para el buen funcionamiento del organismo. Tiene un excelente conocimiento del Consejo y de las tareas que debe desarrollar. Finalmente, Julio Barceló es ingeniero industrial y posee largos años de experiencia en el sector eléctrico, habiendo sido asesor del Instituto Catalán de la Energía, en el que trabajó en proyectos de ahorro energético. Además ha sido asesor del Ayuntamiento de Vandellós para el desmantelamiento de la central nuclear Vandellós I.



Juan Manuel Kindelán

 Aníbal Martín y Agustín Alonso\*

# El papel de los organismos reguladores ante una nueva era en el desarrollo de la energía nuclear

El pasado mes de abril se celebró en Niza la novena edición de la Conferencia Internacional sobre Ingeniería Nuclear (ICONE). A esta reunión asistieron el vicepresidente del CSN, Aníbal

Martín, y el consejero, Agustín Alonso. A continuación se recogen sus intervenciones sobre los nuevos retos de la industria nuclear y el papel de las autoridades reguladoras.

## 1. Introducción

La serie de conferencias internacionales sobre ingeniería nuclear (ICONE) está patrocinada por la Sociedad Francesa de Energía Nuclear (SFEN), la Sociedad Americana de Ingeniería Mecánica (ASME) y la Sociedad Japonesa de Ingeniería Mecánica (JSME). También participa activamente la Sociedad Nuclear Española.

Esta novena edición reunió en Niza a un millar de expertos en la materia, que tuvieron la oportunidad de intercambiar sus opiniones y experiencias. El acto inaugural estuvo presidido por C. Gobert, de Cogema, y T. Miyamoto, de Toshiba, y contó con la presencia de destacadas personalidades del ámbito internacional. En esta sesión de apertura intervino el consejero del CSN, Agustín Alonso, junto a otros representantes de la Corporación de Energía Atómica de Japón, miembros de Entergy y EPRI

de EEUU, y de Electricité de France.

Durante los cuatro días en los que transcurrió la IX Conferencia Internacional sobre Ingeniería Nuclear se presentaron un total de 528 ponencias en 103 sesiones técnicas. Además, cada día se celebró una sesión plenaria, la primera de ellas dedicada a la regulación nuclear.

La citada sesión estuvo copresidida y moderada por A. C. Lacoste, director de la Autoridad de Regulación Nuclear francesa y por Aníbal Martín, consejero y vicepresidente del CSN. En la mesa participaron S. Kondo, de la Universidad de Tokio; W. Travers, director ejecutivo para Operaciones de la US NRC; A. Oliveira, director de la Autoridad Reguladora Nuclear argentina; J. Laaksonen, director del Stuk de Finlandia; Ch. Viktorsson, director adjunto del Organismo Regulador sueco y M. Taylor, del CNRC de Canadá.

Esta sesión ha constituido una novedad en la serie de conferencias ICONE, al reconocer la im-

portancia de la regulación nuclear y presentar un panel compuesto exclusivamente por representantes de organismos reguladores.

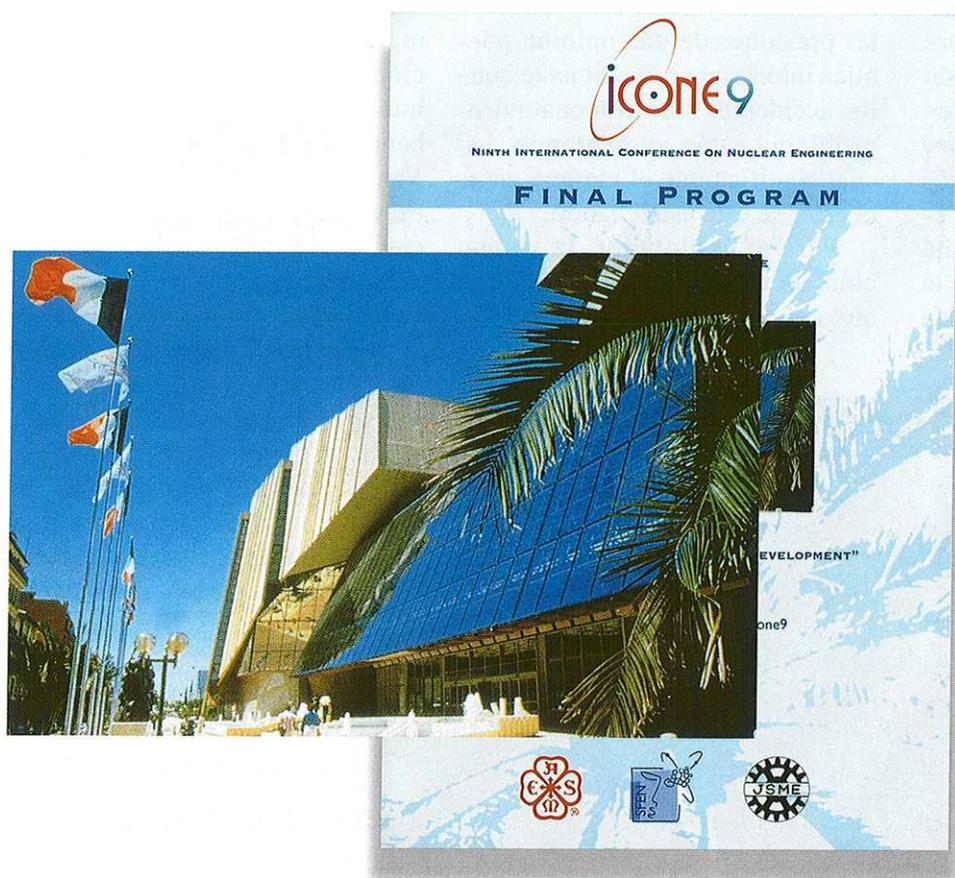
## 2. Intervención de Aníbal Martín, vicepresidente del CSN

“Permítanme introducir esta sesión diciendo que la economía cambiante de hoy en día es solamente una razón que afecta a la regulación de la seguridad nuclear. De hecho, la actividad nuclear está en evolución constante y, aunque su desarrollo haya alcanzado un estado de madurez, sigue sujeta a nuevos retos. Los reguladores estamos encarando estos retos y seguiremos afrontándolos con la mayor eficacia posible en el futuro.

Nuestra economía cambiante, las tendencias globalizadoras, la competencia y la liberalización del mercado de la electricidad, están en la base de muchos de nuestros retos reguladores actuales.

Hoy en día, en muchos países, la generación de electricidad de origen

\* Aníbal Martín es vicepresidente del CSN. Agustín Alonso es consejero del CSN.



► **Figura 1.** Sede y programa de la IX Conferencia Internacional sobre Ingeniería Nuclear celebrada en Niza (Francia) en abril de 2001, y en la que participaron Aníbal Martín, vicepresidente del CSN, y Agustín Alonso, consejero del CSN.

nuclear tiene que competir sin diferencias apreciables con otras fuentes de generación eléctrica. Esta situación conduce a una profunda reestructuración en la forma en que se explotan las centrales nucleares, en un esfuerzo para reducir los costes y mejorar la eficacia, a la vez que se mantiene la seguridad.

Permítanme decir que creo que este reto debe representar una oportunidad para mejorar la forma en que se trabaja, y que este nuevo sistema debe conducir a una etapa de mayor madurez, puesto que el negocio debe ser gestionado con una calidad reforzada y, por lo tanto, resultando en una situación más satisfactoria en todos los aspectos. Las dos herramientas básicas que el operador dispone para enfrentarse a estos retos son la innovación y una gestión de alta calidad. La optimización de la gestión y el refuerzo de la tecnología son las herramientas para reconciliar los dilemas aparentemente insolubles de seguridad frente a reducción de costes. La seguridad nuclear y la

seguridad radiológica son premisas ineludibles de la actividad nuclear y, por lo tanto, pueden y deben ser mantenidas y reforzadas por la desregulación del mercado eléctrico, con todos aquellos parámetros técnicos y económicos requeridos para mejorar la posición competitiva dentro del nuevo marco regulador. Este marco más avanzado estimula el uso óptimo de los recursos involucrados en la producción, y quiero insistir que la seguridad nuclear es una premisa insoslayable de cualquier operación nuclear.

Debo mencionar, y merece la pena insistir, la importancia creciente que los programas de mejora tecnológica, de innovación y de investigación y desarrollo tendrán en el futuro y éstos deben ser, de una manera ordinaria, establecidos y gestionados metódica y sistemáticamente.

Aunque la experiencia operativa reciente en varios países corrobora estas afirmaciones con mejores resultados operativos y una mejora indiscutible de seguridad, los regula-

dores tenemos que estar plenamente al corriente de los retos que en la seguridad generan los nuevos sistemas de regulación del mercado eléctrico y debemos considerar si se necesitan nuevas respuestas reguladoras. La competencia también ocasiona que muchos explotadores nucleares soliciten reducciones en lo que ellos consideran como cargas reguladoras innecesarias. Esto significa la búsqueda de mayor eficacia en el sistema regulador.

Quiero subrayar brevemente el hecho de que la desregulación está impulsando un cambio en la forma de realizar el trabajo tanto del lado de los explotadores como del lado de los reguladores, y que el entendimiento, la identificación y las acciones sobre ese proceso de cambio resultan esenciales. El Organismo de Energía Atómica de Viena está realizando un seguimiento de este proceso y quiero hacer aquí una especial referencia a la contribución técnica a la reunión de reguladores superiores (Senior Regulators Meeting) de

los últimos dos años. Deseo también mencionar el informe sobre retos en el campo de la regulación provenientes de la competencia en el mercado eléctrico (*Regulatory challenges arising from competition in electricity markets*), recientemente editado por el Comité de Actividades Reguladoras de la Agencia de Energía Nuclear de la OCDE. Aprovecho la oportunidad para aconsejar una lectura reposada de este documento tanto por parte de los explotadores como por parte de los reguladores.

Me referiré a continuación a la demanda de una mayor calidad en la gestión de la explotación, porque la experiencia demuestra que un alto nivel de seguridad es un atributo de una gestión excelente. La seguridad nuclear no es, por lo tanto, un objetivo que entre en conflicto con los resultados económicos y técnicos de la explotación; más aún, la seguridad no se consigue mediante su búsqueda como un objetivo aislado, sino que más bien es el resultado del conjunto de acciones correctas que constituyen la gestión en su conjunto. Es un hecho conocido que hay una relación estrecha entre una gestión de calidad y la seguridad. El concepto de *cultura de seguridad* se refiere fundamentalmente a este aspecto. Se debe dedicar más atención a ese punto en el cual reside una buena parte de las posibles mejoras en seguridad; la desregulación del mercado eléctrico requiere del desarrollo de metodologías de calidad para asignar de una manera óptima los limitados recursos disponibles y usarlos de acuerdo con su impacto sobre la seguridad. Los explotadores encaran una situación en la cual la posibilidad de operar con beneficio

está disminuyendo, a la vez que las presiones de una opinión pública intolerante no solamente con los accidentes sino con cualquier problema están aumentando, lo cual significa que el margen para el error se está estrechando.

Para el explotador, la situación, de nuevo, es la de mantener altos niveles de competencia técnica



► Figura 2. Aníbal Martín, vicepresidente del CSN.

“Los programas de mejora tecnológica, de innovación y de investigación y desarrollo tendrán una importancia creciente en el futuro”

nica y usar técnicas de gestión mejoradas. Para el regulador la tarea consiste en asegurar que los procesos de cambio no afecten negativamente a los niveles de cultura de seguridad o a la seguridad misma, a la vez que se lucha por mejorar la eficacia reguladora.

Tenemos con nosotros hoy un panel excelente de representantes

del más alto nivel dentro de los reguladores de más alta significación y me siento profundamente honrado y estimulado a obtener beneficios de esta sesión plenaria. Vamos a tener la oportunidad de escuchar las diferentes experiencias, posiciones, opiniones y consideraciones sobre el entorno de cambio económico que vivimos hoy y los consiguientes retos reguladores.

La economía cambiante de hoy está afectando la explotación nuclear. La seguridad nuclear es una preocupación global. Esta conferencia ICONE 9 proporciona una plataforma excelente para facilitar el intercambio de opiniones y experiencias en un entorno profesional internacional. El intercambio internacional y la cooperación constituyen una herramienta esencial para enfrentarse a los retos actuales en seguridad nuclear y en regulación nuclear”.

Una vez que cada miembro del panel presentó el caso de su país, Aníbal Martín expuso el resumen siguiente a modo de conclusiones, previamente al cierre de la sesión y como producto del plenario.

#### Conclusiones para la sesión plenaria sobre retos reguladores

1. La seguridad nuclear tiene una importancia primordial, es un prerequisite para cualquier operación nuclear. La seguridad nuclear bajo cualquier circunstancia debe recibir siempre consideración prioritaria.

2. Hay una necesidad de mantener un sólido y eficaz sistema regulador en cualquier país y que se adapte a los retos cambiantes. El regulador debe ser fuerte, competente e independiente. Este aspecto es clave para mantener e incrementar la confianza del público.

3. Hay una necesidad de reforzar la cooperación internacional para la seguridad tanto desde el lado de los reguladores como del lado de los explotadores. El lado de los explotadores, con independencia de las presiones competitivas de la economía de hoy.

4. Se reconoce una importancia creciente sobre los aspectos institucionales, organizativos y sobre los factores humanos en relación con la seguridad. Existe una necesidad de reforzar la investigación, la calidad y la cultura de seguridad.

5. Hay una necesidad de hacer un análisis cuidadoso y sistemático de los retos, para desarrollar soluciones y establecer estrategias para anticipar problemas.

6. La seguridad es una preocupación global, la regulación es una competencia nacional. La buena regulación requiere de un alto grado de cooperación y apertura, transparencia y comunicación. ICONE 9 está contribuyendo en este sentido.

### 3. Ponencia de Agustín Alonso, consejero del CSN: ¿Una nueva era de desarrollo de la energía nuclear? La opinión de un regulador

“Las centrales nucleares que puedan ser construidas dentro del régimen económico actual, basado en la desregularización, deben ser competitivas con otras fuentes de electricidad. La sociedad actual reconoce bien los peligros asociados a la toxicidad de las radiaciones y por ello exige un alto nivel de seguridad, más allá del que ofrecen las centrales ahora en operación. La competitividad y la seguridad son por consiguiente los dos requisitos básicos de los nuevos reactores. Los dos son igualmente importantes; el primero: *la competitividad* es un requisito del productor; el segundo: *la seguridad*, es una exigencia social; pero la competitividad es también un deseo social e individual, si signifi-

fica electricidad más barata, y la seguridad es una garantía para el explotador, ya que es responsable de mantenerla. Por consiguiente, no es posible poner uno sobre el otro. Una descripción posible podría ser: “la seguridad es un deber, la competitividad una necesidad”, o viceversa.

En este breve parlamento, es un honor presentarles mis puntos de vista sobre cómo la seguridad debe ser incorporada y considerada en las centrales nucleares del futuro. Con esta intención exploraré primero algunos requisitos técnicos, por referencia a ideas y propuestas ya discutidas por el Grupo Asesor Internacional sobre Seguridad Nuclear (INSAG), creado y mantenido por el director general del Organismo Internacional de Energía Atómica. En segundo lugar, presentaré también las funciones básicas de los organismos reguladores y qué deben éstos hacer para ser más efectivos y evitar cargas innecesarias para los operadores de los nuevos reactores.

Si el riesgo se toma como medida de la seguridad, los expertos de INSAG han propuesto en su publicación 12<sup>1</sup>, una revisión de la publicación 3, que las centrales nucleares del futuro satisfagan el objetivo de experimentar no más de *un* suceso con daño severo al núcleo en *cien mil* años de operación, que es diez veces más pequeño que el objetivo aceptado para las centrales nucleares hoy en operación. Los expertos son menos explícitos cuando se refieren a la probabilidad condicional del fallo de la contención que conduzca a escapes grandes y tempranos de radiactividad al entorno, circunstancia que para el caso de los nuevos reactores debe ser, según ellos, muy pequeña y, en todo caso, la liberación de radiactividad inferior a la que exigiría medidas de pro-

tección de la población. Para los reactores actuales, dicha probabilidad condicional, es decir la pérdida subsiguiente de la función de contención, no debe ser superior a *una vez en diez sucesos* con daño severo al núcleo. Si para los reactores del futuro se redujese tal probabilidad también por un factor de *diez*, entonces el objetivo de prevenir un escape significativo de radiactividad en los reactores del futuro no debería ser superior a una vez en *diez millones* de años de operación, un número que está en el límite de lo que se puede conseguir y, sobre todo, probar.

El impacto de tal objetivo en el diseño y operación de las nuevas centrales nucleares es obviamente muy significativo. Se deben prevenir los accidentes y asegurar la función de contención. Las bases de tal objetivo deben estar en los principios físicos, la tecnología avanzada y la mejora del comportamiento humano. Entre los *principios físicos* que se mencionan figuran: gran inercia térmica, transitorios lentos, y el uso de sistemas pasivos que funcionen bajo las fuerzas naturales. El uso de la tecnología avanzada de la información, la incorporación de materiales nuevos más fiables, la previsión de los mecanismos de envejecimiento y la elección de diseños menos complejos se mencionan entre los ejemplos de *tecnologías avanzadas* a incorporar en los nuevos sistemas. También se mencionan como ejemplos de un *comportamiento humano mejor*: el análisis moderno de la ingeniería de los factores humanos, la inculcación de la cultura de seguridad, el estudio de las interacciones entre el hombre y la máquina, y el entrenamiento sistemático de los operadores.

Desde el punto de vista de la seguridad, el diseño y la explotación de nuevas centrales nucleares se habrán de basar, de un modo equilibrado, sobre principios deterministas y sobre las nuevas

<sup>1</sup>INSAG-12. *Principios básicos de seguridad para centrales nucleares*. 75-INSAG-3. Rev.1. Viena, 1999.

metodologías probabilistas. Los cinco niveles de los criterios de seguridad a ultranza, que se desarrollan en la publicación 10 de INSAG<sup>2</sup>, tendrán que ser considerados en su desarrollo completo. En particular, el nivel *cuatro*, sobre la *prevención y mitigación de accidentes severos*, requerirá que se entiendan en profundidad y se exploten los resultados de los numerosos proyectos de investigación que se han realizado en el pasado y que están todavía en marcha en forma de proyectos internacionales, como es el caso del proyecto Phebus-FP, que se realiza en Cadarache. De igual forma, las evaluaciones probabilistas de seguridad deberán ser perfeccionadas para incorporar mejores datos, procedentes de la experiencia de operación actual y del pasado, y para mejorar los modelos relativos a los iniciadores externos, fallos de modo común y factores humanos.

La explotación de los nuevos sistemas se deberá basar en las prácticas de operación ya consolidadas, pero mejoradas de acuerdo con la experiencia acumulada y con las nuevas posibilidades que ofrezcan los diseños en el área de la tecnología de la información, el mantenimiento preventivo y el control del envejecimiento. El desarrollo de *índices de seguridad*, ya iniciado para centrales actuales, servirá para garantizar la seguridad de las centrales nucleares que sean explotadas en el futuro.

La autorización de las nuevas centrales nucleares deberá ser una cuestión a la que se preste mucho cuidado. La autorización de los *diseños evolutivos*, principalmente los basados en la tecnología del agua ligera, ha avanzado considerablemente; ya existen reactores de agua en ebullición avanzados en explotación en el Japón y dise-

ños de reactores con sistemas pasivos certificados por la Comisión Reguladora Nuclear de los Estados Unidos. El reactor de presión europeo (EPR) ha sido también analizado por varios reguladores europeos. Ésta no es la situación con los *sistemas innovadores* que se están considerando, tales como el *reactor modular de lecho de bolas* (PBMR). Para tales sistemas no hay experiencia de operación; un requisito para la utilización masiva de cualquier sistema nuevo requiere la redacción de un conjunto satisfactorio de códigos, normas y guías de seguridad, junto con la disponibilidad de expertos, competentes en la seguridad de tales sistemas, que apoyen las decisiones reguladoras y los diseños. Todo esto viene de la experiencia operativa.

Además de las consideraciones técnicas, la competitividad y la seguridad interaccionan entre sí; la seguridad excesiva aumenta la inversión y limita la operación con el correspondiente impacto sobre la economía. Por otro lado, la competitividad podría llevar al explotador a reducir la plantilla de operación y el entrenamiento, a limitar las inversiones en seguridad y en las actividades de mantenimiento, a disminuir el análisis de la experiencia operativa y a forzar la operación de la central más allá de las especificaciones técnicas y, de este modo, disminuir el nivel deseado de seguridad. Naturalmente, tales situaciones serán insatisfactorias para ambas partes. El regulador ha de comprender que la competitividad trae también el beneficio social de la electricidad abundante y a menor costo, por lo que está también obligado moralmente a conseguir tal objetivo. Por el otro lado, el explotador tiene que comprender que la seguridad es una demanda social, de tal modo que es preciso alcanzar un sutil equilibrio entre los dos requisitos, que ha de basarse en un nivel elevado

de entendimiento y respeto mutuo entre las dos partes, abiertos al escrutinio de la sociedad civil.

Se han de reconocer las *tres* responsabilidades básicas siguientes de los organismos reguladores:

— La responsabilidad *in legislatum*, es decir, la potestad de promulgar y mantener un conjunto satisfactorio y completo de normas como apoyo formal a todas las actividades de seguridad.

— La responsabilidad *in vigilatium*, esto es, la autoridad para verificar el cumplimiento por parte del explotador de las normas y requisitos que requiere la regulación.

— La responsabilidad *in corrigendum*, es decir, la función de exigir el cumplimiento de la regulación en caso de desvíos inaceptables, malas prácticas y hechos delictivos por parte del explotador.

Es en el desarrollo y aplicación de estas tres responsabilidades básicas donde el regulador debe encontrar el equilibrio entre la seguridad y la competitividad que se han mencionado anteriormente.

En algunos casos, *las normas* se han hecho demasiado exigentes con el objetivo de cubrir antiguas incertidumbres en el conocimiento y en los datos. Si se analizan de forma apropiada por el regulador, la investigación y la experiencia de operación servirán para reducir tales incertidumbres y mejorar el conocimiento, todo lo cual debería quedar reflejado en las normas, con el objetivo de hacerlas más apropiadas y ajustadas a la realidad de los temas que se regulan. El largo proceso que se requiere para cambiar las regulaciones constituye una desventaja para el titular. Parece que las centrales nucleares futuras, en especial las innovadoras, requerirán un nuevo análisis de la regulación a fin de hacerla más efectiva y menos onerosa y para obviar prescripciones innecesarias. El movimiento ac-

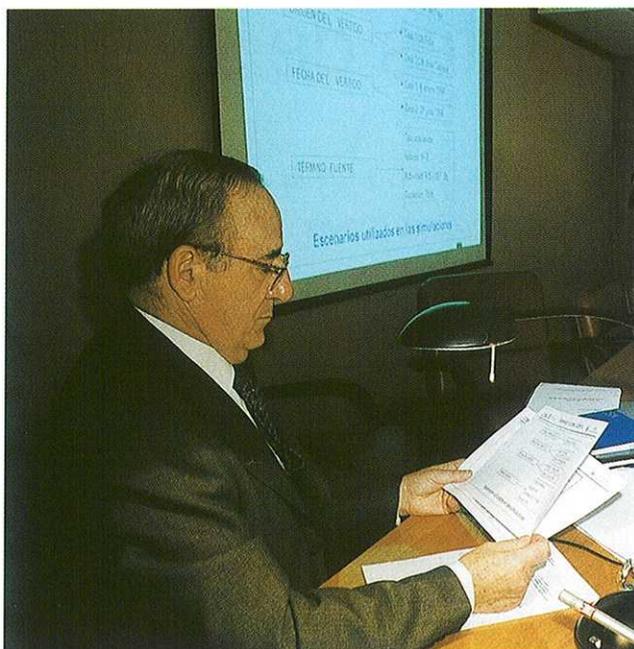
<sup>2</sup>INSAG-10. *La defensa en profundidad en seguridad nuclear*. Viena, 1997.

tual hacia la llamada *regulación informada por el riesgo* parece por tanto apropiada.

El regulador lleva a cabo la *verificación* del cumplimiento de las normas a través de la evaluación e inspección; ambas actividades se han desarrollado y se practican de forma satisfactoria. Es a través de la verificación cómo los reguladores y los regulados interactúan. Un principio básico de seguridad, bien reconocido, asigna al explotador la responsabilidad de la seguridad. Un proceso de verificación basado en una tutoría cercana tenderá a transferir tal responsabilidad al regulador, circunstancia que debe ser evitada. Por otro lado, cuando el proceso de verificación se hace demasiado lejano, el explotador podría cometer errores irreversibles, que posteriormente podrían constituir una desventaja para ambas partes. Se debe encontrar un equilibrio en el grado de verificación ejercido por el regulador, el cual debe ser, al mismo tiempo, efectivo. De nuevo, será necesario reanalizar el proceso de verificación que se ha de seguir en las centrales nucleares del futuro. El uso de la metodología probabilista servirá ciertamente para identificar las áreas de prioridad que deben ser evaluadas, verificadas, inspeccionadas y mantenidas.

La *coerción* es siempre un proceso delicado, que puede conducir a multas y otras penas civiles e incluso criminales. El proceso debe ser esencialmente justo, las violaciones, malas prácticas y hechos delictivos se deben identificar de acuerdo con la regulación existente y la pena debe estar de acuerdo con la importancia de la falta cometida. Se ha acumulado

una larga experiencia en varios países, pero de nuevo se requiere un análisis más cuidadoso de la situación actual y de la experiencia adquirida, la cual debe ser incorporada en las nuevas normas que apliquen a las centrales nucleares que funcionen dentro de un mercado eléctrico desregulado.



► Figura 3. Agustín Alonso, consejero del CSN.

“La competitividad y la seguridad son dos requisitos básicos del desarrollo nuclear, además se requerirá una opinión pública favorable y una voluntad política bien definida”

Se reconoce ampliamente que cualquier desarrollo futuro de la energía nuclear requerirá una opinión pública más favorable y una voluntad política mejor definida. La creación de tal opinión y voluntad es un asunto complejo, que afecta a muchos derechohabientes, incluyendo al propio regulador. En esencia, el regulador re-

presenta los intereses de la sociedad en cuanto a asegurar la salud y la seguridad del público contra los efectos dañinos de las radiaciones ionizantes. Si la sociedad no confía en el regulador, las centrales nucleares no serán aceptables; por consiguiente es esencial que el regulador, en cualquier país, inspire confianza.

Para conseguirlo, los reguladores tienen que ser independientes de cualquier otro interés distinto de proteger la sociedad contra la toxicidad de las radiaciones. Esto podría no ser suficiente, ya que siempre existirán influencias no justificadas y presiones indebidas sobre el regulador, lo que también demandará que las decisiones reguladoras sean independientes. Se ha de reconocer que tales influencias y presiones podrían operar en ambas direcciones, es decir, en contra o a favor del uso de la energía nuclear e incluso para cancelar centrales nucleares

por otro lado seguras. Se deben evitar ambas tendencias.

La independencia de las decisiones reguladoras requiere un sistema *de jure* y una actitud *de facto* basado en ciertos atributos de los reguladores y en barreras de protección, que han de ser desarrolladas. La competencia científica, técnica y jurídica es un requisito básico, junto con la disponibilidad de los recursos humanos y materiales necesarios, así como la presencia de actitudes éticas y rectas en cada derechohabiente, incluyendo reguladores y explotadores. Estos aspectos deben ser también considerados a fin de garantizar la necesaria aceptación social. Espero que la nueva era nuclear llegue pronto, dentro de los requisitos de seguridad que se mencionan”. S

# El sistema español de vigilancia y control radiológico de la chatarra y los productos resultantes de su procesado

Desde el suceso ocurrido en la factoría de Acerinox en mayo de 1998, en España se ha establecido un sistema de vigilancia y control radiológico de la chatarra. El *Protocolo español*,

como se conoce en el exterior y que ha recibido los elogios de la comunidad internacional, permite regular y reducir los riesgos que entraña la presencia de material radiactivo en la chatarra.

## 1. Sinopsis

A pesar de que el uso de las tecnologías de la radiación está sometido desde sus comienzos a fuertes controles en la mayoría de los países, en los últimos años se ha detectado con relativa frecuencia la presencia de material radiactivo en la chatarra. Esta circunstancia ha motivado que se pongan en marcha una serie de iniciativas de carácter internacional tendentes a detectar y prevenir el tráfico internacional ilícito de material radiactivo, ya sea intencionado o involuntario.

La siderurgia española, uno de los principales sectores de la industria en nuestro país, depende en gran medida de la importación de una fracción muy importante de la chatarra que utiliza como materia prima. La experiencia ha demostrado que los países compradores de grandes cantidades de chatarra deben complementar las iniciativas

internacionales con otras de alcance nacional para conseguir reducir los riesgos que se derivan de la presencia del material radiactivo en la chatarra.

En este contexto, las autoridades de protección radiológica españolas, junto con los sindicatos y las asociaciones de las empresas de los sectores de la recuperación y de la fundición de metales, han establecido un sistema nacional de vigilancia y control radiológico de la chatarra y los productos resultantes de su procesado.

El sistema se compone de unas bases legales, de la instalación de equipos de vigilancia radiológica específicos, de la mejora de otros de propósito general que existían con anterioridad a estas actuaciones, del desarrollo de planes de formación y divulgación radiológica entre los profesionales de los sectores de la recuperación y fundición de metales, y de la mejora del sistema nacional de respuesta a emergencias radiológicas.

## 2. Antecedentes

Hasta el suceso ocurrido en la factoría de Acerinox en mayo de 1998, la presencia de material radiactivo en la chatarra era considerada en España como un riesgo potencial. El suceso puso de manifiesto que se trataba de un riesgo real, del que se podían derivar importantes consecuencias sanitarias, ambientales y, sobre todo, económicas.

Antes de 1998 existía una preocupación general sobre este asunto, que no se había concretado en ninguna actuación sistemática, aunque algunas acerías habían instalado sistemas de detección en sus entradas, y el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) había iniciado una campaña divulgativa para informar a los trabajadores de los sectores de la recuperación y la fundición de metales sobre los riesgos derivados de la presencia de material radiactivo en la chatarra.

El suceso ocurrido en Acerinox fue la causa directa de que el Ministerio de Industria y Energía (Mi-

\* Eugenio Gil es subdirector general de Protección Radiológica Ambiental del CSN.



► **Figura 1.** Detector de pórtico para la inspección radiológica automática de camiones.

ner)<sup>1</sup> y el CSN activaran dos líneas de trabajo orientadas a:

— La recuperación de las instalaciones afectadas.

— El desarrollo de medidas para evitar otros sucesos similares en el futuro.

La primera de ellas se puso en marcha con la intervención directa de las empresas propietarias de las instalaciones afectadas —Acerinox, Egmasa y Presur—, y la segunda, con la colaboración de la Federación Española de la Recuperación (FER), la Unión de Empresas Siderúrgicas (Unesid) y la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos (Enresa).

### 3. Recuperación de las instalaciones afectadas

El día 30 de mayo de 1998 se fundió accidentalmente una fuente de

Cs-137 en uno de los hornos de la planta que Acerinox tiene en la localidad de Los Barrios (Cádiz). La fuente había llegado a la acería incorporada a un cargamento marítimo de chatarra que, probablemente, procedía de Estados Unidos.

Como consecuencia de la fusión de la fuente resultaron contaminadas la propia acería, la planta de inertización de residuos inorgánicos industriales de Egmasa que gestiona los polvos de humo de la acería y está situada en Palos de la Frontera (Huelva), y la planta metalúrgica experimental de Presur que utiliza polvos de humo de la acería para su proceso y que está situada en Fregenal de la Sierra (Badajoz). Asimismo resultó contaminado el Centro de Recuperación de Inertes (CRI-9) en el que se vierten los productos inertizados por Egmasa, que está situado en la Marisma de Mendaña (Huelva), y en mucho menor grado, el garaje donde se lavan algunos de los camiones que transportaron el material contaminado.

El CSN, una vez conocida la existencia de contaminación en la acería y en las demás instalaciones, procedió a la caracterización radiológica de la situación con la colaboración de Enresa, del Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (Ciemat), y de la Unidad Técnica de Protección Radiológica de Proinsa, que actúa como apoyo del CSN en situaciones de emergencia.

A la vista de los resultados de la caracterización radiológica, el CSN concluyó que la contaminación se limitaba a las instalaciones afectadas, por lo que recomendó a sus propietarios que hicieran un control de contaminación interna de los trabajadores, y al Ministerio de Industria y Energía, que se adoptaran las medidas de protección adecuadas para resolver la situación radiológica existente en las instalaciones afectadas, con carácter urgente.

La Dirección General de la Energía (DGE) requirió a cada una de las tres empresas propietarias de

<sup>1</sup>Las competencias del Ministerio de Industria y Energía (Miner) en la materia fueron asumidas por el Ministerio de Economía (Mineco), tras la reorganización ministerial de marzo de 2000.

las instalaciones afectadas que confeccionaran un plan de actuación para descontaminar las instalaciones y gestionar los residuos radiactivos que se generasen.

Las empresas propietarias de las instalaciones contaminadas elaboraron sus correspondientes planes de actuación, que básicamente contenían:

- Un plan detallado de caracterización radiológica.

- Un plan de limpieza y descontaminación de las instalaciones afectadas.

- Un plan de protección radiológica durante las operaciones de limpieza y descontaminación.

Los planes de actuación fueron evaluados por el CSN, que estableció los requisitos de protección radiológica que deberían observarse durante las operaciones. Entre estos requisitos, destacan los siguientes:

- Las dosis individuales producidas durante las operaciones de recuperación debían ser inferiores a 1 milisievert.

- Las operaciones debían ser supervisadas por una unidad técnica de protección radiológica (UTPR).

- Los residuos radiactivos debían ser gestionados por Enresa, de acuerdo con un plan de gestión específico.

- Los resultados de las operaciones debían ser objeto de inspección por parte del CSN, previamente a la apreciación favorable de este organismo para dar por terminada la ejecución de los planes de actuación.

Las tres empresas propietarias realizaron las operaciones previstas en los planes de actuación, respetando las condiciones fijadas por el CSN, y este organismo llevó a cabo varias inspecciones para comprobar el cumplimiento de las mismas<sup>2</sup>.



► **Figura 2.** Inspección radiológica de un montón de chatarra.

Enresa elaboró un plan de gestión de los residuos radiactivos generados durante las operaciones de limpieza y descontaminación, que fue aceptado por el CSN. De acuerdo con este plan, los residuos radiactivos fueron retirados de las instalaciones para su gestión en el centro de almacenamiento de residuos radiactivos de El Cabril. Como criterio de discriminación entre residuos convencionales y radiactivos se ha adoptado el criterio de exención de prácticas de la normativa comunitaria [1] y española [2].

El CSN informó continuamente sobre el desarrollo de las actuaciones a las autoridades locales, regionales, nacionales y comunitarias, y emitió varios informes sobre el suceso y las operaciones de limpieza y descontaminación que se llevaron a cabo. En dichos informes se incluyeron datos de caracterización radiológica de las instalaciones, de dosimetría de los trabajadores, de vigilancia radiológica ambiental, de residuos generados y de las operaciones de recuperación de las instalaciones.

#### 4. Regulación de la vigilancia radiológica de la chatarra

Para el desarrollo de las medidas preventivas, el Ministerio de Econo-

mía (Mineco) y el CSN, con la colaboración de Enresa, la FER y Unesid, han puesto en marcha un sistema nacional cuyo objetivo global es reducir los riesgos que entraña la presencia de material radiactivo en la chatarra. El sistema se estructura en cuatro actuaciones:

- Regulación de la vigilancia y el control radiológico de la chatarra.

- Instalación y mejora de los sistemas de vigilancia radiológica.

- Implantación de programas de formación y divulgación.

- Mejora de los planes de respuesta a emergencias radiológicas.

Nada más conocerse el suceso ocurrido en Acerinox, los grupos parlamentarios Popular, Socialista y de Izquierda Unida instaron al Gobierno para que desarrollara una regulación específica del control radiológico de la chatarra. En respuesta a estas iniciativas parlamentarias se inició un proceso de estudio de la situación nacional, internacional y de la práctica de otros países, que se ha concretado en las acciones que se describen a continuación.

##### 4.1. La situación internacional

Ningún organismo internacional con competencias en el campo radiológico, y más concretamente el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), la Comisión Europea (CE) y la Agencia para la Energía Nuclear de la OCDE (NEA/OCDE), habían establecido normas o directrices aplicables a la vigilancia y control radiológico de la chatarra.

La Comisión Europea, a través del Grupo de Expertos del Artículo 31 del Tratado Euratom, ha emitido recomendaciones sobre niveles de desclasificación para el reciclado de la chatarra procedente de las instalaciones nucleares. El OIEA ha emitido recomendaciones provisionales sobre niveles de desclasificación para materiales sólidos que contienen bajas concentraciones de radiactividad y, en colabora-

<sup>2</sup>A la fecha de publicación de este artículo han finalizado todas las actuaciones de limpieza y descontaminación de las instalaciones afectadas y se está procediendo a la retirada de los últimos residuos radiactivos generados.



► **Figura 3.** Firma del protocolo de colaboración sobre vigilancia radiológica de los materiales metálicos en noviembre de 1999.

ción con otros organismos internacionales, está preparando una Guía de Seguridad para la prevención del tráfico internacional ilícito de material radiactivo.

En las acerías, en algunos centros de recuperación y en algunas fronteras de los países de la OCDE, se han instalado sistemas de vigilancia radiológica de la chatarra. En casi todos los casos, la instalación tiene carácter voluntario y se basa en recomendaciones de la propia industria o de organismos nacionales o regionales responsables de la protección radiológica.

Como resumen puede decirse que no existe una práctica sistemática en la regulación de la vigilancia radiológica de la chatarra ni a escala internacional, ni a escala nacional, con la excepción de Italia.

A la vista de esta situación, el Gobierno español, a través de la Secretaría de Estado de la Energía, solicitó a los comisarios de Industria y Medio Ambiente de la CE que se adoptasen medidas a escala comunitaria para prevenir los riesgos radiológicos derivados del reciclado de la chatarra.

Como consecuencia de esta solicitud, la CE ha iniciado el desarrollo de una directiva sobre seguridad de las fuentes de radiación y ha creado

un grupo de expertos para estudiar la conveniencia de desarrollar una normativa específica sobre controles radiológicos en puertos y fronteras con países terceros. Expertos del Ministerio de Economía y del CSN han participado activamente en los trabajos técnicos de ambas iniciativas comunitarias.

Por su parte, el OIEA ha elaborado un plan de actuación que tiene por objeto incrementar la seguridad de las fuentes de radiación y que incluye un Código de Conducta para los países cuyo objetivo es incrementar la eficacia del sistema de control de las fuentes.

#### 4.2. Desarrollo de una normativa nacional

La normativa española no contemplaba específicamente los riesgos derivados de la presencia de material radiactivo en la chatarra ni requería su vigilancia radiológica cuando ocurrió el suceso de Acerinox. Tampoco estaban asignadas explícitamente funciones de control en esta materia a ningún organismo de la Administración.

En esas mismas fechas se encontraba en fase de tramitación parlamentaria la revisión de la ley que regula la financiación del CSN, que incluía una actualización de las

funciones de este organismo. La nueva Ley de Tasas del CSN [3] modificó finalmente sus competencias, asignándole las funciones de:

— “Inspeccionar, evaluar, controlar, informar y proponer a la autoridad competente la adopción de cuantas medidas de prevención y corrección sean precisas ante situaciones excepcionales de emergencia [...] cuando tengan su origen en instalaciones, equipos, empresas o actividades no sujetas al régimen de autorizaciones de la legislación nuclear”.

— “Controlar y vigilar la calidad radiológica del medio ambiente en todo el territorio nacional [...] y colaborar con las autoridades competentes en materia de vigilancia radiológica ambiental fuera de las zonas de influencia de las instalaciones nucleares o radiactivas”.

Esta misma ley dispone que la gestión de los residuos radiactivos generados en los supuestos excepcionales, podrá ser efectuada con cargo a los rendimientos financieros de los fondos creados para gestionar los residuos radiactivos de la segunda parte del ciclo del combustible nuclear, en aquellos casos que el Ministerio de Economía lo determine.

Para desarrollar las disposiciones legales, el Ministerio de Industria y Energía y el CSN crearon un grupo de trabajo cuyo objetivo fue elaborar una regulación específica para la vigilancia y el control radiológicos de la chatarra y para la gestión de los materiales radiactivos detectados en ésta.

El grupo de trabajo barajó dos posibles alternativas para establecer la regulación. Por una parte, implantar una norma de carácter obligatorio, y por otra, crear un protocolo de colaboración de carácter voluntario, al que se adherirían las empresas propietarias de las instalaciones de reciclado de materiales metálicos. Finalmente se optó por esta segunda opción, como paso previo a una regulación



► **Figura 4. Niveles de referencia utilizados en el Protocolo.**

posterior de carácter obligatorio. Dicha normativa podría ser el resultado de la experiencia que se adquiera con la aplicación del protocolo y de la evolución de la legislación internacional, especialmente de la comunitaria.

#### 4.3. El Protocolo sobre vigilancia radiológica de la chatarra

El Protocolo es un compromiso de carácter voluntario suscrito entre el Ministerio de Industria y Energía, el Ministerio de Fomento, el Consejo de Seguridad Nuclear, la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, la Federación Española de Recuperación, y la Asociación de Empresas Siderúrgicas, que tiene por objeto establecer un sistema nacional para prevenir los riesgos que se derivan de la presencia de material radiactivo en la chatarra y en los productos resultantes de su procesado. Con posterioridad a la firma del Protocolo, se adhirieron a él los sindicatos con mayor representatividad en la industria metalúrgica.

Los firmantes del Protocolo se comprometen a fomentar la adscripción al mismo de las instalaciones en las que se procesa chatarra y a integrar a otras agrupaciones del sector de la recuperación de metales. Asimismo se comprometen a hacer un seguimiento de su aplicación y de la evolución de la normativa internacional sobre la materia,

con el objeto de revisar y actualizar el Protocolo si fuese necesario.

La adscripción de una instalación al Protocolo se materializa con su inscripción en el registro creado al efecto por el Ministerio de Economía. La inscripción tiene carácter voluntario y gratuito y se formaliza cuando el Ministerio de Economía comunica al interesado su incorporación al mismo.

El contenido del Protocolo se desarrolla en un Anexo Técnico en el que se establecen los compromisos que adquiere cada una de las partes firmantes, que son los siguientes:

El Ministerio de Economía se compromete a:

- Autorizar de forma genérica la transferencia a Enresa del material radiactivo que se detecte con el fin de facilitar al máximo las actuaciones necesarias para su retirada.

- Crear y mantener el Registro de empresas adscritas al Protocolo.

- Dirigir las actuaciones que sea necesario implantar, si se produce una situación de contaminación generalizada o de dispersión del material radiactivo.

El Ministerio de Fomento se compromete a:

- Exigir un certificado en el que se declare explícitamente que la mercancía ha sido sometida a control radiológico en el lugar de procedencia, antes de autorizar su descarga en cualquier puerto español.

- Comunicar al CSN cualquier incidencia relativa a este asunto

El Consejo de Seguridad Nuclear se compromete a:

- Emitir las recomendaciones e instrucciones técnicas que sean necesarias para poner en práctica el Protocolo.

- Establecer los criterios radiológicos en los que deben basarse los niveles de investigación y de exención que son necesarios para la puesta en marcha del Protocolo.

- Inspeccionar los sistemas de vigilancia y control radiológico de las instalaciones.

- Asesorar a las diferentes partes en cuestiones relativas a la protección radiológica de las personas y del medio ambiente.

- Promover y coordinar planes de formación y divulgación en materia de instrumentación y protección radiológica dirigidos al personal de las empresas de los sectores de la recuperación y fundición de metales.

Enresa se compromete a:

- Retirar y custodiar los materiales radiactivos que se detecten en la chatarra y en los productos resultantes de su procesado y que superen los niveles de exención.

- Asesorar técnicamente a las empresas adscritas al Protocolo, especialmente para la devolución del material radiactivo a los proveedores cuando sean extranjeros.

- Colaborar en los planes de formación y divulgación.

- Suscribir un contrato con las empresas adscritas para gestionar el material radiactivo que se detecte.

Las empresas inscritas se comprometen a:

- Establecer un sistema de vigilancia y control radiológico en cada instalación en la que se procese chatarra, y dotarlo de los medios técnicos, humanos —que podrán ser propios o de una unidad de protección radiológica—, organizativos, formativos y logísticos necesarios para detectar, aislar y analizar el material radiactivo que pueda contener la chatarra.

— Exigir a sus suministradores extranjeros un certificado de que la mercancía que suministran ha sido sometida a un sistema de vigilancia radiológica.

— Adoptar las medidas necesarias para evitar la dispersión de material radiactivo y para aislarlo en condiciones seguras hasta su retirada por Enresa.

— Comunicar al CSN la detección de material radiactivo en cantidades o concentraciones superiores a los niveles de exención.

— Transferir a Enresa el material radiactivo que supere los niveles de exención, para lo que suscribirá el correspondiente contrato.

— Hacer las gestiones necesarias para devolver a los proveedores extranjeros el material radiactivo que se detecte en sus envíos.

— Colaborar en los planes de formación y divulgación.

El Anexo Técnico también establece el procedimiento de actuación cuando se detecte material radiactivo en la chatarra o en los productos resultantes de su procesado, que consiste básicamente en:

— Someter a vigilancia radiológica todos los materiales metálicos y los productos resultantes de su procesado que entren en las acerías y centros de procesado de chatarra.

— Inmovilizar los cargamentos y parar los procesos en los que se haya detectado radiación superior a los niveles de investigación.

— Inspeccionar detalladamente el cargamento o líneas de proceso en los que se haya detectado radiación superior a los niveles de investigación.

— La inspección será realizada por personal con conocimientos de instrumentación y protección radiológica adecuados, debiéndose avisar a una unidad de protección radiológica si la detección tiene lugar en materiales de proceso.

— Los resultados de la inspección se recogerán en un informe en el que se indicará explícitamente si el material radiactivo supera los niveles de exención.

— Aislar el material radiactivo que supere los niveles de exención, en condiciones seguras hasta su retirada por Enresa.

— Informar al CSN, adjuntando el informe del especialista.

— El CSN comunicará a la instalación y a Enresa la aplicabilidad de la Autorización de Transferencia genérica y registrará el suceso.

— Enresa procederá a la retirada de los materiales radiactivos que superen los niveles de exención, en los términos previstos en el contrato establecido con la empresa adscrita, y los custodiará hasta: su devolución, su transferencia a un usuario autorizado o su gestión como residuo radiactivo.

— En caso de dispersión de material radiactivo, el Ministerio de Economía establecerá, con el asesoramiento del CSN, las acciones que deberán emprenderse.

El Protocolo establece que estas actuaciones serán financiadas por las empresas adscritas, excepto las derivadas de la detección de fuentes

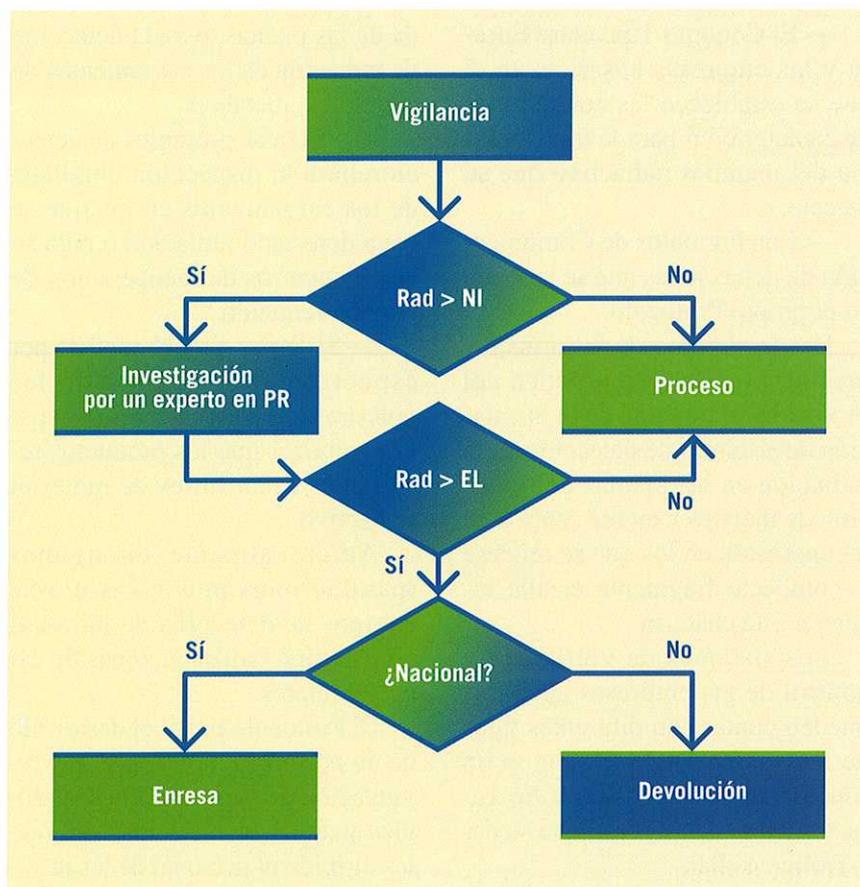
radiactivas de origen nacional, que serán financiados con cargo al Fondo de Enresa, y que las empresas adscritas podrán repercutir los costes sobre terceros.

La aplicación práctica del Protocolo se complementa con varios documentos específicos:

— La Comunicación de Inscripción en el Registro de las empresas adscritas.

— La Autorización de Transferencia [4] genérica en la que se establecen los criterios para definir los niveles de investigación y de exención y otras precauciones adicionales que son necesarias para garantizar la seguridad del sistema establecido y de la transferencia a Enresa de los materiales radiactivos.

— Una Guía de Seguridad del CSN, en la que se dan recomendaciones sobre las características técnicas del sistema de vigilancia y control, la formación de los técnicos especialistas, las capacidades de las unidades de protección radiológica, etcétera.



► Figura 5. Diagrama de actuación establecida en el Protocolo.

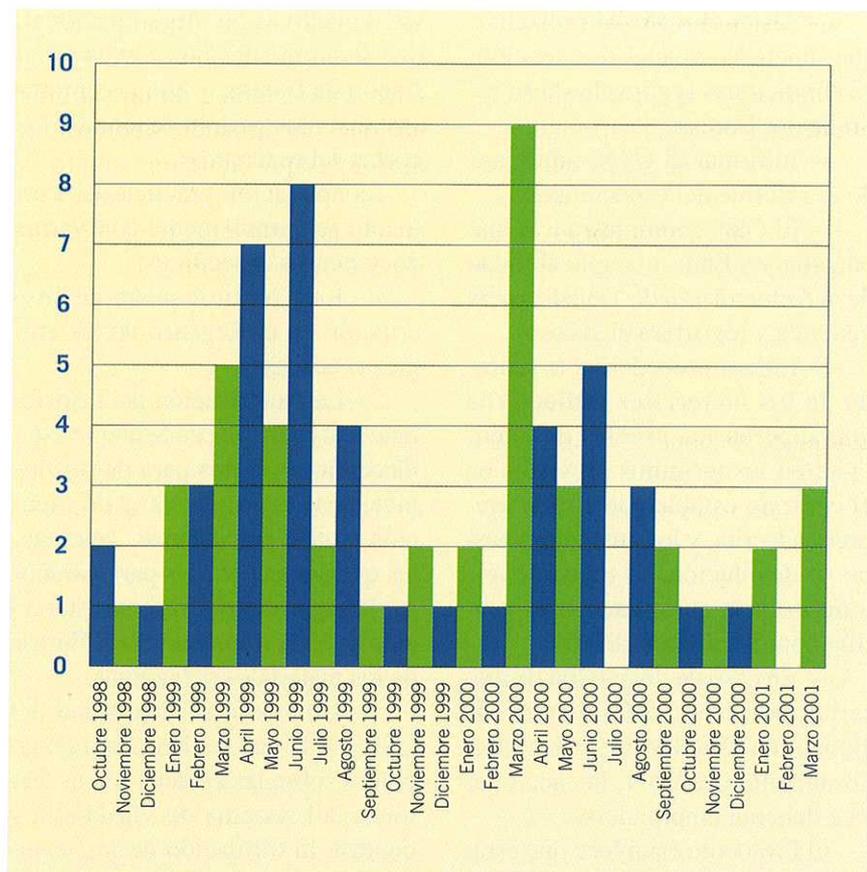


Figura 6. Resultados de la aplicación del Protocolo. Número mensual de detecciones de material radiactivo en la chatarra.

— El Contrato Tipo entre Enresa y las empresas adscritas en el que se establecen las condiciones de carácter civil para la transferencia del material radiactivo que se detecte.

— Los Formatos de Comunicación de detecciones que se recogen en el propio Protocolo.

Desde el punto de vista instrumental, la puesta en práctica del Protocolo se concreta en la instalación de sistemas de detección de la radiación en las plantas de fundición de metales y en los centros de recuperación en los que se procese —compacte, fragmente, cizalle, etcétera— la chatarra.

Los sistemas de vigilancia y control de las empresas adscritas pueden contar con diferentes tipos de instrumentos de detección en función de la dimensión y las características del proceso que se desarrolle en ellas:

— Detectores automáticos de pódico, situados a la entrada y sali-

da de las plantas, para la detección de radiación en los cargamentos de materiales metálicos.

— Sistemas portátiles de detección para la inspección detallada de los cargamentos en los que se haya detectado radiación o para su uso en centros de recuperación de tamaño reducido.

— Sistemas para el análisis por espectrometría gamma de las muestras tomadas en el proceso para garantizar que los productos resultantes están libres de material radiactivo.

Adicionalmente, en algunas instalaciones puede instalarse equipos de detección de la radiación de tipo baliza en zonas de especial interés.

El Protocolo prevé el desarrollo de un programa de formación y divulgación de la protección radiológica y de las técnicas instrumentales dirigido al personal de las instalaciones adscritas, que consta de tres niveles:

— Uno primero, de carácter general, sobre las bases de la protección radiológica y los riesgos derivados de la presencia de material radiactivo en la chatarra y que está dirigido a los directivos y técnicos de las acerías y los almacenes de chatarra.

— Uno segundo, de carácter técnico, sobre técnicas instrumentales y primeras actuaciones, dirigido a los técnicos que deben intervenir cuando se detecte material radiactivo en un cargamento de chatarra.

— Uno tercero, de carácter divulgativo, dirigido a todo el personal de los sectores de la fundición y recuperación de metales para fomentar la prevención de riesgos derivados de la presencia de material radiactivo en la chatarra.

## 5. Medidas complementarias

El sistema nacional de control radiológico de la chatarra se complementa con otras actuaciones, que si bien no se orientan específicamente a ese objetivo, se han tenido en cuenta en el desarrollo del Protocolo.

### 5.1. Mejora de la vigilancia radiológica ambiental

El CSN dispone de una red de vigilancia radiológica ambiental compuesta por estaciones automáticas y una red de laboratorios universitarios, cuyo objetivo es vigilar permanentemente la calidad radiológica ambiental.

Las estaciones y los laboratorios de la red disponen de unos niveles inferiores de detección, que son suficientes para garantizar la salud de las personas, pero su umbral de sensibilidad puede no ser suficiente para detectar la contaminación ambiental derivada de la fusión de pequeñas fuentes de radiación en hornos de fundición de metales.

La red del CSN está siendo complementada con una nueva red menos densa pero equipada con equipos de alta sensibilidad, que tienen por objetivo detectar niveles extremadamente bajos de concentración de radiactividad en el aire.

Estos umbrales de detección se aproximan a los niveles de contaminación que son esperables tras la fusión de una fuente de radiación en un horno de fundición.

## 5.2. Mejora de los planes de emergencia

El Plan Básico de Emergencia Nuclear (Plaben) está fundamentalmente orientado a las emergencias que tienen su origen en las grandes instalaciones nucleares, pero no contempla específicamente situaciones de emergencias radiológicas con origen diferente.

Para cubrir estas situaciones, el CSN y el Ministerio del Interior están revisando el Plaben con el objetivo de cubrir un espectro más amplio de situaciones de emergencia en el que tienen cabida las emergencias originadas por suceso como el ocurrido en Acerinox.

## 6. Resultados de la aplicación del protocolo

Simultáneamente a las discusiones que dieron lugar al Protocolo, las acerías y algunos almacenes de chatarra comenzaron a instalar sus sistemas de detección. De forma que, a la firma, ya estaban instalados unos treinta pórticos. Desde el primer momento se comprobó la eficacia de estos sistemas y, hasta la fecha, se vienen produciendo una media aproximada de tres detecciones de material radiactivo, cantidades muy superiores a los niveles de exención establecidos.

Por otra parte, el *Protocolo español*, como se le conoce en ámbitos internacionales, está siendo objeto de una atención especial tanto por el sector metalúrgico, que valora especialmente la apuesta de *autorregulación*, como por el sector nuclear que destaca su sencillez y eficacia. Muestras del interés que ha suscitado el Protocolo en el panorama internacional son el informe del Comisión Económica para Europa de Naciones Unidas (UNECE) [5] y la Resolución de la Junta de Gobernadores del OIEA [6], que consideran el Protocolo español como una actuación adecuada para reducir los riesgos derivados de la presencia de material radiactivo en la chatarra.

Asimismo, el CSN ha recibido numerosas consultas de otros organismos reguladores sobre el contenido del Protocolo y sobre el procedimiento seguido hasta su firma, con el objetivo explícito de aprovechar la experiencia española en sus respectivos países.

El interés suscitado por el Protocolo en el ámbito internacional ha motivado a las autoridades de nuestro país a considerar la posibilidad de promover, durante la próxima presidencia española de la Unión Europea, la adopción de medidas similares a escala comunitaria.

## 7. Epílogo

El Ministerio de Economía, el Ministerio de Fomento, el CSN, Enresa y los sindicatos y asociaciones

de empresas de los sectores de la recuperación y la fundición de metales, han establecido un sistema nacional de vigilancia y control radiológico que tiene por objeto la prevención de los riesgos derivados de la presencia de material radiactivo en la chatarra y en los productos resultantes de su procesado.

El sistema de vigilancia y control:

- Se basa en un marco legal específico.

- Se concreta en un protocolo de colaboración entre las empresas que reciclan metales y la Administración, en el que las partes se comprometen a establecer, con carácter voluntario, un conjunto de medidas técnicas, administrativas y de seguridad, cuyo objetivo es la detección, segregación, caracterización y gestión sin riesgo del material radiactivo que potencialmente pueda contener la chatarra o los materiales resultantes de su procesado.

- Se complementa con un programa de formación y divulgación radiológica orientado a los responsables, técnicos y trabajadores de las empresas de los sectores de la recuperación y la fundición de metales, con la mejora de los sistemas nacionales de vigilancia radiológica ambiental, y con la mejora de los planes de emergencia radiológica para tener en cuenta sucesos originados fuera de las instalaciones sometidas a la legislación nuclear. 

## Referencias

- [1] Directiva 96/29/Euratom del Consejo de 13 de mayo, por la que se establecen las normas básicas relativas a la protección sanitaria de los trabajadores y de la población contra los riesgos que resultan de las radiaciones ionizantes.
- [2] Real Decreto 1836/1999 de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones nucleares y radiactivas. BOE nº313, de 31/12/99.
- [3] Ley 14/1999 de 4 mayo, de tasas y pre-

cios públicos por los servicios prestados por el CSN. BOE nº07, de 12 /05/99.

[4] Resolución de la Dirección General de la Energía, de 12 de febrero de 2000, por la que se autoriza la transferencia a Enresa del material radiactivo que se detecte en la vigilancia radiológica de los materiales metálicos y su procesado.

[5] *Report of the Improvement of the Management of Radiation Protection in the Recycling of Metallurgical Scrap*. Comisión Económica

para Europa de las Naciones Unidas (UNECE), Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), Comisión Europea (CE), Bureau of International Recycling (BIR), International Metalworkers Federation (IMF). Palais des Nations. Geneva, marzo 2001.

[6] *Plan de acción relativo a la seguridad e las fuentes tecnológica de las fuentes de radiación y a la seguridad física de los materiales radiactivos*. GOV/2001/3, Junta de Gobernadores del OIEA de 13 de febrero de 2001.

 Santiago Javier Ortiz y Thierry Lecomte\*

# Desmantelamiento y clausura de instalaciones nucleares de investigación

El Reglamento de Instalaciones Nucleares y Radiactivas contempla aspectos relacionados con el desmantelamiento y la clausura de instalaciones. En este artículo se presenta un

análisis de los procesos de desmantelamiento que se llevan a cabo en nuestro país en centros de investigación y hacia dónde se encaminan las nuevas tendencias para el futuro.

## 1. Introducción

El desmantelamiento es una fase definitiva de la vida operacional de una instalación nuclear o radiactiva. Comienza con la parada de las actividades de la misma y termina con la liberación del uso del emplazamiento, en uno de los tres niveles definidos para estos procesos:

— Nivel 1, de parada técnico-administrativa o de almacenamiento vigilado.

— Nivel 2, de uso restringido.

— Nivel 3, de libre uso. El emplazamiento puede ser utilizado sin ningún tipo de restricciones.

La declaración de clausura de una instalación es un acto administrativo que supone la suspensión definitiva de la licencia que faculta al titular para operar la misma. El licenciario y el organismo regulador deben conseguir que el desmantelamiento se lleve a cabo de manera

que la seguridad de los trabajadores, de la población y del medio ambiente esté garantizada. Por tanto, sería preciso que, a la vez que se diseña y se construye una instalación, se elaborase un plan preliminar de su desmantelamiento. Un año, o incluso dos, antes de la parada definitiva sería conveniente desarrollar un plan detallado, que contemplaría, al menos, los siguientes aspectos:

— Características de la instalación: incluiría una descripción física de la misma, equipos y sistemas que la componen, historia, incidencias —si las hubiese habido—, inventario del material radiactivo y control radiológico.

— Estrategia del desmantelamiento: se indicaría el objetivo del desmantelamiento, opciones posibles para llevarlo a cabo y justificación de la opción elegida. En este apartado figurarían los criterios de seguridad, estimación del volumen de residuos que se generarán y gestión de los mismos. También se recogería una memoria de impacto ambiental, que reflejaría cómo van a afectar las operaciones a realizar al entorno y al medio ambiente, y

cómo va a quedar el emplazamiento de la instalación, una vez clausurada ésta.

— Gestión del proyecto: incluiría los medios de los que se dispone para acometer las operaciones, organización y responsabilidades, programación de fases y tareas, plan de vigilancia, informes y registros, así como costes y financiación.

— Medidas de seguridad: se describirían los sistemas de protección radiológica, equipos de medida, estimación de dosis y aplicación del criterio ALARA, seguridad física y control de materiales, análisis de riesgos, programa de garantía de calidad y control radiológico final.

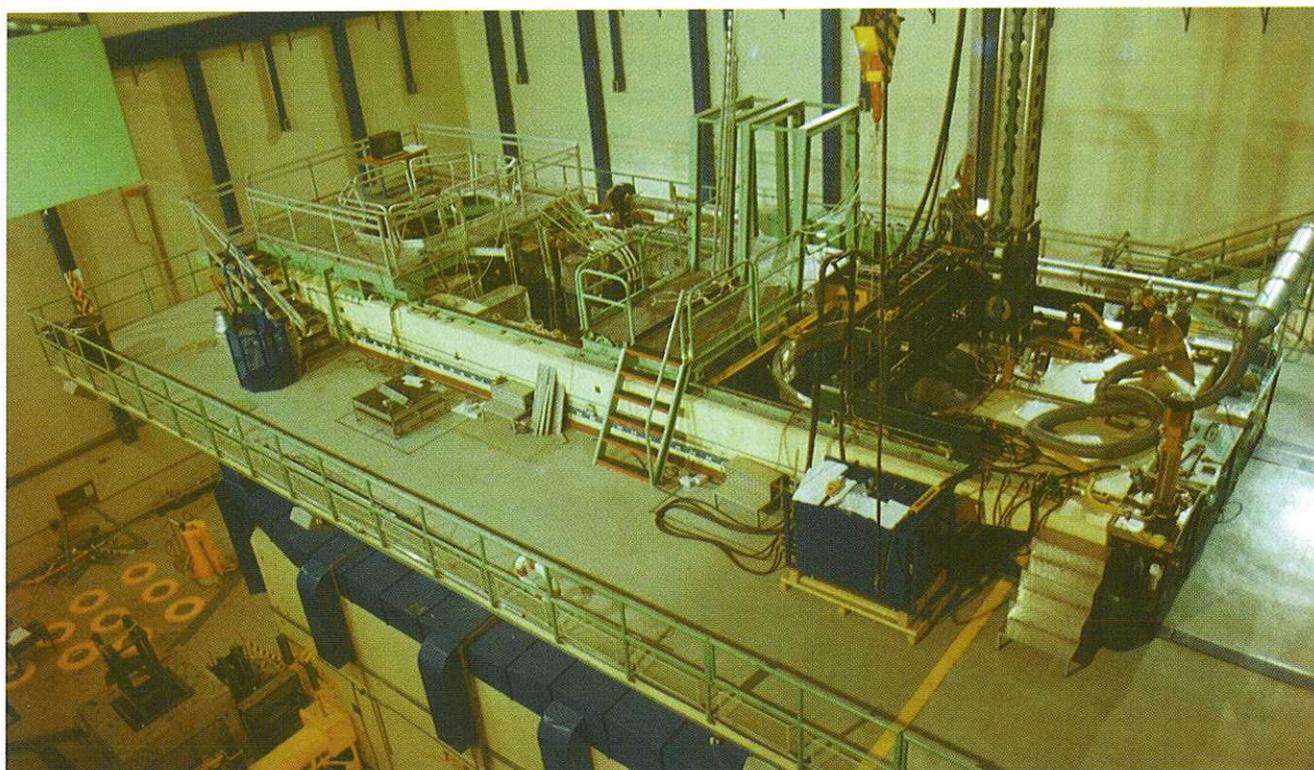
— Informe de actividades: resumiría las operaciones de descontaminación y desmantelamiento a realizar y una propuesta del programa de vigilancia y control, así como de las posibles actividades futuras.

## 2. Normativa

### 2.1. El Reglamento de Instalaciones Nucleares y Radiactivas

Hasta la publicación del nuevo Reglamento de Instalaciones Nucleares y Radiactivas (RINR), Real De-

\* Santiago Javier Ortiz es responsable en la SRA de instalaciones del ciclo y nucleares de investigación en desmantelamiento. Thierry Lecomte es técnico de la Dirección de la Seguridad de las Instalaciones Nucleares (DSIN) de Francia y colaborador del CSN.



► **Figura 1.** Reactor experimental JEN-1, ubicado en el Centro de Moncloa del Ciemat.

creto 1836/1999, de 3 de diciembre, existía en nuestro país un vacío en materia de normativa sobre desmantelamiento y clausura. Por esta razón, el organismo regulador recurría a normativas generales e internacionales aplicables para acometer la coordinación de estas actividades. Si bien, cada caso se examinaba de forma particular y se establecía una relación de cooperación con el titular de la instalación.

El nuevo reglamento, en el Capítulo VI del Título II, artículos 29 a 33, contempla ya aspectos relacionados con el desmantelamiento y la clausura de instalaciones. Sin embargo, estas consideraciones, parecen estar más dirigidas al desmantelamiento de la central nuclear de Vandellós I que al de instalaciones de investigación.

En el mencionado capítulo se señalan cuáles son las autorizaciones necesarias, la documentación que debe acompañar a la solicitud, la titularidad del desmantelamiento y los trámites para alcanzar la declaración de clausura. Asimismo, el reglamento contempla el desmantelamiento de las instalaciones

radiactivas del ciclo del combustible, que a estos efectos son equiparadas a las nucleares, así como el de las instalaciones radiactivas de carácter industrial, médico o de investigación, que requieren un trámite más sencillo.

## 2.2. Regulación sobre impacto ambiental

Un aspecto importante que no debe olvidarse a la hora de afrontar las tareas de desmantelamiento es el impacto ambiental que puedan conllevar dichas operaciones. En este sentido, cabe citar dos directivas de la Unión Europea:

— La Directiva de 27 de junio de 1985 (85/337/CEE) diferencia dos tipos de proyectos, unos de obligado cumplimiento y otros cuya aplicación queda supeditada a la decisión de cada gobierno. La directiva obliga a los estados miembros, a desarrollar las normativas correspondientes en un plazo no superior a los tres años.

— La Directiva de 3 de marzo de 1997 (97/11/CEE) es una continuación de la anterior, modificando, completando y mejorando los

procedimientos de evaluación para garantizar su aplicación. El plazo máximo para su implantación queda establecido en dos años.

Para llevar a cabo la aplicación de estas dos directivas europeas se han desarrollado en España tres reales decretos. El primero de ellos es el Real Decreto 1302/1986, de 28 de junio, y en él se indican las obras, instalaciones y actividades que quedan bajo su ámbito de aplicación. El segundo es el Real Decreto 1131/1988, de 30 de septiembre, que desarrolla un reglamento para la aplicación del primero. Por último, el Real Decreto-Ley 9/2000, de 6 de octubre, modifica y amplía el Real Decreto legislativo 1302/1986 de Evaluación de Impacto Ambiental. Es significativo, para el caso del presente trabajo, el Anexo I, apartado b), 2º del Grupo 3, ya que se refiere a la necesidad de declaración de impacto ambiental para los reactores nucleares, incluido su desmantelamiento, con exclusión de las instalaciones de investigación cuya potencia máxima no supere 1 kW de carga térmica continua.

### 3. Las instalaciones en desmantelamiento

Entre las instalaciones nucleares de investigación más importantes que existen en nuestro país en fase de desmantelamiento se encuentran los dos reactores experimentales tipo *argonauta*: Argos y Arbi y también el de tipo piscina JEN-1.

Los reactores Argos y Arbi forman parte del conjunto de 27 reactores del Laboratorio de Argone (USA) que han operado en el mundo desde 1957. El primero de ellos está ubicado en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Barcelona de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC); el segundo, en los Laboratorios de Ensayos e Investigaciones Industriales (Labein), en Bilbao. Iniciaron su operación en 1963 y en 1962, respectivamente, antes de la entrada en vigor de la Ley sobre Energía Nuclear de 1964. Por tanto, estuvieron acogidos a un régimen especial de licencias y funcionaron siempre con permisos provisionales. A mediados de la década de los setenta, en 1977 y 1974, al no poder cumplir los nuevos requisitos administrativos fijados por el Reglamento de Instalaciones Nucleares y Radiactivas (Decreto 2869/1972, de 21 de julio), se dieron por finalizadas sus actividades.

Con posterioridad, en 1987, de acuerdo con las recomendaciones dadas por el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), ambos titulares iniciaron las gestiones oportunas para proceder a la clausura de los reactores, cuya primera actuación fue la retirada de sus elementos combustible, ocurrida en 1992. Actualmente, la Universidad Politécnica de Cataluña dispone de la correspondiente autorización para llevar a cabo el desmantelamiento de su reactor, otorgada por el Ministerio de Industria y Energía según Orden Ministerial de 20 de abril de 1998, mientras que Labein carece del pertinente permiso, aunque se espera que en breve pueda obtenerlo, ya que el CSN ha informado favorablemente

sobre su proyecto de desmantelamiento en fechas recientes.

Por lo que respecta al reactor JEN-1, la situación del es algo diferente. Tampoco dispone de autorización explícita de puesta en marcha, pero se encuentra incluido en el conjunto de instalaciones existentes en el Ciemat, que cuenta con una autorización como instalación nuclear única. El reactor alcanzó su primera criticidad en octubre de 1958, dejó de operar en junio de 1984 y en 1992 se realizó la transferencia de los 40 últimos elementos combustibles utilizados en el reactor que aún permanecían en la instalación.

El desmantelamiento de estas tres instalaciones está siguiendo, en líneas generales, el proceso de clausura usual para los reactores de investigación. Tras un periodo inicial de varios años en nivel 1 (de parada técnico-administrativa), el nivel 2 vendría definido por la retirada de la instalación de material convencional y radiactivo: elementos combustibles, fuentes y residuos allí almacenados. Esta etapa se ha utilizado para preparar la documentación necesaria para acometer las operaciones de desmantelamiento propiamente dichas. Finalmente, el nivel 3, en el que el emplazamiento, tras las operaciones de desmantelamiento y obtenida la declaración de clausura, pueda utilizarse sin restricciones. Para el reactor JEN-1 aún está por definir el estado final del emplazamiento.

Además del reactor JEN-1, el Ciemat es titular de otras instalaciones de investigación que se encuentran también en fase de desmantelamiento, tres de ellas nucleares —Almacenamiento de Residuos Líquidos RAA-MTR, Celdas Calientes Metalúrgicas y Planta de Desarrollo de Elementos Combustibles para Reactores de Investigación— y dos radiactivas —Planta de Acondicionamiento de Residuos Líquidos y Planta M-1—. Su situación administrativa es similar a la del reactor, no tienen autorización específica de

funcionamiento pero se encuentran incluidas en el permiso de explotación general del Ciemat como instalación nuclear única.

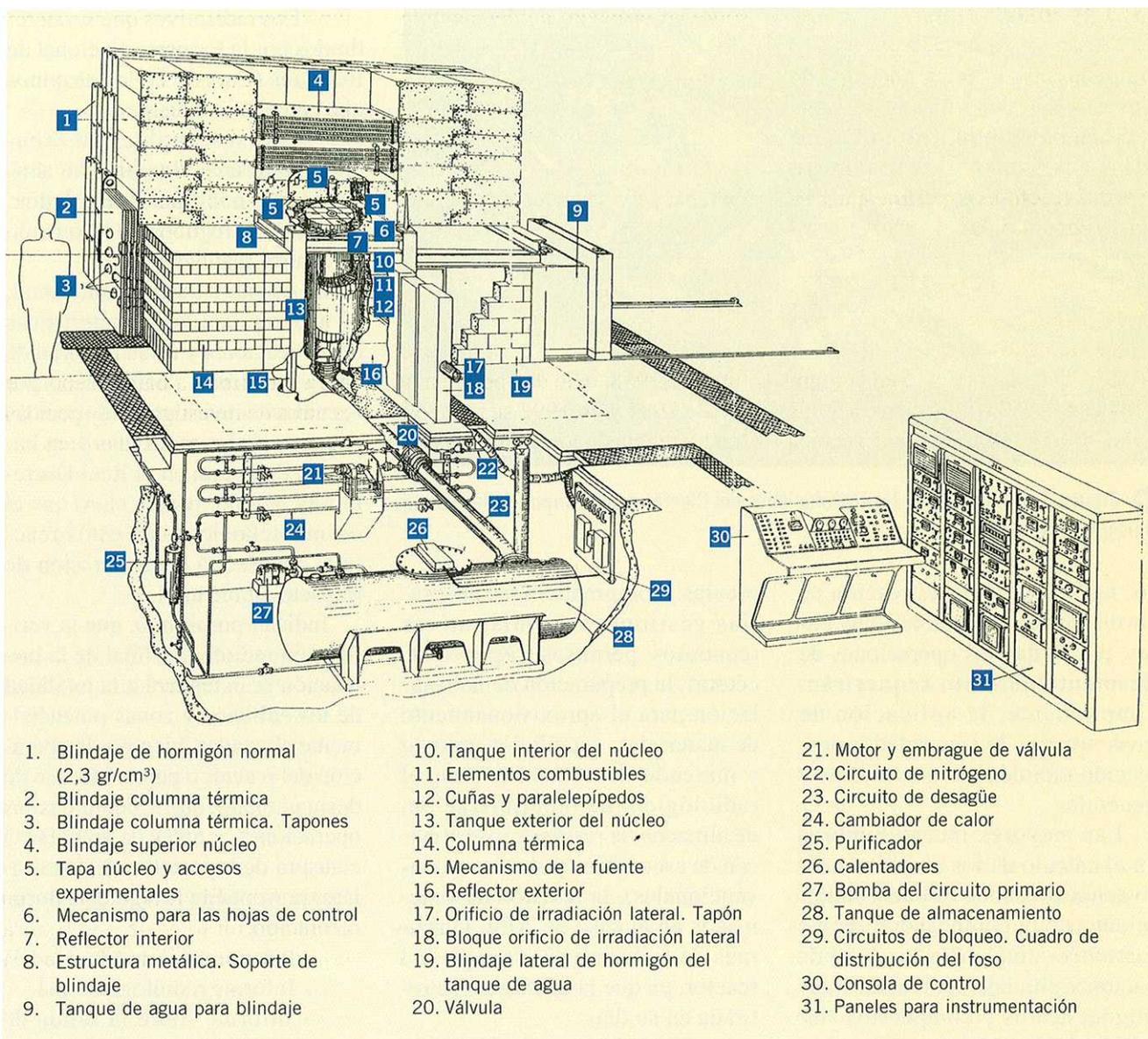
### 4. Los reactores Argos y Arbi

Los reactores tipo *argonauta* son reactores térmicos heterogéneos proyectados inicialmente para operar intermitentemente a una potencia térmica de 10 kW. Fueron diseñados para operar de una forma segura y flexible, a baja potencia, en centros de investigación y para formación de personal cualificado, y utilizaban uranio con enriquecimiento mínimo del 20 %, en elementos tipo placa con vaina de aluminio. Moderados por agua ligera y grafito, reflejados también por grafito y refrigerados por agua ligera a presión y temperatura ambiente, eran controlados mediante barras de cadmio.

Las condiciones de operación de los dos reactores han sido, aunque no iguales, muy parecidas. Argos operó un menor número de horas y a unas potencias inferiores a las de Arbi. El primero estuvo funcionando un total de 633,6 horas con una potencia media de 4W, frente a las 1437,3 horas y 47 W del segundo.

La similitud, tanto de diseño como de operación de los reactores, hacen que las condiciones de seguridad y protección radiológica de sus respectivos desmantelamientos sean también semejantes. El mayor tiempo y potencia de operación de Arbi conducirá a unos niveles de activación de las partes próximas al núcleo más elevados y, por consiguiente, a unos niveles de tasa de dosis algo superiores a los de Argos; sin embargo, estas diferencias no han de resultar significativas.

A efectos de desmantelamiento se entiende por reactor el conjunto de sistemas y componentes que constituyen la unidad generadora de potencia, exceptuando el combustible ya retirado de cada instalación. Incluye los elementos estruc-



- |  |   |   |
|--|---|---|
| 1. Blindaje de hormigón normal (2,3 gr/cm <sup>3</sup> ) | 10. Tanque interior del núcleo                      | 21. Motor y embrague de válvula                           |
| 2. Blindaje columna térmica                              | 11. Elementos combustibles                          | 22. Circuito de nitrógeno                                 |
| 3. Blindaje columna térmica. Tapones                     | 12. Cuñas y paralelepípedos                         | 23. Circuito de desagüe                                   |
| 4. Blindaje superior núcleo                              | 13. Tanque exterior del núcleo                      | 24. Cambiador de calor                                    |
| 5. Tapa núcleo y accesos experimentales                  | 14. Columna térmica                                 | 25. Purificador   |
| 6. Mecanismo para las hojas de control                   | 15. Mecanismo de la fuente                          | 26. Calentadores  |
| 7. Reflector interior                                    | 16. Reflector exterior                              | 27. Bomba del circuito primario                           |
| 8. Estructura metálica. Soporte de blindaje              | 17. Orificio de irradiación lateral. Tapón          | 28. Tanque de almacenamiento                              |
| 9. Tanque de agua para blindaje                          | 18. Bloque orificio de irradiación lateral          | 29. Circuitos de bloqueo. Cuadro de distribución del foso |
|  | 19. Blindaje lateral de hormigón del tanque de agua | 30. Consola de control                                    |
|  | 20. Válvula   | 31. Paneles para instrumentación                          |

► **Figura 2. Perspectiva del conjunto del reactor de investigación Argos.**

turales del núcleo, reflectores, blindajes, estructuras soporte, instrumentación, control nuclear, sistemas para experimentación, sistemas de extracción de potencia y sistemas de purificación del agua. Todo ello ubicado en el interior del edificio del reactor y situado en tres zonas diferenciadas, dos sobre el nivel del suelo de la nave del reactor y una por debajo del mismo.

El blindaje se encuentra en la estructura superior y está constituido por los bloques de hormigón de distintos tamaños, un blindaje especial y la tapa del núcleo.

El reactor (núcleo y sus reflectores asociados), los diferentes elementos para control, detección y

experimentación (columna térmica y tanque de agua), y los blindajes de estos componentes se encuentran a nivel del suelo, conformando la estructura inferior.

Por su parte, el circuito de refrigeración está situado por debajo del nivel del suelo de la nave e incluye todos los circuitos y tanques correspondientes al sistema de refrigeración del reactor y de purificación del agua empleada.

Por último, por edificio del reactor se entiende como tal, al propio edificio que alberga al reactor y a los sistemas asociados a todas aquellas estructuras, sistemas y componentes que no forman parte del reactor, ni han estado expuestas

a la irradiación neutrónica, ni presentan contaminación de materiales nucleares o radiactivos asociada a la operación del mismo.

La caracterización radiológica de ambas instalaciones, salas y zonas del reactor y anexas y sistema de refrigeración, no ha detectado medidas de contaminación. Las determinaciones de tasas de dosis se encuentran alrededor de los 0,15-0,2  $\mu\text{Sv/h}$ , excepto en las proximidades del núcleo, cuyos valores son algo más elevados debido a la actividad del Co-60 del acero inoxidable de los materiales del reactor y, en menor medida, del Eu-152 de los bloques de hormigón y grafito. En cualquier ca-



► **Figura 3.** Vista aérea de las instalaciones del Ciemat en el campus de la Ciudad Universitaria de Madrid.

so, los cálculos de activación se corresponden con valores muy bajos, por lo que las operaciones de desmantelamiento requerirán, simplemente, la aplicación de unas normas de seguridad y protección radiológica muy básicas y generales.

Las mayores incertidumbres en el cálculo de los niveles de activación proceden del desconocimiento de la composición de los materiales empleados en la fabricación y blindaje del reactor: hormigón, aceros y compuestos sintéticos, tales como caucho, baquelita, plásticos, etcétera. Los cálculos realizados se han basado en los datos históricos de los reactores, completados con información genérica y teniendo en cuenta tanto la activación debida por la propia operación del reactor como la producida por la presencia de la fuente de arranque.

De acuerdo con las intenciones manifestadas por los titulares, el desmantelamiento se acometerá con el objetivo de alcanzar el nivel 3 que permita clausurar las instalaciones y liberar su emplazamiento de cualquier restricción radiológica y, por tanto, su libre disposición de uso.

La ejecución del programa de desmantelamiento y clausura se realizará en tres fases consecutivas:

— Primera fase o de tareas

previas. Comprenderá las necesarias gestiones administrativas (contratos, permisos, seguros, etcétera), la preparación de la instalación para el aprovisionamiento de materiales, acondicionamiento y marcado de zonas (de control radiológico, de monitorización, de almacén de residuos y de almacén de escombros y chatarras convencionales), la revisión de sistemas y, en el caso de Arbi, la retirada de la fuente de arranque del reactor, ya que la de Argos fue retirada en su día.

— Segunda fase o de desmantelamiento del reactor. Se realizará por etapas y grupos de operaciones. En primer lugar, el reactor y los sistemas auxiliares, a continuación las estructuras metálicas y el subsuelo y, finalmente, la retirada del material clasificado.

— Tercera fase o de clausura. Tras la preparación de la información necesaria, inspección del CSN y previo informe de apreciación favorable del mismo, obtención de la declaración de clausura por parte de la autoridad competente.

Los materiales procedentes del desmantelamiento podrán agruparse en tres categorías:

— Los no radiactivos, todos aquellos en los que las medidas de contaminación realizadas permitan asegurar esta condición.

— Los radiactivos que serán retirados por la Empresa Nacional de Residuos (Enresa) en los términos que con ella se acuerde.

— Los susceptibles de exención, materiales ligeramente activados que podrán ser reciclados aplicando el régimen de “exención de control regulador”.

En cuanto a impacto ambiental, de acuerdo con las características de los reactores y de su historial de funcionamiento, corroborado por los cálculos teóricos y las medidas experimentales realizadas y en base a lo dispuesto en el Real Decreto Ley 9/2000, parece claro que el desmantelamiento de estos reactores no precisa de declaración de impacto ambiental.

Indicar, por último, que la verificación radiológica final de la instalación se extenderá a la totalidad de los edificios y zonas potencialmente afectadas, bien por la operación del reactor o por su proceso de desmantelamiento. Concluidas las operaciones, y antes de solicitar la clausura de la instalación, los titulares presentarán la siguiente documentación:

- Informe final de actividades.
- Informe radiológico final.
- Informe sobre la salida de materiales desclasificados.

## 5. Las instalaciones del Ciemat

### 5.1. Situación administrativa del Ciemat

El Decreto Ley de 22 de octubre de 1951 ordenaba la creación de la Junta de Energía Nuclear (JEN) con el objetivo fundamental de desarrollar la energía nuclear, así como fomentar estudios e investigaciones sobre obras y explotaciones mineras del uranio. Sus actividades se centraron en la investigación y puesta a punto de métodos a escala de laboratorio y de planta piloto de los diversos procesos de la primera y segunda parte del ciclo de combustible nuclear.

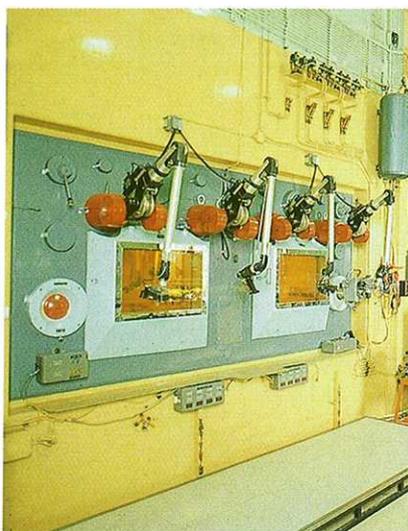
Para desarrollar sus actividades, la JEN disponía de un conjun-

to de instalaciones nucleares y radiactivas distribuidas en distintos edificios del Centro Juan Vigón en la Moncloa. Por Resolución de la Dirección General de la Energía de 15 de julio de 1980 se consideraba como instalación nuclear única el conjunto de las 14 instalaciones nucleares y las 38 radiactivas existentes, en aquel entonces, en el referido Centro de la Moncloa.

La modificación de los programas de trabajo y de investigación de la JEN, en particular la finalización de sus competencias en lo que se refiere a la primera parte del ciclo nuclear, y la aplicación en 1986 de la llamada "Ley de la Ciencia" transforman el Centro de la Moncloa en el actual Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas (Ciemat). Esta transformación, unida al carácter obsoleto de algunas instalaciones, conduce a una política de parada, descontaminación y modernización de las mismas, que concluye con la Resolución de la Dirección General de la Energía de 3 de febrero de 1993.

En esta resolución se vuelve a considerar como instalación nuclear única el conjunto de instalaciones nucleares y radiactivas ubicadas en el Ciemat, especificando que la instalación está constituida por dos grupos: uno formado por 17 instalaciones radiactivas operativas con límites y condiciones de funcionamiento específicos fijados por la Dirección General de la Energía, y otro grupo de siete instalaciones, cinco nucleares y dos radiactivas, paradas, en fase de desmantelamiento.

Dado que el centro continúa su adaptación a los nuevos planes de trabajo, las instalaciones del Ciemat, tanto las operativas como las paradas, están inmersas en una dinámica de continuos cambios. En la actualidad, la instalación nuclear única Ciemat está constituida por 19 instalaciones radiactivas operativas y seis instalaciones paradas: cuatro nucleares y dos radiactivas.



► **Figura 4.** Celdas calientes metalúrgicas del Ciemat.

### 5.2. Primeros desmantelamientos (1986-1991)

De acuerdo con la manera en que se han llevado a cabo los desmantelamientos de las instalaciones del Ciemat, pueden diferenciarse tres etapas, si bien, las fronteras entre ellas no son muy nítidas y, de hecho, se dan solapamientos entre una y otra, tanto en el tiempo como en los modos de operación. Asimismo, hay instalaciones cuyo desmantelamiento transcurre a lo largo de más de uno de estos periodos.

En la primera etapa los desmantelamientos se realizan como si de una operación más de la propia instalación se tratara. La ejecución de las obras se realiza de acuerdo con la programación establecida previamente y según los procedimientos preparados para ello.

El control radiológico de las operaciones se realiza a través de la Dirección de Protección Radiológica y Medio Ambiente (Pryma), que cumplimentaba los correspondientes formatos. Uno individualizado para cada instalación, y en el que se recogían las actividades relacionadas con los procesos de desmantelamiento, y un segundo en el que se reflejaban las actividades realizadas en cada una de las instalaciones en desmantelamiento, técnicas empleadas, incidencias

y desviaciones, previsiones, materiales gestionados y la documentación utilizada para la ejecución de las operaciones.

Como nivel de referencia para clasificar los materiales y las zonas en limpias o contaminadas radiológicamente, el Ciemat utilizaba, por criterio propio, los valores de 0,4 y 4 Bq/cm<sup>2</sup>, promediados en una superficie de 3 dm<sup>2</sup>, para contaminación en emisores alfa de alta toxicidad y beta-gamma y alfa de baja toxicidad, respectivamente.

El control de las operaciones de descontaminación y desmantelamiento por parte del CSN se efectuaba a través del Informe Mensual de la Instalación Nuclear Única del Ciemat, donde se incluía un resumen de dichas operaciones.

Cuando las operaciones se consideraban finalizadas, el Ciemat solicitaba a la Dirección General de la Energía la baja administrativa de la instalación correspondiente. Posteriormente, y tras el informe de apreciación favorable del Consejo se autorizaba su clausura y baja administrativa mediante resolución de la Dirección General de la Energía.

Desmantelamientos significativos de esta época serían los de la instalación nuclear N-10 Depósito Central de Residuos y las radiactivas R-19 Producción de Radiofármacos, Dosificación y Distribución, e IR-12 Planta Piloto para Tratamiento de Productos de Uranio.

### 5.3. El Plan General de Desmantelamiento (1992-1995)

Un punto de inflexión importante en la ejecución y control de las operaciones de desmantelamiento se produjo en diciembre de 1991, cuando el Ciemat presenta ante el CSN una solicitud para la modificación de su catálogo de instalaciones nucleares y radiactivas que aparecen clasificadas en dos grupos claramente diferenciados: por un lado, las instalaciones operativas, y por otro, las paradas en fase de clausura. Estas últimas queda-



● **Figura 5.** Reactor JEN-1 del Ciemat.

ban incluidas dentro de un Plan General de Desmantelamiento (PGD).

Si en la primera etapa tanto el titular como el organismo regulador consideraban las operaciones de desmantelamiento como una actividad más de la instalación, ahora, ambas entidades las entienden como tareas correspondientes a una etapa diferenciada de la vida de la instalación. Además, dichas actividades debían ser documentadas previamente y apreciadas favorablemente por el CSN antes de su inicio.

Asimismo, por indicación del CSN, los valores de referencia para considerar una zona o unos materiales no contaminados radiológicamente se reducen en un orden de magnitud respecto a los utilizados en la primera etapa, quedando establecidos en 0,04 y 0,4 Bq/cm<sup>2</sup>, promediados sobre una superficie de 3 dm<sup>2</sup>, para emisores alfa de alta toxicidad y para los beta-gamma y alfa de baja toxicidad, respectivamente.

Concluidas las operaciones, el Ciemat remitía al CSN el *Informe*

*final de las operaciones* y el *Control radiológico final de la instalación*, al tiempo que solicitaba a la Dirección General de la Energía la clausura de la instalación.

En el Plan General de Desmantelamiento estaban incluidas cuatro instalaciones nucleares y dos radiactivas: IN-01 Reactor Experimental JEN-1, IN-03 Planta de Desarrollo de Elementos Combustibles para Reactores de Investigación, IN-04 Celdas Calientes Metalúrgicas, IN-05 Manejo y Recuperación de Uranio no Irradiado, IR-10 Almacén de Compuestos de Uranio, e IR-18 Planta M-1.

En 1993, el Ciemat solicitó permiso para el desmantelamiento de IN-05 y de IN-03. El de la primera de ellas se llevó a cabo durante 1994 y 1995 y la instalación causó baja del catálogo en este último año, 1995; el de la segunda, IN-03, no se ha iniciado y, en la actualidad, se encuentra incluido en el Plan Integrado para la Mejora de las Instalaciones del Ciemat (PIMIC), que se describe más adelante.

Para IN-04 se solicitó el permiso de desmantelamiento en 1992 y fue apreciado favorablemente por el CSN al año siguiente, iniciándose las operaciones a mediados de 1993.

En relación con el reactor JEN-1, IN-01, el Ciemat presentó, en 1993, una serie de actividades de investigación y desarrollo encaminadas a su desmantelamiento. Desde esa fecha hasta la actualidad se han realizado diversas operaciones apreciadas favorablemente por el CSN.

La instalación IR-10 fue clausurada en enero de 1993, poco antes de la Resolución sobre el catálogo de instalaciones. Su desmantelamiento se realizó durante 1992 mediante un proceso intermedio entre el aplicado en los primeros desmantelamientos y el fijado por el Plan General de Desmantelamiento.

Para IR-18, el Ciemat no ha solicitado ningún permiso de desmantelamiento, estando incluida, en la actualidad, en el citado Plan Integrado.

#### **5.4. Desmantelamiento de IN-04 Celdas Calientes Metalúrgicas (1996-1999)**

Las operaciones de descontaminación y desmantelamiento de esta instalación, iniciadas en 1993, fueron interrumpidas en junio de 1995 al encontrarse diversas dificultades operativas. A primeros de 1996, la Dirección General del Ciemat decidió suspender las actuaciones del Plan General de Desmantelamiento y disolver su Comité de Coordinación. Al mismo tiempo, manifestaba su intención de reemprender el proceso de descontaminación y desmantelamiento de la instalación bajo la supervisión directa del Comité de Seguridad, Protección Radiológica y Medio Ambiente (Cospryma), para lo que había desarrollado un Manual de Organización de dichas actividades.

La ejecución del proyecto se organizaba en una serie de etapas que

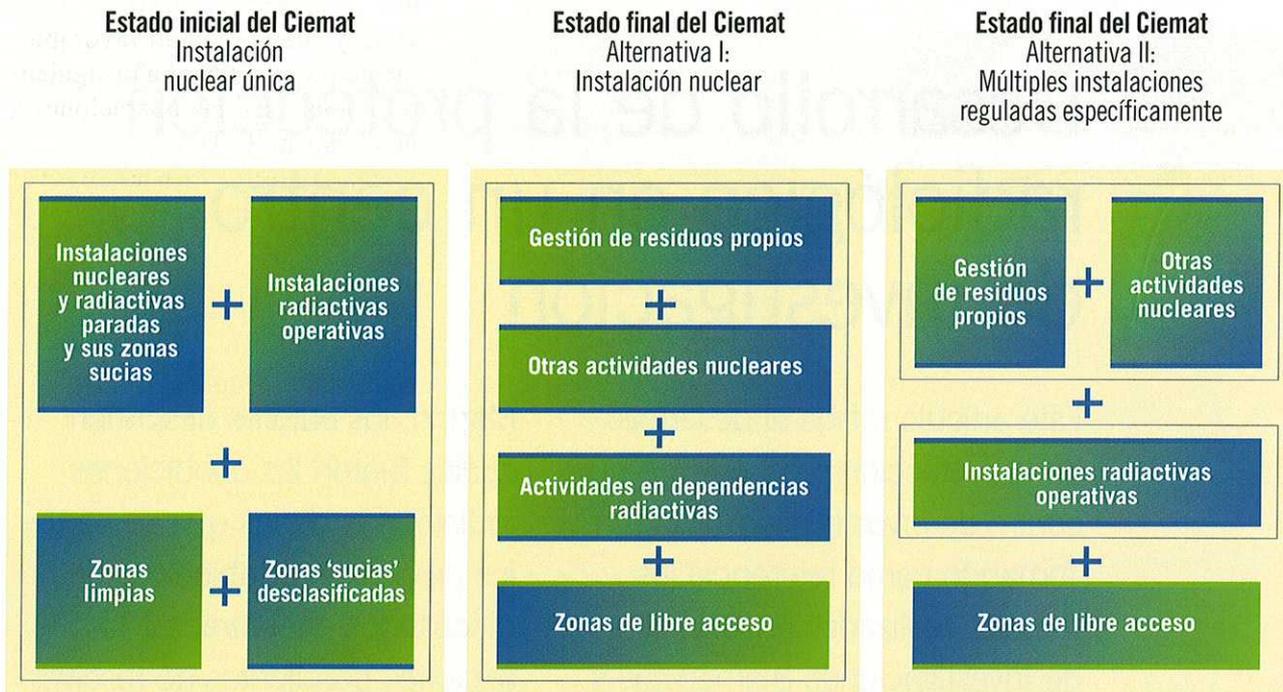


Figura 6. Alternativas de regularización del Ciemat después de acometer el Plan Integrado para Mejora de las Instalaciones.

se planificaban y documentaban previamente a su ejecución, y que debían disponer de la apreciación favorable del CSN.

En los momentos actuales se han realizado esas etapas y un control radiológico de la instalación, pero, dado que la misma se encuentra sometida a un proceso de modificación y adaptación a nuevos objetivos, se halla incluida dentro del PIMIC.

### 5.5. Plan Integrado para la Mejora de las Instalaciones del Ciemat (PIMIC)

En enero de 2000, la dirección del Ciemat decidía poner en marcha la realización de un Plan Integrado para la Mejora de las Instalaciones del Ciemat (PIMIC), que abordará los desmantelamientos de instalaciones necesarios para adecuar el Centro a sus necesidades y objetivos actuales.

El alcance de este plan comprende: el desmantelamiento de instalaciones paradas y obsoletas, la modernización de edificios e instalaciones, la rehabilitación de zonas con contaminación residual y el saneamiento de infraestructuras.

A efectos de licenciamiento el plan debe adecuarse al Reglamento de Instalaciones Nucleares y Radiactivas vigente, pudiéndose distinguir cuatro procesos administrativos:

— El primero de ellos estará referido a modificaciones de la instalación nuclear única Ciemat para preparación de instalaciones auxiliares o nuevos equipamientos necesarios para realizar los desmantelamientos posteriores. Comprende varios subproyectos que se tratarán de acuerdo con los artículos 25, 26 y 27 del citado reglamento.

— El segundo aplicará al desmantelamiento de instalaciones. Comprende también varios subproyectos, entre ellos el del reactor JEN-1 que requerirá declaración de impacto ambiental. Se tratarán conforme al Capítulo VI del reglamento.

— El tercer proceso se refiere a la modificación de las instalaciones radiactivas operativas que disponen de límites y condiciones de funcionamiento específicos fijados por la DGE o a la puesta en marcha de nuevas instalaciones radiactivas. Estará regulado por el artículo 38 del reglamento.

— El cuarto y último proceso aplicará al acto administrativo final de modificación de la instalación del Ciemat por el que se regularice la nueva situación de las instalaciones existentes en esos momentos.

La regularización de la nueva situación del centro es un acto administrativo que habrá de realizarse una vez concluida la ejecución del plan. Se han contemplado dos alternativas posibles:

— Alternativa I. Todo el conjunto del Ciemat quedaría clasificado como instalación nuclear con un conjunto de dependencias en las que se realizarían actividades reguladas. Una de esas dependencias sería nuclear y las restantes radiactivas.

— Alternativa II. El Ciemat estaría constituido por múltiples instalaciones reguladas, disponiendo, cada una de ellas, de la debida autorización específica. Sólo una instalación permanecería con la categoría de nuclear, mientras que las restantes instalaciones reguladas estarían clasificadas como radiactivas.

 M.T. Macías, R. Pina y C. Requejo\*

# Desarrollo de la protección radiológica en un centro de investigación

Este artículo refleja el desarrollo de la protección radiológica en un centro de investigación biológica. Tomando como referencia los trabajos realizados en el Instituto de Investigaciones Biomédicas y en la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de

Madrid, los autores describen cuáles fueron las condiciones radiológicas de las que se partía, los propósitos establecidos, las dificultades encontradas, los aspectos pendientes de resolver y las acciones propuestas para solventarlos.

## 1. Introducción

El desarrollo de la investigación científica requiere un abordaje multidisciplinario en el que convergen especialistas de varias áreas: biología, química, farmacología, microbiología, etcétera. También es necesario, con frecuencia, la utilización de diversas técnicas experimentales, siendo el uso de radioisótopos una herramienta permanente en las diferentes disciplinas científicas.

Los riesgos radiológicos derivados de las técnicas radioisotópicas realizadas en Investigación Biológica son debidos a irradiación externa y contaminación. Las actividades utilizadas están en el rango de  $\mu\text{Ci}$  a  $\text{mCi}$ , lo que implica, en régimen normal de funcionamiento de la instalación, riesgos de irradiación bajos. Sin embargo, el continuo uso de fuentes no encapsuladas hace que el

riesgo de contaminación sea significativo. Por ello, ha sido necesario establecer una organización que asegure unas condiciones adecuadas de protección en el uso de las radiaciones ionizantes.

Para cumplir los objetivos radiológicos establecidos fue necesario desarrollar un Programa de Protección Radiológica Operacional (PPRO). Para ello se tuvieron en cuenta la legislación vigente y diferentes factores que contribuyen a la dosis individual, como son las condiciones laborales (espacio suficiente, sistemas de contención, blindajes y detección), la disposición de normas de trabajo y determinados factores humanos (formación básica y continuada en protección radiológica).

El presente trabajo se ha realizado en el Instituto de Investigaciones Biomédicas (IIB) perteneciente al Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y en la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Madrid (UAM).

## 2. Desarrollo del Programa de Protección Radiológica Operacional

Hace más de diez años, el Instituto de Investigaciones Biomédicas y la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Madrid disponían de varias instalaciones radiactivas de 2ª y 3ª categoría, ubicadas en estas instituciones. Las condiciones radiológicas de las que se partía inicialmente eran: falta de control en el uso de radioisótopos, carencia de normas de trabajo relativas a la propia manipulación de radioisótopos y a la gestión de residuos radiactivos, inexistencia de un programa de vigilancia y control de la radiación y contaminación, ausencia de instalaciones específicas para desarrollar técnicas radioisotópicas, y falta de formación básica en materia de protección radiológica. Por otra parte, la vigilancia médica y dosimétrica carecía de la periodicidad adecuada.

Para eliminar paulatinamente estas carencias, se establecieron los objetivos radiológicos iniciales (reflejados a continuación), es de-

\* M.T. Macías, R. Pina y C. Requejo son miembros del Instituto de Investigaciones Biomédicas Alberto Sols CSIC-UAM.



► **Figura 1.** Radiofármacos en un laboratorio de investigación.

cir, aquellos indicadores que permitieron a los responsables de la protección radiológica y a los titulares de las instalaciones enfocar las prioridades en esta materia.

— Controlar la adquisición y manipulación del material radiactivo.

— Evitar y/o reducir la incidencia de accidentes o incidentes radiológicos: contaminaciones personales (externas e internas), contaminaciones superficiales y contaminación de efluentes radiactivos.

— Controlar los niveles de radiación en las áreas de trabajo y zonas colindantes.

— Establecer una correcta gestión de residuos radiactivos que permitiera adoptar las medidas de seguridad adecuadas para el productor, gestor y medio ambiente, así como reducir la producción de los mismos.

Sobre la base de los objetivos indicados se propuso un programa de protección radiológica operacional, que permitiera reducir los

riesgos radiológicos, cumplir la normativa vigente y, al mismo tiempo, facilitar el uso de radioisótopos en el desarrollo de las líneas de investigación. Este programa está reflejado, actualmente, en el *Manual de Protección Radiológica* de las instalaciones.

### 2.1. Elaboración de normas de protección radiológica

Para establecer estas normas se realizó un análisis de las técnicas radioisotópicas realizadas. Los aspectos reflejados en estos documentos fueron: normas para la adquisición y manipulación de productos radiactivos, pautas de actuación ante los incidentes radiológicos, y procedimientos de descontaminación.

### 2.2. Establecimiento del Programa de Vigilancia y Control de Radiación y Contaminación

Se ha establecido un programa de medidas periódicas que permite conocer los niveles de radiación y contaminación de las dependencias de las instalaciones radiactivas:

— Se realizan medidas de contaminación superficial y ambiental, así como medidas de radiación en todas las zonas radiológicas y áreas colindantes.

— La periodicidad de la vigilancia radiológica en las áreas de trabajo es rutinaria o periódica. Se ha establecido teniendo en cuenta la clasificación de las diferentes zonas y el tiempo de permanencia en las mismas.

— Las medidas de radiación son realizadas, periódicamente, por el Servicio de Protección Radiológica (SPR). Las medidas de contaminación son realizadas por el propio usuario de productos radiactivos de forma rutinaria, antes y después de cada manipulación, y por el SPR periódicamente. Todas las medidas quedan registradas.

— Los niveles de contaminación superficial y de contaminación personal externa se determinan realizando medidas directas con monitores provistos de detectores Geiger-Müller, contadores proporcionales o sondas de centelleo sólido (INA). Cuando no se puede determinar el nivel de contaminación superficial debido a la baja energía del radioisótopo contaminante o al excesivo fondo ambiental o se quiere averiguar si la contaminación es desprendible, se procede a realizar frotis.

— Para determinar los niveles de radiación se dispone de cámaras de ionización, con eficiencia del 30% para energías de 600 Kev y su respuesta es compensada por un rango de 10 a 1.000 Kev. Estas medidas permiten comprobar la idoneidad de los blindajes existentes y hacer una estimación de las dosis personales derivadas de las medidas de dosis de área.

— Para controlar las dosis recibidas por los trabajadores expuestos, se utilizan dosímetros personales de solapa, anulares y/o de muñeca.

— Se realizan además, medidas ambientales, entendiendo por tales las medidas de los efluentes líquidos de las instalaciones y el control de los sistemas de ventilación.

### 2.3. Establecimiento de una correcta gestión de residuos radiactivos

Inicialmente se definieron los criterios de segregación, estableciendo un factor discriminador de tiempo con valor de 100 días. Este valor permitió clasificar los residuos en dos grandes grupos: residuos de gestión interna, agrupando aquellos que contienen radioisótopos con periodo de semidesintegración inferior a 100 días, y residuos transferibles a la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos (Enresa), incluyendo los residuos contaminados con radioisótopos con periodo de semidesintegración superior a 100 días.

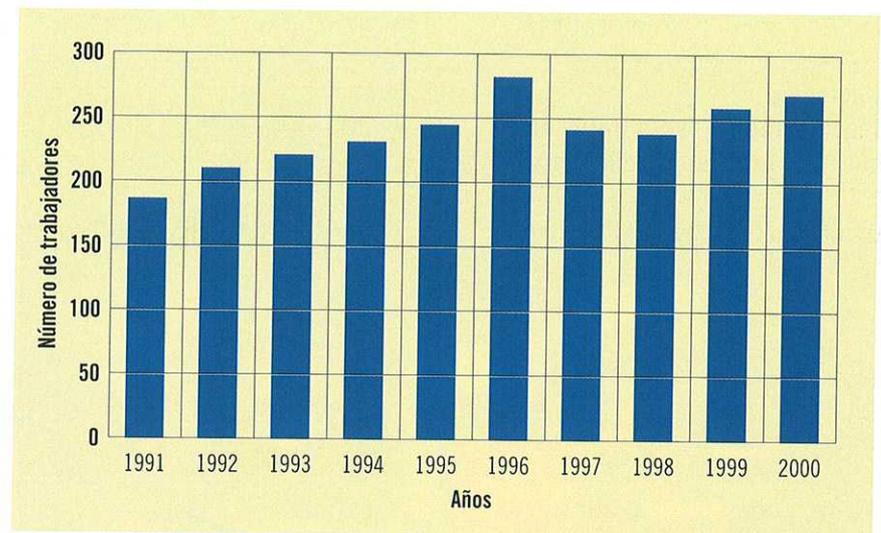
Asimismo, se determinaron las condiciones de almacenamiento y vías de evacuación de los residuos, elaborando las correspondientes normas de gestión para los usuarios. Posteriormente, se realizó una caracterización de los residuos generados en las distintas técnicas, se hizo un análisis de los datos obtenidos, y se procedió a modificar los criterios de segregación y evacuación iniciales. Especial atención se ha prestado a los residuos transferibles a Enresa (H-3, C-14 y Ca-45), por razones éticas y económicas.

### 2.4. Optimización del funcionamiento de las instalaciones radiactivas

De manera simultánea a la elaboración del Programa de Protección Radiológica Operacional se abordaron dos aspectos importantes que permitieron optimizar el funcionamiento de las instalaciones radiactivas: la revisión y modificación del diseño de las instalaciones y la unificación de las instalaciones radiactivas.

#### 2.4.1. Revisión y modificación del diseño de las instalaciones

Inicialmente sólo se disponía de laboratorios centrales de radioisótopos y almacenes de residuos radiactivos. La recepción, almacenamiento y manipulaciones con



► Figura 2. Evolución del número de trabajadores profesionalmente expuestos.

material radiactivo debía realizarse en los laboratorios indicados. Dado el incremento habido en el número de trabajadores expuestos (figura 2), el espacio existente para trabajar con radioisótopos era insuficiente.

Esta situación se resolvió habilitando en todos los laboratorios convencionales una zona radiológica dotada de las medidas de protección acordes con las técnicas a realizar (blindajes móviles, sistemas de contención, equipos de medida de la contaminación).

Asimismo, se habilitaron zonas radiológicas en los laboratorios de técnicas comunes: cámaras frías, laboratorios de bioseguridad, cuartos de cultivos, etcétera. Se solicitó la autorización correspondiente a la autoridad competente.

Las modificaciones en cuanto a retención, contención y blindajes aplicadas en las dependencias centrales de la instalación radiactiva fueron:

— Instalación de sistemas de tratamiento de aire. Estos sistemas se instalaron en los laboratorios centrales de radioisótopos y almacenes de residuos radiactivos, dependencias en las que pueden generarse aerosoles o vapores radiactivos. Están equipados con sistemas de triple filtración (prefiltro, filtro de carbón activo y filtro absoluto) instalados en los circui-

tos de extracción. Para prevenir la dispersión, los sistemas de tratamiento de aire se modificaron para que en las dependencias indicadas existiera depresión respecto a las zonas contiguas.

— Blindajes. Se han diseñado blindajes fijos y móviles, planteando siempre situaciones conservadoras (máxima actividad y máximo tiempo de permanencia en los lugares de trabajo). Los materiales empleados para los blindajes de manipulación son: metacrilato, metacrilato plomado y vidrio plomado. Para los blindajes de almacenamiento y transporte de material radiactivo se utilizó PVC y/o plomo.

— Sistemas de detección de las radiaciones ionizantes. Todos los laboratorios con Zonas Radiológicas adquirieron monitores de contaminación  $\beta$  y/o  $\gamma$  en función de los radioisótopos utilizados. El Servicio de Protección Radiológica se equipó de monitores portátiles de contaminación y de radiación para realizar una adecuada vigilancia operacional.

#### 2.4.2. Unificación de las instalaciones radiactivas

Con objeto de reducir costes y facilitar el control de las mismas se clausuraron dos instalaciones (de 2ª y 3ª categoría) y se ampliaron otras dos instalaciones (de 2ª categoría).

## 2.5. Elaboración de programas de formación en protección radiológica

Posteriormente, se amplió el alcance del Programa de Protección Radiológica Operacional (PPRO), con objeto de regular la vigilancia médica y dosimétrica e implementar la formación en protección radiológica.

Para ello se establecieron dos colectivos de personal. Aquellos directamente vinculados a la instalación radiactiva, que integran el colectivo de trabajadores expuestos, y aquellos indirectamente vinculados a la instalación radiactiva, que incluye al personal de los servicios anexos a la investigación (mantenimiento, cultivos, animalario y limpieza).

El programa de formación aplicado al colectivo de trabajadores expuestos incluye: una formación básica (normas de manipulación, descontaminación, gestión de residuos, radioisótopos, etcétera) previa a su alta como trabajador expuesto, seguida de la asistencia a los cursos básicos de radiactividad, de carácter semestral. Asimismo, el programa de formación incluye la realización de cursos de capacitación de operadores de instalaciones radiactivas, incluidos en los programas de formación de posgrado de la Universidad Autónoma de Madrid.

La formación impartida al segundo colectivo consiste en seminarios específicos sobre los aspectos básicos de protección radiológica que puedan afectar a su trabajo.

Las dificultades iniciales encontradas para la aplicación del PPRO fueron, fundamentalmente, la falta de conocimiento de los riesgos derivados del uso de radiaciones ionizantes y la carencia de una previsión económica para llevar a cabo el mismo. Por otra parte, la diversidad de técnicas radioisotópicas realizadas junto a la heterogeneidad del personal, así como al continuo proceso de cambios llevados a cabo en los centros de inves-



► **Figura 3.** Protección radiológica en instalaciones radiactivas.

tigación objeto de este trabajo, ha dificultado en ocasiones el desarrollo del citado programa.

## 3. Resultados

Los datos reflejados a continuación evidencian la idoneidad del Programa de Protección Radiológica Operacional para resolver los problemas iniciales, haciéndose posible reducir los riesgos radiológicos existentes en las instalaciones y optimizar las condiciones de seguridad.

### 3.1. Normas de protección radiológica

Las normas de protección radiológica establecidas han permitido controlar y optimizar la adquisición de material radiactivo. Estas

normas se han ido modificando y adaptando a las nuevas técnicas realizadas así como a los cambios habidos en la legislación vigente.

### 3.2. Programa de vigilancia y control de radiación y contaminación

El promedio anual de ensayos con radioisótopos en los laboratorios convencionales es de 2.800, y de 160 en los laboratorios de radioisótopos.

#### 3.2.1. Accidentes o incidentes radiológicos

El número de incidentes radiológicos es de 2 a 3 por año. Este dato indica que tan sólo en un 0,1% de los ensayos realizados ocurren in-

cidentes radiológicos. Las consecuencias derivadas de los mismos se limitan a contaminaciones superficiales de pavimentos o equipos, sin presentarse contaminaciones personales. Estos pequeños incidentes radiológicos pueden ser debidos a la rutina del trabajo y la celeridad en finalizar los ensayos.

### 3.2.2. Contaminaciones

#### *personales: externas e internas*

La incidencia de contaminaciones personales externas derivadas de las situaciones de trabajo de rutina es mínima. El uso de equipos de protección personal (batas, manguitos, calzas, guantes, todo ello de material desechable) evita, en gran medida, las contaminaciones personales.

No se ha producido ninguna contaminación personal interna, lo que demuestra la idoneidad de los sistemas de contención establecidos.

### 3.2.3. Contaminaciones superficiales

Se realiza un promedio anual de 2.500 medidas de contaminación en los laboratorios convencionales y aproximadamente 2.000 en los laboratorios de radioisótopos. En los últimos cuatro años se ha mantenido la incidencia de contaminaciones fijas en torno al 0,28%. Sin embargo, se observa un claro descenso en cuanto a las contaminaciones desprendibles, pasando, en el mismo periodo de tiempo de 1,75% a un 0,35%. Estos datos corresponden a contaminaciones con valores superiores a los niveles de registro (3,7 Bq/cm<sup>2</sup> para las zonas vigiladas y 37 Bq/cm<sup>2</sup> para zonas controladas).

La tasa de contaminación en relación con el número de ensayos radioisotópicos realizados en el año 2000 es del 0,6%. Las contaminaciones se localizan, fundamentalmente, en las zonas radiológicas de los laboratorios convencionales, en microcentrífugas, blindajes móviles y micropipetas.

Los radioisótopos contaminantes en estas dependencias, son



► **Figura 4.** Zona radiológica de un laboratorio de investigación biológica.

H-3 y C-14. Las principales causas que dan lugar a estas contaminaciones son la carencia, en estos laboratorios, de monitores de contaminación con sensibilidad adecuada a los radioisótopos a medir así como la no realización, de forma sistemática, de frotis.

Se ha observado un importante descenso en las contaminaciones localizadas en equipos de uso común. Este hecho ha sido debido al establecimiento de turnos de limpieza entre los usuarios de los mismos, lo que ha implicado una mayor responsabilidad en su utilización.

### 3.2.4. Medidas ambientales

Respecto a la contaminación de efluentes líquidos, en los últimos cinco años, no se ha localizado presencia de ningún radioisótopo en las medidas semestrales realizadas en los efluentes líquidos de las arquetas de salida de agua de las instalaciones.

Por lo que hace referencia al control de los sistemas de ventilación, se mantiene el número de renovaciones horarias entre 20 y 40 en las campañas de manipulación de radioisótopos. Los diferentes filtros de los sistemas de ventilación se cambian con periodicidad anual. Los filtros de carbón activo retirados, generalmente, están contaminados (con S-35 o I-125 y/o I-131) siendo gestionados como residuos radiactivos

### 3.2.5. Nivel de radiación

Las medidas realizadas en los laboratorios convencionales, así como en los almacenes de residuos radiactivos, no superan el fondo ambiental (0,1 µSv/h). Las medidas realizadas, los últimos cuatro años, en los laboratorios centrales de radioisótopos están condicionadas por las técnicas realizadas, manteniéndose en el intervalo de 0,5 a 8-10 µSv/h durante el desarrollo de las mismas. Estos resultados confirman la idoneidad de los blindajes utilizados.

Estos datos demuestran que la implantación del Programa de Vigilancia y Control de Radiación y Contaminación ha permitido verificar que los niveles de radiación son bajos y reducir, en gran medida, los niveles de contaminación y la ocurrencia de incidentes radiológicos. Asimismo, confirma la necesidad de realizar medidas continuas.

### 3.3. Gestión de residuos radiactivos

La gestión de residuos radiactivos aplicada ha permitido mejorar las condiciones de seguridad durante las diferentes etapas desarrolladas y una reducción en el volumen de residuos transferibles a Enresa. En los últimos cinco años, el volumen producido de residuos sólidos se ha reducido en un 35%. En el caso de residuos líquidos la reducción ha sido

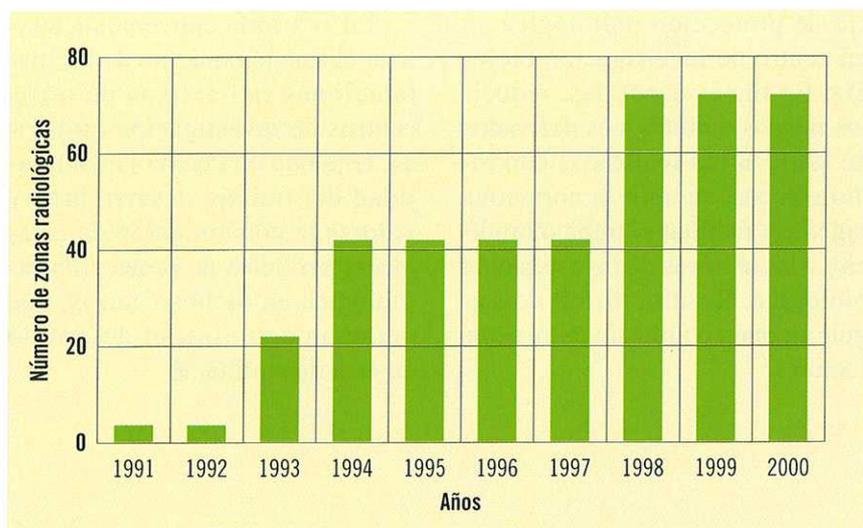


Figura 5. Evolución del número de zonas radiológicas en laboratorios.

del 60%, manteniéndose constante el volumen de residuos mixtos.

### 3.4. Modificación del diseño de las instalaciones radiactivas

Las instalaciones radiactivas de los centros indicados, están constituidas por las siguientes dependencias: 1 o 2 laboratorios centrales de radioisótopos, en los que se almacenan los productos radiactivos y se realizan las técnicas con actividades en el rango de mCi y 1 o 2 almacenes de residuos radiactivos. El número de zonas radiológicas en los laboratorios convencionales y laboratorios de apoyo a la investigación está en el rango de 30 a 60 en cada instalación (figura 5). En estas áreas de trabajo se realizan técnicas con actividades del orden de  $\mu\text{Ci}$ , estando limitadas las actividades máximas de almacenamiento y manipulación para los diferentes radioisótopos.

### 3.5. Unificación de las instalaciones radiactivas

Actualmente, se dispone sólo de dos instalaciones radiactivas, debidamente autorizadas con titularidad independiente.

### 3.6. Control médico y dosimétrico

Se han mejorado las condiciones de la vigilancia médica, realizándose

reconocimientos previos y periódicos con las frecuencias debidas.

Se ha incrementado el número de cambios dosimétricos de 8 a 11/12 al año. Las dosimetrías personales son muy inferiores a los límites anuales de dosis. De las mismas se deriva que el riesgo de contaminación no contribuye a un incremento en los niveles de radiación.

Las condiciones radiológicas actuales demuestran que el programa de protección radiológica aplicado ha permitido cumplir los objetivos radiológicos inicialmente propuestos. Un hecho importante a destacar es el incremento que se ha producido en el número de trabajadores expuestos (figura 2), situación que no ha impedido conseguir los objetivos establecidos.

Estos resultados confirman la eficiencia del programa establecido. Son consecuencia de la formación y entrenamiento adquiridos por los usuarios, más acorde con los riesgos radiológicos a los que están expuestos; de una mayor concienciación en Protección Radiológica de los titulares de las instalaciones.

## 4. Conclusiones

Los resultados previamente presentados evidencian la necesidad de disponer de programas de protección radiológica operacional, cuya elaboración y aplicación será realizada por los correspon-

dientes servicios de protección radiológica. Será conveniente contemplar el coste asociado a los mismos, así como tener clara la idea de no elaborar procedimientos innecesarios.

Estos programas deberán modificarse y adaptarse al uso de diferentes radioisótopos y al desarrollo de nuevas técnicas y a los cambios habidos en la normativa vigente.

Los aspectos pendientes de solventar relativos al desarrollo de la protección radiológica se indican a continuación:

- Dotar a los servicios de protección radiológica de mayor capacidad de decisión, siempre dentro de los límites impuestos en las autorizaciones de las instalaciones y en el marco de la legislación vigente.

- Reducir los procedimientos administrativos (elaboración y mantenimiento de registros, elaboración de informes, duplicidad de la información, etcétera) asociados al desarrollo de la protección radiológica.

- Conseguir el nivel de responsabilidad adecuado en cada eslabonamiento implicado en el desarrollo de la protección radiológica.

- Proveer a los servicios de protección radiológica de los medios humanos y técnicos necesarios.

- Disponer de la normativa necesaria para optimizar la gestión de los residuos radiactivos.

Las acciones propuestas para dar solución a los aspectos indicados son:

- Facilitar al organismo regulador el conocimiento de las actividades realizadas en estas instalaciones, las peculiaridades y dinámica del trabajo desarrollado.

- Incluir la formación básica en protección radiológica en los diferentes programas académicos.

- Elaborar procedimientos y normas sencillas de fácil aplicación y tener el objetivo de facilitar el trabajo de investigación dentro de la normativa vigente.

- Es necesario transmitir a los usuarios de material radiactivo que

el beneficio derivado de la aplicación de las normas de protección radiológica revierte en él mismo.

— Desarrollar guías técnicas de clara aplicación, por ejemplo, de diseño, gestión de residuos, uso de equipos de medida, normas de protección específicas para los diferentes radioisótopos, etcétera.

De este trabajo se puede concluir cuál es la misión de un servi-

cio de protección radiológica en un centro de investigación biológica. En líneas generales: reducir los riesgos radiológicos derivados de las técnicas realizadas con radioisótopos, cumplir la normativa vigente y facilitar el trabajo implícito a las técnicas de investigación biológica. Resulta difícil conseguir un buen equilibrio entre estos factores.

Tal vez sería conveniente analizar el funcionamiento de las instalaciones radiactivas de otros centros de investigación biológica, teniendo en cuenta la complejidad del trabajo desarrollado y valorar la conveniencia de establecer servicios de protección radiológica en dichos centros, que permitan optimizar el desarrollo de esta disciplina. ☞

## Referencias

- Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas (BOE nº313, del 31 de diciembre de 1999).
- *Manual de Protección Radiológica del Instituto de Investigaciones Biomédicas Alberto Sols*. CSIC-UAM. 1999.
- P.W. Frame and E.W. Abelquist. *Use of smears for assessing removable contamination*. Operational Radiation Safety, supplement to Health Physics. Vol. 76, nº5, pp. 57-66. Mayo, 1999.
- A. Sánchez, M.T. Macías, F. Usera, A. Carnero, M. Cebrián, M. Josefa Menéndez, S. Durá, A. Martínez, M. Sánchez. *Manual de Protección Radiológica en centros de investigación biológica*. VI Congreso Nacional de la SEPR. Barcelona, España. 1998.
- Guía de Seguridad 7.3, Rev.1. del CSN. *Bases para el establecimiento de los servicios y unidades técnicas de Protección Radiológica*. 1998.
- Macías, M.T., Pina, R., Usera, F. *Protección radiológica en centros de investigación biológica. Problemática, desarrollo y perspectivas*. 4º Congreso Regional IRPA. La Habana, Cuba. 1998.
- ICRP 75. *General Principles for the Radiation Protection Workers*. 1997.
- A. Sánchez, F. Usera, R. Pina, E. Rodríguez, R. Gamó, M.T. Macías. *Radioactive contamination control programs in radioactive installations of biological research*. 1996 International Congress on Radiation Protection, IRPA-9. Vienna, Austria. 1996.
- Directiva 96/29/Euratom de 1996, por la que se establecen las Normas Básicas relativas a la protección sanitaria de los trabajadores y de la población contra los riesgos que resultan de las radiaciones ionizantes.
- M.T. Macías, A. Castell, M.T. Ortiz, R. Plaza, A. Sánchez, M. Téllez, J.D. Quesada. *Guía de Gestión de material radiactivo en instituciones médicas y laboratorios de investigación biológica*. 1996.
- X. Ortega, ed. J. Jorba. *Radiaciones ionizantes, utilización y riesgos*. Ediciones UPC. 1996.
- M.T. Macías, A. Sánchez, M. Cebrián, F. Usera, A. Carnero. *Valoración de las dosis recibidas por los profesionales expuestos en instalaciones radiactivas de centros de investigación y docencia*. I Jornadas Hispano-Lusas de Protección Radiológica. Santiago de Compostela. Abril, 1994.
- A. Sánchez, M.T. Macías. *Gestión de residuos radiactivos en instalaciones radiactivas de centros de investigación del CSIC*. I Jornadas Hispano-Lusas de Protección Radiológica. Santiago de Compostela. 1994.
- HHSC Handbook nº14. *Radiation Protection Handbook for Laboratory Workers*. AURPO, Leeds, UK. 1994.
- A. Sánchez, A. Carnero, M. Cebrián, F. Usera, M.T. Macías. *Estimation of irradiation risk in radioactive installations of biological research centres*. International Conference on Harmonization in Radiation Protection: From theory to practical applications. SEPR - SFRP - SIRP. Taormina, Italia. 1993.
- Reglamento sobre Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes (BOE nº37, del 12 de febrero de 1992).
- HHSC Handbook nº9. *Phosphorus-32: Practical Radiation Protection*. AURPO, Leeds, UK. 1992.
- HHSC Handbook nº11. *Tritium: Radiation Protection in the Laboratory*. AURPO, Leeds, UK. 1992.
- V. N. Evdokimoff. *Phosphorus-32 personnel monitoring in research institutions*. Health Physics, vol. 61. 1991.
- Slater, R.J. *Radioisotopes in biology. A practical approach*. IRL Press, Oxford, England. 1990.
- Shapiro, J. *Radiation Protection. A guide for scientists and physicians*. Harvard University Press. 1990.
- D.C. Kocher. *Electron Dose-Rate conversion factors for external exposure of the skin from uniformly deposited activity on the body surface*. Health Physics, vol. 53, nº2. 1987.
- Y. Herbant. *Response of different survey instruments in beta radiation fields*. Radiation Protection Dosimetry, vol. 14. 1986.
- Curran, A.R. *Calculation of the dose to the basal layer of skin from beta/gamma contamination*. J. Soc. Radiological Protection, nº6, pp. 23-29. 1986.
- Safety Series nº70. OIEA. *Management of Radioactive Waste produced by users of radioactive materials*.
- Safety Series nº38 OIEA. *Radiation Protection Procedures*.
- Safety Series nº84. OIEA. *Basic Principles for occupational Radiation Monitoring*.
- Safety Series nº120. OIEA. *Radiation Protection and the Safety of radiation sources*.
- Technical Reports nº120. OIEA. *Monitoring of radioactive contamination of surfaces*.
- Technical Reports nº280. OIEA. *Training Courses on Radiation Protection*.

Wolfgang Renneberg\*

# El abandono progresivo de la energía nuclear en Alemania y los desafíos de la regulación nuclear\*\*

En este artículo, el máximo responsable de la seguridad nuclear y protección radiológica en Alemania, Wolfgang Renneberg, repasa el contenido

del convenio para el abandono progresivo de la energía nuclear, así como los retos de la autoridad reguladora alemana en esta nueva etapa.

## 1. Hitos del abandono progresivo de la energía nuclear en Alemania

El accidente de Chernóbil, ocurrido hace ya quince años, ha marcado un punto de inflexión en la percepción pública de la sociedad alemana sobre el uso de la tecnología nuclear en la producción de energía. Tras la experiencia de Chernóbil, la creciente oposición a la opción energética nuclear llevó a Alemania a sacar sus propias conclusiones y plantear una serie de propuestas:

— Programas de revisión nacionales para aplicar lo aprendido del accidente de Chernóbil a las plantas propias, junto con medidas adicionales para reforzar las

prácticas de seguridad e introducir medidas adicionales de gestión del riesgo. En lo fundamental, estas actividades ya se han completado.

— Iniciativas para fortalecer la cooperación internacional en el campo de la seguridad nuclear y establecer un régimen internacional de seguridad nuclear para proteger a la comunidad internacional de los riesgos de la explotación de las centrales nucleares. Estas actividades aún están en curso, y la Convención sobre Seguridad Nuclear es una piedra angular en este proceso.

— Decisiones en contra de nuevas inversiones en centrales nucleares y programas para abandonar progresivamente el uso de la energía nuclear y cerrar centrales.

### 1.1. Pasos dados para el abandono progresivo de la energía nuclear

Como es consabido, el Gobierno alemán ha decidido abandonar progresivamente el uso comercial de la energía nuclear. Esta determinación, si bien no viene a cuestionar

la seguridad de las plantas de generación alemanas, es el resultado de una profunda revisión de los riesgos que entraña la tecnología nuclear. El Gobierno alemán es de la opinión de que la escala de los impactos de posibles accidentes nucleares no puede justificarse, aun cuando la probabilidad de tales accidentes sea escasa. Más aún, sostiene que todavía no se ha encontrado una solución práctica al problema de la disposición definitiva de los residuos altamente radiactivos. Los residuos radiactivos son una carga para las futuras generaciones y con el abandono progresivo de la energía nuclear se consigue restringir la producción de estos residuos.

Otra de las razones que han llevado a las autoridades germanas a replantearse su política energética es que las numerosas medidas que son necesarias para impedir el riesgo del uso indebido del material fisionable nuclear en los ámbitos nacional e internacional, sólo pueden proporcionar la protección y control deseados si el país de que se

\*Wolfgang Renneberg es director general de Seguridad Nuclear, Protección Radiológica y Ciclo del Combustible Nuclear del Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear de Alemania.

\*\*El presente artículo es una transcripción de la conferencia ofrecida por el autor en el CSN, el 24 de mayo de 2001.

trate tiene una situación social, política, y económica estable.

El fin del uso comercial de la energía nuclear en Alemania y el cese del reprocesamiento del combustible alemán reducen el volumen de material de proliferación. Desde este punto de vista, contribuyen, incluso, a impedir que ni siquiera surjan los riesgos de la proliferación. Al mismo tiempo, estas normas ayudan a satisfacer una demanda social profundamente arraigada en Alemania.

Después de un año y medio de difíciles negociaciones sobre este abandono progresivo con las grandes empresas alemanas de abastecimiento de energía, el 14 de junio de 2000 se llegó finalmente a un acuerdo.

### 1.2. El Convenio sobre el abandono progresivo de la energía nuclear

Dado que la aplicación de este Convenio será la tarea del organismo regulador alemán durante los próximos años, sería necesario esbozar las principales piedras angulares del mismo:

— El volumen de electricidad de cada planta generadora se restringirá, de modo que una planta en condiciones normales no podrá tener una vida operativa de más de 32 años naturales. El derecho de continuar con la explotación se extinguiría si se alcanza el volumen de electricidad asignado. El Convenio no permite, sin embargo, la transferencia de producción eléctrica entre centrales nucleares, salvo que sea desde las plantas menos modernas hacia las más modernas.

— La seguridad de las centrales nucleares continúa basándose en la mejor ciencia y tecnología disponibles. Aparte de esto, el Gobierno alemán no pretende introducir ningún cambio en su concepto de seguridad y garantizará la explotación de las centrales nucleares, bajo condiciones óptimas, durante el resto de su ciclo de vida. Además, por primera vez, se contemplarán

por ley revisiones de seguridad periódicas cada diez años.

— En el caso de accidente nuclear, el alcance de la cobertura de seguro se elevará a 2.500 millones de euros, multiplicándose casi por diez.

— El transporte de reprocesamiento cesará en el año 2005. Se construirán instalaciones descentralizadas de almacenamiento provisional en los emplazamientos de las centrales nucleares alemanas para albergar los elementos de combustible gastados. Los explotadores adquieren el compromiso de almacenar los residuos generados hasta su almacenamiento definitivo. Así pues, el transporte hasta los emplazamientos de Ahaus y Gorleben ya no es necesario.

— Cesará la exploración del domo de sal de Gorleben para su uso como repositorio definitivo. El periodo de moratoria de hasta diez años, proporciona la libertad necesaria para aclarar las cuestiones relacionadas con el diseño y la seguridad.

— Las empresas de abastecimiento de energía no interpondrán ninguna demanda de indemnización.

Este Convenio no es un contrato vinculante en el sentido jurídico. Es, más bien, lo que se denomina "pacto entre caballeros"; dicho de otro modo, vincula a las partes políticamente, aunque no jurídicamente.

### 1.3. Ventajas de un acuerdo de consenso

El acuerdo de consenso sobre el abandono de la energía nuclear es la mejor solución para todas las partes afectadas. De este modo se evitan controversias jurídicas con las empresas que explotan las centrales nucleares.

El consenso es igualmente beneficioso para la industria energética. Ahora dispone de un marco claro de actuación y de apoyo político y jurídico durante el resto de la vida operativa de sus centrales nucleares, y puede utilizarlo

como base para sus decisiones de inversión a largo plazo en otras fuentes de energía. Porque una cosa está clara para ambas partes: aún después del abandono de la energía nuclear, Alemania ha de seguir siendo un país productor de energía. Hay razones energéticas, tecnológicas, y laborales que lo justifican.

En este contexto, cabe destacar que, con la liberalización del mercado eléctrico y el exceso de la capacidad de Europa, la explotación de las centrales nucleares ha dejado de ser rentable en muchos aspectos. Hay estudios que han demostrado que en las plantas más antiguas ya no se obtienen beneficios de la producción de electricidad, sino que proceden de los intereses de la financiación reservados para la clausura de la central y la disposición de los residuos, unos 70.000 millones de marcos. Los operadores también contemplan esta situación desde un punto de vista muy pragmático: el propietario de la planta generadora nuclear de Stade anunció en octubre de 2000 que quería desconectar esa planta nuclear de la red general en 2003, porque su eficiencia no podía garantizarse después de la liberalización del mercado eléctrico.

### 1.4. Aplicación del Convenio para el abandono progresivo del uso de la energía nuclear

El Convenio del 14 de junio no supone la solución final de este problema, ya que dicho consenso no es vinculante jurídicamente. Más aún, contiene numerosas tareas que deben realizar las partes, por lo que en este momento estamos en mitad de la fase de ejecución.

— El paso más importante en este proceso es, indudablemente, la modificación de la Ley de Energía Atómica. Se ha elaborado un borrador en el que se pone en práctica el Convenio paso a paso. Este borrador está siendo coordinado actualmente por los minis-



► **Figura 1.** Wolfgang Renneberg, durante su conferencia en el Consejo de Seguridad Nuclear.

tros federales y a finales de año será sometido a debate en el Parlamento alemán.

— La Oficina Federal para la Protección Radiológica está llevando a cabo del modo más rápido posible un proceso de licenciamiento de las instalaciones de almacenamiento provisional situadas en el emplazamiento de las centrales nucleares activas.

— En virtud del Convenio, la exploración del domo de sal de Gorleben se suspendió el 1 de octubre de 2000. La Oficina Federal de Protección Radiológica ha empezado a explicar los aspectos de

diseño y seguridad que motivaron la suspensión de la exploración del domo de sal de Gorleben.

— El periodo de la moratoria se está utilizando también para determinar criterios fundamentados científicamente para definir los repositorios definitivos y un procedimiento de selección de emplazamientos dentro de un proceso plural. Con este fin, el ministro Federal de Medio Ambiente, Jürgen Trittin formó, en febrero de 1999, un grupo de trabajo para la selección de los repositorios definitivos. Los miembros del grupo se selec-

cionaron con un criterio plural dentro del grupo de expertos en repositorios definitivos. Por primera vez están trabajando juntos expertos de los campos más diversos y con las actitudes más dispares ante el uso de la energía nuclear y los problemas de la disposición de los residuos nucleares. Al grupo de trabajo se ha asignado la tarea de definir criterios sólidos para la disposición definitiva y elaborar un procedimiento comprensible basado en esos criterios de selección de repositorios definitivos. El grupo de trabajo está buscando condiciones generales favorables (con independencia de cuál sea la roca hospedante), que ofrezcan un fundamento firme para la disposición definitiva. El grupo de trabajo va a redactar primero los requisitos que han de reunir dichas condiciones geológicas aceptables, que posteriormente podrán transformarse en criterios. La importancia de seguir un proceso basado en la aceptación y en la transparencia puede calibrarse ahora en Alemania tras las protestas contra el transporte de materiales para su reprocesamiento en Gorleben: las protestas se dirigen principalmente contra el repositorio definitivo que proyectaron en Gorleben Gobiernos alemanes anteriores. La selección preliminar de este emplazamiento no estuvo enfocada precisamente a lograr su aceptación.

El proceso de desarrollo hasta la aplicación práctica del mismo constará de tres fases:

— En la primera fase del proceso, hasta el año 2002, el grupo de trabajo debe definir un procedimiento de selección. El público participará ya desde esta etapa inicial. Los ciudadanos interesados en las actividades del grupo de trabajo pueden encontrar más información en la página *web* del grupo *www.akend.de*. Además, el grupo mantendrá conversaciones con los principales agentes sociales; por ejemplo, asociaciones ciudadanas,



► **Figura 2. Centrales nucleares alemanas.**

organizaciones ecologistas y de la industria, iglesias, y responsables políticos. Para garantizar la participación del público en esta etapa inicial, el grupo de trabajo ya ha celebrado en Kassel, los días 15 y 16 de septiembre de 2000, su primer seminario sobre las opciones de disposición definitiva. El grupo de trabajo informó al público de su objetivo y sus primeros resultados, y aceptó sugerencias y propuestas de los interesados. Cada año se celebrará un seminario de este tipo, con participación de los agentes sociales. El próximo tendrá lugar los días 28 y 29 de septiembre de 2001.

— En la segunda fase, desde el año 2002 hasta 2004, deben ponerse en práctica los fundamentos jurídicos del procedimiento de se-

lección. En esta fase, las propuestas de criterios y procedimiento redactadas por el grupo de trabajo se debatirán y se pactarán con la participación del público y los *Länder*.

— En la tercera fase, a partir del año 2004, debe ponerse en práctica el procedimiento de selección. Después, se realizará una comparación entre los emplazamientos. Hasta que no haya concluido el procedimiento de selección y la comparación de los emplazamientos, no se seleccionará ni designará ningún nuevo repositorio definitivo. Hasta ese momento, ninguna región estará excluida. El objetivo es contar con un repositorio definitivo en funcionamiento para todos los tipos de residuos radiactivos en 2030.

## 2. Desafíos en el campo de la regulación

Ante el marco político y socioeconómico anteriormente descrito, la autoridad reguladora alemana tiene ante sí el desafío de seguir garantizando los altos niveles de seguridad requeridos por la ley durante la vida operativa residual. No se puede permitir que disminuyan los niveles de seguridad. La competencia para establecer mecanismos de seguridad ha de garantizarse mientras sigan operando las centrales nucleares.

### 2.1 Mejoras previstas en la tecnología de la seguridad

La prioridad es superar los desafíos ligados al envejecimiento de las centrales nucleares, la liberalización del mercado eléctrico y el posible declive del saber tecnológico en una rama de la tecnología, la seguridad, que quedará anticuada.

En este momento, las condiciones en las que operan las centrales nucleares alemanas está cambiando considerablemente. La principal causa es la liberalización del mercado eléctrico, que está originando una considerable presión sobre los costes. Ninguna compañía seguiría interesada en invertir en una planta que va a ser clausurada en un futuro próximo. La consecuencia será la modificación de las estructuras de organización interna y el recorte de recursos humanos. Existe el peligro de que se reduzcan las garantías de seguridad, tanto en el campo técnico, como en las áreas de personal y organización. Así pues, se pone en entredicho el conjunto de la gestión de seguridad del operador.

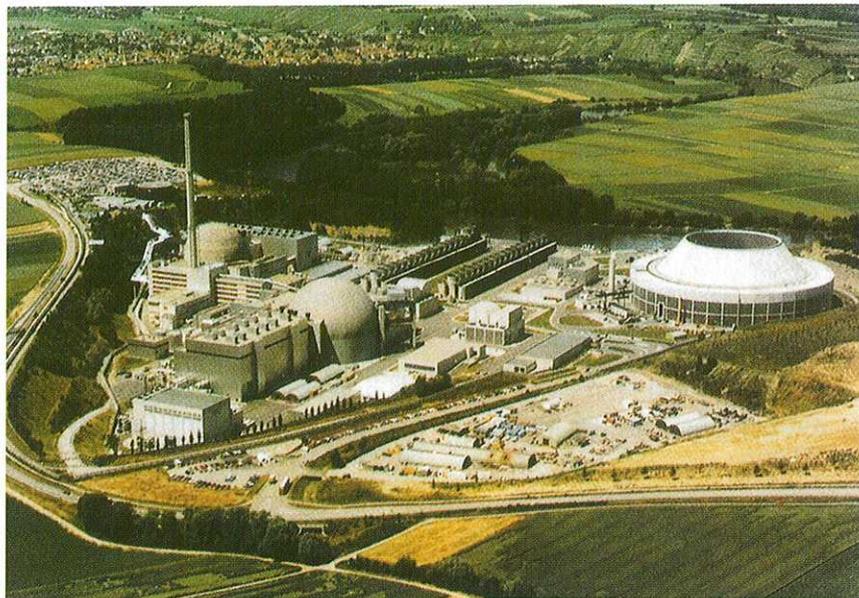
La gestión de la seguridad comprende todas las medidas previstas en una organización para garantizar los niveles de seguridad, o, dicho de otro modo, para asegurar una alta calidad en toda las actividades relevantes desde el punto de vista de la seguridad y su correspondiente cultura.

Por esta razón, la autoridad reguladora nuclear alemana quiere crear un sistema de gestión transparente, fácil de monitorizar, utilizando mecanismos reguladores, y hacerlo, en la medida de lo posible, en colaboración con los explotadores. Ése es el desafío clave. Tiene un carácter nuevo, ya que, hasta ahora, la autoridad reguladora nuclear estaba orientada básicamente hacia los programas de revisión rutinaria de componentes y sistemas aislados de la central nuclear, así como hacia análisis primordialmente técnicos de incidentes tales como la desviación del funcionamiento normal.

El nuevo enfoque consiste en analizar los sucesos partiendo de los procesos operacionales concretos, individuales, que hayan contribuido a desencadenar un incidente en la cadena de acontecimientos que lo han generado. Se trata de un enfoque orientado hacia los procesos. Su objetivo es conducir a que los procesos sean estructurados de modo que se impidan los errores antes de producirse. El requisito previo para lograrlo es que todas las operaciones fundamentales de una central nuclear sean documentadas de modo sistemático y transparente.

Como primer paso, es necesario elaborar un modelo de procesos que presente todas las tareas y procedimientos de la central nuclear. Los distintos procesos deben fraccionarse de modo que se haga patente la influencia de la gestión de la seguridad sobre los procedimientos y su secuencia. Todos los procedimientos, tanto técnicos como organizativos y administrativos, han de ser tenidos en cuenta.

El siguiente paso supone la elaboración de parámetros específicos, para cada uno de los distintos procedimientos, que sean representativos de los propios procesos y del conjunto de la gestión de la seguridad. Para ello será necesario contemplar parámetros tanto cuantitativos como cualitativos. Un pa-



► Figura 3. Central nuclear de Neckarwestheim.

rámetro típicamente cuantitativo es la tasa de fallo de las mediciones de *tag-out* de la central; uno típicamente cualitativo sería el referido a la conformidad entre la documentación técnica y el diseño real. Además, han de elaborarse criterios que, a su vez, permitan una evaluación de esos parámetros. Un ejemplo característico de criterio cuantitativo sería la tasa de aumento de la tasa de fallo de las mediciones de *tag-out*, mientras que un criterio típicamente cualitativo podría ser el que la documentación técnica haya de actualizarse en los treinta días siguientes a la fecha efectiva de la modificación del sistema.

Dado que los procedimientos relacionados con la seguridad en distintas centrales nucleares son básicamente comparables, se espera que estos procedimientos orientados a los procesos permitan trasladar los parámetros e indicadores a distintas centrales nucleares, aun cuando muchas de ellas tengan estructuras de organización muy diferentes. La monitorización de esos parámetros e indicadores a intervalos relativamente cortos permitirá detectar los cambios en el sistema de gestión de la seguridad, y detectarlos, también, en una fase lo suficientemente temprana, antes de que puedan

afectar notablemente al nivel de seguridad de la central.

Se dotará al explotador de la central de un medio para localizar procedimientos críticos cuando se descubran tendencias negativas. Dependiendo de la profundidad del subnivel del procedimiento, se podrá, incluso, monitorizar la calidad de tareas individuales. Efectuando un seguimiento de los cambios por medio de dichos parámetros o indicadores, la supervisión de las autoridades reguladoras nucleares podrá, a su vez, evaluar los aspectos de personal y organización, además del de tecnología.

El segundo desafío es adaptar los requisitos reguladores a la mejor ciencia y tecnología disponible.

La regulación alemana data de la década de los ochenta y no ha sido suficientemente adaptada desde entonces a la mejor ciencia y tecnología disponible. Por ejemplo, las disposiciones alemanas no abarcan la gestión de accidentes, aunque, a pesar de ello, en las centrales nucleares se han aplicado en gran medida las medidas requeridas. Por otro lado, no existe una obligación jurídica de llevar a cabo periódicamente revisiones de seguridad completas. Con el proyecto de enmienda de la Ley de Energía Atómica existirá la obligación de

llevar a cabo revisiones de seguridad periódicas cada diez años, incluido un análisis de seguridad probabilístico. En principio, ello no debe servir para reducir los requisitos determinísticos. Sólo podrá contemplarse el abandono de los requisitos determinísticos cuando se haya probado con suficiente certeza la probabilidad de que no vaya a producirse un declive de la seguridad. Todo ello partiendo del supuesto de que todo análisis probabilístico contiene una estimación de error fiable.

Así, los requisitos de seguridad nuclear de Alemania y la práctica de seguridad nuclear alemana han de satisfacer al menos el nivel aceptado internacionalmente. Por esta razón, el Gobierno alemán ha redactado un programa de trabajo con el fin de llevar a cabo una comparación entre las disposiciones reguladoras y actualizar los requisitos de seguridad a tiempo y en la escala necesaria. Para ello es imprescindible, entre otras cosas, comparar las disposiciones legales alemanas sobre tecnología nuclear con las disposiciones del OIEA sobre tecnología nuclear. El Gobierno alemán informará de los resultados de ese programa de trabajo en la próxima reunión de revisión de las partes firmantes de la Convención sobre Seguridad Nuclear.

El tercer desafío es la pérdida de competencia. El Gobierno alemán intensificará sus esfuerzos, junto con los *Länder*, para garantizar la competencia requerida en las autoridades de licenciamiento y regulación durante la vida operativa residual de las centrales nucleares alemanas.

## 2.2. La Convención sobre Seguridad Nuclear

En opinión del Gobierno alemán, desde el punto de vista de una mejora de la seguridad nuclear a escala global, la primera reunión de revisión de las Partes Firmantes de la Convención sobre Seguri-

dad Nuclear fue un éxito. El proceso de revisión ha demostrado ser eficaz dentro de unos límites y los informes presentados por los países proporcionaban extensa información sobre los pasos y medidas que ya se han tomado o que se han proyectado para cumplir los compromisos establecidos por la Convención.

La Convención de Seguridad Nuclear ha de ser entendida como un instrumento fundamental para la definición de la estructura, objetivos, y procedimientos de revisión para mejorar la seguridad de los reactores en funcionamiento o retirarlos del servicio. El artículo 6 aborda ambas cuestiones al solicitar a las Partes Firmantes que garanticen que la seguridad de las instalaciones nucleares existentes sea revisada lo antes posible. Cuando sea necesario, para actualizar la seguridad de la instalación nuclear o, si dicha actualización no puede llevarse a cabo, cerrar la instalación nuclear tan pronto como sea posible. Este enfoque ya se puso en práctica en Alemania en relación con reactores de diseño soviético a principios de la década de los noventa, antes de la entrada en vigor de la Convención.

Con la reunificación, Alemania heredó 11 de tales plantas en funcionamiento o en construcción, junto con los conocimientos sobre sus deficiencias de seguridad. Esas plantas fueron cerradas, o su construcción abandonada, a principios de la década de los noventa. Pero muchos de esos reactores, del mismo tipo que el antiguo de Chernóbil, ubicados en países de la Europa oriental, son utilizados cerca de las fronteras de Alemania. La protección frente a los riesgos que originan resulta indispensable.

De hecho, existe una gran preocupación en Alemania ante la posibilidad de que los reactores nucleares RBMK vayan a utilizarse después de los 30 años de vida operativa contemplados, y ello a

pesar del hecho de que no hayan sido modernizados ni se hayan efectuado análisis de seguridad exhaustivos, a lo que Rusia estaba legalmente obligada.

Por otro lado, Alemania ha establecido tradicionalmente una estrecha cooperación científico-técnica y económica con muchos de los países de la Europa oriental y, naturalmente, pretende mantener esa cooperación.

Por tanto, el país teutón ha sido uno de los protagonistas en el establecimiento de programas bilaterales y multilaterales de ayuda nuclear para los países de la Europa oriental. Desde hace unos diez años se ha proporcionado un volumen significativo de recursos, principalmente con cargo al presupuesto federal alemán, para investigar la seguridad de los reactores de diseño soviético. Se han llevado a cabo numerosos proyectos de ayuda y cooperación, principalmente en contextos bilaterales y multilaterales, para aumentar la protección frente a los riesgos nucleares. El organismo regulador alemán y organizaciones especializadas alemanas han acumulado un acervo considerable de pericia e infraestructura, contactos directos y conocimiento a fondo de los riesgos especiales y el estado de las centrales con reactores VVER y RBMK de los países de la Europa oriental.

El Gobierno alemán continuará respondiendo proactivamente a los desafíos de las reformas del sector de la seguridad y la energía nuclear en los países de la Europa oriental. No obstante se ha desempeñado un papel activo en la atribución de la necesaria importancia a la seguridad nuclear en el contexto de la ampliación de la Unión Europea, y colaboraremos con programas multilaterales tales como Tacis y Phare, manteniendo la correspondiente cooperación bilateral. Además, se seguirán las reevaluaciones de la seguridad nuclear en curso en los países candidatos para ingresar en la Unión Europea. ☺

# Noticias

► Consejo de Seguridad Nuclear .....	37	► Centrales nucleares .....	44
► Principales acuerdos del CSN .....	40	► Investigación y desarrollo.....	47
► Información general .....	43	► Protección radiológica.....	47

## ► CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

### María Teresa Estevan Bolea presidirá el CSN

A día 22 de junio, el Gobierno ha remitido al Congreso de los Diputados la propuesta de nombramiento de María Teresa Estevan Bolea como nueva presidenta del Consejo de Seguridad Nuclear, en sustitución de Juan Manuel Kindelán, que ocupaba el cargo desde octubre de 1994.



María Teresa Estevan Bolea.

También, a instancias del Ministerio de Economía, el Consejo de Ministros ha acordado proponer como consejeros del CSN a Carmen Martínez Ten y a Julio Barceló Vernet, en sustitución de Aníbal Martín y Agustín Alonso.

La propuesta, que se ha producido tras el acuerdo alcanzado por los portavoces parlamentarios del PP, PSOE y CIU, será debatida en la Comisión de Economía del Congreso en los próximos días.

### Reuniones bilaterales con los organismos reguladores de Cuba y Brasil

Con ocasión de la celebración de la VI reunión del Foro Iberoamericano de Reguladores Nucleares, los días 2 al 5 de abril, se mantuvo una reunión bilateral con el director del Centro Nacional de Seguridad Nuclear (CNSN). Los temas de interés común para el programa de este año están relacionados con el licenciamiento y control de instalaciones radiactivas y con el licenciamiento de actividades de gestión de fuentes radiactivas y de desechos. Adicionalmente, durante esta semana han permanecido en la sede del Consejo dos expertos cubanos, que han estado trabajando en temas de control y evaluación de instalaciones médicas, y bases legales para la gestión de expedientes.

También se realizó una reunión bilateral con técnicos de la Comisión Nacional de Energía Nuclear (CNEA). Los temas de interés común, que se iniciarán una vez que se firme el acuerdo bilateral, están relacionados con el licenciamiento y control de la operación de Angra y Trillo, y con el licenciamiento de actividades de protección radiológica y gestión de residuos radiactivos. La reunión bilateral ha incluido visitas al Ciemat, la central de Almaraz y El Cabril.

### Conferencias en el CSN

El 22 de marzo, Ignacio Hernando González, presidente de la Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR), pronunció una conferencia en el salón de actos del Consejo, bajo el título *Protección radiológica en la sociedad actual. El punto de vista de la SEPR*. Durante la misma realizó una breve descripción del concepto e historia de la protección radiológica y de la sociedad que preside, nacida en 1980 a la vez que el Consejo. Habló también de los campos principales de actuación en esta materia, como la generación de energía nuclear y las aplicaciones médicas de la radiactividad, repasó la legislación aplicable y explicó las relaciones entre la SEPR y la enseñanza, el desarrollo normativo, los medios de comunicación y las organizaciones internacionales. Terminó su intervención hablando del futuro de la protección radiológica y de la SEPR, destacando tres aspectos esenciales: la colaboración con el CSN, el mantenimiento y desarrollo de la actividad investigadora y la colaboración en actividades de formación en este campo.



César Nombela e Ignacio Hernando, conferenciante en el CSN.

## COMPARECENCIA DEL PRESIDENTE DEL CSN EN EL PARLAMENTO

*El pasado 12 de junio el presidente del Consejo de Seguridad Nuclear, comparecía ante la Comisión de Economía y Hacienda del Congreso de los Diputados, para informar de las principales actividades desarrolladas por el CSN a lo largo de 1999. Con carácter previo a esta comparecencia, la ponencia parlamenta-*

*ria constituida al efecto recibió los informes de distintas entidades e instituciones del ámbito nuclear. Por parte del CSN intervinieron el secretario general, los directores de seguridad nuclear y protección radiológica y los subdirectores de instalaciones nucleares, protección radiológica ambiental y operacional.*

Juan Manuel Kindelán comenzó su discurso recordando los hitos más significativos del ejercicio correspondiente a 1999, prestando especial atención al importante desarrollo legislativo de este periodo que se concreta en la modificación de la Ley 15/1980 de creación del Consejo y en la Ley de tasas y precios públicos por servicios prestados por el CSN.

Durante lo que ha sido su última intervención ante la Cámara Baja, Kindelán aprovechó este llamamiento para hacer un balance general del periodo en que ha presidido el organismo (1994-2001) y plantear algunos de los retos de cara al futuro.

### **Balance de una etapa**

Teniendo presente los numerosos proyectos que se han abordado en esta última etapa, el presidente destacó algunas iniciativas de gran calado. Bajo la convicción de que es necesario

disponer de las herramientas y capacidades más avanzadas en cada momento, hizo referencia al gran esfuerzo realizado en el área de I+D. El Plan Quinquenal de Investigación (1996-2000) ha incrementado la dotación presupuestaria y ha desarrollado programas de investigación con otras instituciones públicas y privadas. A este respecto y como botón de muestra, citó el convenio de colaboración firmado con UNESA, que cuenta con una partida de 1.200 millones de pesetas en cuatro años.

Por otro lado, Kindelán subrayó el papel del CSN en los foros internacionales, donde se ha consolidado el prestigio de la institución. En los últimos años "se ha pasado de ser un país importador a exportador de prácticas, técnicas y experiencias".

También enfatizó sobre el importante esfuerzo que se ha realizado para informar a la opinión pública de las actividades y

actuaciones del CSN, estableciendo una línea de publicaciones con un fondo editorial muy estimable, creando un sitio en Internet que es el escaparate más visitado del Consejo, poniendo en marcha un Centro de Información que recibe la visita de más de 7.000 escolares cada año y manteniendo una política de transparencia informativa a través de una relación directa y comprometida con los medios de comunicación.

### **Retos de futuro**

Ante el final de su mandato al frente del CSN, Juan Manuel Kindelán no quiso concluir su intervención en la Comisión de Economía y Hacienda, sin antes hacer algunas reflexiones sobre los retos que se deberán afrontar en el futuro.

A su juicio, uno de los principales desafíos que los organismos reguladores deberán acometer en un futuro próximo es

El 27 de abril visitó el CSN César Nombela, catedrático de Microbiología de la Universidad Complutense de Madrid y presidente del CSIC hasta el pasado mes de septiembre. Pronunció una conferencia titulada *Retos y expectativas de la investigación genómica*, donde explicó los antecedentes de las investigaciones genéticas y perfiló el estado actual de la disciplina, en especial en cuanto se refiere a la cartografía del genoma, la descripción de las bases que componen la cadena de ADN de una especie y los genes que en ella están escritos. Se trata de un tema de gran actualidad por el reciente anuncio de la cartografía del genoma humano, aunque el conferenciante se

refirió también a los genomas de otras especies. Puso especial énfasis en señalar los caminos que esta investigación abre, sobre todo en el campo de la medicina preventiva, aunque no cabe esperar resultados inmediatos y revolucionarios.

### **Notificación de sucesos en instalaciones radiactivas**

El CSN ha aprobado una propuesta sobre notificación de sucesos en instalaciones radiactivas, elaborada para desarrollar el contenido del artículo 73 del Reglamento de Instalaciones Nucleares y Radiactivas (RINR), concretando la naturaleza de los sucesos que



Juan Manuel Kindelán, en el Congreso de los Diputados.

mantener e incrementar los niveles de seguridad alcanzados. En un marco en que la competitividad obliga a una reducción de costes, la misión de la autoridad reguladora consiste en garantizar que las presiones económicas no disminuyan la seguridad nuclear y se mantengan los altos niveles de seguridad conseguidos. El nuevo marco desregularizado requiere “reforzar la actividad inspectora y de análisis de la experiencia operativa, incrementar la eficacia en las actuaciones del Consejo y promover programas de investigación y desarrollo”.

Además, según insistió en su discurso, hay otras tareas que deben ser continuadas, como es

el incremento de la transparencia informativa. El cometido de los organismos reguladores no es sólo el de reducir los riesgos derivados del uso de las radiaciones ionizantes, sino también “crear confianza en los ciudadanos”, evitar que existan alarmas injustificadas y llevar a la opinión pública el convencimiento de que cuando exista una situación de riesgo el organismo intervendrá y pondrá sobre aviso a la población.

Por otra parte, el CSN deberá hacer frente a las nuevas competencias recién asumidas, como son la vigilancia radiológica ambiental en todo el territorio y la respuesta a las emergencias radiológicas fuera de las instala-

ciones reguladas. Para ello es necesario “incrementar los recursos en estas áreas”, por lo que se ha solicitado al Gobierno una transferencia presupuestaria específica. De igual modo y debido a las nuevas necesidades que van surgiendo, como es el caso del material radiactivo en la chatarra o el avance de las tecnologías radiológicas en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades, “es conveniente incorporar a expertos de protección radiológica en otros departamentos ministeriales”.

Por último y para finalizar su intervención, el presidente del CSN, hizo referencia al problema del almacenamiento de los residuos radiactivos de alta actividad y larga vida, señalando que es imprescindible “empezar a preparar el terreno para poder tomar decisiones”, ya que no se trata de un problema tecnológico. Existen tecnologías para la gestión de los desechos radiactivos que son seguras y ecológicamente racionales. No se puede ignorar que las actuales centrales nucleares en operación no van a funcionar siempre; por ejemplo, José Cabrera tendrá que presentar en pocos años un plan de desmantelamiento y habrá inevitablemente que acometer la gestión de sus residuos.

deben notificarse, los plazos y métodos de notificación y las autoridades a las que deben dirigirse las notificaciones. Los nuevos requisitos se formalizarán mediante la remisión de instrucciones complementarias a los titulares de las instalaciones en el plazo de cuatro meses, una vez recibidos los comentarios de los titulares de estas instalaciones a la propuesta.

### Reunión bilateral con el organismo regulador de Francia

Dentro del marco del acuerdo bilateral con el organismo regulador de Francia, la Dirección de Seguridad de Instalaciones Nucleares (DSIN), se celebró durante los días

6 y 7 de junio en Bourgueil (Francia) la reunión bilateral de 2001. La agenda de la reunión se centró fundamentalmente en la experiencia obtenida por el CSN con la reciente reestructuración organizativa, ya que la DSIN tiene previsto incorporar las responsabilidades de protección radiológica y estaba muy interesada en la experiencia del CSN. La reunión incluyó también la visita a la central nuclear de Chinon, que tiene siete reactores nucleares, 3 del tipo GCR, en proceso de clausura, y 4 del tipo PWR en operación. También se visitaron las instalaciones de Indra, empresa especializada en la intervención en escenarios de contaminación radiactiva. Por parte del CSN participaron el presidente, secretario

## PRINCIPALES ACUERDOS DEL CSN

*Los acuerdos específicos sobre cada central se resumen en el apartado de centrales nucleares*

### **Nuevo plan de actuación ante emergencias**

El Consejo aprobó, en su reunión de 31 de mayo, la revisión 3 del Plan de Actuación del CSN ante Emergencias Nucleares o Radiológicas. Esta nueva versión sustituye a la que, con algunas modificaciones parciales, estaba vigente desde 1990. Los objetivos globales que se han considerado en la nueva revisión, que afecta al documento completo, han sido adaptarlo a la nueva estructura orgánica del CSN, aprobada en abril de 2000, y dar cumplimiento a las nuevas funciones que el organismo tiene asignadas en la respuesta a emergencias nucleares o radiológicas, por la Ley 14/1999.

El nuevo plan determina una organización de respuesta a emergencias (ORE) en la que participan todos los estamentos de la estructura orgánica básica del organismo, estableciéndose diferentes modos de respuesta en función del tipo de emergencia y la severidad de la situación, considerando también el grado

de incertidumbre asociado a su evolución.

Al frente de la ORE se encuentra un director de emergencia, como autoridad única del CSN en las fases inmediata y urgente, cuya responsabilidad es asumida por el presidente del Consejo, estableciéndose las circunstancias y los mecanismos para la delegación de esta función en el vicepresidente, los consejeros o el secretario general. En la fase de recuperación, el CSN asume la dirección de emergencia como órgano colegiado, según el procedimiento decisorio previsto en su estatuto.

Además, uno de los directores técnicos del CSN, de Seguridad Nuclear o de Protección Radiológica, en función de la actividad en que se origine el accidente, actuará como director de operaciones de emergencia. La ORE se completa con grupos de técnicos y especialistas organizados por áreas específicas de responsabilidad y funciones.

Finalmente, la ORE se completa con diversos servicios para intervenciones en zonas afectadas por una emergencia, que son directamente contratados por el CSN, o bien corresponden a enti-

dades con las que el Consejo mantiene convenios específicos de disponibilidad para actuación en emergencias. Con estos servicios el organismo se dota de capacidades para la medición de niveles de radiación y de contaminación ambiental o personal en el lugar del accidente.

### **Diseño del contenedor de combustible irradiado**

El Consejo ha decidido apreciar favorablemente las modificaciones de diseño del contenedor de almacenamiento de combustible irradiado. El modelo original había sido aprobado por Resolución de la Dirección General de la Energía de fecha 23-10-97, pero durante las pruebas del primer contenedor fabricado se obtuvieron resultados que obligaron a efectuar modificaciones de diseño. La apreciación favorable del CSN se ha realizado por un periodo de 20 años y establece ciertas condiciones. Además, se han emitido instrucciones técnicas complementarias a la aprobación del diseño.

### **Presupuesto para el año 2002**

El CSN ha aprobado el anteproyecto de presupuesto para el año

general, directores de seguridad nuclear y protección radiológica y el GTP/RI.

Entre los acuerdos alcanzados destacan la realización de una visita que la DSIN efectuará al CSN para discutir en detalle la organización en temas de protección radiológica, el análisis conjunto que la DSIN y el CSN realizarán para la posible aplicación de la escala INES a temas relacionados con protección radiológica fuera de las instalaciones nucleares, la transmisión por parte de la DSIN al CSN de la experiencia de licenciamiento adquirida en el laboratorio subterráneo de Bure y la realización de inspecciones cruzadas al Ciemat y Fontenay-aux-Roses. La DSIN participará asimismo en una inspección a un PWR en Cataluña.

### **Otras actividades con el organismo regulador francés**

También dentro del marco del acuerdo bilateral con el organismo regulador de Francia, la Dirección de Seguridad de Instalaciones Nucleares (DSIN), se han realizado dos actividades de intercambio de experiencias reguladoras. Cuatro técnicos franceses han visitado la Salem, y mantenido durante los días 25 y 26 de abril reuniones con representantes del CSN, sobre las prácticas y medios en situaciones de emergencia. Uno de los técnicos franceses participó como observador en el simulacro realizado en la central de Cofrentes durante la madrugada del día 25. Como resultado de esta reunión, técnicos del

2002, que asciende a un total de 5.909 millones de pesetas, lo que supone un incremento del 4,9 % con respecto al del año anterior. Los ingresos se obtendrán de las tasas y precios públicos, solicitándose una transferencia de 412 millones de pesetas al Ministerio de Economía para sufragar los gastos asociados a la vigilancia radiológica ambiental en todo el territorio y los gastos de emergencias no financiados por las tasas.

#### **Exención temporal de requisitos de vigilancia de Juzbado**

El Consejo ha informado favorablemente, con determinadas condiciones, la exención temporal de algunos requisitos de vigilancia requeridos en las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento de la Fábrica de Combustible Nuclear de Juzbado, relativos a las operaciones de mantenimiento anual de los climatizadores, extractores y cajas de guantes del sistema de ventilación, para hacerlos coincidir con la parada de producción prevista para el mes de agosto de 2001.

#### **Desmantelamiento del reactor experimental Arbi**

El Consejo ha informado favorablemente la autorización de

desmantelamiento del reactor experimental Arbi, del Laboratorio de Ensayos e Investigaciones Industriales (Labein), situado en la Escuela de Ingeniería Industrial de Bilbao.

#### **Convocatoria de oposiciones al Cuerpo Técnico**

El Consejo ha aprobado las bases de la convocatoria de pruebas selectivas para cubrir cinco plazas de nuevo ingreso en la Escala Superior del Cuerpo Técnico de Seguridad Nuclear y Protección Radiológica y dos plazas vacantes de personal laboral fijo, que se publicarán en el Boletín Oficial del Estado, tras el preceptivo informe de Función Pública.

#### **Nuevo modelo de carné radiológico**

El CSN ha aprobado una instrucción para el establecimiento de un nuevo modelo de documento individual de seguimiento radiológico (carné radiológico) en desarrollo de las previsiones del Real Decreto 413/1997, sobre protección radiológica operacional de trabajadores externos por intervención en zona controlada. El nuevo formato incluye la información dosimétrica de los trabajadores teniendo en cuenta los nuevos límites de dosis incluidos en el proyecto de

revisión del Reglamento de Protección Sanitaria contra las Radiaciones Ionizantes por el que se traspone la Directiva Euratom 29/96 de la UE. Además, recoge información relativa a la vigilancia médica de los trabajadores y su formación en materia de protección radiológica.

#### **Instalaciones radiactivas**

En las reuniones celebradas durante este periodo el CSN ha adoptado las siguientes resoluciones relativas a instalaciones radiactivas: 12 informes para autorizaciones de funcionamiento de nuevas instalaciones, 62 informes para autorizaciones de modificación de instalaciones previamente autorizadas, 15 informes para la declaración de clausura, 3 propuestas de apertura de expedientes sancionadores, 5 informes para la autorización de retirada de material radiactivo, 6 informes para autorizaciones de empresas de venta y asistencia técnica de equipos de rayos X para radiodiagnóstico médico, 10 informes para autorización de servicios médicos especializados, 5 informes de autorizaciones de servicios y unidades técnicas de protección radiológica y 6 homologaciones de cursos de formación para la obtención de licencias de personal.

CSN participarán en un simulacro en una central francesa, y se va a establecer una colaboración en el desarrollo de herramientas técnicas de soporte.

Adicionalmente, y durante la semana del 23 de abril, un técnico de la SIN ha participado en la inspección decenal que realiza la DSIN en la central nuclear de Golfech. También en este caso, inspectores franceses asistirán durante este año a una inspección programada en una central PWR española.

#### **Reunión bilateral con el organismo regulador de Alemania**

Los días 24 y 25 de mayo se ha celebrado en la sede del CSN una reunión bilateral con el director general

de Seguridad Nuclear del Ministerio de Medio Ambiente (BMU) de Alemania, Wolfgang Renneberg. Durante dicho encuentro se acordó mantener reuniones específicas sobre la evolución de los estudios de APS en Trillo y centrales alemanas, sobre los resultados obtenidos en las revisiones periódicas de seguridad y programa AEOS, e intercambiar información sobre el licenciamiento de las instalaciones de almacenamiento temporal de combustible irradiado. Renneberg impartió una conferencia en el CSN sobre la situación del regulador en Alemania ante la decisión política del cierre de centrales nucleares, y se realizó una visita a la instalación de almacenamiento de residuos radiactivos de El Cabril.

## Ejercicio internacional de emergencia nuclear JINEX-1

La experiencia y las lecciones aprendidas en los pasados programas de ejercicios internacionales de emergencia INEX-1 e INEX-2 demostraron la necesidad de coordinación entre las organizaciones internacionales involucradas en la respuesta a emergencias nucleares con consecuencias transfronterizas. Por ello se creó el Comité de Respuesta a Accidentes Nucleares (IACRNA) en el que están representados el OIEA, que proporciona la secretaría del comité, la NEA, la Unión Europea, la Oficina de las Naciones Unidas para Asuntos Humanitarios, la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Mundial de la Meteorología (OMM). El comité organizó los pasados días 22 y 23 de marzo el primer ejercicio internacional coordinado de emergencia nuclear, en el que participaron 48 Estados y seis organismos internacionales, interviniendo por parte española el CSN.

El ejercicio planteó como escenario un accidente simulado en uno de los reactores de la central nuclear de Gravelines, ubicada al noroeste de Francia, a unos 900 kilómetros en línea recta de la frontera española. El guión técnico del simulacro se extendió a lo largo de 16 horas continuadas y consistió en un accidente de pérdida de refrigerante con fallo parcial y amenaza de fallo total de todos los sistemas de refrigeración de emergencia y parte de los sistemas de salvaguardias tecnológicas. Tras la finalización del escenario técnico, el ejercicio continuó, simulando aspectos de coordinación y respuesta internacional a situaciones de emergencia, lo que supuso una duración total ininterrumpida de 24 horas, aproximadamente.

El Consejo de Seguridad Nuclear activó su organización de respuesta a emergencias, estableciendo los necesarios turnos de respuesta para atender el desarrollo y la evolución del accidente en toda su extensión. En la realización de este ejercicio, durante su organización, preparación y respuesta, participaron un total de 29 personas del organismo, respondiendo a las funciones asignadas a cada uno de los grupos operativos de la Organización de Respuesta a Emergencias del CSN, al que pertenecen, implicando al Consejo, las dos direcciones técnicas, al Gabinete Técnico de la Presidencia y a un total de cinco subdirecciones generales.

Durante el ejercicio se utilizaron y probaron con éxito nuevos sistemas y tecnologías para la adquisición e intercambio internacional de información en caso de accidente nuclear, así como sistemas que permiten la adquisición y la distribución internacional de información sobre los resultados obtenidos de los distintos programas de vigilancia radiológica establecidos por los diferentes Estados ante este tipo de accidentes.

El ejercicio sirvió también para comprobar y confirmar la capacidad de respuesta del CSN ante este tipo de accidentes y para comprobar algunos de los nuevos conceptos de respuesta incluidos en la revisión 3 del Plan de Actuación del CSN ante situaciones de emergencia radiológica, cuyo alcance incluye los accidentes o emergencias nucleares con origen en el exterior del territorio nacional.

## Actuaciones del CSN en relación con el submarino nuclear 'HMS-Tireless'

En los anteriores números de la revista *Seguridad Nuclear* se describieron de forma general las actuaciones desarrolladas por el CSN para el seguimiento de la reparación del submarino nuclear británico *HMS-Tireless* en la base naval de Gibraltar. Durante los meses de abril y mayo de 2001, el CSN mantuvo sus actuaciones hasta que el submarino zarpó de Gibraltar y se retiraron de la base todos los elementos auxiliares utilizados en la reparación y los residuos generados en la misma.

El submarino zarpó de la base de Gibraltar el día 7 de mayo, utilizando su sistema de propulsión nuclear, una vez que finalizaron, satisfactoriamente, las actividades de reparación y las pruebas y verificaciones necesarias. Posteriormente, el día 12 de mayo, salió de Gibraltar, con destino al Reino Unido, el barco *Fort Rosalie*, en el que se transportaron todos los elementos auxiliares y los residuos radiactivos procedentes de la reparación del submarino.

Hasta finales de mayo, en que, tras las pertinentes mediciones y tomas de muestras y análisis, las autoridades británicas confirmaron que las condiciones radiológicas de la base eran normales (idénticas a las de antes de la llegada del submarino), el CSN continuó aplicando el programa de vigilancia radiológica ambiental en la comarca del Campo de Gibraltar, en el que se utilizaron medios propios (red automática Revira y laboratorios concertados) y los de otros organismos colaboradores (grupo Govra de la Armada y red RAR de la Dirección General de Protección Civil). Todos los resultados de las mediciones directas y de los análisis de muestras en laboratorio fueron normales e indicativos del fondo radiológico habitual en la zona.

Durante todo este tiempo, además de la vigilancia radiológica ambiental, el Consejo de Seguridad Nuclear continuó realizando las actuaciones de seguimiento iniciadas los meses anteriores. Entre ellas, la recepción de información periódica y específica del Panel regulador nuclear de la armada británica (CNNRP), la elaboración de informes sobre el seguimiento de la reparación y sobre los resultados de la vigilancia radiológica, y la participación en las reuniones del grupo técnico hispano-británico creado por los Gobiernos de ambos países para el seguimiento de la reparación.

## INFORMACIÓN GENERAL

Entre las actividades realizadas por el CSN en este último periodo, destaca la presencia de un representante del organismo en el submarino durante la realización de la prueba hidrostática de su circuito primario, una vez que había finalizado la reparación y puesta a punto del mismo. Esta prueba se realizó el día 16 de abril, con resultados satisfactorios.

El día 25 de mayo, el CSN, a la vista de la situación en la base naval y de los resultados de la vigilancia radiológica en la comarca del Campo de Gibraltar, dio por finalizado el Plan Especial de Vigilancia Radiológica y emitió su último informe sobre seguimiento del *HMS-Tireless*.

### El Consejo de Seguridad Nuclear en la feria 'Madrid por la Ciencia'



Stand del CSN en la exposición.

El Consejo de Seguridad Nuclear, consciente de la sensibilidad que despierta las cuestiones relacionadas con la radiactividad y sus usos, viene participando asiduamente en todos aquellos eventos que tienen como principal objetivo difundir y divulgar el conocimiento científico. Por ello, el pasado mes de mayo participó en la segunda edición de la feria *Madrid por la Ciencia*, que tuvo lugar en el recinto ferial Juan Carlos I de la capital. En el stand del CSN se informó de las distintas actividades que lleva a cabo la institución para acercar la ciencia a nuestra sociedad, presentando su catálogo de publicaciones divulgativas, permitiendo recorrer la página *web*, exhibiendo el material audiovisual de carácter didáctico disponible o facilitando la realización de un recorrido virtual por el Centro de Información del Consejo de Seguridad Nuclear.

Una de las novedades que atrajo especialmente la atención del público fue el juego interactivo *Spin*. Ideado para aprender de forma sencilla y divertida las diferentes aplicaciones de la tecnología nuclear, los conceptos básicos de la radiactividad y sus hitos históricos, permite pulsar el conocimiento de los participantes y fomentar su curiosidad sobre estos temas.

### Finlandia aprueba el AGP para combustible irradiado

El Parlamento de Finlandia ratificó el 18 de mayo la Decisión en Principio sobre el almacenamiento geológico profundo (AGP) para el combustible irradiado en las centrales nucleares del país en el emplazamiento de Olkiluoto, Eurajoki, emitida por el Gobierno a finales del año 2000. La amplia mayoría obtenida, 159 votos a favor y 3 en contra, refleja el amplio soporte político que tiene el proyecto en el país nórdico. La decisión cumple el plan aprobado por el Gobierno en 1983 sobre los objetivos y el calendario fijados para la gestión de residuos radiactivos en Finlandia, de acuerdo con el cual la construcción del AGP debería iniciarse en 2010 para que esté operativo en 2020. Antes de su aprobación hubo un periodo de información pública durante el cual se han recogido por escrito las posiciones de diferentes grupos y agentes sociales implicados. STUK, el organismo regulador en materia de seguridad nuclear y protección radiológica, y el municipio de Eurajoki, entre otras organizaciones, se pronunciaron favorablemente.

La responsabilidad de desarrollar el proyecto y la investigación asociada corresponde a Posiva Oy, que presentó al Gobierno el proyecto en mayo de 1999, basándose en los resultados de las actividades de investigación y desarrollo llevadas a cabo durante los últimos 20 años, e incluía un Plan de Caracterización de Emplazamientos y una Evaluación de Impacto Ambiental.

De momento, Posiva concentrará sus trabajos en la verificación de la viabilidad de emplazamientos en Olkiluoto, construyendo, entre 2003 y 2004, un laboratorio subterráneo de investigación denominado Onkalo. Allí se podrá conseguir la información específica sobre las propiedades mecánicas, hidráulicas y geoquímicas del medio geológico a una escala de detalle suficiente que permita el diseño del sistema de almacenamiento adaptado a estas circunstancias. Esta instalación proporcionará también la oportunidad de probar la tecnología de construcción en condiciones reales.

### Grupo de Cuestiones Atómicas (GCA) de la Unión Europea

Han finalizado las actividades del grupo *ad-hoc* Working Party on Nuclear Safety (WPNS), que ha realizado la evaluación de la situación de la seguridad nuclear en los países candidatos a la Unión Europea en el ámbito del Consejo de Europa, siguiendo las directrices del GCA. Dicho grupo está constituido por especialistas en seguridad nuclear de los miembros de WENRA y del resto de los países de la UE. El infor-

me final se aprobó el pasado 23 de mayo y se adjunta como anexo 1. El informe incluye recomendaciones para cada país candidato, tanto para temas de centrales nucleares como reactores de investigación. CO-REPER lo incluirá en la agenda de la ampliación.

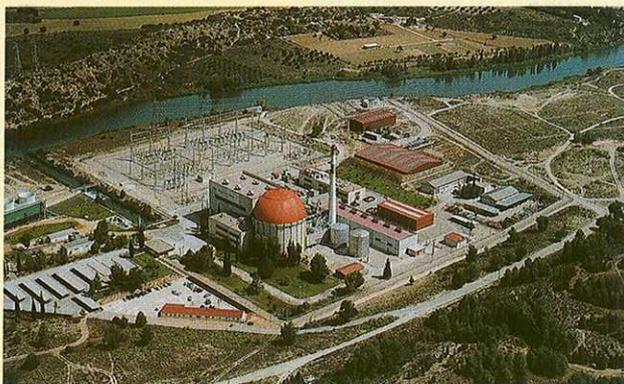
## ► CENTRALES NUCLEARES

*Información referida a los meses de marzo, abril y mayo.*

### José Cabrera

La central funcionó durante estos meses sin incidencias destacables.

El día 18 de mayo se produjo una parada automática del reactor por bajo nivel en el generador de vapor, debido a una pérdida del tren de alimentación B, como consecuencia de perder la alimentación eléctrica de la barra S-1A, por una fuerte tormenta en la zona y fallar la alimentación eléctrica alternativa. El generador diesel arrancó, acoplándose a su barra correspondiente y reponiendo la tensión en la misma. Se subsanó la anomalía que causó el fallo de la transferencia a la alimentación eléctrica alternativa y se normalizó la situación.



Central nuclear José Cabrera.

El Consejo de Seguridad Nuclear ha apreciado favorablemente las propuestas de mejora presentadas por la central, en el marco del permiso de explotación concedido a la instalación en octubre de 1999 por un periodo de tres años. Con esta aprobación, que establece instrucciones complementarias relativas a su desarrollo y seguimiento, finaliza el proceso de evaluación del programa general de mejoras requerido en dicho permiso.

El programa, que considera necesario la introducción de mejoras como la disposición de los paneles de la sala de control, fiabilidad de equipos, procedimientos de operación de emergencia y programas de formación, se articula a través de 17 actuaciones, de las cuales 12 se encuentran ya realizadas o en curso. Las cinco restantes, que han sido apreciadas favorablemente por el CSN ahora, deberán estar también implantadas dentro del periodo de validez del presente permiso que finaliza en octubre de 2002.

Dado que algunas de las evaluaciones efectuadas sobre las mejoras realizadas o propuestas del plan han tenido en cuenta un tiempo de operación de la planta hasta el año 2008, un periodo de operación de la central más prolongado requeriría realizar nuevos análisis para evaluar la validez de las soluciones ahora aceptadas, en un horizonte temporal diferente.

Durante este periodo se realizaron cuatro inspecciones a la central.

### Santa María de Garoña

La central inició la parada de recarga de combustible y mantenimiento el día 4 de marzo y se prolongó hasta el 6 de abril, fecha en la que inicio el XXII ciclo de operación. Del 6 al 8 de abril se realizaron las pruebas del HPCI y del condensador de aislamiento, con resultado satisfactorio. El 8 de abril se bajó carga hasta parada fría debido a que no había finalizado la reparación del estátor. Una vez finalizada ésta y realizadas las pruebas del generador, el 14 de abril se extrajeron barras de control, se realizaron diversas pruebas y se alcanzó el 100% de potencia el 16 de abril.

Entre los trabajos más importantes realizados durante la parada figura la sustitución de las tuberías del core spray lazos A y B y la revisión de múltiples equipos y sistemas, así como la reparación del estátor y colocación de dos sellos en las penetraciones del fondo de la vasija (se había quitado previamente uno para inspección).

El CSN informó favorablemente la solicitud de autorización de carga del combustible de diseño GE-14 en el núcleo del reactor, y la revisión 19 del Estudio de Seguridad Asociada.

También se ha informado favorablemente la revisión 45 de las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento, que afecta, entre otras, a la instrumentación del condensador de aislamiento, adelantando la entrada automática del mismo, y al número de canales operables requeridos en la instrumentación del aislamiento de la contención primaria por alta temperatura en las tuberías de vapor principal. Se introduce, a petición del CSN, el documento titulado *Informe de límites de operación del núcleo* (ILON), que contiene aquellos límites de operación variables ciclo a ciclo que figuran actualmente en las ETF y en la evaluación de la seguridad de la recarga.

También se ha informado favorablemente la desclasificación de aceites usados con muy bajo contenido en actividad, para permitir su tratamiento como residuo convencional, estableciendo límites y condiciones en materia de seguridad nuclear y protección radiológica.

El día 4 de marzo, cuando se estaba realizando una maniobra de drenado del filtro B del sistema de purificación del agua del reactor al tanque de barro, se produjo la apertura de la válvula de salida del filtro por un fallo en la misma. Como consecuencia se pro-

dujo un rebose del tanque de barros al sumidero de suelos del edificio del reactor. El volumen de agua que se drenó de la vasija fue de 6 m<sup>3</sup>. El agua rebosada se envió al edificio de tratamiento de residuos.

El día 30 de marzo, durante la parada de recarga, se produjo una pérdida de energía eléctrica exterior en la central. Dado que la pérdida de alimentación eléctrica se mantuvo durante más de 10 minutos, y siguiendo los procedimientos de actuación establecidos, la central declaró situación de prealerta dentro del plan de emergencia interior. Esta pérdida de alimentación eléctrica provocó automáticamente la señal de arranque de los generadores diesel, y se produjo el fallo al arranque de uno de ellos, que se recuperó doce minutos después. Una vez restablecida la alimentación eléctrica exterior y, tras la normalización de la situación, se procedió a desclasificar la situación de prealerta. Durante el suceso descrito la evolución de los parámetros de la planta no sufrió variación apreciable.

Durante este periodo se realizaron 12 inspecciones a la central.

### **Almaraz**

La central funcionó durante estos meses sin incidencias destacables.

El CSN ha informado favorablemente la revisión 60 de las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento de la unidad I y la 55 de la unidad II, que afectan, entre otras cosas, a las pruebas que se realizan a los filtros de carbón activo, a los puntos de tarado de los sistemas de protección, y a los requisitos de vigilancia del sistema de aire acondicionado de la sala de control.

El 12 de abril se produjo una parada automática de la unidad I por disparo de la turbina más P7. El disparo de la turbina fue debido a un transitorio de presión, alcanzándose el punto de disparo por baja presión en el sistema de lubricación de la misma cuando se procedía a poner en servicio el segundo cambiador de aceite del sistema.

El 9 de mayo, estando la unidad I funcionando al 100% de potencia y estable, y sin que se estuviesen realizando trabajos ni pruebas, se declaró inoperable el banco de parada A, al no moverse cuando, a petición de ingeniería, se intentó cambiar la posición desde 228 pasos a 231. Se comprobó que el fallo fue debido al control de barras y que no afectaba a la caída de las mismas en caso de parada automática, por lo que se declaró inoperable. Se cambió una tarjeta electrónica de entrada a la cabina lógica, quedando subsanada la anomalía.

Durante este periodo se realizaron seis inspecciones a la central.

### **Ascó**

La central funcionó durante estos meses sin incidencias destacables.

La unidad II comenzó el mes de marzo en la parada de recarga iniciada el día 24 de febrero. Conclui-

dos los trabajos programados durante la recarga, la central se acopló a la red el día 21 de marzo

El CSN ha informado favorablemente la propuesta de revisión número 61 de la Especificaciones Técnicas de Funcionamiento de ambas unidades. Las modificaciones afectan al sistema de gasoil y de lubricación de los generadores diesel de emergencia, y a los requisitos de vigilancia de los sistemas de ventilación de emergencia de los edificios de control y de las salas de las penetraciones mecánicas y eléctricas y del edificio del combustible. Además, y para la unidad II, se modifican los parámetros del límite de ebullición nucleada, los puntos de tarado de disparo de la instrumentación del sistema de parada rápida del reactor y se efectúan cambios en las curvas límite presión-temperatura de enfriamiento y calentamiento.

Entre las operaciones previstas en la recarga de combustible de la unidad II, se realizó una inspección por corrientes inducidas desde la parte interior de todas las penetraciones de la tapa de la vasija. Los resultados de esta inspección indicaron que no existen grietas.

Por otra parte, y también dentro del programa previsto, se realizó una inspección visual por la parte exterior de estas penetraciones. Dicha inspección se efectuó al haberse identificado fugas de alcance limitado en los acoplamientos de diversos componentes a las penetraciones de la tapa de la vasija en otras centrales de diseño similar de EEUU, Suecia y Bélgica.

Esta inspección visual ha encontrado señales de fugas, localizadas en las soldaduras de sellado del acoplamiento en siete penetraciones de la tapa de la vasija. Durante el ciclo de operación anterior, la fuga fue muy inferior al límite establecido en las especificaciones de funcionamiento.

La central nuclear de Ascó preparó un plan de actuación al respecto y el Consejo de Seguridad Nuclear está realizando el seguimiento del mismo.

El 22 de mayo se produjo una parada no programada de reactor por actuación incorrecta al intentar reponer el interruptor A de disparo.

Durante este periodo se realizaron dieciocho inspecciones a la central.

### **Cofrentes**

La central funcionó durante estos meses sin incidencias destacables.

Durante este periodo se ha producido una reducción de potencia para desacoplarse de la red eléctrica, que se describe brevemente a continuación.

El 14 de marzo, estando la central operando al 100% de la potencia térmica ampliada, con todos los sistemas de seguridad operables, apareció la alarma de bajo nivel del tanque de fluido electrohidráulico. Se inspeccionó con cámaras de televisión la zona de las válvulas de parada y control de turbina principal y se localizó una fuga en la línea de suministro de acei-

te al actuador de la válvula de control de turbina número 1. Se inició un descenso de potencia y posteriormente se desacopló la turbina para reparar la fuga. Ese mismo día el generador volvió a quedar acoplado a la red eléctrica.

Se ha aprobado la exención temporal del cumplimiento de la acción 3.1.3.1 d) de las especificaciones Técnicas de Funcionamiento para el requisito de vigilancia 4.1.3.1.4 a) 2, durante un plazo de dos meses. Esta exención temporal afecta a la operabilidad de las válvulas de drenaje y venteo del volumen de descarga de scram. Durante estos dos meses se efectuó una modificación de diseño en la válvula de control del suministro de aire de instrumentos al colector de aire de scram.

Durante este periodo se realizaron siete inspecciones a la central.

### Vandellós II

La central funcionó durante estos meses sin incidencias destacables.

En su reunión del día 29 de marzo, el CSN apreció favorablemente la revisión 2 del Análisis Probabilista de Seguridad Nivel 1, para sucesos internos. Además, el CSN acordó aperebrar al titular por haber operado durante unas cuatro horas por encima de la potencia térmica permitida, durante la ejecución de la prueba de medida del coeficiente de temperatura del moderador.

Durante este periodo se realizaron cinco inspecciones a la central.

### Trillo

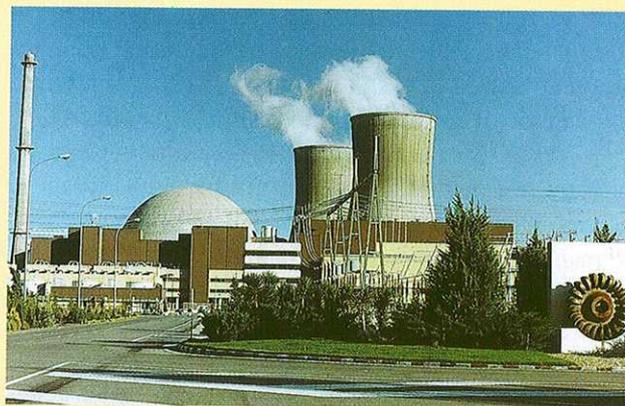
La central comenzó la parada de recarga el día 31 de marzo. Una vez terminadas las actividades de recarga, el reactor alcanzó su criticidad de nuevo el 24 de abril, acoplándose a la red el día 25.

El CSN ha informado favorablemente la propuesta de revisión 4 de las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento que, entre otras cosas, afecta a las especificaciones de los generadores diesel de emergencia y salvaguardia, a la ventilación del edificio de agua de alimentación de emergencia y a diversos sistemas de agua.

Además, el CSN ha informado favorablemente la utilización de los elementos combustibles de demostración fabricados por ENUSA 16x16-20 CNT en ciclos de 14 meses.

El CSN ha remitido una instrucción técnica complementaria ampliando el plazo para la implantación del sistema de extracción y alimentación por el lado secundario dentro del programa de accidentes severos.

El 1 de abril, durante la realización de la prueba de transferencia desde el parque de 400 KV a 132 KV se produjo baja tensión y frecuencia en la barra BW de 10 KV, por fallo de un interruptor, generán-



Central nuclear de Trillo.

dose señales del sistema de protección del reactor con arranque de un diesel de salvaguardias y acoplamiento a la barra. La causa fue un fallo en la conexión, por ajuste incorrecto de los trinquetes de desconexión del interruptor.

El 15 de abril, con el acceso al recinto de contención cerrado por realización de la prueba integrada de fugas, se detectó una bajada de nivel en la piscina de combustible gastado, verificándose que estaba sin presión una junta de la compuerta de separación entre la cavidad y la piscina. Se presurizaron las juntas de la compuerta y se repuso el nivel de la piscina.

Durante el análisis de las acciones derivadas de este suceso se detectó que los cálculos originales de la compuerta existente entre la piscina de elementos combustibles y la cavidad del reactor no consideraron las cargas que se producirían en caso de accidente con pérdida de refrigerante primario. Se prevé realizar mejoras en el sistema de inflado de las juntas de goma de la compuerta, para mejorar su estanqueidad, durante este ciclo de operación, y la sustitución de las juntas por otras reforzadas, durante la próxima recarga. El CSN, tras la realización de una inspección y recibir información suplementaria, ha valorado los hechos clasificándolos como nivel 1 de la escala INES, ya que representan "una anomalía que, sin tener un impacto significativo, revela la existencia de deficiencias leves en aspectos de seguridad que es preciso corregir".

El 22 de abril, con la central en estado de operación 2, en proceso de arranque, se detectó una fuga de refrigerante primario en el cubículo donde se encuentran las válvulas de venteo del circuito primario. Se enfrió la planta hasta 54° C y se procedió al aislamiento de la fuga, reanudándose el proceso de arranque de la planta.

El 2 de mayo se produjo una parada automática no programada por bajo nivel en los generadores de vapor al ponerse en funcionamiento el grupo funcional de control de las bombas de agua de alimentación. Una vez revisado éste, se verificó que había un puente eléctrico que no permitía el funcionamiento de dos bombas de agua de alimentación si-

multáneamente. Se eliminó el puente, verificándose el funcionamiento adecuado del grupo funcional, y se volvió a arrancar la central.

Durante este periodo se realizaron nueve inspecciones a la central.

## INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

### Seminario sobre investigación y regulación

Los días 19 y 20 de junio se celebró en París un seminario internacional titulado *El papel de la investigación en el proceso regulador*, promovido por la Agencia para la Energía Nuclear (NEA) de la OCDE, a través de sus comités para la Seguridad de las Instalaciones Nucleares (CSNI) y de Regulación Nuclear (CNRA). El objetivo del mismo era debatir la orientación que debe darse a la I+D en el actual marco competitivo en que se encuentra el mercado de la energía eléctrica.

La reunión contó con cerca de 100 asistentes de todos los países miembros, y se estructuró en tres sesiones. La primera de ellas permitió a los representantes de los organismos reguladores exponer sus puntos de vista y sus necesidades; la segunda estuvo protagonizada por los representantes de la industria nuclear y de los centros de investigación, que realizaron sus reflexiones al respecto; mientras que la tercera se centró en un debate entre ambos grupos para resaltar los puntos en común y las diferencias.

Por parte española asistieron al encuentro el presidente del CSN, Juan Manuel Kindelán, el consejero Agustín Alonso y el director de las centrales de Trillo-Almaraz, Eduardo González.

### Acuerdos de investigación

En los últimos meses el CSN ha firmado dos acuerdos de investigación. El primero, denominado Proyecto EXPEL, pretende desarrollar un sistema experto para el análisis probabilista de peligrosidad sísmica. Se va a realizar en colaboración con Enresa y la Universidad Politécnica de Madrid, tendrá un periodo de vigencia de tres años y contará con un presupuesto total de 37,7 millones de pesetas, de las que el CSN aportará 23,2 millones. Los resultados permitirán realizar nuevas evaluaciones de los emplazamientos de las instalaciones nucleares y la evaluación a largo plazo del almacenamiento de residuos radiactivos.

El segundo, denominado Proyecto TRACER, tiene como objetivo la caracterización hidrológica horizontal de los embalses de Estremera, Arrocampo, Torrejón-Tajo, Sobrón, Cortijo y Cortes II, todos ellos ubicados aguas debajo de las centrales nucleares españolas. El trabajo se desarrollará en colaboración con el Centro de Estudios y Experimentación del Ministerio de Fomento (CEDEX) y la Universidad Complutense de Madrid, durante 30 meses y su presu-

puesto asciende a 33,6 millones de pesetas, de los que el CSN aportará 22,4. Los resultados permitirán validar el código CORVEL para el cálculo en tiempo real de las concentraciones y tiempo de tránsito de radioisótopos contenidos en vertidos líquidos, rutinarios o accidentales en aguas superficiales.

## PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

### Jornada Anual de Vigilancia Radiológica Ambiental

El día 24 de mayo se celebró en la sede del CSN la Jornada Anual de Vigilancia Radiológica Ambiental, durante la cual se presentaron y discutieron los resultados del ejercicio de intercomparación correspondiente al año 2000, y se analizó el desarrollo de los programas de vigilancia radiológica Ambiental (VRA) gestionados por el CSN durante 2000.

A la jornada asistieron unos 70 participantes, procedentes del CSN, Ciemat, Cedex, IGM, Ministerio de Sanidad, 19 universidades, Enusa, Enresa, dos laboratorios privados y varias centrales nucleares. Excusaron su asistencia el laboratorio del Departamento de Protección Radiológica y Seguridad Nuclear (Portugal) y el laboratorio de vigilancia radiológica ambiental del CPHR (Cuba), que habían participado en el Ejercicio de Intercomparación 2000.

### Conferencia Internacional sobre protección radiológica de los pacientes

Durante los días 26 a 30 de marzo de 2001 se celebró en Torremolinos una conferencia internacional sobre protección radiológica de los pacientes, cuyos objetivos eran el intercambio de información y experiencias en las aplicaciones médicas de las radiaciones, la formulación de recomendaciones y la promoción de la cooperación internacional en la materia.

Durante la reunión se puso de manifiesto el elevado número de exámenes diagnósticos que se realizan en todo el mundo y su constante aumento, la utilidad de los programas de garantía de calidad para la reducción de dosis a los pacientes y la necesidad de informar adecuadamente a éstos sobre los riesgos y beneficios de estas tecnologías. Además se realizaron recomendaciones sobre áreas específicas, como radiodiagnóstico convencional, TAC, radiología intervencionista, medicina nuclear, radioterapia, utilización en niños y mujeres gestantes, investigación biomédica y formación de profesionales.

El encuentro estaba organizado por el OIEA y patrocinado por la UE, la OPS y la OMS. Por parte española colaboraron el Ministerio de Sanidad, la Junta de Andalucía, la Universidad de Málaga, el Grupo de Investigación PRUMA, y el CSN, en cuyo nombre participó el consejero José Ángel Azuara, durante la sesión de apertura. 

# Resúmenes

(Page 2)

## The role of regulating agencies facing a new era in the development of nuclear power

 **Aníbal Martín, Agustín Alonso**

The ninth edition of the International Conference on Nuclear Engineering (ICONE) was held in Nice in April last. The CSN's Vice-President, Aníbal Martín, and the board member Agustín Alonso attended the meeting. Their interventions as regards new challenges to the nuclear industry and the role of regulating authorities are given hereafter.

(Page 8)

## The Spanish system for the radiological surveillance and monitoring of scrap metal and products resulting from its processing

 **Eugenio Gil**

A system for radiologically surveilling and monitoring scrap metal was set up in Spain as from the event which occurred in the Aceri-

nox works in May, 1998. The internationally praised *Spanish protocol* enables the risks which the presence of radioactive material in scrap metal entail to be regulated and reduced.

(Page 16)

## Dismantling and decommissioning nuclear research facilities

 **Santiago J. Ortiz, Thierry Leconte**

The Nuclear and Radioactive Facility Regulations (RINR) address aspects involving facility dismantling and decommissioning. This article gives an analysis of the dismantling process being undertaken in our country and towards where future trends are leading.

(Page 24)

## Development of radiological protection in a research centre

 **M.T. Macías, R. Pina, C. Requejo**

The purpose of this article is to reflect the development of radiologi-

cal protection in a biological research centre. Taking the work performed at the Biomedical Research Institute and the Madrid Autonomous University's Faculty of Medicine as a reference, the authors describe from which radiological conditions a start was made, the radiological purposes as established, the difficulties found and the aspects needing to be solved together with the actions proposed to solve them.

(Page 31)

## The progressive waiving of nuclear power in Germany and challenges to nuclear regulation

 **Wolfgang Renneberg**

The top authority in nuclear safety and radiological protection in Germany, Wolfgang Renneberg, here reviews the content of the agreement for progressively waiving nuclear power, as well as the challenges to the German regulating authority in this new stage.

## Seguridad Nuclear Boletín de suscripción

Institución/Empresa

Nombre

Tel.

Fax

Dirección

CP

Localidad

Provincia

Fecha

Firma

Enviar a Consejo de Seguridad Nuclear, Servicio de Publicaciones. c/ Justo Dorado, 11. 28040 Madrid. Número de fax: 91 346 05 58.