

Revista del CSN / Número 19  
II Trimestre 2001

# Seguridad Nuclear



**El Sistema de Calidad del CSN**

**Indicadores de funcionamiento:  
otra mirada a la seguridad**

**La futura reglamentación  
de transporte en embalajes  
exceptuados, industriales y tipo A**

**Presente y futuro  
de la termohidráulica nuclear**

**Invirtiendo en confianza**

**Los alimentos transgénicos**

**Seguridad Nuclear**

Revista del CSN

Año V / Número 19

II Trimestre 2001

**Director**

Juan M. Kindelán

**Comité de redacción**

Agustín Alonso

José A. Azuara

Aníbal 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:** La Tarte

(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 Sistema de Calidad del Consejo de Seguridad Nuclear  
● Luis del Val y J. Alfonso Cepas10 Indicadores de funcionamiento: otra mirada a la seguridad  
● Javier Zarzuela16 Futura reglamentación de transporte de material radiactivo en embalajes exceptuados, industriales y tipo A  
● Carlos Enríquez, Engracia Rubio, Sofía Suárez y Fernando Zamora22 Presente y futuro de la termohidráulica nuclear  
● Fernando Pelayo30 Invirtiendo en confianza  
● Alfredo de los Reyes36 Los alimentos transgénicos  
● Daniel Ramón

40 Noticias

40 Consejo de Seguridad Nuclear / 41 Información general / 42 Principales acuerdos del CSN / 46 Centrales nucleares / 48 Investigación y desarrollo / 48 Publicaciones

49 Resúmenes

# Editorial

**L**a cultura de la calidad tiene relación, en este principio de milenio, con la necesidad creciente que tienen las empresas y las organizaciones de operar en mercados cada vez más abiertos. En el sector nuclear, la consecución de mayores niveles de calidad se vincula en la práctica con la seguridad en el funcionamiento de las instalaciones. En este sentido, perseguir los mayores niveles de calidad, tanto en lo que se refiere a procedimientos o controles, organización o formación de personal, debe ser fundamental para las empresas explotadoras. El Consejo de Seguridad Nuclear, como organismo regulador del sector, ha asumido, como objetivo estratégico, en el contexto de la totalidad de su trabajo y en el servicio que presta a los ciudadanos a través del control de la seguridad y la protección radiológica, el afianzar la excelencia en su funcionamiento.

La verdad es que en 1996, cuando el Consejo decidió implantar su Sistema de Calidad Interna, no existían muchas referencias de planes similares en organismos reguladores de otros países, ni tampoco en la administración española. A lo largo de estos años, se ha ido confirmando lo adecuado de la decisión de poner en marcha un plan de calidad en un organismo regulador que, como el CSN, es responsable de la seguridad nuclear y la protección radiológica. El Organismo Internacional de la Energía (OIEA) considera actualmente como un indicador de eficacia reguladora la existencia de una buena garantía de calidad interna.

Hemos querido en este número de la revista dedicar un artículo monográfico, precisamente a este tema: el Sistema de Calidad del CSN. Lo firman el secretario general, Luis del Val, y Alfonso Cepas, subdirector de Planificación, Sistemas de Información y Calidad del CSN.

Además, en este número, incluimos un artículo sobre indicadores de funcionamiento, firmado por Javier Zarzuela y en el que se refleja el trabajo realizado en las jornadas sobre este tema celebradas en Madrid, en octubre pasado, patrocinadas por la NEA y el OIEA, y en las que participaron 73 especialistas de 19 países.

Fernando Pelayo ha escrito sobre el presente y futuro de la termohidráulica nuclear, y Daniel Ramón Vidal sobre los alimentos transgénicos.

Finalmente, este número de la revista incluye también artículos sobre la nueva reglamentación de ciertos tipos de transporte de material radiactivo, y sobre la reunión organizada por la NEA a principios de año en París sobre el tema de la comunicación y los organismos reguladores.

● Luis del Val y J. Alfonso Cepas\*

# El Sistema de Calidad del Consejo de Seguridad Nuclear

El artículo describe el sistema de calidad implantado en el Consejo de Seguridad Nuclear, sus elementos básicos, objetivos, resultados y las

actividades e hitos más importantes de su implantación. También se detallan otras actuaciones de mejora emprendidas por el CSN.

En 1996, cuando el Consejo de Seguridad Nuclear decidió implantar su Sistema de Calidad Interna, no existían muchas referencias de planes similares en organismos reguladores de otros países, ni tampoco en la Administración española. A lo largo de estos años se ha ido confirmando que la decisión fue adecuada. Así, el documento del Organismo Internacional de la Energía Atómica (OIEA) *Assessment of regulatory effectiveness*<sup>1</sup> considera como un indicador de eficacia reguladora la existencia de una buena garantía de calidad interna. En España, el Real Decreto 1259/99 de 16 de julio estableció el modelo de la European Foundation for Quality Management (EFQM) como referencia para realizar la autoevaluación de los organismos de la Administración General del Estado.

La razón de ser del CSN es la prestación de un servicio público, velando por la seguridad de las ins-

talaciones nucleares y radiactivas, estableciendo y vigilando el cumplimiento de las medidas de protección de las personas y del medio ambiente contra los efectos de las radiaciones ionizantes. Este servicio debe prestarse con respeto a la legalidad y a los derechos de los ciudadanos y entidades que utilizan sus servicios.

Los servicios que presta un organismo público como el CSN tienen peculiaridades que los distinguen de los que puede prestar una organización privada. Sin embargo, es indudable que las metodologías de gestión de la calidad, tan extendidas en las empresas de nuestro entorno, son válidas para el CSN. Lógicamente, se necesita adaptarlas y aplicarlas correctamente.

Al decidir implantar su sistema de calidad, el CSN pretendía:

— Consolidar la calidad de servicio y el espíritu de mejora continua dentro de la cultura de la organización, identificando a sus clientes, conociendo lo que éstos requieren del organismo, y respondiendo adecuadamente a este requerimiento, sin producir costos ni retrasos injustificados.

— Contribuir a que todas las actuaciones del CSN tengan la máxima credibilidad, derivada de

la competencia y motivación de las personas que trabajan en el organismo, de la transparencia y de la orientación de toda la organización hacia la mejora de la seguridad nuclear y la protección radiológica.

— Optimar la utilización de los recursos puestos a disposición del CSN, sistematizando los procesos, potenciando los sistemas de planificación y control, y reduciendo los plazos de ejecución.

## 1. El Plan de Calidad del CSN

El Plan de Orientación Estratégica del Consejo de Seguridad Nuclear, aprobado en 1995 y actualizado en 1998, incluye entre sus objetivos "el establecimiento de mecanismos para la coordinación y mejora continuada de la organización e implantación de la calidad interna en el CSN". Para cumplir este objetivo, el Consejo aprobó en diciembre de 1996 el Plan de Calidad Interna que, después de analizar la situación de partida, estableció los modelos de referencia, actividades, objetivos y responsabilidades para implantar el Sistema de Calidad.

El Plan de Calidad incluye:

— Un plan específico de formación sobre calidad.

\* L. del Val es secretario general del Consejo de Seguridad Nuclear. J.A. Cepas es subdirector de Planificación, Sistemas de Información y Calidad del CSN. Pertenecen al Cuerpo de Ingenieros Industriales del Estado.

<sup>1</sup> IAEA. *Assessment of regulatory effectiveness*. PDRP-4. Viena, 1999.

— La actualización del sistema documental, constituido por los manuales de calidad y organización, y por procedimientos de gestión, técnicos y administrativos.

— Grupos de mejora.

— Auditorías y autoevaluaciones.

En la tabla 1 se incluyen los hitos más significativos de su implantación. La tabla 2, en la página siguiente, contiene un resumen de las actividades realizadas.

## 2. El impulso de la dirección

Desde un principio, el Plan de Calidad del CSN ha estado impulsado y apoyado por el Consejo y los distintos niveles de su organización. En 1996 el Consejo creó la Comisión de Organización, Calidad y Sistemas, presidida por el vicepresidente del organismo, y de la que forman parte dos consejeros, el secretario general, los directores técnicos, y varios subdirectores, así como otras personas de la organización.

La Comisión ha mantenido 39 reuniones en las que ha realizado actividades como la preparación del Plan de Calidad, el análisis de los documentos básicos, el lanzamiento de los grupos de mejora, el análisis de sus propuestas, y el seguimiento de la planificación de las actividades de calidad. Con todo, lo más importante ha sido la demostración palpable del compromiso del Consejo con el Plan de Calidad.

En 1999 se creó el Comité de Calidad, al que recientemente le han sido transferidas las funciones relacionadas con la calidad que correspondían a la Comisión. El Comité, que está presidido por el secretario general, ha establecido la sistemática de planificación de los temas objeto de mejora, ha realizado un seguimiento detallado de la actividad de los grupos de mejora y de la implantación de sus propuestas, ha promovido la realización de la autoevaluación EFQM,



► **Figura 1.** El presidente del CSN, Juan Manuel Kindelán (tercero por la derecha), en el VII Congreso Español de la Calidad.

► **Tabla 1. Hitos del Plan de Calidad del CSN.**

### 1995/96. Actividades previas al Plan

- El Consejo aprueba el Plan de Orientación Estratégica.
- Se crea la Subdirección General de Sistemas de Información y Calidad.
- Se crea la Comisión de Organización, Calidad y Sistemas.
- El Consejo acuerda tomar como referencia para el Sistema de Calidad del CSN la norma ISO 9004-2.
- Se identifican los procesos básicos del CSN. Serán regulados por procedimientos de gestión.
- El Consejo aprueba el Plan de Calidad Interna.

### 1997/98. Implantación

- El Consejo aprueba el Manual de Organización y Funcionamiento.
- Se inicia el plan piloto de mejora de la calidad.
- Se aprueba el Manual de la Calidad del CSN.
- Se aprueban los dos primeros procedimientos de gestión.
- Se aprueba el primer procedimiento administrativo.
- Se realiza la primera auditoría interna a la Dirección Técnica.

### 1999/2000. Consolidación y sistematización

- Se realiza una primera autoevaluación EFQM siguiendo la metodología Perfil.
- Se realiza la primera jornada de la calidad.
- Se inicia el proyecto de Sistematización de la Mejora Continua.
- Se constituye el Comité de Calidad.
- El Consejo acuerda que los procedimientos del CSN se sometan a comentarios de toda la organización, a través de la *web* interna.
- Se crean los primeros grupos de mejora *horizontales*, orientados a clientes, empleados y procesos.
- Se realiza la primera encuesta de expectativas y grado de satisfacción de los clientes del CSN.

actualmente en curso, y ha iniciado un proyecto piloto para la implantación del cuadro de mando del CSN.

### 3. Las personas

Las personas que trabajan en el CSN son el principal activo del organismo. El Plan de Calidad no podía ser ajeno a ello. Por una parte, uno de sus objetivos es consolidar la calidad del servicio y el espíritu de mejora continua dentro de la cultura de la organización y, por otra, el plan es inviable si no cuenta con la participación de todos.

Los grupos de mejora han sido el mecanismo más eficaz para conseguir la integración de las personas en el Sistema de Calidad. Se han constituido 17 grupos, en los que han participado 100 personas. Estos grupos han realizado 81 propuestas, y en el momento de redactar este artículo hay cuatro grupos preparando las suyas. De esas propuestas se han aceptado 74.

En cuanto a los temas tratados por los grupos, seis de ellos han analizado actividades de evaluación e inspección, otros seis han trabajado en actividades de gestión y planificación, tres han tratado cuestiones horizontales —clientes, procesos y empleados— y dos han analizado los procesos de protección radiológica y emergencias.

Las propuestas de los grupos se han referido a planificación (18%), organización y recursos (22%), procesos (21%), procedimientos, guías de seguridad y circulares (24%), y creación de otros grupos (15%). La tabla 3 contiene algunas de las propuestas más significativas de las que han sido aceptadas.

Sin lugar a duda se puede afirmar que, en el Consejo de Seguridad Nuclear, los grupos de mejora no sólo están contribuyendo a conseguir una mayor integración de todos los miembros de la organización en el proceso de mejora, sino

► **Tabla 2. Actividades realizadas.**

#### Formación en calidad

- 18 cursos impartidos
- 345 asistencias

#### Documentos

- Manuales de la Calidad y de Organización
- 27 procedimientos de gestión
- 49 procedimientos técnicos y administrativos

#### Auditoría y evaluación

- Cuatro auditorías
- Evaluación EFQM, modelo *Perfil*

#### Grupos de mejora

- Creados 17 grupos
- Presentadas 81 propuestas (\*)
- Aceptadas 74 propuestas

(\*) Hay cuatro grupos que están finalizando sus propuestas.

► **Tabla 3. Propuestas significativas de los grupos de mejora.**

- Criterios para la planificación anual de inspecciones.
- Nueva sistemática para preparar, tramitar y evaluar las actas de inspección.
- Nuevo sistema de seguimiento de pendientes de evaluación.
- Entregar formalmente las propuestas de dictamen técnico a los titulares de IINN.
- Publicar en la Intranet los acuerdos del Consejo.
- Crear un grupo de mejora que establezca un sistema de priorización de los hallazgos en las evaluaciones.
- Definir e implantar un cuadro de mando.
- Nuevas listas de chequeo para la inspección de IIRR.
- Creación de un grupo de trabajo con Unesa para tratar de la calidad de los documentos que soportan las solicitudes.
- Simplificación de condicionados.
- Delegación en el presidente, secretario general y directores técnicos de varias competencias del CSN.

que, además, están siendo una herramienta de gran utilidad para la generación de ideas y propuestas concretas.

Los primeros grupos de mejora se organizaron contando con la asistencia de un consultor externo y, a la vista de su desarrollo y resultados, se concluyó que la organización era autosuficiente para organizar este tipo de grupos y obtener propuestas adecuadas. Se decidió realizar un segundo ciclo, utilizando como consultores a personas del CSN que habían tenido una actuación destacada en los grupos anteriores.

Los grupos del segundo ciclo funcionaron tan bien como los del

primero. Sin embargo, la organización del CSN se había vuelto más exigente, y se hizo evidente la necesidad de profundizar en cuestiones como la elección de los temas objeto de mejora, la implicación de toda la organización, la comunicación de los resultados, la consideración de los clientes y la implantación de las propuestas. Como consecuencia, se inició un proyecto de *sistematización de la mejora continua*, para el que se volvió a contar con la colaboración de una empresa especializada.

Como parte de este proyecto, se creó el Comité de Calidad, cuyos miembros recibieron una formación

● **Tabla 4. Participación en actividades relacionadas con la calidad.**

|                             |                  |
|-----------------------------|------------------|
| Redacción de manuales       | 27 personas      |
| Redacción de procedimientos | 105 personas     |
| Grupos de mejora            | 100 personas     |
| Dedicación                  | 10.000 horas/año |

específica, se realizó una autoevaluación preliminar que, siguiendo el modelo EFQM, permitió establecer la planificación de las actividades de mejora para los años 1999 y 2000; también se crearon tres grupos de mejora *horizontales*, orientados a los empleados, los clientes y los procesos. El proyecto incluye una autoevaluación completa, según el modelo EFQM, durante el primer trimestre de 2001.

El grupo de orientación a los empleados se centró en las necesidades de información del personal del CSN. Entre las propuestas de este grupo hay que destacar la de publicar los acuerdos del Consejo que, desde noviembre de 2000, se publican en la Intranet del organismo.

También se fomenta la participación en actividades como la revisión del sistema documental. Cada procedimiento tiene asignado un propietario que lo redacta y unos revisores que, preceptivamente, deben comentarlo. Una vez que se dispone de un borrador que considera los comentarios de los revisores, éste se publica en la Intranet del CSN, y se abre un periodo en el que cualquier miembro de la organización puede emitir sus comentarios. Hasta el momento se ha recibido un promedio de diez comentarios a cada procedimiento.

Una de las lecciones aprendidas en la implantación del Sistema de Calidad ha sido la importancia de la comunicación. Mejorarla era uno de los objetivos del proyecto de sistematización de la mejora

continua. Además de la creación del grupo de orientación a los empleados, se han tomado otro tipo de medidas, como son:

— Anualmente se organiza una jornada de calidad en la que intervienen el presidente, vicepresidente, secretario general, los directores técnicos y los grupos de mejora presentan el trabajo realizado.

— Mensualmente se distribuye, vía Intranet, el boletín *Noticias del Comité de Calidad*, y, semestralmente, un informe de seguimiento del Plan de Calidad.

— Todos los documentos del Sistema de Calidad se publican en la Intranet, una vez aprobados.

La tabla 4 resume los datos más importantes de participación en actividades relacionadas con la calidad.

#### 4. Los clientes

A nadie se le escapa que una de las bases de un sistema de calidad es la orientación al cliente y que, en un organismo regulador como el CSN, hablar de clientes podría ser, por lo menos, discutible, por lo que fue un tema muy debatido, cuando se estaba preparando el Plan de Calidad. En esos momentos, nos fue de gran utilidad un informe de la OCDE<sup>2</sup>, *Administration as service, the public as client*, que al referirse a los clientes de la Administración afirma:

*"[...] La palabra designa a los ciudadanos, las empresas, las colectividades y todos los demás miembros de la sociedad con los que está en contacto la Administración [...] Se ha adoptado dicho término por las siguientes razones:*

*a) Abarca un mayor número de categorías, en particular las empresas, que la palabra 'ciudadano'.*

*b) Tiene en cuenta el hecho de que el cliente también es un contribuyente y que, por otra parte, se le exige cada vez más que participe directamente en la financiación de los servicios en forma de derechos y cánones de utilización. El cliente paga.*

*c) Si se compara con términos más neutros, como por ejemplo, 'usuarios', sugiere una actitud más activa y exigente hacia el servicio público".*

En el caso del CSN, los clientes externos, tal y como están identificados en el Plan de Calidad, son:

— Los ciudadanos, que son los principales clientes, y que, a través de sus representantes institucionales, han exigido la creación y funcionamiento de un organismo, el CSN, que establezca y vigile el cumplimiento de medidas eficaces de protección de las personas y el medio ambiente contra los efectos de las radiaciones ionizantes. También demandan una información oportuna y adecuada y un uso óptimo de los recursos.

— Los poderes públicos, a los que el CSN debe prestar los servicios establecidos en la ley, dentro de un marco de cooperación, comunicación y entendimiento.

— Las personas y entidades reguladas, y los solicitantes de autorizaciones y licencias, que esperan que el CSN, sin perjuicio del necesario ejercicio de la autoridad que requiere el desarrollo de sus funciones, les facilite el cumplimiento de sus obligaciones, respetando sus derechos y ajustando los plazos de emisión de informes y resoluciones.

En el año 2000, y como parte del proyecto de sistematización al que ya nos hemos referido, se creó un grupo de trabajo para realizar una encuesta a los clientes del CSN, con objeto de conocer su nivel de satisfacción y detectar posibles oportunidades de mejora. La tabla 5 resume sus características. Hay que resaltar que la partici-

<sup>2</sup> Traducido al español como *La Administración al servicio del público*. Ministerio para las Administraciones Públicas. Madrid, 1991.

► **Tabla 5. Encuesta de satisfacción de los clientes.**

| Grupo               | Encuestados | Respuestas | %         |
|---------------------|-------------|------------|-----------|
| Centrales nucleares | 19          | 16         | 84        |
| Ciclo y residuos    | 28          | 21         | 75        |
| II RR médicas       | 75          | 37         | 49        |
| II RR industriales  | 50          | 26         | 52        |
| Servicios           | 50          | 9          | 18        |
| Comerciales y AT    | 75          | 34         | 45        |
| <b>Total</b>        | <b>297</b>  | <b>143</b> | <b>48</b> |

pación conseguida, un 48%, es muy superior a la que los expertos consideran razonable en este tipo de encuestas.

Por razones prácticas, en una primera fase la encuesta se ha limitado a los clientes del tercer grupo de los identificados en el Plan de Calidad, o sea, las personas y entidades reguladas y los solicitantes de autorizaciones y licencias.

Se está considerando extenderlo en el futuro a los otros dos grupos de clientes, aunque en el caso del primero, se dispone de los resultados de consultas realizadas antes de la implantación del Plan de Calidad.

Las principales conclusiones de la encuesta, que se han discutido con algunos de los grupos encuestados, son:

— Los titulares de las centrales nucleares valoran especialmente la competencia técnica del personal del CSN, y su capacidad de adaptación a circunstancias excepcionales. Las oportunidades de mejora están relacionadas con: el equilibrio de las actuaciones en función del riesgo, el conocimiento de las motivaciones de las resoluciones, el cumplimiento de los plazos, la objetividad en las actas, la gradación de la importancia de los requisitos del CSN, y la valoración global de todos los requisitos exigidos.

— Los titulares de ciclo y residuos valoran especialmente la con-

fidencialidad con la que se tratan sus datos y la accesibilidad del propio Consejo. Las oportunidades de mejora con estos clientes están relacionadas con el cumplimiento de los plazos, la agilidad y el equilibrio en las actuaciones.

— Los titulares de instalaciones radiactivas médicas, industriales, servicios y comerciales presentaron unos resultados bastante homogéneos y se analizaron en conjunto. Son clientes relativamente satisfechos, que valoran la objetividad y la competencia técnica del personal del CSN. Las oportunidades de mejora, en este caso, están relacionadas con el cumplimiento de los plazos comprometidos, y que éstos sean cortos.

Como consecuencia de las propuestas del grupo, se tomaron las siguientes decisiones:

— Establecer un sistema que permita graduar la importancia para la seguridad de los requisitos técnicos que se imponen a las instalaciones nucleares. Para ello se creó un grupo de trabajo al que se incorporó un experto externo al CSN, que aportara una visión independiente. El grupo, que ha celebrado algunas de sus reuniones de trabajo conjuntamente con personal del sector, ya ha presentado su propuesta y durante el año 2001 se realizará una experiencia piloto.

— Entregar formalmente a las instalaciones nucleares los informes técnicos que soportan las decisiones del Consejo. Se espera ini-

ciar estas entregas en el primer semestre de 2001.

— Desarrollar un cuerpo normativo y procedimientos técnicos específicos para las instalaciones del ciclo y de residuos.

Por otro lado, el Consejo ha adoptado un acuerdo sobre plazos de emisión de sus informes, habiéndose establecido una sistemática de seguimiento de su cumplimiento.

Desde hace tiempo, el CSN tiene establecidos con Enresa, Enusa y Unesa, sendos comités de enlace para tratar temas de interés común en cada uno de los sectores: residuos, combustible y centrales nucleares. Recientemente el comité de enlace CSN-Unesa ha establecido un grupo de trabajo para analizar las posibles mejoras del proceso regulador establecido en España. El grupo está analizando cuestiones relacionadas con normativa, evaluación, inspección y control, y acciones coercitivas.

A la vista de los resultados satisfactorios, y teniendo en cuenta la experiencia adquirida en estos comités, el CSN está iniciando la formación de otros similares para las instalaciones radiactivas y las entidades relacionadas con la protección radiológica, donde es más difícil establecerlos, dada la dispersión de este tipo de clientes.

## 5. Los procesos

Otra de las bases de un sistema de calidad es la orientación a los procesos. Muchas organizaciones tienden a funcionar como una suma de compartimentos estancos en las que cada departamento, incluso cada individuo, aun teniendo un conocimiento detallado de su propio trabajo, no tiene una idea clara de cómo ese trabajo encaja en el de toda la organización. El concepto de proceso, que se define como “un conjunto estructurado de tareas o actividades que transforman una entrada en una salida”, presupone la alineación de todos los esfuerzos para conse-





► **Figura 2. Mapa de procesos del Consejo de Seguridad Nuclear.**

guir la mayor eficacia y eficiencia de la organización.

Una de las actividades que se realizaron como paso previo a la preparación del Plan de Calidad fue la identificación de los procesos básicos del CSN, que reproducían las funciones que la ley asigna al CSN y las necesarias para darles soporte. A cada proceso se le asignó un procedimiento de gestión.

Posteriormente, y dentro del proyecto de sistematización, se creó un grupo de mejora de orientación a los procesos, uno de cuyos trabajos ha sido la preparación de un mapa de procesos que ha agrupado algunos de los definidos anteriormente e identificado las relaciones entre ellos. Este mapa se muestra en la figura 2.

Una de las propuestas del grupo ha sido la implantación del cuadro de mando del CSN. En este momento ya están definidos los indicadores de un cuadro de mando reducido que se utilizará con carácter piloto a partir del primer trimestre del año 2001. El cuadro se está definiendo siguiendo la metodología del *cuadro de mando integral*, por

lo que, además de los indicadores de procesos, deberá incluir los relativos a resultados, aprendizaje y clientes. Como es obvio, los resultados clave para el CSN son los relacionados con la seguridad nuclear y la protección radiológica.

### 6. Otras actividades de mejora de la organización

Un organismo como el CSN necesita de una definición de sus estrategias a medio y largo plazo para poder satisfacer el cumplimiento de sus misiones en todo momento. En este sentido, desde el año 1995, se han realizado dos ediciones del Plan de Orientación Estratégica (POE).

La actualización de la estrategia del CSN ha sido necesaria para responder a cambios en el entorno como fueron, en su momento, la encomienda de funciones a las Comunidades Autónomas, o la finalización de los proyectos de construcción de centrales nucleares. Más recientemente, la desregulación económica de la generación eléctrica, o la asignación de nuevas funciones al organismo, también han requerido una respuesta en el plano estratégico.

Los cambios en el entorno y la correspondiente respuesta estratégica han llevado, además, a la necesidad de adaptar la organización del CSN a la nueva situación. Como consecuencia, en el periodo 1995-2000 se han realizado dos modificaciones en la estructura orgánica del Consejo.

En la última reorganización, por razones de racionalidad y eficiencia, la antigua Dirección Técnica se desdobló en dos: la de Seguridad Nuclear y la de Protección Radiológica. También se reforzaron las actividades horizontales de planificación, normativa técnica e I+D, que se configuran como unidades de apoyo a la Secretaría General. Además, se ha iniciado un proceso de extensión de la carrera profesional de los especialistas del CSN, ampliando sus posibilidades de promoción sin que sea imprescindible el pasar a ocupar puestos de gestión.

A continuación se relacionan algunas actividades que, en distinto grado de desarrollo, está realizando el CSN y que, aunque no están integradas en el Plan de Calidad, forman parte de la estrategia del CSN en cuanto a la mejo-

ra de su eficiencia y sin duda contribuyen a la calidad en sentido amplio.

### Plan de Formación

El CSN es consciente de que su activo más importante lo constituyen las personas, por lo que uno de sus objetivos fundamentales ha sido conseguir el mayor grado de capacitación, de acuerdo con las necesidades del organismo. La formación tiene una especial importancia en una organización basada en el conocimiento, como es el CSN. Los cambios tecnológicos, de organización y de procedimientos que se producen en el entorno en el que se desarrollan sus actividades requieren un aprendizaje continuo.

En 1997, el Consejo estableció un Plan Estratégico de Formación que abarca las áreas de seguridad nuclear y protección radiológica, desarrollo de habilidades directivas, organización y comunicación, gestión administrativa, sistemas de información, e idiomas. Hasta el año 2000, dentro de este Plan, se han impartido 69.000 horas de formación, con un presupuesto ejecutado de 293 millones de pesetas.

### Utilización de técnicas probabilistas

El *Programa integrado de realización y utilización de los análisis probabilistas de seguridad en España*, editado por el CSN en 1998 en su segunda edición, destaca entre sus objetivos la realización de aplicaciones tanto por los titulares de las centrales nucleares como por el propio organismo para orientar el uso de nuestros propios recursos en aquellos aspectos más importantes para la seguridad.

Se prevén dos tipos de aplicaciones internas: por una parte, la utilización del APS como herramienta para la realización de cierto tipo de evaluaciones permitirá resolver algunas de las limitaciones de la metodología determinista; y por otra, su utilización para establecer prioridades en las actuaciones

del organismo contribuirá a mejorar su eficiencia, al permitir concentrar mayores esfuerzos en aquellas cuestiones que, por su importancia, lo requieran. Para ambos tipos de aplicaciones es necesario que los resultados de los APS y la metodología para su aplicación a las actividades de evaluación y planificación se extienda más allá del ámbito de los especialistas en este tipo de análisis. No obstante, el desarrollo de esta actividad, dada su complejidad, deberá considerar las experiencias de otros organismos reguladores.

Durante el año 2000 se inició un proyecto que ocupará hasta el próximo año y que incluye actividades tales como cursos de formación en APS para el personal directivo del CSN, mejora de la forma de presentar la información de los análisis, y mantenimiento y actualización de los mismos. También se contempla en el proyecto el desarrollo y utilización de metodologías para aplicaciones internas concretas, como la orientación de las inspecciones y de la planificación de los trabajos del CSN, la optimización de las evaluaciones, el análisis de los requisitos a imponer por el organismo y la importancia de sucesos operacionales.

### Modelo de inspección

En septiembre de 1998 el CSN aprobó un nuevo modelo para el sistema de inspección a instalaciones nucleares y radiactivas, el cual ha sido revisado en el año 2000. Su finalidad es optimar y sistematizar las actividades de inspección de todas las instalaciones y actividades bajo la supervisión del CSN, para aumentar la eficacia de los recursos asignados a actividades de inspección. El modelo introduce conceptos como la inspección basada en el riesgo de las instalaciones y actividades.

Se ha establecido un programa básico de inspección que cubre de forma sistemática y periódica una serie de actividades fundamentales

en el funcionamiento de las centrales nucleares, dedicando a ello el 50% de los recursos de inspección, y que ya se tiene en cuenta para la planificación de inspecciones a centrales nucleares desde 1999.

### Planificación y control

Disponer de un buen sistema de planificación es uno de los requisitos que se derivan del Plan de Calidad. La identificación y despliegue de objetivos, la asignación de recursos, el control de las desviaciones y la respuesta a las posibles contingencias son imprescindibles para conseguir, realmente, la eficacia y eficiencia que persigue cualquier sistema de calidad.

El modelo de planificación implantado en el CSN integra las actuaciones de tipo estratégico establecidas en el Plan de Orientación Estratégica (POE) con las actividades del día a día. Para ello se establecen tres niveles de planificación:

- Estratégica, que incluye al POE y los planes específicos de tipo monográfico que lo desarrollan, tales como el de I+D, calidad, formación y sistemas de información, abarcando periodos de tres a cinco años.

- Plan Anual de Trabajo, que recoge las actividades de toda la organización para un año natural.

- Programación de tareas, que asigna a unidades e individuos tareas concretas.

La implantación del modelo se está completando para optimar el proceso de elaboración y contenido de los planes y programas, y los mecanismos para su seguimiento y control.

Por otro lado, el CSN ha implantado un sistema de contabilidad analítica con la colaboración de la Intervención General de la Administración del Estado. El sistema está permitiendo comparar los costos reales de los servicios prestados por el CSN con lo percibido, con el fin de conseguir un equilibrio entre ambos conceptos.

### Plan de Sistemas

El Plan de Sistemas de Información se redactó en 1997 y recoge las actuaciones a realizar por el organismo hasta el año 2000 para actualizar sus sistemas de información, mejorando su disponibilidad y simplificando los procesos de trabajo.

El plan se ha ido desarrollando durante el periodo 1997-2000 y ha supuesto actualizar el sistema de gestión documental, establecer un sistema unificado de planificación, seguimiento y control, mejorar y ampliar los sistemas de gestión, aumentando su integración y adaptándolos a las nuevas tecnologías, y actualizar toda la infraestructura tecnológica.

### 7. Resultados del Plan de Calidad

Con la aprobación y desarrollo del plan, el CSN ha conseguido implantar un Sistema de Calidad basado en ISO 9000 y en el modelo de la EFQM. Como resultados más concretos se pueden destacar los siguientes:

— Se han identificado los procesos básicos del organismo y las relaciones entre ellos. Contando con la participación de una parte importante del personal, se han sistematizado y documentado estos procesos.

— Se ha establecido una sistemática para que las personas que trabajan en el CSN participen activamente en el análisis de problemas y la identificación e implantación de oportunidades de mejora.

— Utilizando una metodología fiable, el CSN ha profundizado en el conocimiento de las necesidades de los usuarios de sus servicios y ha identificado acciones de mejora.

— La transparencia externa e interna del CSN se ha visto aumentada con decisiones como la de entregar las propuestas de dictamen técnico a los titulares de las instalaciones nucleares, o la publicación de los acuerdos del Consejo en la Intranet.

— Se ha incrementado la delegación de funciones dentro de la organización, agilizando los trámites internos.

— La capacidad de autocritica del CSN también ha aumentado. La encuesta a los clientes, la publicación de sus resultados y su discusión con algunos de los encuestados son un ejemplo significativo. Hacia el interior, la actuación de los grupos de mejora también ha demostrado esta misma capacidad en muchos de los que trabajan en el organismo.

— Con la implantación de un cuadro de mando, se han establecido las bases para implantar y sistematizar una cultura de *medir para gestionar*.

Aunque se puede considerar que el sistema de calidad del CSN ya está implantado, es necesario seguir avanzando en su consolidación y mantenimiento. Los resultados de la autoevaluación EFQM, actualmente en curso, permitirán identificar y priorizar nuevas actuaciones y, posiblemente, reorientar algunas de las que ya están en marcha.

### 8. Conclusión

El Consejo de Seguridad Nuclear, que acaba de cumplir veinte años desde su creación, es un organismo maduro. Cuenta con un personal competente de alta cualificación técnica y regula un sector que opera unas instalaciones nucleares y radiactivas cuyo nivel de seguridad está entre los más altos de los países de nuestro entorno social y económico.

La Ley 54/1997 introdujo un nuevo marco regulador en la generación de energía eléctrica que, como ha venido sucediendo en otros países, no reconoce directamente los costos en que incurren las empresas por las inversiones en seguridad exigidas por el CSN, como ocurría en el sistema anterior, sino que los titulares de las centrales reciben unos ingresos, vía precios, independientemente de sus costes.

El CSN, consciente de esta nueva situación, así como del valor estratégico que tiene para España este sector, no sólo ha de procurar mantener, e incluso mejorar, los niveles de seguridad alcanzados, sino también velar por que el coste de sus decisiones esté proporcionado al riesgo que se pretende evitar, lo que supone que el CSN debe mantener una inquietud permanente por la mejora de la eficiencia de su organización con el fin de evitar cargas reguladoras innecesarias, debiendo responder en plazo adecuado a las peticiones de los administrados y optimando la utilización de los recursos puestos a su disposición.

El Plan de Calidad constituye un instrumento clave a estos fines, para cuyo éxito está siendo fundamental la implicación de la dirección al más alto nivel, la motivación individual de las personas, su participación y el conocimiento actualizado de las inquietudes de nuestros clientes.

Las actividades emprendidas por el CSN, descritas en el presente artículo, constituyen una línea de trabajo que consideramos adecuada, en el entendimiento de que el concepto de *mejora continua* debe estar presente en las actuaciones, tanto de los miembros de la organización del CSN como de los titulares de las instalaciones reguladas.

El camino de la excelencia que nos indica el modelo de la EFQM requiere que, además de mirarnos a nosotros mismos, nos comparemos con los mejores. Por ello, en un futuro próximo, habrá que profundizar en este sentido, teniendo en cuenta a otros organismos similares al nuestro.

Igualmente creemos que el Plan de Calidad debe seguir contribuyendo a la mejora de la comunicación interna, de modo que cada miembro de la organización se sienta más partícipe, tanto de la definición como de la consecución de los objetivos del CSN. ☺

 Javier Zarzuela\*

# Indicadores de funcionamiento: otra mirada a la seguridad

Desde 1994 el CSN tiene en marcha un sistema de indicadores de funcionamiento, que actualmente se está replanteando para su mejora. En este artículo, el autor

recopila las nuevas tendencias de los programas internacionales, así como el proyecto que se pretende desarrollar en España durante los próximos años.

## 1. Introducción

Los indicadores, en general, son elementos de información que proporcionan indicios sobre el funcionamiento de un sistema. En la actividad económica encuentran su más conocida expresión y así la tasa de crecimiento del PIB, la inflación, el desempleo o el déficit público actúan como indicadores de la robustez de una economía. Un cambio de tendencia en ellos provoca efectos inmediatos en los mercados de valores, en la política económica y monetaria o en la actitud de los consumidores, lo que es una muestra de la fe que la sociedad deposita en dichos indicadores.

La evaluación de la seguridad en el funcionamiento de las centrales nucleares está sometida al escrutinio del organismo regulador en cuanto al cumplimiento de la normativa vigente. Una de las herramientas fundamentales en esta tarea es el análisis probabilista de seguridad (APS), que permite la detección de las vulnerabilidades específicas de cada planta, pero existen deficiencias que estos instrumentos no pueden detec-

tar. Por eso, desde principios de los años noventa se están desarrollando sistemas de indicadores específicos internacionales para subsanarlas.

En el año 1988 se conectó a la red eléctrica la central nuclear española más reciente, Trillo. Tanto ésta como las demás centrales nucleares están licenciadas; es decir, el Consejo de Seguridad Nuclear ha comprobado que cumplen los requisitos de diseño, operación, garantía de calidad, etcétera, exigidos por la normativa. Además, todas las centrales han terminado sus estudios de APS de nivel 1 y muchas los de nivel 2, aunque estos estudios se siguen ampliando con el análisis de riesgos adicionales: incendios, inundaciones, etcétera.

Por otra parte, desde hace unos pocos años, todas las centrales nucleares están pasando una revisión periódica de la seguridad (RPS), una especie de segunda comprobación de que todo está adecuadamente licenciado. La RPS se aprovecha para poner una fecha límite de implantación de las mejoras necesarias y para compilar las bases de diseño, ya que habitualmente éstas se encuentran dispersas en numerosos y variados documentos.

Esta compilación ha permitido en algún caso descubrir deficiencias de diseño ocultas entre la jungla documental.

La experiencia de operación a lo largo de todos estos años ha sido una fuente muy importante de descubrimiento de deficiencias del diseño o de las prácticas de operación originales. Consecuentemente, las centrales han ido incorporando las mejoras que se han considerado necesarias: bien a iniciativa propia, como los cambios de generador de vapor en varias centrales, o bien por requisito del CSN, como la construcción de simuladores de entrenamiento en otras.

Existen dos enfoques fundamentales para evaluar la seguridad de una instalación nuclear: su diseño y su funcionamiento. El primero queda garantizado por el cumplimiento estricto de la normativa aplicable y mediante los estudios de APS, que identifican vulnerabilidades específicas de la instalación. Sin embargo, al analizar la experiencia operativa se encuentran deficiencias, tanto de diseño como de operación, que la normativa o los análisis de APS no pueden detectar. Por eso, hay que atender también al segundo enfoque, el del funcionamiento. En otras pala-

\* Javier Zarzuela es coordinador de Proyectos de la Subdirección General de Instalaciones Nucleares.

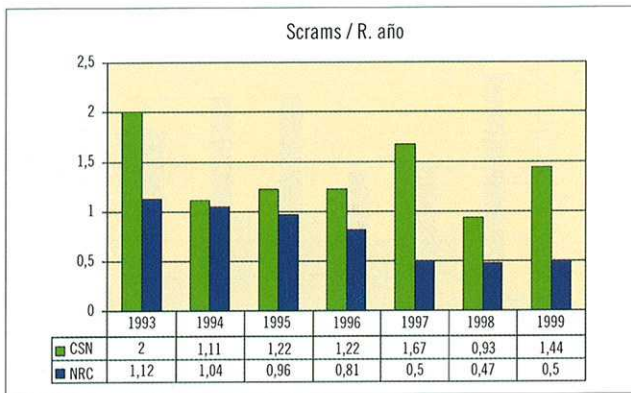


Figura 1. Paradas automáticas del reactor estando crítico (comparación IF en España y EEUU).

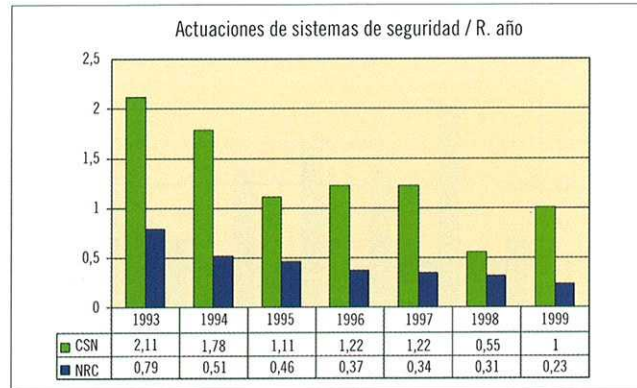


Figura 2. Actuaciones de los sistemas de seguridad (comparación IF en España y EEUU).

bras, hay que contestar a las siguientes preguntas: ¿Mejora o empeora el funcionamiento de las centrales españolas? ¿Cómo se compara su funcionamiento con el de las centrales de otros países? Para contestarlas es para lo que sirven los indicadores de funcionamiento.

## 2. Programas internacionales de indicadores de funcionamiento

Dada la madurez de los programas nucleares en los países occidentales, a la hora de evaluar su seguridad cada vez se pone un mayor acento en la experiencia de funcionamiento de las instalaciones. En parte, ello se debe a la demanda de los explotadores, que reclaman una menor presión reguladora para aquellos emplazamientos que pueden exhibir un historial de buen funcionamiento. Pero también hay organismos reguladores, entre los que destaca la Nuclear Regulatory Commission (NRC) de EEUU, que, ante la limitación de sus propios recursos, tratan de priorizar su dedicación a las instalaciones y actividades que funcionan con mayores deficiencias.

El programa internacional de indicadores de funcionamiento (IF) más antiguo y experimentado que existe, en marcha desde 1993, es el de la World Association of Nuclear Operators (WANO). Se trata de una extensión al resto del mundo del programa que ya aplica-

ba el Institute for Nuclear Power Operations (INPO) de EEUU a sus propias centrales nucleares y a otras asociadas al programa, como las españolas. El programa WANO consta de 10 indicadores y cada central nuclear asociada al mismo, lo que incluye prácticamente todas las del mundo, proporciona regularmente a la organización los datos obtenidos de esos indicadores, que WANO procesa y distribuye a todos los asociados.

Existen otros programas internacionales en esta misma línea, pero por el momento no han pasado de la fase embrionaria, o de anteproyecto, por lo que aún no pueden considerarse operativos.

## 3. Reunión internacional de especialistas en indicadores de funcionamiento

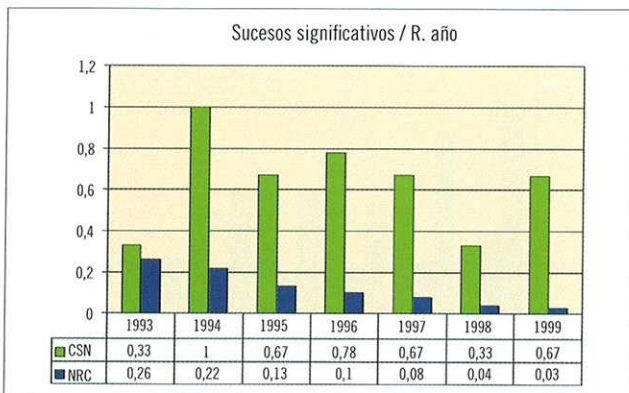
Al objeto de dar la oportunidad de exponer y discutir, por primera vez, todos los programas de IF operativos o en desarrollo y de revisar el estado del arte a escala mundial sobre la materia, en octubre de 2000 se celebró en Madrid una reunión internacional de especialistas en dichos indicadores. El encuentro fue organizado por el CSN, que se hizo cargo de los aspectos técnicos, y por el Ciemat, que se encargó de la logística y prestó su sede para su celebración. Contó también con el patrocinio del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) y de la Agencia de Energía Nuclear

(NEA) de la OCDE, así como con la cooperación de WANO.

A la reunión acudieron 73 expertos, representando a organismos reguladores, operadores de centrales nucleares, compañías de ingeniería y servicios, centros de investigación, etcétera, de 19 países y de las tres organizaciones internacionales citadas. Se presentaron 25 ponencias repartidas en las siguientes sesiones: IF de los explotadores, IF de riesgo, IF internacionales, IF de los reguladores (tres sesiones) e IF de cultura de seguridad.

El último día se celebró una mesa redonda sobre la conveniencia y oportunidad de establecer un sistema internacional de indicadores de funcionamiento para uso de los reguladores.

Entre las conclusiones que se obtuvieron destaca el reconocimiento de que existe una actividad internacional sobre IF muy superior a la que se había percibido hasta entonces, aunque el enfoque de los programas en los reguladores de los diversos países es muy disperso, su alcance es meramente nacional y la única referencia internacional conocida y utilizada es la de la NRC. Pese a ello, los explotadores de todos los países comparten la metodología y los datos del programa de WANO, independientemente de que algunos explotadores estén desarrollando programas propios, ya que se trata de programas adicionales y no sustitutivos de aquél.



► Figura 3. Sucesos significativos (comparación IF en España y EEUU).

También quedó patente en la reunión que EEUU y España están entre los países más decididamente proclives a desarrollar la cooperación internacional entre organismos reguladores en esta materia.

#### 4. El programa español de indicadores de funcionamiento

Los primeros trabajos se empezaron en 1992, a iniciativa de José I. Villadóniga, y tenían como objetivo aplicar en España un programa que llevaba varios años funcionando en la NRC. En aquel momento se podría haber desarrollado un programa genuinamente español, como han hecho otros países, pero ello habría implicado que las comparaciones de resultados del programa se habrían limitado a los de unas centrales españolas con otras.

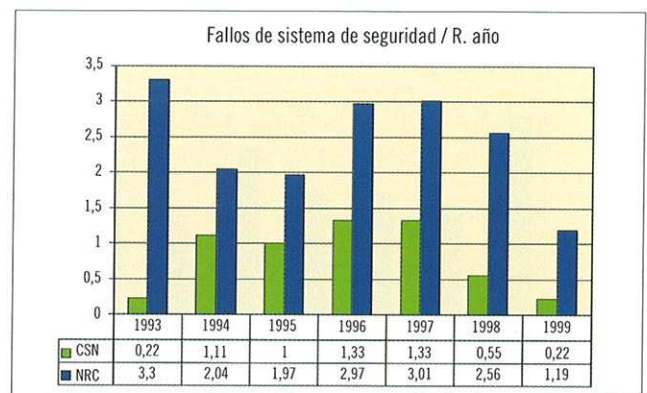
Dado que la mayoría de las centrales españolas son de diseño americano se concluyó que sería más útil aplicar a España el programa de la NRC, pues se consideró que tendría dos ventajas importantes. Por un lado, se pondría en marcha un programa cuya solidez técnica ya estaba probada y se podría saltar directamente a la fase de implantación, sin tener que detenerse en el desarrollo, validación, etcétera, y por otro permitiría comparar el funcionamiento de las centrales españolas con las americanas de tecnología similar, lo que a la larga

se ha revelado como la principal virtud del programa.

El primer informe piloto del programa español de indicadores de funcionamiento se emitió en 1994, con datos obtenidos desde enero de 1992, y el primer informe oficial en 1995.

Desde entonces, el programa ha ido ganando visibilidad y peso dentro de la actividad reguladora del Consejo. Así, al considerar el informe de febrero de 1996, el CSN solicitó que le acompañara un informe de valoración de resultados, que se ha venido elaborando desde entonces, cuyos resultados se han utilizado al evaluar la experiencia operativa en general, pero muy particularmente en las revisiones periódicas de la seguridad. En el año 2000 se incluyeron los resultados históricos del programa en el *Informe Anual del CSN al Congreso*, globalizando los resultados de todas las centrales e incluyendo una valoración de los mismos.

Como se ha dicho, el sistema español es una adaptación del que tenía la NRC en 1992 y que ha venido utilizando hasta el año 2000, en el que lo sustituyó por un nuevo programa que se comentará más adelante. La adaptación del *software* la realizó la empresa estadounidense SAIC, bajo contrato con el CSN. Esta adaptación permite utilizar los mismos indicadores que en EEUU y comparar el funcionamiento de las centrales españolas con las americanas.



► Figura 4. Fallos de los sistemas de seguridad (comparación IF en España y EEUU).

En marzo de 1997, el CSN suscribió con el Ciemat un convenio específico sobre experiencia operativa y, desde entonces, este organismo elabora el informe anual de indicadores y ha creado un nuevo *software* que sustituye al de SAIC. Los indicadores de funcionamiento que constituyen el programa son los siguientes:

- Paradas automáticas del reactor estando crítico (SCRAMS) (figura 1).
- Actuaciones de los sistemas de seguridad (figura 2).
- Sucesos significativos (figura 3).
- Fallos de los sistemas de seguridad (figura 4).
- Tasa de paradas forzosas (figura 5).
- Paradas forzosas por fallo de equipo por cada 1.000 horas de estado crítico (figura 6).
- Exposición colectiva a la radiación (figura 7).

Todos ellos tienen la característica de la objetividad; es decir, no son influenciados por el criterio del gestor, en este caso el CSN. Esa regla tiene una excepción: los sucesos significativos.

Los sucesos significativos son los que tienen alguna característica que los hace especialmente importantes para la seguridad. Hay una lista de criterios que hacen merecer a un suceso la etiqueta de significativo y esos criterios son aplicados por una panel multidisciplinar en que están representadas las áreas

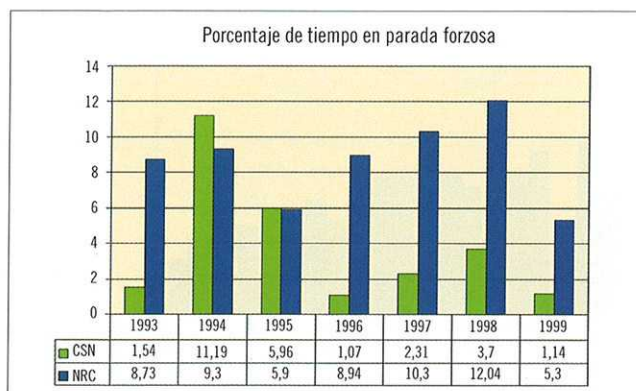


Figura 5. Tasa de paradas forzosas (comparación IF en España y EEUU).

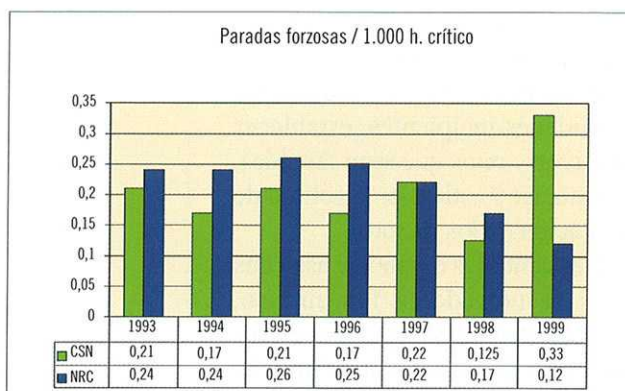


Figura 6. Paradas forzosas por fallo de equipo cada 1.000 horas de estado crítico (comparación IF en España y EEUU).

técnicas del CSN más relacionadas con la operación de las centrales. Pese a estas precauciones, se ha observado que el criterio se aplica en España con un umbral más bajo que en EEUU.

Otro caso complicado es el de los fallos de los sistemas de seguridad, entendiéndose como tal cualquier sistema cuya operabilidad está sujeta a requisitos establecidos en las especificaciones de funcionamiento. Para los principales componentes de estos sistemas, el criterio se aplica sin dificultades; sin embargo puede haber fallos que no siempre detecta el sistema de notificación, por ejemplo, una válvula de aislamiento de una línea de toma de muestras que no cierra bien ante una señal de aislamiento de contención.

De manera sistemática, los indicadores de funcionamiento se han utilizado para hacer valoraciones del funcionamiento de la central en el área funcional de operación, y también en la evaluación de la revisión periódica de la seguridad, capítulo de experiencia operativa. Pero seguramente el rendimiento más provechoso ha sido la comparación de los resultados de las centrales españolas y americanas. Cada diferencia significativa ha sido objeto de análisis por parte del CSN, a veces por sus propios medios y otras encargando estudios monográficos al Ciemat, que los ha efectuado en el marco del convenio de colaboración de experiencia operativa.

En las figuras puede verse una comparación de los resultados de los indicadores españoles y estadounidenses hasta que la NRC cambió su sistema.

Entre los principales hallazgos surgidos de estas comparaciones y de los estudios derivados merecen ser resaltados algunos que se comentan a continuación.

Las centrales españolas tienen más paradas automáticas del reactor que las estadounidenses, 1,7 por reactor y año en España frente a 0,6 en EEUU en 1999, último año en que se pueden hacer comparaciones y un año particularmente desafortunado en el caso español. Sin embargo, la diferencia se acorta en la tasa de paradas forzosas por fallo de equipo por cada 1.000 horas en estado crítico<sup>1</sup>: 0,30 por reactor y año en España frente a 0,14 en EEUU, y puede observarse en la figura 6 que esa tasa es similar en años anteriores, lo que indica que en EEUU es muy frecuente disparar manualmente el reactor. De hecho, alrededor del 40% de los disparos son manuales en EEUU, mientras en España son muy infrecuentes, tan solo el 2% en los últimos 10 años.

Aun siendo similar la tasa de paradas forzosas por fallo de equipo por cada 1.000 horas en estado crítico, la tasa de paradas forzo-

sas<sup>2</sup> es bastante menor en España, lo que principalmente se debe a que en España son menos frecuentes las paradas largas del reactor. Así, en EEUU este indicador está lastrado por largas paradas debidas a requisitos reguladores, como ocurre en Milestone, o técnicos, como el desprendimiento de álabes y fuego en la turbina de Fermi a principios de los años noventa. Puede observarse en la gráfica cómo entre 1994 y 1995 este indicador subió apreciablemente en España, debido a que estaba reflejando el dato de la parada de José Cabrera por la sustitución de la tapa de la vasija, por la aparición de grietas pasantes en las penetraciones de la misma.

La actuación de sistemas de seguridad son más frecuentes en España, 0,9 por reactor y año, aproximadamente el triple que en EEUU. Ello se debe principalmente a la mayor inestabilidad de la red eléctrica española, lo que provoca más arranques no programados de los generadores diesel de emergencia.

## 5. El uso de indicadores por las centrales nucleares españolas

Los explotadores utilizan los IF para tomar referencias sobre cómo funciona su planta, identificar deficiencias y emprender planes para corregirlas. Entre otras cosas, les

<sup>1</sup> Esta tasa recoge tanto los disparos de reactor automáticos como manuales y las paradas no programadas que no requieren disparo.

<sup>2</sup> Que es el porcentaje del tiempo que la turbina ha estado desconectada por parada forzosa.

permiten proveer señales de alarma a la dirección, de manera que se evite la complacencia y se detecten las debilidades incipientes, establecer objetivos y retos que sean factibles, y mantener y estimular la actitud de emulación de los mejores.

Las centrales españolas usan dos tipos de indicadores. Por un lado, los del sistema WANO, ya que aunque esta organización no permite la entrega de datos individualizados sí provee los datos globales a escala mundial, lo que permite a los explotadores evaluar las diferencias entre éstos y sus propios resultados. Por otro lado, disponen de indicadores internos. Se trata de sistemas peculiares de cada empresa y los hay de funcionamiento, económicos, de gestión etcétera, que pueden establecerse a escala de empresa, departamento u otros niveles. Por su propia naturaleza, estos indicadores tienen carácter restringido.

## 6. El nuevo sistema de indicadores de la NRC

La NRC estadounidense ha desarrollado un nuevo sistema de indicadores de funcionamiento, dentro del marco del llamado *Reactor Oversight Process*, cuyos objetivos son el desarrollo de la filosofía *performance based-risk informed regulation*, la reducción del impacto innecesario de la presión reguladora y el incremento de la confianza del público en la industria.

El *Reactor Oversight Process* por sí mismo merecería un amplio capítulo monográfico, pero en lo que se refiere a los nuevos indicadores de funcionamiento, un programa que forma parte de ese proceso, hay que señalar que son un producto de los conocimientos derivados de los APS, el análisis de ingeniería y la experiencia operativa, y que desarrollan parámetros objetivos y mensurables para monitorizar el funcionamiento.

Una novedad importante del nuevo sistema, con profundas implicaciones, es que se establece un umbral objetivo de seguridad y de

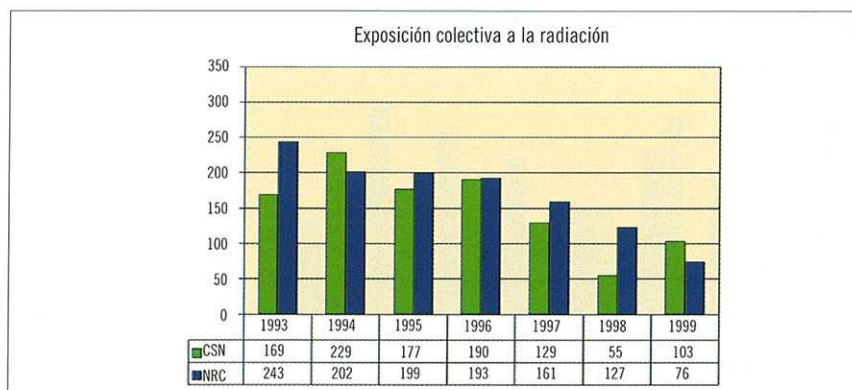


Figura 7. Exposición colectiva a la radiación (comparación IF en España y EEUU).

respuesta reguladora para cada indicador.

El impacto que sobre nuestro país puede tener el nuevo sistema de la NRC es importante, porque el actual programa español se queda sin la referencia de los datos de EEUU, por lo que pierde una gran parte de su valor. Sin embargo, el nuevo sistema americano no es directamente aplicable a España, porque implica un enfoque de la regulación (*performance based-risk informed*) que no se ha adoptado en España (ni en Europa en general), un enfoque que incluso podría precisar modificaciones reglamentarias si se tratase de implantar en España. Por ejemplo, una aplicación plena del nuevo sistema podría hacer injustificables ciertas inspecciones del Consejo sobre actividades de la central con “buenos” indicadores.

## 7. El nuevo proyecto español

En el CSN se ha decidido explorar un nuevo sistema de indicadores y que sus resultados tengan mayor difusión e impacto en la acción reguladora del Consejo. Esa exploración se ha encauzado mediante el Grupo Mixto CSN-Unesa de Seguridad-Explotación. Este grupo está compuesto por los tres subdirectores de la Dirección Técnica de Seguridad Nuclear del CSN y representantes de cada central nuclear española. Su principal objetivo es discutir la forma de aplicar las nuevas regulaciones producto

de la iniciativa del Consejo, por ejemplo en su día las revisiones periódicas de la seguridad, o de otras instancias internacionales, principalmente la NRC, NEA y OIEA, así como las actividades financiadas conjuntamente, tales como el Programa Conjunto de Investigación CSN-Unesa.

El Grupo Mixto CSN-Unesa creó en noviembre de 1999 un grupo de trabajo conjunto con el mandato de proponer un sistema de indicadores que cumpliera tres condiciones: que fuera consensuado por ambas partes, que sus resultados puedan publicarse y que esté abierto a su inclusión en programas internacionales.

Este grupo de trabajo ha acordado ya los siguientes puntos:

- Los nuevos indicadores deben ser significativos de la estabilidad del funcionamiento, la fiabilidad de los sistemas de seguridad, la integridad de las barreras y el impacto radiológico.

- Los indicadores deben basarse en datos ya disponibles en las centrales.

- El Ciemat desarrollará una guía del sistema y un software de cálculo y presentación gráfica de resultados.

- El trabajo del Ciemat se financiará paritariamente con cargo a un proyecto del Programa Conjunto de Investigación (PCI).

- La iniciativa de publicación de resultados la tomará el CSN.

En la tabla 1 se presenta el borrador de indicadores de funciona-



► **Tabla 1. Borrador de los indicadores de funcionamiento que se están considerando para el nuevo sistema español.**

| Área  | Indicador  |
|---|--|
| Estabilidad de funcionamiento   | Factor de disponibilidad (%)   |
|   | Paradas no programadas/año (excluye scrams)                                  |
|   | Scrams/7.000 horas-crítico (auto+manual)                                     |
|   | Actuaciones no programadas SS/12 meses                                       |
| Fiabilidad S. Mitigación  | Fallos SS/12 meses   |
|   | Indisponibilidades SS/año  |
| Integridad de barreras  | Actividad RCS (% límite ETF)   |
|   | Fugas RCS (% límite ETF)   |
| Impacto radiológico   | Dosis colectiva (mSv/año)  |
|   | Residuos radiactivos sólidos de baja y media actividad (m <sup>3</sup> /año) |
|   | Vertidos gaseosos (GBq/año): Total sin tritio/tritio                         |
|   | Vertidos líquidos (GBq/año): Gases nobles/halógenos/partículas/tritio        |
| El Grupo de Trabajo está discutiendo la conveniencia de sustituir estos tres indicadores por uno único de Dosis al Público. |  |

SS: sistemas de seguridad. RCS: sistema de refrigeración del reactor.

► **Tabla 2. Sistemas de seguridad para cada tecnología.**

| Westinghouse  | BWR           | KWU           |
|---------------|---------------|---------------|
| GD Emergencia | GD Emergencia | GD Emergencia |
| IS Alta P     | HPCI/HPCS     | TH Alta P     |
| IS Baja P     | IC/RCIC       | TH Baja P     |
| AFW           | LPCI          | RS            |

miento que se están considerando para este nuevo sistema español.

A lo largo de 2001, el Ciemat desarrollará la guía de cálculo y software de los nuevos indicadores. También se pondrá en marcha una fase piloto de aplicación de los mismos en dos centrales: Ascó y Cofrentes.

Con ello se pretende tener el nuevo sistema listo para que en 2002 se empiecen a recopilar datos de todas las centrales y en 2003 se emita el primer informe con el nuevo sistema.

Al perder la referencia de EEUU, el programa actual de indi-

cadore de funcionamiento pierde parte de su valor, como ya se ha dicho. Por ello, España está teniendo un papel activo para impulsar la cooperación internacional en este asunto, de modo que nuestro futuro programa pueda recurrir a referencias internacionales.

Esa cooperación se está encauzando principalmente a través de la NEA y el OIEA. En la NEA, España ha promovido la creación de un grupo de trabajo que genere un informe sobre indicadores de funcionamiento para uso de los reguladores, y que se presente a la reunión del OIEA de septiembre de 2001 so-

bre cuestiones de seguridad. Por otra parte, un miembro del Grupo de Trabajo CSN-Unesa ha actuado como consultor para el OIEA y preparado un borrador de propuesta para la misma reunión. En otras palabras, España está tomando un papel protagonista en todos los principales foros internacionales que trabajan sobre indicadores de funcionamiento, con los objetivos de promover la cooperación internacional, mediante la cual España pretende sustituir la referencia americana, e influir para que los indicadores que se decidan manejar internacionalmente sean lo más parecidos posible a los españoles.

Debido a estas iniciativas de los representantes españoles, se está produciendo en numerosos organismos reguladores un debate sobre la conveniencia y alcance de una cooperación internacional sobre indicadores de funcionamiento. Y aunque existen reticencias en varios países, la NEA y el OIEA están respaldando decididamente la iniciativa.


## 8. Conclusiones

Como resumen final de este artículo, es conveniente subrayar que:

— El CSN y Unesa han acordado crear un nuevo sistema español de indicadores cuyos resultados serán públicos y para cuyo diseño y puesta en marcha se ha decidido contratar al Ciemat.

— El tema de los indicadores de funcionamiento para uso regulador se está desarrollando extraordinariamente en este momento en la mayoría de los países.

— Se han puesto en marcha iniciativas internacionales, tanto en la NEA como en el OIEA, dirigidas a incrementar la cooperación internacional en este tema, incluyendo el intercambio de datos de resultados de programas nacionales.

— España está jugando un papel muy activo como promotora de reuniones internacionales de especialistas y de iniciativas dirigidas a incrementar la cooperación internacional en la materia. 

# Futura reglamentación de transporte de material radiactivo en embalajes exceptuados, industriales y tipo A

El 90 por ciento de los traslados de material radiactivo se realizan en bultos exceptuados, industriales y tipo A. De ahí la importancia de señalar los cambios que, en sus requisitos, incluye la última revisión del

reglamento de transporte del Organismo Internacional de la Energía Atómica, OIEA. El artículo es el segundo de una serie dedicada a este tema, iniciada en *Seguridad Nuclear* nº 15.

## 1. Introducción

Dentro de la serie de artículos dedicados a la futura reglamentación de transporte de material radiactivo, el presente está dedicado a los cambios normativos que se producen con la entrada en vigor de los requisitos técnicos establecidos en la *Guía ST-1* del OIEA, a través de la modificación de los diferentes reglamentos de transporte (ADR, RID, OACI, IMDG) relativos a condiciones de transporte y marcado para los bultos exceptuados, industriales y tipo A, incluyendo, asimismo, los relacionados específicamente con los contenidos autorizados de los citados bultos.

\* C. Enríquez es consejero de Seguridad de Transporte de Mercancías Peligrosas en Enresa. S. Suárez es jefa del Área de Instalaciones Radiactivas Industriales del CSN. F. Zamora es jefe del Área de Transporte y Fabricación de Combustible Nuclear del CSN. E. Rubio es técnico del Área de Transporte y Fabricación de Combustible Nuclear del CSN.

El artículo se desarrolla de tal forma que, utilizando como hilo conductor la estructura de la *Guía nº 6* del OIEA (*SS-6*), se irán comparando con la nueva *Guía ST-1* aquellos párrafos que hayan sufrido alguna modificación, exponiendo los motivos que han producido el cambio, y analizando, según los casos, las repercusiones que tendrán sobre transportistas y remitentes de material radiactivo.

Para poder entender mejor el contenido del artículo se enumerará en primer lugar la sección y el párrafo existente en la *Guía nº 6*, junto con el asunto de referencia, e inmediatamente después aquellos párrafos de la *Guía ST-1* que se encuentren afectados. Posteriormente se describirá el cambio producido en aquellos casos que proceda. Por último, y si sus consecuencias son actualmente evaluables, se realizará un análisis sobre la trascendencia del cambio desde el punto de vista operativo.

## 2. Cambios en la sección IV de la Guía SS-6 del OIEA: Preparación, requisitos y controles para los envíos y para el almacenamiento en tránsito

### 2.1. Requisitos y controles para la contaminación y la estanqueidad de los bultos

*Párrafo 408 (SS-6) y párrafo 508 (ST-1)*

El cambio producido es la unificación de los niveles permitidos de contaminación transitoria externa entre los bultos exceptuados y el resto. En la *Guía nº 6* se establecía que para los bultos exceptuados el nivel permitido de contaminación transitoria externa era 10 veces inferior al establecido para el resto.

En la actual *ST-1* se incrementa el valor límite en este tipo de bultos hasta el nivel del resto:

— 4 Bq/cm<sup>2</sup> para emisores beta y gamma y para emisores alfa de baja toxicidad.

— 0,4 Bq/cm<sup>2</sup> para el resto de emisores alfa.

El citado cambio se basa en diferentes estudios que avalan que el impacto radiológico producido por los nuevos niveles es despreciable para el entorno del transporte y, por consiguiente, sin ninguna trascendencia para la salud de los trabajadores y el medio ambiente.

La unificación de estos valores tiene un alto valor desde el punto de vista operativo. Un gran número de expediciones se realizan transportando embalajes vacíos como bultos exceptuados de acuerdo con la ficha 4 (esquema sinóptico nº 4, según terminología de la *ST-1*).

La determinación de los valores fijados en la *Guía nº 6*, al ser estos de tan bajo rango, supone un coste significativo por los tiempos de medida necesarios para certificar esos valores. Con la unificación, estos tiempos de detección se reducen significativamente y, en consecuencia, los costes derivados. Asimismo, se ve simplificado el transporte en el mismo vehículo de bultos exceptuados con otros bultos radiactivos al no tener que manejar dos diferentes valores que, llegado al caso, obligaban a aplicar el valor más bajo, en *SS-6* el de bultos exceptuados, frente al resto de los bultos transportados.

*Párrafo 414 (SS-6) y párrafo 514 (ST-1)*

En la *Guía nº 6* sólo se contemplaban las excepciones, en lo referente a contaminación interna, para aquellos sobreembalajes y contenedores que transportaran en uso exclusivo materiales de baja actividad específica (BAE) u objetos contaminados superficialmente (OCS). En la nueva *ST-1* estas excepciones se amplían a cualquier tipo de contenido radiactivo, así como a cisternas y recipientes intermedios a granel (RIG). En sí misma, esta extensión de la excepción no tiene una gran aplicación práctica, ya que solamente en los casos de materiales BAE y OCS existe de un modo real la posibili-

● **Tabla 1. Números UN en el Reglamento del OIEA de 1985 (enmendado en 1990). *Guía SS-6*.**

| Número UN | Identificación de la materia                 |
|-----------|--|
| 2910      | Materiales radiactivos en bultos exceptuados |
| 2912      | Materiales BAE                               |
| 2913      | Materiales OCS                               |
| 2918      | Materiales radiactivos fisionables           |
| 2974      | Materiales radiactivos en forma especial     |
| 2975      | Torio metálico pirofórico                    |
| 2976      | Nitrato de torio, sólido                     |
| 2977      | Hexafluoruro de uranio fisionable            |
| 2978      | Hexafluoruro de uranio no fisionable         |
| 2979      | Uranio metálico pirofórico                   |
| 2980      | Solución de nitrato de uranio hexahidratado  |
| 2981      | Nitrato de uranio, sólido                    |
| 2982      | Materiales radiactivos, N.E.                 |

dad de contaminación/descontaminación, y esos casos estaban ya cubiertos por la *SS-6*.

Este cambio supone una adaptación de la reglamentación a las prácticas habituales de transporte, considerándose por primera vez la posibilidad de utilizar para el transporte de material radiactivo los denominados recipientes intermedios a granel (RIG), que por otro lado están desde hace mucho tiempo implantados en el transporte de la mayoría del resto de mercancías peligrosas.

## 2.2. Categorías

*Párrafo 435 (SS-6) y párrafo 533 (ST-1)*

En la nueva *ST-1* se unifican en una sola tabla las categorías de transporte de bultos y sobreembalajes.

Desde el punto de vista estrictamente técnico no es un cambio de relevancia, puesto que los valores no se modifican, y lo único que significa es una adaptación de la reglamentación a la realidad del transporte, en la cual en determinadas circunstancias es difícil distinguir claramente entre bulto y sobreembalaje, como por ejemplo en el caso de un contenedor ISO, el

cual puede ser cualificado de acuerdo con la reglamentación en función del contenido que transporte en cada momento.

## 2.3. Marcado y etiquetado

*Párrafo 436 y siguientes (SS-6) y párrafo 534 y siguientes (ST-1)*

En este aspecto sí que se produce uno de los cambios más significativos de la nueva reglamentación. De acuerdo con la *Guía nº 6* el marcado de los bultos se producía a partir de los del tipo A, no existiendo un requerimiento para los exceptuados e industriales. Asimismo, y en lo referente a la identificación de la materia que se transporta en los bultos, los números de las Naciones Unidas (números UN) existentes para material radiactivo eran muy reducidos en cantidad y de un amplio espectro en su aplicación.

Con la nueva reglamentación no sólo se establece un nuevo marcado de bultos, a partir de los exceptuados siguiendo la misma línea que los bultos del resto de mercancías peligrosas, sino que también se amplía la cantidad de números de identificación de mercancías peligrosas que hacen referencia a materiales radiactivos.

► **Tabla 2. Números UN en el Reglamento del OIEA de 1996. Guía ST-1.**

| Número UN | Identificación de la materia  |
|-----------|---|
| 2910      | Cantidades limitadas en bultos exceptuados                                    |
| 2911      | Instrumentos o artículos en bultos exceptuados                                |
| 2909      | Artículos con uranio y torio (naturales o empobrecidos) en bultos exceptuados |
| 2908      | Embalajes vacíos como bultos exceptuados                                      |
| 2912      | Materiales BAE-I no fisionables   |
| 3321      | Materiales BAE-II no fisionables  |
| 3324      | Materiales BAE-II fisionables   |
| 3322      | Materiales BAE-III no fisionables   |
| 3325      | Materiales BAE-III fisionables  |
| 2913      | Materiales OCS no fisionables   |
| 3326      | Materiales OCS fisionables  |
| 3332      | Materiales radiactivos en forma especial/ B. Tipo A/ no fisionables           |
| 3333      | Materiales radiactivos en forma especial/ B. Tipo A/ fisionables              |
| 2915      | Materiales radiactivos no en forma especial/ B. Tipo A/ no fisionables        |
| 3327      | Materiales radiactivos no en forma especial/ B. Tipo A/ fisionables           |
| 2916      | Materiales radiactivos en B. Tipo B(U)/ no fisionables                        |
| 3328      | Materiales radiactivos en B. Tipo B(U)/ fisionables                           |
| 2917      | Materiales radiactivos en B. Tipo B(M)/ no fisionables                        |
| 3329      | Materiales radiactivos en B. Tipo B(M)/ fisionables                           |
| 3323      | Materiales radiactivos en B. Tipo C/ no fisionables                           |
| 3330      | Materiales radiactivos en B. Tipo C/ fisionables                              |
| 2919      | Transporte bajo arreglos especiales, no fisionables                           |
| 3331      | Transporte bajo arreglos especiales, fisionables                              |
| 2977      | Hexafluoruro de uranio fisionable   |
| 2978      | Hexafluoruro de uranio no fisionable  |

A manera de resumen, los cambios ocurridos en el caso de la identificación de la materia que se transporta se reseñan a continuación. En las tablas 1 y 2 se encuentran los números de identificación de la materia que se transporta —números UN—, aplicables a materiales radiactivos, por un lado los recogidos en el apéndice I de la *Guía n° 6* y por otro los incluidos en el cuadro VIII de la nueva *ST-1*.

— BAE-I y OCS-I. En el caso de que se transporten materiales de baja

actividad específica del tipo I u objetos contaminados superficialmente del tipo I, a granel y en uso exclusivo, el exterior del recipiente que los contenga deberá estar marcado con las palabras *RADIATIVO BAE-I* o *RADIATIVO OCS-I*, según proceda (párrafo 540 de la *ST-1*).

— Bultos exceptuados. Estos bultos deberán estar marcados sólo con el correspondiente número de identificación de mercancía peligrosa (número UN) (párrafo 535 de la *ST-1*).

— Bultos industriales y tipo A. Estos bultos deberán estar marcados no sólo con el correspondiente número de identificación UN de la materia que se transporta, sino que también estará reflejado en el exterior del bulto el nombre de la mercancía peligrosa, de acuerdo con el número de identificación (párrafo 535 de la *ST-1*).

Por su parte, en el caso de la identificación del embalaje los cambios más significativos son los siguientes:

— Bultos industriales. La primera novedad que establece la nueva *ST-1* es la obligación de marcar de una manera duradera en el exterior de los bultos tanto el remitente como el destinatario, al objeto de evitar, en la medida de lo posible, los extravíos, sobre todo en transportes de distribución múltiple, como es el caso de la paquetería de radioisótopos farmacéuticos. Esta medida ya había sido aplicada con anterioridad en la reglamentación para transporte por vía aérea (párrafo 534 de la *ST-1*).

Asimismo, cualquier embalaje industrial deberá llevar marcado en su exterior el tipo de bulto industrial para el que está cualificado *B.I. tipo 1*, *B.I. tipo 2* o *B.I. tipo 3*, según corresponda.

De igual forma, los embalajes industriales de los tipos 2 y 3 deberán estar también marcados en el exterior de acuerdo con el código internacional VRI. Este código recoge el país de fabricación del embalaje, por ejemplo el código para España es *E*, así como el nombre o la identificación del fabricante, lo que ya está siendo aplicado de una manera uniforme a los embalajes del resto de mercancías peligrosas (párrafo 537 de la *ST-1*).

— Bultos tipo A. De igual forma que los embalajes industriales, los tipo A deben llevar marcados en su exterior tanto al remitente como al destinatario del bulto.

Estos embalajes ya se marcaban con la identificación *Tipo A* de acuerdo con la *Guía n° 6*. La modificación con la nueva *Guía ST-1* es

la inclusión también del marcado, de acuerdo con el código internacional VRI, y el nombre del fabricante (párrafo 537 de la *ST-1*).

La sustancial modificación surgida en el marcado de bultos tiene su justificación en una armonización de las materias incluidas en la clase 7 en referencia con el resto de clases, de tal forma que al normalizar las mercancías radiactivas con el resto de mercancías peligrosas, se obtienen grandes beneficios a la hora de verificar el cumplimiento de la reglamentación, así como para definir las actuaciones de emergencia en caso de accidente.

#### 2.4. Responsabilidades del remitente

*Párrafo 446 y siguientes (SS-6) y párrafo 548 y siguientes (ST-1)*

El cambio ocurrido es la inclusión dentro del párrafo 549 de *ST-1* de un nuevo apartado (*m*), en el que se indica la necesidad de expresar la actividad total de los envíos compuestos por materiales de baja actividad específica de las categorías II y III u objetos contaminados superficialmente de las categorías I y II, como un múltiplo del valor de  $A_2$ .

#### 2.5. Transporte

*Párrafo 467 (SS-6) y párrafo 570 (ST-1)*

La novedad que se incluye en la nueva reglamentación hace referencia a la posibilidad de utilizar, en aquellos vehículos que no dispongan de suficiente superficie exterior libre, etiquetas del modelo 7d (según denominación del reglamento ADR) con unas dimensiones de 100 milímetros de lado, en vez de los 250 milímetros que fija el reglamento para el modelo estándar.

Los vehículos para los que está pensada esta reducción de tamaño son principalmente aquellos de PMA inferior a 3.500 kilos. Un caso de aplicación de esta modificación es el transporte de equipos de gammagrafía o de medida de densidad de suelos en vehículos pequeños y furgonetas.

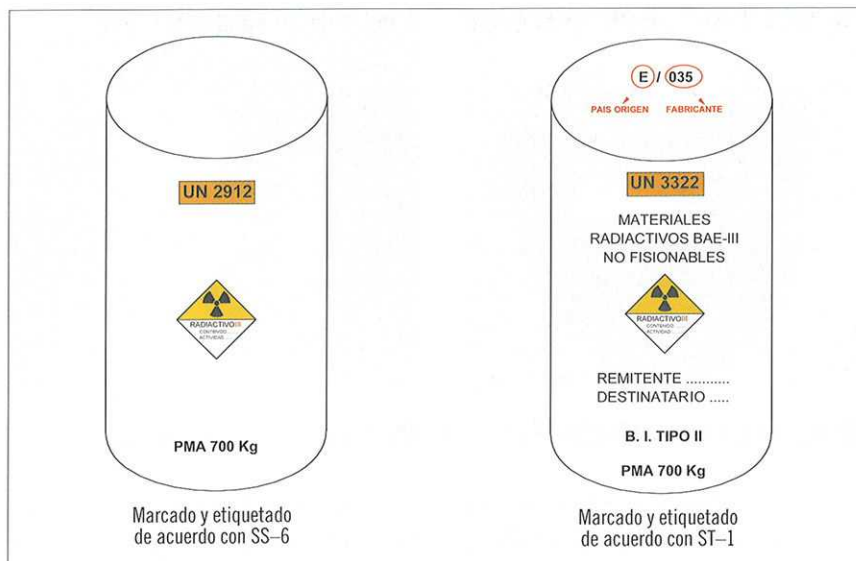


Figura 1. Ejemplo de marcado en un bulto industrial tipo 2 conteniendo residuos radiactivos inmovilizados en matriz de cemento.

*Párrafo 470 (SS-6) y párrafo 573 (ST-1)*

Aquí la modificación que se introduce en la *ST-1* es la desaparición del requisito del apartado *b* del párrafo 470 de la *SS-6*, que hacía referencia al nivel máximo de radiación en los puestos de conducción, y según el cual el nivel de radiación en las zonas habitualmente ocupadas de un vehículo, cabina de conducción por ejemplo, no debería superar los 0,02 mSv/h sin proveer al personal de los correspondientes dispositivos de control dosimétrico.

Se considera como un cambio positivo, ya que desaparece la actual confusión existente entre el requerimiento que hacía la reglamentación de transporte y lo definido en el Reglamento de Protección Sanitaria contra las Radiaciones Ionizantes, en cuanto a la necesidad de dosimetría personal.

En consecuencia, a partir de ahora la necesidad de usar dosimetría personal se ajustará a lo recogido en la reglamentación aplicable en el ámbito de la protección radiológica y el procedimiento correspondiente se tendrá que recoger en el programa de protección radiológica que deberán desarrollar expedidores y transportistas, tal y como establecen los párrafos 301 a 305 de la *ST-1*. Por otra parte ha de consi-

derarse que uno de los objetivos básicos de esos programas será minimizar las dosis operacionales que recibe el personal de conducción.

#### 2.6. Almacenamiento en tránsito

*Párrafo 478 y siguientes (SS-6) y párrafo 562 y siguientes (ST-1)*

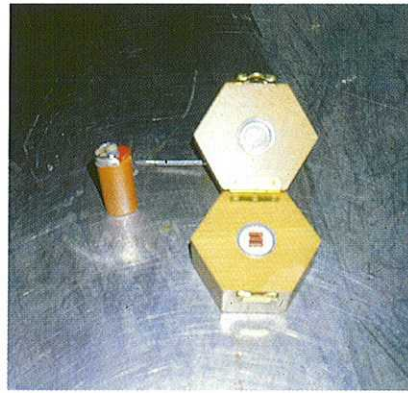
Hay un cambio que no es en sí mismo una modificación de las condiciones técnicas establecidas hasta la fecha, sino que es más bien un cambio en el sentido de contemplar de una manera conjunta tanto las condiciones de segregación que deben existir con las materias radiactivas en los almacenamientos en tránsito y durante el transporte.

Hasta la aparición de la nueva reglamentación, los conceptos de transporte y almacenamiento en tránsito se habían tratado de una manera separada y, dado que los principios de protección radiológica aplicables son comunes, es más práctico y lógico que se unan dentro del mismo apartado.

Por otra parte, la principal cuestión de importancia que cambia en este apartado es que desaparece el requisito de separación entre grupos de bultos en función de los índices de transporte de radiación (IT). Ahora ya sólo se define el requisito desde el punto de vista de la criticidad, en función del índice de seguri-



► Figura 2. Bulto industrial tipo 1.



► Figura 3. Bulto exceptuado.



► Figura 4. Bulto tipo A.

dad para la criticidad (ISC) (párrafos 568 y 569 de la *ST-1*). En efecto, se ha considerado que la determinación de la distancia de separación entre grupos de bultos por cuestiones exclusivamente radiológicas, para conseguir que se cumplan los valores de dosis de referencia definidos en el párrafo 306 de la *ST-1*, es una cuestión de procedimientos de trabajo, que deben ser contemplada en los correspondientes programas de protección radiológica.

### 3. Cambios en la sección V de la Guía SS-6 del OIEA: Requisitos para materiales radiactivos, embalajes y bultos

#### 3.1. Requisitos generales para todos los embalajes y bultos

##### *Párrafo 615 (ST-1)*

En este nuevo párrafo se incluye una condición que en la anterior reglamentación no se consideraba de una manera expresa. Ésta es que a la hora de diseñar un bulto ha de tenerse en cuenta la presión y temperatura ambiente que probablemente se darán durante el transporte en condiciones rutinarias.

#### 3.2. Requisitos adicionales para el transporte de bultos por vía aérea

##### *Párrafo 517 (SS-6) y párrafo 619 (ST-1)*

El requisito que establecía la *SS-6* referente a la estanqueidad de los bultos que transporten líquidos frente a una determinada presión diferencial (95 kPa) es aplicable en la nueva reglamentación para cual-

quier bulto, independientemente de la forma física que tenga el material radiactivo transportado. Esto supone una adaptación a lo ya establecido en las Instrucciones Técnicas de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI).

Sin embargo, la expresión del requisito varía frente al definido en la OACI, que lo establece como hasta ahora la *SS-6* —“diferencia de presión no inferior a 95 kPa”—, mientras que la *ST-1* establece que los bultos deberán permanecer estancos aun cuando la presión ambiental se reduzca hasta 5 kPa.

#### 3.3. Requisitos para bultos exceptuados

##### *Párrafo 620 (ST-1)*

Anteriormente no existía una mención expresa de los requisitos de estos bultos, ya que se incluían en los generales, lo cual podía inducir a pensar que no existían requisitos específicos para ellos.

#### 3.4. Requisitos para bultos industriales

##### ■ Bultos industriales tipo 2

##### *Párrafo 519 (SS-6) y párrafo 622 (ST-1)*

La referencia que hacía la guía *SS-6* a las Recomendaciones para el Transporte de Mercancías Peligrosas de la Organización de Naciones Unidas queda distribuida en la nueva *ST-1* de una forma diferente. Así, en lugar de incluir en el mismo párrafo la opción de realizar los ensayos requeridos por el OIEA o los requeridos por la ONU, crea un nuevo apar-

tado denominado *Requisitos alternativos aplicables a los BI-2 y BI-3*.

##### ■ Bultos industriales tipo 3

##### *Párrafo 523 (SS-6) & Párrafo 627 (ST-1)*

Se establece una restricción para el uso de contenedores ISO como embalajes industriales tipo 2 o 3, de tal forma que con el nuevo reglamento sólo se pueden utilizar para transportar materiales sólidos.

El sentido de esta modificación es que el cumplimiento de la norma ISO 1496/1 no es suficiente para garantizar la capacidad de confinamiento de uno de estos contenedores en el caso de transportar líquidos, ya que para ello sería necesario establecer modificaciones específicas en el diseño del contenedor, y éstas no se encuentran dentro de la norma.

En cuanto al diseño de los citados contenedores ISO, la nueva *ST-1* exige el cumplimiento de la norma ISO 1496/1 en los aspectos referentes a especificaciones y pruebas, pero no contempla aquellos relacionados con el tipo y dimensiones de los contenedores.

##### *Párrafo 628 (ST-1)*

En este punto se incluyen los requisitos a cumplir por parte de un recipiente intermedio a granel (RIG) para poder ser considerado como embalaje industrial de los tipos 2 y 3.

La consideración, por primera vez, de los recipientes intermedios a granel como embalajes suscepti-



► **Figura 5.** Transporte en contenedor ISO.

bles para material radiactivo se puede valorar, desde el punto de vista operacional, como un gran avance, ya que en el mercado existe una gran cantidad de modelos cualificados como tales, lo que permite disponer al remitente de material radiactivo de múltiples alternativas de embalaje, de las que anteriormente no disponía.

### 3.5. Requisitos para bultos tipo A

*Párrafo 534 (SS-6) y párrafo 643 (ST-1)*

Dentro de los requisitos especificados para este tipo de bultos, la contención del bulto deberá mantenerse aun cuando se reduzca la presión ambiental hasta 60 kPa, en lugar de hasta 25 kPa, como indicaba la guía SS-6.

Se ha considerado que este nuevo valor de reducción de presión cubre suficientemente las variaciones de presión atmosférica en los movimientos terrestres entre zonas a distinta altura.

*Párrafo 540 (SS-6) y párrafo 649 (ST-1)*

En la anterior reglamentación se establecía un requisito que eximía del cumplimiento de ensayos adicionales para bultos tipo A que tuvieran líquidos o gases si transportaban una actividad inferior a 40 TBq de tritio o de un gas noble.

En la nueva reglamentación aquellos bultos que transporten tritio gas o gases nobles, independientemente de la actividad transportada, también se encuentran exentos de cumplir las citadas pruebas adicionales.

### 4. Cambios en la sección VII de la Guía SS-6 del OIEA: Aprobaciones y requisitos administrativos

*Párrafo 801 (ST-1)*

Este párrafo supone un cambio importante en los requisitos administrativos de aquellos bultos que no requieren aprobación de la autoridad competente. Hasta ahora, para este

tipo de bultos, y si bien una buena práctica indicaba que se debía tener a disposición de la autoridad competente la documentación que avalara la cualificación de bulto, no existía una mención expresa de ello en la reglamentación. Es en la nueva ST-1 donde, por primera vez, se recoge la obligación del remitente de tener disponible, para su inspección por parte de la autoridad competente, toda la documentación que evidencie el cumplimiento del diseño del bulto, con los requisitos establecidos en la reglamentación.

### 5. Conclusiones

Los cambios introducidos en la reglamentación tienen cuatro principales objetivos:

— Plasmar en la nueva reglamentación los avances tecnológicos ocurridos.

— Ajustar las nuevas prácticas de transporte a la reglamentación.

— Incluir nuevos tipos de materiales a transportar, aportando definiciones y usos que uniformicen su transporte.

— Homogeneizar, en la medida de lo posible, el transporte de material radiactivo con el transporte del resto de mercancías peligrosas.

Al final, y como conclusión de todo lo anteriormente expuesto, y en función de que todos estos objetivos se alcancen, la nueva reglamentación permitirá ajustar las condiciones de transporte de los diferentes materiales radiactivos a sus riesgos potenciales, dando como resultado un transporte más versátil que no sólo no rebaja en ningún momento los estándares de seguridad hasta ahora vigentes, sino que incluso los incrementa para aquellos materiales potencialmente más peligrosos. ☞

### Referencias

- *Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material*. 1985 Edition (As amended 1990). OIEA. *Guía SS-6*.
- *Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material*. 1996 Edition. OIEA. *Guía ST-1*.

- *Explanatory Material for the IAEA Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material*. 1985 Edition (As amended 1990). OIEA. *Guía SS-7*.
- *Advisory Material for the IAEA Regulations for the Safe Transport of Radioactive*

*Material*. 1985 Edition (As amended 1990). OIEA. *Guía SS-37*.

- *Draft of the Advisory Material for de IAEA Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material*. 1996 Edition. OIEA. *Guía ST-2*.

 Fernando Pelayo\*

# Presente y futuro de la termohidráulica nuclear

Frente a visiones un tanto estereotipadas que anticipan el declive del papel de la termohidráulica nuclear, el autor de este artículo apuesta por el mantenimiento, y en su caso refuerzo, de la termohidráulica como disciplina

imprescindible para gestionar con solvencia la seguridad de nuestras centrales. Señala que, para ello, es necesario adaptar los medios y actitudes necesarios para que la transición a estas metodologías sea lo más eficaz posible.

## 1. Introducción

Probablemente haya tenido el lector la oportunidad de ver como elemento decorativo unas columnas de plexiglás rellenas de agua con colorante y en cuya base se introduce aire que asciende a lo largo de la misma. Seguramente, también haya podido comprobar el efecto relajante de dicho artilugio. Lo que no es tan seguro es que haya visto a alguien crispado ante dicho espectáculo, mesándose los cabellos y soltando improperios. Y digo que no es tan seguro, porque termohidráulicos hay pocos, y menos dispuestos a demostrar en público sus frustraciones.

Esta primera confesión no quiere sino poner de manifiesto que pese al enorme desarrollo de la disciplina termohidráulica, la propia naturaleza de la misma limita en gran medida la certidumbre de sus predicciones. Esto es común a la mecánica de fluidos y especialmente a la termohidráulica bifásica, que es el ámbito propio en el que se desarrolla dicha

disciplina en el entorno nuclear. La consecuencia directa de estas limitaciones, y ya ciñéndonos al diseño y operación de las instalaciones nucleares, ha sido que desde un primer momento se haya considerado esta circunstancia introduciendo modificaciones en los códigos de cálculo y asumiendo hipótesis lo suficientemente conservadoras como para cubrir este déficit de conocimiento y poder garantizar la operación segura de la instalación [1].

Con el paso del tiempo, la fiabilidad de la capacidad predictiva de los códigos de cálculo utilizados ha ido en aumento debido especialmente a la mejora de los modelos constitutivos y al notable esfuerzo de validación y verificación al que han sido sometidos, todo lo cual ha permitido llegar al día de hoy con unas herramientas de cálculo suficientemente potentes, que junto con unas elaboradas metodologías de aplicación permiten plantearse su incorporación al diseño. Estas aplicaciones de carácter realista, en la medida en que los códigos e hipótesis no implican conservadurismo alguno, no hay duda de que irán abriéndose paso siempre que de-

muestren una ventaja competitiva frente a las conservadoras actuales, sin por ello afectar a la seguridad de la instalación.

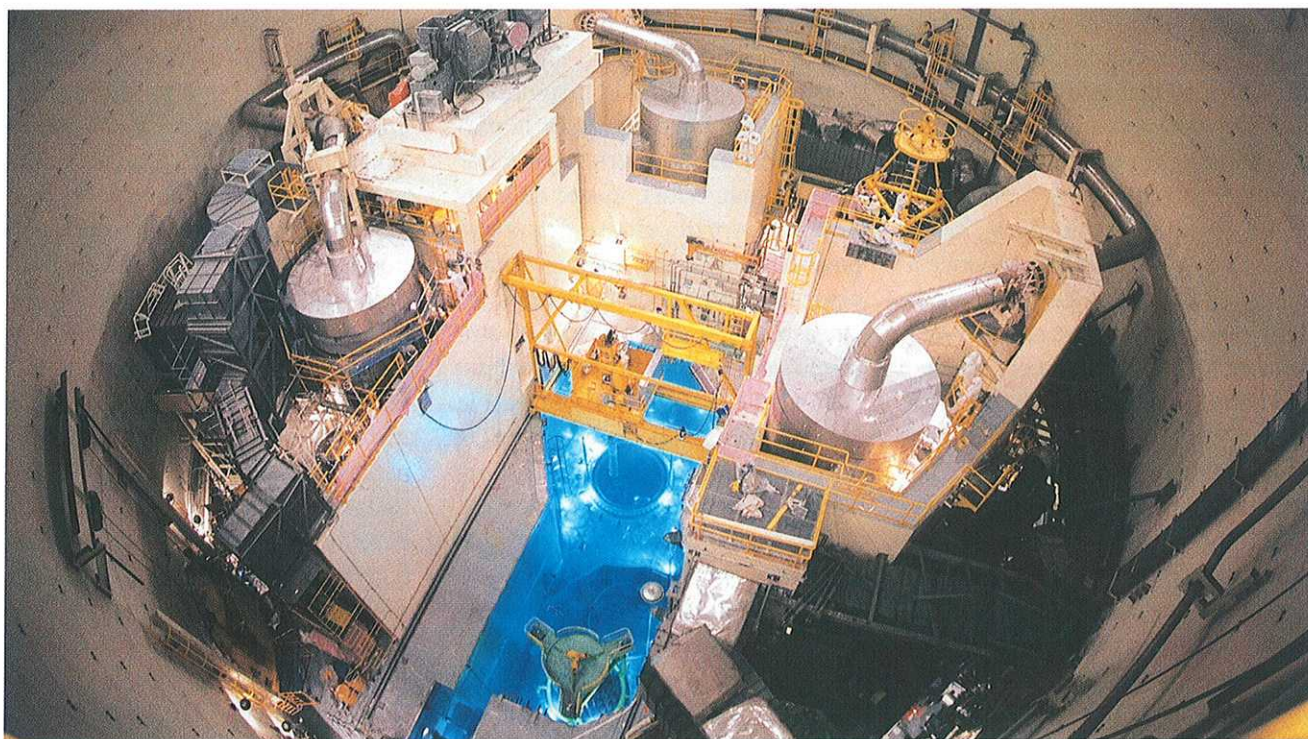
En este artículo se pretende desarrollar esta idea y las implicaciones que previsiblemente se deriven. Para ello se va a hacer uso de la información más actualizada surgida durante el pasado año 2000 [2] y, en especial, con motivo de la celebración en Barcelona, los pasados 10 a 13 de abril de 2000, de una reunión monográfica promovida por el Comité de Seguridad de Instalaciones Nucleares (CSNI) de la OCDE y destinada a analizar las aplicaciones actuales y futuras de la termohidráulica nuclear [3]. Dicha reunión contó con el apoyo institucional del CSN, de la Universidad Politécnica de Cataluña y de Unesa y fue objeto de análisis durante la celebración de la 2ª Jornada Técnica del Plan Coordinado de Investigación CSN-Unesa [4].

## 2. El dilema competitividad y/o seguridad

Parece fuera de toda duda que el renovado interés que se percibe tendente a desarrollar metodologías

\* Fernando Pelayo es consejero técnico del CSN adscrito a la Subdirección General de Tecnología Nuclear.



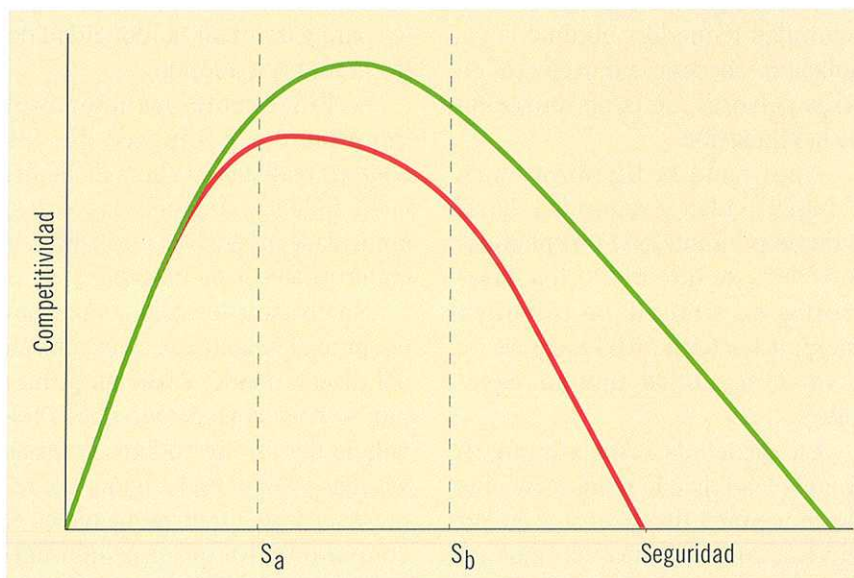


► **Figura 1.** Operaciones de recarga en una central nuclear.

de diseño basadas en códigos realistas ha sido, en parte, motivado por los cambios en el entorno regulador en el que se desenvuelve la industria eléctrica. Esta situación, marcada por la imposibilidad teórica de trasladar automáticamente los costes de producción al consumidor dado que para éste el coste a pagar debiera ser en un futuro fruto del equilibrio oferta-demanda, conlleva la necesidad de mejorar en la eficiencia del proceso de producción. Inmediatamente surge la pregunta: ¿cómo se compatibiliza esta mejora en la eficiencia, y su corolario de reducción de coste, con una operación segura?<sup>1</sup>

Para intentar dar alguna luz sobre este dilema voy a hacer uso de una analogía con el mundo de la hacienda pública y, en particular, con la denominada curva de Laffer [5], curva que relaciona la recaudación vía impuestos con la carga impositiva, y en la que se postula lo que, por lo menos a mí, me parece obvio y es que en sus dos extremos

<sup>1</sup> Una visión alternativa en *Gestión de la seguridad: nuevos retos*, J.I. Villadóniga. Seguridad Nuclear nº14.



► **Figura 2.** Curva de Laffer.

—inexistencia de impuestos o impuestos confiscatorios— no existe recaudación. En el caso de impuestos confiscatorios, porque nadie está dispuesto a trabajar sin remuneración.

Pues bien, en el tema que nos ocupa la relación entre competitividad —en sentido lato— y seguridad sigue una ley similar (figura 2). Una instalación totalmente insegura es inoperable, y por otro lado, la seguridad absoluta sólo sería pos-

tulable ante la ausencia de riesgo o, lo que es lo mismo, si la instalación no existiese.

Si nos fijamos en la figura 2 observamos cómo en la zona de pendiente positiva la competitividad se incrementa con la seguridad; un buen ejemplo de ello serían las actividades de formación de operadores, mantenimiento y diseño. El carácter agregado de esta curva garantiza que la eficiencia en sus componentes conlleve una optimi-

zación del proceso global y a un máximo al que le corresponde un nivel de seguridad determinado —que en el mejor de los casos satisfaga los requisitos reguladores—. Igualmente, se observa cómo, a un nivel de seguridad determinado  $S_0$ , el incremento de la misma se produce a costa de una pérdida de competitividad, mientras que si se adoptan mejoras en los procesos, en el caso que nos ocupa, de diseño, se puede aflojar una ventaja competitiva. A partir de un cierto valor óptimo, el incremento en la seguridad se realizará a expensas de una pérdida de competitividad. Dado que el nivel de seguridad requerido  $S_b$  es una variable exógena y viene impuesta por la regulación aplicable, la única forma de mejorar la competitividad provendrá de la mejora de los procesos y de la depuración de la normativa, que garantizando el nivel de seguridad requerido, elimine la regulación innecesaria o excesiva; en otras palabras, de la optimización de la regulación.

Analizada la ligadura entre competitividad y seguridad, la siguiente pregunta que nos planteamos es: ¿de qué modo los desarrollos en simulación permiten mejorar la competitividad para un nivel de seguridad mínimo requerido?

La consabida respuesta que limita la ventaja a la mera reducción de márgenes de diseño, con ser cierto como después veremos, es hasta cierto punto confusa y limita el beneficio del uso de códigos de simulación al ámbito del diseño.

Un análisis detallado de la situación se presenta en [6], donde se establecen diversos campos de aplicación asociados a actividades de licencia, APS y apoyo a operación. A mero título ilustrativo podemos mencionar:

— La formación de los operadores como ejemplo palpable de un ámbito donde la aplicación de códigos realistas en los simuladores de entrenamiento redundará de modo directo en una mejora de la forma-

ción, al aproximar la realidad de la planta al operador.

— La mejora en la disponibilidad de la planta a través de la planificación de escenarios, preparación de maniobras, ajuste de tarados de control, etcétera, siendo posible ensayar los mismos y anticipar la respuesta de la planta y, en su caso, evitar disparos que de otro modo se hubieran producido. Esta mejora de la disponibilidad de la instalación no es con frecuencia suficientemente reconocida y merece la pena ser traída a colación.

— La aplicación de códigos realistas a la verificación, o en su caso diseño, de los procedimientos de operación de emergencia es, por la propia naturaleza del problema, absolutamente necesaria en la medida en que los escenarios objeto de análisis han de responder a situaciones verosímiles para garantizar la idoneidad de las medidas a adoptar.

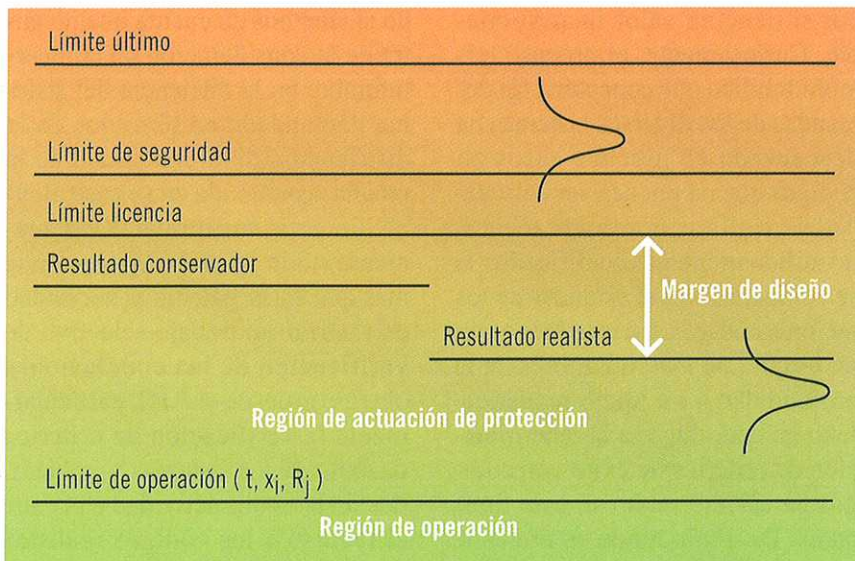
— Finalmente, mencionar el importante papel jugado por los códigos realistas a la hora de facilitar el diálogo entre todas las partes, autoridad, ingeniería y explotador en los procesos de licencia.

No obstante lo arriba mencionado, probablemente sea en el entorno del diseño donde, desde un principio, se haya considerado que el beneficio del uso de códigos realistas sea más visible. En la figura 3 se representa de un modo esquemático el conjunto de límites que habitualmente se tiene en consideración en el diseño de la instalación nuclear. El tratamiento y obtención de este conjunto de límites es dependiente de la frecuencia y daño del accidente base de diseño así como de la metodología empleada; por ejemplo, no es lo mismo trasladar el margen de diseño al límite de operación, que al límite de seguridad. Ciñéndonos en un principio al margen de diseño, se observa cómo el margen obtenido con un cálculo de carácter conservador (condiciones iniciales, de contorno y modelo de evaluación) es esperable que sea in-

ferior —y malo sería que no lo fuera— al obtenido mediante un cálculo realista en el que se respeten las mismas hipótesis de análisis que en el caso conservador. Este mero dato es indicativo de que a través de la metodología realista es posible introducir mayor flexibilidad en el diseño mediante la relajación de restricciones en el mismo que a su vez redunden en una mayor eficiencia en el diseño y gestión del ciclo, y todo ello sin que haya supuesto una merma en la seguridad. No es habitual mencionar que por el lado de la determinación del límite de seguridad también es factible obtener una mayor eficiencia mediante el refinamiento en el cálculo del mismo. Esto es especialmente cierto cuando el propio valor de dicho límite se ha visto condicionado por la capacidad de verificación del mismo. Ejemplos de esta situación serían tanto los límites LOCA (PCT y oxidación) [7] como los límites de *dry-out* [8]. En ambos casos la simplicidad de los mismos viene en parte condicionada por las limitaciones de modelación de los códigos que verifican el cumplimiento de dichos límites. De algún modo es la pescadilla que se muerde la cola: los límites de seguridad no evolucionan en la medida que los códigos tendientes a verificar dichos límites no lo hacen. Este es un aspecto a considerar; aunque, a veces, la fuerza obliga y es previsible que, por ejemplo, los nuevos límites que surjan del proceso actualmente en curso de análisis de la problemática del combustible de alto quemado (en particular RIA) [9] nos aboquen a un refinamiento de los códigos y metodologías de aplicación necesarios para no penalizar en exceso el diseño y la operación.

### 3. Análisis de incertidumbres

Como ya se mencionó al comienzo de este trabajo, por mucho que hablemos de realismo en los códigos sus predicciones se verán igualmente afectadas por una incerti-



► **Figura 3. Conjunto de límites considerados habitualmente en el diseño de una instalación nuclear.**

dumbre que es necesario cuantificar al objeto de poder evaluar los márgenes de diseño *reales*, y esto es así cualquiera que sea la disciplina en la que se recurra al uso de códigos realistas. Existen multitud de aproximaciones a seguir en el tratamiento de incertidumbres en códigos de cálculo [10], pero si nos limitamos al ámbito que nos ocupa hay que acudir a 1989 [11] y 1990 [12] para disponer de una primera referencia sólida en la que se establece el proceso a seguir en la utilización de códigos realistas en actividades de licenciamiento, en particular en el análisis de accidentes LOCA. Hay que remontarse a [13] y [14] para encontrar un primer análisis crítico de las implicaciones que un cálculo de incertidumbres conlleva; en particular, el consumo de recursos de la metodología de incertidumbres planteada y que, *de facto*, la convierten en impracticable, hasta tal punto que hoy es el día en que todavía no se ha hecho uso de la misma [12]. La necesidad de encontrar un proceso menos oneroso de incorporación del análisis de incertidumbres espoleó a ciertos países a investigar la posibilidad de encontrar metodologías más asequibles. Fruto de ello fue el esfuerzo coordinado desde la OCDE y que bajo la denominación de *Un-*

*certainty Methodology Study* [15] involucró a países como Alemania, Francia, Italia, Reino Unido y España en la realización de un estudio comparativo de las diversas metodologías presentadas tomando como referencia el análisis de un escenario SBLOCA en una instalación experimental. Los resultados fueron esperanzadores dado que se pudo plantear la posibilidad de desarrollar métodos relativamente sencillos que permitieran abordar con rigor el análisis de incertidumbres y por tanto facilitar la viabilidad de la aplicación de códigos realistas a todo tipo de escenarios existentes en la base de diseño de la instalación. Un ejemplo de lo dicho se puede encontrar en [16], donde se puso de manifiesto que, aunque de un modo modesto, las aplicaciones realistas comenzaban a abrirse camino. Finalmente y a lo largo del año 2000 hemos podido presenciar cómo [2, 3] parece maduro el momento para que la introducción prudente y paulatina de metodologías realistas sea un hecho.

A buen seguro que el lector a esta altura el trabajo se haya planteado la siguiente cuestión: ¿es compatible el uso de estas metodologías con la actual base de licencia?

La pregunta tiene su enjundia dado que una respuesta negativa a

buen seguro desincentivaría cualquier iniciativa en esta línea. Por otro lado, un sí incondicional y en este momento podría dar lugar a unas expectativas poco razonables. En la discusión previa sobre la necesidad de realizar un tratamiento de las incertidumbres he dejado deliberadamente de hablar de incertidumbres ajenas a las del propio código de cálculo (ecuaciones de balance, ecuaciones constitutivas, numérica, nodalización, escalabilidad). La razón es bien sencilla: la base de diseño de las estructuras, sistemas y componentes relevantes para la seguridad<sup>2</sup> descansa en el carácter envolvente del análisis de accidentes pertinente, mediante el cual se pretende garantizar, a través de la introducción de hipótesis especialmente conservadoras en las condiciones iniciales y de contorno, la conformidad con la base de licencia. La introducción de la incertidumbre asociada a estas condiciones a través, por ejemplo, de sus distribuciones de probabilidad podría poner en entredicho el carácter envolvente del accidente seleccionado<sup>3</sup>. Esta circunstancia en principio no debe suponer ninguna dificultad a la hora de admitir la aplicación de metodologías realistas, pero sí, al menos en una primera fase, suponer un *handicap* para su aceptabilidad. Lo que en cualquier caso es obvio es la necesidad de garantizar la conformidad con la base de licencia, garantizando el mantenimiento de los criterios de generales de diseño. La modificación de estos criterios generales sí que constituiría un cambio radical de enfoque y no es materia a discutir en este trabajo.

Poco a poco, a lo largo de esta exposición hemos ido introduciendo en el diseño el uso de cón-

<sup>2</sup> Este concepto está especialmente cuestionado a la luz de la experiencia adquirida desde el APS.

<sup>3</sup> Nótese que no estoy hablando de regulación informada por el riesgo, sino de incertidumbre asociada a cálculos determinados.

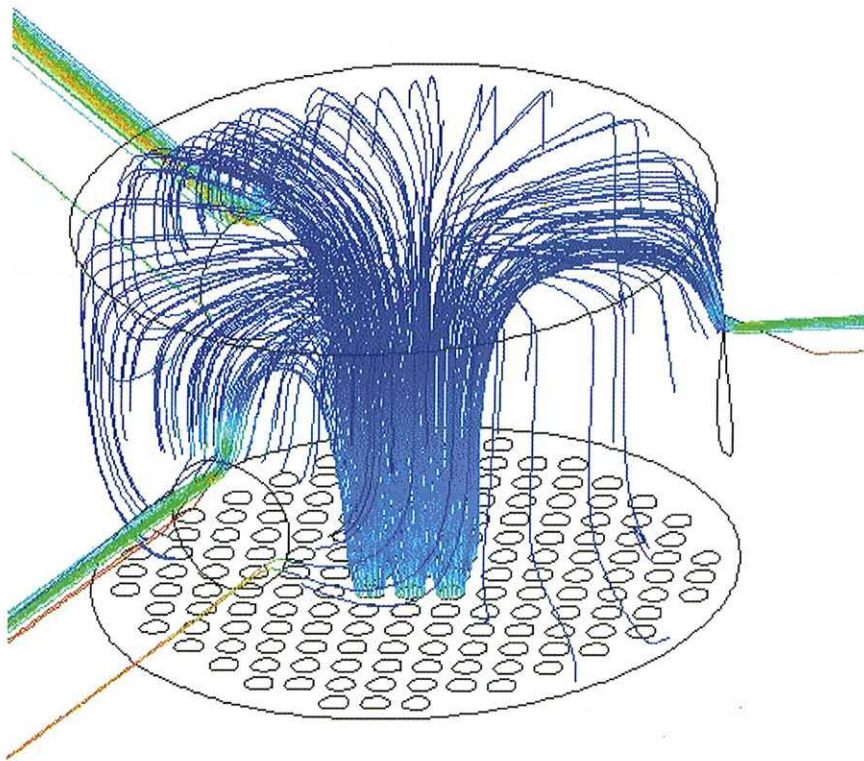
go realista junto con condiciones de análisis realistas a través del uso adecuado de sus distribuciones de probabilidad. Lo que hasta este momento no hemos cuestionado es la secuencia de análisis o lo que es lo mismo el crédito a los sistemas componentes y estructuras, precisamente para no cuestionar la base de licencia, por ejemplo, fallo único, defensa en profundidad, etcétera. Pero si nos mantenemos alejados por el momento del rígido marco de licenciamiento del análisis de accidentes, podremos explorar un campo de aplicación de códigos realistas en confluencia con los desarrollos en análisis probabilistas de seguridad. Esta convergencia va paulatinamente tomando cuerpo [17] e intentaré de nuevo argumentar el porqué. Parece claro que una de las virtudes del APS radica en la introducción de realismo en la delimitación de las secuencias mediante la introducción de las probabilidades de fallo en sistemas demandados, operador incluido, permitiendo igualmente aflorar vulnerabilidades no detectadas, lo que ya de

por sí tiene un valor incuestionable. Curiosamente, el proceso termohidráulico que concatena las demandas de los diversos sistemas ha descansado en muchos casos en códigos que no pueden ser calificados de realistas o, cuando menos, no suficientemente cualificados si se comparan con el estándar de los mejores códigos y, desde luego, sin un estudio de incertidumbres de la profundidad a mi juicio requerida. Esto ha dado lugar a la determinación de criterios de éxito con códigos de cálculo relativamente limitados. De algún modo se pretende soslayar esta circunstancia introduciendo conservadurismos en el proceso (determinismo de la secuencia) o en el mismo criterio de éxito, devaluando considerablemente el valor del análisis y con la incertidumbre de no poder cuantificar este conservadurismo. Curiosamente estamos volviendo a los orígenes bajo un pretendido paraguas de verosimilitud de la secuencia. Por si esto no fuera poco, y como acabo de apuntar, el APS no está exento de *determinismo* en su dise-

ño si tenemos en cuenta que no entra en la consideración de la incertidumbre en la eficiencia del sistema demandado en términos de la distribución de probabilidad de la misma, asumiendo en su caso alguna hipótesis sustitutiva. Evidentemente, todo lo dicho no pretende más que hacer patente la necesidad de realizar un trabajo selectivo de verificación de las conclusiones obtenidas desde el APS, particularmente la verificación de criterios de éxito de los sistemas involucrados. Ésta es una actividad en la que el recurso a los códigos realistas cobra especial significado y contribuye a enriquecer el análisis probabilista de seguridad. Parece lógico pensar que el incremento de acciones de licenciamiento basadas en APS implique la necesidad de afilar el lápiz desde el punto de vista de la simulación termohidráulica y en este momento quiero llamar a la prudencia como máxima a seguir en este proceso, evitando adoptar conclusiones precipitadas. La actual base de diseño determinista ha permitido garantizar una operación segura de nuestras instalaciones. Basada en multitud de interrelaciones, cualquier intento de modificar este complejo puzzle ha de ser analizado en detalle para no provocar que el edificio se caiga como un castillo de naipes.

#### 4. Nuevas necesidades y nuevas capacidades

Como he comentado anteriormente, el éxito en la aplicación de nuevas metodologías basadas en códigos realistas está condicionado, en gran parte, por la viabilidad de la misma; entendiendo por viabilidad tanto su licenciabilidad como el consumo de recursos empleados en su licenciabilidad y en su aplicación en fase de producción, que por supuesto deberá ser contrapesado por los beneficios obtenidos. El sentir general al día de hoy es bastante conservador, no encontrándose grandes incentivos a introducir de modo generalizado en el licen-



► Figura 4. Líneas de corriente en pleno superior (Cortesía de la Universidad Politécnica de Valencia).



códigos de cálculo de detalle, so pena de evitar una penalización inasumible. El primer conjunto de escenarios es tratado mediante los denominados códigos CFD (computer fluid dynamics). Estos códigos se caracterizan por su gran resolución espacial (que no es sinónimo de precisión), lo que les permite simular con gran detalle los campos escalares y vectoriales acudiendo a mallados extremadamente finos. Pese a que la validación de estos códigos es una asignatura pendiente, es innegable el valor que suponen al permitir visualizar con gran definición el flujo circulante y analizar el impacto en el mismo de las estructuras que lo contienen. Por citar un par de ejemplos, mencionaré su aplicación al estudio de inserciones rápidas de reactividad con origen en la inserción de una *bala* de agua no borada en el reactor tras el arranque de una bomba del primario en ciertos escenarios. La vuelta a criticidad local dependerá de la evolución de dicha bala en el seno del reactor, su deformación, mezcla y evolución, lo que a su vez junto con los cálculos neutrónicos 3D permitirá conocer la respuesta local de la potencia y su posible impacto en la integridad del combustible. Otro ejemplo que nos es más cercano lo constituye el estudio de la estratificación térmica en rama caliente, fenómeno con implicación en la operación y que parece tener su origen en la distribución radial de potencia en el reactor y en la configuración del pleno superior (figura 4, en páginas anteriores). El conocimiento de la fenomenología que subyace en el problema mencionado sólo puede ser estudiado en detalle mediante el uso de códigos CFD.

Como punto especialmente sugestivo acerca del desarrollo de las capacidades de modelación aparece el uso de la denominada *simulación numérica directa*, con el potencial de ser empleada de modo complementario a los experimen-

tos para el desarrollo de ecuaciones de cierre para posteriormente ser utilizadas en códigos de sistema.

Finalmente, y dentro de lo que constituyen los desarrollos en curso, es necesario mencionar las actividades asociadas al proyecto de consolidación de códigos que, promovido por la NRC, tiene por objetivo la unificación en un único código de los desarrollos termohidráulicos de los últimos años. El resultado final, por lo menos en una primera fase, permitirá disponer de un código modernizado y a la vez compatible con los modelos de plantas disponibles, aunando las capacidades de modelación que hasta ahora se encontraban dispersos en varios códigos de cálculo y que, por lo tanto, implicaban una ineficiencia en la asignación de esfuerzos y recursos. España participa activamente en este proyecto a través del Plan Coordinado de Investigación CSN-Unesa [18].

Dentro de estos desarrollos querría hablar de lo que a mi entender supone un salto cualitativo importante en la modelación: el desarrollo de una interfase normalizada de comunicación entre códigos. Mediante este proceso de comunicación entre códigos es posible ejecutar simultáneamente de modo *implícito* el conjunto de códigos necesario. Por ejemplo, modelar una secuencia LOCA ejecutando de modo acoplado el código de sistema y el de contención; otro ejemplo sería la ejecución acoplada de un código de neutrones 3D con un código de sistema 3D y un código de barra. De este modo es posible considerar la interacción entre fenómenos que son tratados por diferentes códigos y que, de otro modo, son difícilmente abordables. La ventaja de que esta interfaz sea normalizada radica en que el acoplamiento no deberá ser diseñado ex profeso para cada caso, facilitando notablemente el trabajo del diseñador y evaluador, haciendo viables unos estudios que, de otro

modo, consumirían excesivos recursos. Desde el punto de vista técnico, las ventajas serían notables dado que permitirían complementar las capacidades de unos y otros códigos más allá de donde cada uno de ellos independientemente es capaz de simular. Un ejemplo particularmente interesante de estas capacidades es el desarrollo que se está llevando a cabo en el CSN [3, 19] de acoplamiento entre códigos de APS y códigos de simulación termohidráulica (figura 5, en la página anterior) que permiten enriquecer notablemente el conocimiento del comportamiento de la instalación, mostrando un ejemplo de cómo las técnicas de APS y termohidráulica convergen y permiten extraer un beneficio que no sería alcanzable de modo independiente. Estas capacidades pueden en su caso adquirir valor en el proceso de verificación de criterios de aceptación mediante herramientas alternativas a las de diseño.

Como hemos podido ver a lo largo de toda esta exposición se puede decir cualquier cosa menos que se haya permanecido pasivo. Los desarrollos realizados han sido importantes y abarcado tanto los propios códigos como los ámbitos de aplicación y metodologías. En definitiva disponemos de unas herramientas potentes. ¿Lo es también la normativa que ampara su utilización?

## 5. Desarrollo normativo

Al comienzo de este artículo hemos debatido acerca del dilema entre seguridad y competitividad, y allí se ha apuntado el desarrollo normativo como posible vía de incrementar la competitividad sin por ello afectar a la seguridad. La norma, como plasmación escrita de los requisitos a imponer al explotador para garantizar la seguridad y salud del ciudadano, constituye una muestra de la autoridad del Estado y ésta está sometida a límites, en nuestro caso la discrecionalidad técnica, que se plasma en la necesidad de justificar la intensidad con

que se ejerce esta potestad, lo que apunta a la necesidad de optimizar esta normativa en el sentido de garantizar la protección del correspondiente bien jurídico, con el mínimo gravamen<sup>5</sup>.

Esta situación planteada constituye un auténtico reto, dado que los desarrollos tecnológicos habidos en el mundo de la simulación y que se han mostrado en el artículo permiten cuestionar precisamente la optimización de la normativa. La objetivación del deno-

minado riesgo tecnológico del que la industria nuclear es un elemento puntero al haber introducido el APS como instrumento de medida de dicho riesgo, debe coexistir con una normativa renuente a explicitar el mismo, siendo necesario avanzar en esta adecuación de la norma a la nueva realidad. El CSN, consciente de esta nueva situación, se encuentra embarcado en un proceso de actualización del marco regulador, que hasta ahora se ha manifestado fundamentalmente en la emisión de guías de seguridad, pero que, tras dotarse recientemente de la potestad reglamentaria [20], a buen seguro tendrá implicaciones de mayor calado.

## 6. Conclusión

Las capacidades desarrolladas en el último decenio en el ámbito de la termohidráulica nuclear han corrido parejas con el desarrollo de las metodologías de evaluación probabilísticas y del combustible. Durante este periodo, el nuevo marco regulador del mercado eléctrico ha espoleado la búsqueda de la eficiencia en la producción. El papel que la termohidráulica basada en códigos realistas y metodologías de incertidumbres va a jugar se está ya observando en los desarrollos nacionales e internacionales en curso. Por todo ello es necesario adoptar los medios y actitudes necesarios para que la transición al uso de estas metodologías sea lo más eficaz posible. ☺

<sup>5</sup> Nótese que este proceso no necesariamente tiene que dar lugar a un aligeramiento de la norma, dado que eventualmente el uso de estas herramientas puede poner en evidencia lagunas normativas a cubrir.

## Referencias

- [1] 10 CFR 50 App.K.
- [2] *Proceedings* del ANS Int. Meeting on best estimate methods. Washington DC, Nov-2000.
- [3] *Proceedings* del OECD-CSNI Workshop on advanced thermalhydraulic and neutronic codes: current and future applications. Barcelona, 10-13 April 2000 (pendiente de publicación).
- [4] *El nuevo desarrollo de la termohidráulica nuclear*. J.M. Aragonés *et al.* 2ª Jornada del PCI, 14 Dic-2000.
- [5] Laffer, A.B., Seymour J.C. *The economics of tax revolt. A reader*. Harcourt Bruce Javonovich, 1979.
- [6] *Current and anticipated uses of thermalhydraulic codes in Spain*. F. Pelayo, F. Reventós, en NUREG/CP-0159.
- [7] *Compendium of ECCS research for realistic LOCA analysis*. NUREG-1230.
- [8] *Round table discussion on reactor power margins*. Nuclear Engineering and Design Vol 163 (1996) Nos. 1-2.
- [9] *Comportamiento del combustible de alto quemado en accidentes RIA y LOCA*. M. Teresa del Barrio *et al.* Ciemat DFN/SN-04/OP-00.
- [10] *Uncertainty Analysis of Transport-Transformation Models*. Sastry S. Isukapalli, Thesis dissertation. State University of New Jersey, Jan. 1999.
- [11] USNRC. *Best-estimate calculations of emergency core cooling system performance*. REG 1.157.
- [12] *Quantifying Reactor Safety Margins*. NUREG/CR-5249.
- [13] *Topical issue on quantifying reactor safety margins*. Nuclear Engineering and Design Vol 119 (1990) No. 1.
- [14] *Discussion on papers presented in...* Nuclear Engineering and Design Vol 132 (1992) No. 3.
- [15] *Report on Uncertainty Methods Study*. NEA/CSNI/R(97)35.
- [16] *Best estimate methods in thermalhydraulic safety analysis*. NEA/CSNI/R(99)22.
- [17] Joint IAEA/NEA Workshop. *Proceedings on regulatory review of plant safety analysis*. NEA/CSNI/R(99)8.
- [18] Comité de Coordinación del Proyecto de PCI. *Obtención del nuevo Código Termohidráulico Consolidado de la USNRC*. Ponencia presentada en la XXVI Reunión de la Sociedad Nuclear Española, Sesión 26.01. León, octubre 2000.
- [19] Meléndez E., Izquierdo J.M., Sánchez M., Hortal J., Pérez A., *Tree Simulation Techniques for Integrated Safety Assessment*. OECD/CSNI, 2<sup>nd</sup> Specialist meeting on Simulators and Plant Analyzers. Espoo, Finland, 1997.
- [20] Ley 14/99 Disp. adicional primera. Nueva redacción del art.2º de la Ley de creación del CSN 15/1980.

# Invirtiendo en confianza

Con el fin de acrecentar la credibilidad de los organismos reguladores nucleares, la Agencia de Energía Nuclear de la OCDE organizó una reunión bajo el título de *Invirtiendo en confianza*. Durante tres días,

reguladores y representantes de los medios de comunicación de 17 países compartieron sus experiencias y presentaron sus políticas de información para mejorar la relación con el público en general.

## 1. Introducción

Del 29 de noviembre al 1 de diciembre de 2000, tuvo lugar en París una reunión bajo el título *Investing in Trust* (Invirtiendo en confianza), para analizar la relación existente entre los reguladores nucleares y el público en materia de comunicación. La reunión, que estuvo organizada por el Comité de Actividades Reguladoras Nucleares (CNRA) de la Agencia de Energía Nuclear (NEA) de la OCDE, contó con la participación de 80 especialistas del ámbito de la regulación, la industria y los medios de comunicación llegados de 17 países.

El objetivo fue compartir la experiencia obtenida en la relación con el público y los medios de comunicación, presentar las políticas de información de los diferentes organismos y analizar las mejoras necesarias para conseguir que los organismos incrementen su credibilidad.

## 2. Contribuciones destacables

En su comparecencia, **Juan Manuel Kindelán**, presidente del CSN, comenzó su intervención in-

dicando que en las sociedades democráticas toda la legitimidad proviene de los ciudadanos. Ellos son los que ejercen la soberanía y tienen derecho a exigir de sus instituciones que actúen con transparencia y que proporcionen información puntual sobre el ejercicio de sus funciones. Así, los organismos reguladores nacen de la desconfianza de los ciudadanos hacia el sector que se busca regular; surgen ante la posibilidad de que si un determinado sector no está debidamente controlado pueda actuar contra los intereses de los ciudadanos. Pero, a la vez, con ellos se busca que los ciudadanos aumenten su confianza y no se sientan amenazados. Por eso se constituyen doblemente independientes, para evitar que puedan estar al servicio de los intereses que deben regular, o que el Gobierno pueda, en función de sus intereses políticos, limitar su papel regulador.

En el caso particular de los organismos reguladores nucleares, el problema, si cabe, es mayor, ya que gran parte de la población siente miedo o prevención hacia estos temas. Como manifestó **Richard Meserve**, presidente de la NRC (Comisión Reguladora Nuclear de Estados Unidos), en la mayoría de los países, la operación de cualquier

instalación nuclear es un tema controvertido. Existen segmentos de la población que están alarmados por los riesgos (reales e imaginarios) que la tecnología presenta para la salud, la seguridad y el medio ambiente. Otros sectores se preocupan por la competencia colectiva en establecer salvaguardias para que los materiales radiactivos se empleen únicamente con fines justos. Finalmente, el mayor miedo para otros es el riesgo debido a los residuos radiactivos y el legado de estos materiales a las futuras generaciones.

En esta misma línea, Kindelán añadió que en el caso de la energía nuclear es evidente que se parte inicialmente de un sentimiento de amenaza entre los ciudadanos, a causa de la vinculación simbólica de la fisión nuclear con su primer desarrollo para la guerra, y que a ello se suma una visión casi mágica sobre sus riesgos, motivada en buena medida por el hecho de que las radiaciones no son visibles. Además, existe una importante barrera técnica, tanto de lenguaje como de comprensión de los procesos de producción, que se agrava notablemente cuando el secreto militar entra de por medio. Por lo tanto, la misión de los organismos reguladores nucleares no es sólo eliminar

\* Alfredo de los Reyes es asesor de Relaciones Internacionales del Gabinete Técnico de la Presidencia del CSN.





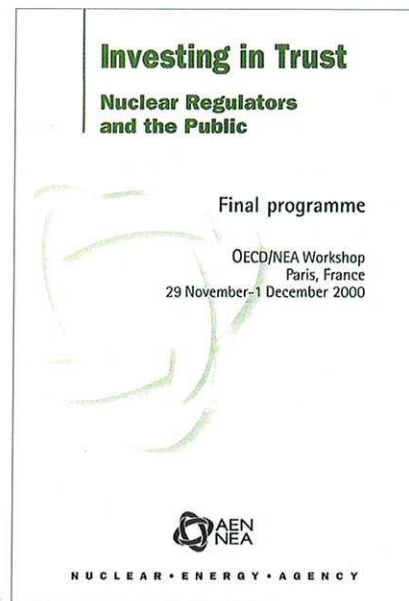
► **Figura 1.** Juan Manuel Kindelán y Aníbal Martín, presidente y vicepresidente del CSN respectivamente, participaron en la reunión de París.

o reducir los riesgos o maximizar la seguridad en su uso al servicio de los intereses sociales, sino conseguir la confianza de los ciudadanos sobre esa seguridad: evitar que existan alarmas injustificadas, llevar a la opinión pública el convencimiento de que cuando existan motivos de alarma el organismo regulador intervendrá, tratará de actuar sobre el motivo de riesgo y, en todo caso, pondrá sobre aviso a la población afectada y elaborará actuaciones para su protección.

**Paul Gray**, ex director de la Dirección del Ambiente de la Comisión Europea, añadió que la energía nuclear alcanza niveles de impopularidad mayores que, por ejemplo, cualquier aspecto de la industria alimentaria. La diferencia más importante es que existe un consenso general que establece que la alimentación es necesaria y la energía nuclear no. La idea de que el daño medioambiental producido por el empleo de los combustibles fósiles es crónico, y será al final catastrófico, ha empezado a calar en el ánimo del público. Las energías renovables son vistas como la gran esperanza aún cuando se sabe que sólo pueden generar una pequeña parte de las necesidades energéticas mundiales. En

nuestra sociedad moderna, la energía es tan necesaria como la alimentación, y por tanto se debe situar a la energía nuclear en un compromiso holístico, confrontando las necesidades energéticas, las posibilidades de suministro y el riesgo.

A esto se debe agregar la dificultad en transmitir, de forma comprensible para todos, cualquier noticia relacionada con este sector. Así, Meserve indicó que la regulación de los usos civiles de materiales radiactivos es claramente una actividad de alta tecnología. Es difícil pretender que la inmensa mayoría de la población pueda comprender todos los análisis científicos y los juicios de ingeniería necesarios en todo su detalle. Sería sencillo, así, concluir que es inútil involucrar al público en el intrincado ámbito de la regulación nuclear, puesto que la mayoría de la población no entiende términos como, por ejemplo, la frecuencia condicionada de daño al núcleo, las bases de diseño de los sistemas de refrigeración de emergencia del núcleo, etcétera. Pero añadió que, desde su punto de vista, esta conclusión está equivocada, y que, por tanto, es imprescindible hacer un esfuerzo por tratar de hacer llegar



► **Figura 2.** Folleto de la reunión *Investing in Trust*.

al público estos conceptos de una forma clara y concisa.

**Patricia Wieland**, del Departamento de Seguridad Nuclear del OIEA (Organismo Internacional de Energía Atómica), apuntó también que el público en general desconoce en gran medida los mecanismos existentes para garantizar la seguridad en la gestión de las fuentes de radiación, la escala para clasificar los incidentes o accidentes, y las disposiciones nacionales e internacionales para actuar en caso de accidentes severos que pudiesen causar la emisión de grandes cantidades de sustancias radiactivas, con los consecuentes efectos graves en la salud. Sin embargo, un estudio de la opinión pública al que Wieland se refirió demuestra que la población desearía saber más sobre la energía nuclear, y que se preocupa por cuestiones de seguridad y la capacidad del país en controlar las fuentes de radiación y la respuesta ante situaciones de emergencia.

Pero estos problemas de comunicación no sólo aparecen en el sector nuclear. Como expuso Gray, los científicos están más seguros de lo que desconocen que de lo que saben, y por tanto sus afirmaciones suelen estar enmascaradas en frases condicionales como

“la evidencia que tenemos hoy en día es que el producto es seguro”, cuando en realidad lo que el público desea oír es una afirmación definitiva, como “el producto se puede consumir sin riesgo alguno”. Dado que el método científico no puede proporcionar una seguridad total, esto conduce a una falta de confianza en la ciencia y apoya a aquellos que se atreven a hacer afirmaciones definitivas basándose en resultados u observaciones limitados e incluso sin ningún tipo de experiencia. Además, la veracidad atribuida a una afirmación depende de la credibilidad del orador. Que los científicos hayan pasado toda su vida trabajando en un tema específico, o que sean reconocidos internacionalmente, puede crear más detractores que personas que confíen en ellos, puesto que pueden ser tachados de parte interesada.

**Shojiro Matsuura**, presidente de la NSC (Comisión de Seguridad Nuclear de Japón), habló acerca de la dificultad de recuperar la confianza del público cuando ésta ya se ha perdido. Manifestó que tratar de mantener la confianza, en ocasiones, resulta un trabajo descorazonador: “Se pierden puntos cuando sucede algún incidente, pero nunca se ganan”. Recuperar esta confianza es mucho más difícil de lo que uno se imagina. Desgraciadamente, en estos momentos, la población de Japón ha perdido la confianza, a pesar de que ya existan y se sigan produciendo resultados positivos. Hay que trabajar para que la mayoría de la población llegue a entender y reconocer que el uso de la energía nuclear es útil para la sociedad. Para restablecer la confianza del público se debe seguir trabajando duramente y de forma honesta con el mayor empeño, realizando cada una de las actividades de forma transparente y responsable.

Como puntualizó Kindelán, la confianza es algo que se pierde con gran rapidez, pero es muy difícil de

crear cuando no sólo no existe, sino que se parte de antemano de una situación de fuertes recelos. Es aquí donde a la política de comunicación de los entes reguladores deben unirse sus propias actuaciones para ir construyendo gradualmente una nueva confianza en el público. Una confianza en el propio organismo regulador, en su independencia y en su capacidad para actuar tanto frente a posibles riesgos como frente a los intentos de cual-



► **Figura 3.** Laurence Williams, director del NII (Reino Unido).

quier tipo, económicos, políticos, etcétera, de anteponer intereses concretos o particulares a los intereses de todos los ciudadanos.

Pero a pesar de estas dificultades, **Judith Melin**, directora general del SKI (Inspectorado de Energía Nuclear de Suecia), señaló que un país que haya introducido la energía nuclear en su plan energético tiene un compromiso con el público de por vida. Una parte de este compromiso y responsabilidad es la cuestión de la confianza. Un Gobierno responsable no debería aceptar jamás que el miedo a la energía nuclear pueda degenerar en una falta de confianza en las instituciones. La confianza no puede ser regulada ni impuesta a nadie. La confianza es algo que se debe ganar día a día. Recordó a todos

que, en calidad de reguladores de la seguridad nuclear, el objetivo primordial es el de prestar servicio al público. El público, a su vez, percibe a estos organismos como garantes de la seguridad de las instalaciones nucleares de cada país. Por tanto hay que conseguir que la población confíe en que, como resultado del trabajo realizado día a día, las instalaciones nucleares operan de forma segura.

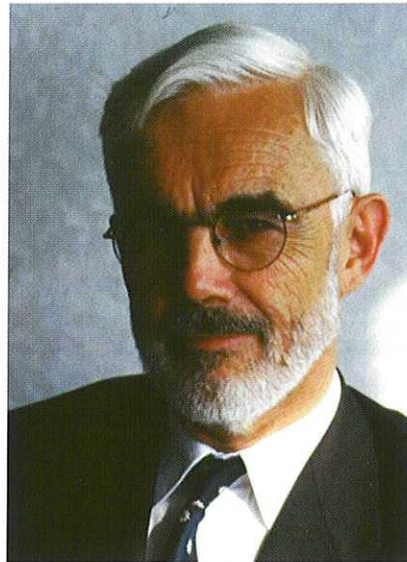
**Laurence Williams**, director del NII (Inspectorado de Instalaciones Nucleares del Reino Unido), insistió en el hecho de que para ser un regulador efectivo se necesita tener credibilidad ante el público y el explotador, mantener su independencia para asegurar que su responsabilidad respecto a la seguridad de la instalación es siempre firme, y demostrar que sus decisiones son defendibles y transparentes. Además, dado que la seguridad nuclear es una cuestión de relevancia política, el organismo regulador tiene también que transmitir confianza al Gobierno tomando decisiones prudentes y firmes.

Además, la participación del público en la toma de decisiones es muy importante. Como subrayó **Yves Le Bars**, presidente de Andra (Agencia Nacional para la Gestión de los Residuos Radiactivos de Francia), en relación con el tema del tratamiento de los residuos de alta actividad de las centrales, cualquier decisión importante para el emplazamiento geológico de residuos va a necesitar la implicación y la participación por parte de los ciudadanos y el acuerdo conjunto con todos los grupos implicados: los generadores de residuos, los organismos que se ocupan de su gestión y las instituciones locales. La participación de ciudadanos sin formación técnica en la toma de decisiones se hará cada vez más necesaria, ya que la mayoría de los países están optando por emplazamientos geológicos definitivos. Continuó recalando que los proyectos en desarrollo son rechazados por lo ge-

neral cuando no se ha involucrado a los ciudadanos y cuando no se ha generado en ellos un sentimiento de responsabilidad. Hoy por hoy ha de tenerse en cuenta que la opinión pública no percibe la gestión de los residuos radiactivos como un problema social compartido, y que, además, los problemas energéticos no tienen, hoy en día, alta prioridad, ya que las graves crisis energéticas y económicas son sólo un recuerdo del pasado para la población. Le Bars finalizó su intervención asegurando que el problema del almacenamiento de los residuos no es únicamente una cuestión técnica: la capacidad de saber comunicar y adaptarse se ha desplazado al primer plano. Cabe entonces preguntarse quién debe desempeñar el papel de comunicador, qué formación y entrenamiento se necesitan, qué herramientas deben desarrollarse y qué cambios se deben llevar a cabo en las organizaciones para poder dialogar y demostrar a los ciudadanos que se han tenido en cuenta sus opiniones.

De la misma opinión fue Meserve al declarar que, a pesar de que las decisiones para la regulación puedan estar enmascaradas en detalles técnicos, en el fondo implican juicios sociales que conciernen a la aceptación del riesgo y al balance entre costes y beneficios. En estos juicios sociales, el público juega un papel importante y, además, tiene derecho a que se tenga en cuenta su opinión. Existe, por tanto, un imperativo real por parte del regulador para implicar al público en su toma de decisiones. Continuó añadiendo que de igual importancia es el imperativo legal de facilitar el acceso del público a la toma de decisiones en los procesos de licenciamiento. En ausencia de esta transparencia no se puede objetar nada si los escépticos, que no han tenido acceso al proceso regulador, desconfían de que sus intereses hayan sido tenidos en cuenta. No importa con cuanta dedica-

ción se haya llevado a cabo el trabajo realizado por el regulador: si se hizo a espaldas del público, la población considerará que el resultado no es bueno, objetivo, honesto o de interés público. Quedará siempre la sospecha de que las decisiones tomadas fuera del dominio público sirven para proteger a los favorecidos por las mismas, para ocultar riesgos o para encubrir acciones imprudentes, no éticas o incluso delictivas.



► **Figura 4.** Yves Le Bars, presidente de Andra (Francia).

Sin embargo, no toda la culpa es siempre del regulador; Gray aseveró que la información no es interesante para la prensa si no implica confrontación, despierta emociones o es tópica. Los medios de información son un sector altamente competitivo, cuyo funcionamiento se basa en índices de audiencia. Se venden mejor las diferencias de opiniones que los consensos y esto crea una polaridad, según la cual se atribuye un mismo peso a las dos partes en cuestión, sea cual sea la credibilidad o competencia de los que las sostienen. Además, los periodistas deben resumir sus artículos en unas pocas líneas de encabezamiento y no suelen tener ni tiempo ni espacio para profundizar en cada uno de los temas tratados.

Para conseguir esta confianza, los conferenciantes estuvieron de acuerdo en la importancia de la transparencia. Kindelán opinó que las dificultades intrínsecas de la materia, como la “tecnificación” del lenguaje o el rechazo y temor social que suscita todo lo que se refiere al mundo nuclear y radiológico, no pueden constituir argumentos que liberen a los reguladores de hacer el mayor esfuerzo de transparencia en sus actuaciones.

Wieland aseguró en esta línea que un factor primordial es llegar a comprender a los interlocutores. Un proceso de comunicación de dos vías es imprescindible para establecer lo que ciertos interlocutores desean saber y la forma en la que quieren recibir esta información. Esto puede variar según el tipo de interlocutor y la circunstancia presente. En todo caso, la comunicación con el público ha de ser transparente y técnicamente firme, clara, precisa, creíble, comprensible y llegar a tiempo. Continuó indicando que se ha demostrado que si existe una separación en la comunicación entre el público y la autoridad reguladora, esta distancia se puede llenar de especulaciones, rumores y desinformación. La comunicación en temas nucleares suele ser una cuestión de gran complejidad social y política. El saber comunicar con el público es un arte y una tarea muy compleja que requiere la presencia de profesionales especializados y bien entrenados.

De la misma opinión, Melín añadió que la transparencia es también una cuestión que requiere que se sea activo, informando acerca de las decisiones, políticas, estrategias generales y cualquier otra cuestión relacionada con la seguridad nuclear. Significa también que se debe estar preparado para contestar a cualquier pregunta, discutir e intercambiar pareceres con el público y con las organizaciones interesadas.

Otros puntos importantes son, como puntualizó Kindelán, la re-

putación del organismo y el rigor científico. Así indicó que la reputación de un organismo regulador puede nacer de una clara señal de autoridad e independencia en un momento temprano de su vida institucional, que le muestre como capaz de enfrentarse a los particulares y de imponerles la prioridad de los intereses sociales. Ahora bien, si la reputación del organismo se asienta sobre una sucesión de señales enérgicas, espectaculares, el resultado será una creciente desconfianza de los ciudadanos hacia el sector regulado, que será visto como continua fuente de riesgos en la medida en que exige esas drásticas intervenciones. Sucedería, una vez más, como con el conjunto de las instituciones de la democracia, diseñadas desde un principio de desconfianza para crear confianza, y por tanto abocadas al fracaso si su actuación pone continuamente bajo sospecha a los representantes y gobernantes.

En cuanto al rigor científico, sugirió que los organismos reguladores son ante todo unas organizaciones basadas en el conocimiento, lo que supone que la eficacia y la eficiencia del organismo dependen en cada momento, de manera crítica, de la disponibilidad de las herramientas y capacidades tecnológicas más avanzadas. Deben, por tanto, prestar una atención prioritaria tanto a los programas de I+D como a la formación permanente del personal técnico que constituye la base y fundamento de dichas organizaciones.

En sus conclusiones, Meserve animó a todos a ser capaces de generar la confianza del público en los programas reguladores y en las decisiones que se toman, considerando todos los puntos de vista de una forma honesta y transparente, analizando completamente todos los datos y resolviendo los problemas de una forma juiciosa. Añadió

que no se puede pretender que todo el mundo esté de acuerdo con las decisiones, pero se puede intentar conseguir que el público vea que se ha planteado cada cuestión de forma adecuada y a fondo. En definitiva, para ganar la confianza del público, se debe actuar de forma responsable.

Por su parte, Melin concluyó diciendo que la confianza requiere una inversión en un organismo regulador independiente que man-



Figura 5. Sede de la NEA en París.

tenga una actitud abierta y que tenga la capacidad y la competencia técnica para poder revisar toda actuación relacionada con la seguridad desarrollada por la industria. Se debe, por tanto, invertir en la competencia de los reguladores para poder actuar como expertos públicos que controlen el buen hacer de la industria. Al mismo tiempo, el regulador debe estar abierto al control del público.

La propuesta de Gray implica un consenso de los reguladores y el Gobierno. Indicó que se ha demostrado que en muchas ocasiones se ha sembrado la desconfianza debido a lo que se ha interpretado como una intromisión de la política en hechos reales. El Gobierno debe definir en su política de seguridad los objetivos de seguridad y los niveles de riesgo aceptables. Por su parte, los organismos con responsabilidades en seguridad deben mantener estas premisas, alejándose de toda interferencia política que pueda surgir *a posteriori*.

Para finalizar, recogiendo las palabras de Williams, se debe mantener la confianza del público para realizar un buen trabajo en la regulación de la seguridad de la industria nuclear desde el punto de vista de la seguridad. El público, los políticos y la prensa han de tener confianza en que el organismo regulador cuenta con los recursos necesarios para llevar a cabo sus responsabilidades de supervisión, con inspectores competentes y de alta experiencia para juzgar la seguridad de las instalaciones licenciadas y con la independencia necesaria para emprender cualquier acción reguladora y sancionadora. Aunque durante años se haya demostrado que se es capaz de transmitir esa confianza a los ciudadanos, el reto futuro es, sin embargo, mantener esta confianza en un

mundo en el que existe una demanda creciente de transparencia y apertura en la toma de decisiones de los reguladores. La clave para conseguir esto no consiste sólo en contar con los recursos necesarios para desarrollar las actividades reguladoras eficientemente, sino que también hay que mantener al público informado y contestar a todas sus preguntas. No es una tarea sencilla, pero vale la pena llevarla a cabo.

### 3. Mesa redonda

El último día de la reunión tuvo lugar una mesa redonda bajo el título *Trabajando juntos como reguladores*, que contó con la presencia de representantes de los organismos reguladores de Gran Bretaña, Finlandia, Francia, Suecia y España, y que estuvo moderada por una periodista francesa.

En ella se compartieron las experiencias habidas en estos países y se resaltó la importancia de desarrollar una estrategia común en temas de comunicación, pero al mis-

mo tiempo, adaptada a las necesidades concretas de cada país. Se hizo hincapié, de nuevo, en la necesidad de contar con la participación del público en las grandes tomas de decisiones, como la instalación de almacenamientos definitivos para los residuos radiactivos. Resolver el problema técnico es primordial, pero se ha de complementar con una buena práctica en materia de comunicación al público.

Se criticó, en cierta medida, la forma de suministrar la información, reprochando que en muchas ocasiones se transmitiese demasiada información, sin discernir lo superfluo de lo esencial, provocando con ello la perplejidad del informado.

Se elogió, sin embargo, el esfuerzo realizado por los organismos reguladores para crear centros de información que permitan dar a conocer al público las funciones y actividades de estos organismos. El CSN ha sido pionero en esta actividad y presentó la experiencia obtenida en los dos años de funcionamiento de su centro de información al público.

Finalmente, el vicepresidente del CSN, **Aníbal Martín**, participó en

la mesa redonda, en la cual se intentaron perfilar conclusiones y recomendaciones prácticas tanto para la NEA como para sus países miembros. La idea de mantener un grupo activo que prosiga el trabajo ya iniciado en el ámbito del CNRA y que desarrolle las conclusiones de la reunión fue debatida y finalmente acordada por los participantes. Martín propuso que, para mejorar la comunicación con el público, se debería contar además con el asesoramiento de profesionales de ámbitos externos a la energía nuclear (ciencias sociales, comunicación, etcétera), para poder enjuiciar problemas de comunicación que los técnicos no siempre son capaces de percibir e identificar. La comunicación es una disciplina joven en el ámbito de la regulación y debe contarse con la opinión y el apoyo de los expertos en la materia.

#### 4. Conclusiones

Durante estos tres días de reunión, los 80 expertos reunidos bajo el patrocinio de la Agencia de Energía Nuclear de la OCDE analizaron cómo se puede mejorar la relación existente entre los reguladores nucleares y el público. Las principales

conclusiones de la reunión fueron:

— Los organismos reguladores deben obtener la confianza pública y deben realizar los esfuerzos necesarios para mantenerla.


— Los organismos reguladores tienen que contar con estrategias de información al público para demostrar que están trabajando para su seguridad.

— No se puede menospreciar a ningún grupo del público. Todos ellos son importantes.

— Los organismos reguladores deben admitir la posibilidad del fallo y trabajar para conseguir una confianza sostenible.

— Existe una clara necesidad de contar con medios de comunicación fiables y de permitir el acceso del público en general a todo documento de carácter oficial.

— Los centros de información de los organismos reguladores pueden constituir herramientas muy útiles dentro de su política de información.

— Los expertos de estos organismos deben entender la importancia de una buena comunicación, por lo que han de estar formados en esta materia y contar con el apoyo de los especialistas en la misma. 

 Daniel Ramón\*

# Los alimentos transgénicos

Los alimentos transgénicos son una realidad incuestionable en nuestros días. A través de la ingeniería genética se consigue mejorar las propiedades nutritivas de los alimentos, su resistencia a plagas endémicas o

simplemente aumentar el periodo de conservación. El artículo resume los principales avances de esta nueva tecnología, sus beneficios y los posibles riesgos ambientales, sanitarios o económicos.

## 1. ¿Qué es un alimento transgénico?

Utilizar técnicas genéticas en la alimentación no es nada nuevo. Desde hace miles de años hemos mejorado las variedades vegetales comestibles o las razas de animales de granja utilizando el cruce sexual o aprovechando la variabilidad natural, es decir, la aparición de mutantes espontáneos. Desde hace unos pocos años podemos aplicar una nueva técnica: la ingeniería genética. Con ella, en lugar de mezclar genes al azar, tomamos el gen que nos interesa y lo introducimos en el organismo deseado. Cuando en el diseño de un alimento se emplea esta nueva tecnología se generan los llamados alimentos transgénicos. En la actualidad se comercializan 70 de estos productos en todo el mundo, la gran mayoría de ellos en Estados Unidos, Australia, Canadá o Japón.

¿Qué diferencia un alimento transgénico de uno convencional? En principio, sólo la técnica genética utilizada en su diseño, ingeniería genética *versus* cruce sexual o

mutagénesis, pero este hecho tiene importantes consecuencias. En primer lugar, en el diseño de un alimento transgénico prima la direccionalidad frente al azar (en el cruce sexual se juntan genes al azar, en la ingeniería genética se toma el gen adecuado). En segundo lugar, en el diseño de un alimento transgénico es posible obtener la combinación genética adecuada de forma mucho más rápida. Finalmente, al construir un alimento transgénico es posible saltar la barrera de especie, ya que todos los organismos vivos tienen el mismo material hereditario. No es posible cruzar sexualmente un tomate con una patata, pero se pueden expresar genes de tomate en patatas o viceversa. Esta última diferencia tiene claras repercusiones éticas. Por ejemplo, un hipotético vegetal transgénico que porte un gen de un animal puede plantear un problema a un vegetariano de dieta estricta.

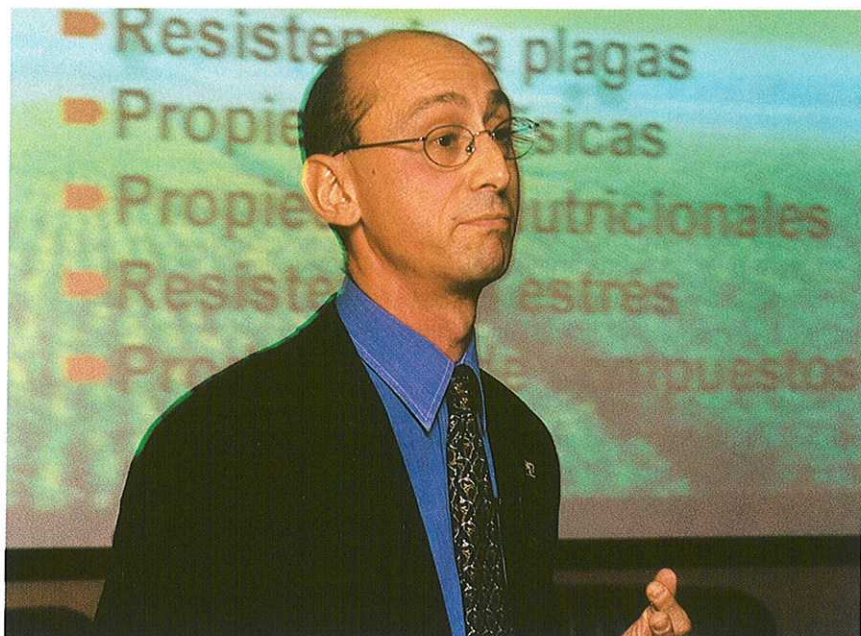
## 2. Tipos de alimentos transgénicos

Aparte de los 70 comercializados, existen centenares de alimentos transgénicos desarrollados en laboratorios de compañías privadas u organismos públicos de investigación.

Pueden ser de origen animal, vegetal o fermentado. Se han construido plantas transgénicas que resisten el ataque por distintas plagas (viroides, virus, bacterias, hongos o insectos). El más conocido es el maíz transgénico, que resiste el ataque del taladro al portar un gen proveniente de la bacteria *Bacillus thuringiensis*, que sintetiza una proteína tóxica. Un ejemplo distinto es el del tomate MacGregor, que tiene disminuida por ingeniería genética su capacidad de producir una enzima responsable del ablandamiento. Por ello puede almacenarse durante largos periodos sin que se produzcan cambios de color o sabor. Hay desarrollos mucho más espectaculares. Por ejemplo, patatas transgénicas que inmunizan contra el cólera o diarreas bacterianas, o una variedad de arroz transgénico capaz de producir provitamina A, evitando los problemas de ceguera asociados a dietas basadas en este cereal.

También se ha investigado en la producción de alimentos transgénicos animales. Se han construido carpas y salmones transgénicos que portan múltiples copias del gen de la hormona de crecimiento. El resultado son peces que ganan tamaño mucho más rápido. Pero las mejores

\* Daniel Ramón es coordinador del Área de Ciencia y Tecnología de Alimentos del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.



► **Figura 1.** Daniel Ramón, durante la conferencia sobre alimentos transgénicos que pronunció en la sede del Consejo de Seguridad Nuclear.

perspectivas de futuro se centran en la expresión de genes que codifican proteínas de alto valor añadido en la glándula mamaria de diferentes mamíferos. Estos animales producen leches enriquecidas en fármacos como el activador del plasminógeno. Recientemente se ha descrito la construcción de un mamífero transgénico que expresa en su leche una lactasa y que produce leche con un bajo contenido en lactosa, cuyo consumo puede resultar de interés para enfermos intolerantes a este azúcar.

Finalmente, también en el caso de los alimentos fermentados se han aplicado técnicas de ingeniería genética. Las bacterias lácticas productoras de derivados lácteos como el queso o el yogur, o las levaduras que rinden pan, vino o cerveza han sido modificadas con genes foráneos dando lugar a quesos en los que se acortan los tiempos de maduración, vinos con un incremento de aroma afrutado, o panes en cuya producción se obvia la adición de aditivos con capacidad alergénica.

### 3. ¿Veneno o maná?

A pesar de sus posibles beneficios, basta con hojear un periódico durante las últimas semanas para comprobar que los alimentos trans-

génicos se perciben como un riesgo. ¿Son buenos o malos? ¿Son un riesgo o un beneficio? Para contestar a esta pregunta hay que partir de tres supuestos:

— El riesgo cero no existe, y menos en alimentación porque la población humana no es homogénea (el gluten de trigo es un peligro para los celíacos pero no para el resto de la población).

— No es posible generalizar y hablar de que todos los alimentos transgénicos son buenos o todos son malos, ya que existen centenares de ellos.

— No existe un solo riesgo y puede hablarse de riesgos sanitarios, medioambientales o económicos.

El resumen de lo expuesto es claro: hay que evaluar alimento transgénico por alimento transgénico, riesgo por riesgo.

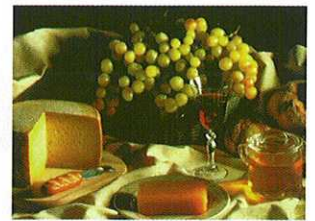
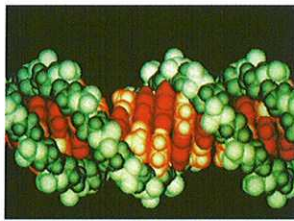
Desde hace años, la FAO, la OMS o la OCDE han trabajado sobre este tema concediendo prioridad a la elaboración de los principios científicos de evaluación. El concepto más importante es el de equivalencia sustancial, que otorga dicha categoría a aquellos alimentos transgénicos cuya composición nutricional y características orga-

nolépticas son iguales a las del convencional del que proviene, con la única excepción del nuevo carácter introducido por ingeniería genética. Los alimentos transgénicos que han obtenido el permiso de comercialización han sido evaluados sobre la base de tres criterios: contenido nutricional (equivalencia sustancial), alergenicidad y toxicidad. Sin duda son los alimentos más evaluados en toda la historia de la tecnología de alimentos. Todos los análisis indican que no hay datos científicos que indiquen que por el hecho de ser transgénicos representen un riesgo para la salud del consumidor superior al que implica la ingestión del alimento convencional correspondiente.

Aun así se habla de riesgos y se hace referencia a aumentos de casos de alergia, peligro de aparición de resistencias a antibióticos, generación de cánceres o retardos en el desarrollo inmunitario. Es cierto que se produjo un caso en el que se comprobó la existencia de un problema de alergenicidad. Se trataba de una soja transgénica con un gen de nuez brasileña que resultaba perjudicial para consumidores que sean alérgicos a dicho fruto seco. El problema se detectó durante la evaluación del producto previa a la concesión del permiso de comercialización y, aunque este último se obtuvo siempre y cuando se etiquetara el alimento transgénico, la compañía productora decidió no comercializarlo. Con el resto de alimentos transgénicos ensayados hasta la fecha no se han detectado problemas; aún más, existen alimentos transgénicos que obvian problemas de alergenicidad, como la levadura panadera transgénica desarrollada en el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, cuyo uso previene la aparición de alergias inespecíficas en profesionales del sector panadero ligadas a la adición de enzimas durante la panificación. También existen variedades de arroz transgénicas desprovistas del gen que codifica el mayor alérgeno

de este cereal. Con respecto a la resistencia a antibióticos, la polémica se centra en la posible transferencia de dichos genes desde el alimento transgénico a alguna bacteria de la flora intestinal generando nuevas cepas bacterianas resistentes a antibióticos. No hay pruebas ni datos experimentales que apoyen esta hipótesis, por lo que la OMS afirma que la presencia de genes de resistencia a antibióticos *per se* en un alimento transgénico no debería constituir un riesgo para la salud. A pesar de ello, y debido al rechazo social generado en torno a este tema, se han desarrollado técnicas que permiten eliminar los marcadores de resistencia en el producto final, obviando el problema. Finalmente hay que destacar que no existen datos científicos que indiquen que exista un peligro sanitario relacionado con procesos tumorales o problemas en el desarrollo inmunitario.

En cuanto al riesgo medioambiental, las cosas son menos claras porque existe una falta de conocimiento y metodologías para analizar dicho tipo de riesgos. Este déficit de evaluación afecta no sólo a la evaluación de plantas transgénicas sino también de las convencionales. Un riesgo claro es la posible transferencia de los genes exógenos desde la variedad transgénica a variedades silvestres. Sabemos que dicha transferencia se puede producir, de hecho se produce constantemente con plantas convencionales, pero sólo si existe una compatibilidad sexual. Por eso podemos afirmar que, por ejemplo en Europa, la transferencia de genes es improbable si utilizamos maíz transgénico (no hay variedades silvestres) y probable si utilizamos soja transgénica. Aun así merece la pena recordar que dentro de nuestro desconocimiento las variedades transgénicas son las más evaluadas desde el punto de vista medioambiental. Hasta la fecha se han realizado más de 25.000 liberaciones controladas de plantas transgénicas al medio ambiente. Un segundo ries-



► **Figura 2. Desde el DNA al alimento.** La nueva biotecnología de los alimentos nace del empleo de las técnicas de la ingeniería genética y la biología molecular en la producción y control de la calidad de los alimentos.

go medioambiental lo constituye la pérdida de biodiversidad asociada a su cultivo. Desgraciadamente, ésta se viene produciendo desde que el hombre decidió hacerse agricultor, y somos los consumidores, con nuestros gustos, los que la alimentamos. A finales del siglo XVIII había en Lérida 24 variedades distintas de manzanas. Hoy sólo se cultivan dos y no son ninguna de aquéllas, sino las que el consumidor demanda. Para solventar este problema hay que potenciar los bancos de germoplasma y las colecciones de cultivo. Finalmente, otro posible riesgo medioambiental consiste en el efecto dañino que ciertas plantas transgénicas resistentes a plagas pueden tener sobre poblaciones distintas a aquellas contra las que protegen. Algo que hoy en día también se produce mediante el empleo de insecticidas convencionales.

#### 4. ¿Un negocio de multinacionales?

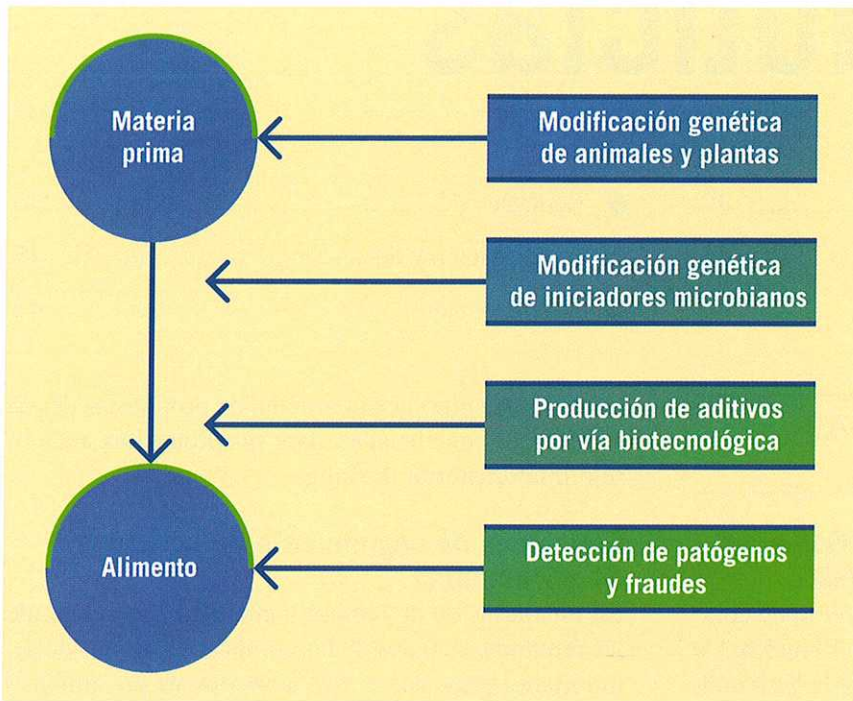
Un porcentaje elevado de los desarrollos obtenidos hasta la fecha se ha conseguido en los laboratorios de las compañías multinacionales de agroalimentación. Son las mismas compañías que venden las semillas o los alimentos convencionales. No se han creado compañías nuevas para vender los alimentos transgénicos. Algunas de ellas dicen que los alimentos transgénicos acabarán con el problema del hambre en el mundo. Ojalá fuera así, pero este problema (en realidad el problema con mayúsculas de la alimentación mundial) ya se puede solucionar repartiendo los excedentes alimentarios. En otras pala-



► **Figura 3.** Tomate procesado producido a partir de una variedad transgénica.

bras, no es un problema científico sino político. Estas grandes compañías no trabajan en aquellos desarrollos que afectan a países del Tercer Mundo. Ha sido en laboratorios públicos donde se han construido variedades de papaya capaces de crecer en suelos ácidos, diseñado alimentos que actúan como vacunas, o las variedades de arroz transgénico anteriormente comentadas que, al contener provitamina A y hierro, son capaces de solventar los problemas de avitaminosis y carencia de este metal en zonas subdesarrolladas donde este cereal es la base de la dieta. Todo ello demuestra que el centrar el debate de los alimentos transgénicos en una campaña contra las multinacionales es, cuanto menos, una ingenuidad con un cierto grado de perversión. Baste recordar un último da-





► **Figura 4. Biotecnología y producción de alimentos.** Las técnicas moleculares se pueden aplicar en todos los eslabones de la cadena de producción de alimentos, desde la materia prima al producto final.

to: en febrero del año 2000 el Gobierno de la República Popular China anunció que antes del año 2010 la mitad de la superficie cultivable de este país estará sembrada con plantas transgénicas. ¿Es riguroso seguir hablando de negocio de multinacionales?

### 5. La opinión del consumidor

Aunque se han llevado a cabo decenas de encuestas, la heterogeneidad de las poblaciones encuestadas, del tipo de encuesta o de las

preguntas ha dificultado el obtener tendencias entre consumidores de distintos países. Además, las opiniones varían en función del tiempo. A pesar de ello es posible concluir que:

— Hay un desconocimiento profundo sobre qué es un alimento transgénico.

— Hay un rechazo a los alimentos transgénicos animales y una mayor aceptación de los vegetales o fermentados, sobre todo si la modificación genética afecta al consumidor.

— Los consumidores están unánimemente a favor del etiquetado de estos alimentos.

En resumen, los alimentos transgénicos son una realidad incuestionable que en la actualidad constituyen un problema económico en Europa. Todos los colectivos implicados en el debate sobre su comercialización tienen sus intereses: las compañías multinacionales que los venden y lo quieren hacer cuanto antes, las organizaciones ecologistas con estructura de multinacional que se oponen a su comercialización, los científicos que trabajan en organismos públicos y ven peligrar su tema de trabajo, y los periodistas que han encontrado en este tema un filón de noticias sensacionalistas.

¿Qué hará el consumidor? Es difícil de predecir, pero es indudable que su posición dependerá de la respuesta de la clase política europea a la presión social de los grupos que se oponen y a la presión económica de las compañías productoras, de la posición que adopten los medios de comunicación y de la posible aparición en el mercado de alimentos transgénicos cuya mejora favorezca claramente al consumidor e implique beneficios sanitarios (por ejemplo, un trigo con poco gluten). En cualquier caso merece la pena finalizar estas líneas preguntando: ¿podemos mantenernos al margen de estos desarrollos? Ⓢ

# Noticias

|                                      |    |                                   |    |
|--------------------------------------|----|-----------------------------------|----|
| ● Consejo de Seguridad Nuclear ..... | 40 | ● Centrales nucleares .....       | 46 |
| ● Información general .....          | 41 | ● Investigación y desarrollo..... | 48 |
| ● Principales acuerdos del CSN ..... | 42 | ● Publicaciones .....             | 48 |

## ● CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

### Convenio de colaboración con el Gobierno vasco y la Universidad del País Vasco

El día 28 de diciembre se firmó el convenio de colaboración entre el Consejo de Seguridad Nuclear, la Comunidad Autónoma del País Vasco y la Universidad del País Vasco, para la cesión mutua de datos de las estaciones automáticas de vigilancia radiológica situadas en esta comunidad, concretamente de la estación de San Sebastián, de la que es titular el CSN, y de las estaciones de Vitoria y Bilbao, de las que es titular el Gobierno vasco. La operación de estas estaciones correrá a cargo de la Universidad del País Vasco.

Estas estaciones se suman a la red propia del Consejo compuesta por 25 estaciones y a las estaciones de las comunidades autónomas de Cataluña y Valencia, con las que el Consejo tiene igualmente acuerdos para la utilización de los datos de sus redes de vigilancia radiológica ambiental.

Las estaciones automáticas disponen de instrumentación para medir en operación continua y transmitir directamente a la sala de emergencias del CSN (Salem) variables radiológicas (tasas de dosis de radiación gamma, yodos, aerosoles alfa y beta, y concentración de radón en aire) y variables meteorológicas (precipitación, presión, temperatura, humedad, velocidad y dirección del viento, y presión atmosférica).

### Ponencia de protección radiológica del Consejo Interterritorial de Salud

El día 7 de febrero se celebró la reunión semestral de la Ponencia de protección radiológica del Consejo Interterritorial de Salud, con asistencia de representantes del Ministerio de Sanidad, del Insalud, del Instituto de Salud Carlos III, del CSN y de las comunidades autónomas con competencias transferidas en materia de salud pública.

La ponencia se creó en el año 1997 a iniciativa del CSN y tiene como finalidad debatir los asuntos que son de interés común a todas las administraciones sa-

nitarias, así como la elaboración de propuestas de actuación que son elevadas, para su aprobación, al Consejo Interterritorial de Salud.

### Reuniones de seguimiento de acuerdos de encomienda

En los meses de diciembre y enero se han celebrado las reuniones anuales de las comisiones mixtas de seguimiento previstas en los acuerdos de encomienda firmados con el País Vasco, Cataluña y Valencia. En estas reuniones se analizó la ejecución de las actividades previstas para el año 2000, constatándose el alto grado de eficacia en el desarrollo de las actividades encomendadas, a la vez que se hizo la programación de las actividades para el año 2001.

### Conferencias en el CSN



Bernard Tissot (izquierda), durante su conferencia en el CSN.

M. Bernard Tissot, presidente de la Comisión Nacional de Evaluación de la Gestión de los Residuos de la Asamblea Nacional de Francia, ofreció una conferencia en el CSN, el pasado 15 de febrero, con el título *The French Law in Nuclear Waste Management*. En su conferencia hizo una interesante exposición de las funciones que cumple la comisión legislativa que preside y de los avances que se habían producido en el país vecino en torno a la investigación sobre la gestión de los residuos radiactivos con la aprobación, en diciembre de 1991, de la ley sobre investigación y gestión de los residuos radiactivos. En esta ley se establecían tres vías paralelas de investigación: separación y transmutación, procesos de acondicionamiento

de residuos y construcción de dos laboratorios subterráneos para el estudio de formaciones geológicas profundas susceptibles de recibir una instalación de almacenamiento definitivo.

### Visita del presidente de la ICRP

El profesor Clarke, director del National Radiological Protection Board (NRPB) del Reino Unido y presidente de la International Commission on Radiological Protection (ICRP), visitó el CSN antes de asistir a una jornada abierta, organizada por la Sociedad Española de Protección Radiológica, en la sede del Ciemat, el 20 de febrero. Durante la misma, presentó en el Consejo su última propuesta para iniciar el desarrollo de unas nuevas recomendaciones de la Comisión.

### Visita del director general de Medio Ambiente de Portugal

A invitación del presidente del CSN, el nuevo director general de Medio Ambiente de Portugal, Sr. Gonçalves, visitó el 5 de febrero el CSN, para mantener reuniones con el objetivo de revitalizar las relaciones bilaterales previstas en el acuerdo de cooperación y que, por motivos de reorganización en el lado portugués, se habían interrumpido desde 1999. Se retomaron algunos temas del acuerdo y se propuso celebrar la reunión bilateral dentro del primer semestre del presente año en España.



Reunión de WENRA con reguladores de países del Este en París.

lizando el informe WENRA como documento de referencia. El informe con las recomendaciones para cada país candidato, debe estar finalizado en el mes de marzo para ser discutido en la cumbre europea de Göteborg en junio.

### Reunión del grupo CONCERT

El vicepresidente del CSN, Aníbal Martín, presidió por última vez la reunión del grupo CONCERT celebrada en Bruselas los días 15 y 16 de febrero, en la que se hizo una recapitulación de los progresos alcanzados durante su mandato, iniciado en diciembre de 1997, y los retos pendientes. Entre los avances más significativos, se refirió a la consolidación del grupo como único foro de reguladores europeos donde están presentes los países de Europa del Este y de la antigua Unión Soviética, al progreso en la discusión e intercambio de experiencia de aspectos claves de la regulación de la seguridad nuclear, al incremento de la transparencia y equilibrio en el diálogo, a la mejora de la comprensión de los diferentes regímenes reguladores, así como acrecentar la visibilidad del grupo. Entre los retos que requieren, en su opinión, una atención preferente en el futuro, destacó el papel esencial de CONCERT para asegurar la efectividad de los programas de asistencia de la Comisión Europea a los países del este de Europa.

Durante la reunión se inició la discusión sobre el mantenimiento de la competencia en los organismos reguladores. Se discutieron asimismo las novedades de cada uno de los países participantes, entre los que cabe destacar los cambios de competencias del organismo regulador ruso, la independencia del organismo regulador ucraniano y los cambios de estructura en el organismo regulador húngaro tras la IRRT.

### Convención OSPAR

Del 15 al 19 de enero de 2001 tuvo lugar en Tromsø (Noruega), la reunión anual del Comité de Sustancias Radiactivas (RSC) de la Convención OSPAR para la protección del medio ambiente marino del Atlántico Noroeste. Asistieron los 11 países firmantes de la con-

## ► INFORMACIÓN GENERAL

### Misiones IRRT

A petición de los Gobiernos que participan en el OIEA, esta institución organizó dos IRRT (International Regulatory Review Team) a los organismos reguladores de Méjico, en enero, y de Tailandia, en febrero, en las que participaron dos miembros del CSN. Uno de los temas clave de dichas misiones era analizar la cuestión de independencia de estos organismos reguladores. Las conclusiones a estas misiones serán publicadas por el OIEA en los próximos meses.

### Evaluación de seguridad en los países candidatos a la UE

La presidencia francesa presentó un informe en diciembre de 2000 con una recomendación al Consejo de Europa, planteando la creación de un grupo *ad hoc* que realizara la evaluación de la situación de la seguridad nuclear en los países candidatos a incorporarse a la Unión Europea. Dicho grupo, que ha empezado a trabajar este año, está constituido por especialistas en seguridad nuclear de los miembros de WENRA (Asociación de Reguladores Nucleares de Europa Occidental), el CSN entre ellos, y del resto de los países de la UE. Se ha definido un método de trabajo similar al utilizado en la Convención de Seguridad Nuclear, uti-

## PRINCIPALES ACUERDOS DEL CSN

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

### Instrucciones complementarias para centrales nucleares

El Consejo ha emitido instrucciones complementarias a todas las centrales nucleares para la aplicación de la Guía de Seguridad 1.11 del CSN, denominada *Modificaciones de diseño en centrales nucleares*. Esta guía determina todo el procedimiento a seguir por los titulares de estas instalaciones para la implantación de modificaciones de diseño, en desarrollo de lo establecido en el capítulo IV del título II del Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas.

Las instrucciones del Consejo recogen las modificaciones más urgentes que se han detectado en la aplicación de la citada guía y que, por tanto, no pueden esperar a que se efectúe la revisión de la misma.

### Programa de investigación CAMP

El Consejo ha acordado la firma de un acuerdo con la NRC para el desarrollo del programa CAMP, promovido por la Nuclear Regulatory Commission

de Estados Unidos. Este programa está relacionado con la investigación termohidráulica y tiene como objetivo la validación y mejora de los códigos termohidráulicos de los reactores de agua ligera, códigos utilizados en tareas de evaluación y licenciamiento de centrales nucleares.

El Consejo ya había participado en etapas anteriores de este proyecto, iniciado el 12 de febrero de 1998, y ha acordado firmar un acuerdo que cubra desde la firma hasta el 31 de agosto de 2003.

### Plan de mejora de las instalaciones del Ciemat

El Consejo ha dado el visto bueno general al plan director del plan integrado para la mejora de las instalaciones (PIMIC) del Ciemat.

### Propuesta de sanción a propietarios de pararrayos radiactivos

A solicitud de la Dirección General de Política Energética y Minas, del Ministerio de Economía, el Consejo ha elaborado un informe sobre la calificación como infracción, a la luz de la legislación vigente, de la tenencia de pararrayos radiactivos.

Por Real Decreto 1428/86, de 13 de junio, modificado por el Real Decreto 903/87, de 10 de julio, se daba un plazo a los poseedores de pararrayos radiactivos para que se retiraran tales equipos. Transcurrido el plazo, algunos propietarios ponen dificultades a dicha retirada por parte de Enresa.

El informe del Consejo señala que el riesgo radiológico de un pararrayos individual es escaso, y por tanto la infracción puede calificarse como falta leve al ser tipificado, según el artículo 64.2.1.b) del Reglamento de protección sanitaria contra las radiaciones ionizantes, como un incumplimiento de una prescripción legal que carece de trascendencia grave para la protección radiológica, mientras los pararrayos no se encuentren deteriorados y se mantengan instalados en su lugar de origen.

### Laboratorios para el control radiológico medioambiental

El Consejo ha acordado la prórroga de los acuerdos específicos con 20 laboratorios nacionales para el programa de vigilancia radiológica ambiental en todo el territorio durante el año 2001. El coste, para el CSN, supera los 110 millones

vención, incluyendo una delegación del CSN. Los temas más destacados de esta reunión incluyeron aspectos concretos de la estrategia OSPAR, definida en Sintra en 1998, para cumplir los objetivos de la Convención en materia de sustancias radiactivas. En dicha estrategia se estableció, entre otros, el objetivo de reducir las descargas, emisiones y pérdidas de sustancias radiactivas, de manera que la concentración adicional de sustancias radiactivas artificiales en el medio ambiente marino sea para el año 2020 prácticamente nula respecto a los valores históricos. Durante

la reunión se crearon tres grupos de trabajo para establecer el concepto de *situación de partida* en las descargas, concentración de sustancias radiactivas en el mar y dosis a miembros del público.

### Reunión de INRA

Del 1 al 2 de marzo se celebró en Londres una nueva reunión de INRA (Asociación Internacional de Reguladores Nucleares), a la que asistió una delegación del CSN encabezada por su presidente. La reunión se inició con las presentaciones de cada uno de los países,

de pesetas. Igualmente, se ha acordado la prórroga de los acuerdos con 6 laboratorios que realizan el control de los planes de vigilancia radiológica ambiental efectuados por los titulares de las instalaciones nucleares y del ciclo, por un importe total de más de 20 millones de pesetas.

#### **Autorización de desmantelamiento de la Planta Elefante**

El Consejo ha informado favorablemente la solicitud de desmantelamiento de la Planta Elefante, de concentrados de uranio, ubicada en Saelices el Chico, Salamanca. Esta instalación, en situación de parada por resolución de la Dirección General de la Energía de fecha 13 de diciembre de 1993, va a ser desmantelada y los terrenos sometidos a un proceso de recuperación ambiental. El desmantelamiento se llevará a cabo en dos fases, la primera de las cuales acabará con las obras de restauración de la superficie, mientras que la segunda comprenderá un programa de vigilancia ambiental para la clausura, programa que deberá ser apreciado favorablemente por el Consejo. El CSN ha emitido instrucciones técnicas complementarias que cubren detalles del programa de desmantelamiento.

#### **Vigilancia radiológica de aguas**

El Consejo ha renovado su acuerdo con el Centro de Estudios y Experimentación (Cedex) del Ministerio de Fomento, para la vigilancia de los niveles de actividad en aguas continentales y costeras para el año 2001. El coste total del acuerdo, para el CSN, asciende a más de 36 millones de pesetas.

#### **Instrucciones técnicas complementarias a los servicios de dosimetría personal interna**

Como consecuencia de la última campaña de intercomparación de resultados, realizada por los servicios de dosimetría personal interna, el Consejo ha establecido instrucciones complementarias a todos los servicios autorizados, sustituyendo el nivel de registro fijado en dichas autorizaciones, una centésima del límite de incorporación anual, por una dosis efectiva comprometida de 1 mSv/año, de acuerdo con lo recomendado en la publicación de la Comisión Internacional de Protección Radiológica, *ICRP-78*.

#### **Instalaciones radiactivas científicas, médicas, agrícolas, comerciales o industriales**

En las reuniones celebradas entre el 1 de diciembre de 2000 y el 28 de febrero de 2001, el CSN

ha adoptado las siguientes resoluciones relativas a instalaciones radiactivas: 20 informes para autorizaciones de funcionamiento de nuevas instalaciones y 53 informes para autorizaciones de modificación de instalaciones previamente autorizadas; 13 informes para la declaración de clausura; cuatro propuestas de apertura de expedientes sancionadores; un informe para la autorización de retirada de material radiactivo por Enresa; nueve informes para la autorización de empresas de venta y asistencia técnica de equipos de rayos X para radiodiagnóstico médico, y tres informes para la aprobación de tipo de equipos radiactivos.

#### **Resolución de subvenciones del Consejo**

El Consejo ha aprobado, en su reunión del día 21 de febrero, la Resolución de subvenciones dirigida a entidades públicas e instituciones sin fines de lucro para la realización de actividades relacionadas con la seguridad nuclear y la protección radiológica, tales como congresos, seminarios, jornadas, publicaciones y otras similares. La resolución fue publicada en el Boletín Oficial del Estado de 20 de marzo de 2001. Los interesados pueden conseguir más información en la página *web* del Consejo: [www.csn.es](http://www.csn.es).

donde cabe destacar los cambios organizativos de los organismos reguladores de Francia, Japón y España, el próximo arranque de las centrales de Ontario Hydro en Canadá, el impacto de la crisis de California en temas de regulación a largo plazo en EEUU, y los estudios llevados a cabo en Suecia para determinar el emplazamiento de almacenamientos definitivos.

Durante la reunión se aprobó el documento de los conceptos básicos de la regulación y se discutieron los nuevos retos que puede plantear un nuevo programa de centrales nucleares. Finalmente se acordó

la creación de dos grupos de expertos, uno de los cuales deberá informar en la próxima reunión sobre metodologías para analizar el impacto en la seguridad nuclear de la organización del explotador y otro para coordinar la estrategia para la Convención de Seguridad Nuclear.

#### **Reunión de WENRA**

En los días 15 y 16 de Marzo se celebró una reunión de WENRA (Asociación de Reguladores Nucleares de Europa Occidental), a la que asistió una delegación

del CSN encabezada por su presidente. Entre los temas que se trataron destacan el informe solicitado por la Dirección General de Energía de la Comisión, sobre los criterios utilizados por WENRA en su valoración de la situación de la seguridad nuclear en los países candidatos a la ampliación de la Unión Europea, y las actividades internas de armonización en la regulación de centrales nucleares y de la gestión de residuos radiactivos. También se desarrollaron actividades dentro del Grupo de Cuestiones Atómicas para aprobar las conclusiones del informe WENRA y las actividades futuras relacionadas con dicho informe.

## VI Reunión del Foro de Reguladores Nucleares Iberoamericanos



Los miembros del Foro de Reguladores Nucleares Iberoamericanos en la Sala de Emergencias del CSN.

De acuerdo con lo decidido en la V reunión del Foro celebrada en La Habana en julio de 2000, la VI tuvo lugar en Madrid, en la sede del CSN, los días 26 y 27 de marzo. Los participantes pasaron revista a las lecciones aprendidas en la misión IRRRT al organismo regulador mejicano, y debatieron las experiencias adquiridas y los proyectos comunes de colaboración en las áreas de respuesta ante emergencias y licenciamiento de instalaciones de almacenamiento de residuos. Igualmente se compartieron los enfoques para los informes nacionales que deben ser presentados en septiembre de este año, en relación con la Convención sobre Seguridad Nuclear. La reunión finalizó con una visita a la central nuclear de Trillo el día 28.

## Congreso internacional ALARA

Entre el 3 y el 7 de febrero se celebró un congreso internacional ALARA en Anaheim, California (EEUU), conjuntamente con la reunión anual de la Health Physics Society de Estados Unidos. La reunión se enmarca dentro de las actividades organizadas por el Centro Técnico Regional Norteamericano del ISOE (Sistema de Información de Exposiciones Ocupacionales). Asistieron 430 expertos de 16 países, in-

cluyendo Alemania, Bélgica, Brasil, Canadá, Corea, España, Estados Unidos, Francia, Reino Unido y Suecia.

Durante la apertura del congreso, el vicepresidente del Consejo de Seguridad Nuclear, Aníbal Martín, pronunció un discurso titulado *Los retos de la protección radiológica en la gestión de las plantas nucleares en el umbral del siglo XXI*, al haberle concedido la Health Physics Society la distinción 2001 Morgan Memorial Lecturer. En su discurso, se refirió a los retos que plantea el nuevo marco de liberalización del sector eléctrico en el ámbito internacional, a la vez que expresó su confianza en que continuarán progresando los niveles de calidad desarrollados por las instalaciones, de los que la protección radiológica es un indicador esencial. El seminario contó, además, con una participación destacada de técnicos en la materia del Consejo.

## Informe de la Comisión Europea sobre riesgos del uranio empobrecido

Ante las informaciones aparecidas en los medios de comunicación de todo el mundo, que sugerían una posible relación entre el uso militar de uranio empobrecido en Kosovo y la aparición de determinadas patologías en las fuerzas de la KFOR desplegadas en aquel territorio, el pasado 6 de marzo la Comisión Europea hizo público un informe sobre la cuestión. El trabajo ha sido elaborado por el Grupo de Expertos del Artículo 31 del Tratado Euratom, formado por científicos expertos e independientes, entre los que se incluyen especialistas del CSN.

Sobre la base de la información disponible, el informe concluye que no cabe esperar la ocurrencia de efectos evidentes en la salud de las personas (como cáncer) por una exposición a uranio empobrecido en concentraciones como las producidas a raíz del conflicto militar de Kosovo. En particular, y puesto que el uranio no tiene tendencia a acumularse en los órganos productores de células sanguíneas (médula ósea), su susceptibilidad para inducir leucemia es muy inferior a la correspondiente a otros tipos de cáncer.

Aunque los expertos consideran que no es absolutamente descartable algún tipo de efecto combinado en una exposición simultánea a radiaciones y agentes químicos tóxicos o carcinogénicos, no hay evidencias científicas sólidas que apoyen dicha hipótesis; de hecho, no se han encontrado razones para pensar en que la acción de esos agentes químicos pudiera afectar a lo indicado en las dos conclusiones anteriores.

Por último, el informe estudia la posibilidad de que la presencia de uranio empobrecido en el medio ambiente propicie su transporte a la cadena alimentaria. Sin embargo, y tras analizar distintos escenarios de exposición (agua, alimentos, etcétera), se considera que las dosis que recibirían las personas serían extremadamente bajas.

Por su parte, el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) ha enviado una misión a la zona para evaluar las consecuencias del uso del uranio empobrecido sobre las personas y sobre el medio ambiente. El informe correspondiente fue hecho público a mediados de marzo y puede consultarse en la página web del OIEA: [www.iaea.org](http://www.iaea.org).

Aunque el CSN carece de competencias sobre el uso militar de elementos radiactivos, ha asesorado al Ministerio de Defensa sobre los aspectos radiológicos del problema. Esta colaboración ha dado lugar a la elaboración de amplia documentación técnica y a la celebración de varias reuniones en las que el Consejo informó a las autoridades militares sobre las características radiológicas del uranio empobrecido, los efectos que produce su incorporación al organismo y la vía adecuada para evaluar las dosis que pudieran haber recibido las personas que estuvieron en el área del conflicto.

### Foro sobre protección radiológica en el medio hospitalario

El día 19 de enero tuvo lugar una reunión del CSN con representantes de la Sociedad Española de Protección Radiológica y de la Sociedad Española de Física Médica para la constitución del Foro de Trabajo sobre Protección Radiológica en el Medio Sanitario.

Ambas sociedades tienen un carácter científico y su objetivo es agrupar a todos los profesionales españoles en sus respectivas materias de interés y cuentan con un número significativo de asociados cuya actividad profesional se desarrolla en los temas de protección radiológica asociados al diseño, licenciamiento, construcción y funcionamiento de las instalaciones radiactivas presentes en el medio hospitalario.

El objetivo de este foro es facilitar un diálogo permanente entre el CSN y los profesionales, que favorezca la mejora de la seguridad y la protección radiológica en las instalaciones radiactivas del medio hospitalario y de la eficacia del funcionamiento de las mismas.

En esta primera reunión se identificaron temas técnicos de interés común sobre los que podrán constituirse grupos de trabajo conjuntos en los próximos meses.

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

En el anterior número de *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 noviembre de 2000 a marzo de 2001, el CSN ha continuado aplicando el programa de vigilancia radiológica ambiental establecido en la comarca del Campo de



El submarino nuclear británico *HMS-Tireless*.

Gibraltar, utilizando tanto medios propios (red automática Revira y laboratorios concertados) como 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 han sido normales e indicativos del fondo radiológico habitual en la zona.

El CSN ha continuado recibiendo informes diarios y semanales del Panel Regulador Nuclear de la Armada británica (CNNRP) sobre el estado del reactor del submarino, los avances en la reparación y la vigilancia radiológica efectuada dentro y fuera del mismo por las autoridades británicas. A su vez, el Consejo continúa elaborando informes diarios sobre los resultados de la vigilancia radiológica ambiental, e informes semanales sobre el estado del reactor y las actividades de reparación, que se remiten al Portavoz del Gobierno y a la Dirección General de Protección Civil.

Durante estos meses se ha mantenido las reuniones periódicas del grupo técnico hispano-británico, creado por los Gobiernos de ambos países para el seguimiento de la reparación, en el que participan, por parte española, el CSN, la Dirección General de Protección Civil, los ministerios de Defensa y Asuntos Exteriores y el Portavoz del Gobierno. Entre los meses de noviembre y marzo el grupo se ha reunido en ocho ocasiones, una de las cuales se mantuvo en las instalaciones de la fábrica de motores marinos de la Rolls-Royce en Derby, Reino Unido, donde se recibió información directa sobre la pieza diseñada para la reparación de la avería del circuito primario del submarino y sobre los prototipos que se prepararon para la cualificación de la pieza y su soldadura a la línea del primario.

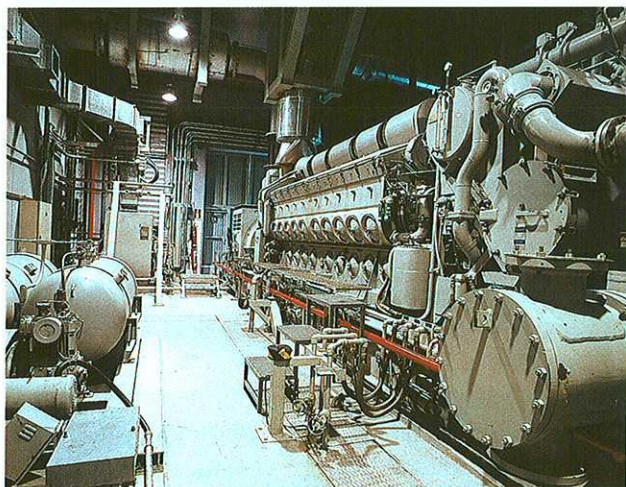
A mitad del mes de marzo había finalizado satisfactoriamente el pulido del interior de la zona que ha sido soldada y se habían efectuado las radiografías previstas para verificar la validez de los trabajos realizados, que han sido aprobados técnicamente.

El programa de reparación elaborado por la Armada británica, en su versión de mediados del mes de marzo, prevé que la fase de reparación del submarino esté concluida a finales del mismo mes y que la prueba hidrostática se realice cuando concluyan las últimas comprobaciones técnicas necesarias para llevarla a cabo. El CSN espera estar en esta prueba y además, durante este proceso, mantendrá sus actividades de vigilancia radiológica, seguimiento de la reparación e información.

## ▶ CENTRALES NUCLEARES

*La información correspondiente a cada una de las centrales nucleares se refiere a los meses de diciembre, enero y febrero pasados.*

### José Cabrera



Central nuclear José Cabrera.

La central funcionó durante estos meses sin incidencias destacables.

El CSN ha apreciado favorablemente las modificaciones implantadas en el sistema de refrigeración de la piscina de combustible, tras la sustitución de los bastidores. También ha informado favorablemente la revisión número 34 de las especificaciones técnicas de funcionamiento, en las que se adecuan las pruebas de los filtros de carbón activo a lo requerido en la carta genérica de la NRC 99-02, se modifica el tiempo permitido de indisponibilidad de la turbobomba de agua de alimentación auxiliar y la indicación de posición de las válvulas de alivio del presionador y de sus válvulas de aislamiento, de acuerdo a lo indicado en la carta genérica 83-37.

Durante este periodo se realizaron cuatro inspecciones a la central.

### Santa María de Garoña

La central funcionó durante estos meses sin incidencias destacables.

El CSN informó favorablemente la solicitud de autorización de almacenamiento de combustible de diseño GE-14 en la piscina de combustible irradiado, que se empleará en el próximo ciclo de operación, y la revisión 17 del estudio de seguridad asociada.

Se ha informado favorablemente la revisión 44 de las especificaciones técnicas de funcionamiento, que afecta a la acción de la especificación relativa a la cámara de supresión de presión en las condiciones de operación 4 (parada fría) y 5 (recarga). Se facilitan con ello las acciones de limpieza de la propia cámara y la inspección de los filtros de succión de los sistemas de refrigeración de emergencia de la central.

También se ha informado favorablemente la autorización del servicio de dosimetría personal interna de la central.

Durante este periodo se realizaron seis inspecciones a la central.

### Almaraz

La central funcionó durante estos meses sin incidencias destacables. Únicamente cabe mencionar una parada automática de la unidad II, el día 27 de febrero, que se describe brevemente a continuación.

La central estaba suministrando una potencia eléctrica de 969 MWe cuando se produjo la parada automática del reactor por la apertura del interruptor principal de disparo del reactor, debido a un error en la realización del procedimiento de vigilancia relativo al ensayo funcional de los disyuntores de disparo de reactor. Todos los sistemas de seguridad funcionaron correctamente.

Durante este periodo se realizaron dos inspecciones a la central.

### Ascó

La central funcionó durante estos meses sin incidencias destacables.

El CSN ha informado favorablemente la propuesta de revisión del manual de vigilancia de los movimientos del terreno de Ascó II. Con esta revisión, la aprobación de las futuras revisiones del manual correrá a cargo de la propia central, al haberse incluido en su reglamento de funcionamiento el control y aprobación de los cambios del mismo.

La unidad II inició la parada de recarga de combustible el día 24 de febrero.

Durante este periodo se realizaron cinco inspecciones a la central.

### Cofrentes

La central funcionó durante estos meses sin incidencias destacables, aunque durante este periodo se ha producido una parada automática del reactor y una reducción de potencia para desacoplarse de la





Central nuclear de Cofrentes.

red eléctrica, las cuales se describen brevemente a continuación.

El día 21 de enero, estando la central operando al 100% de la potencia térmica ampliada (3.015 MWt), con todos los sistemas de seguridad operables, se produjo la transferencia a baja velocidad de las dos bombas de recirculación y parada automática del reactor por alta potencia térmica. La causa de la transferencia a baja velocidad fue el fallo de un relé del sistema de control de agua de alimentación, que causó la fusión de dos fusibles, los cuales, a su vez, provocaron una señal ficticia de nivel 3 (bajo nivel, disparo) en el reactor, originando la transferencia a baja velocidad de las citadas bombas. Ello condujo a la entrada en la zona de exclusión del mapa potencia-caudal, con la actuación de las tarjetas digitales de referencia de disparo en función del caudal.

El día 20 de febrero, estando la central operando al 100% de la potencia térmica ampliada, con todos los sistemas de seguridad operables, se detectó durante una ronda periódica que el nivel de aceite del tanque del sistema electrohidráulico de turbina había descendido 0,72 centímetros desde la ronda del turno anterior. Se localizó una fuga en la línea de suministro de aceite a la válvula de control de turbina número 3, y se inició un descenso de potencia hasta 682 MWt y posterior desacoplamiento del generador, para reparar la fuga. Ese mismo día el generador volvió a quedar acoplado a la red eléctrica.

El CSN ha informado favorablemente la desclasificación de residuos inertes (lodos) de muy baja actividad procedentes de las balsas y tanques de vertidos, los cuales sólo podrán ser gestionados mediante su evacuación en el vertedero de residuos inertes de Peña Lisa, para el que el titular tiene la correspondiente autorización. Este vertedero deberá permanecer en la zona bajo control del explotador como mínimo hasta el año 2020.

El CSN ha informado favorablemente la aprobación de las especificaciones técnicas de funciona-

miento mejoradas, las cuales entrarán en vigor antes de finalizar el año 2002. Las especificaciones mejoradas suponen un cambio global de las especificaciones técnicas de funcionamiento, y es el resultado del programa desarrollado por el grupo de propietarios español de centrales con reactor de agua en ebullición para la optimización de las especificaciones de funcionamiento.

El CSN ha informado favorablemente la renovación de la autorización de explotación de la central por un periodo de diez años. Para ello ha evaluado el análisis probabilista de seguridad y la revisión periódica de la seguridad presentados junto con la solicitud. Dentro de las evaluaciones necesarias para informar la autorización de explotación, se han evaluado asimismo el análisis de la experiencia operativa y el comportamiento de los equipos y sistemas de seguridad desde el inicio de la explotación de la central, así como su adaptación a las exigencias de la normativa nacional y del país origen del proyecto (EEUU). Se han analizado también los programas de mejora de seguridad en curso. El CSN concluyó que la central está en condiciones de afrontar su explotación por el periodo de tiempo solicitado de 10 años, y consideró necesario, como en otras ocasiones, la emisión de instrucciones técnicas complementarias para un mejor cumplimiento de las condiciones asociadas a la autorización. No obstante lo anterior, la seguridad de la central será examinada por el CSN de forma continuada y permanente.

Durante este periodo se realizaron tres inspecciones a la central.

### Vandellós II

La central funcionó durante estos meses sin incidencias destacables. Durante este periodo se ha producido una parada de la central, que se describe a continuación.

Estando la central operando a una potencia térmica de 120 MWt, el día 14 de febrero se inició una parada ordenada de la central, hasta parada fría, desacoplándose de la red eléctrica para comprobar las causas de la aparición de la alarma de alto nivel de aceite en el cojinete superior de la bomba principal del lazo C.

Durante este periodo se realizaron cinco inspecciones a la central.

### Trillo

La central funcionó durante estos meses sin incidencias destacables.

El CSN informó favorablemente la revisión 3 de la revisión general de las especificaciones técnicas de funcionamiento, que afecta a la especificación relativa a las fuentes de corriente alterna, para incluir una nueva especificación sobre la capacidad de la central de alimentar sus servicios auxiliares

desde el generador principal, ante la pérdida de las fuentes de corriente alterna exteriores (paso a consumo propio).

Además el CSN ha informado favorablemente la utilización de los elementos combustibles de demostración fabricados por ENUSA en posiciones del núcleo que contengan barras de control.

Durante este periodo se realizó una inspección a la central.

## ▶ INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

### Jornada sobre combustible dentro del Proyecto Halden

El día 28 de febrero se celebró en el salón de actos del CSN una Jornada sobre combustible, dentro del proyecto Halden, dedicada a las actividades realizadas en el área de combustible, dentro del marco del proyecto. Durante la misma, se hizo un repaso de los resultados más relevantes obtenidos en los tres últimos años, y se desarrollaron las líneas generales de trabajo en este campo que se han aprobado para el próximo trienio.

El proyecto Halden, puesto en marcha por la OCDE en 1991, realiza tareas de investigación y desarrollo en tres áreas básicas: combustible, materiales e interacción hombre-máquina. El instrumento por el que se articula la participación española en este proyecto es el Convenio Nacional Halden, en el que participan Ciemat, DSN, DTN, ENUSA Y Tecnatom.

La principal función del convenio es facilitar la asimilación de la tecnología generada por el proyecto, identificando las líneas de actuación prioritarias por parte española, así como la difusión de los resultados alcanzados. Para ello, uno de los instrumentos utilizados por el convenio es la realización de jornadas técnicas con carácter periódico, como la realizada en esta ocasión, en las que se pretende dar a conocer a un amplio auditorio las actividades recientes llevadas a cabo en áreas concretas de trabajo.

### Cooperación internacional en investigación de seguridad nuclear

El CSN organizó el día 1 de marzo un Seminario sobre cooperación internacional en materia de seguridad nuclear, dirigido a los titulares de centrales nucleares, las empresas del sector nuclear, los organismos públicos y privados de investigación y los departamentos universitarios relacionados con la tecnología nuclear. El objetivo del mismo era dar a conocer temas, beneficios y aplicaciones de los proyectos de I+D con participación internacional que, dentro de los campos experimentales y computacionales de la seguridad nuclear, tienen interés tanto para el sector nuclear como para el CSN.

## ▶ PUBLICACIONES

### Nueva edición de ENATON

El 1 de diciembre de 2000 salió a la luz la nueva edición de ENATOM (*Emergency Notification and Assistance / Technical Operations Manual*). Este libro es el manual técnico de operación en caso de emergencia nuclear que deben emplear los países firmantes de la Convención de Pronta Notificación del OIEA, pudiendo ser también un documento de referencia para otros países.

Entre los cambios introducidos respecto a la edición anterior destaca la clara recomendación a los países firmantes de la Convención para que envíen, a sus homólogos en los otros países, un "mensaje de aviso" incluso cuando no lo exija la propia convención. Este mensaje podría ir preparando a las autoridades de los países vecinos para tomar las medidas oportunas si el incidente se confirmase. También se establece un sitio oficial en Internet para facilitar el intercambio de información de emergencias y se crea el ERNET (Global Emergency Response Network), compuesta por una serie de equipos en cada Estado miembro de la Convención para aportar asistencia práctica y de forma rápida en caso de una emergencia nuclear. Además, para la coordinación y clarificación de las interacciones entre los diversos Estados, en caso de emergencia, se instaura un Plan Conjunto para la Gestión de Emergencias Radiológicas desarrollado dentro del IACRNA (Inter-Agency Committee for Response to Nuclear Accidents).

### Informe UNSCEAR

Se ha publicado el informe *UNSCEAR 2000 del Comité Científico de las Naciones Unidas Sobre los Efectos de las Radiaciones*. Contiene una evaluación detallada sobre las diferentes fuentes de radiación y sobre los efectos de las mismas sobre la salud.

El informe hace un énfasis especial en las exposiciones y efectos sobre la salud derivados del accidente de la central nuclear de Chernóbil. Asimismo contiene una evaluación actualizada del riesgo de cáncer derivado de la exposición a radiaciones ionizantes, basada en la revisión de los resultados de estudios epidemiológicos y de los programas de investigación en radiobiología.

En relación con las fuentes de radiación, el informe indica que la mayor contribución a la dosis de la población mundial proviene de la exposición a las fuentes de radiación natural. Como segundo contribuyente se identifican las exposiciones debidas a las aplicaciones médicas. El informe también analiza la contribución a la dosis de otras actividades humanas como las explosiones nucleares experimentales y la producción de energía de origen nuclear. ☺