

Revista del CSN / Número 34  
I Trimestre 2005

# Seguridad Nuclear



**Las nuevas Recomendaciones  
de la Comisión Internacional  
de Protección Radiológica**

**Estudio de los delitos relativos  
a la energía nuclear**

**Una visión sobre la energía nuclear**

**Willard Frank Libby**

**Seguridad Nuclear**

Revista del CSN

Año IX / Número 34

I Trimestre 2005

**Directora**

María-Teresa Estevan Bolea

**Comité de redacción**

José Ángel Azuara Solís

Julio Barceló Vernet

Carmen Martínez Ten

Antonio Morales Plaza

Ana Villuendas Adé

**Consejo de****Seguridad Nuclear**

Justo Dorado, 11

28040 Madrid

Tel.: 91 346 04 25

Fax: 91 346 05 58

www.csn.es

**Coordinación editorial**

Senda Editorial, S.A.

Isla de Saipán, 47

28035 Madrid

Tel.: 91 373 47 50

Fax: 91 316 91 77

**Impresión**

Grafistaff, S.L.

Avenida del Jarama, 24

Polígono Industrial

de Coslada

28820 Coslada (Madrid)

Tels.: 91 673 77 14

91 673 77 97

Fax: 91 669 11 37

**ISSN:** 1136-7806**D. Legal:** M-31281-1996**Portada:** Transporte (José Ribera Moreno)

Las opiniones y conceptos recogidos en esta publicación son responsabilidad exclusiva de sus autores, sin que la revista *Seguridad Nuclear* las comparta necesariamente.

1

**Editorial**

2

**Artículos técnicos**

Las nuevas Recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica

🔗 Paloma Sendín y Carlos Gimeno

10

Estudio de los delitos relativos a la energía nuclear

🔗 Ignacio Gordillo Álvarez-Valdés

16

Una visión sobre la energía nuclear

🔗 Guillermo Leira

24

**Artículos divulgativos**

La señalización en el transporte de material radiactivo

33

**Grandes figuras de la ciencia nuclear y radiactiva**Willard Frank Libby.  
Premio Nobel de Química (1960)

35

**Actualidad**

Centrales nucleares / Acuerdos del Consejo / Instalaciones del ciclo y en desmantelamiento / Instalaciones radiactivas / Actuaciones en emergencias

45

**Noticias breves**

56

**Resúmenes**

---

# Editorial

**L**

a UNESCO declaró el año 2005 como Año Mundial de la Física. El CSN se une a esta conmemoración, ya que los conocimientos de física son de singular importancia en nuestras actividades.

También este año celebramos el centenario del año -1905- en el que Albert Einstein publicó sus primeros trabajos sobre la teoría de la relatividad, sobre mecánica cuántica y sobre las relaciones materia-energía, que son la base del desarrollo de la energía nuclear.

Es preocupante que actualmente, en el bachillerato, prácticamente no se estudie física, lo que redundará en la escasa formación con la que los alumnos que optan por esta especialidad –muy pocos y cada vez menos- llegan a la universidad.

El CSN celebrará este año el XXV aniversario de su creación y en el mes de julio desarrollaremos un curso en El Escorial en el marco de los cursos de verano de la Universidad Complutense de Madrid, en el que abordaremos algunas de las cuestiones relativas a estas disciplinas.

Como es bien sabido, el Consejo de Seguridad Nuclear rinde cuentas periódicamente a las Cortes Generales sobre sus actividades y así, la presidenta compareció en el Congreso de los Diputados el 1 de diciembre de 2004 y en el Senado el 2 de marzo de 2005, con el fin de exponer el informe sobre el año 2003, las principales actividades, incidentes y tareas en curso en el año 2004, y en el Senado, también las relativas a los dos primeros meses de este año 2005. Es muy satisfactorio para el CSN el creciente interés del Senado y su participación en las cuestiones a las que dedicamos nuestro esfuerzo, tanto en lo relativo a instalaciones nucleares como al amplio e importante ámbito de las instalaciones radiactivas y uso de las radiaciones ionizantes en medicina, industria e investigación.

Entre el 17 y 19 de enero de 2005, tuvimos en Río de Janeiro la reunión del Foro Iberoamericano de Reguladores Nucleares, con gran éxito y con un trabajo muy eficaz para todas nuestras tareas. En noviembre tendremos otra reunión en Cuba.

Este número de Seguridad Nuclear presenta tres trabajos de verdadero interés, uno sobre usos de la energía nuclear, dedicando atención especial a los reactores de los submarinos nucleares; otro al estudio de los delitos relativos a la energía nuclear, y el tercero a las nuevas Recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica. Esta última cuestión se ha debatido en el OIEA y otros organismos e instituciones, así como en todos los países, ampliamente, durante años. El artículo aborda las principales novedades de estas nuevas Recomendaciones de la ICRP y el grado de acogida de sus propuestas.

 Paloma Sendín y Carlos Gimeno \*

# Las nuevas Recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica

En breve verán la luz las nuevas bases del marco regulador de la protección radiológica a nivel internacional. Tras un amplio proceso de diálogo con los organismos reguladores y otras partes interesadas, la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) acaba de dar por concluido el plazo de comentarios externos a su Borrador de Recomendaciones

generales, paso previo a la previsible aprobación en 2006 de las nuevas Recomendaciones que sustituirán a las de 1990, que sirven de base del marco regulador vigente. El presente artículo trata de describir los motivos que han conducido a la ICRP a proponer unas nuevas Recomendaciones, las principales novedades y el grado de acogida de sus propuestas.

## 1. Antecedentes

La Comisión Internacional de Protección Radiológica (en lo sucesivo *ICRP – International Commission on Radiological Protection*) es una institución de carácter científico, independiente, y sin ánimo de lucro, encargada de avanzar el conocimiento científico en relación con las radiaciones y de asesorar internacionalmente en materia de protección radiológica.

Desde sus orígenes en el año 1928 la ICRP ha ido evolucionando en paralelo con los avances en los conocimientos científicos en la comprensión de los efectos de las radiaciones ionizantes en la materia, y en particular en el ser humano.

Su denominación actual fue adoptada en el año 1950. El órgano ejecutivo de su estructura organizativa es la Comisión Principal (*Main Commission*), compuesta por un presidente, 12 vocales y un secretario científico, renovados periódicamente conforme a las reglas de su estatuto (figura 1).

Para desarrollar su labor, la Comisión Principal cuenta con el apoyo de cuatro Comités Permanentes (*Standing Committees*), y diversos Grupos de Trabajo (*Task Groups and Working Parties*).

Con carácter periódico la ICRP efectúa Recomendaciones, basadas en el mejor conocimiento científico disponible, con el objeto de orientar adecuadamente las medidas de protección del ser humano contra las radiaciones ionizantes.

En un principio la ICRP publicaba sus Recomendaciones en el

contexto de revistas de contenido científico, siendo a partir de 1959 cuando comienza a disponer de un fondo editorial propio, que hasta la fecha cuenta con un total de 93 publicaciones de diversa índole.

Los principios de protección radiológica establecidos en las Recomendaciones de la ICRP, aun siendo de naturaleza recomendatoria, constituyen de hecho la base de la normativa internacional en esta materia, dada la consideración y el prestigio que en general se atribuye a la ICRP, por lo que suele ser habitual su traslado y desarrollo posterior en la normativa internacional del Organismo Internacional de la Energía Atómica (OIEA) y de la Unión Europea (UE), entre otros, y en las diversas legislaciones nacionales (figura 2).

\*Paloma Sendín es consejera del CSN.  
Carlos Gimeno es asesor técnico del CSN.



Figura 1. Comisión Principal de la ICRP. Primera fila, de izquierda a derecha: A. González, G.J. Dicus, J.D. Boice, R.H. Clarke, A. Sugier. Segunda fila: R. Cox, F. Mettler, B. Winkler (sustituido recientemente por J. Pentreath), L.E. Holm, Y. Sasaki, R. Alexakhin, C. Streffer, Z.Q. Pan.

## 2. Sistema internacional de protección radiológica

Las Recomendaciones generales de la ICRP, junto con aquellas de carácter más específico emitidas con posterioridad, constituyen lo que se denomina “sistema internacional de protección radiológica”, un conjunto de principios y criterios generales que componen la filosofía de protección contra las radiaciones ionizantes recomendada por la ICRP y que suele tener una gran aceptación y aplicación en todo el mundo.

“El sistema de protección radiológica desarrollado por la ICRP a lo largo de las últimas décadas, se ha hecho cada vez más complejo, por lo que la ICRP ha optado por acometer la tarea de simplificar, clarificar y consolidar en unas nuevas Recomendaciones de carácter general todo el conjunto de Recomendaciones existentes desde 1990.”

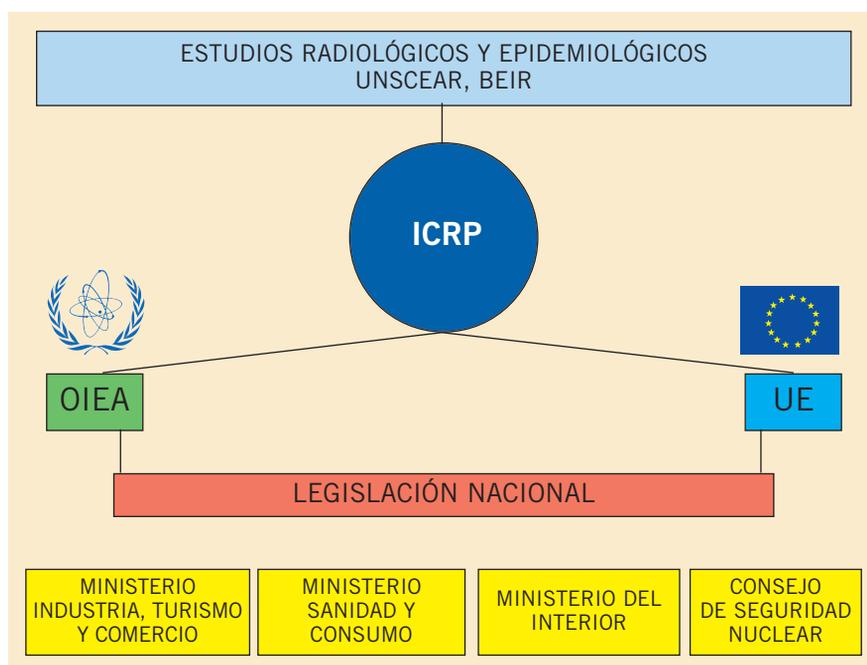


Figura 2. Proceso normativo en protección radiológica.

Cada cierto intervalo de tiempo y por lo general con una frecuencia del orden de 10 a 15 años, la ICRP ha procedido a actualizar las bases del sistema internacional de protección radiológica. De esta manera, los principios generales sobre los que se ha ido asentando su filosofía de protección han ido evolucionando en el tiempo, dando lugar a sistemas de protección radiológica, recogidos en Recomendaciones de tipo general, como las de los años 1959 (publicación nº 1), 1964 (publicación nº 6), 1966 (publicación nº 9), 1977 (publicación nº 26), y 1990 (publicación nº 60).

Las Recomendaciones de 1990 consolidaron los principios generales de protección radiológica, el principio de justificación del uso de las radiaciones, el principio de optimización de las exposiciones de los trabajadores, y el principio de limitación de dosis de trabajadores y público, poniendo énfasis especial en la limitación y la optimización de las dosis. En este contexto, la ICRP introdujo por primera vez el concepto de restricción de dosis (*dose constraint*) como elemento de referencia útil para el proceso de optimización de dosis, cuyo objeto es minimizar la exposición a las radiaciones en los trabajadores, el conocido como principio ALARA (*As low As Reasonable Achievable*).

Estas Recomendaciones de índole general, unidas a otras de carácter más específico contenidas en publicaciones posteriores, han constituido en su conjunto, como se ha mencionado anteriormente, el sistema de protección radiológica recomendado por la ICRP para cada intervalo temporal de 10 a 15 años.

## 3. Situación actual y necesidad de cambio

Las Recomendaciones de 1990 [1], junto con las Recomendaciones específicas posteriores configuran el marco de referencia actual en materia de protección radiológica (tabla 1).

► **Tabla 1. Recomendaciones de la ICRP desde 1990.**

Publicación	Año	Tema
60	1991	Recomendaciones generales de la ICRP de 1990.
61	1991	Límites anuales de incorporación de radionucleidos para trabajadores.
62	1991	Protección radiológica en la investigación biomédica.
63	1991	Principios de intervención para protección del público en emergencia radiológica.
64	1993	Protección frente a exposiciones potenciales: Marco conceptual.
65	1993	Protección frente al radón 222 en edificios y en el lugar de trabajo.
66	1994	Modelo de tracto respiratorio humano en la protección radiológica.
67	1993	Dosis por edad a miembros del público por incorporación de radionucleidos: Parte 2, Coeficientes de dosis por ingestión.
68	1994	Coeficientes de dosis por incorporación de radionucleidos para trabajadores.
69	1995	Dosis por edad a miembros del público por incorporación de radionucleidos: Parte 3, Coeficientes de dosis por ingestión.
70	1995	Parámetros anatómicos y fisiológicos básicos para uso en protección radiológica: Esqueleto.
71	1995	Dosis por edad a miembros del público por incorporación de radionucleidos: Parte 4, Coeficientes de dosis por inhalación.
72	1996	Dosis por edad a miembros del público por incorporación de radionucleidos: Parte 5, Compilación de coeficientes de dosis por ingestión e inhalación.
73	1996	Protección radiológica y seguridad en medicina.
74	1996	Factores de conversión para uso en protección radiológica frente a radiaciones externas.
75	1997	Principios generales para la protección radiológica de los trabajadores.
76	1997	Protección frente a exposiciones potenciales: Aplicación a una selección de fuentes radiactivas.
77	1997	Política de protección radiológica para el almacenamiento definitivo de residuos radiactivos.
78	1997	Vigilancia individual de exposiciones internas de trabajadores.
79	1998	Susceptibilidad genética al cáncer.
80	1998	Dosis a pacientes por administración de radiofármacos.
81	1998	Recomendaciones de protección radiológica para el almacenamiento definitivo de residuos radiactivos sólidos de larga vida.
82	1999	Protección del público en situaciones de exposición prolongada a las radiaciones.
83	1999	Estimación de riesgo para enfermedades multifactoriales.
84	2000	Radiación médica y embarazo.
85	2000	Radiología intervencionista: Como evitar lesiones por las radiaciones.
86	2000	Prevención de exposiciones accidentales de pacientes en tratamientos de radioterapia.
87	2000	Gestión de dosis de pacientes en tomografía computarizada.
88	2001	Dosis al embrión y al feto por la incorporación de radionucleidos por parte de la madre.
89	2002	Parámetros anatómicos y fisiológicos básicos para uso en protección radiológica: Niveles de referencia.
90	2003	Efectos biológicos tras irradiación prenatal (embrión y feto).
91	2003	Marco para evaluación del impacto de las radiaciones ionizantes en las especies no humanas.
92	2003	Efectividad biológica relativa, factor de calidad, y factor de ponderación de la radiación.
93	2003	Gestión de dosis de pacientes en radiología digital.

Las Normas Básicas de Seguridad del OIEA (*International Basic Safety Standards for Protection Against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources (1996) Co-sponsorship: FAO, ILO, OECD/NEA, PAHO, WHO. Safety Series No. 115*)<sup>1</sup> y la Directiva de Normas Básicas de Protección Radiológica de EURATOM en el contexto de la Unión Europea (*Council*

*Directive 96/29/EURATOM laying down the basic safety standards for the protection of the health of workers and the general public against*

*the dangers arising from ionizing radiation*) constituyen las referencias normativas vigentes más relevantes, en línea con las Recomendaciones de la ICRP de 1990. En el caso de la Directiva comunitaria, se trata de una norma vinculante a todos los efectos para los Estados miembros de la Unión Europea.

En el caso español, el sistema de protección radiológica corres-

<sup>1</sup> FAO: *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. ILO: *International Labour Organization*. OECD/NEA: *Organisation for Economic Co-operation and Development / Nuclear Energy Agency*. PAHO: *Pan American Health Organization*. WHO: *World Health Organization*.

pendiente a las Recomendaciones de 1990 de la ICRP, se recoge en un conjunto de disposiciones reglamentarias, mediante las que se trasponen los requisitos de la Directiva comunitaria mencionada anteriormente: Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas (*Real Decreto 1836/1999*), Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes (*Real Decreto 783/2001*), y Plan Básico de Emergencia Nuclear (*Real Decreto 1546/2004*).

Este sistema, desarrollado por la ICRP a lo largo de las últimas décadas, se ha hecho cada vez más complejo, por lo que la ICRP ha optado por acometer la tarea de simplificar, clarificar y consolidar en unas nuevas Recomendaciones de carácter general todo el conjunto de Recomendaciones existentes desde 1990, que supone un total de 34 publicaciones hasta la fecha. En este ejercicio, la ICRP actualiza las bases científicas y tiene en cuenta además la voluntad de introducir un marco para la protección radiológica del medio ambiente, hasta ahora inexistente.

El proceso de revisión de las Recomendaciones, iniciado por la ICRP a finales de los años 90, se ha caracterizado, por primera vez, por el diálogo y la consulta previa con los grupos de interés (*stakeholders*). Merece una mención especial el proceso de diálogo desarrollado en colaboración con la Agencia de Energía Nuclear de la OCDE [2][3], que ha dado lugar a la celebración de diversos foros de debate de las ideas de la ICRP, entre ellos el Foro de Lanzarote (abril 2003), patrocinado por el Consejo de Seguridad Nuclear, que supuso un hito fundamental en el debate de las implicaciones de las nuevas propuestas desde el punto de vista regulador (figura 3).

El borrador de Recomendaciones fue presentado por la ICRP en el marco del 11º Congreso Internacional IRPA<sup>2</sup>, celebrado en Madrid a finales del mes de mayo de 2004,



► **Figura 3.** Foro NEA/ICRP de Lanzarote patrocinado por el CSN en 2003.

“El proceso de revisión de las Recomendaciones, iniciado por la ICRP a finales de los años 90, se ha caracterizado por primera vez por el diálogo y la consulta previa con los grupos de interés .”

y expuesto a consulta pública a partir de junio de 2004 a través de la web de la ICRP ([www.icrp.org](http://www.icrp.org)). A finales de diciembre de 2004, el CSN ha remitido comentarios a la ICRP, alineados con la posición nacional consensuada en el marco de la Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR).

Con todo ello, es previsible que la ICRP apruebe próximamente las nuevas Recomendaciones, que vendrán a sustituir a las de 1990, dando lugar a un nuevo marco regulador de la protección radiológica a nivel internacional.

#### 4. Nuevas Recomendaciones

A continuación se describe brevemente el contenido de las nuevas Recomendaciones, tal y como son recogidas en el borrador de junio de 2004 [4].

A tal efecto se pueden distinguir cinco grandes capítulos: 1) las bases biológicas, 2) las magnitudes dosimétricas, 3) los principios generales

de protección radiológica, 4) la autorización y exclusión de fuentes, y 5) la protección del medio ambiente.

##### 4.1 Bases biológicas

La ICRP ha revisado extensamente la información disponible sobre los efectos biológicos de las radiaciones desde 1990.

Los efectos adversos sobre la salud de las personas debidos a las radiaciones se agrupan en dos categorías: daños celulares en tejidos u órganos, y desarrollos de cáncer y enfermedades hereditarias.

Los daños a tejidos se consideran efectos de tipo determinista, es decir, aparecen siempre que se supera un determinado umbral de radiación. Se distinguen dos tipos de manifestaciones, las tempranas y las diferidas. Las manifestaciones tempranas tienen lugar en el intervalo temporal de días o semanas, y se caracterizan por la aparición de inflamaciones en tejidos u órganos (por ejemplo, eritematosis en la piel) o bien por pérdidas celulares (por ejemplo, mucositis o escamación epidérmica). Las manifestaciones diferidas, o a largo plazo, ocurren en plazos del orden de meses o años, pudiendo ser de tipo genérico (por ejemplo, oclusión vascular con resultado de necrosis orgánica) o ser consecuencia de los daños celulares tempranos (por ejemplo, ulceraciones de mucosas con espasmo intestinal). La ICRP ha desarrollado su comprensión de

<sup>2</sup>IRPA: *International Radiation Protection Association*.

los mecanismos celulares y sobre los umbrales de dosis aplicables a los principales órganos del cuerpo humano, aunque sigue considerando que para los efectos de la protección radiológica, ningún tejido u órgano del cuerpo humano se ve afectado seriamente en caso de absorción aguda y puntual, o absorción prolongada y repetitiva, de unas pocas decenas de miligrays.

Por lo que se refiere a los efectos cancerígenos y enfermedades hereditarias derivados de las radiaciones, considerados riesgos estocásticos, la ICRP hace constar el gran avance producido desde 1990 en la comprensión de los fenómenos celulares y en la información disponible sobre el ADN<sup>3</sup>. Estos avances posibilitan una mejor correlación entre los efectos de las radiaciones y los factores de ponderación de las dosis aplicables a los distintos tipos de radiaciones. La ICRP coincide con el UNSCEAR<sup>4</sup> en que existen evidencias de que en el espectro de las bajas dosis (hasta algunas decenas de milisieverts) es razonable considerar, que desde el punto de vista científico, el riesgo de contraer cáncer crece en relación directa con la dosis absorbida en los órganos o tejidos. La disponibilidad de mayor información de tipo epidemiológico, en particular sobre los supervivientes de las bombas atómicas en Japón a mediados del pasado siglo, ha sido utilizada por la ICRP para mejorar sus estimaciones de riesgos. En base a esta información y a datos experimentales adicionales, la ICRP no ve razones para modificar las hipótesis de las Recomendaciones de 1990 en relación con el factor de reducción de riesgo (DDREF<sup>5</sup>) a aplicar a las dosis agudas para tener en cuenta la disminución del riesgo de contraer cáncer a bajas dosis y tasas de do-

sis. El enfoque sobre riesgos hereditarios también sigue siendo el mismo que en las Recomendaciones de 1990, sin embargo, la ICRP adopta ahora una nueva metodología que tiene en cuenta la posible recuperabilidad de las mutaciones y la posibilidad de mutaciones espontáneas no ligadas a las radiaciones. La nueva estimación de riesgo genérico hasta la segunda generación es del orden de 0,2% por Gray

“La ICRP ha considerado conveniente recomendar nuevos factores de conversión tisulares, en base a la reevaluación de los factores de riesgo de cáncer y enfermedades hereditarias conforme a los datos epidemiológicos existentes.”

(dos de cada mil), lo que lleva a la ICRP a rebajar el factor de ponderación de órgano para el caso de las gónadas. De acuerdo con los cálculos de la ICRP, la estimación del riesgo de reducción de la duración o de la calidad de vida debido a efectos estocásticos de las radiaciones ionizantes (detrimento de la salud), desciende del 7,3% por Sv, considerado en las Recomendaciones de 1990, al 6,5% para el conjunto de la población, y del 5,6% al 4,9% para los trabajadores.

#### 4.2 Magnitudes dosimétricas

Las magnitudes y cálculos dosimétricos son esenciales para poder evaluar la relación existente entre las radiaciones y sus efectos en el cuerpo humano. La referencia básica pa-

ra la ICRP sigue siendo la dosis efectiva en el organismo, es decir, la suma de las dosis equivalentes ponderadas en todos los tejidos y órganos del cuerpo humano a causa de irradiaciones internas y externas. La unidad de medida de la dosis efectiva es el sievert (Sv).

Al igual que en las Recomendaciones de 1990, la ICRP recurre a la aplicación de factores de conversión sobre las dosis absorbidas para calcular la dosis efectiva adquirida en el organismo de manera no aguda.

Los factores de conversión correspondientes a la naturaleza y características de la radiación incidente (factor de ponderación de la radiación), propuestos en el borrador de nuevas Recomendaciones son en esencia los mismos valores que la ICRP utilizó en sus Recomendaciones de 1990, con ligeros ajustes, como la reducción de los valores correspondientes a la radiación neutrónica y a los protones.

En el caso de los factores de conversión relativos a la naturaleza y características de los diferentes tejidos y órganos del cuerpo humano (factor de ponderación tisular, tabla 2), la ICRP ha considerado conveniente recomendar valores distintos a los del año 1990, en base a la reevaluación de los factores de riesgo de cáncer y enfermedades hereditarias conforme a los datos epidemiológicos existentes. Es de destacar el aumento del factor de ponderación correspondiente a las mamas y el descenso del correspondiente a las gónadas.

#### 4.3 Principios generales de protección radiológica

El nuevo sistema propuesto por la ICRP es considerado como una evolución natural y una clarificación de las Recomendaciones de 1990.

● Tabla 2. Factor de Ponderación Tisular.

Tejido	W <sub>T</sub>	ΣW <sub>T</sub>
Médula ósea (roja), Mamas, Colon, Pulmón, Estómago	0.12	0.60
Vejiga, Esófago, Gónadas, Hígado, Tiroides	0.05	0.25
Superficie ósea, Cerebro, Riñón, Glándulas salivares, Piel	0.01	0.05
Resto de Tejidos <sup>(*)</sup>	0.10	0.10

(\*)14 Tejidos en total.

<sup>3</sup>ADN Ácido Desoxirribonucleico.

<sup>4</sup>UNSCEAR United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation.

<sup>5</sup>DDREF: Factor de Efectividad por Dosis y Tasa de Dosis (*Dose and Dose-Rate Effectiveness Factor*).

Los tres principios generales de protección radiológica, la justificación de las radiaciones, la optimización de las exposiciones y la limitación de las dosis, continúan siendo válidos en las nuevas propuestas de la ICRP, aunque se introducen matices en cuanto a su importancia relativa y a las responsabilidades de los agentes involucrados en el proceso de protección radiológica.

De esta manera, la ICRP considera que la justificación del uso de las radiaciones, en cada caso, es una cuestión más relacionada con las propias autoridades competentes correspondientes que con el papel que se atribuye a un organismo asesor del carácter de la ICRP.

Además, la ICRP resalta en la actualidad la necesidad de centrar la atención de la protección radiológica en la protección del individuo, por lo que como principal novedad de estas nuevas Recomendaciones propone el uso del concepto de restricción de dosis (*dose constraint*, tabla 3) como herramienta esencial del sistema de protección radiológica del individuo frente a fuentes únicas (*single source*).

La restricción de dosis se define por tanto como el nivel básico obligatorio de protección del individuo respecto a una fuente única, y la ICRP propone cuatro valores tope para todo tipo de situaciones: 100 mSv/año para emergencias, 20 mSv/año para situación ocupacional normal, 1 mSv/año para el pú-

blico en condiciones normales, y 0,01 mSv/año como valor mínimo general. Corresponderá a las autoridades competentes el seleccionar los valores a aplicar en cada caso concreto, pudiendo ser inferiores a los propuestos por la ICRP.

La optimización se contempla, con carácter general, como una actuación complementaria a la aplicación de las restricciones de dosis, una vez garantizada la protección

“El uso del concepto de restricción de dosis como herramienta esencial del sistema de protección radiológica del individuo frente a fuentes únicas constituye una de las principales novedades de las nuevas Recomendaciones.”

individual a través de los valores cuantitativos de dichas restricciones de dosis. El nivel de optimización necesario deberá ser decidido caso por caso por las autoridades en colaboración con los correspondientes grupos de interés (*stakeholders*), entre ellos los titulares de las instalaciones y los propios trabajadores. Para la ICRP el valor de la dosis colectiva como indicador de protección radiológica no resulta

ya el indicador más apropiado para la toma de decisiones en el ámbito de la optimización de dosis, dada su condición de información agregada, por lo que propone en su lugar un nuevo esquema basado en la desagregación de la información, la llamada matriz de dosis (*dose matrix*), que tenga en cuenta la distribución de las exposiciones del individuo en el tiempo y en el espacio.

Los límites de dosis recomendados por la ICRP en el año 1990 se mantienen en vigor y se refieren a la suma de todas las dosis adquiridas por el individuo, bien trabajador o miembro del público, respecto a todas las fuentes de radiación controlables (*multi-source*). Constituyen por tanto una protección añadida o final, de tipo general, respecto a todo tipo de fuentes, que aplican tan solo en situaciones normales, pero no en accidentes o emergencias radiológicas.

#### 4.4 Autorización y exclusión de fuentes

La ICRP considera esencial disponer de un concepto como el de exclusión, por medio del cual se determina lo que se considera radiactivo a efectos del sistema de protección radiológica. Con ello, la ICRP trata de evitar los problemas prácticos que plantea un exceso de regulación para las fuentes radiactivas con muy bajo impacto en dosis efectiva anual o las fuentes con dificultades de control, como por ejemplo las radiaciones cósmicas o el contenido radiactivo de la mayor parte de los materiales existentes en la corteza terrestre.

A tal efecto, se define un número reducido de valores de concentración de actividad (tabla 4) para determinar las exposiciones que quedarían sujetas al ámbito de aplicación de las nuevas Recomendaciones.

Para el caso de las radiaciones de origen artificial, los valores de exclusión han sido obtenidos por la ICRP tras analizar los diferentes valores utilizados a nivel internacional, derivados del valor de

► **Tabla 3. Restricciones de Dosis.**

Restricción de Dosis (dosis efectiva máxima en mSv/año)	Situación	Colectivo
100	Emergencias	Trabajadores y público
20	Normal	Trabajadores
1	Normal	Público
0,01	Valor mínimo general	

► **Tabla 4. Niveles de Exclusión.**

Radionucleidos	Concentración de actividad (Bq/g)
Emisores $\alpha$ artificiales	0.01
Emisores $\beta$ artificiales	0.1
Origen cadena desintegración natural $^{238}\text{U}$ , $^{232}\text{Th}$	1
$^{40}\text{K}$	10

exención de 0,01 mSv/año recomendado en 1990 y coincidente con el valor mínimo aplicable a cualquier restricción de dosis en el presente borrador de ICRP. Se proponen así como valores de exclusión, 0,01 Bq/g para emisores  $\alpha$  y 0,1 Bq/g para emisores  $\beta$ .

Por lo que respecta a las radiaciones naturales, la determinación de los valores de concentración se ha efectuado teniendo en cuenta la distribución de la concentración de los radionucleidos naturales en los materiales existentes en la naturaleza, realizada por el UNSCEAR y trabajos recientes del OIEA. La ICRP propone el valor de 1 Bq/g para emisores naturales origen de cadena de desintegración radiactiva ( $^{238}\text{U}$  y  $^{232}\text{Th}$ ) y 10 Bq/g para el  $^{40}\text{K}$  presente en el cuerpo humano.

Hay que recordar asimismo que las radiaciones sujetas a estas nuevas Recomendaciones serían tan solo aquellas susceptibles de control, por lo que no entrarían en su ámbito de aplicación las radiaciones cósmicas a nivel de superficie terrestre.

#### 4.5 Protección del medio ambiente

Hasta ahora, la protección radiológica propugnada por la ICRP ha sido de naturaleza antropocéntrica, es decir, se ha centrado en la protección del ser humano. La protección del medio ambiente ha subya-

cido siempre de manera implícita en las propuestas de la ICRP, dando por sentado que la protección del ser humano llevaba consigo, de manera indirecta, la protección del medio ambiente.

El presente borrador de ICRP esboza la filosofía general aplicable a la protección de otras especies de fauna y flora, con objeto de poder demostrar el axioma de la ICRP de que la protección del medio am-

“El presente borrador de ICRP esboza la filosofía general aplicable a la protección radiológica de otras especies de fauna y flora, con objeto de poder demostrar el axioma de que la protección del medio ambiente está garantizada a través de la protección del ser humano.”

biente está garantizada a través de la protección del ser humano.

Por el momento la ICRP se limita a anunciar el futuro desarrollo de terminología, modelos dosimétricos, metodologías de análisis e interpretación de datos y efectos observados, para un número reducido de animales y plantas de referencia.

La intención es la de propiciar un enfoque de protección radiológica común y armonizado para el hombre y el medio ambiente (figura 4), asentado en las mismas bases científicas.

La ICRP aboga por un marco de protección radiológica del medio ambiente de tipo práctico y basado fundamentalmente en la consideración de niveles de concentración de actividad ambiental.

Este nuevo desarrollo de la ICRP supone un importante hito en materia de protección del medio ambiente y supondrá, una vez finalizado, una importante mejora del sistema internacional de protección radiológica y un reforzamiento de su credibilidad a nivel internacional.

#### 5. Acogida de las propuestas de la ICRP

Si bien es indudable que la ICRP ha propiciado un proceso novedoso de diálogo y consulta previa con los grupos de interés, no es menos cierto que las nuevas Recomendaciones están viéndose rodeadas de cierta polémica, ya que para muchos, la ICRP parece haber ido más allá de la anunciada simplificación, clarificación y consolidación de Recomendaciones existentes desde 1990. Esta problemática se ha puesto claramente de manifiesto al examinar el texto del borrador de la ICRP en diversas conferencias regionales, como las celebradas en Asia (*OECD/NEA Asian regional conference on the implications of the International Commission on Radiological Protection Recommendations. Tokyo, 28-29 July 2004*), América (*ICRP Public Forum sponsored by the Interagency Steering Committee on Radiation Standards, Rockville-USA, 15 September 2004*), y Europa (*EU Conference: A critical review of the draft 2005 ICRP Recommendations. Luxembourg, 4 November 2004*).

El marco regulador actual de la protección radiológica, basado en las Recomendaciones de 1990, ha entrado en vigor desde el punto de vista

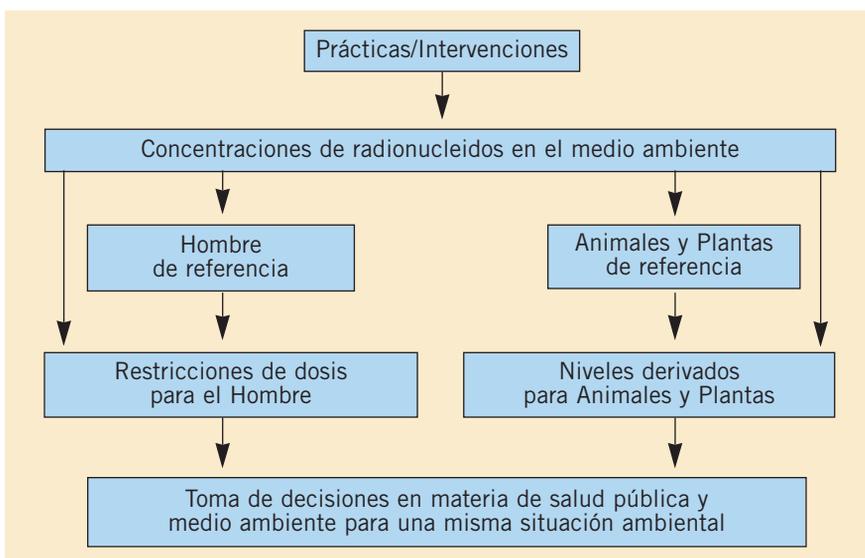


Figura 4. Enfoque de protección radiológica del hombre y del medio ambiente.

legislativo apenas a principios de los años 2000, y los países desean poder aplicar este marco algún tiempo, y poder así obtener experiencias que permitan pensar en modificaciones futuras del sistema regulador de la protección radiológica. Se entiende así que existan reticencias con respecto a las nuevas ideas de la ICRP, que exigirán de ésta aclaraciones y justificaciones convincentes para facilitar la negociación internacional para trasladar sus nuevas propuestas al marco legislativo.

Desde el punto de vista regulador, y en términos generales, existe un cierto consenso en que la ICRP debería prestar atención a determinados aspectos para propiciar la aceptación general de las nuevas Recomendaciones a nivel internacional.

En primer lugar, será necesario expresar sin ambigüedades la validez de los principios generales de la protección radiológica, a saber, la justificación de las radiaciones, la optimización de las exposiciones, y la limitación de las dosis, en el modo como fueron establecidos en las Recomendaciones de 1990, y en particular, continuar proporcionando la adecuada importancia a los principios de justificación y optimización.

Por otra parte, será preciso que la ICRP aclare el concepto de restricción de dosis (*dose constraint*) y sus implicaciones reguladoras, madure aún más el nuevo concepto de exclusión y evite simplificaciones excesivas. Resulta imprescindible evitar la posibilidad de derivaciones en la aplicación de los nuevos conceptos que supongan una pérdida de armonización en el ámbito internacional.

Por último, será necesario explicar mejor las razones para el cam-

bio y elaborar un borrador más claro y comprensible, que incluya todos los elementos esenciales del sistema de protección radiológica que continúan en vigor desde las Recomendaciones de 1990.

## 6. Punto de vista español

El sector radiológico español, en el seno de la Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR), ha consensuado a mediados de no-

“Entre otras críticas se encuentra la posibilidad de que aumente el grado de discrecionalidad de los usuarios en la aplicación de las Recomendaciones y el consiguiente aumento del riesgo de pérdida del excelente grado de armonización existente a nivel internacional.”

viembre de 2004 una “Posición Común” en relación con el borrador de Recomendaciones de la ICRP, en la que se recogen los comentarios a las diferentes propuestas (*Comments of the Spanish Radiation Protection Society to the Draft ICRP Recommendations ICRP-05. November 2004*).

El grupo de trabajo de la SEPR responsable de la elaboración del mencionado documento contó con la participación de representantes de la industria nuclear, sector hospitalario, Enresa, Ciemat y el propio CSN.

En general, la opinión del sector radiológico español, y del CSN en particular (*Comments of the Nuclear*

*Safety Council to the draft ICRP Recommendations ICRP-05. December 2004*), coincide con la impresión que las Recomendaciones han causado a nivel internacional. Las principales críticas se centran en la falta de claridad en cuanto a las bases científicas y operacionales aplicables, la carencia de documentos de base para propiciar un debate sobre la necesidad de cambios en el sistema con carácter previo al examen del texto de las nuevas Recomendaciones, la necesidad de extremar el cuidado en la terminología aplicable para evitar confusiones y problemas frecuentes, el aumento del grado de discrecionalidad de los usuarios en la aplicación de las Recomendaciones y el consiguiente aumento del riesgo de pérdida del excelente grado de armonización existente a nivel internacional.

En conclusión, se recomienda a la ICRP que reconsidere la fecha de publicación de sus nuevas Recomendaciones, de manera que se disponga de un mayor tiempo de reflexión y análisis de las propuestas a nivel internacional, que permita asegurar la introducción de mejoras en el sistema actual de protección radiológica y la resolución de las dificultades existentes en la aplicación del sistema vigente.

Desde el CSN se tiene la seguridad de que la ICRP sabrá tomar en cuenta los comentarios y sugerencias recibidos, lo que facilitará la aceptación de unas nuevas Recomendaciones que están llamadas a marcar, sin duda, una nueva época en la protección radiológica del siglo XXI. 

## Referencias

[1] ICRP *Publication 60. 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection.*

[2] NEA/ICRP *Forum on radiological protection of the environment. The path*

*forward to a new policy?. Taormina, 12-14 February 2002.*

[3] NEA/ICRP *Forum on the future policy for radiological protection. A stakeholder*

*dialogue on the implications of the ICRP proposals. Lanzarote, 2-4 April 2003.*

[4] *2005 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Draft for consultation. June 2004.*

 Ignacio Gordillo Álvarez-Valdés \*

# Estudio de los delitos relativos a la energía nuclear

En el presente artículo se exponen cuáles son las disposiciones penales ante los delitos relativos a la energía nuclear y a las radiaciones

ionizantes, así como la definición de dichos delitos, tal y como se indica en el Código Penal de 23 de noviembre de 1995.

Una de las principales novedades que introdujo el Código Penal de 23 de noviembre de 1995, que entró en vigor a los seis meses, fue incluir en el texto punitivo toda la materia penal relacionada con la energía nuclear. El Código Penal de 1995 se ha adaptado a los valores constitucionales recogidos en la Constitución de 1978, por lo que, incluso, se ha llegado a denominar “Constitución negativa” tal y como recoge su propia *Exposición de Motivos*. En un Estado de Derecho la principal garantía penal es acomodar el texto legal a los principios constitucionales tales como el derecho a un juicio sin dilaciones indebidas, al juez ordinario predeterminado por la Ley, a la asistencia letrada, la publicidad del juicio oral y, especialmente, el derecho que todos tenemos a la presunción de inocencia. Mientras no exista una sentencia condenatoria firme todos disfrutamos de la presunción de inocencia. Sólo cuando exista suficiente carga probatoria los tribunales pueden estimar en la

sentencia que ha quedado destruida la presunción de inocencia y esa persona es culpable.

La disposición Derogatoria Única del Código Penal deroga, expresamente, los artículos 84 a 90 de la Ley 25/1964, de 29 de abril, de Energía Nuclear, con lo cual toda la materia sancionadora relativa a la energía nuclear se ha introducido en el Código Penal.

En concreto, el Título XVII del Libro II del vigente Código Penal, lleva por rúbrica “de los delitos contra la seguridad colectiva”, incluyéndose bajo la misma los delitos de riesgo catastrófico, los delitos de incendio, los delitos contra la salud pública y los delitos contra la seguridad en el tráfico.

El común denominador de estos delitos o, lo que es lo mismo, el bien jurídico que, con su tipificación, se trata de tutelar, lo constituye la seguridad colectiva, tanto de las personas como de los bienes; la cual debe ser entendida como sinónimo de creación de un clima de garantía social en el que no se verán amenazados los bienes jurídicamente protegidos, ya sean individuales, ya sean colectivos. Por su parte, el Tribunal Supremo la ha

definido, en Sentencia del Tribunal Supremo de 9 de octubre de 1984, como “el derecho que todos tienen para el desenvolvimiento normal de sus vidas en paz, sosiego, bienestar y tranquilidad”; de lo que se infiere que tal seguridad colectiva es la materialización del interés en preservar a los ciudadanos ante los peligros del propio desenvolvimiento social.

Estamos, en definitiva, en presencia de delitos cuya justificación última debe ubicarse en la obligación del Estado de velar por la idoneidad de las condiciones de vida de sus ciudadanos, que le viene impuesta tanto por los artículos 1 y 10 de la Constitución, como por el capítulo III del Título I del mentado Texto Fundamental.

El citado Título XVII del Libro II del vigente Código Penal presenta importantes modificaciones respecto a su antecesor de 1973, como es la creación de una clase de delitos, relativos a la energía nuclear y a las radiaciones ionizantes, antes recogidos en leyes especiales, a los que se dedica la Sección 1ª del Capítulo 1 del Título XVII vigente (artículos 341 a 345, ambos inclusos).

\*Ignacio Gordillo es fiscal de la Audiencia Nacional y profesor agregado de Derecho Penal.

El capítulo I del Título XVII del Código Penal regula los “Delitos de Riesgo Catastrófico”, denominación con la que se hace referencia a aquellas conductas que contienen la amenaza de producir daños que por su generalidad y gravedad constituirán una catástrofe o suceso calamitoso, es decir, que conllevan el riesgo de provocar consecuencias de entidad extraordinaria.

Hasta la promulgación del Código Penal de 1995, la protección frente a conductas peligrosas resultantes del empleo de la energía nuclear se dispensaba a través de la *Ley 25/1964*, de 29 de abril, de Energía Nuclear, modificada por la *Ley 40/1994*, de 30 de diciembre, sobre Ordenación del Sistema Eléctrico y *Ley 62/2003*, de 30 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas; *2177/1967*, de 22 de julio, por el que se aprobaba el Reglamento sobre Cobertura de Riesgos Nucleares; *2864/1968*, de 24 de noviembre, sobre Señalamiento de la Cobertura exigible en materia de Responsabilidad Civil por Riesgos Nucleares; *742/1968*, de 28 de marzo, por el que se modificó el artículo 66 del Reglamento; y *Real Decreto 783/ 2001*, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes.

Los artículos 84 a 90 de aquella Ley, que incluían la vertiente penal de la regulación de esta materia, han quedado derogados en virtud de la Disposición Derogatoria Única, letra f) del vigente Código, habiéndose dado acogida a su contenido en la Sección 1ª a la que ahora dedicamos nuestra atención, practicándose, así, una supresión del tratamiento sectorial de esta materia, vía ley especial.

Los diversos tipos regulados en esta Sección tienen por objeto la tutela de la vida, la integridad y la salud de las personas, no desde un punto de vista individual, sino colectivo, frente a los riesgos poten-

cialmente catastróficos que pudieren nacer del regular empleo de esas energías. Se trata, pues, de casos en los que la tutela jurídico-penal se anticipa a la concreción del peligro, manifestándose, de esta manera, como delitos de peligro, ya sea abstracto, ya sea concreto.

No cabe pasar por alto el hecho de que nos hallamos ante un tema sobre el que existe una limitadísima jurisprudencia que, a mayor

“La justificación última de este tipo de delitos debe ubicarse en la obligación del Estado de velar por la idoneidad de las condiciones de vida de sus ciudadanos.”

abundamiento, se desarrolla en la esfera contencioso-administrativa (Sentencia del Tribunal Supremo de 19 de diciembre de 1996 y Sentencia del Tribunal Superior de Justicia de Madrid de 5 de junio de 1996) y de la cual sorprende la constatación de la no regulación de una eventual actuación penal, en su ámbito, por parte de la Administración o de sus funcionarios o autoridades.

La Ley de energía nuclear española tiene su más claro antecedente en la primera Ley alemana sobre la utilización pacífica de la energía nuclear y la protección contra sus peligros de 23 de diciembre de 1959, que seguía la técnica de la regulación en la ley penal especial.

En el momento de la publicación de la Ley de energía nuclear la doctrina, civilista y administrativa, se muestra, por lo general, satisfecha con la nueva regulación y desde algunos sectores se promueve la idea de aglutinar todas las normas relacionadas con la energía nuclear y radiaciones ionizantes en una rama autónoma del derecho designado como “derecho nuclear”. Esta opinión ha sido mantenida también en Alemania, donde incluso se ha propuesto distinguir el que se ha dado en llamar Derecho penal de la energía nuclear.

Por energía se entiende la capacidad de un sistema para producir trabajo mecánico. La energía, en este sentido puede adoptar diferentes formas. Entre las formas más habituales de manifestación de la energía están la energía mecánica, térmica, calorífica y eléctrica. Todas ellas tienden a transformarse en calor. En cuanto a las formas de obtención de la energía se podría distinguir entre energía eólica, solar, atómica o nuclear, etc.



Figura 1. Submarino nuclear. © U.S. Navy.

Energía atómica o energía nuclear es aquella que se origina como consecuencia de la interacción de partículas subnucleares que forman núcleos más estables cediendo (reacción exoenergética) o absorbiendo (reacción endoenergética) energía. Así, energía nuclear será la producida mediante transmutaciones en el núcleo de los átomos, cualquiera que sea el proceso utilizado al efecto, siempre que su resultado sea la obtención de energía en el sentido de fuerza implícita y desencadenada en el propio proceso que pueda ser utilizada para producir trabajo por el hombre. En el lenguaje no experto las expresiones energía nuclear y energía atómica suelen utilizarse como sinónimo, sin embargo, la energía nuclear no es más que una de las posibles formas de energía contenidas en los átomos.

El Código Penal opta definitivamente por el término energía nuclear frente al de energía atómica. Esta opción del legislador por el término energía nuclear implica la limitación del ámbito de aplicación de la ley penal a los procesos atómicos que afectan al núcleo de los átomos.

Hoy en día se conocen tres tipos de reacciones nucleares que generan energía:

- La desintegración radiactiva.
- La fisión nuclear o escisión de un núcleo pesado en dos o más con pérdida de masa.
- La fusión nuclear de núcleos ligeros en uno más pesado con pérdida de masa.

Pero la producción de energía nuclear es sólo parte de un ciclo energético. El ciclo del combustible nuclear se realiza en varias etapas, que van desde la extracción o enriquecimiento del uranio hasta el reciclado del plutonio 239 de los reactores autorregenerativos o su almacenamiento, todas ellas con riesgos de radiactividad. Por otro lado, también se utiliza energía nuclear para la producción de armas o explosivos nucleares (ya sean bombas de fisión, o bombas termonu-

cleares, que utilizan la fisión nuclear para producir fusión nuclear –bombas H-); para la propulsión de submarinos nucleares, de cruceros (en la marina estadounidense de la clase USS Virginia) o de portaviones.

Junto a las instalaciones o reactores nucleares para la producción de energía nuclear –sin lugar a dudas las que más rechazo popular provocan- existen multitud de ins-

“En el momento de la publicación de la Ley se promueve la idea, desde algunos sectores, de aglutinar todas las normas relacionadas con la energía nuclear y las radiaciones ionizantes en una rama autónoma del del derecho designado como *derecho nuclear*.”

talaciones radiactivas, no sólo dedicadas a la investigación o a la medicina, sino con múltiples aplicaciones, desde la conservación de alimentos hasta el transporte, etc.

Los eventuales riesgos derivados del uso de la energía nuclear se caracterizan por sus efectos catastróficos. En este sentido, son las centrales nucleares las que mayores críticas reciben. Entre los factores de riesgo en una central nuclear cabe distinguir factores externos (terremotos, hechos bélicos, sabotajes, etc), e internos (errores de proyecto, construcción, interpretaciones erróneas, etc). Pero es el factor humano, según demuestra la experiencia, uno de los factores de riesgo más importante, que comprende desde simples errores de concepción o de ejecución, a negligencias o actos motivados por intereses de diverso tipo –económicos, políticos, etc–.

Los efectos propios de los procesos de obtención de energía nuclear son constitutivos de grandes

estragos, con la destrucción de seres vivos y todo tipo de objetos como efecto inmediato y conlleva, como efecto mediato, la destrucción producida por la radiactividad liberada que se mantiene durante larguísimos periodos de tiempo.

La producción de energía nuclear conlleva la producción también de radiaciones ionizantes que no son más que otra forma de energía.

La radiación consiste en un proceso de transmisión de ondas o partículas y puede ser mecánica (cuando las ondas sólo se transmiten a través de la materia, como las ondas de sonido); o electromagnética (cuando es independiente de la materia para su propagación, aunque la velocidad, intensidad y dirección de su flujo de energía se ven influidos por la presencia de materia). La radiación electromagnética con energía suficiente para provocar cambios en los átomos sobre los que incide se denomina radiación ionizante.

Radiación ionizante es “el nombre genérico empleado para designar las radiaciones de naturaleza corpuscular o electromagnética que en su interacción con la materia producen iones bien directa o indirectamente”. De lo expuesto se deduce que también la energía nuclear produce radiaciones ionizantes. Efectivamente, como consecuencia de los procesos de fisión nuclear –desde la extracción del combustible hasta el almacenamiento de residuos nucleares– se producen radiaciones ionizantes, provocadas por la emisión de partículas de diverso signo que son liberadas del núcleo de los átomos a gran velocidad. En ello consiste la radiactividad, en la desintegración de núcleos atómicos mediante la emisión de partículas subatómicas llamadas partículas alfa y partículas beta, y de radiaciones electromagnéticas denominadas rayos X y rayos gamma.

Cuando se trata de tipificar conductas de utilización peligrosa o lesiva de radiaciones ionizantes lo

que interesa no son tanto sus efectos catastróficos propios de los estragos –como sucede con la energía nuclear– como la protección frente a una fuente de energía no perceptible por los sentidos que, en ocasiones de forma masiva, en ocasiones más individualizada, puede afectar peligrosamente a los seres vivos y a objetos inertes mediante la transferencia de energía y su ionización.

De los accidentes en relación con radiaciones ionizantes, uno de los más llamativos fue en 1990 el sufrido por el acelerador de partículas del Hospital Clínico de Zaragoza. Muy recientemente ha saltado a la prensa un nuevo caso. Presuntamente, en la planta de ACERINOX de Algeciras, que produjo una nube radiactiva, detectada en Italia y en el centro de Europa, así como contaminación en diversos puntos del territorio nacional por el traslado inadecuado de material radiactivo.

La exposición a radiaciones ionizantes de objetos inertes convierte al objeto a su vez en radiactivo e impide el uso humano a que estaba destinado, aunque aparentemente permanezca inalterable. Sin embargo, no se ocasiona la destrucción del bien en sentido físico, aunque sufre una perturbación sustancial consistente en la alteración de sus posibilidades de uso humano.

En los seres vivos, dependiendo de la dosis, las radiaciones ionizantes producen ionización al atravesar los tejidos de los organismos vivos. Dicha ionización perturba el comportamiento químico de los constituyentes de las células afectadas, algunas de las cuales pueden autorregenerarse, mientras que otras resultan irreparablemente dañadas. En ello consiste la radiotoxicidad. Las lesiones producidas por la exposición a la radiación y su gravedad dependen de la dosis, del tiempo de exposición, de la velocidad de absorción y de las características de los órganos afectados (de la sensibilidad del tejido frente a la radiación), y mientras en algu-

nos casos las consecuencias de la exposición se observan en breve espacio de tiempo, en otras ocasiones no se manifiestan hasta mucho tiempo después.

De este modo, entre las posibles lesiones producidas por radiaciones ionizantes conviene distinguir entre lesiones somáticas y lesiones genéticas. Las lesiones somáticas a su vez pueden subdividirse en tres grupos: lesiones agudas, de rápida

“El Código Penal opta definitivamente por el término energía nuclear frente al de energía atómica por lo que se limita el ámbito de aplicación de la ley penal a los procesos atómicos que afectan al núcleo de los átomos.”

aparición, lesiones tardías no malignas y lesiones tardías malignas, que tras un periodo de latencia de uno a diez años, se manifiestan de forma mortal (por ejemplo leucemia, cánceres, etc.).

Lesiones genéticas, serían aquellas que afectan tan sólo a la descendencia, como por ejemplo la aparición de mutaciones específicas, etc.; las lesiones tardías y genéticas no son de segura producción, tan sólo puede hablarse de probabilidades de lesión.

En algunas ocasiones, la exposición a radiaciones ionizantes en dosis relativamente pequeñas para ocasionar lesiones a las personas, puede afectar a seres vivos (alimentos como verduras, etc.) u objetos inertes convirtiéndolos en radiactivos y con ello destruyéndolos para el uso humano y convirtiéndolos a su vez en peligrosos para el hombre. Desde un punto de vista práctico, podría decirse que es más fácil –a efectos probatorios– demostrar que el objeto posee radiactividad (como consecuencia de la

exposición) que demostrar que las personas han sido expuestas a radiaciones ionizantes. Esta circunstancia quizá debiera ser tenida en cuenta *de lege ferenda* por el legislador y sobre ello incidiremos más adelante.

En concreto, el nuevo Código Penal recoge los siguientes delitos:

1) *Liberación de energía nuclear o elementos radiactivos que pongan en peligro la vida o la salud de las personas o sus bienes, aunque no produzcan explosión (art. 341).*

Constituye este artículo un delito de peligro concreto que se centra sobre la vida o la salud de las personas o sus bienes, entendidos genéricamente como trascendentes de la persona o bien determinado. Exige, por tanto, que la acción genere la probabilidad de creación de un resultado peligroso.

De lo anterior, obviamente, se deduce que el bien jurídicamente amparado está constituido, bien por la vida, bien por la salud de las personas o la integridad de sus bienes, sobre los cuales opera el riesgo.

La acción, según el tenor literal del precepto, consiste en liberar energía nuclear o elementos radiactivos que pongan en peligro la vida o la salud de las personas o sus bienes, aunque no acontezca explosión. Por lo tanto, quedará consumada la acción, siempre que por liberación de energía nuclear o elementos radiactivos, se genere el peligro anteriormente aludido; y ello sin que, como se preceptúa, sea necesaria una explosión. Además, debe tomarse en consideración que el tipo puede llevarse a cabo tanto por acción –liberar energía– como por omisión –no adoptando las medidas para detener el escape de energía, ocupando la posición de garante, por su responsabilidad, en el control de la fuente de tal energía–, en los términos prevenidos en el artículo 11 del Código Penal.

El sujeto activo no se ofrece especialmente cualificado, pudiendo serlo cualquiera.



► **Figura 2.** Las centrales nucleares son las instalaciones que mayores críticas reciben por los eventuales riesgos derivados del uso de la energía nuclear.

En cuanto al sujeto pasivo, indicar que lo es la sociedad, sin perjuicio de admitir la determinación del riesgo sobre determinados particulares y bienes; lo que, además, en el caso de lesión específica de los mismos, provocaría la sanción al amparo del delito especial y no del presente.

Es un delito evidentemente doloso y exige, por ello, conocimiento e intención; debiendo destacarse que la supresión del término “intencionadamente”, que se incluía en el derogado artículo 84.1 de la Ley de Energía Nuclear de 1964, deja patente que aquel puede ser tanto directo, como indirecto o eventual.

Desde este punto de vista, tráigase a colación la posible comisión imprudente del delito; lo que dará lugar a su punición en los términos establecidos en el artículo 344 del Código Penal, que exige, en consonancia con el artículo 88 de la Ley de 1964, que la imprudencia sea grave o temeraria, en término del derogado Código de 1973.

La pena a imponer consiste en prisión de quince a veinte años, e inhabilitación especial para empleo o cargo público, profesión u oficio por tiempo de diez a veinte años.

Lógicamente, tal y como se ha señalado, si nos hallamos ante una comisión imprudente del artículo

344, la sanción consistirá en la pena inferior en grado a la anteriormente indicada.

2) *Perturbación del funcionamiento de instalaciones nucleares o radiactivas, o alteración del desarrollo de actividades en las que intervengan materiales o equipos productores de radiaciones ionizantes, creando una situación de grave peligro para la vida o la salud de las personas (artículo 342 del Código Penal).*

Se trata de un delito de peligro concreto, que se centra sobre la vida o la salud de las personas –bienes jurídicamente tutelados– sobre el que el propio texto legal verifica una delimitación cuantitativa, al requerir la gravedad del peligro originado.

Se presenta en régimen de subsidiariedad respecto al artículo 341, por cuanto da acogida a perturbaciones o alteraciones de las instalaciones nucleares o radiactivas, no comprendidas en este último; por lo que, por añadidura, es imposible la situación concursal de ambas disposiciones.

Consiste la conducta en la creación de una situación de grave peligro para la vida o la salud de las personas, bien perturbando el funcionamiento de una instalación nuclear o radiactiva (véase el artículo 2.12 y 13 de la Ley de Energía

Nuclear), bien alterando el desarrollo de actividades en las que intervengan materiales o equipos productores de radiaciones ionizantes.

El delito del artículo 342, a diferencia del anterior 341, sí permite la tentativa, por lo que cabe dar principio a la ejecución por hechos exteriores que, objetivamente, deberían producir el resultado que, pese a ello, no acontece por razones ajenas a la voluntad del autor.

La punición correspondiente a la perpetración de este delito es prisión de cuatro a diez años, e inhabilitación especial para empleo o cargo público, profesión u oficio por tiempo de seis a diez años.

Dada la admisibilidad de la comisión imprudente, en su caso y por imperio del artículo 344 del Código Penal, obsérvese la reducción de la pena de un grado.

3) *Exposición de una o varias personas a radiaciones ionizantes que pongan en peligro su vida, integridad, salud o bienes (artículo 343 del Código Penal).*

Se regula en el artículo 343 y, como en los casos precedentes, se trata de un tipo de peligro concreto que incide en la vida, integridad, salud o bienes –bienes jurídicos tutelados– de una o varias personas, a consecuencia de la exposición a radiaciones ionizantes; razones que, además, conducen, al igual que en el caso anterior, a configurar este precepto como norma penal en blanco, a completar con otra normativa vigente, ya sea patria o internacional, determinada por el marco político-económico en el que España aparece incardinada.

La acción consiste en exponer a una o varias personas a radiaciones ionizantes que pongan en peligro su vida, integridad, salud o bienes.

El sujeto activo no ofrece peculiaridad alguna, pudiendo serlo, así, cualquiera; en tanto el sujeto pasivo, aunque en último extremo sea la sociedad, es innegable que se ha practicado una delimitación cuantitativa del mismo, a uno o varios individuos.

En congruencia con los artículos anteriores, el artículo 343 entra-

rá en concurso con los correspondientes tipos penales, para el caso de que, a consecuencia de la exposición aludida y que constituye su acción típica, se causaren muerte o lesiones (físicas o patrimoniales) al sujeto pasivo.

Impone el artículo 343 la pena de prisión de seis a doce años, e inhabilitación especial para empleo o cargo público, profesión u oficio por tiempo de seis a diez años.

Conforme al artículo 344, la susodicha sanción será atenuada en un grado en los casos de comisión por imprudencia grave.

Al igual que en los restantes supuestos estudiados, la concurrencia de lesión o daño obligará a la estimación de las normas del concurso establecidas en el Código.

4) *Apoderamiento de materiales nucleares o elementos radiactivos, aun sin ánimo de lucro. Facilitación, recepción, transporte o posesión de materiales radiactivos o sustancias nucleares, sin la debida autorización, tráfico con ellos, retirada o utilización de sus desechos o uso de isótopos radiactivos (artículo 345 del Código Penal).*

A diferencia de las figuras delictivas hasta ahora expuestas, el tipo previsto por el artículo 345 del Código Penal se adecúa, en su naturaleza, a los delitos de peligro abstracto, por cuanto los actos que en él se describen acarrear una peligrosidad intrínseca aunque no concurra riesgo alguno al tiempo de su ejecución y, pese a esto último, nada objetaría a la estimación de tenerlo por consumado.

De lo referido en estas líneas, cabe deducir que el bien jurídico objeto de tutela está constituido por los estándares de seguridad que se requieren en la esfera de utilización de materiales nucleares o radiactivos; estándares que, en todo caso, habrá que buscar en el marco de la legislación administrativa, lo cual hace palpable que nos encontramos ante una Ley penal en blanco, con las consecuencias que ello conlleva como una eventual doble persecución de unos mismos hechos en la

esfera penal y en la administrativa; que habrá que solventarse mediante la inexorable observancia del principios del *non bis in idem*.

Por lo que a la conducta se refiere, ésta incluye las siguientes modalidades comisivas:

– Apoderamiento de materiales nucleares o elementos radiactivos; que debe ser entendido, conforme a la Sentencia del Tribunal Supremo de 25 de noviembre de 1995, como el apartamiento de cosas del poder

“Cuando se trata de tipificar conductas de uso peligroso o lesivo de radiaciones ionizantes lo que interesa no son tanto sus efectos catastróficos como la protección frente a una fuente de energía no perceptible que puede afectar peligrosamente a los seres vivos y objetos inertes mediante transferencia de energía y su ionización.”

bajo el que se hallaban, trayéndolas a un lugar diverso; añadiendo el artículo 345.1 que esta acción puede realizarse aun sin ánimo de lucro, de lo cual se infiere, *a sensu contrario*, que la acción quedará perfecta, concurra éste o no.

Si el apoderamiento hubiese mediado fuerza en las cosas o violencia o intimidación en las personas, se practica una agravación del tipo o cualificación del mismo.

– Facilitar, recibir, transportar o poseer materiales radiactivos o sustancias nucleares.

– Traficar con dichos materiales; lo que, evidentemente, entronca con un negocio o comercio ilícito.

– Retirar o utilizar sus desechos.

– Usar isótopos radiactivos.

Para las cuatro últimas de las citadas, el Código Penal exige que se ejecuten sin la debida autorización; es decir, sin la preceptiva autorización administrativa que, específica-

mente, aparece regulada en el Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas. La inclusión de tal inciso en el texto del artículo denota la presencia de un elemento normativo del tipo sobre el que el error deberá ser tratado como error de tipo, recibiendo, así, el tratamiento dispensado en el artículo 14.1 *in fine* del Código Penal. Como no está prevista la comisión culposa, el error vencible será impune.

La consumación del tipo acaece por cualquiera de las modalidades anteriormente enunciadas, sin necesidad de resultado alguno, que pertenece al agotamiento.

En perfecta concordancia con los restantes delitos regulados en esta Sección, el sujeto activo adolece de peculiarización alguna; siendo el sujeto pasivo la sociedad en su conjunto, sin perjuicio de concretos individuos afectados, que serán, en su caso, los de los titulares de los bienes jurídicamente amparados.

El tipo básico, contenido en el número 1 del artículo 345 del Código Penal, es castigado con prisión de uno a cinco años; en tanto que para el tipo cualificado del número 2, se establece la imposición de la pena en su mitad superior y, para la cualificación del número 3, se dispone la aplicación de la pena superior en grado.

Con estos cuatro tipos de conducta, todos los cuales caben ser cometidos por imprudencia grave, excepto el recogido en el artículo 345 del Código Penal (apoderamiento de materiales), el texto punitivo ha sancionado todas las posibles infracciones penales que se pueden cometer en lo relativo a la energía nuclear.

Si bien es cierto que para poder conocer diferentes aspectos de la materia tenemos que acudir a la legislación especial, nacional o internacional, también es evidente que el ciudadano, como sujeto pasivo o perjudicado en esta clase de delitos, puede encontrarse amparado ante los posibles riesgos para su vida o su salud y, por lo tanto, se hace realidad el principio constitucional que establece el derecho que todos tenemos a la tutela judicial efectiva. 

 **Guillermo Leira \***

# Una visión sobre la energía nuclear

“Los problemas técnicos deben ser examinados por personas cualificadas y competentes; y los resultados de su investigación

deben presentarse completa y honradamente a sus conciudadanos.”

*Almirante H. G. Rickover  
(1900-1986)*

## 1. Introducción

Energía, según la definición de la Real Academia Española, es: “causa capaz de transformarse en trabajo mecánico”, una definición inocua que no parece que vaya a evocar un maniqueísmo energético distinguiendo entre “energías buenas” y “energías malas”, ya que el trabajo mecánico producido a partir de cualquier fuente, o “causa”, se podría aplicar a una multitud de finalidades diversas, y éstas podrían ser buenas o malas según la voluntad humana. Nadie ha tildado de perversa a la energía tectónica que originó recientemente el tremendo maremoto en el sudeste asiático, pero es seguro que el horror y la repulsa mundial serían enormes si a tan gran desastre se hubiese añadido la premeditación y la alevosía de la intervención humana.

Análogamente, la energía nuclear no es buena ni mala, pero su demostración en la Segunda Guerra

Mundial ha provocado, con justificación, un estigma original que ha contaminado para siempre las aplicaciones pacíficas de la energía nuclear, entre ellas la producción de energía eléctrica en las centrales nucleares.

Cinco centrales nucleares españolas han sufrido un proceso de moratoria, a cargo del erario público, que plantea cuestiones interesantes, por ejemplo: si después de los atentados de Nueva York, el 11 de septiembre de 2001, se hubieran aplicado a la aviación comercial criterios semejantes a los de la moratoria nuclear, la aviación comercial española debería haber entrado en un proceso de moratoria aérea, dejando el 50% de la flota en tierra, a las compañías aéreas recibiendo compensaciones económicas con cargo al presupuesto, y a los españoles viajando en tren, en barco o en líneas aéreas extranjeras.

Es evidente que la utilización de la energía nuclear para fines pacíficos, particularmente para producir energía eléctrica, es una cuestión polémica y que de su aceptación o rechazo puede depender el desarrollo económico, y

el bienestar de la población de un país como España, que solamente tiene el agua, el sol, el mar y el viento como fuentes de energía autóctonas. Los problemas más importantes son bien conocidos, pero por muchas y variadas razones no están completamente resueltos, o aparecen ante la opinión pública como insolubles; los más críticos podrían ser:

- La no-proliferación del armamento nuclear.
- La contaminación ambiental.
- La seguridad de las centrales nucleares.
- Los residuos radiactivos.
- Las aplicaciones pacíficas, entre ellas la desalación de agua del mar.

Y por otra parte, también encuentra dificultades la utilización de la energía nuclear para producir masivamente hidrógeno, que permitiría avanzar hacia la futura “economía del hidrógeno” y evolucionar hacia centrales nucleares avanzadas, más seguras y más eficientes.

Unos breves comentarios sobre esta lista pueden contribuir a fijar ideas sobre el futuro de la energía nuclear.

\*Guillermo Leira es Contralmirante Dr. Ingeniero (RET.), diplomado en ingeniería nuclear, sus responsabilidades más recientes han sido en la OTAN: *Director, Policy and Coordination; Director, Armaments Planning, Programmes and Policy* y *Deputy Assistant Secretary General for Defense Investment*.



► **Figura 1.** Logotipo del programa ruso-estadounidense “Megatones para Megavatios”.

## 2. No-proliferación

La posible proliferación del armamento nuclear es una objeción recurrente contra las centrales nucleares. Se puede decir que en el estado actual de difusión de la tecnología nuclear, un país soberano operando un ciclo cerrado de combustible, es decir, con reprocesado y enriquecimiento nacionales, aunque esté sometido a salvaguardias podría desviar plutonio para fines militares, y que también sería posible desviar uranio enriquecido de instalaciones de enriquecimiento declaradas para fines pacíficos. Esto ha ocurrido y podría ocurrir mientras que el sistema de salvaguardias de la OIEA no se perfecciona, pero ¿qué ocurre en España?

En España no hay instalaciones para el enriquecimiento del uranio, ni de reprocesado del combustible nuclear, ya que España ha optado por un ciclo de combustible nuclear abierto. Por consiguiente, en España, el desvío de material nuclear de fines pacíficos a fines militares es imposible. Por otra parte, España es miembro del Tratado de no-proliferación nuclear, de la Unión Europea y de la OTAN, y su único enemigo declarado es el terrorismo; por consiguiente, desarrollar o fabricar armamento nuclear ilegalmente en España sería un absurdo. Categóricamente, en las condiciones actuales no hay, ni tiene cabida, la proliferación del armamento nuclear dentro del marco político y legislativo español.

Pero la energía nuclear no se puede “desinventar” y existen en el mundo cantidades ingentes de plutonio y uranio enriquecido de un gran valor económico y energético, que suponen un riesgo potencial y que tendrían que eliminarse creando los mecanismos legales apropiados. Un ejemplo y modelo podrían ser los acuerdos de desarme gestados entre los Estados Unidos y los países de la antigua URSS desde 1987, con el objetivo de disminuir sus arsenales nucleares, y en particular el convenio conocido como “Megatones para Megavatios”.

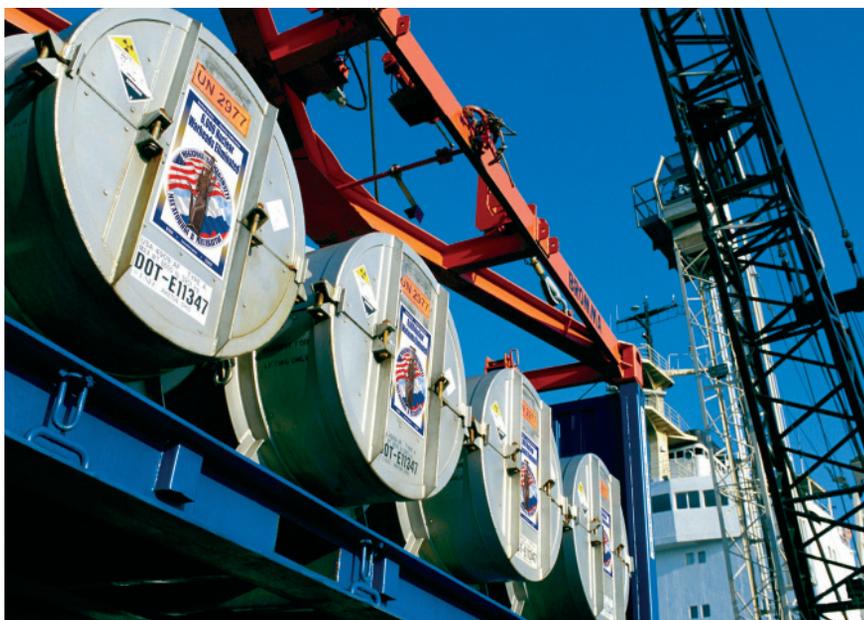
En 1993 Washington y Moscú acordaron reducir en un 80% el número de cabezas nucleares estratégicas por ambas partes, y este acuerdo permitió crear el programa “Megatones para Megavatios” para convertir 500 toneladas de uranio enriquecido ruso, equivalentes a más de 20.000 cabezas nucleares, en combustible para las centrales nucleares comerciales norteamericanas durante 20 años. En 1994 se firmó el contrato del programa comercial, que estará vigente hasta 2013, entre las empresas: USEC Inc., actuando como agente del gobierno norteamericano,

y Techsnabexport (Tenex), como agente del gobierno ruso, por un montante de 8.000 millones de dólares.

El uranio militar se diluye en Rusia con uranio empobrecido hasta llevarlo a un 4,4% de U235 y a través de USEC, se entrega a los clientes, que han suministrado el uranio natural y pagan por el enriquecimiento. Tenex recibe el producto de la venta del uranio natural entregado por los clientes, más la cuota del valor añadido por el enriquecimiento. Por su parte el gobierno de Estados Unidos ha declarado exceso de inventarios 174 toneladas de uranio de alto enriquecimiento, que sería diluido a un enriquecimiento del 20%, de manera que no pudiera utilizarse para armamento.

Desde 1994 hasta el 30 de junio de 2004, el programa “Megatones para Megavatios” ha eliminado 216,8 toneladas de uranio militar ruso equivalentes a 8.670 cabezas nucleares, produciendo energía eléctrica suficiente para 33 ciudades de 600.000 habitantes durante diez años.

Los acuerdos de desarme también deberían liberar unas 200 toneladas de plutonio militar (93%



► **Figura 2.** Bidones de USEC conteniendo combustible procedente del uranio enriquecido usado en cabezas nucleares rusas son descargados en Estados Unidos. ©2001-2004 USEC Inc.



► **Figura 3.** El director general de TENEX, Vladimir Smirnov y el presidente de USEC, Nick Timbers llegan a un acuerdo sobre los términos del contrato para el programa “Megatones para Megavattios”, en Moscú (abril 2002). ©2001-2004 USEC Inc.



► **Figura 4.** Primer plano de un cilindro para el primer envío de combustible del programa “Megatones para Megavattios”. ©2001-2004 USEC Inc.

de Pu239) que convertidas en combustible MOX, saldrían al mercado; pero debido a desacuerdos entre Rusia y Estados Unidos y a falta de financiación, las actividades están suspendidas desde el 24 de julio de 2003, fecha en que caducó el acuerdo de gestión entre ambos países. No obstante el programa “Megatones para Megavattios” sigue adelante y es un importante hito en la normalización de la energía nuclear.

### 3. Contaminación ambiental

Ante una opinión pública española que, unánimemente, desea evitar la contaminación ambiental, surge una pregunta: ¿qué es más arriesgado para el medioambiente: el petróleo o la energía nuclear?

El daño ecológico y el riesgo a largo plazo para la población, como consecuencia del hundimiento del *Prestige*, ha producido una movilización general para paliar los efectos del accidente y evitar su repetición, pero los grandes petroleros siguen entrando diariamente en los puertos españoles y el tráfico marítimo del petróleo no parece que se vaya a reducir, sino más bien a aumentar.

Los accidentes de mar como el del *Prestige*, no son el resultado de un funesto azar, sino una probabilidad estadística consecuencia de la concentración del tráfico de buques

petroleros de todas clases en aguas próximas al Finisterre español; de tal manera que en las costas españolas, y particularmente en las gallegas, se sufren las consecuencias adversas del transporte marítimo de una buena parte de los 100 millones de toneladas de petróleo que España consume anualmente, además del tráfico de otros petroleros en tránsito.

La trágica estadística de naufragios y contaminaciones se refleja en la siguiente lista de siete accidentes, desde 1967 a 2002, es decir, un accidente cada cinco años:

– *Torrey Canyon*: 1967, encallado al sur de las Islas Británicas. Vertido: 130.000 toneladas.

– *Polycomander*: 1970, incendiado en las costas gallegas (Islas Cies). Vertido 13.000 toneladas.

– *Urquiola*: 1976, embarrancado a la entrada del puerto de La Coruña. Vertido 20.000 toneladas.

– *Amoco Cádiz*: 1978, embarrancado en las costas de Bretaña. Vertido: 234.000 toneladas.

– *Mar Egeo*: 1992, encallado cerca del puerto de La Coruña. Vertido: 71.000 toneladas.

– *Erika*: 1999, encallado en la costa del Finistère francés. Vertido: 10.000 toneladas.

– *Prestige*: 2002, hundido cerca de las costas de Galicia. Vertido: 77.000 toneladas.

El reciente accidente del *Prestige* es de antología: después de recoger un total de 170.000 toneladas de fuel y residuos en el mar y en las playas, incluidas las 13.000 toneladas de fuel recuperado del pecio, quizás lo más grave está por llegar; ya que las aguas y las costas afectadas se estima que tardarán diez años en recuperarse del impacto sobre la biosfera a lo largo de los 400 km de costa contaminada, con un coste que habrá que añadir a los 800 millones de euros ya gastados; a sabiendas de que es muy probable que antes de que transcurran los 10 años habrá otro accidente semejante, ya que la frecuencia actual es de un accidente cada cinco años, en promedio.

No parece que las centrales nucleares españolas tengan un historial de contaminaciones semejante, ni de lejos.

Como consecuencia de la entrada en vigor del Protocolo de Kioto, y según un informe reciente de *Pricewaterhouse Coopers*, España deberá financiar un exceso de emisiones anual del orden de 123 millones de toneladas de gases de efecto invernadero que, a un posible coste entre 15 y 30 euros la tonelada, supondrán una carga anual comprendida entre 1.800 y 3.600 millones de euros, y un total comprendido entre 14.400 y 28.800 millones

hasta el año objetivo 2012, cifras sin duda muy preocupantes. La misma consultora ha hecho la estimación optimista de una carga de 2.400 millones de euros anuales, a 20 euros la tonelada, que significaría para España un coste del cumplimiento de los objetivos de Kioto que sería equivalente por año a:

- Dos veces el Fondo de Cohesión recibido de la Unión Europea en el año 2003.

- Algo más del 40% del saldo financiero español con la Unión Europea.

- El 150% del presupuesto del Ministerio de Medio Ambiente en el año 2003.

- Casi 1,5 veces el total destinado a I+D en el año 2003.

- El presupuesto del Ministerio de Economía en el 2003.

- Más de la mitad del gasto en seguridad ciudadana.

- El 100% de la aportación del Estado al Fondo de Reserva para Pensiones.

Por otra parte, parece un disparate quemar el petróleo y el gas natural que, en un futuro de posible cambio climático y probable superpoblación, pueden ser necesarios, y dejar en las minas el uranio, que no sirve más que para quemarlo en los reactores de las centrales nucleares, propulsar los submarinos nucleares, y fabricar minas, torpedos y misiles nucleares.

¿No sería mejor hacerlo al revés? ¿Quemar el uranio hasta el agotamiento, y ser avaros en el consumo de petróleo y otros combustibles fósiles?

En Estados Unidos se ha llegado a un acuerdo entre el Instituto Edison de Electricidad (EEI) y otros seis grupos sectoriales, que representan el 100% de la producción de electricidad en Estados Unidos, para formar la *Electric Power Industry Climate Initiative (EPICI)*, con el objetivo de reducir las emisiones de carbono en el sector eléctrico. En mayo de 2003 se llegó a un acuerdo entre la EPICI y el Departamento de Energía por el que se reducirán las emisiones del



Figura 5. Consecuencia del vertido del *Prestige* en la playa de Barrañán (Arteixo). ©Universidad de Santiago de Compostela.

sector eléctrico, en esta década, entre un 3% y un 5%, y para conseguir este objetivo se aumentará la producción de energía obtenida de fuentes tales como gas natural, nuclear, eólica y biomasa.

Aunque se invoque que el balance europeo o mundial de contaminantes atmosféricos pudiera ser admisible, no son desdeñables los 55 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> al año, que el pequeño parque de centrales nucleares españolas activas evita que contaminen la atmósfera, sobre todo si se comparan con la cifra de 123 millones de toneladas de gases de efecto invernadero que se estima que habrá que financiar anualmente para cumplir con Kioto. ¿No sería conveniente construir nuevas centrales nucleares que evitaran que llegasen a la atmósfera otros 55 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> anuales? Según estimaciones recientes de la Comisión Europea, la Unión Europea podría necesitar

100 nuevas centrales nucleares para cumplir el Protocolo de Kioto en los próximos 25 años, ya que la opción energética nuclear es la más factible y en espera de la implantación de una “economía del hidrógeno”.

Corea del Sur es un país relativamente similar a España y con problemas semejantes, que está apostando por la “economía del hidrógeno” vía la energía nuclear; la comparación de datos es interesante como podemos ver en la tabla 1.

La ausencia de yacimientos de gas natural y petróleo (combustible fósil) en Corea, el incremento de los precios de la eliminación de emisiones de CO<sub>2</sub> que se prevé que continuarán creciendo hasta más allá de 2020, y la necesidad de evitar el reproceso del combustible nuclear y de construir repositorios para los residuos en un entorno superpoblado, han configurado una futura solución energética basada en reactores de muy alta temperatura

Tabla 1. Datos energéticos año 2000.

	Corea	España
Demanda energética total (MTOE)	192.9	125.1
Dependencia de combustibles fósiles	84%	81%
Emisiones totales (MTC)	144	105.4
Emisiones TC/habitante	3	2.63
Emisiones TC/km <sup>2</sup>	1,470	208

MTOE: Millones de Toneladas de Petróleo Equivalentes.  
MTC: Millones de Toneladas de Carbono.

(VHTR) que, con helio como refrigerante a una temperatura de 1000°C y a una presión de 70 bar, disociarían el agua en oxígeno e hidrógeno, en un ciclo termoquímico de azufre-yodo con un elevado rendimiento térmico y un alto grado de seguridad pasiva en el reactor. El ejemplo de Corea es una buena indicación para España.

#### 4. Seguridad

La seguridad de las centrales nucleares es otra de las grandes preocupaciones de la opinión pública española, probablemente en parte debido a una presentación sesgada del problema; ya que la energía eléctrica y sin duda su producción nunca estarán exentas de riesgos: desde la caída de una línea de alta tensión, hasta el desmoronamiento de una presa hidráulica. La comparación de los riesgos percibidos en los reactores navales y en las centrales nucleares puede ayudar a aclarar ideas.

Al final de la guerra fría, en 1989, había unos 400 submarinos nucleares surcando los mares; actualmente unos 250 han sido desguazados y, teniendo en cuenta las nuevas construcciones y los portaviones, la flota remanente se puede estimar en unos 170 buques, portadores de unos 200 reactores nucleares. El parque de centrales nucleares en tierra se estima en unas 400, con unos 450 reactores nucleares, es decir, algo más del doble de los reactores navales.

En España hay en funcionamiento nueve reactores, en siete centrales, con una potencia instalada de 7.800 Mw. Otras cinco centrales fueron afectadas por la moratoria nuclear, y dejaron una inversión improductiva en las empresas propietarias del orden de 4.400 millones de euros (aproximadamente dos anualidades del coste estimado para cumplir con el Protocolo de Kioto en España), que todavía está siendo compensada por el Estado.

Los reactores nucleares terrestres están instalados en terrenos geológicamente estables, confinados en edi-

ficios de hormigón armado resistentes a impactos, operados según normas estrictas de seguridad, que man un combustible nuclear de bajo enriquecimiento en U235, del orden del 3% al 5%, normalmente en estado cerámico, y están dotados de todos los sistemas de seguridad y protección necesarios, sin restricciones de peso y espacio.

A diferencia de las centrales terrestres, los reactores navales están a flote, sometidos a las aceleraciones y esfuerzos de los movimientos del mar y la maniobrabilidad del buque, las vibraciones transmitidas por el casco y a los accidentes de mar como colisión y varada.

El combustible nuclear de los submarinos es uranio metálico de alto enriquecimiento, hasta el 93% (el mismo que se utiliza para los explosivos nucleares), y que puede implicar un alto riesgo para el submarino y su entorno en caso de accidente. Sin embargo, España ha admitido la reparación de fortuna del circuito primario de un submarino nuclear aliado, el *Tireless*, durante un año, a tiro de piedra de sus fronteras, en una zona geográfica conocida por su actividad sísmica, donde desde hace quinientos años ha habido un gran terremoto cada siglo excepto en el XX, y donde jamás se emplazaría una central nuclear.

Una gran parte de las centrales nucleares actuales se han construido a partir del modelo de los reactores navales, pero aprovechando las ventajas de un emplazamiento firme y sólido, sin limitaciones de espacio para instalar tantas barreras de seguridad como se estimase oportuno y sin necesidad de prevenir maniobras bruscas; indudablemente las centrales son más seguras. Más todavía, las nuevas generaciones de centrales nucleares han aprovechado la experiencia de las generaciones anteriores, tanto de centrales eléctricas como de submarinos, para conseguir nuevos diseños más seguros y más eficientes. Al mismo tiempo, las centrales "antiguas" han adoptado avances tecnológicos de las nuevas genera-

ciones, particularmente en materia de seguridad.

De hecho, teniendo en cuenta el accidente de la central nuclear de *Three Mile Island*, las 100 centrales en servicio en Estados Unidos y la experiencia acumulada desde 1957 hasta 2002 en aquel país, la frecuencia de accidentes graves, con daños en el núcleo del reactor, sería, en promedio, de uno en 2.679 reactor-año; el análisis probabilístico reduce esta frecuencia de accidentes graves a uno en 10.000 reactor-año, y una proyección razonable para el periodo 2005-2055, en Estados Unidos, sería de uno en 100.000 reactor-año. Comparado con un desastre cada cinco años en las aguas próximas al Finisterre español, la probabilidad de un accidente nuclear grave en una central nuclear actual es prácticamente nula.

El terrorismo podría alterar las estimaciones anteriores y de ello es consciente el Gobierno español, que recientemente ha decidido reforzar la custodia y vigilancia de las instalaciones nucleares y radiactivas, aunque la propia configuración de las centrales nucleares, con sistemas de protección intrínsecos al diseño, configurados en barreras sucesivas y, en algunos casos, la propia radiactividad de los posibles objetivos hacen difícil una acción terrorista. Otras instalaciones energéticas, como oleoductos y gaseoductos, podrían ser blancos vulnerables y preferidos por los terroristas, como se está viendo en la guerra de Irak.

#### 5. Residuos radiactivos

Los residuos procedentes de la desintegración de los átomos de uranio en un reactor nuclear se mantienen confinados en el núcleo del reactor, protegidos por una sucesión de barreras que impiden su difusión al medioambiente y, por consiguiente, evitando la contaminación en el interior y en el exterior de las centrales. Por el contrario, los 100 millones de toneladas de petróleo que se queman en España todos los años, van directamente a la atmósfera, en forma de

CO<sub>2</sub> y otros gases responsables, a largo plazo, del efecto invernadero y de un sin número de consecuencias adversas de inmediato.

Si la demanda de energía eléctrica continúa aumentando y no se construyen nuevas centrales nucleares, el incremento de producción tendrá que venir principalmente de los combustibles fósiles, ya que las energías renovables podrán y tendrán que contribuir, pero no resolverán el problema. Es cierto que, una vez que los residuos radiactivos se retiran del reactor nuclear el problema de su almacenamiento seguro no está completamente resuelto, ya que hay que proteger la salud y la vida de futuras generaciones con una gran visión del futuro, y porque ninguna de las opciones propuestas es suficientemente satisfactoria. A lo largo de los años se han analizado y propuesto diversas opciones, desde enterrar los residuos en minas abandonadas o en el hielo antártico, a enviarlos al Sol, pero el sistema que parece más seguro y razonable es el conocido como “almacenamiento geológico profundo” consistente en excavaciones a profundidades de cientos de metros, en las que se almacenarían los residuos debidamente encapsulados. En Estados Unidos se está construyendo en Yucca Mountain, a 300 metros de profundidad, el primer prototipo

de este sistema de almacenamiento, que podría ir seguido de otro prototipo finlandés, en Olkiuoto, a 500 metros de profundidad y con una configuración diferente. Ambos repositorios podrían entrar en servicio a mediados de siglo.

En Estados Unidos funciona, desde el 26 de marzo de 1999, el *Waste Isolation Pilot Plant (WIPP)*, situado en el desierto de Chihuahua, Nuevo México, a 650 metros de profundidad en formaciones salinas estables desde hace 200 millones de años. El WIPP fue el primer repositorio subterráneo del mundo autorizado para almacenar residuos transuránicos originados en la investigación y producción de armas nucleares. Actualmente estos residuos son almacenados en otros repositorios dispersos por el territorio de Estados Unidos.

En principio, parece que el almacenamiento geológico profundo podría cumplir los requisitos de seguridad, aislamiento de la biosfera, no-proliferación y recuperación controlada, pero se mantienen abiertos problemas como la localización de emplazamientos apropiados y ciertamente los transportes. Las nuevas tecnologías de perforación desarrolladas por la industria del petróleo y del gas permiten prever un avance en la misma línea, a profundidades de varios kilómetros

y en roca cristalina estable, que tendría ventajas indudables. Existe ya un estudio sueco de este nuevo concepto de “almacenamiento en perforación profunda”, hecho hace unos 15 años, cuando estas nuevas tecnologías no habían llegado a su madurez.

La centralización del almacenamiento en una instalación única en Europa, como se pretende en Estados Unidos, es la mejor opción, pero habrá que resolver el problema del transporte de los residuos ya que supone un cierto riesgo de accidente convencional, no de accidente nuclear; pero que suele alarmar a la población en los trayectos creando movimientos de oposición muy activos. Probablemente éste es el principal de los problemas que requieren una solución urgente y en él habría que concentrar el máximo de esfuerzo e imaginación; sobre todo teniendo en cuenta las escandalosas tarifas que se están pagando a la empresa francesa Cogema por el almacenamiento y custodia del material radiactivo procedente de la central de Vandellós: 513 millones de euros ya pagados y 50 millones aún pendientes, que podrían ser suficientes para financiar la participación española en un repositorio común europeo.

## 6. Desalación nuclear

El Plan Hidrológico Nacional, recientemente modificado, había propuesto el trasvase de 1.050 Hm<sup>3</sup>/año desde el río Ebro al Júcar y el Segura, y a la provincia de Almería; una empresa faraónica que incluía más de setenta presas y que competía con los proyectos de centrales nucleares, a la vez en magnitud y en rechazo social. La alternativa al trasvase, ya rechazado, es la desalación del agua del Mar Mediterráneo y aguas salobres, lo que conlleva un ingente consumo de energía térmica y eléctrica producida, en principio, quemando combustible fósil y enviando a la atmósfera grandes cantidades de CO<sub>2</sub> y otros contaminantes, dado que las energías renovables, como la



► **Figura 6.** Trabajos en el depósito de almacenamiento de residuos de Yucca Mountain (Estados Unidos).

eólica y la solar, no podrán pasar de una contribución parcial.

La opción nuclear podría ser la más respetuosa con el ecosistema y la única posible para cumplir el Protocolo de Kioto. Las centrales nucleares podrían producir a la vez energía térmica para plantas de destilación, precalentar el agua de alimentación de plantas de ósmosis inversa y diluir la salmuera, además de energía eléctrica tanto para las plantas de ósmosis, como para la impulsión del agua desalada a su destino.

La experiencia adquirida en la central térmica y planta desaladora de Carboneras (ósmosis inversa) de 550 MW y 40 Hm<sup>3</sup>/año (en este momento la mayor de Europa), quemando hulla importada, da una idea de la magnitud del problema; ya que, para llegar a un caudal de agua desalada como el previsto en el trasvase, se necesitarían unas 25 plantas de desalación de la misma capacidad que Carboneras: 40Hm<sup>3</sup>/año, cada una con su central térmica de 550 MW adosada; algo que, en principio, parece inviable sin recurrir a la energía nuclear, que es la única que puede reducir eficazmente la proliferación de centrales térmicas contaminantes.

## 7. El futuro: Hidrógeno

La adopción del hidrógeno como fuente de energía limpia es el resultado de una evolución que comenzó en el siglo XIX cuando se creó una “economía del carbón”, un combustible que es fundamentalmente carbono con pequeñas cantidades de hidrógeno; el paso al petróleo en el siglo XX supuso un importante incremento del contenido de hidrógeno del combustible fósil, contenido que llegó al máximo con el gas natural (un átomo de carbono por cuatro de hidrógeno). El siglo XXI tendrá que eliminar el carbono de los combustibles y quedarse con el hidrógeno puro, producido, a partir del agua, con energía nuclear e implantar la “economía del hidrógeno” en torno a 2040.

Actualmente la industria de producción de hidrógeno tiene como materias primas el gas natural y subproductos del petróleo de bajo valor comercial, y se concentra principalmente en las refinerías de petróleo, con dos clientes principales y demanda creciente, particularmente en Estados Unidos; estos dos grandes clientes son la industria química, para producir amoníaco y metanol, y las propias refi-

“¿Qué ocurre en España que la diferencia de Francia, Reino Unido, Finlandia, Corea, etc.? ¿Estarán los españoles tirando piedras a su propio tejado?”

nerías, debido a la decreciente calidad de los crudos, en paralelo con una mayor demanda de gasolinas y combustible Diesel, un mercado decreciente del combustible para calefacción y unos clientes que exigen combustibles cada vez más limpios.

La demanda de hidrógeno de las refinerías se estima que podría dispararse de tal manera que, en el año 2010, el coste del fuel necesario para producir hidrógeno sería mayor que el valor de la producción eléctrica de todas las centrales nucleares en Estados Unidos; por el contrario, si el hidrógeno se obtuviese de fuentes no fósiles los productos de las refinerías de menor calidad y valor añadido se podrían emplear para producir combustibles para el transporte, se reducirían las importaciones de crudos y disminuirían las emisiones de CO<sub>2</sub>. Por otra parte, si se mantiene la tendencia al alza de los precios del gas natural, el hidrógeno será más caro y será también más difícil mantener los precios de los combustibles.

El agua y la energía nuclear podrían producir hidrógeno por electrolisis aprovechando las horas de menor demanda del ciclo de las centrales nucleares; sin embargo, la solución efectiva estaría en los reactores nucleares de alta temperatura diseñados especialmente para la producción de hidrógeno, como pretende el programa de Corea, bien por electrolisis a alta temperatura o por disociación del agua en un ciclo termoquímico como el de azufre-yodo. La experiencia en las refinerías podría facilitar un rápido desarrollo de la producción, almacenamiento y manejo del hidrógeno para el transporte, incluido el automóvil, y para fuentes de energía autónomas.

En Estados Unidos, el Departamento de Energía (DOE), en su Programa Nuclear de Hidrógeno pretende demostrar la factibilidad de la producción industrial de hidrógeno en 2016, utilizando medios y recursos de agencias ya existentes en Estados Unidos, y un presupuesto para investigación de 1.200 millones de dólares. El objetivo sería conseguir hidrógeno a precios competitivos con la gasolina, construir en 2020 un reactor de demostración para producir hidrógeno a partir del agua, empleando un ciclo de disociación termoquímica y, finalmente, llegar a la “economía del hidrógeno” en 2040.

En Europa existen, al menos, tres iniciativas que intentan poner orden en el mundo del transporte, y que se relacionan con la futura “economía del hidrógeno”:

– *European Platform on Mobility Management (EPOMM)*. Objetivo: Desarrollar y promover el concepto de gestión del transporte de una misma manera en todos los países europeos.

– *Clean Urban Transport for Europe (CUTE)*. Objetivo: Demostrar la viabilidad del transporte público sin emisiones utilizando el hidrógeno como fuente de energía.

– *CIVITAS*. Objetivo: Mejora radical del transporte urbano.

## 8. La oposición

En las circunstancias actuales, la única alternativa real de los combustibles fósiles es la energía nuclear, pero según algunos movimientos de opinión la energía nuclear no es una opción válida. ¿Qué ocurre en España que la diferencia de Francia, Reino Unido, Finlandia, Corea, etc.? ¿Estarán los españoles tirando piedras a su propio tejado?

La inconsistencia de algunas organizaciones ecologistas respecto a la energía nuclear se ha puesto de relieve, una vez más, con el comentario de una portavoz de la fábrica de La Hague (Francia) el 6 de octubre pasado, con motivo de las protestas por la entrada en el puer-

to de Cherburgo de dos buques transportando 140 Kg de plutonio militar, procedente de Estados Unidos, para ser transformado en combustible MOX (óxidos mixtos) y quemado en la central nuclear francesa de Cadarache. He aquí el comentario:

“Es incomprensible que militantes que siempre han dicho estar en contra de la proliferación de las armas nucleares puedan manifestarse en contra de una operación que tiene como propósito neutralizarlas”.

Incongruencias parecidas son habituales en las protestas ecologistas ante cualquier intento de solución al problema de los residuos nucleares.

## 9. Conclusión

La energía nuclear es una alternativa y un complemento real a los combustibles fósiles y energías renovables, y el principal vector para llegar a la “economía del hidrógeno”; menospreciarla o ignorarla puede ser un gran error, que se podría pagar caro de inmediato y legarlo a futuras generaciones. Si fuese verdad que la Tierra tuviera que enfrentarse a un cambio climático, como el que se predice, la energía nuclear no sería una alternativa, sino una necesidad.

¿Estarán los españoles mirando a los molinos, mientras que los gigantes están en otra parte? 

## Bibliografía

- Giltsov, Lev; Mormoul, Nicolai y Osipenko, Leonid. Laffont, Robert (1992) (en francés). *La dramática historia de los submarinos soviéticos*.
- Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales. *Aspectos actuales de la propulsión naval nuclear*. Madrid (2001).
- Espejo Marín, Cayetano . *La producción de electricidad de origen nuclear en España*. Universidad de Murcia. (2002).

- Informes del “Comité Científico Asesor”. *Hundimiento del Prestige*. (2002-2003).
- An interdisciplinary MIT study. *The Future of Nuclear Power*. (2003).
- Price Waterhouse Coopers. *Efectos de la aplicación del Protocolo de Kioto sobre la economía española*. (2004).
- UNESA. *El funcionamiento de las centrales nucleares españolas en el año 2003*. (2004).
- USEC Inc. *Megatons to Megawatts*. (2004).

- Chang, Jonghwa. *Status of Nuclear Hydrogen Production Project with a Very High Temperature Reactor in Korea*. Korea Atomic Research Institute. (16.06.2004).
- Forsberg, Charles. *Advanced High-Temperature Reactor for Hydrogen and Electricity Production (Joint ORNL-Sandia Activity)*. (05.04.2001.)
- Schultz, K. R. *Use of the modular Helium Reactor for Hydrogen Production*. (05.11.2003).

# La señalización en el transporte de material radiactivo

El transporte de material radiactivo ha de cumplir unas estrictas normas en lo que se refiere a su identificación y etiquetado. Dicha señalización es responsabilidad de remitente y transportista. En este artículo se explican

todos los requisitos a seguir para la señalización de bultos y vehículos de transporte, así como los diferentes tipos de categorías, etiquetas y marcas que se utilizan para una correcta identificación externa de este tipo de materiales.

## 1. Introducción

El transporte de material radiactivo es una actividad cotidiana en el mundo entero, donde se transportan alrededor de 15 millones de bultos de estos materiales cada año, de los que más del 85% están destinados a fines médicos, industriales y domésticos.

Considerando el enorme número de transportes que eso supone, la reglamentación no centra los requisitos de seguridad en controles administrativos y operacionales de los transportes, pues sería poco efectivo, sino que lo hace fundamentalmente en el diseño de los embalajes. Sin embargo, aparte de este diseño, hay un parámetro que, de una manera tan sencilla como eficaz, ayuda a incrementar la seguridad de esta actividad, se trata de las señalizaciones en los bultos y en los vehículos de transporte.

La advertencia del peligro mediante una señal, un cartel o cualquier tipo de indicación es lo primero que el sentido común nos aconseja hacer cuando queremos

reducir al máximo la probabilidad de que las personas sufran daño; por tanto, no podía faltar esta herramienta básica en una actividad con riesgo como es el transporte de material radiactivo.

Como se verá a continuación estas señalizaciones tienden a ser lo más simples e intuitivas posibles, pues en una actividad que se desarrolla fuera de una instalación bajo control y con una gran proximidad al público, tarde o temprano hemos de esperar que, debido a cualquier circunstancia no esperada, una persona sin cualificación en protección radiológica se encuentre frente a frente con un bulto radiactivo o el vehículo que lo transporte. En tal caso, las señales deben de conseguir que esa persona sea capaz de, al menos, deducir que debe prevenirse de los riesgos que este cargamento entraña.

La responsabilidad de una adecuada señalización de los bultos recae sobre su remitente, en el que recae la responsabilidad general de la correcta carga y preparación de los bultos. En cuanto a la señaliza-

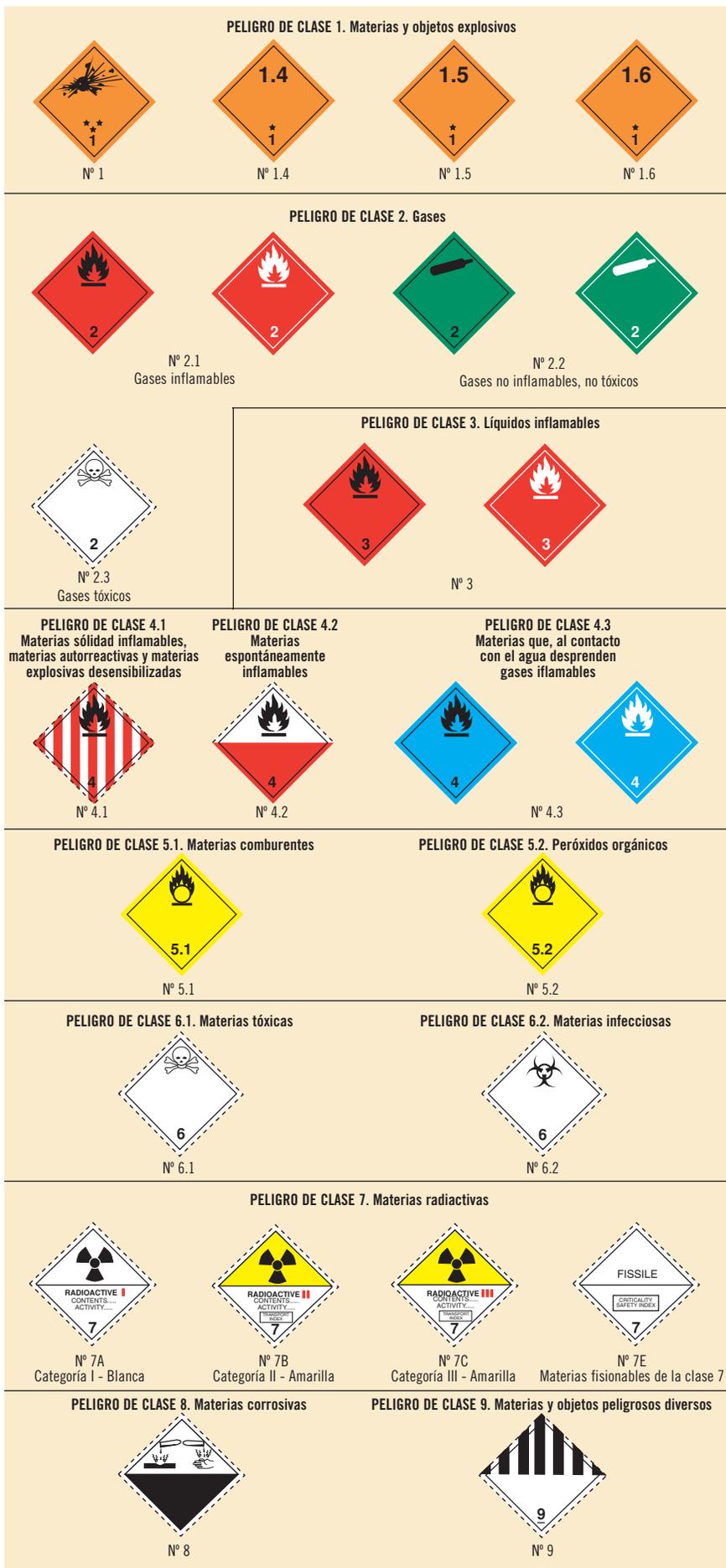
ción de los vehículos, es una responsabilidad de los transportistas, si bien en la práctica es una función que en muchos casos ejerce también el remitente, sobre todo en los transportes en uso exclusivo.

## 2. Requisitos de señalización en los bultos

Las señalizaciones que se requieren en el exterior de un bulto tienen como objetivo advertir sobre su riesgo de irradiación externa y sobre el riesgo de su contenido. Dentro de estas señalizaciones hay que distinguir entre el etiquetado y el marcado. El primero informa del riesgo de irradiación externa y del contenido del bulto, mientras que el segundo son diferentes tipos de marcas e indicaciones con diversos fines.

### 2.1. Etiquetado en los bultos

Las etiquetas que informan de la presencia de material radiactivo en un bulto son parte de un sistema de etiquetas, denominadas genéricamente etiquetas de peligro y utili-



zadas internacionalmente para identificar las diferentes clases de mercancías peligrosas. En la figura 1, puede verse el listado de estas clases y sus etiquetas representativas, entre ellas las correspondientes a la radiactiva, que es la clase 7. Este sistema se estableció para que simplemente mediante símbolos fuera fácilmente reconocible a distancia la presencia de las distintas mercancías peligrosas. El símbolo específico que fue elegido para identificar las unidades de carga con material radiactivo es el que se utiliza en otras actividades con riesgo de exposición a las radiaciones ionizantes, aquel que se asemeja a un trébol y que como tal es conocido coloquialmente.

Pero, además de por sus características radiactivas, el contenido de un bulto podría ser también peligroso por otras propiedades, por ejemplo, por ser corrosivo (clase 8 de las mercancías peligrosas). En estos casos, además de las etiquetas de material radiactivo pueden verse sobre la unidad de carga otras inherentes a esos riesgos adicionales. Sería, por ejemplo, el caso del hexafluoruro de uranio que es radiactivo y corrosivo.

Existen dos tipos de etiquetado en los bultos radiactivos:

- El que informa sobre el riesgo de irradiación externa y sobre el contenido del bulto, que varía según una clasificación por “categorías”.

- El que informa sobre el riesgo de criticidad, en el caso de bultos que transporten sustancias fisiónables.

### 2.1.1. Categorías

Hay tres categorías: I-Blanca, II-Amarilla y III-Amarilla, cada una se corresponde con una etiqueta. De la primera a la última aumenta la intensidad de dosis en el exterior del bulto y, en consecuencia, el riesgo de irradiación externa para el personal que lo manipule o que se encuentre en sus proximidades. Así, la categoría depende de la intensidad de radiación máxima en la superficie del bulto y del Índice

Figura 1. Etiquetas representativas de las diferentes clases de mercancías peligrosas.

de Transporte (IT)<sup>1</sup>. Cuando según la intensidad de radiación en la superficie deba considerarse una categoría y según el IT otra, ha de elegirse la más restrictiva, es decir, la más elevada. Cada una de estas tres categorías lleva asociada una etiqueta, con una serie de variaciones en su color e indicaciones que nos informan del riesgo de irradiación externa del bulto. En la figura 2, podemos ver las diferentes etiquetas y los niveles de radiación en el exterior del bulto que representan cada una.

El primer objetivo de la etiqueta es de manera muy sencilla y visual, mediante colores y símbolos, quien vea un bulto radiactivo se informe inmediatamente de su riesgo de irradiación, sin tener que acercarse a él. Así, esta persona podría identificar inmediatamente que el bulto contiene una materia de la clase 7 (radiactiva). Además, el color blanco de la primera etiqueta le diría que el riesgo de irradiación es muy bajo y que no se precisan medidas especiales en la manipulación del bulto o establecer una distancia de segregación respecto a las personas. Por el contrario, si viera el color amarillo en la etiqueta sabría que ha de reducir el tiempo de manipulación del bulto al mínimo imprescindible, que existen limitaciones para la estiba de esos bultos en un vehículo y en su almacenamiento y que, además, puede ser necesario establecer distancias de segregación respecto a personas y a las películas fotográficas. Por otra parte, el aumento del número de barras rojas en las etiquetas va asociado al incremento de los niveles de radiación en el exterior del bulto. Por tanto, esa persona debe saber que una etiqueta amarilla con tres (III) barras rojas ofrece un riesgo de irradiación mayor que la que tiene dos (II).

<sup>1</sup>IT: Número adimensional que representa el nivel de radiación máximo a un metro de la superficie del bulto y cuyo valor coincide con la intensidad de dosis en  $\mu\text{Sv/h}$  dividida por 10 (o exactamente con la intensidad de dosis expresada en las antiguas unidades:  $\text{mrem/h}$ ).

Índice de transporte (IT)	Nivel de radiación máximo en cualquier punto de la superficie externa. (1mSv/h = 1000 $\mu\text{Sv/h}$ )	
0* <i>(*) Si el IT no es mayor que 0,05, el IT se considera cero.</i>	Hasta 0,005 mSv/h	 <b>I -BLANCA</b>
Mayor que 0 pero no mayor que 1	Mayor que 0,005 mSv/h pero no mayor que 0,5 mSv/h	 <b>II -AMARILLA</b>
Mayor que 1 pero no mayor que 10	Mayor que 0,5 mSv/h pero no mayor que 2 mSv/h	 <b>III -AMARILLA</b>
Mayor que 10**	Mayor que 2 mSv/h pero no mayor que 10 mSv/h** <i>(**) Debe transportarse también bajo uso exclusivo.</i>	

► **Figura 2.** Etiquetado del bulto según categorías.

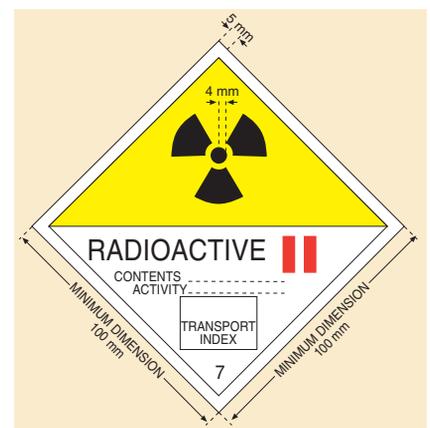
Además, como puede observarse en la figura 2, según la etiqueta puede obtenerse información sobre el material radiactivo que contiene el bulto: radioisótopos y su actividad; así como el dato concreto del nivel de radiación a un metro de su superficie: el Índice de Transporte (IT).

Todos los tipos de bultos (Industriales, A, B y C), salvo los calificados como “bultos exceptuados”<sup>2</sup> han de llevar dos etiquetas de la categoría en lados o posiciones opuestas de su superficie. Sólo en el caso de cisternas y grandes contenedores las etiquetas han de ponerse en sus cuatro lados, para reducir al mínimo la posibilidad de que sean tapadas por otras unidades de carga. Por otra parte, la reglamentación prescribe que las etiquetas se pongan cerca de la descripción de la materia de la que más adelante se hablará y que no queden cubiertas ni tapadas por una parte o un ele-

<sup>2</sup>Bultos Exceptuados: Contienen material radiactivo en cantidades tan limitadas que el riesgo radiológico es muy bajo.

mento cualquiera del embalaje o por cualquier otra etiqueta o marca. Asimismo, se establece que cuando sea necesario emplear más de una etiqueta deben colocarse una al lado de la otra.

Las dimensiones de las etiquetas serán las indicadas en la figura 3, si bien debe tenerse en cuenta que si la dimensión del bulto lo exige las etiquetas podrán tener dimensiones reducidas, siempre que queden bien visibles.



► **Figura 3.** Dimensiones de las etiquetas.

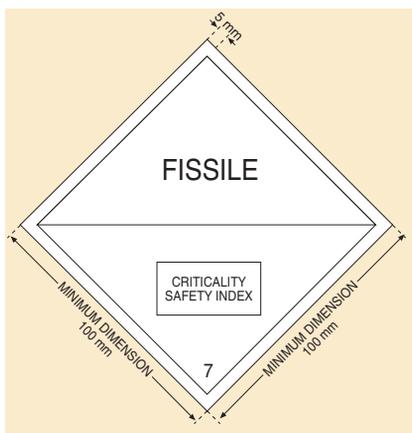


Figura 4. Material fisionable.

El tamaño y la forma del bulto no son indicadores de la radiación que emite el contenido. El color de la etiqueta y los detalles que en ella figuran constituyen la única y verdadera orientación

### 2.1.2 Etiquetado para bultos con sustancias fisionables

Esta etiqueta no porta ningún símbolo particular, sino que directamente indica que el bulto contiene sustancias fisionables (*Fissile*). Además, la etiqueta, que puede verse en la figura 4, indica el valor del Índice Seguridad respecto a la Criticidad del bulto (*Criticality Safety Index*), número que da idea del riesgo de criticidad de los bultos y proporciona información esencial para controlar su acumulación y separación en el almacenamiento y estiba. Es importante tener en cuenta que esta etiqueta es adicional a las etiquetas de las categorías antes descritas, ya que una sustancia fisionable además del riesgo de criticidad ofrece un riesgo radiológico al ser en si misma radiactiva. Por tanto, en estos casos ambas etiquetas, con objetivos diferentes, deben ir sobre el bulto o el contenedor (figura 5).

### 2.2. Marcado en los bultos

El marcado incluye indicaciones diversas que informan sobre el diseño del bulto, su riesgo y su origen y destino en el transporte. Así, podemos encontrar sobre el bulto:

- La identificación del remitente y/o del destinatario,

- El tipo de bulto: Industrial (IP-1, IP-2, IP-3), tipo A, tipo B ó tipo C,
- El código VRI del país de origen del diseño (código internacional de matrículas de vehículos, que en España se corresponde con “E”),
- El nombre del fabricante u otra identificación del embalaje especificada por la autoridad competente,
- El número de Naciones Unidas, precedido de las letras UN y la descripción de la materia de acuerdo con ese número,

“El tamaño y la forma del bulto no son indicadores de la radiación que emite el contenido. El color de la etiqueta y los detalles que en ella figuran constituyen la única y verdadera orientación.”

- El peso bruto admisible del bulto, cuando éste sea superior a 50 kg,
- La marca de identificación asignada al diseño por la autoridad competente y su número de serie, sólo si el embalaje está sujeto a aprobación previa, y
- Para los bultos tipo B y C, el triángulo indicativo de radiactividad.

Hay que tener en cuenta una clara excepción: en los “bultos ex-

ceptuados” sólo se precisa que en su exterior se identifique el número de Naciones Unidas y el expedidor y/o el destinatario; aunque aparte de esas señales externas, al ser abiertos deben mostrar en su interior la indicación de “RADIATIVO”.

Conviene comentar el sentido de estas marcas para entender la información que nos ofrece cada una, ya que no sólo tendrán diferentes objetivos, sino también distintos destinatarios:

- La identificación del remitente y/o del destinatario trata de evitar extravíos o pérdidas de los bultos.
- El tipo de bulto ya da una idea al personal experto de la clase y riesgo de su contenido, en tanto no se tengan datos concretos sobre el mismo.
- El código VRI y el nombre del fabricante permiten al personal de la autoridad competente identificar el diseño o poder buscar antecedentes sobre el mismo y sobre usos anteriores de ese embalaje.
- El número de Naciones Unidas es un número de cuatro cifras, asignado por el Comité de expertos de la Naciones Unidas en el transporte de mercancías peligrosas, que identifica una mercancía peligrosa concreta. En el caso de las radiactivas hay un total de 25 y cada uno representa un tipo de materia y/o bulto radiactivo (la denominada descripción de la materia). En la tabla 1, se recoge el listado completo.



Figura 5. Contenedor con material fisionable.

**Tabla 1. Lista de números de las Naciones Unidas (Números UN).**

Número UN	Identificación de la materia
2910	Material radiactivo, bulto exceptuado - Cantidad limitada de material.
2911	Material radiactivo. bulto exceptuado - Instrumentos o artículos.
2909	Material radiactivo, bulto exceptuado - Artículos manufacturados de uranio natural o uranio empobrecido o torio natural.
2908	Material radiactivo, bulto exceptuado - Embalajes vacíos.
2912	Material radiactivo de Baja Actividad Específica (BAE-I), no fisiónable o fisiónable exceptuado.
3321	Material radiactivo de Baja Actividad Específica (BAE-II), no fisiónable o fisiónable exceptuado.
3322	Material radiactivo de Baja Actividad Específica (BAE-III), no fisiónable o fisiónable exceptuado.
2913	Material radiactivo, objetos contaminados en la superficie (OCS-I u OCS-II), no fisiónable o fisiónable exceptuado.
2915	Material radiactivo en bulto tipo A, no en forma especial, no fisiónable o fisiónable exceptuado.
3332	Material radiactivo en bulto tipo A, en forma especial, no fisiónable o fisiónable exceptuado.
2916	Material radiactivo en bulto tipo B(U), no fisiónable o fisiónable exceptuado.
2917	Material radiactivo en bulto tipo B(M), no fisiónable o fisiónable exceptuado.
3323	Material radiactivo en bulto tipo C, no fisiónable o fisiónable exceptuado.
2919	Material radiactivo transportado bajo arreglos especiales, no fisiónable o fisiónable exceptuado.
2978	Material radiactivo, hexafluoruro de uranio no fisiónable o fisiónable exceptuado.
3324	Material radiactivo de Baja Actividad Específica (BAE-II), fisiónable.
3325	Material radiactivo de Baja Actividad Específica (BAE-III), fisiónable.
3326	Material radiactivo, Objetos Contaminados en la Superficie (OCS-I u OCS-II), fisiónable.
3327	Material radiactivo en bultos tipo A, no en forma especial, fisiónable.
3333	Material radiactivo en bultos tipo A, en forma especial, fisiónable.
3328	Material radiactivo en bultos tipo B(U), fisiónable.
3329	Material radiactivo en bultos tipo B(M), fisiónable.
3330	Material radiactivo en bultos tipo C, fisiónable.
3331	Material radiactivo transportado bajo arreglos especiales, fisiónable.
2977	Material radiactivo, hexafluoruro de uranio, fisiónable.

Su objetivo fundamental es advertir a los servicios de intervención en emergencias (fuerzas de seguridad, protección civil, bomberos, etc.) del tipo de materia que contiene el bulto para que adopten rápidamente las primeras medidas básicas de control de la emergencia. Es un método muy simple y reconocido a escala internacional como un sistema de identificación preferible a otras formas de identificación con símbolos o palabras.

En España, los números UN están asociados a unas Fichas de Intervención publicadas por la Dirección General de Protección Civil (DGPC), que informan de manera genérica sobre los riesgos de la materia y las medidas básicas a adop-

tar en un accidente. Esta información previamente elaborada es fácilmente accesible al amplio grupo de personal de primera respuesta y les supone una ayuda muy importante en la primera fase de la emergencia ante la inevitable ausencia de un especialista.

- El peso bruto máximo admisible del bulto, cuando exceda 50 kg, informa que para su manipulación se precisará de medios mecánicos. No obstante, en la práctica la manipulación manual de los bultos radiactivos debe reducirse al máximo posible en aras de la reducción de dosis de los trabajadores.

- Las marcas de identificación del diseño en los embalajes sujetos a aprobación, proporcionan una re-

lación entre el embalaje individual y el prototipo o diseño aprobado. Esta marca proporciona al observador especializado una valiosa información a la hora de afrontar un accidente. Esta marca consta de tres partes: VRI / número / tipo de bulto. Por ejemplo, el E / 0156 / B(U), sería un bulto tipo B(U) aprobado por España con el nº 0156.

- El número de serie del bulto, sólo obligatorio para embalajes sujetos a aprobación, permitiría al personal especializado conocer la historia individual de cada bulto desde su fabricación (usos, incidencias, mantenimiento) a través de los registros sometidos al preceptivo Programa de Garantía de Calidad.

- Por último, respecto al trébol, su sentido y objetivo ya ha sido comentado ampliamente anteriormente.

### 2.3. Legibilidad y durabilidad de las etiquetas y marcas

Es muy importante que las etiquetas y las marcas en el exterior de los bultos sean visibles y legibles. Asimismo, dependiendo del uso y del riesgo del contenido de los bultos, pueden ser necesarios distintos requisitos de durabilidad. Si estas premisas básicas no se cumplen mínimamente durante el transporte, la señalización externa de los bultos pierde todo su sentido.

Aparte de las prescripciones de dimensiones y tamaño de los caracteres ya indicados anteriormente, la reglamentación no establece requisitos concretos sobre la durabilidad de las etiquetas de peligro. El uso más extendido es el de la etiqueta adhesiva, aunque en ciertos casos se utilizan otros tipos con características más duraderas e indelebles.

Respecto a las marcas, la reglamentación indica de manera genérica que deben ser "legibles y duraderas". Únicamente para el requisito del trébol en los bultos tipo B y C concreta que debe estar grabado, estampado o marcado de manera que sea resistente a los efectos del fuego y del agua.

Es muy importante que se mantenga la legibilidad de las marcas y etiquetas.

Para que las marcas sean legibles, deberían tener una impresión clara, con el suficiente tamaño y estar en una localización adecuada, si tenemos en cuenta, por ejemplo, los medios mecánicos que pueden utilizarse para manipular el bulto. Aunque no está reglamentado, es recomendable una altura mínima de los caracteres de 12,5 milímetros para los bultos de poco peso (hasta algunos cientos de kilogramos), en los que es más probable el uso de medios mecánicos de contacto próximo, tal como una carretilla con horquilla elevadora. El tamaño del carácter debería aumentarse en los bultos pesados, que requerirán métodos de manipulación más remotos y así permitir que los operadores lean las marcas a distancia. Para los bultos más grandes (en un rango de decenas a cientos de toneladas) puede ser adecuado al menos 65 milímetros.

Además, se garantizará la legibilidad si entre los caracteres del marcado y el fondo donde se apliquen existe suficiente contraste. Puede ser necesario dar un acabado superficial al embalaje que garantice ese contraste. En general, es adecuado el uso de caracteres negros sobre un fondo blanco.

Las marcas también deben ser duraderas, de manera que al menos sean resistentes a los rigores del transporte en condiciones normales, incluyendo los efectos de la exposición a la intemperie y de la abrasión.

Por tanto, en los embalajes reutilizables es muy importante la verificación periódica y el mantenimiento de las marcas, procediendo a su completa sustitución si fuera necesario. Estas operaciones deben incluirse dentro de los puntos de los programas de inspección periódica de estos embalajes. La experiencia que se obtenga de esas inspecciones indicará si el tipo de marcas que se eligió es realmente duradero en la práctica o por el

contrario se precisa de uno distinto. Un ejemplo clásico de la importancia de ese mantenimiento periódico es el de los equipos de gammagrafía industrial y los de medida de densidad de suelos, bultos del tipo B y A por regla general. El tipo de uso de estos equipos y los ambientes a los que se ven sometidos provocan numerosas agresiones a su superficie externa y, por tanto, a sus marcas,

“Es muy importante que se mantenga la legibilidad de las marcas y etiquetas.”

por lo que en general precisan de un mantenimiento muy frecuente. En consecuencia, es recomendable el grabado directo sobre el equipo o bien el uso de placas metálicas grabadas que se fijen en su superficie externa.

Los métodos de etiquetado y marcado dependerán de la naturaleza de la superficie del embalaje y de si éste es de un solo uso o bien reutilizable, pues en este caso puede ser preciso variar el etiquetado o el marcado en función de su contenido. Así, podemos encontrarnos desde etiquetas adhesivas o una estampación ligera con tinta o pintura indelebles (método apropiado para embalajes de cartón o de madera) al marcado al fuego (para embalajes de madera), el pintado con productos a base de esmalte o resina (adecuado para muchas superficies, particularmente metálicas) o bien marcas profundamente grabadas en relieve, embutidas o moldeadas para embalajes exteriores metálicos.

Las etiquetas adhesivas se suelen utilizar para los datos con mayor variabilidad como el etiqueta-

do de la categoría del bulto, el nombre del remitente o del destinatario, el número UN y el nombre descriptivo de la expedición, mientras que los otros métodos, más duraderos, habitualmente se usan para datos más asociados al propio diseño del embalaje, como el tipo, el código VRI, el peso bruto, el número de serie o la marca de identificación de la aprobación. Sólo el trébol en los bultos del tipo B y C, debe estar siempre grabado, estampado o marcado de manera que sea resistente a los efectos del fuego y del agua, garantizando así que, después de un accidente grave, pueda seguir identificándose de manera inequívoca que estos bultos portan material radiactivo.

Si los embalajes tuvieran superficies externas irregulares (por ejemplo aletas o corrugaciones) o bien superficies inadecuadas para la aplicación directa de las marcas o etiquetas podría ser necesario fijar previamente una placa plana para colocarlas, mejorando así la legibilidad.

### 3. Señalizaciones en los vehículos

Las señales que se ponen sobre los vehículos se denominan generalmente “rótulos”. En los dos lados y en la parte trasera de los vehículos de carretera se requiere uno romboidal como el de la figura 6, con la misión de informar, sin más detalle sobre el contenido, de que ese vehí-

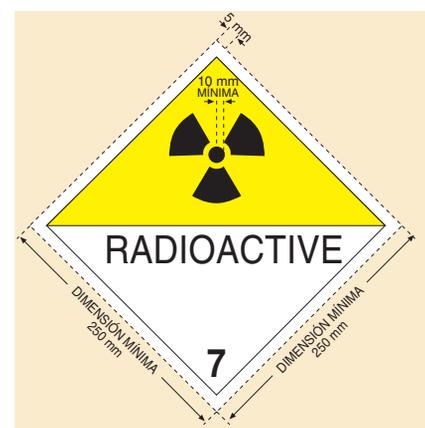


Figura 6. Placa para vehículos que transporten material radiactivo.

culo transporta una materia con riesgo “RADIATIVO”, pues junto a dicha palabra además aparecen el trébol y el número 7, indicativo de esta clase de materia peligrosa.

Además, en el vehículo ha de ponerse un panel reflectante de color naranja como el de la figura 7, que por sí mismo, sin ninguna indicación en su interior, ya informa de que se transporta una mercancía peligrosa. Cuando la materia peligrosa que se transporta es toda de un solo tipo, el panel recogerá cierta información escrita, como en la figura 7; así, se divide longitudinalmente en dos partes y en la parte superior se incluye el número de peligro y en la parte inferior el número de Naciones Unidas. Sobre éste último ya se ha hablado anteriormente; respecto al número de peligro, informa de los riesgos primarios y subsidiarios de la mercancía peligrosa que se transportan. En el caso de la radiactiva sólo hay dos números de peligro posibles: 70 y 78. Si se viera el 70 quiere decir que sólo existe riesgo radiactivo (clase 7) sin que exista riesgo subsidiario. Si viéramos el 78 tendríamos una materia radiactiva que además es corrosiva (clase 8), por ejemplo el hexafluoruro de uranio.

Por tanto, el panel naranja nos informará inmediatamente de que aquel vehículo lleva una mercan-

cía peligrosa (color naranja) y puede que también del tipo de riesgo de la misma (número de peligro) y de qué materia concreta transporta (número UN). El panel naranja debe ir en la parte posterior y delantera del vehículo. Además, si el panel incluyera el número de peligro y el número UN deberá colocarse también en los laterales del vehículo. En cuanto a

“Las señalizaciones en el exterior de los bultos radiactivos deberían reducirse al máximo posible a las requeridas por la reglamentación.”

sus medidas, son las indicadas en la figura 7, aunque pueden ser menores (base: 30 cm, altura: 12 cm, reborde negro: 1 cm) si los vehículos son de pequeño tamaño.

No debemos confundir el panel naranja con el panel amarillento indicativo de vehículo de grandes dimensiones que se ven frecuentemente en las carreteras

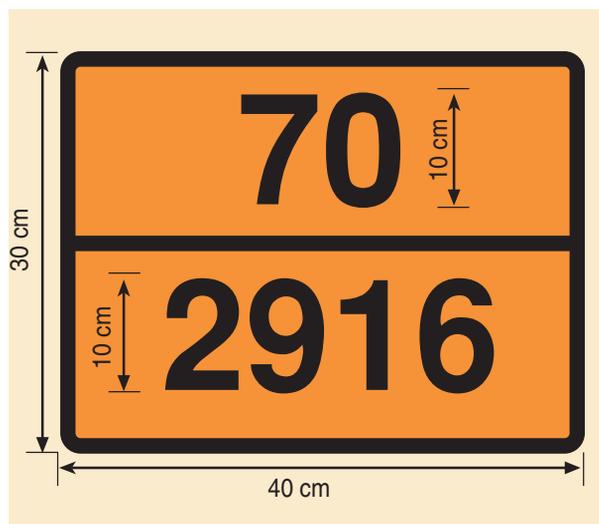
Debe tenerse en cuenta que en un vehículo tipo plataforma que transporte contenedores o cisternas de grandes dimensiones, los

rótulos señalados en este apartado deben ir dispuestos en éstos. Además, en estos casos se acepta que el rótulo de la figura 6 se sustituya por el correspondiente de la figura 2, que también informa del contenido y el nivel de radiación, pero en tal caso deben ampliarse sus dimensiones hasta las requeridas para aquel.

#### 4. Etiquetas, marcas y confusiones varias

El número y tipo de señales descritos para los bultos radiactivos y los vehículos deberían ser suficientes como para informar del riesgo de este transporte y adoptar las medidas necesarias en cada momento. Sin embargo, a veces se dan situaciones que provocan confusiones o malas interpretaciones que pueden afectar al desarrollo normal de un transporte o entorpecer la actuación en caso de emergencia. Aunque el número de casos es realmente despreciable frente a los miles de transportes de material radiactivo, conviene comentarlos, no sólo por curiosidad, sino también por si con ello pueden evitarse algunas de estas confusiones en el futuro.

En ocasiones, los bultos radiactivos llevan otras etiquetas o marcas no relacionadas con la advertencia del riesgo radiológico o del riesgo genérico como mercancía peligrosa; se trata de etiquetados de carácter comercial, de información sobre el producto transportado no relacionada con su carácter radiactivo, de números de lote de producto o de otros números relacionados con la gestión convencional del transporte o de una actividad de distribución o comercialización. Así, podemos encontrarlos, junto a y entre las etiquetas y marcas preceptivas, otra mucha información que puede confundir al personal no especializado que suele ser el primero que entra en contacto con los bultos en una situación anormal. Además, estas otras indicaciones enmarañan la información que estas personas han de transmitir en un momento dado al personal especializado. Ni que decir tiene que lo anterior se agrava cuando además de “junto a” y “entre” las señalizaciones preceptivas, nos encontramos otras etiquetas y marcas variopintas “sobre” ellas. En consecuencia, debe tratarse de que en el exterior de los bultos radiactivos las señalizaciones se reduzcan a las requeridas



► Figura 7. Panel naranja.

por la reglamentación y que la “otra información” se disponga en el bulto de manera distinta: dentro de él, en cestillas adheridas a su superficie o utilizando la documentación de acompañamiento.

Las señalizaciones en el exterior de los bultos radiactivos deberían reducirse al máximo posible a las requeridas por la reglamentación.

También podemos encontrarlos con la situación opuesta, que se mantengan las etiquetas y las marcas en un embalaje vacío (limpio de material radiactivo); por ejemplo, cuando se le desecha como residuo convencional o se le transporta de vuelta al suministrador del material radiactivo. En el primer caso suele provocarse una gran alarma innecesaria entre la población, pues los embalajes señalizados suelen encontrarse en lugares totalmente inadecuados de acuerdo con las señales que portan: vertederos, contenedores de residuos o incluso la propia calle. En la segunda de las situaciones, debe tenerse en cuenta que el objetivo de las etiquetas y marcas es proporcionar información sobre el contenido real del bulto y cualquier señalización referente al contenido anterior, y que no haya sido retirada, podría dar una información incorrecta que, por ejemplo en caso de una emergencia, puede conllevar a la adopción de medidas exageradas que provoquen trastornos en vías de circulación, en el desarrollo de actividades comerciales o simplemente alarma social. Por tanto, nunca debe tratarse como residuo convencional o transportarse un embalaje que no porta material radiactivo sin antes retirar todas las etiquetas que lo identifican como tal. Tampoco deben transportarse bultos radiactivos con etiquetados o marcados de transportes anteriores, que no sean acordes con su contenido real.

El objetivo de las etiquetas y marcas es proporcionar información sobre el contenido real del bulto.

Otra curiosa variedad de confusión la encontramos en embalajes que no contienen material radiactivo, que nunca lo han contenido ni lo contendrán, pero que llevan alguna etiqueta, marca o indicación que puede hacer sospechar que lo portan. En efecto, en la industria convencional (no relacionada con las mercancías peligrosas) podemos encontrar contenedores con

“El objetivo de las etiquetas y marcas es proporcionar información sobre el contenido real del bulto.”

determinadas marcas o señales que pueden “sugerir” que nos encontramos frente a un cargamento de mercancía peligrosa, en el caso que nos ocupa de material radiactivo. Para muestra un botón: en diciembre de 2002, durante las labores de limpieza del accidente del buque *Prestige* se halló flotando frente a la costa asturiana un contenedor que tenía una indicación que hizo sospechar al personal que lo encontró que pudiera ser un bulto radiactivo, se trataba de los caracteres: IMO 7.

Ya hemos visto lo que significa el 7 entre las clases de mercancías peligrosas, pero además “IMO” son las iniciales en inglés de *International Maritime Organization*, quien entre muchas otras cosas edita la reglamentación marítima sobre el transporte de esas mercancías. Aparte de estos datos “sospechosos” el contenedor no tenía ninguna de las etiquetas o marcas inequívocamente relacionadas con la presencia de un material radiactivo, descritas en los apartados anteriores, que hicieran pensar al personal especializado que estábamos ante un bulto radiactivo. Sin embargo,

la alarma que provocó la situación y la posibilidad de que el contenedor hubiera perdido las señales al estar flotando en el mar, aconsejaron a las autoridades actuar y tranquilizar a la población. Tras las oportunas medidas se comprobó que aquel contenedor no portaba ningún material radiactivo, simplemente estábamos ante un contenedor cisterna para gases criogénicos cuyo modelo es denominado IMO 7. El por qué un contenedor de esas características estaba flotando en el mar una tarde de diciembre es otra historia que aquí no viene al caso.

Poco se puede hacer para prevenir este tipo de situaciones, pues difícilmente se va a evitar el uso de acrónimos, números o palabras en contenedores convencionales, que personal no especializado, pero con cierta información sobre mercancías peligrosas, pueda llegar a malinterpretar en un momento dado. Afortunadamente, estos casos son muy infrecuentes.

Por último, se considera oportuno incluir en esta sección una breve reflexión sobre el uso de etiquetas con palabras en un idioma que no es el del país donde se transporta un bulto. Desde enero de este año 2005 los reglamentos internacionales de transporte de mercancías peligrosas por carretera (ADR) y ferrocarril (RID) requieren que las palabras recogidas en la etiqueta de peligro, la relativa a sustancias fisionables y la placa del vehículo, vayan en inglés (*Radioactive, Fissile, Safety Criticality Index*). En principio, parece positivo a fin de armonizar la señalización al máximo. Con ello se evita que una etiqueta con términos en un idioma con caracteres muy alejados de los del nuestro no sea reconocida. Por otra parte, como puede comprobarse, los términos en inglés no son muy distintos a los del español, sobre todo el fundamental: radiactivo. Sin embargo, aunque en principio esta es una medida que se puede considerar positiva si la

observamos desde nuestro país, cabe preguntarse si es igual de positiva en aquellos donde el término inglés difiere mucho del idioma local.

## 5. Conclusiones

Existen numerosas indicaciones exteriores, tanto en los bultos radiactivos como en los vehículos que los acarrearán, como para informarnos del riesgo de lo que se transporta. Así, encontramos símbolos, colores, números, palabras, que harán muy difícil que pase desapercibido el riesgo que aquellos ofrecen, siempre, claro está, que esas señales se encuentren en buen estado y no estén tapadas por otras señalizaciones o elementos.

Cada etiqueta o marca tiene su propio objetivo y su información va, en principio, dirigida a diferentes destinatarios a los que ayudarán

a aplicar procedimientos en condiciones normales y de emergencia que disminuyan el riesgo radiológico para las personas y el medio ambiente.

No debe obviarse ninguna señalización del bulto o del vehículo pensando en que determinadas señales pueden alertar innecesariamente al público y causar trastornos, problemas o retrasos al normal desarrollo del transporte. Debe tenerse en cuenta que justamente alertar, en el sentido de advertir, prevenir o avisar, es el objetivo fundamental de la señalización, para informar a los trabajadores, a las fuerzas de intervención, al personal especializado o al público en general, sobre el riesgo radiológico; pero, tampoco debe utilizarse la información que nos dan estas etiquetas, marcas y rótulos para

adoptar actitudes de rechazo basadas en un temor irracional e infundado, que perjudiquen sin motivo el desarrollo de una actividad como la del transporte de material radiactivo, por el momento fundamental para el mantenimiento del nivel de bienestar y salud de nuestra sociedad, pues facilita el desarrollo de las numerosas aplicaciones médicas, industriales y energéticas de esos materiales.

En resumen, las señalizaciones externas de los bultos radiactivos y de los vehículos en los que se transportan, son fundamentales pues facilitan la adopción en cada momento o situación de las precauciones necesarias, acordes al riesgo real, para protegerse y disminuir las dosis de radiación tanto como sea razonablemente posible. 

## Referencias

- *Acuerdo europeo relativo al transporte internacional de mercancías peligrosas por carretera (ADR)*. Edición 2005. BOE de 21 de enero de 2005.

- *Reglamento para el transporte seguro de materiales radiactivos del OIEA*. Edición de 1996 (enmendada en 2003). N° TS-R-1 de la colección de normas de seguridad del OIEA.

- *Advisory Material for the Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material (1996 Edition)*. IAEA Safety Standards Series TS-G-1.1 (ST-2).

## Grandes figuras de la ciencia nuclear y radiactiva

# Willard Frank Libby. Premio Nobel de Química (1960)

El Premio Nobel de Química en 1960 fue concedido al estadounidense Willard Frank Libby (1908-1980), por su método para utilizar el carbono-14 para la datación de la arqueología, geología, geofísica y otras ramas de la ciencia.

Especializado en el estudio de la radiactividad en los tejidos vivos, introdujo el cómputo cronológico basado en la radiactividad del carbono-14 contenido en los restos orgánicos cuya edad se trata de determinar.

Willard Frank Libby nació en Grand Valley, Colorado, el 17 de diciembre de 1908.

Recibió su educación primaria en diferentes escuelas de la zona de Sebastopol, California, entre 1913 y 1926, trasladándose a la Universidad de California, en Berkeley en 1927, donde se licenció y doctoró respectivamente en 1931 y 1933, año en el que fue nombrado Instructor en el departamento de química en la misma universidad. Durante los diez siguientes años su carrera evolucionó en Berkeley, donde promocionó sucesivamente a asistente y después a profesor asociado de química. Tras esta etapa fue premiado con una beca de la *Guggenheim Memorial Foundation* y eligió para desarrollarla trabajar en la Universidad de Princeton, hasta que, en diciembre de 1941, tuvo que interrumpir su beca durante la Segunda Guerra Mundial, ya que fue llamado a colaborar en el proyecto *Manhattan* en la Universidad de Columbia.



► Figura 1. Willard Frank Libby.

Al terminar la guerra, Libby aceptó el puesto de profesor de química en el departamento de química del Instituto para estudios nucleares (hoy Instituto Enrico Fermi para estudios nucleares) en la Universidad de Chicago, donde permaneció hasta su nombramiento por el presidente Eisenhower en 1954

como miembro de la *Atomic Energy Commission* de Estados Unidos.

Este nombramiento fue renovado en 1956 por el presidente para un nuevo periodo de cinco años, pero Libby renunció al cargo en 1959 para volver a enseñar química como profesor en la Universidad de California, en Los Ángeles, puesto al que también renunció en 1962 al ser nombrado director del Instituto de geofísica y física planetaria.

Libby llevó a cabo todo tipo de asesorías científicas y trabajos de consultoría técnica en industrias asociadas al Instituto para estudios nucleares así como para departamentos de defensa, organizaciones científicas y universidades. Desde 1945 a 1952 fue miembro del Comité *senior* de evaluadores de la *Atomic Energy Commission*; de 1950 a 1954 fue miembro del Comité general asesor de la Comisión, puesto para el que fue vuelto a designar por el presidente Eisenhower en 1960. Fue miembro del



► **Figura 2.** Libby fue un especialista en radioquímica.

*Plowshare Advisory Committee* desde 1959; becado por la *Guggenheim Memorial Foundation* en 1941, 1951 y 1959-1962; miembro del panel asesor de la *Guggenheim Memorial Foundation*, reelegido durante dos periodos de cuatro años; investigador asociado al *Carnegie Institute of Washington Geophysical Laboratory* desde 1954 a 1959. Sirvió al Estado como consultor para la Oficina de movilización civil y de defensa (1959-1961) y fue miembro del Consejo asesor del coordinador de actividades atómicas desde 1959 en el estado de California. Desde 1963 fue director de la *Douglas Aircraft*

nicas de trazado y trabajos sobre trazados isotópicos. El estudio que le proporcionó fama a nivel mundial y el Premio Nobel de química en 1960 versó sobre el carbono-14 natural y su uso para la datación arqueológica, y el tritio natural y sus usos hidrológicos y geofísicos.

Además del Premio Nobel recibió otras muchas distinciones, tales como el premio de la *Research Corporation* en 1951 por la técnica de datación del carbono radiactivo; la medalla *Chandler* de la Universidad de Columbia por logros meritorios en el campo de la química en 1954; el premio de la *American Chemical Society* por las



► **Figura 3.** Gracias a los trabajos de Libby con el carbono-14 radiactivo sabemos con precisión, por ejemplo, la edad de un papiro, una momia inca o un determinado fósil.

*Company* y miembro de la Comisión general científica de la Fundación nacional de ciencias.

Libby fue un físico-químico y un especialista en radioquímica, particularmente en la química de los átomos calientes, técnicas

de trazado y trabajos sobre trazados isotópicos. El estudio que le proporcionó fama a nivel mundial y el Premio Nobel de química en 1960 versó sobre el carbono-14 natural y su uso para la datación arqueológica, y el tritio natural y sus usos hidrológicos y geofísicos.

El libro de Libby, *Radiocarbon Dating*, fue publicado por la Universidad de Chicago en 1952, y reeditado en 1955. También es autor de numerosos artículos, principalmente en publicaciones científicas. Desde 1960 fue miembro del *Panel Editorial* del *Proceedings of the National Academy of Sciences*, y desde 1962, miembro del *Panel Editorial* de *Science*.

El profesor Libby fue socio de numerosas sociedades científicas en los Estados Unidos; también fue miembro de la *Heidelberg Academy of Sciences*, de la Sociedad boliviana de antropología, y miembro extranjero de la *Royal Swedish Academy of Sciences*.

Willard F. Libby murió el 8 de septiembre de 1980. 

# Actualidad

- Centrales nucleares • Instalaciones del ciclo y en desmantelamiento • Instalaciones radiactivas • Acuerdos del Consejo • Actuaciones en emergencias •

## ► CENTRALES NUCLEARES

*La información se refiere al periodo comprendido entre el 21 de noviembre de 2004 y el 21 de febrero de 2005.*

### Almaraz

La unidad I ha operado sin incidencias al 100% de potencia durante todo el periodo considerado.

El próximo día 30 de marzo se desacoplará la unidad para realizar la 17ª parada de recarga.

La unidad II ha operado sin incidencias al 100% de potencia durante todo el período considerado.

### Ascó

En la unidad I y durante el periodo considerado se produjeron los siguientes sucesos notificables:

El día 16 de enero se produjo la salida de la banda de maniobra *delta* I durante 14 minutos por *run-back* hasta el 70%, a causa del disparo de la turbobomba de agua de alimentación principal B por baja presión de aceite, al disparar la bomba de lubricación 70P02B.

En su reunión del día 9 de febrero de 2005, el Consejo informó favorablemente la revisión nº 78 de las especificaciones técnicas de funcionamiento de la central nuclear Ascó I.

En la unidad II y durante el mismo periodo se produjeron estos sucesos notificables:

El día 23 de noviembre de 2004, la parada automática de reactor por disparo de turbina, originada por disparo del transformador principal, a causa de un cortocircuito en la fase "S" del mismo, relacionado con un fallo en su devanado de alta tensión debido a fatiga de tipo mecánico a consecuencia de cortocircuitos reiterados durante su servicio habitual. El incidente es similar al ocurrido el 16 de octubre de 2004 en la misma unidad.

El día 14 de enero de 2005 se produjo la parada automática del reactor por disparo de turbina a causa de disparo del alternador por actuación de la protección asociada al relé *Buchholz* de la fase "S" del transformador principal, durante la puesta en servicio, tras intervención por mantenimiento, de uno de los cambiadores de calor del sistema de refrigeración del aceite de la citada fase.

En su reunión del día 9 de febrero de 2005, el Consejo informó favorablemente la revisión nº 78 de las

especificaciones técnicas de funcionamiento de la central nuclear Ascó II.

En su reunión de 15 de diciembre de 2004, el Consejo acordó apreciar favorablemente la solicitud de autorización del Servicio de Protección Radiológica para ambas unidades de la central nuclear de Ascó.

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

### Cofrentes

La central ha permanecido operando a potencia con normalidad, excepto durante una parada automática del reactor, que se produjo el día 30 de noviembre de 2004, por actuación de la protección contra inestabilidades termohidráulicas, tras un transitorio con disparo de una de las bombas de recirculación y reducción automática del caudal (*run-back*) del otro lazo de recirculación. Las actuaciones automáticas que dieron lugar a la parada del reactor se originaron a causa del transitorio eléctrico y mecánico que ocurrió al cerrar un interruptor del compresor de la unidad enfriadora del sistema de agua enfriada no esencial, cuyas fases de salida estaban conectadas a tierra, por error. En la cabina eléctrica correspondiente se produjo una deflagración, que indujo perturbaciones en cabinas próximas. La respuesta de los sistemas de la central a este transitorio fue normal.

Desde el día 22 de enero de 2005 ha comenzado la extensión del actual ciclo de operación (ciclo 15), con una reducción de potencia progresiva programada



Trabajos en el interior de la central nuclear de Cofrentes.

hasta el inicio de la 15ª recarga de combustible, previsto para mediados de mayo de 2005.

En su reunión del día 15 de diciembre de 2004, el CSN autorizó al Servicio de Protección Radiológica (SPR) de la central para la realización de las actividades relativas a la protección radiológica de la instalación.

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

### José Cabrera

Durante el periodo de tiempo considerado la central ha estado funcionando a potencia de manera estable. No se han producido alteraciones de carga salvo las que se realizan periódicamente para la prueba mensual de válvulas de turbina.

Durante este periodo de tiempo se ha realizado la última recarga de combustible (nº 28). Esta recarga se inició el día 5 de febrero de 2005, terminando el 4 de marzo de 2005. La actividad más destacable es la inspección de los tubos del generador de vapor. Se han taponado 20 tubos de forma preventiva en cumplimiento de los criterios de taponado de los mismos.

Se han producido dos sucesos notificables durante este periodo de tiempo. El primero ocurrió el 2 de enero de 2005 y tuvo su origen en la señal de mínima tensión de la línea de 46 kV procedente de la central hidráulica de Bolarque. Esta señal de mínima tensión provocó la transferencia a la otra fuente de alimentación eléctrica exterior de 220 kV con el consiguiente disparo y arranque de la bomba de agua de servicios esenciales del tren B.

El segundo suceso notificable se produjo el 16 de febrero de 2005 durante la realización de actividades de mantenimiento en el sistema eléctrico. Debido a un error humano se produjo señal de mínima tensión en la barra de emergencias del tren A y el consiguiente acoplamiento de la LEM-1.

En relación con las actuaciones del Consejo de Seguridad Nuclear durante este periodo de tiempo destacan las siguientes:

El Consejo, en su reunión del 15 de diciembre de 2004, apreció favorablemente el proyecto específico de desclasificación de chatarras metálicas.

El Consejo, en sus reuniones de los días 26 de enero y 3 de febrero de 2005, acordó informar favorablemente dos revisiones de las especificaciones técnicas relacionadas con mejoras en las especificaciones correspondientes al sistema de extracción de calor residual, prueba de fugas de válvulas de aislamiento de la contención, y válvula de aislamiento de la línea de vapor principal.

### Santa María de Garoña

La central ha operado durante estos meses a plena potencia de forma estable, excepto la reducción de carga llevada a cabo el día 29 de noviembre de 2004 para la realización de trabajos de mantenimiento, la



Vista de la central nuclear Santa María de Garoña.

llevada a cabo el día 26 de diciembre de 2004 para la realización de pruebas periódicas de vigilancia programadas y ajuste del modelo de barras de control y la llevada a cabo a partir del 26 de enero de 2005 al comenzar la fase de extensión del ciclo de operación por *Coast-Down* previa a la parada para recarga de combustible programada para el 27 de febrero de 2005.

En su reunión del día 15 de diciembre de 2004, el Consejo de Seguridad Nuclear acordó apreciar favorablemente la modificación de la Instrucción Técnica Complementaria nº 25 al permiso de explotación de la central, relativa al programa de inspección de las soldaduras sobre tuberías de acero inoxidable.

En su reunión del día 15 de diciembre de 2004, el Consejo de Seguridad Nuclear acordó conceder al titular la autorización para el Servicio de Protección Radiológica de la central que había solicitado atendiendo al artículo 24 del Real Decreto 783/2001, por el que se aprueba el nuevo Reglamento de Protección Sanitaria contra las Radiaciones Ionizantes.

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

### Trillo

La central ha estado funcionando al 100% de potencia en condiciones estables durante todo el periodo excepto durante el tiempo en el que se ha reducido carga para la realización de pruebas periódicas de vigilancia programadas.

El 18 de diciembre de 2004 se produjo el incidente reportado como suceso notificable consistente en la parada manual de turbina después de haberse producido gran rechazo de carga desde 100% al 0% por avería en tarjeta de alimentación del regulador de presión mínima.

El 8 de febrero de 2005 se produjo el incidente reportado como suceso notificable consistente en la parada de turbina por señal de alta presión en los calentadores intermedios.

El CSN en su reunión del día 3 de febrero informó favorablemente la revisión 23 de las especificaciones de funcionamiento.

El CSN en su reunión del día 3 de febrero informó favorablemente la revisión 11 del Plan de Emergencia Interior.

Se han realizado en este periodo siete inspecciones.

## Vandellós II

La información de Vandellós II se refiere al periodo del 21 de noviembre hasta el 21 de diciembre de 2004.

La central ha estado funcionando al 100% de potencia en condiciones estables durante este periodo, excepto durante el tiempo debido a la parada automática no programada del día 14 de noviembre, prolongada hasta el día 18 del mismo mes para intervenir en el sistema de agua de servicios esenciales, así como también a las reducciones de carga practicadas para la realización de pruebas periódicas de vigilancia programadas e intervenciones de mantenimiento.

En el periodo considerado ha tenido lugar el siguiente suceso notificable:

El día 14 de noviembre, con la central al 100% de potencia, se produjo la parada automática del reactor por disparo de turbina. El suceso se inició tras la actuación de las protecciones de la red eléctrica, lo que provocó la aparición de anomalías en el parque eléctrico de 400 kV; y a partir de aquí se desencadenó la secuencia de actuaciones según diseño de la central: apertura de interruptores del parque a la red, disparo del generador principal, disparo de turbina, y, por estar la potencia por encima del 34%, el disparo del reactor.



Simulador de la central nuclear Vandellós II.

La actuación de las protecciones de la red estuvo motivada por la incidencia de un objeto indeterminado arrastrado por el fuerte viento que en esos momentos se desarrollaba en la zona, lo que provocó que una fase de la red entrara en contacto con tierra.

Como acción correctora, se repararon todos los elementos afectados.

La parada de la central se prolongó durante casi cuatro días aproximadamente, para dar cumplimiento a un requerimiento del CSN, por el que el titular debía proceder a reforzar las reparaciones temporales de la bocas de hombre del sistema de agua de servicios de esenciales efectuadas en el mes de octubre, debiendo realizarse dos de ellas en modo 3 de operación –disponible caliente–. Estas reparaciones temporales se llevaron a cabo tras la detección de pérdida de espesor por corrosión externa en los cuellos de todas las bocas de hombre del sistema, como medida compensatoria para asegurar la integridad estructural de las líneas de tuberías de este sistema.

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

## ▶ INSTALACIONES DEL CICLO Y EN DESMANTELAMIENTO

### Ciemat

Continúa el seguimiento y control de las instalaciones operativas y paradas del Centro.

En el proceso de evaluación del proyecto PIMIC-Desmantelamiento de instalaciones, el Ciemat ha remitido al CSN diversos documentos revisados que están en proceso de evaluación.

Dentro del proyecto PIMIC-Rehabilitación, continúa la limpieza y descontaminación de las 24 parcelas en las que se ha subdividido el emplazamiento.

Durante este periodo se han realizado cinco inspecciones de control a las instalaciones incluidas en el proyecto de desmantelamiento.

### Fábrica de Uranio de Andújar

Se ha continuado con el seguimiento del Programa de vigilancia y mantenimiento del emplazamiento. El titular ha presentado la revisión del modelo hidrológico que está siendo evaluado por el Consejo de Seguridad Nuclear.

### Planta Lobo G de la Haba (Badajoz)

Continúa el seguimiento del Programa de vigilancia y control del emplazamiento ya clausurado.

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

En él se encuentran emplazadas las plantas de concentrados de uranio Elefante, ya desmantelada, y Quercus, que se encuentra en fase de cese definitivo

## ACUERDOS DEL CONSEJO

*En el periodo comprendido entre el 1 de diciembre de 2004 y el 9 de febrero de 2005 el Consejo ha tomado los siguientes acuerdos.*

### **Acuerdo Específico Universidad Politécnica de Madrid/CSN para la elaboración de los informes de indicadores de funcionamiento de las centrales nucleares españolas y desarrollo de un nuevo sistema de indicadores**

El Ciemat ha manifestado su voluntad de no prorrogar el Acuerdo Específico por el que se venía realizando el Informe Anual de Indicadores de Funcionamiento de las centrales nucleares españolas. El Convenio Marco de Colaboración Universidad Politécnica de Madrid (UPM)/CSN, en vigor, recoge la posibilidad de establecer Acuerdos Específicos para la realización de actividades que por su naturaleza y entidad ofrezcan un carácter diferenciado y específico. La UPM manifiesta poseer la capacidad y disponibilidad necesarias para desarrollar el trabajo que se propone, a través de los recursos humanos y la experiencia de su departamento de Ingeniería de Orga-

nización, Administración de Empresas y Estadística, bajo la supervisión del CSN. A la vista de lo que antecede el Consejo ha acordado, con fecha 1 de diciembre de 2004, que se inicien los trámites para la firma del Acuerdo Específico entre la Universidad Politécnica de Madrid y el Consejo de Seguridad Nuclear, para la elaboración de los Informes de Indicadores de Funcionamiento de las centrales nucleares españolas y desarrollo de un nuevo sistema de indicadores.

### **Mejora de la calidad de las UTPR**

Se presentó a la consideración del Consejo el informe "Propuesta de medidas para mejorar la calidad de las actuaciones de las Unidades Técnicas de Protección Radiológica (UTPR)". La propuesta, para su aplicación a todas las UTPR autorizadas, contempla un conjunto de medidas específicas a desarrollar por el CSN para mejorar la calidad de las actuaciones de las UTPR, con el fin de conseguir un adecuado grado de cumplimiento en las instalaciones a las que prestan servicio, de los requisitos de protección radiológica

establecidos en la reglamentación vigente. En este informe se contemplan medidas relativas a las UTPR, a las instalaciones a que prestan sus servicios, y a la propia actuación de regulación, licenciamiento y control por parte del CSN. A la vista del documento presentado el Consejo acordó el día 15 de diciembre de 2004 aprobar el informe sobre las "Medidas para la mejora de la calidad de las actuaciones de las Unidades Técnicas de Protección Radiológica".

### **Chatarras metálicas de la central nuclear José Cabrera**

El 15 de diciembre de 2004 el Consejo acordó apreciar favorablemente la metodología para desclasificación de chatarras metálicas de la central nuclear José Cabrera, según la condición 2 de la Resolución de la Dirección General de Política Energética y Minas de 8 de mayo de 2003 por la que se aprueba el Proyecto Específico de Desclasificación de Chatarras de la central nuclear de José Cabrera, teniendo el Consejo que apreciar favorablemente la metodología de caracterización radiológica de la chatarra.

de las actividades productivas, y las antiguas minas de uranio a cielo abierto que surtieron de uranio a ambas plantas y a la fábrica de Andújar ya desmantelada.

En la planta Elefante, se ha concluido la construcción de las diferentes capas de cobertura y se ha completado la siembra de especies herbáceas y arbustivas en la capa de tierra vegetal, asimismo se ha concluido la construcción de los canales de derivación y la balsa de recogida de aguas de escorrentía del área ocupada por las estructuras desmanteladas. En consecuencia han concluido las obras de desmantelamiento.

La planta Quercus no tiene existencias de concentrados de uranio, y continúa el tratamiento de efluentes líquidos (aguas de corta y líquidos sobrenadantes del Dique de Estériles) para su acondicionamiento y vertido, así como el mantenimiento de estas secciones.

Una vez aprobado el proyecto de restauración de-

finitiva de las explotaciones mineras en Saelices el Chico, continúan las obras de relleno de cuatro huecos de minas (yacimientos F y D), que supone 14,55 millones de metros cúbicos del estéril de mineral almacenado en las escombreras de mina, y la remodelación del estéril en las escombreras remanentes, procediendo a la impermeabilización de las superficies con material arcilloso para asegurar la protección contra la emisión de radón y la infiltración. Esta capa se protege con una capa contra la erosión y, por último, se cubre con una capa de suelo y vegetación. Las escombreras de mina representan 67,6 millones de toneladas.

Actualmente se han recolocado 900.000 toneladas de estériles de mina en el hueco H-06 procedentes de la zona D y más de 100.000 toneladas de estériles de mina en el hueco FE-3 procedentes de la zona FE-3-1.

### Autorización del Servicio de Protección Radiológica de las centrales nucleares

En cumplimiento de lo requerido en el artículo 24 del Real Decreto 783/2001, por el que se aprueba el nuevo Reglamento sobre Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes, que establece que los servicios de protección radiológica de las centrales nucleares deben ser autorizados expresamente por el CSN, se han realizado los informes técnicos correspondientes a cada central nuclear, y una vez examinada la documentación presentada por el titular de cada una de las centrales nucleares en solicitud de autorización del Servicio, así como las evaluaciones e informes efectuados por el CSN en el ámbito de sus competencias, el Consejo ha acordado, con fecha 15 de diciembre de 2004, autorizar el Servicio de Protección Radiológica de las centrales nucleares para que lleven a cabo las actividades correspondientes a la protección radiológica de las instalaciones.

### Convenios

El día 15 de diciembre de 2004 el Consejo acordó los siguientes convenios:

- El Consejo ha acordado que se inicien los trámites para la firma de los respectivos Convenios con la Sociedad Nuclear Española y con la Sociedad Española de Protección Radiológica para los servicios de traducción de las Guías de Seguridad del OIEA.

-El Consejo ha acordado que se inicien los trámites para la actualización, para el año 2005, del Convenio CSN/Cedex para la asistencia técnica en los Programas de Vigilancia Radiológica de Medio Acuático.

-El Consejo ha acordado que se inicien los trámites para la actualización para el año 2005, del Acuerdo Específico CSN/Cedex sobre un Programa de Vigilancia Radiológica Ambiental en el Medio Acuático (Red de Estaciones de Muestreo: Red Espaciada).

-El Consejo ha acordado que se inicien los trámites para la actualización de los presupuestos para el año 2005 de los acuerdos específicos con los laboratorios de 19 universidades y del Ciemat, para la realización de los Programas de Vigilancia Radiológica Ambiental de las Redes Densa y Espaciada del CSN.

-El Consejo ha acordado que se inicien los trámites para la actualización de los presupuestos para el año 2005 de los acuerdos específicos con los laboratorios del Ciemat y de las Universidades de León, Salamanca, Extremadura (Cáceres y Badajoz) y Sevilla, para la realización de los Programas de Vigilancia Radiológica Ambiental Independiente de las instalaciones nucleares de Santa María de Garoña, Almaraz, José Cabrera, Trillo, Juzbado, Quercus, La Haba, Fua y El Cabril, durante el año 2005.

-El Consejo ha acordado que se inicien los trámites para el pago a la Universidad del País Vasco de la compensación parcial de los gastos de operación, mantenimiento y reposición de equipamiento de las estaciones automáticas de Bilbao, Victoria y San Sebastián para el ejercicio 2004, según el Acuerdo de Colaboración CSN/Comunidad Autónoma de Euskadi y la Universidad del País Vasco.

-El Consejo ha acordado aprobar el Programa y presupuesto relativos a las actividades de control a realizar por la Generalidad Valenciana respecto del Programa de Vigilancia Radiológica Ambiental de



Compactadora de El Cabril.

### Centro de almacenamiento de residuos radiactivos de El Cabril

Se ha continuado con los procesos de evaluación de las distintas solicitudes de modificación y ampliación presentadas por el titular. El CSN ha informado favorablemente el Plan de Emergencia Interior, el acondicionamiento de residuos áridos provenientes del incidente de Acerinox, el Edificio Auxiliar de Acondicionamiento y el estudio de impacto ambiental de la instalación complementaria para el almacenamiento de los residuos de muy baja actividad.

Se ha realizado una inspección sobre el programa de vigilancia hidrogeológica.

### Central nuclear Vandellós I

El CSN informó en diciembre del año pasado el comienzo del período de latencia de la instalación. Con

## ACUERDOS DEL CONSEJO *(Continuación)*

la central nuclear de Cofrentes, durante el año 2004 y el presupuesto relativo al uso conjunto de la Red REVIRA de la Generalidad.

-El Consejo ha acordado que se inicien los trámites para la firma del Acuerdo de Colaboración CSN/Unesa para la participación en el proyecto internacional "Fire Incident records Exchange (FIRE)" de la OCDE.

### **Propuesta de modificación parcial del Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas**

El día 9 de febrero se presentó a la consideración del Consejo el borrador de las modificaciones propuestas del Real Decreto 1836/1999, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas. El Consejo acordó, el 15 de diciembre de 2004, aprobar la propuesta de modificación del RINR, tras realizar ciertas precisiones.

### **Contratación de equipos operativos para grupos radiológicos provinciales y apoyo en emergencias radiológicas**

El Consejo acordó el 22 de diciembre de 2004 que se inicien

los trámites para la prórroga por el plazo de un año de la contratación de los equipos operativos para grupos radiológicos provinciales y apoyo en emergencias radiológicas. Transcurrido el citado plazo de un año, la prestación de este servicio deberá ser objeto de concurso público.

### **Plan estratégico CSN**

El día 13 de enero el Consejo acordó aprobar el Plan Estratégico del CSN para el periodo 2005-2010, con los comentarios realizados por personal del organismo.

### **Proyecto del OIEA sobre "refuerzo de las capacidades para la evaluación de las decisiones informadas por el riesgo". Curso sobre evaluación de seguridad de centrales nucleares para la ayuda de toma de decisiones**

El OIEA, con fecha 19 de enero y a través de la Representación Permanente Española ante la misma, solicita la organización en España de un curso de capacitación del OIEA "Evaluación de seguridad de las centrales nucleares para asistir al proceso decisorio". Las tres ediciones anteriores del curso se han realizado en España con la partici-

pación del Ciemat y del Consejo, que se ha hecho cargo de los gastos que el mismo ha originado. El Consejo ha acordado aprobar la organización en España del curso de capacitación del OIEA "Evaluación de seguridad de las centrales nucleares para asistir al proceso decisorio" y que el CSN se haga cargo de la financiación del mismo, solicitando la revisión de esta financiación para ediciones posteriores.

### **Plan de Emergencia Nuclear del nivel central de respuesta y apoyo y las directrices de implantación del nuevo PLABEN**

La Dirección General de Protección Civil y Emergencias ha remitido al Consejo de Seguridad Nuclear los documentos:

- Plan de Emergencia del Nivel Central de Respuesta y Apoyo.
- Directriz de información previa a la población en los planes de emergencia nuclear.
- Directriz de formación y capacitación de actuantes de los planes de emergencia nuclear.
- Directriz de elaboración, ejecución y evaluación de programas de ejercicios y simulacros en los planes de emergencia nuclear. De

dicha autorización, concedida por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio en el mes de enero de 2005, da comienzo un período de vigilancia y mantenimiento de la instalación que durará, previsiblemente, unos 25 años.

La liberación parcial del emplazamiento, que el Plan de desmantelamiento y clausura de la central preveía de manera simultánea a la autorización de latencia, se ha pospuesto para más adelante. El CSN continúa, entre tanto, con la evaluación del Plan de restauración del emplazamiento, documento base de dicha liberación, con el objetivo de proceder a dicha liberación parcial antes del mes de diciembre de 2005.

En el transcurso de estos meses se han realizado dos inspecciones a la instalación.

### **Reactor Arbi**

Las operaciones de desmantelamiento del reactor se dieron por finalizadas en el mes de diciembre. En el mes de enero de 2005 se retiró de la instalación la última partida de residuos radiactivos procedentes del desmantelamiento. El titular ha solicitado la declaración de clausura en febrero.

### **Fábrica de combustible de Juzbado**

Durante el periodo de tiempo comprendido entre el 21 de noviembre de 2004 y el 21 de febrero de 2005 no se han dado incidencias operativas y en lo que se refiere a documentos oficiales de explotación y modificaciones de diseño o de las condiciones de opera-

acuerdo con lo dispuesto por el Real Decreto 1546/2004, de 25 de junio, por el que se aprueba el Plan Básico de Emergencia Nuclear, el Plan de Emergencia del Nivel Central de Respuesta y Apoyo y las tres directrices mencionadas deben ser informadas favorablemente por el CSN antes de su aprobación por el Ministro de Interior y el Subsecretario de Interior. Tras el pertinente estudio el Consejo ha acordado, el día 19 de enero, informar favorablemente dichos documentos.

#### **Revisión de la estructura del Informe del CSN a las Cortes – Año 2004**

Una vez ha sido aprobada la Misión, la Visión y el Plan Estratégico 2005-2010 del CSN por el Consejo, se trata, como novedad, la inclusión de un apartado específico, dentro del documento, que amplíe lo que hasta ahora se ha incluido en el punto 12.1 “Mejora de la organización y actividades de formación”, así como la inclusión de un nuevo punto 1. “Plan Estratégico” donde se evalúe el grado de cumplimiento, manteniendo el punto 12.1. El Consejo, por consiguiente, acordó aprobar, el día 26 de enero, la revisión de

la estructura del Informe del CSN al Congreso de los Diputados y al Senado en los términos antes referidos.

#### **Instrucción Técnica Complementaria a las Autorizaciones de los Servicios de Protección Radiológica (SPR) en relación con el Informe Anual.**

Considerando el elevado número de instalaciones de rayos X que pueden estar controladas por los SPR, se considera que los informes anuales de los SPR pueden constituir una buena herramienta para el control indirecto de tales instalaciones. Por cuanto antecede, el Consejo acordó, el 26 de enero, el envío de Instrucciones Técnicas Complementarias a los titulares de los SPR, en el ámbito de las instalaciones radiactivas, respecto al contenido de los informes anuales que deben elaborar, en función del tipo de instalaciones a que den cobertura.

#### **Propuesta de Modificación Legislativa del CSN**

En diversas ocasiones el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio ha solicitado al CSN las propuestas de modificación legislativa que

entendiera pertinentes para su oportuna tramitación. Actualmente, el citado Ministerio está impulsando la tramitación de una Ley específica sobre asuntos de su competencia por lo que se hace necesario plantear la propuesta de modificación legislativa (Ley de Creación del CSN y Ley de Tasas y Precios Públicos por servicios prestados por el CSN). A la vista de lo que antecede, el día 26 de enero el Consejo ha acordado que se lleve a cabo la modificación legislativa del CSN, e igualmente que se incluya en dicho cambio normativo modificaciones relativas a la simplificación del régimen de autorizaciones de instalaciones radiactivas, así como en la Ley de Tasas y Precios Públicos por servicios prestados por el CSN sobre determinadas tasas de inspección y control de instalaciones radiactivas.

#### **Proyecto CABRI**

Considerando de gran interés la participación en el proyecto CABRI, para investigar los efectos de un transitorio de radiactividad en combustible de alto quemado, el CSN decidió en el año 2000 aceptar la invitación ofrecida a tal fin, firmando dos acuerdos, un Acuerdo Marco con la NEA-OCDE y un

ción aprobados por el Consejo hay que señalar que el día 15 de diciembre, el Consejo de Seguridad Nuclear acordó informar favorablemente la revisión 16 del Reglamento de Funcionamiento, solicitada por el titular con objeto de recoger los requisitos del personal con licencia tal y como se detalla en el Reglamento de Instalaciones Nucleares y Radiactivas y la modificación de los Comités de Enusa, Comité de Seguridad Nuclear de la Fábrica y comité de Seguridad de Enusa. Este acuerdo fue remitido a la Dirección General de Política Energética y Minas, con fecha 17 de diciembre de 2004.

Durante este periodo ha entrado en vigor la revisión 16 del Reglamento de Funcionamiento.

El CSN ha realizado las siguientes inspecciones:

- Protección Radiológica de los trabajadores y funcionamiento del Servicio de Protección Radiológica.
- Seguridad frente a la criticidad.
- Operaciones de la planta.
- Sistema de protección contra incendios.

Todas pertenecen al Programa Base de Inspección.

En cuanto a las actividades reguladoras, las más significativas han sido:

- La continuación de la evaluación de las modificaciones del estudio de seguridad y las especificaciones de funcionamiento, para recoger las nuevas especificaciones sobre efluentes y la metodología de cálculo de los límites establecidos.

## ACUERDOS DEL CONSEJO *(Continuación)*

Acuerdo Bilateral con las condiciones específicas de la participación. Aunque el CABRI es un proyecto de larga duración, los acuerdos suscritos con el CSN tuvieron un carácter más limitado –hasta finales del año 2004– dadas las limitaciones a cinco años, establecidas legalmente. Por ello, en el texto de los acuerdos se incluyeron las correspondientes cláusulas para su renovación. Dado que, a pesar de los retrasos mencionados, los objetivos del proyecto se han ido alcanzando y que la motivación en la participación se mantiene invariable, se considera que ésta debe continuar en los términos inicialmente previstos. La propuesta del epígrafe se refiere a la renovación del Acuerdo Bilateral, con vigen-

cia de cuatro años. A la vista de lo que antecede, el Consejo ha acordado, el día 3 de febrero, que se inicien los trámites para la renovación del Acuerdo Bilateral con el el "Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire", IRSN, para la continuación de la participación del CSN en el proyecto CABRI.

### **Instrucción del CSN sobre "Criterios aplicables al diseño, implantación, operación y mantenimiento de los sistemas, procedimientos y servicios de seguridad física de las instalaciones, actividades, prácticas y materiales nucleares y radiactivos"**

En cumplimiento del procedimiento establecido para la elaboración de Instrucciones del

CSN, se ha presentado a la consideración del Consejo la memoria de acompañamiento a la edición 1 de la Instrucción Técnica del CSN por la que se publican los criterios a los que se han de ajustar los sistemas interiores de seguridad física de las instalaciones, actividades y materiales nucleares. Con fecha 3 de febrero, el Consejo ha acordado: 1. Aprobar el contenido de la Instrucción del CSN, sobre "Criterios aplicables al diseño, implantación, operación y mantenimiento de los sistemas, procedimientos y servicios de seguridad física de las instalaciones, y 2. Que se lleve a cabo la remisión de la Instrucción para comentarios externos.

- Se ha iniciado la evaluación de una serie de modificaciones en relación con el sistema de protección contra incendios, que afectan al contenido del estudio de seguridad y a las especificaciones de funcionamiento.

## ▶ INSTALACIONES RADIATIVAS

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

Entre el 31 de noviembre de 2004 y el 28 de febrero de 2005, el CSN ha realizado las siguientes actuaciones relativas a instalaciones radiactivas con fines científicos, médicos, agrícolas, comerciales o industriales y actividades conexas: 13 informes para autorizaciones de funcionamiento de nuevas instalaciones, 43 informes para autorizaciones de modificación de instalaciones previamente autorizadas y nueve informes para declaración de clausura; tres informes para la autorización de retirada de material radiactivo; cinco informes para autorizaciones de empresas de venta y asistencia técnica de equipos de rayos X para radiodiagnóstico médico, cuatro informes relativos a aprobación de tipo de aparatos radiactivos y

21 informes sobre homologación de cursos de formación para la obtención de licencias o acreditaciones de personal.

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

En el periodo comprendido entre el 31 de noviembre de 2004 y el 28 de febrero de 2005, el CSN ha propuesto la apertura de expedientes sancionadores a los titulares de cuatro instalaciones radiactivas industriales.

Asimismo se han impuesto multas coercitivas a los titulares de dos instalaciones de rayos X de radiodiagnóstico médico.

El CSN ha remitido 28 apercibimientos a instalaciones radiactivas y actividades conexas, de ellos 12 se han dirigido a instalaciones industriales, uno a una instalación médica y 15 a instalaciones de rayos X de radiodiagnóstico médico.

### **Instrucción Técnica a servicios de protección radiológica autorizados**

Se ha dirigido una Instrucción Técnica a todos los servicios de protección radiológica autorizados por el CSN, para requerirles el envío de un informe anual de

## ACTUACIONES EN EMERGENCIAS

### Sucesos notificables

Durante el periodo comprendido entre el 21 de diciembre de 2004 y el 21 de enero de 2005, se han recibido en la Sala de Emergencias del CSN (Salem) cinco informes de suceso notificable en una hora y nueve informes de suceso notificable en 24 horas, de éstos, cinco corresponden a ampliación de la información enviada en el de una hora. En ninguno de ellos ha sido necesaria la activación de la Organización de Respuesta a Emergencias (ORE) del CSN.

### Incidentes radiológicos

El día 10 de diciembre se recibe notificación del titular de la instalación IR/NA-49/97(Miner) e IRA-2306/97 sobre el incidente detectado el día 7 de diciembre en la factoría de Sarriopapel, una posible fuga de gas radiactivo del equipo medidor; se solicitó al fabricante del equipo la revisión del mismo con carácter urgente.

El día 11 de enero la empresa *Amersham Health* informa de la inmovilización de un vehículo con material radiactivo tras el atropello de un viandante. El material radiactivo quedó intacto tras el accidente.

El día 20 de enero se recibe notificación de Asier Anduaga Etxabe indicando que un *scanner* con una fuente de Kr-85 sufrió daños en un incendio. El equipo se dejó aislado e inaccesible para las personas.

El 4 de febrero se recibió una notificación de Daniel González Riestra, de un desguace de Gijón, donde un vehículo se dio a la fuga tras producir una alarma en el pórtico de detección de radiación. Denunciado este hecho ante la Guardia Civil, una vez localizado el vehículo y los ocu-

pantes se comprobó que se debía a que el acompañante del vehículo estaba recibiendo tratamiento radiactivo.

### Actividades en materia de emergencias

El día 3 de febrero atracó en el puerto de Gibraltar el submarino nuclear *Sceptre* de la marina británica para su reparación. Tras la notificación al CSN por parte del Ministerio de Asuntos Exteriores y durante los días que estuvo atracado (del 3 al 9 de febrero), fueron realizadas las correspondientes actividades de vigilancia de los parámetros radiológicos a través de las estaciones automáticas del entorno de Gibraltar pertenecientes a las redes REA (del CSN) y RAR (de Protección Civil) que están conectadas a la Salem. Los resultados de la citada vigilancia fueron normales en todo momento.

El 2 de diciembre se realizó un ejercicio de activación de la ECD de Illana del Pengua, en el que por parte del CSN participaron el JGR, su suplente y tres técnicos del retén del CSN, así como el personal de apoyo en emergen-

cias de rápida intervención con sus seis efectivos, un coordinador y un observador. Tras poner a punto al ECD con procedimientos revisados, se realizaron prácticas de medida de una hipotética contaminación sobre voluntarios llevados a la ECD. En este ejercicio se movilizó a la zona la unidad móvil de medida de radiación ambiental del Ciemat, cuyos servicios para caracterizar una zona afectada por una hipotética emergencia, tiene contratado el CSN. Los resultados de las medidas de radiación efectuadas, se transmitieron a la Salem.

En este periodo se ha realizado el simulacro del Plan de Emergencia Interior (PEI) de la central nuclear de Ascó. En este ejercicio se ha activado el centro de apoyo técnico de la central nuclear, así como el centro de control operativo del Plan de Emergencia Nuclear de Tarragona (PENTA). En el simulacro, que fue presenciado *in situ* por inspectores del CSN, se activó además la Salem con el personal necesario para afrontar dicha situación de emergencia simulada.



Sala de Emergencias del CSN.

## ACTUACIONES EN EMERGENCIAS

El simulacro se realizó con escenario desconocido, tanto para la mayor parte de actuantes de la instalación, como del propio CSN. Mediante su realización se ha probado el nivel de respuesta de la instalación, la correcta actuación de los participantes, el buen estado de los sistemas puestos en juego y en general la operatividad de los medios de que dispone el PEI y el adiestramiento del personal en su correcta utilización, tomándose nota, tanto por los observadores de la central, como por los inspectores del CSN, de los temas susceptibles de mejora.

Se ha elaborado en la Salem la instrucción técnica sobre los criterios para mejorar la preparación, planificación, ejecución y evaluación de simulacros anuales en centrales nucleares, que se envió a todas las centrales nucleares el 20 de enero de 2005.

Al finalizar el año 2004 estaba plenamente operativa la aplicación informática Géminis de ges-

ción de la instrumentación de medida de los grupos radiológicos de los planes de emergencia nucleares y de los equipos de apoyo en emergencias radiológicas, dicha aplicación al poderse utilizar vía Internet, sólo requiere permisos administrativos y ciertas características técnicas del propio sistema de navegación.

En este periodo se han dispuesto en dependencias de la Guardia Civil de Trujillo y Requena dos maletas con equipos de los planes de emergencia nuclear Penca y Penva respectivamente, que están dispuestos para ser utilizados en caso de emergencia radiológica. En estas ubicaciones los equipos están custodiados y dispuestos para su uso y siguen el mismo programa de verificaciones y calibraciones que el resto de equipos del plan de emergencia nuclear exterior correspondiente.

Por otra parte dentro del plan integrado de renovación de la Salem, el 11 de febrero comen-

zaron las obras de acondicionamiento de la sala de emergencias provisional que a partir de la primera semana de abril estará operativa de tal modo que se puedan acometer las obras arquitectónicas en la actual sala de emergencias, sin que en ningún momento el CSN deje de prestar el servicio de alerta permanente que tiene asignado durante 24 horas al día durante todos los días del año.

### Actividades de protección física

Como actividad relevante dentro de la disciplina de protección física, se ha participado durante la primera quincena del mes de febrero en las reuniones internacionales mantenidas dentro del proyecto Megaport (Iniciativa sobre el control de los contenedores que pasan por determinados puertos con destino a los Estados Unidos para detectar la posible presencia de material nuclear o radiológico).

actividades realizadas. Se identifica la información que, como mínimo, debe incluirse en esos informes.

### Transposición de la Directiva sobre control de fuentes radiactivas

Se han iniciado los trabajos para la transposición a la reglamentación nacional de la Directiva 122/2003/Euratom de la Unión Europea sobre el control de las fuentes radiactivas selladas de actividad elevada y de las fuentes huérfanas.

La transposición se realizará por un grupo de trabajo interministerial, liderado por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, en el que participan re-

presentantes de los Ministerios de Sanidad y Consumo, Trabajo y Asuntos Sociales e Interior y del Consejo de Seguridad Nuclear.

El objeto de la Directiva es evitar la exposición de los trabajadores y del público a radiaciones ionizantes producto de un control inadecuado de las fuentes radiactivas selladas de actividad elevada y de las fuentes huérfanas, y armonizar los controles existentes en los Estados miembros de la Unión Europea, estableciendo requisitos específicos que garanticen que las fuentes permanezcan controladas.

La fecha establecida en la propia Directiva para su transposición es 31 de diciembre de 2005. 

# Noticias Breves

- Consejo de Seguridad Nuclear • Nombramientos • Congresos, cursos y conferencias • Actividades Internacionales

## ► CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

### Visita de la Comisión de Industria, Turismo y Comercio del Congreso de los Diputados al CSN

El pasado 2 de febrero de 2005, una delegación de 13 miembros de la Comisión de Industria, Turismo y Comercio del Congreso de los Diputados, encabezada por su presidente Antonio Cuevas Delgado, realizó una visita institucional al Consejo de Seguridad Nuclear.



Un momento de la visita al Centro de Información del CSN.

Esta visita tenía como objeto la aproximación de las actividades del CSN a los miembros de la Comisión creada con la nueva legislatura y que sustituye a la anterior Comisión de Economía.

La Comisión de Industria, Turismo y Comercio del Congreso de los Diputados, junto con la del Senado, es responsable del seguimiento de las actividades que lleva a cabo el CSN. Este seguimiento se realiza mediante la revisión del Informe Anual, a través del cual rinde cuentas el organismo al Parlamento y posterior propuesta de resoluciones al Informe una vez analizada y complementada la información con la solicitud de documentación específica y la petición de comparencias tanto de técnicos como de la presidenta del organismo. Además, ambas cámaras pueden requerir, en cualquier momento, información en materia de seguridad nuclear y protección radiológica a través de preguntas parlamentarias o de informes solicitados directamente por las Comisiones.

La agenda comenzó con una reunión institucional con los miembros del Consejo, los directores técnicos y miembros del Gabinete Técnico de la Presidencia, en el transcurso de la cual, la presidenta realizó una presentación institucional sobre las funciones del CSN y se mantuvo un debate entre ambas instituciones sobre aquellas actividades de mayor interés para la Comisión.

Posteriormente, los diputados se desplazaron a visitar la Sala de Emergencias (Salem) del CSN donde se les presentaron las actividades que allí se realizan las 24 horas del día durante todos los días del año, y pudieron conocer el funcionamiento de los sistemas y equipos que permiten realizar un seguimiento continuado de la operación de las instalaciones, así como una vigilancia radiológica ambiental constante y llevar a cabo las comunicaciones con las instalaciones y el resto de actantes en situación de emergencia.

Finalmente y como cierre de la jornada, la delegación se trasladó al Centro de Información del CSN donde conocieron de primera mano la información de carácter divulgativo que se traslada al público que lo visita.

Como objetivos de futuro, la Comisión mostró su interés por iniciar un programa específico de formación, a preparar por el CSN, que refuerce el conocimiento de los diputados en materia de seguridad nuclear y protección radiológica para el mejor desarrollo de su trabajo.

### Plan Estratégico del CSN 2005-2010

El Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), como resultado de su plan de mejoras, del que ya se ha informado en otras ocasiones ([www.csn.es](http://www.csn.es)), ha establecido su Plan Estratégico 2005-2010, en el que expresa sus objetivos, estrategias y actividades a desarrollar durante los siguientes cinco años.

El Plan Estratégico se vertebra en torno a la Misión y Visión del CSN, establecidas durante el proceso de mejora:

La Misión del CSN es proteger a los trabajadores, la población y el medio ambiente de los efectos nocivos de las radiaciones ionizantes, consiguiendo que las instalaciones nucleares y radiactivas sean operadas

por los titulares de forma segura, y estableciendo las medidas de prevención y corrección frente a emergencias radiológicas, cualquiera que sea su origen.

La visión que el Consejo tiene sobre el tipo de organización que pretende ser es la de un Organismo independiente de las administraciones públicas y los titulares de las instalaciones, que rinde cuentas ante el Parlamento de la Nación. Cualificado técnicamente para que sus propuestas y decisiones sean rigurosas y para desarrollar su actividad con eficacia, eficiencia y transparencia, de modo que merezca la confianza de la sociedad española y constituya un referente en el ámbito internacional.

Los objetivos y actuaciones a acometer por parte del CSN han sido establecidos en base a un análisis del entorno del que se perciben diversas circunstancias, que se pueden resumir en las siguientes:

- La exigencia creciente en la población de seguridad en las instalaciones y la información transparente al respecto.

- La consideración de servicio público de la mayor parte de las actividades del CSN, y por lo tanto una demanda de niveles óptimos de calidad y eficiencia.

- Las presiones económicas del mercado sobre los titulares, que nunca deben comprometer las inversiones necesarias para la seguridad.

- La existencia de un amplio contexto internacional con el que se debe mantener una coherencia en las actuaciones nacionales.

- Una normativa obsoleta, que a pesar de haber sido modificada en varias ocasiones necesita renovarse.

- El acercamiento de diversas plantas a la vida útil prevista en su diseño, y por tanto el comienzo de las actividades de desmantelamiento o, en su caso, extensión de vida.

- Acercamiento al límite de saturación de algunas piscinas de combustible irradiado.

- La organización y la importancia del factor humano para la seguridad de las plantas.

- La constante actualización de las tecnologías de las instalaciones.

- Los cambios en el sistema nacional de emergencias y la aprobación del nuevo Plaben (Plan básico de emergencia nuclear), y por lo tanto la actualización tecnológica de los sistemas y medios de intervención del CSN, y el refuerzo de los programas de información a la población y de formación de actuantes.

- El crecimiento del número de instalaciones radiactivas al que el CSN deberá adaptarse.

Existe un consenso internacional en cuanto a la extensión del concepto de protección radiológica ambiental desde la visión más antropocéntrica hasta la protección también de forma preferente del medio ambiente.

- La creciente preocupación relacionada con los riesgos de la radiación natural.

- El aumento del transporte de radiofármacos, y por lo tanto de la necesidad de protección radiológica de los operarios.

- La detección de fuentes huérfanas y el desarrollo del Protocolo de Vigilancia Radiológica de los Materiales Metálicos.

- Se debe mantener la experiencia y el conocimiento generado respecto a la seguridad nuclear y protección radiológica, disciplinas en las que ha crecido la formación universitaria.

- La colaboración con otros organismos e instituciones tanto en el ámbito nacional como en el internacional, debe dejar de ser ocasional para dar paso a la creación de redes de colaboración.

- El logro de una gestión excelente debe basarse en conjugar adecuadamente el desarrollo profesional de las personas con su desarrollo personal y social.

En base a este análisis se han establecido diferentes objetivos y estrategias en torno a la seguridad de las instalaciones y actividades, que se basan en:

“Conseguir que los titulares operen las instalaciones de forma segura, lo que implica la evolución continua del sistema regulador para reforzar la responsabilidad de los titulares y su cultura de seguridad. Potenciar en todos los sectores y agentes implicados las actuaciones orientadas a la protección de las personas y del medio ambiente.”

La gestión y organización se centrará en:

“Conseguir que el uso de los recursos del CSN, de las administraciones públicas y de los titulares, sea lo más cercano posible al óptimo, manteniendo los niveles de seguridad y de protección exigidos.”

La credibilidad social del CSN gira en torno a:

“Conseguir que los ciudadanos, instituciones y titulares confíen en que el CSN está desarrollando bien su Misión. Para alcanzarlo, el CSN tiene que ser percibido como un Organismo independiente, eficiente, riguroso y fiable, proporcionando a las partes interesadas información clara y precisa de sus programas de actuación, facilitando la participación y demostrando que su actuación es independiente y objetiva.”

El Plan Estratégico del CSN 2005-2010 se puede consultar en su página web ([www.csn.es](http://www.csn.es)).

### **Comparecencia de la presidenta del CSN en la Comisión de Industria, Turismo y Comercio del Senado**

El pasado 2 de marzo de 2005, ante la Comisión de Industria, Turismo y Comercio del Senado, a petición del Grupo Parlamentario Popular, tuvo lugar la comparecencia de María-Teresa Estevan Bolea, presidenta del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), para explicar la política de actuaciones del CSN.

Tras unas palabras recordatorias sobre la información constante que el CSN mantiene hacia las Cortes, Congreso de los Diputados y Senado, la presidenta del organismo pasó a comentar las funciones y características básicas del CSN, descritas en la Ley 15/1980 de Creación del CSN.



Fachada del Palacio del Senado.

Una parte importante de su presentación trató sobre el Informe Anual 2003 de actividades, dado que en estos momentos se está elaborando el correspondiente al año 2004, donde se estructuran y exponen las numerosas actividades de control y supervisión que realiza el CSN y sus resultados. Asimismo, hizo referencia a las actuaciones más significativas del año 2004 y 2005, entre las que destacó el importante incidente ocurrido en el sistema de aguas de servicios esenciales de la central nuclear Vandellós II. La presidenta explicó con detalle los desajustes que se han producido en este tema, en ese momento en un profundo análisis, y manifestó la ausencia de cualquier tipo de incidencia en el medio ambiente, ni en la población ni en los trabajadores. De igual manera expresó el normal funcionamiento de todas las instalaciones nucleares españolas y la garantía de que el CSN mantiene, como no puede ser de otra manera, con todo rigor, la supervisión de la operación de estas instalaciones.

Hizo referencia la presidenta también al importante bloque de actividad del CSN que representan las, aproximadamente, 24.000 instalaciones radiactivas y el control radiológico de los 89.326 profesionales a finales de 2003, de los que 2.804 trabajadores pertenecientes a 135 empresas se han incorporado a ese colectivo durante 2003. De forma análoga a lo expresado para las instalaciones nucleares, también las radiactivas han presentado un balance muy positivo en relación a la seguridad de las instalaciones y las dosis colectivas medias de tendencia decreciente de los trabajadores profesionalmente expuestos.

Otros temas tratados durante la comparecencia fueron los relativos a la planificación de emergencias, las diversas redes de vigilancia radiológica ambiental, la I+D, la protección física y las múltiples relaciones institucionales e internacionales, entre otros.

Sin embargo, la mayor parte de la intervención de la presidenta giró en torno a lo solicitado por sus señorías: exponer la política estratégica del CSN para los próximos años.

Entrando en el tema concreto de comparecencia, la presidenta manifestó que con objeto de cumplir con rigor las obligaciones que la ley atribuye al CSN y responder con eficacia a las legítimas expectativas de la sociedad y otros grupos concernidos por sus actuaciones, el Consejo ha elaborado, y aprobado en su reunión del 13 de enero de 2005, el Plan Estratégico, en el que teniendo en cuenta las condiciones actuales del entorno y las previsibles condiciones futuras, fija los resultados que espera obtener, las estrategias y los objetivos para el horizonte temporal de los próximos cinco años.

En virtud de este Plan Estratégico 2005 - 2010, repasó la presidenta las actuaciones del CSN que afectan, en primer lugar, a la sociedad a la que el organismo debe proteger y mantener informada. También sus actuaciones afectan a las instituciones (incluyendo las Cortes y las distintas administraciones, los partidos políticos, sindicatos, colegios profesionales, asociaciones científicas y profesionales y otras asociaciones), los titulares de las instalaciones y actividades, el personal que trabaja en las mismas, sus clientes y proveedores, las personas que viven en el entorno de las instalaciones, los medios de comunicación y, en general, a cualquier persona u organización que, de alguna forma, pueda verse afectada por la actividad del organismo.

El Plan Estratégico representa el compromiso de toda la organización en relación con los resultados que se esperan, los objetivos que se fijan y las vías y medios de que se va a valer para cumplirlos.

Finalmente, la presidenta pasó a responder a sus señorías sobre sus peticiones de una mayor profundización en determinadas cuestiones ya planteadas como, por ejemplo, el estado del convenio sobre la promoción y coordinación del CSN para realizar un estudio epidemiológico, con instituciones de reconocido prestigio, sobre la posible incidencia de las actividades de las centrales nucleares en la población de su alrededor. En esta línea, la presidenta confirmó la importancia de un estudio de esta naturaleza, ya que contempla la exposición de la población a radiaciones ionizantes procedentes también de la radiación natural, el análisis de las características socio-sanitarias de la cohorte estudiada y la variabilidad en la susceptibilidad genética en la población, la complejidad no sólo de su ejecución sino de sus planteamientos que ya están finalizando, por lo que en breve, se inicia el proyecto que tendrá una duración de dos años ampliable a cuatro para, con la incorporación de otras técnicas, mejorar la bondad de los resultados.

Otros temas que suscitaron el interés de los senadores fueron el notable incremento cualitativo y

cuantitativo de las Encomiendas de Funciones; el importante avance para la seguridad radiológica que ha significado el llamado Protocolo de Chatarras creado a iniciativa del CSN y que, por ejemplo en 2003 se tradujo en la detección de 69 fuentes huérfanas y otras tantas durante 2004 y la contribución del CSN a la mejora y mantenimiento de una masa crítica del conocimiento en técnicas nucleares para favorecer una renovación generacional que garantice la seguridad nuclear y la protección radiológica de los trabajadores, del público, de la economía y del medioambiente, al respecto de lo cual la presidenta mencionó los convenios que el CSN firma en su labor de formación e información hacia las personas y grupos interesados, entre los que destacan la creación de tres cátedras universitarias que tratan estos temas.

En conclusión, la Cámara puso de manifiesto su gran interés por este tipo de comparecencias y se agradeció la información que constantemente es remitida por el CSN en relación con sus actividades.

Más información sobre esta comparecencia en el Diario de Sesiones del Senado nº 114 de 2 de marzo de 2005. [www.senado.es/legis8/publicaciones/pdf/senado/ds/CS0114.PDF](http://www.senado.es/legis8/publicaciones/pdf/senado/ds/CS0114.PDF).

### Firma de los Convenios CSN-SNE y CSN-SEPR para la traducción de las Guías del OIEA

El pasado día 8 de febrero se llevó a cabo en la sede del Consejo de Seguridad Nuclear, la firma de sendos convenios con la Sociedad Nuclear Española (SNE) y la Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR) para la traducción de Guías del OIEA que tratan aspectos generales, seguridad nuclear, seguridad radiológica, seguridad en la gestión de residuos y seguridad en el transporte.

En el acto de firma estuvo presente la jefa de la oficina de traducción del Organismo Internacional de la Energía Atómica (OIEA), Concepción Díaz, quien tanto con su presencia como con su discurso trasladó el respaldo de su organismo al objeto último de estos convenios que es el de conseguir que estas traducciones, que hasta ahora sólo están disponibles en lengua inglesa, sean aceptadas e incorporadas por el OIEA como textos oficiales en español.

La representación de la Sociedad Nuclear Española, estuvo formada por su vicepresidenta, M<sup>a</sup> Teresa Domínguez, Agustín Alonso, Luis Palacios y Alfonso de la Torre, estos últimos en calidad de miembros del Comité Técnico responsable del seguimiento del Convenio.

Por su parte, la Sociedad Española de Protección Radiológica estuvo representada por su presidente, José Gutiérrez López y por Pedro Carboneras y Beatriz Robles representantes en el Comité Técnico de la Sociedad.

En las palabras dirigidas tanto por la presidenta como por el vicepresidente del CSN, coordinador de



De izquierda a derecha: José Gutiérrez, Concepción Díaz, María-Teresa Estevan Bolea y María Teresa Domínguez.

este proyecto, se insistió en la importancia que tanto para España como para el resto de los países iberoamericanos tiene el disponer de esta documentación en castellano, idioma oficial del OIEA, así como en la necesidad de que esta actividad sea desarrollada por técnicos que aporten el conocimiento y el rigor necesarios para llegar al consenso terminológico que permita que el producto obtenido sea utilizado en todos los países de habla hispana y perdure en el tiempo.

### Visita del presidente de la Autoridad Reguladora Nuclear (ARN) de Argentina

El pasado día 10 de marzo el Consejo de Seguridad Nuclear recibió la visita de Raúl O. Racana, presidente de la Autoridad Reguladora Nuclear (ARN) de Argentina.

En esta primera visita, que responde a la invitación realizada el pasado mes de enero por la presidenta del CSN durante la celebración de la IX reunión del Foro Iberoamericano de reguladores nucleares, el presidente de la ARN mantuvo una reunión con los miembros del Consejo. Posteriormente acudió a la Sala de emergencias (Salem) en la que, además de conocer la operativa de funcionamiento de la propia Salem, recibió información de cómo se está desarrollando en España el Plan Básico de Emergencia Nuclear (Plaben), de la organización prevista por el CSN ante situaciones de emergencia y de las actividades llevadas a cabo en los últimos años en materia de protección física. La visita finalizó con un recorrido por el Centro de Información.

Asimismo, durante su estancia de dos días en España se desplazó al Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (Ciemat) donde recorrió instalaciones dedicadas a dosimetría de radiaciones ionizantes, geoquímica y fusión y visitó la Central Nuclear de Trillo, en la que además de comprobar *in situ* las medidas de protección física implantadas, visitó el almacén temporal de combustible gastado, el edificio de turbinas, la sala de control y el centro de información.

## Reunión del Foro sobre protección radiológica en el medio hospitalario

El Foro sobre protección radiológica en el medio hospitalario está constituido por la Sociedad Española de Protección Radiológica, Sociedad Española de Física Médica y el Consejo de Seguridad Nuclear, con el objetivo de facilitar el diálogo permanente entre profesionales, que favorezca la mejora de la seguridad y la protección radiológica en las instalaciones radiactivas del sector sanitario y de la eficacia del funcionamiento de las mismas.

El Foro se reúne habitualmente dos veces al año y en su seno se constituyen grupos de trabajo para analizar temas de interés sobre protección radiológica y adoptar soluciones prácticas para los mismos.

El día 9 de febrero, en las oficinas del CSN, se celebró la novena reunión del Foro en el transcurso de la cual se analizaron los resultados de los grupos previamente constituidos para la realización de trabajos relativos a la estimación de dosis individuales mediante dosimetría de área, vigilancia de la contaminación interna en instalaciones médicas que utilizan radioisótopos en forma no encapsulada y criterios radiológicos aplicables en la utilización de radioisótopos no encapsulados con fines de terapia.

Se constituyó un nuevo grupo de trabajo, en el que participarán representantes del Ministerio de Sanidad y Consumo, para desarrollar una guía de información dirigida a la protección de la infancia que, por razones médicas, requiera exposición a las radiaciones ionizantes.

Lyons ha publicado más de 100 ponencias técnicas, es titular de tres patentes relacionadas con la fibra óptica y el diagnóstico del plasma y ha presidido durante cinco años el Grupo de Trabajo sobre Efectos Nucleares de la OTAN.

Natural de Nevada, se doctoró en astrofísica nuclear por el Instituto de Tecnología de California en 1969, habiéndose licenciado en ciencias físicas/matemáticas por la Universidad de Arizona en 1964.

Además, El Dr. Lyons sirvió durante 16 años en la Junta Escolar de Los Álamos y durante seis en la Junta Asesora de la Universidad de Méjico-Los Álamos.

## Comisionado Gregory B. Jaczko

Gregory B. Jaczko juró su cargo como Comisionado de la Comisión Reguladora Nuclear de los Estados Unidos el día 21 de enero de 2005 ante el presidente Nils J. Díaz durante una ceremonia en la sede de la NRC.

Antes de incorporarse a la NRC, Jaczko trabajó durante cuatro años para el Senador Harry Reid, primero como asesor de política científica y posteriormente como director de presupuestos. También ha sido profesor adjunto en la Universidad de Georgetown, donde impartió un curso sobre política científica.

La carrera profesional del doctor Jaczko se ha desarrollado en el campo de la ciencia y de su uso e impacto en el ámbito de la política pública. Ha trabajado como asesor científico del congreso en la oficina de Edward Markey y posteriormente como asesor de los miembros del comité del Senado de medio ambiente y obras públicas en materia de política nuclear y otros asuntos científicos.

Natural del estado de Nueva York, Jaczko se licenció en la Universidad de Cornell y se doctoró en física de partículas por la Universidad de Wisconsin-Madison.

Con las nuevas incorporaciones, la NRC llega a su plena dotación de cinco comisionados por primera vez desde marzo de 2003. Los otros miembros de la Comisión son Edward McGaffigan Jr. y Jeffrey S. Merrifield.

## ► NOMBRAMIENTOS

### Comisionado Peter B. Lyons

Peter B. Lyons juró su cargo como Comisionado de la Comisión Reguladora Nuclear de los Estados Unidos (NRC) el día 25 de enero de 2005.

El doctor Lyons aporta a la NRC sus ocho años de experiencia como asesor científico del senador Pete Domenici y del comité del Senado de recursos energéticos y naturales. Desde 1997 hasta 2002 centró sus actividades en los usos militares y civiles de las tecnologías nucleares, la política científica nacional y la no proliferación nuclear. Más recientemente, ha intervenido en asuntos relacionados con la política nuclear nacional e internacional, la investigación y desarrollo en materia energética y la tecnología del hidrógeno.

De 1969 a 1996 ocupó distintos cargos de creciente responsabilidad en el laboratorio nacional de Los Álamos. Durante ese periodo ejerció como director de alianzas industriales, subdirector adjunto de energía y medio ambiente y subdirector adjunto de investigación y aplicaciones de la defensa. Durante su estancia en Los Álamos dedicó más de una década a apoyar el diagnóstico de pruebas nucleares.

## ► CONGRESOS, CURSOS Y CONFERENCIAS

### 17<sup>th</sup> NRC Regulatory Information Conference - RIC-2005

North Bethesda (Estados Unidos), 8-10 de marzo de 2005.

Este año la conferencia ha centrado su atención en las actividades reguladoras de la NRC tras la reciente aprobación de su Plan Estratégico 2004-2009. Por primera vez se ha celebrado conjuntamente con la *Nuclear Safety Research Conference (NSRC)* que solía tener lugar en otoño, y ha contado con la presencia de la totalidad de los miembros de la Comisión,

al haberse cubierto recientemente las vacantes existentes durante algunos años.

La seguridad de los reactores, la seguridad física de instalaciones y materiales nucleares, y la preparación frente a emergencias constituyen los ejes básicos de la actuación de la NRC, y en la actualidad hay que destacar la estabilidad en la operación de las centrales nucleares y del marco regulador. Las principales áreas de actividad de la NRC en la actualidad son la regulación informada por el riesgo, el control de los reactores nucleares teniendo en cuenta las consideraciones de riesgo (*Reactor Oversight Process - ROP*), las lecciones aprendidas del incidente de *Davis Besse*, la seguridad física de instalaciones y materiales nucleares, y la mejora de la coordinación con las autoridades locales en situaciones de emergencia. Los preparativos para el licenciamiento de reactores futuros suponen también una atención creciente por parte de la NRC, al igual que la voluntad de establecer relaciones productivas con la industria y los grupos de interés, y los aspectos de cultura de seguridad, transparencia y comunicación. La mayor parte de estos temas fue objeto de debate específico en el contexto de las numerosas sesiones técnicas, proporcionando una visión de conjunto de las actividades más importantes de la NRC.

La evolución del ROP, transcurridos cinco años desde su adopción en el año 2000, fue objeto de atención en varias de las sesiones técnicas. Los indicadores de funcionamiento muestran una buena tendencia general, si bien la NRC está revisando algunos indicadores y contempla la posibilidad de modificar o crear algún otro en nuevas áreas, en línea con los deseos de la industria (fugas en RCS, *scrams* con pérdida de extracción normal de calor residual, e índice de funcionamiento de sistemas de mitigación MSPI). El programa de inspección preocupa a la industria nuclear por la complejidad y subjetividad del proceso de evaluación y categorización del riesgo de los hallazgos de inspección, y la proliferación y falta de criterios en relación con los temas transversales. La NRC pretende una evaluación más efectiva de los temas transversales, identificar medidas objetivas para inspeccionar la cultura de seguridad, un uso más eficiente de los recursos de inspección y evaluación, y mayor coherencia de aplicación a nivel regional. Los aspectos transversales están rodeados de cierta controversia. La industria no ve correspondencia entre el notable aumento de estos temas y los resultados satisfactorios generales del ROP en cuanto a seguridad de las centrales en los últimos 5 años. La indefinición de criterios aplicables, y los importantes esfuerzos y recursos requeridos a la industria en sus programas de auto-evaluación y corrección de deficiencias hacen que se considere necesario trabajar conjuntamente con la NRC para definir criterios objetivos. La

NRC discrepa sobre la falta de criterios y considera los temas transversales de gran importancia y utilidad para la identificación temprana de funcionamiento anómalos.

Merecen mención especial, asimismo, los debates en torno a los nuevos reactores. El documento del DOE *Nuclear Power 2010 Overview* establece el objetivo de efectuar los preparativos para la decisión por la industria de construir y operar al menos un nuevo reactor avanzado de agua ligera a principios de la próxima década en Estados Unidos. La industria norteamericana está inmersa en los preparativos del licenciamiento de futuros reactores y se han creado consorcios industriales para impulsar su desarrollo. La NRC centra sus actividades en los prerrequisitos aplicables y en el licenciamiento y certificación de nuevos diseños. Los reactores de tipo AP-600, ABWR, y C-E System 80+, cuentan ya con certificación, y próximamente se aprobará la del AP-1000.

La RIC constituye un evento regulador de importancia creciente, no sólo a nivel de los Estados Unidos, sino también a escala internacional, como muestra la creciente presencia internacional de participantes procedentes de una veintena de países y organizaciones internacionales. El CSN, consciente de su trascendencia, participa habitualmente en esta conferencia. En esta ocasión su representación ha estado liderada por las consejeras Paloma Sendín y Carmen Martínez Ten.

### COWAM España

Tras la celebración durante el mes de septiembre de 2004 del primer seminario general de COWAM España (*Comitee On Waste Management*), en el que se presentaron las líneas de trabajo del grupo español, se ha percibido como un avance por parte de los participantes a nivel Europeo de COWAM el profundizar y concretar los conocimientos adquiridos en grandes comunidades a comunidades nacionales, donde su aplicación práctica es más factible, ya que se abordan cuestiones más particulares.

Este interés se plasmará el próximo mes de julio, en el segundo seminario general COWAM II a nivel europeo, en el que se ha solicitado la exposición del caso español.

El formato que adopta COWAM, tanto en Europa como en España, está permitiendo un desarrollo positivo, basado en estudios de caso y en datos objetivos. La finalidad es encontrar una metodología para que la toma de decisiones sobre instalaciones de difícil aceptación social se realice de forma participativa a todos los niveles. No se buscan emplazamientos, se trata de encontrar fórmulas como las utilizadas en otros países, para que la decisión sea consensuada tanto por quien la toma como por quien recibe la instalación.

## **Symposium Internacional sobre la eliminación final de los residuos radiactivos de baja actividad**

*Córdoba 12 a 17 de diciembre 2004*

Este simposio internacional sobre almacenamiento de residuos de baja actividad, se celebró en el Palacio de Congresos de Córdoba del 13 al 17 de diciembre de 2004. Estuvo organizado por el Organismo Internacional de la Energía Atómica de las Naciones Unidas (OIEA) con la colaboración de la Agencia para la Energía Nuclear de la OCDE (NEA), el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), la Empresa Nacional de Residuos Radioactivos Española (Enresa) y la francesa (Andra). La participación en el simposio fue mayor de la esperada por la organización, asistiendo al mismo unos 280 expertos de 61 países y de cinco organizaciones internacionales.

La presidenta del Consejo de Seguridad Nuclear, María-Teresa Estevan Bolea, actuó como presidenta del simposio y realizó la apertura del mismo. En sus palabras señaló la importancia y relevancia de la seguridad radiológica en la eliminación final de los residuos radiactivos de baja actividad, haciendo especial hincapié en los avances realizados en España en las últimas décadas. En el ámbito internacional seña-

ló que NEA y el OIEA han sentado las bases científicas y técnicas para la gestión segura de los residuos radiactivos; desarrollando criterios, normas, tecnologías y métodos para la evaluación de la seguridad que permitan la eliminación final segura de los residuos radiactivos. Se refirió finalmente a la convención internacional de seguridad del combustible gastado y de los residuos radiactivos como el instrumento más valioso que posee la comunidad internacional para tratar de alcanzar los estándares de seguridad más exigentes en la gestión de estos materiales radiactivos. En mi opinión, dijo, “este es el instrumento internacional en el que todos nosotros deberíamos depositar nuestra confianza y esfuerzos”. Finalizó su intervención señalando la importancia que tuvo la conferencia internacional del OIEA sobre gestión segura de residuos radiactivos que se celebró en el año 2000 y de la cual emanó un plan de acción internacional que en la actualidad ofrece un marco común para abordar desde el punto de vista técnico y regulador el almacenamiento final de los residuos radiactivos en general y, en particular, para los residuos de baja actividad. En esta sesión de apertura participaron Yuri Sokolov, director general del OIEA para Energía Nuclear; Luis Echévarri, director general de la NEA, Françoise Jacq, director de Andra, José M<sup>a</sup> Grávalos, director de Enresa y Juan Carlos Lentijo, director de protección radiológica del CSN.

Los trabajos del simposio se desarrollaron de manera muy intensa y activa y los participantes tuvieron la oportunidad de visitar las instalaciones de Enresa en El Cabril (Córdoba). Durante la semana de trabajo se discutieron los aspectos científicos, tecnológicos y reguladores relacionados con las políticas y estrategias de gestión, la problemática presentada por los residuos de muy baja actividad, los residuos provenientes del desmantelamiento de instalaciones nucleares, los residuos de vida muy larga y problemas muy específicos como por ejemplo la eliminación de las fuentes radiactivas en desuso en pozos profundos, gestión de grandes volúmenes, fuentes radiactivas en desuso y nuevas actividades o situaciones generadoras de residuos radiactivos.

El simposio finalizó con la exposición por parte del director general adjunto para la seguridad nuclear del OIEA, Tomihiro Taniguchi, del resumen de las conclusiones deriva-



Los participantes en el *symposium* visitaron las instalaciones del centro de almacenamiento de residuos que Enresa tiene en El Cabril (Córdoba).

das de las distintas ponencias y discusiones habidas durante el evento. Estas serán publicadas oficialmente por el OIEA durante el año 2005 y esta revista le dedicará la debida atención.

## ▶ ACTIVIDADES INTERNACIONALES

### Creación de un grupo *ad-hoc* sobre seguridad nuclear del Grupo de Cuestiones Atómicas del Consejo de la Unión Europea

Con el objetivo de progresar en la armonización de la seguridad nuclear en la Unión Europea, el Consejo, en su formación de energía, ha encargado al Grupo de Cuestiones Atómicas el desarrollo e implementación del plan de acción derivado de sus conclusiones. Persiguiendo este objetivo decidió poner en marcha un grupo *ad-hoc* en seguridad nuclear para el desarrollo del plan de acción. Este grupo de trabajo ha sido activado y desactivado en el pasado varias veces, contando entonces con una participación destacada del Consejo de Seguridad Nuclear.

El grupo persigue la armonización de la seguridad nuclear mediante el desarrollo de metodologías que no impliquen el uso de instrumentos legales comunitarios; es decir, mediante el desarrollo de estudios, análisis, proyectos y documentos que establezcan una referencia común para aquellos aspectos de la seguridad que se consideren prioritarios.

Su alcance va más allá de la propia seguridad de las instalaciones nucleares y de la gestión segura de los residuos radiactivos, ya que se propone que los trabajos contemplen también los planes para la gestión de los residuos y la financiación de las actividades de desmantelamiento.

El programa de trabajo está estructurado en tres áreas diferentes:

- Seguridad de las instalaciones nucleares,
  - Seguridad en la gestión de los residuos radiactivos (Alta y Baja),
  - Financiación del desmantelamiento y planes para la gestión de los residuos;
- creándose tres subgrupos de trabajo diferentes (ver figura 1).

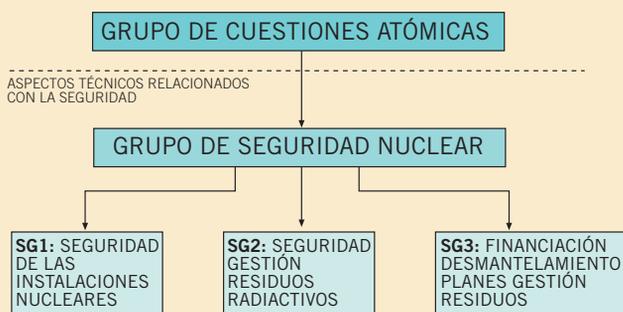


Figura 1. Estructura del GSN.

La estructura de trabajo, en especial los grupos en seguridad de instalaciones nucleares y de residuos, abordan desde una perspectiva más amplia la misma problemática que la asociación europea de reguladores nucleares, WENRA. Es más, está previsto como una de sus actividades el estudio y análisis de los resultados de WENRA.

Se prevé que sus tareas y actividades sean de gran relevancia para la seguridad nuclear y radiológica de los países miembros de la Unión Europea.

### Conmemoración del año internacional de la física

A iniciativa de la Unión Internacional de Física Teórica y Aplicada (IUPAP) y de la Sociedad Europea de Física (EPS), el año 2005 ha sido declarado "año mundial de la física" por la UNESCO y "año internacional de la física" por la ONU.

Esta celebración para las ciencias físicas en el mundo entero, se produce 100 años después de la aparición de los revolucionarios trabajos de Albert Einstein sobre tres temas fundamentales: naturaleza cuántica de la luz y efecto fotoeléctrico, teoría especial de la relatividad y mecánica estadística y movimiento browniano; trabajos que han abierto la vía prácticamente a todos los desarrollos de la física del siglo XX y el camino de la física moderna.

En todo el mundo está prevista la celebración de numerosas actividades de conmemoración cuyo seguimiento puede realizarse a través del portal español <http://www.fisica2005.org/view/default.asp> o el portal internacional de la UNESCO: <http://www.wyp2005.org>

El acto de inauguración del año mundial de la física

en España tuvo lugar el pasado día 11 de febrero en el Congreso de los Diputados. Organizado por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), estuvo presidido por el presidente del Congreso de los Diputados, Manuel Marín y contó con la participación del presidente del CSIC, Carlos Martínez Alonso, el presidente de la Real Sociedad Española de la Física, Gerardo Delgado, el director general del Ministerio de Educación y Ciencia, Antonio Moreno y la catedrática de la Universidad Autónoma de Barcelona, Josefa Yzuel.



Horst L. Störmer, premio Nobel de Física de 1998.

Gerardo Delgado, el director general del Ministerio de Educación y Ciencia, Antonio Moreno y la catedrática de la Universidad Autónoma de Barcelona, Josefa Yzuel.

La ponencia especial corrió a cargo del premio Nobel de física 1998, Horst L. Störmer, quien disertó sobre la nanociencia.

El acto estuvo marcado por la insistencia en la necesidad de impulsar el conocimiento de esta disciplina en las escuelas, tarea que debe estar apoyada por las Autoridades competentes, fomentando su interés para cambiar la actual percepción y acercar esta ciencia al público en general.

### Firmado el Acuerdo Marco del Foro Internacional Generación IV

En una ceremonia en la embajada francesa en Washington DC el día 28 de febrero de 2005, los representantes de Canadá, Francia, Japón, Reino Unido y los Estados Unidos firmaron el Acuerdo Marco para la colaboración internacional sobre la investigación y desarrollo de los sistemas de energía nuclear Generación IV. El acuerdo es un paso importante en el desarrollo del Foro Interacional Generación IV, un grupo cuyos países miembros están interesados en unir sus esfuerzos para llevar a cabo el R & D (Investigación y Desarrollo) necesarios para desarrollar la próxima generación de sistemas de energía nuclear. El acuerdo, para el cual el secretario general de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) es el depositario, permite a los países participantes avanzar en los proyectos de investigación conjuntos sobre los seis conceptos de reactor que los participantes en GIF (Generación IV Internacional Forum) han seleccionado para ser desarrollados. Estos son: refrigerados por gas, refrigerados por plomos; sales fundidas; sistemas supercríticos refrigerados por agua y sistemas de reactor de muy alta temperatura. Estas tecnologías avanzadas ofrecen ventajas en las áreas de economía, seguridad y fiabilidad, viabilidad, protección física y resistencia a la proliferación y podría estar operativo comercialmente en 2020-2030. Se espera que los otros seis miembros de GIF ( Argentina, Brasil, Euratom, República de Corea, República de Suráfrica y Suiza) se adhieran al acuerdo en los meses venideros. Mientras esperan, todos los miembros de GIF continuarán participando en las actividades del grupo durante el próximo año. NEA asiste como secretario técnico al Foro Internacional Generación IV. Para más información véase [www.nea.fr/htm/2005/GIF.html](http://www.nea.fr/htm/2005/GIF.html).

### Reunión de Comunicadores nucleares PIME 2005

El grupo internacional de comunicadores del campo nuclear se volvió a reunir este año en la conferencia *Public Information Material Exchange* (PIME 2005), que tuvo lugar entre los días 13 y 16 de febrero en París. En esta ocasión, el ambiente fue más académico que en otras debido a la celebración del evento en la *Maison de la Chimie*, en lugar de en los

tradicionales hoteles, algo a lo que contribuyó sin duda la aportación de comunicadores externos al ámbito nuclear.

Otro de los cambios en el espíritu de la conferencia, sin duda debido a la situación en la que Francia se encuentra inmersa, fue el paso de la comunicación de riesgos y reactiva a una comunicación de venta y positiva. El desarrollo de la tecnología del EPR y su comercialización han propiciado una comunicación comercial y de aceptación social, proactiva, que arrastra a los comunicadores no comerciales y nos obliga a realizar mayores esfuerzos informativos en todos los campos de la industria nuclear.

Por otro lado, fue muy activa la presencia de diferentes colectivos dentro del ámbito nuclear, ya que se organizaron charlas y recepciones por parte de *Women in Nuclear* (WIN) y la *Young Generation de la European Nuclear Society*.

### Reunión del Foro Iberoamericano de organismos reguladores radiológicos y nucleares

17-19 de enero de 2005. Río de Janeiro, Brasil.

El Foro Iberoamericano de organismos reguladores radiológicos y nucleares (FORO) ha sido presidido, durante el año 2004, por el presidente de la Comisión Nacional de Energía Nuclear de Brasil, Odair Dias. Durante su mandato se ha llegado a la fase final de su consolidación jurídica y técnica. Su novena reunión tuvo lugar en Río de Janeiro, Brasil, entre el 17 y el 19 de enero, a la que asistió por parte del CSN su presidenta, María-Teresa Estevan, que estuvo acompañada por el secretario (Antonio Morales), la jefa de gabinete (Ana Villuendas) y el responsable de relaciones internacionales (Carlos Torres). Además asistieron los presidentes de los organismos reguladores de Argentina, Cuba y Méjico.

La novena reunión del FORO se dedicó fundamentalmente a la discusión del borrador de los nuevos

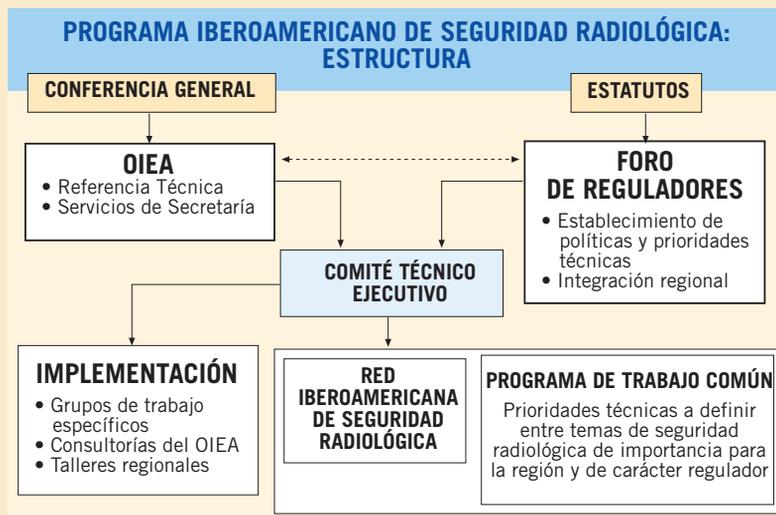


Figura 1. Estructura organizativa y operacional.

estatutos del FORO y su acta fundacional, de su estructura organizativa y operacional (figura 1) y a la definición de su programa técnico en cooperación con el OIEA. Al mismo tiempo, la agenda de la reunión permitió el intercambio de experiencias entre los miembros del FORO en las áreas de seguridad nuclear y radiológica. Esta sesión de intercambio resultó fructífera y muy satisfactoria, por lo que el FORO acordó que en su próxima reunión esta sesión se prolongará durante toda una jornada laboral.

FORO y cuyo objetivo fundamental es el desarrollo de la RED iberoamericana de seguridad radiológica y nuclear. Desde 2003, España hace una contribución extrapresupuestaria al OIEA, específicamente para este programa. Luis Lederman transmitió en nombre de Tomihiro Taniguchi, director general adjunto del departamento de seguridad nuclear del OIEA, el apoyo del OIEA al FORO y el compromiso de la secretaría del organismo para seguir trabajando al servicio de los intereses del FORO.

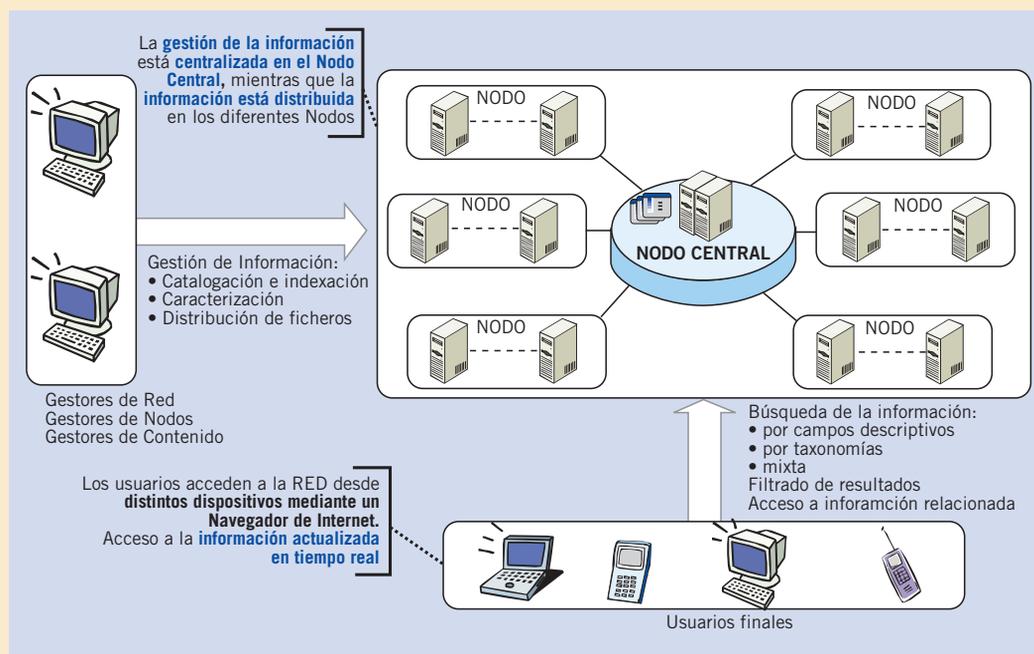


Figura 2. Estructura informática de la RED.

Se decidió abrir un proceso que permita la integración de todos los países iberoamericanos con organismos o sistemas reguladores nucleares o radiológicos. La presidenta del FORO, Aniuska Betancourt (Cuba), quedó encargada de preparar una lista preliminar de países candidatos susceptibles de ser invitados a la próxima reunión en la Habana.

Durante el año 2004, el OIEA ha avanzado en el desarrollo de un programa extra presupuestario, financiado por España, para la mejora de la seguridad nuclear y radiológica en Iberoamérica. Este programa tiene entre sus objetivos fundamentales la promoción y desarrollo de una RED que permita la gestión y distribución del conocimiento sobre aquellas disciplinas, técnicas y tecnologías que importan a la seguridad nuclear y radiológica. Durante la reunión del FORO, Luis Lederman, jefe de la sección de coordinación del departamento de seguridad nuclear del OIEA, y Carlos Torres, responsable de internacional del CSN, realizaron una presentación detallada sobre los objetivos, el estado actual y las actividades del programa extrapresupuestario de seguridad radiológica en Iberoamérica, complementario al programa técnico del

Las deliberaciones sobre el programa técnico del FORO giraron en torno a esta presentación, en la cual se propuso un programa de trabajo basado en la estructura temática del programa radiológico de seguridad del OIEA. Los pilares básicos de este programa son un plan de trabajo común basado en las decisiones del FORO considerando las necesidades nacionales y regionales y el desarrollo de la RED de conocimiento en seguridad nuclear y radiológica.

Se presentaron los logros alcanzados hasta

el momento, que incluyen: un programa de trabajo con actividades y áreas prioritarias, la estructura conceptual de la RED y su taxonomía asociada, su estructura informática (figura 2) y una versión *demo* de la RED desarrollada por el Colegio de Físicos de España.

Un punto de interés y que suscitó debate fue la seguridad del acceso a la red. Se acordó desarrollar un sistema que permita un equilibrio entre el acceso público a la información y el conocimiento científico y el intercambio de información y experiencias entre los organismos reguladores iberoamericanos.

Durante la sesión técnica del FORO se tomaron las siguientes decisiones:

1. Aprobar la estructura organizativa y operacional del FORO para el desarrollo de su programa técnico (figura 1). Preparar un documento que la describa, incluyendo los mecanismos para su operación y la asignación de funciones y responsabilidades.

2. Crear un Comité Técnico Ejecutivo (figura 1) compuesto por un miembro de cada país perteneciente al FORO y de la secretaría del OIEA. Sus funciones incluyen la coordinación y la supervisión de la puesta en práctica de las políticas y de las actividades



Fotografía conjunta de los asistentes a la reunión del Foro Iberoamericano de organismos reguladores radiológicos y nucleares.

prioritarias; diseño y operación de la red, la preparación de los planes de trabajo y de los informes técnicos. Los especialistas informáticos apoyarán al comité técnico ejecutivo para asegurar la viabilidad de la puesta en práctica de las acciones propuestas en lo referente al desarrollo de la RED.

3. Nombrar a los siguientes miembros del Comité Técnico Ejecutivo:

- Maria Helena Marechal, CNEN, Brasil.
- Carlos Torres, CSN, España.
- Hermenegildo Maldonado, CNSNS, México.
- Argentina y Cuba informarán al Sr. Lederman antes del 15 de febrero de 2005.

4. Encargar al comité técnico ejecutivo el desarrollo de la versión 1.0 del prototipo de RED. Este prototipo incluirá la estructura de la Red basándose en los desarrollos realizados hasta ahora, llegando a completar todos los componentes de la misma tanto de *hardware* como de *software*. El FORO dio instrucciones al comité técnico para que ponga en marcha los planes necesarios para tenerlo operativo a finales del año 2005.

5. Dar instrucciones al comité técnico ejecutivo para que desarrolle el programa técnico para 2005 en

base a la propuesta realizada por Luis Lederman y las deliberaciones mantenidas por los miembros del FORO. Este consistirá básicamente en:

- la preparación de una propuesta de documento que presente y analice la situación radiológica en Iberoamérica. Este documento servirá en un futuro próximo como referencia del FORO para la definición de sus políticas, estrategias y actividades.

- Y en actividades y proyectos relacionados con: normas de seguridad nacionales e internacionales; protección radiológica del

paciente; control de fuentes radiactivas, específicamente con referencia a la importación y exportación de fuentes; y educación y capacitación. El programa técnico considerará, entre otros proyectos, la evaluación de seguridad en instalaciones radiactivas haciendo especial hincapié en el uso de los métodos probabilistas.

La novena reunión del FORO ha resultado muy productiva y satisfactoria, avanzando en el proceso de formalización jurídica de la institución y definiendo y acordando una estructura que permita desarrollar un programa técnico compatible con las necesidades de la región y con los desarrollos internacionales en seguridad nuclear y radiológica. El FORO ha identificado actividades y acciones concretas en ambas áreas. En el aspecto formal se ha puesto en marcha el proceso de firma del acta de constitución y de los estatutos y en el aspecto técnico ha indicado el camino a seguir al comité técnico ejecutivo dándole instrucciones precisas en lo que se refiere a las áreas técnicas a trabajar y al desarrollo de lo que será su instrumento fundamental, la RED.

Cuba ejercerá la presidencia del FORO hasta la décima reunión que se realizará en noviembre de 2005 en La Habana. 

(Page 2)  
**New Recommendations from the International Commission on Radiological Protection**

 P. Sendín y C. Gimeno

The new bases for the regulatory framework on protection radiological on the international level will soon be seeing the light. After an extensive dialoguing process with regulatory organisations and other interested parties, the International Commission on Radiological Protection (ICRP) has just ended the term for external comments on its Draft of General Recommendations. This is a prior step to the forecasted acceptance of the new Recommendations in 2006 which will be replacing those of 1990 and will act as a base for the regulatory framework in force. This article intends to describe the reasons leading the ICRP to provide these new Recommendations, the main innovations and the degree to which its proposals have been accepted.

# Resúmenes Summaries

(Page 10)  
**Study of nuclear-energy related offences**

 I. Gordillo

This article shows the penal regulations for offences related to nuclear energy and ionic radiations, as well as defining these offences as stipulated in the Penal Code of 23 November 1995.

(Page 16)  
**A view on nuclear energy**

 G. Leira

“...technical problems must be examined by competent and qualified people; and that the result of their investigation must be fully and fairly presented to their fellow citizens.”, Admiral H. G. Rickover (1900-1986).

(Page 24)  
**Labelling in the transportation of radioactive matter**

The transportation of the radioactive matter must comply to strict standards with respect to identification and labelling. This labelling is the responsibility of the sender and the haulage contractor. All the requirements to be followed for the labelling of packages and transportation vehicles are explained in this article, as well as the different types of categories, labels and marks used for a correct external identification of this type of matter.

(Page 33)  
**Willard Frank Libby. Nobel Prize for Chemistry (1960)**

The Nobel Price for Chemistry in 1960 was awarded to the North American, W. F. Libby (1908-1980), for his method of using carbon-14 for archaeological dating, geology and geophysics as well as other branches of science. Specialized in radioactivity studies on live tissue, he introduced chronological computation based on the amount of radioactivity of carbon-14 found in the organic remains whose age was trying to be determined.

## Seguridad Nuclear Boletín de suscripción

Institución/Empresa

Nombre

Tel. Fax

Dirección

CP Localidad Provincia

Fecha Firma

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

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

## NUEVAS PUBLICACIONES DEL CSN



### Procedimientos de determinación de los índices de actividad beta total y beta resto en aguas mediante contador proporcional

El objeto de este documento es el de reflejar las principales decisiones tomadas por los miembros que forman parte del grupo de Análisis, en la elaboración de los procedimientos para la determinación de los índices de actividad beta total y beta resto en muestras de agua, publicados como Normas UNE.

### Guía del profesor. El CSN y las RADIACIONES

El objetivo último de este documento es proporcionar al profesorado de enseñanza secundaria una herramienta de trabajo que le facilite la elaboración de material didáctico que complemente la hasta ahora escasa información que los programas contienen en materia de radiaciones ionizantes y sus aplicaciones.

Versión íntegra disponible en la web del CSN: [www.csn.es](http://www.csn.es)



### Aplicación de los análogos a la evaluación de seguridad y comunicación del almacenamiento geológico. Síntesis ilustrativa

Esta publicación tiene por objeto presentar de forma abreviada y sencilla a una amplia audiencia no necesariamente técnica, los resultados del proyecto Análogos Naturales del CSN. En el documento se explica el concepto de almacenamiento geológico de los residuos y su analogía con sistemas y fenómenos naturales

Si está interesado en adquirir alguna de las publicaciones del CSN puede hacerlo enviando un correo electrónico a [peticiones@csn.es](mailto:peticiones@csn.es) o a través de nuestra página web [www.csn.es](http://www.csn.es) en la que encontrará nuestro catálogo de publicaciones.