actitud previsora en el tratamiento y evacuación de los desechos radiactivos

En una conferencia pronunciada ante el personal del Organismo, C.M. Slansky, de la División de Salud, Seguridad, y Tratamiento y Evacuación de Desechos Radiactivos, expuso a grandes rasgos las modalidades de manipulación de los desechos provenientes de la industria nuclear. Asimismo, formuló sugerencias encaminadas al aprovechamiento del progreso científico y tecnológico con el fin de impedir toda posibilidad de efectos nocivos en el medio ambiente.

A continuación presentamos una versión abreviada de su charla.

Nunca industria alguna ha procedido en la evacuación de residuos y la prevención de riesgos con tanta precaución como la industria nuclear. Desde sus mismos orígenes, está sujeta a severas reglamentaciones gubernativas, los aspectos de seguridad son objeto de especialísima atención, cada operación se somete a minuciosa inspección y control, y se realiza una amplia labor de investigación y desarrollo para garantizar el tratamiento y la evacuación de los desechos radiactivos en condiciones satisfactorias de seguridad.

Quizá sea más notable aún la forma en que la industria nuclear ha enfocado las implicaciones en lo moral de unas actividades que podrían afectar por siglos a las futuras generaciones. La conducta del hombre en el pasado, en lo que respecta al aprovechamiento de los recursos naturales, tales como las tierras laborables, los minerales, las aguas, los bosques, etc., suele revelar una gran estrechez de miras. Por vez primera, el hombre ha pensado en las consecuencias de una dispersión de sustancias peligrosas en el medio ambiente, que podrían afectar a la posteridad al cabo de cientos o incluso de miles de años.

Mi propósito es examinar el volumen de los desechos que producirá la industria nuclear, los métodos actuales para el control de estos desechos, las posibles soluciones al problema de la «evacuación definitiva» y la función del Organismo en cuanto al tratamiento y evacuación de los desechos radiactivos.

Se originan éstos en las siguientes operaciones: laboreo, tratamiento y refinado de minerales, fabricación de combustibles nucleares, explotación de reactores, reelaboración del combustible agotado, utilización de subproductos radiactivos, actividades de investigación y desarrollo, y explosiones nucleares con fines pacíficos.

Atendiendo a su radiactividad expresada en curies, la mayor parte de los desechos proviene de la reelaboración de los combustibles agotados, representando aproximadamente un 99% del total. Esto no quiere decir que el costo del tratamiento y evacuación de tales residuos sea proporcional a la cantidad con que se opere o que carezca de importancia el 1% restante. Se calcula que, en un período de 20 años, se habrán acumulado aproximadamente seis mil toneladas de productos puros de fisión, que se encontrarán contenidos en un volumen de 155 000 metros cúbicos de líquidos y que, por desintegración radiactiva, generarán calor a razón de unos 1 280 millones de Btu/h. El problema que se plantea viene a ser como el de almacenar seis mil toneladas de patatas en proceso permanente de putrefacción, con la diferencia de que los productos puros de fisión han de confinarse, siendo los escapes admisibles al medio ambiente humano sensiblemente inferiores a una millonésima por ciento. Se calcula que para el año 2000, el peso de los desechos acumulados en forma de productos de fisión se elevará a 16 000 toneladas.

En el Cuadro I se indican resumidamente los tipos de desechos producidos por la industria nuclear.

Cuadro I. Tipos de desechos radiactivos

I. Actividad natural

- A. Beneficio de minerales
238U, 234Th, 226Ra, 230Th, 222Rn
- B. Plantas de fabricación de combustible
235U y 238U (234Th)

II. Productos de fisión

Explotación de reactores (0,1%); reelaboración (99,9%)
137Cs, 90Sr, 99Tc, 103Ru, 144Ce, 131I, 85Kr, tritio
Elementos transuránicos - Np, Pu, Am, Cm

III. Productos de activación

A. Desechos de los reactores
28Al, 56Mn, 58Co, 16N, 14C
B. Producción y empleo de isótopos
60Co, 32P

Procedimientos en materia de tratamiento y evacuación de desechos

Son tres los métodos que se siguen. El primero, que consiste en esperar a que decrezca la radiactividad del material, resulta idóneo en el caso de isótopos de período corto, en el que basta un breve plazo de tiempo para que dicha actividad disminuya hasta hacerse imperceptible. El segundo método, que consiste en diluir y dispersar el material radiactivo, se utiliza cuando se pueden emplear grandes cantidades de diluyente, aire, por ejemplo, para dispersar cantidades modestas de desechos de actividad muy inferior a la que se considera peligrosa para el hombre. El tercer método, basado en la concentración y el confinamiento, se aplica a la gran mayoría de los desechos de período largo, sobre todo a los integrados por productos de fisión de elevada actividad procedentes de la reelaboración de combustibles. En este tercer caso, sin ulterior tratamiento de los desechos, éstos tendrían que permanecer en el tanque de almacenamiento probablemente durante siglos.

El Cuadro II indica la proporción en que estos tres métodos se aplican a los productos de fisión acumulados en el combustible de un reactor nuclear de 1000 MW(e), en el momento de la descarga del núcleo al cabo de un año de funcionamiento. Las cantidades de desechos que requieren «dilución y dispersión» y «concentración y confinamiento» se calcularon seis meses después de la descarga, es decir, en el momento de proceder a la reelaboración.

Cuadro II. Tratamiento de los productos de fisión (radiactividad total en el momento de la descarga: 13 520 megacuries), procedentes del núcleo de un reactor nuclear de 1000 MW(e)

	Megacuries	% del total
Espera y decrecimiento	13.257	98,02
Dilución y dispersión (⁸⁵ Kr)	0,4	0,003
Concentración y confinamiento (Cs, Sr, período largo)	262,5	1,98
		100,00

El método de la «concentración y confinamiento» de los desechos de período largo implica la necesidad de una vigilancia. En efecto, si existe la posibilidad de que los desechos almacenados pasen al ciclo alimentario del hombre, la vigilancia será indispensable. Sin embargo, según se dice, son pocos -si es que existe alguno- los países, sociedades o gobiernos capaces de garantizar la vigilancia de los desechos almacenados durante un plazo de cinco a diez siglos. En consecuencia, ofrecen especial aliciente los métodos de evacuación que no exijan la vigilancia de los desechos, es decir, éstos quedan eliminados y no puedan retornar nunca al medio ambiente humano. A este proceso se da el nombre de evacuación definitiva.

Mientras no esté a nuestro alcance la evacuación definitiva, hemos de optar por el almacenamiento definitivo. En este caso, los desechos permanecen en tierra, disminuyendo lentamente su radiactividad, pero almacenados de forma y manera que se considera exenta de riesgos.

El actual sistema de utilización de tanques recibe el nombre de almacenamiento provisional, pues los desechos se guardan en espera de que se consiga el almacenamiento definitivo o la evacuación definitiva. El almacenamiento provisional de los desechos es un sistema para impedir la dispersión de la radiactividad en el medio ambiente. Sin embargo, resulta necesaria la vigilancia. Los desechos deben quedar en condiciones de ser recuperados, de forma que, llegado el momento, puedan ser sometidos a tratamiento definitivo; otro requisito será probablemente el de reducir al mínimo la cantidad de aditivos necesarios.

Métodos de tratamiento de los desechos

En el Cuadro III se enumeran los métodos actualmente utilizados para el tratamiento de los desechos. En general, los procedimientos aplicados a los desechos gaseosos y sólidos han alcanzado un grado satisfactorio de desarrollo y precisan pocos comentarios. Los procedimientos aplicables a los desechos líquidos de actividad baja e intermedia están también satisfactoriamente desarrollados. Para los de elevada actividad, el único método comúnmente utilizado en la actualidad consiste en su almacenamiento provisional en tanques.

En cuanto a la evacuación definitiva en general, son aún necesarios amplios trabajos de perfeccionamiento para que pueda procederse a un análisis final. Por desgracia, lo más probable es que sea imposible dar en todos los países la misma solución al problema de la eliminación definitiva de los desechos de elevada actividad.

Cuadro III. Métodos en uso para el tratamiento de los desechos radiactivos

I. Gases radiactivos

1. Técnicas de purificación del aire, por ejemplo, mediante filtros de alto rendimiento, lavadores de aire, separadores de partículas y adsorbentes.
2. Dispersión por chimeneas de gran altura.
3. Almacenamiento en botellas o tanques a presión.

II. Sólidos (actividad baja e intermedia)

1. Incorporación en una matriz, como hormigón o asfalto, y enterramiento o descarga en el mar.
2. Almacenamiento en pilas.
3. Enterramiento directo en fosos impermeables.

III. Líquidos

Baja actividad

1. Eliminación de la radiactividad con intercambiadores iónicos.
2. Concentración por evaporación y tratamiento como desechos de elevada actividad.
3. Introducción por bombeo en estratos localizados entre otros impermeables.

Elevada actividad

1. Almacenamiento provisional en tanques en forma líquida.
2. Evaporación del líquido y almacenamiento provisional del residuo calcinado.

El tratamiento y evacuación de los desechos radiactivos plantea forzosamente un problema de alcance nacional, si no internacional, pues sólo ofrece incentivos económicos el momento de la producción de energía, mientras que el tratamiento, y la vigilancia a largo plazo no reportan beneficio alguno.

Evacuación o almacenamiento definitivos

Si enfocamos a largo plazo el tratamiento y evacuación de los desechos radiactivos, cabe la posibilidad de llegar a un procedimiento de evacuación definitiva que permita eliminar por completo los desechos del medio ambiente humano. En efecto, puede idearse y aplicarse una tecnología completamente nueva en esta esfera en los próximos veinte años. Una posibilidad todavía en fase de estudio sería un proceso de transmutación en el que los desechos de período largo se bombardearían en un reactor de espalación (o fragmentación) con partículas de elevada energía para producir fragmentos de período corto, que se desintegrarían dando desechos inofensivos. Sin embargo, todo procedimiento de carácter definitivo exigirá un grado considerable de colaboración internacional, ya que, por razones económicas, sólo estaría justificado un reducido número de grandes reactores de espalación y son escasos los países en condiciones de desarrollar otra tecnología.

Como alternativa de la evacuación definitiva tenemos el almacenamiento definitivo, es decir, el almacenamiento en tierra hasta que se desintegren los radioisótopos más peligrosos, utilizando un medio de contención que retenga los desechos en su totalidad durante el tiempo necesario. La mayor parte de los procedimientos sugeridos suponen la solidificación inicial de los desechos líquidos de elevada actividad. Los sólidos resultantes pueden presentarse en forma de óxido calcinado, de vidrio o de otra materia estable. Se ha pensado en almacenar estos sólidos en minas de sal abandonadas y en otras minas subterráneas excavadas en rocas cristalinas estables. Otro posible lugar de depósito que se está estudiando es el océano, sobre todo las simas que tienen una profundidad de unos 33 000 pies (10 000 metros).

Función del Organismo

El Organismo tiene una función fundamental que desempeñar en el tratamiento y evacuación de los desechos radiactivos. Brinda la oportunidad de examinar en su seno los problemas comunes a todos los Estados Miembros. Las naciones en desarrollo se mantienen en contacto constante con las adelantadas, lo que les ayuda en su esfuerzo de aplicar la energía nuclear con fines pacíficos. Concretamente, el tratamiento y evacuación de los desechos radiactivos adopta un carácter internacional, comparable en muchos aspectos a la salvaguardia de los materiales nucleares.

Un programa vigoroso y bien controlado de tratamiento y evacuación de los desechos radiactivos es esencial para todo país deseoso de conseguir el desarrollo nuclear. Pero, dado el riesgo de proliferación internacional de los desechos, es importante que cada nación procure dar a conocer sus conocimientos técnicos y experiencia y prestar asistencia a otros países. De este modo, las actividades del Organismo adquieren una mayor significación. Una íntima colaboración con otras organizaciones internacionales, sobre todo con las que pertenecen al sistema de las Naciones Unidas, resulta cada vez más importante.

El tratamiento y evacuación de los desechos radiactivos presentan a largo plazo ciertos aspectos que van resultando cada vez más evidentes. No todos los países afrontarán de la misma manera el problema de la evacuación o almacenamiento definitivos de los desechos de elevada actividad. Probablemente, se precisará de un esfuerzo a escala internacional para prestar ayuda a los países menos dotados. Interesa a todos los países implantar en la industria nuclear unos sistemas de evacuación que garanticen la ausencia de riesgos.