

La protección de los ecosistemas naturales: Repercusiones de la radiación proveniente de las prácticas de evacuación de desechos

Ultimamente se han preparado varios estudios y evaluaciones de examen

por Gordon Linsley

El interés principal de las actividades de reglamentación relacionadas con la liberación de materiales radiactivos al medio ambiente es garantizar la protección de las personas y las poblaciones. Se supone que si esto se alcanza otras especies no humanas estarán protegidas automáticamente, aunque no necesariamente cada miembro de esas especies.* En casi todos los casos se espera que la necesidad de limitar las dosis de radiación a niveles bajos garantice que las dosis de radiación a otros organismos serán igualmente pequeñas y estarán por debajo de los niveles en los que podrían ocurrir cambios ecológicos.** Estos supuestos no se han puesto en duda seriamente en 30 años de funcionamiento y explotación de centrales nucleoelectricas. Sin embargo, la cuestión se discute con regularidad y recientemente ha sido objeto de varios estudios y evaluaciones críticas.

En este examen se consideran tres posibles escenarios (o casos) de exposición para el ser humano y para organismos no humanos. (Véase el dibujo adjunto.)

Caso A. La aserción general de que las especies no humanas estarán adecuadamente protegidas parece razonable, a primera vista, para las prácticas en que se liberan radionucleidos en la biosfera en estrecha proximidad al hábitat humano. En estos lugares, las concentraciones ambientales se mantienen a niveles muy bajos para que las dosis de radiación a los seres humanos se mantengan bien por debajo de los límites de dosis. Sin embargo, cuando consideramos que la sensibilidad a la radiación de las plantas y los animales varía en gran medida y que quizás sean expuestos a dosis más altas de radiación que el ser humano viviendo en el mismo medio ambiente, puede parecer justificado un examen más minucioso de la cuestión. Pueden existir dosis más altas de radiación debido a los procesos de transferencia suelo-planta. Estos procesos pueden conducir a la acumulación de radionucleidos en plantas y animales. Dosis más altas pueden también ser el resultado de hábitos de alimentación especiales de algunos animales que ocasionan incorporaciones elevadas de ciertos radionucleidos.

En algunos casos, la mayor proximidad de las plantas y algunos animales a radionucleidos dispersos en el suelo y en el agua puede originar dosis de radiación externa más altas que a las que el ser humano estaría expuesto si viviera en el mismo medio ambiente.

Caso B. La evacuación de desechos radiactivos sólidos en formaciones geológicas profundas se efectúa en medios ambientes esencialmente abióticos (sin presencia de vida). Una serie de barreras impermeables rodea los desechos para evitar la migración de radionucleidos al ser humano. El caso de las instalaciones de evacuación cerca de la superficie es diferente ya que muchas se encuentran situadas en medios ambientes accesibles a plantas y animales superiores.

Caso C. Para la evacuación de desechos embalados de actividad baja en las profundidades del mar, probablemente es más conveniente cuestionar el supuesto sobre la protección de especies no humanas. Debido a las grandes profundidades en que se vierten los desechos y las largas distancias que hay hasta donde se encuentra el ser humano, es posible aplicar importantes dosis de radiación a los organismos que están en las profundidades del mar mientras que las dosis para los seres humanos se mantienen a niveles aceptables.

Está claro que en el Caso C, por lo menos, el riesgo de los efectos puede ser superior para la biota natural que para los seres humanos. Sin embargo, se debe observar en este punto que existe una diferencia básica en la manera en que nosotros, los seres humanos, contemplamos el riesgo para nuestra propia especie en comparación con otras especies. Cuando se considera el riesgo para el ser humano, nuestros valores están fuertemente concentrados en el individuo, ya que se considera que los individuos tienen gran valor e importancia. Por contraste, valoramos y consideramos a la mayoría de las otras especies más bien como población que como individuos determinados.

El presente artículo examina estudios del Organismo recientes y en curso así como algunos estudios nacionales sobre las repercusiones de la radiación proveniente de las prácticas de evacuación de desechos. Se debe señalar que los estudios se refieren a la protección ambiental proporcionada por las prácticas controladas de evacuación de desechos radiactivos y no a las repercusiones ambientales que puedan ser causadas por

El Sr. Linsley es funcionario superior de la División del Ciclo del Combustible Nuclear y de Gestión de Desechos, del OIEA.

* *Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*, Publicación 26 de la CIPR (1977).

** *Radionuclide Release into the Environment: Assessment of Doses to Man*, Publicación 29 de la CIPR (1978).

liberaciones accidentales de radionucleidos o debidas a la evacuación no controlada de desechos.

Enfoque de la evaluación

El enfoque básico adoptado en los principales estudios considerados es el siguiente: a) se examina la información sobre los efectos de la radiación ionizante en los organismos naturales; b) se determina la dosis de radiación y/o tasa de dosis por encima de la cual se producen efectos deletéreos en las poblaciones de diferentes tipos de plantas y animales; c) se estima la dosis de radiación y/o tasa de dosis para plantas y animales, resultante cuando se controlan las liberaciones de radionucleidos sobre la base de las normas para la protección del ser humano; y d) se comparan las dosis de radiación y las tasas de dosis en las etapas b) y c) para establecer si se proporciona o no a las poblaciones de plantas y animales una protección adecuada según las normas de protección radiológica para el ser humano.

Caso A: Liberaciones a la atmósfera y a aguas superficiales

Está a punto de finalizarse un estudio patrocinado por el OIEA que evalúa las repercusiones en las plantas y animales de las liberaciones controladas de radionucleidos a la atmósfera y a los medios ambientes acuáticos (de agua dulce). * Sobre la base de un examen de la literatura disponible sobre efectos radiológicos en los ecosistemas terrestres y acuáticos de agua dulce, se llega a la conclusión de que las tasas de dosis crónica de radiación de un miligray/día ($mGy d^{-1}$) o menores para especies en ecosistemas terrestres y de $10 mGy d^{-1}$ en ecosistemas de agua dulce probablemente no causan efectos medibles y perjudiciales en las poblaciones. A esta conclusión con respecto al medio ambiente acuático se llegó ya en otros exámenes hechos por el Organismo y en un examen reciente realizado en los Estados Unidos.**

En el último estudio patrocinado por el OIEA, se evaluaron las tasas máximas de dosis de radiación que se pueden aplicar a organismos terrestres y de agua dulce como resultado de liberaciones controladas de radionucleidos mediante cálculos sencillos y conservadores. Para la evaluación de las repercusiones de las liberaciones controladas, se seleccionaron tasas de liberación de forma que las dosis de radiación a las personas más expuestas serían equivalentes al límite anual de dosis para individuos del público (un milisievert/año). Las liberaciones reales al medio ambiente son solo partes pequeñas de estos valores debido a la aplicación del principio de reducir la exposición radiológica al valor más bajo que pueda razonablemente alcanzarse ('as-low-as-

reasonably achievable'', ALARA). El enfoque de maximización empleado en los cálculos (tanto en términos de las suposiciones relativas a las tasas de liberación como a la metodología de la evaluación de dosis) produce estimaciones de dosis de radiación para plantas y animales que están en la parte superior de la gama de las dosis que podría resultar de las liberaciones controladas.

Las dosis estimadas para plantas y animales provocadas por liberaciones controladas están por debajo de los niveles en los que se esperarían efectos perjudiciales para las poblaciones. Además, en la mayoría de los escenarios de liberación concebibles, solo una pequeña parte del total de las poblaciones de animales o de plantas recibiría probablemente las dosis estimadas.

Sin embargo, se destaca que la información disponible sobre los efectos de la radiación en especies no humanas es limitada y que los resultados de estas evaluaciones se deben considerar con cautela ya que quizás no sean aplicables todas las situaciones concebibles.

En otro estudio, en respuesta a preguntas relativas a los posibles efectos sobre árboles y bosques de las liberaciones gaseosas de radionucleidos provenientes de las centrales nucleares, se mostró que las dosis de radiación solo podrían ser partes muy pequeñas de las correspondientes a la radiación natural de fondo.*

Caso B: Evacuación subterránea profunda de desechos radiactivos

El objetivo de la evacuación subterránea profunda de desechos radiactivos es aislarlos del medio ambiente humano. La situación biológica profunda proporciona barreras naturales, y los desechos se aíslan por una serie de barreras artificiales. Estas incluyen la forma del desecho o matriz, que puede ser un material insoluble tal como el cristal; el contenedor de desechos que, para desechos de actividad alta, se puede diseñar para que dure miles de años; y el material regulador circundante, típicamente una especie de arcilla, destinado a excluir la posibilidad de entrada de agua y retardar la migración de radionucleidos. Si eventualmente ocurre una migración de radionucleidos sería alguna vez en el futuro lejano; cualquier actividad que alcance a la biosfera tendría niveles muy bajos, debido a la desintegración radiactiva e igualmente debido a fenómenos de dilución y retención en las superficies durante el transporte de agua subterránea. Es sumamente improbable que cualesquiera niveles de actividad resultantes sean suficientemente altos para causar daño al ser humano o a las plantas y animales.

Evacuación de desechos radiactivos cerca de la superficie

La evacuación cerca de la superficie en el medio ambiente terrestre es la opción preferida en muchos países para desechos de período corto de actividad baja a mediana. Se proporciona un grado menor de aislamiento que en la evacuación en formaciones geológicas profundas y existe la posibilidad en algunos tipos de emplazamientos de evacuación a poca profundidad de

* *Effects of Ionizing Radiation on Plants and Animals at Levels Implied by Current Radiation Protection Standards*, Proyecto de Informe.

** *Effects of Ionizing Radiation on Aquatic Organisms and Ecosystems*, Colección de Informes Técnicos N° 172 del OIEA, Viena (1976); *Assessing the Impact of Deep Sea Disposal of Low Level Radioactive Waste on Living Marine Resources*, Colección de Informes Técnicos N° 288 del OIEA, Viena (1988); *Effects of Ionizing Radiation on Aquatic Organisms*, Proyecto de Informe del Consejo Nacional de los Estados Unidos sobre Protección Radiológica y Mediciones.

* *Betrachtungen zur Strahlenexposition von Bäumen durch natürliche und künstliche Strahlenquellen*, por W. Jacobi, y H.G. Paretzke, GSF-Bericht 5/86 (1986).

intrusión de plantas y animales en los desechos. Las primeras experiencias de evacuación simple de desechos no embalados en zanjas han mostrado que en ciertas circunstancias, por ejemplo, como resultado de inundación de las zanjas debida a emplazamiento impropio o desagüe inadecuado, se pueden difundir radionucleidos lateralmente más allá de la zona de la zanja de evacuación, hacia abajo en el perfil del suelo y en algunos casos en corrientes locales y agua subterránea.* En las instalaciones modernas de evacuación cerca de la superficie, el riesgo de intrusión de plantas, animales y el ser humano es mucho menor porque los desechos están encapsulados y almacenados dentro de barreras de hormigón. La posibilidad de migración de radionucleidos de los desechos se reduce mediante la encapsulación y el emplazamiento apropiado y el diseño de repositorio.

En el último estudio realizado por el OIEA, se hicieron cálculos de las dosis de radiación para las plantas y animales que se introducen en un repositorio a poca profundidad, suponiendo que los contenidos radiactivos del repositorio han sido controlados previamente sobre la base de la limitación de la dosis de radiación para el ser humano. Se llegó a conclusiones similares a las de las liberaciones controladas a la atmósfera y al agua dulce, aunque se reconoce que en algunos emplazamientos de evacuación más antiguos quizás existan mayores concentraciones de radionucleidos que las estimadas. Sin embargo, con respecto a las construcciones de emplazamientos modernos de evacuación que contienen desechos en formas encapsuladas, cualquier efecto en plantas y animales solo puede ser muy localizado en el espacio y solo una pequeña parte de cualquier población de animales o de plantas se puede concebir como expuestas a radiación de tal fuente.

Caso C: Evacuación en el mar

Un informe del Organismo sobre las consecuencias del vertimiento de desechos embalados de baja actividad para los organismos marinos en las profundidades del mar fue publicado recientemente en el Boletín del OIEA.** En pocas palabras, el estudio mostró que porque, por una parte, algunas especies marinas viven en estrecha proximidad al emplazamiento de vertimiento hipotético mientras que las poblaciones humanas están aisladas del mismo, se pueden aplicar a estas especies marinas dosis de radiación comparativamente grandes mientras que las dosis al ser humano permanecen muy bajas. Parece posible que puedan resultar algunas reper-

cusiones ambientales en las tasas máximas de liberación para el vertimiento de desechos embalados de actividad baja permitidos a los efectos de la actual definición del OIEA relativa al Convenio de Londres sobre Vertimiento.* Este es uno de los factores que tendrán que tenerse en cuenta en cualquier revisión futura de la orientación del Organismo sobre la práctica de vertimiento marino. Sin embargo, se destaca que las prácticas de vertimiento que tuvieron lugar en el Atlántico del Norte hasta la moratoria voluntaria acordada por los Estados Miembros en el Convenio de Londres sobre Vertimiento en 1983 eran de tasas que son partes pequeñas de las permitidas por la definición actual. En un examen realizado por la Agencia para la Energía Nuclear se ha llegado a la conclusión de que no resultará ningún daño ambiental discernible de las prácticas antiguas de vertimiento.**

Conclusión

Los estudios apoyan en general el supuesto de la Comisión Internacional de Protección Radiológica relativo a la protección radiológica de poblaciones de especies vivas distintas del ser humano.

En las situaciones en que el ser humano vive en estrecha proximidad a otras especies expuestas, las pruebas disponibles sobre la radiosensibilidad de las especies vivas sugiere que la protección del ser humano también será eficaz para la protección de las otras especies. Sin embargo, la base de datos no está completa ni mucho menos y nunca ha sido investigada la radiosensibilidad de muchas poblaciones de plantas y animales.*** Además, la cuestión de los efectos sinérgicos debidos a la presencia de otros contaminantes del ambiente no ha sido considerada apropiadamente. La conclusión anterior, por tanto, no es suficientemente firme para justificar cualquier falta de preocupación sobre los posibles efectos radiológicos en las poblaciones de plantas y animales.

Existen circunstancias especiales en las que el ser humano puede encontrarse más lejos del punto de liberación de radionucleidos que especies no humanas y en las que es necesario dar consideración aparte a la protección de las poblaciones de plantas y animales.

* *Definición y Recomendaciones a los Efectos del Convenio sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y otras Materias, 1972, Edición de 1986, Colección Seguridad N° 78 del OIEA, Viena (1987).*

** "Review of the Continued Suitability of the Dumping Site for Radioactive Waste in the North-East Atlantic", Agencia para la Energía Nuclear de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos, París (1985).

*** "Environmental Monitoring for Radionuclides in Marine Ecosystems: Are Species Other Than Man Protected Adequately?", por P.M. Thompson, *Journal of Environmental Radioactivity* 7 (1988) 275-283.

* *Shallow land burial of low-level radioactive wastes in the USA, IAEA-SM-243/152 (1980).*

** "Evacuación de desechos en las profundidades del mar: La protección de los peces y ... del hombre", por A. Hagen, Boletín del OIEA, Vol. 30, N° 4 (1988), un informe temático basado en el informe técnico del OIEA *Assessing the Impact of Deep Sea Disposal of Low-Level Radioactive Waste on Living Marine Resources*, Colección de Informes Técnicos N° 288 (1988).

