



Evacuación de desechos en las profundidades del mar: la protección de los peces y ... del hombre

Evaluación de las repercusiones de la evacuación de desechos radiactivos de actividad baja en los organismos marinos

por Amelia Hagen

Por lo general se da por sentado que la liberación internacional de radionucleidos en el medio ambiente a niveles adecuados a la protección del hombre, también resulta adecuada a la protección de las demás especies. Probablemente esto sea verdad en la mayoría de los casos. Cuando se liberan radionucleidos en una zona de la biosfera muy próxima a donde viven seres humanos, se establecen límites para la exposición del hombre en virtud de los cuales las concentraciones de radionucleidos liberados en el medio ambiente son muy bajas. Para la evacuación de desechos radiactivos en formaciones geológicas a gran profundidad se seleccionan zonas abióticas (sin presencia de vida). Sin embargo, es posible que en el caso de la evacuación de desechos en el mar ese principio generalmente aceptado no sea válido. El vertimiento de desechos radiactivos de actividad baja se realiza a profundidades superiores a los 4000 metros, lo que provoca el distanciamiento espacial de la trayectoria de regreso al hombre y una notable dilución del material radiactivo. A diferencia de la evacuación de desechos en formaciones geológicas, no existen barreras impermeables, y cabe afirmar que los organismos marinos abisales podrían ser objeto de niveles altos de exposición debido a los vertimientos en

el fondo marino mientras que los niveles de exposición del hombre se mantienen bajos.

La protección del hombre es el fundamento de la definición de desechos radiactivos inapropiados para su vertimiento en el mar que elaboró el OIEA a los efectos del Convenio sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y Otras Materias, firmado en Londres en 1972*. Esta definición se deriva de un gran cúmulo de información que permite hacer estimaciones de las relaciones dosis-efecto y dosis-riesgo. Sin embargo, para el resto del medio ambiente no existen límites de dosis generalmente aceptados que puedan aplicarse a individuos de una especie ni a poblaciones enteras, aunque la protección a nivel de población suele ser lo que se busca con otras especies.

En un informe publicado recientemente por el OIEA** se trata de desarrollar criterios para la evaluación de los efectos producidos en los organismos marinos abisales a nivel de población. Pese a que la información disponible sobre los efectos de las radiaciones en los organismos acuáticos y el medio ambiente abisal dista de ser completa, es suficiente para utilizarla conjuntamente con los modelos que pronostican los posi-

* Véase Colección Seguridad, N° 78, del OIEA.

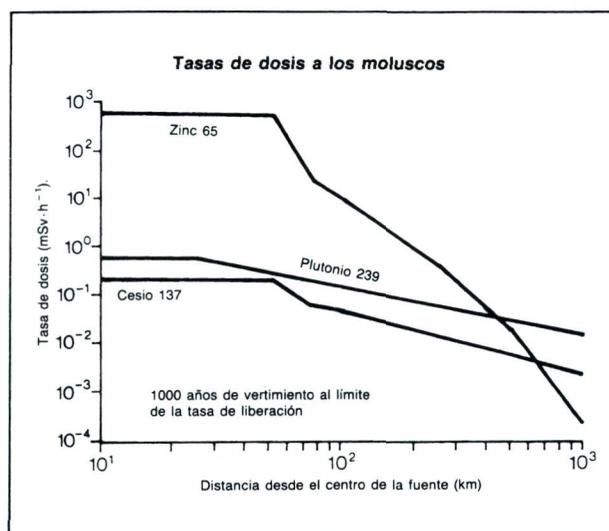
** Véase *Assessing the impact of deep sea disposal of low-level radioactive wastes on living marine resources*, Colección de Informes Técnicos, N° 228 (1988).

La Sra. Hagen es funcionaria de la División de Seguridad Nuclear del OIEA.

bles campos de radiación y obtener datos y un método de evaluación de las repercusiones que puede tener en el medio ambiente la evacuación de desechos en mares profundos.

Según el informe existen determinados radionucleidos que pueden dar lugar a tasas de dosis elevadas en los organismos marinos si el vertimiento se realiza con el criterio de la liberación inmediata en el fondo marino y durante períodos prolongados. (Véase el gráfico adjunto). Se definen tres zonas en las que se observa una gradación de los efectos: éstos disminuyen a medida que se reduce la dosis y, por consiguiente, con la distancia de la fuente. Sólo cabría prever una mortalidad excesiva en las cercanías de un lugar de vertimiento si las tasas de dosis fueran superiores a 10 milisievert por hora ($\text{mSv} \cdot \text{h}^{-1}$). Sería poco probable que se destruyeran poblaciones enteras a menos que la zona habitada por la especie del caso fuera pequeña y se encontrara situada totalmente dentro de los límites de una zona de tasas de dosis elevadas.

En el informe, la tasa de dosis hipotética para los moluscos, proveniente de tres radionucleidos, se da como función de la distancia de la fuente sobre la base de un vertimiento anual al límite de la tasa de liberación fijada en la definición del OIEA durante un período de 1000 años. Se realizaron cálculos para más de 100 radionucleidos con el propósito de estudiar sus posibles efectos sobre los peces abisales y los pelágicos (nadadores) que habitan en el fondo marino, los crustáceos grandes y pequeños, y los moluscos, y las tasas de dosis obtenidas se presentaron en un grupo de cuadros. En un cuadro resumen se relaciona un gran número de nucleidos capaces de producir tasas de dosis para los moluscos superiores a los valores fijados dentro de un radio de 50 kilómetros a partir de la fuente (el lugar de vertimiento), y un número menor de esos nucleidos en radios de 100 y 1000 kilómetros. Las tasas de dosis para los moluscos a partir de los tres nucleidos utilizados como limitativos para las tres categorías de desechos que



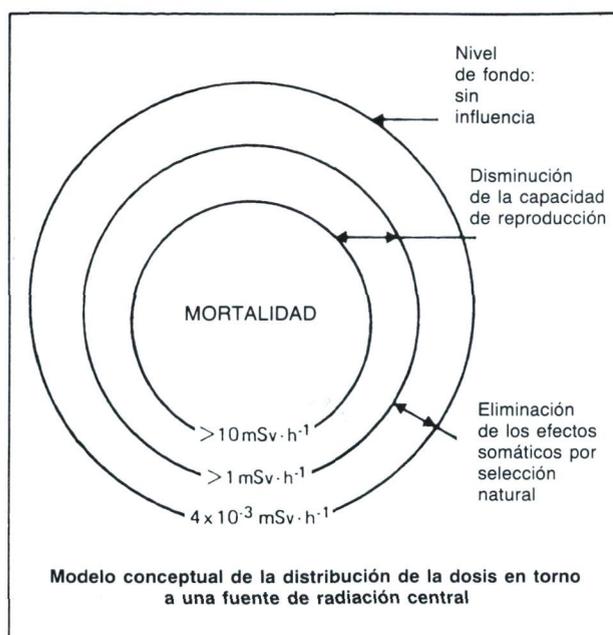
figuran en la definición del OIEA, fueron las correspondientes al zinc 65 para los nucleidos de período corto, al cesio 137 para los emisores beta/gamma de períodos intermedio y largo, y al plutonio 239 para los emisores alfa. (Véase el cuadro adjunto.) El zinc 65, que no plantea gran peligro para el hombre, puede someter a dosis altas a los moluscos que habitan en el fondo del mar.

Repercusiones y efectos ambientales

En las conclusiones del informe se afirma que es posible que el vertimiento prolongado de ciertos radionucleidos tenga determinadas repercusiones en el medio ambiente, y que en las futuras revisiones de las definiciones y recomendaciones sobre vertimiento se deben tener en cuenta los efectos ambientales potenciales al calcular los límites de tasas de liberación. Sin embargo, este es sólo uno de los aspectos a considerar. La actual moratoria sobre la evacuación de desechos en el mar

Nucleidos que provocan tasas de dosis superiores al valor fijado

Tasas de dosis	Nucleidos		
	Dentro de 50 kilómetros	100 kilómetros	1000 kilómetros
Moluscos			
$> 10 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$	^{58}Co , ^{88}Y , ^{46}Sc , ^{54}Mn , ^{95}Zr , ^{144}Ce , ^{160}Tb , ^{182}Ta , ^{59}Fe , $^{110}\text{Ag}^{\text{m}}$, ^{65}Zn , ^{192}Ir , ^{143}Pm , ^{227}Ac , $^{115}\text{Cd}^{\text{m}}$, $^{114}\text{In}^{\text{m}}$, ^{175}Hf , ^{65}Co , $^{(210)\text{Pb}}$, $^{(226)\text{Ra}}$, ^{153}Gd , ^{91}Y , ^{94}Nb , ^{203}Hg , $^{(228)\text{Ra}}$, $^{(230)\text{Th}}$, ^{159}Dy , ^{152}Eu , ^{154}Eu , ^{124}Sb , $^{(232)\text{Th}}$, $^{(231)\text{Pa}}$, ^{103}Ru , ^{170}Tm , ^{75}Se , $^{127}\text{Te}^{\text{m}}$, $^{(242)\text{Am}^{\text{m}}}$	$^{110}\text{Am}^{\text{m}}$, $^{115}\text{Cd}^{\text{m}}$, ^{182}Ta , ^{94}Nb , ^{65}Zn , ^{88}Y , ^{203}Hg , ^{58}Co , $^{(210)\text{Pb}}$, $^{(226)\text{Ra}}$, $^{(230)\text{Th}}$, $^{(232)\text{Th}}$, $^{(242)\text{Am}^{\text{m}}}$	$^{(226)\text{Ra}}$
$> 1 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$	$^{125}\text{Te}^{\text{m}}$, $^{(245)\text{Cm}}$, $^{(246)\text{Cm}}$, $^{(243)\text{Am}}$, $^{(247)\text{Bk}}$, $^{113}\text{Cd}^{\text{m}}$, ^{229}Th , ^{155}Eu , $^{(249)\text{Cf}}$, $^{(241)\text{Am}}$, ^{181}W , ^{133}Ba , $^{(231)\text{Pa}}$, $^{(241)\text{Pu}}$	^{46}Sc , ^{95}Zr , ^{160}Tb , ^{124}Sb , $^{114}\text{In}^{\text{m}}$, ^{75}Se , $^{127}\text{Te}^{\text{m}}$, ^{103}Ru , ^{175}Hf , ^{192}Ir , ^{60}Co , ^{228}Ra , ^{59}Fe , ^{144}Ce , $^{(245)\text{Cm}}$, $^{(248)\text{Cm}}$, $^{(249)\text{Cf}}$, ^{143}Pm , $^{(231)\text{Pa}}$, $^{(241)\text{Pu}}$	^{94}Nb , $^{(242)\text{Am}^{\text{m}}}$



resta urgencia a esa revisión y da tiempo a que se produzcan nuevos adelantos técnicos, como el desarrollo de modelos perfeccionados, y se convengan nuevos criterios sobre la exposición del hombre, incluido el empleo de confines superiores globales para fijar los límites de tasas de liberación.

Al analizar las repercusiones que puede tener sobre la biota abisal la evacuación de desechos radiactivos en un lugar específico, cabe suponer que se produciría una gradación de los efectos cuya gravedad disminuiría con la reducción de la dosis, y, por tanto, con el aumento de la distancia de la fuente. Se pueden determinar tres zonas (véase el diagrama adjunto). La primera es la más cercana a la fuente y entre los efectos que cabría esperar estaría el aumento de la tasa de mortalidad y de la frecuencia de cambios histopatológicos. Se han documentado las dosis agudas que serían necesarias para originar la muerte de individuos dentro de determinada población, y se ha determinado que varían según la especie y el estadio de vida en que se encuentren. Por consiguiente, en las cercanías de un lugar de vertimiento sólo se esperaría un nivel de mortalidad elevado dentro de las zonas que reciban tasas de dosis superiores a $10 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$. No sería probable que perecieran poblaciones enteras, —lo cual es un interés primordial—, a menos que el lugar donde habite una especie sea pequeño y este comprendido totalmente dentro de la zona de tasas de dosis elevadas del lugar de evacuación. No obstante, de acuerdo con la información disponible muchas especies abisales tienen una distribución amplia.

SIVD:

Resultados científicos del SIVD

A continuación se presenta un resumen de los resultados científicos más significativos alcanzados en las investigaciones desde que comenzó a aplicarse el programa SIVD.

Elaboración de nuevos sistemas dosimétricos

- dosimetría alanina/ESR
- dosimetría de lioluminiscencia
- revelado de películas de tinte radiocrómico

Mejoramiento de los sistemas dosimétricos

- métodos de calibración en campos de rayos gamma y electrones
- producción de muestras, análisis de datos, y exactitud del dosímetro de alanina/ESR
- dosímetros de lioluminiscencia de glutamina
- potenciometría electroquímica de dosímetro de sulfato cérico-ceroso
- resultados obtenidos en el mejoramiento del dosímetro oscilométrico de etanol-clorobenceno.
- envase y manipulación de dosímetros de películas de tinte radiocrómico

Efectos ambientales

- temperatura durante la irradiación
- temperatura durante la evaluación
- temperatura posterior a la irradiación
- humedad
- luz

Estudios de intercomparación de dosis

- intervalo de dosis alta y mediana (1–10 kGy, 5–100 kGy)
- intervalo de dosis baja (0,01 – 3 kGy – 10 kGy)

