

Los trabajadores supervisan los cofres que se utilizan para la expedición del combustible agotado por vía férrea (Cortesía de BNFL)

En el Reino Unido:

# Un estudio de la NRPB evalúa la seguridad radiológica

por Ken B. Shaw



*En el Reino Unido la mayoría de los materiales radiactivos se transportan por carretera e incluso los materiales que se llevan por vía férrea, aérea y marítima recorren generalmente un tramo por carretera al inicio o al final de su itinerario. El total de millas recorridas por carretera al año es de algunos millones, en comparación con unos cientos de miles que se cubren por vía férrea.*

*Básicamente hay cuatro categorías de trabajadores que participan en las operaciones de transporte: manipuladores, choferes, personal encargado de supervisar la protección radiológica y personal de vigilancia. En 1984 la National Radiological Protection Board (NRPB) publicó los resultados de un estudio que comprendió estas cuatro categorías de trabajadores, todos los tipos de material radiactivo, así como todas las clases de transporte utilizadas en el Reino Unido. El estudio abarcó la exposición en el trabajo durante todas las operaciones normales de transporte de materiales radiactivos, pero no incluyó las posibles consecuencias de los accidentes.\**

*Aunque el estudio trataba principalmente sobre la exposición de los trabajadores, se incluyó la exposición del público debida al transporte de combustible Magnox irradiado proveniente de la primera generación en las centrales nucleares. La evaluación actual, basada en mediciones diferentes de las primeras valoraciones realizadas que fueron estimaciones teóricas, muestra que la exposición del público es mucho más baja que la máxima calculada a partir de supuestos pesimistas.*

*Respecto de los trabajadores, en el estudio se llegó a la conclusión de que la dosis colectiva anual producto del transporte de todos los materiales radiactivos en el Reino Unido es de aproximadamente 1 sievert-hombre.\*\* Esto se compara con la dosis colectiva anual estimada en 500 sievert-hombres producida por toda la exposición en el trabajo a la radiación ionizante en el Reino Unido.*

*A continuación se presenta el análisis que hace el Sr. Shaw sobre los principales resultados del estudio, por categorías específicas.*

El Sr. Shaw forma parte del personal de la National Radiological Protection Board (NRPB), Chilton, Reino Unido.

\* El estudio se titula *Radiation Exposure Resulting from the Normal Transport of Radioactive Materials within the United Kingdom*, por R. Gelder, J.S. Hughes, J.H. Mairs y K.B. Shaw.

\*\* El sievert es la unidad utilizada para medir la dosis equivalente de una exposición determinada, teniendo en cuenta las diferentes repercusiones biológicas de los distintos tipos de radiación. Un sievert (Sv) corresponde a 100 rem. *Dosis colectiva* es una forma abreviada de dosis equivalente efectiva colectiva y es la suma de las dosis de todos los trabajadores pertinentes.

### Transporte de radisótopos

El desplazamiento de radisótopos es muy amplio dentro del Reino Unido. A diario se transportan aproximadamente 1000 isótopos embalados, en cantidades que oscilan desde bultos individuales hasta varios cientos de bultos. La mayoría se traslada por carretera, aunque cerca del 1% se envía por ferrocarril.

Una operación importante es el transporte de generadores de tecnecio. Estos generadores contienen molibdeno-99, que se somete a desintegración radiactiva para obtener el nucleido tecnecio-99m de período corto. Este se separa del molibdeno en los hospitales y, tras agregarle varios productos químicos, se inyecta a los pacientes para ayudar a diagnosticar el cáncer de los huesos, el hígado, el cerebro, etcétera. El éxito de esta técnica ha dado lugar a que se utilice en gran escala en el Reino Unido y en ultramar y, por lo tanto, se requieren suministros regulares de los generadores.

Los generadores de tecnecio para uso en los hospitales ocasionan uno de los más altos niveles de radiación en el exterior del bulto durante el transporte. La tasa de dosis típica a un metro de esos bultos es de 0,02 a 0,05 milisievert por hora (mSv/h). Las tasas de dosis de otros bultos suelen ser insignificantes si se comparan con las de los generadores. El número de generadores transportados y las tasas de dosis fuera de los bultos son tales que algunos trabajadores que tienen que ver con ellos reciben las dosis más altas de radiación de un tipo determinado de transporte. No obstante, las dosis que reciben esos trabajadores se mantienen dentro de los límites de dosis.

Hay muchos otros radionucleidos que se utilizan comúnmente en la medicina, algunos de los cuales son emisores gamma de período corto que requieren un movimiento regular entre los productores y los hospitales. Asimismo, los materiales radiactivos se utilizan mucho en la industria y quizás requieren un transporte frecuente. Se dedicó una atención especial a la exposición de los radiógrafos a las radiaciones en el lugar, ya que este grupo de trabajadores por lo regular transporta fuentes radiográficas como parte de sus operaciones.

Se estima que la dosis colectiva anual en el trabajo es de 0,48 sievert-hombre en el caso de los generadores de tecnecio, de 0,18 sievert-hombre para los isótopos con fines médicos y de 0,2 sievert-hombre para los isótopos utilizados en la industria y la investigación. La dosis individual anual en el trabajo llega a 0,02 sievert, aunque muy pocos trabajadores alcanzan el límite máximo de esta escala.

### Transporte de combustible irradiado por vía férrea

Los principales desplazamientos de combustible nuclear irradiado se realizan por vía férrea, desde las centrales nucleares comerciales hasta la planta de reelaboración. Los medios de comunicación han hecho hincapié en estos desplazamientos y, por consiguiente, se les ha investigado con cierta profundidad.

Este estudio se llevó a cabo con el concurso de los transportistas de los ferrocarriles. Se observaron las pautas de trabajo y se llevaron a cabo estudios sobre la radiación en las expediciones radiactivas. Se registraron tasas de dosis cerca de todas las superficies accesibles de los cofres y alrededor de ellos hasta una altura de 1,5 metros. También se supervisó el nivel de radiación en las cabinas de los maquinistas y en los vagones de los jefes de tren. Se realizaron pruebas para determinar la contaminación que se podía eliminar en los cofres, vagones para cofres y otros equipos accesorios.

Esta evaluación ha demostrado que la dosis colectiva anual que recibe el personal ferroviario en el desempeño

### Perspectiva: Límite de las dosis

En la actualidad se dispone de datos limitados que han brindado algunos Estados Miembros del OIEA sobre estimaciones de las dosis colectivas recibidas durante el transporte de materiales radiactivos, respaldados por mediciones reales. Basándose en los datos disponibles, el OIEA ha llegado provisionalmente a la conclusión de que las dosis colectivas son bajas. Empero, el Organismo proseguirá la labor encaminada a optimizar la protección en la esfera del transporte de material radiactivo, y los Estados Miembros deben seguirla para garantizar la elaboración de datos y metodologías.

La edición de 1985 del *Reglamento para el transporte seguro de materiales radiactivos del OIEA, Colección Seguridad No. 6*, que destaca estos hechos, ha incorporado recomendaciones sobre principios generales para la protección contra las radiaciones que son compatibles con los requisitos internacionales actuales para la optimización.\* En esencia, las recomendaciones expresan que "todas las exposiciones deben mantenerse al valor más bajo que pueda razonablemente alcanzarse teniendo en cuenta los factores económicos y sociales".

En lo que respecta a la limitación de las dosis individuales, en la edición de 1985 se observa que:

- No se requerirán pautas especiales de trabajo, vigilancia minuciosa ni evaluación de las dosis de radiación, para cada trabajador expuesto en el trabajo, en los casos en que se determine que es muy poco probable que la dosis recibida sobrepase los 5 milisievert (500 milirrem) anuales.
- Se procederá a la vigilancia ambiental periódica (según sea necesario) y a evaluaciones de los niveles de exposición a las radiaciones en las zonas de trabajo (incluidos los medios de transporte), para cada trabajador expuesto en el trabajo, en los casos en que se determine que es probable que la dosis anual recibida oscile entre 5 milisievert (500 milirrem) y 15 milisievert (1500 milirrem).
- Será preciso elaborar programas de vigilancia de la exposición a las radiaciones y efectuar una vigilancia especial de la salud, para cada trabajador expuesto en el trabajo, en los casos en que se determine que es probable que la dosis anual recibida oscile entre 15 milisievert (1500 milirrem) y 50 milisievert (5000 milirrem).

Actualmente, las *Normas básicas de seguridad en materia de protección radiológica del OIEA, Colección Seguridad No.9*, establecen un límite de dosis equivalente efectiva para los trabajadores de 50 milisievert por año.

\* Estas recomendaciones son compatibles con las pautas ya especificadas en las *Normas básicas de seguridad en materia de protección radiológica del OIEA, Colección Seguridad No. 9*, publicada en 1982.

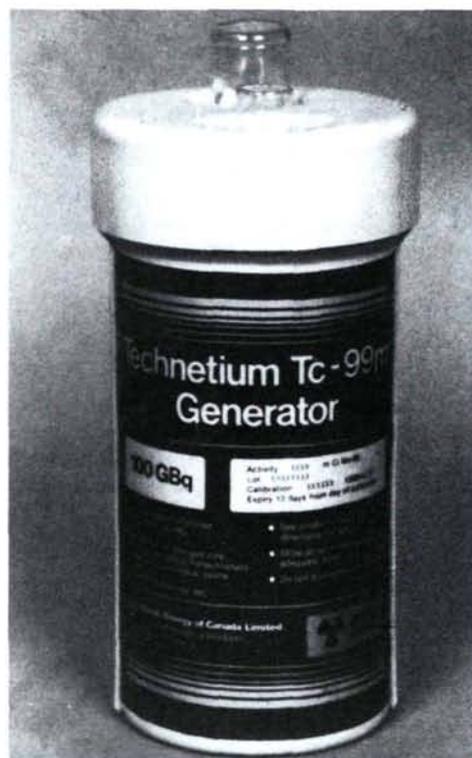
de su labor es pequeña, de unos 0,005 sievert-hombre. La mayor parte de la dosis se acumula en la cabeza de carril, donde el personal de carga trabaja muy cerca del cofre durante las operaciones de carga. Es improbable que un trabajador que participe en la carga en la cabeza de carril con mayor actividad sobrepase una dosis anual de 0,1 milisievert. En las zonas que ocupa normalmente el personal ferroviario no se detectaron tasas de dosis superiores al nivel de fondo.

### Transporte de desechos radiactivos de baja actividad

Los desechos radiactivos de baja actividad se han transportado por carretera y ferrocarril hasta el lugar de evacuación y hasta los muelles para su ulterior vertimiento en aguas profundas del Océano Atlántico. Para efectuar la evacuación en el mar, los desechos de baja actividad se envían por ferrocarril desde las diferentes plantas de tratamiento hasta el puerto y se cargan en el barco.

**Resumen de los resultados del estudio de la NRPB —  
exposición de los trabajadores del ramo del transporte  
a las radiaciones**

Actividad de transporte	Dosis anual	
	Colectiva (hombre- sievert)	Máxima individual (milisievert)
Radisótopos para fines médicos		
Generadores de tecnecio	0,48	20
Otros isótopos médicos	0,18	
Radisótopos para la industria y la investigación	0,20	
Combustible irradiado transportado por ferrocarril	0,005	menos de 0,10
Desechos radiactivos		
Trabajadores ferroviarios	0,0012	menos de 0,50
Trabajadores portuarios	0,0096	1,2
Combustible irradiado y desechos radiactivos transportados por carretera	0,091	No existe el dato
Material no irradiado del ciclo del combustible	0,036	No existe el dato
Trabajadores de transporte de la central nuclear	0,020	1,2
<b>Total</b>	<b>1,02</b>	



**Carga común:  
generadores de tecnecio para hospitales.  
(Cortesía de AECL)**

Esta evaluación ha demostrado que la dosis colectiva anual que recibe el personal ferroviario en los puntos de carga de desechos radiactivos para su transporte al puerto es pequeña, de aproximadamente 0,0012 sievert-hombre. No es probable que la dosis individual anual máxima recibida por un empleado de ferrocarril sobrepase los 0,5 milisievert. En las cabinas de los maquinistas no se detectaron niveles de radiación superiores a las tasas de dosis de la radiación de fondo.

En los muelles, los trabajadores portuarios cargan los desechos radiactivos en el barco. La dosis colectiva que recibió este grupo de trabajadores durante la operación de evacuación en el mar de 1982 fue de 0,0096 sievert-hombre. La dosis individual máxima por año fue de 1,2 milisievert.

**Otros movimientos del ciclo del combustible nuclear**

Generalmente, los minerales se transportan por carretera y en ocasiones por ferrocarril. Es usual que los conjuntos combustibles nuevos se trasladen por carretera, y se estima que unos 40 choferes participan regularmente en el transporte del combustible para reactores nuevos. La dosis colectiva anual de estos choferes es de alrededor de 0,036 sievert-hombre.

Los residuos y desechos de combustible surgen como resultado del ciclo del combustible nuclear y muchos de estos elementos se transportan por carretera desde el emplazamiento del reactor para su tratamiento o evacuación. La exposición a las radiaciones de los choferes que participan en este proceso es baja, y se estima que la dosis colectiva anual es de 0,097 sievert-hombre.

Los datos obtenidos del operador principal de las centrales nucleares comerciales respecto del personal empleado en las labores de transporte arrojaron la siguiente información. El personal estaba formado por 986 hombres cuya dosis colectiva total por año se estimó

en 0,02 sievert-hombre. La dosis media anual fue de 0,02 milisievert y la dosis máxima anual de 1,2 milisievert. Al realizar el estudio se tuvo cuidado en separar las dosis recibidas durante las labores de transporte de las recibidas en otras actividades.

**Estudio en la India**

Un estudio realizado recientemente en la India, apoyado en parte por un contrato de investigación del OIEA, proporcionó mediciones de la exposición de los trabajadores del ramo del transporte vinculados con el transporte de radisótopos con fines médicos, industriales e investigativos. Una encuesta que se llevó a cabo en la primera parte del estudio demostró que el transporte de estos tipos de materiales era la fuente individual más importante de exposición de los trabajadores del transporte en la India.

Las mayores exposiciones se detectaron en los trabajadores del transporte del aeropuerto de Bombay, por donde se expiden estos bultos para su distribución. Se observó una dosis anual máxima en el trabajo que oscilaba entre 1,8 y 2,0 milisievert, suponiendo que sólo cuatro hombres manipularan todos los bultos durante el año.

Se observó además que el transporte de superficie de estos materiales en la zona de Bombay da lugar a una dosis colectiva anual máxima para el público de sólo 0,1 sievert-hombre. Se observó asimismo que esta dosis colectiva no proviene de niveles de radiación altos, sino de la elevada densidad demográfica de la zona de Bombay.

Las exposiciones individuales resultan incluso inferiores a la categoría más baja establecida en la edición *Colección Seguridad No. 6* del OIEA de 1985, donde se expresa que "no se requerirán pautas especiales de trabajo, vigilancia minuciosa ni evaluación de las dosis de radiación", y se encuentran muy por debajo del límite de 50 milisievert para la dosis equivalente efectiva anual que se establece para los trabajadores en las *Normas básicas de seguridad en materia de protección radiológica* del Organismo.