



MX0500298

XVI Congreso Anual de la SNM y XXIII Reunión Anual de la SMSR
XVI SNM Annual Meeting and XXIII SMSR Annual Meeting
Oaxaca, Oaxaca, México, Julio 10-13, 2005 / Oaxaca, Oaxaca, México, July 10-13, 2005

Generación, transporte y gestión de desechos radiactivos de nivel bajo e intermedio

David Lizcano, Juan Jiménez

Departamento de Desechos Radiactivo, ININ

A.P. 18-1027, CP 11801, México, D. F. E-mail: dlc@nuclear.inin.mx

Resumen

El desarrollo tecnológico de las últimas décadas produjo un incremento en la aplicación de las radiaciones en diferentes actividades humanas. El efecto de ello ha sido la producción de desechos radiactivos de todos los niveles. En México, algunas de las etapas de la gestión de los desechos de nivel bajo e intermedio no han sido totalmente resueltas, como el caso del tratamiento y el almacenamiento final. En este trabajo se presentan aspectos de la generación, el transporte y la gestión de desechos radiactivos de nivel bajo e intermedio producidos en las aplicaciones no energéticas de los materiales radiactivos a nivel nacional, indicando las cantidades promedio generadas, transportadas y tratadas anualmente por el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ). Se enlistan los principales generadores de desechos en México, clasificados de acuerdo a la actividad en la que utilizan los materiales radiactivos. También se presentan algunos de los principales procesos de tratamiento de desechos radiactivos ampliamente aplicados en el mundo y aquellos que son actualmente utilizados en nuestro país.

1. INTRODUCCIÓN

Las diversas aplicaciones no energéticas de los materiales radiactivos, en México producen anualmente alrededor de 12 m³ desechos radiactivos sólidos de nivel bajo, entre 5 y 6 m³ de desechos líquidos y unas 200 fuentes radiactivas selladas gastadas, consideradas algunas de ellas como desechos de nivel intermedio. Estos desechos son producidos por más de 80 empresas que realizan actividades dentro de la medicina, la industria o la investigación [1]; muchas de ellas pertenecientes al sector gubernamental y el resto a la iniciativa privada.

2. GENERACIÓN DE DESECHOS RADIATIVOS

El principal componente de la generación de desechos es la industria gubernamental (universidades y hospitales) con el 90%, mientras que en lo relativo a fuentes selladas, aproximadamente el 50% de ellas son producidas por la industria privada. En la figura 1 se presentan los porcentajes que la investigación, la medicina y la industria representan en la generación de desechos, no incluyendo la producción de fuentes gastadas. En la tabla I se presenta una lista de las principales empresas generadoras de desechos radiactivos en el país. Aquellas que producen fuentes gastadas aparecen agrupadas por actividad.

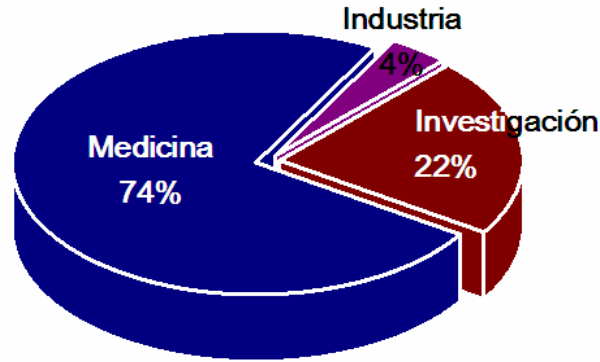


Figura 1. Generación de desechos radiactivos de nivel bajo por campo de aplicación

Los principales isótopos presentes en los desechos producidos son [1]:

Desechos sólidos: H-3, C-14, Na-22, P-32, S-35, Ca-45, Cr-51, Fe-59, Co-60, Ga-67, Mo-99, Tc-99m, I-125, I-131 y Tl-201. Estos desechos pueden ser compactables (papel, algodón, tela y hule), no compactables (madera, plástico, vidrio y metal) y biológicos (principalmente cadáveres de animales usados en experimentos).

Desechos líquidos: H-3, C-14, Na-22, P-32, S-35, Ca-45, Co-60, Rb-86, I-125, I-131 y Sm-153. Estos se clasifican en orgánicos (benceno, tolueno y xileno, conocidos como líquidos de centelleo) y acuosos.

Fuentes radiactivas selladas: Mn-54, Co-57, Co-60, Ni-63, Kr-85, Sr-90, Cd-109, Cs-137, Ir-192, Ra-226, Ra-226/Be, Am-241 y Am-241/Be. El tamaño y actividad de estas fuentes varía desde pequeñas fuentes de calibración con actividades de unos cientos de becquerels (Bq) hasta pesadas fuentes de radioterapia de varias decenas de TBq, incluyendo fuentes con actividad intermedia (figura 2).



Figura 2. Fuente radiactiva sellada de ^{85}Kr con actividad intermedia

Tabla I. Principales instituciones y empresas generadoras de desechos radiactivos

	Empresa	Actividad
1	Centro Médico Nacional (5 hospitales)	Salud
2	Hospital Infantil de México	Radioinmunoanálisis
3	Hospital Juárez de México	Radioinmunoanálisis
4	Instituto Nacional de Cancerología	Investigación y medicina nuclear
5	Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares	Investigación
6	Inst. Nal. de Diagnóstico y Ref. Epidemiológica	Investigación
7	Instituto Mexicano de Tecnología del Agua	Investigación
8	Instituto Mexicano del Seguro Social	Investigación, radioinmunoanálisis
9	Instituto Nacional de Ciencias Medicas y Nutrición	Medicina nuclear
10	Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias	Investigación
11	Instituto Nacional de Psiquiatría	Investigación
12	Instituto Nacional de Salud Pública	Investigación
13	Instituto Politécnico Nacional-CINVESTAV	Investigación
14	PROBIOMED, S.A. de C.V.	Radioinmunoanálisis
16	UNAM (3 institutos, 3 facultades, 2 centros)	Investigación
17	Becton Dickinson de México, S.A. de C.V.	Adquisición y transferencia
18	Mallinckrodt Medical, S.A. de C.V.	Adquisición y transferencia
19	SYNCOR de México, S de R.L.	Adquisición y transferencia
20	Aviación (SEDENA, Mexicana de Aviación)	Medición de espesores, contrapeso
21	Exploración (PEMEX, COTEMAR, IMP)	Análisis de aleaciones y minerales
22	Hospitales (ISSSTE, PEMEX, SEDENA)	Radioterapia
23	Industria alimentaria (Sesient Flavors de México, Nestlé, Herdez)	Cromatografía de gases, análisis, medición de niveles
24	Industria cementera (Apasco, Cruz Azul)	Medición de espesor, densidad
25	Industria embotelladora (Cervecería Cuauhtemoc Moctezuma)	Medición de niveles
26	Industria cigarrera (Cigarros la Tabacalera)	Medición de espesores, densidad
27	Industria fundidora (SICARTSA)	Medición de espesores, densidad
28	Industria metalúrgica (TAMSA)	Medición de espesores, densidad
29	Industria minera (MICARE, Carbonser S.A.)	Análisis de aleaciones y minerales
30	Industria del cosmético (Colgate Palmolive)	Medición de niveles
31	Industria papelerera (Papelería Ind. Potosina, Smurfit Papel y Cartón)	Medición de espesores, densidad
32	Industria textil (Celanese Mexicana)	Medición de espesores
33	Laboratorio de pruebas (LAPEM, ININ)	Calibración, medición de niveles, dosimetría, pruebas de fuga
34	Radiografía industrial (LAPEM)	Inspección de soldaduras, etc.
35	Otros (3M de México, Goodyear)	Detección de humo, pararrayos

3. TRANSPORTE

En esta actividad participan alrededor de 10 empresas privadas y el ININ. El transporte de materiales radiactivos se efectúa con autorización de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias y cumpliendo normativa nacional e internacional [2].

El ININ transporta anualmente más de 450 remesas de material radiactivo, incluyendo fuentes radiactivas selladas, desechos y materiales radiactivos para hospitales y centros de de investigación. La tabla II presenta un resumen de los datos de remesas transportadas en 2003 por el personal del Departamento de Desechos Radiactivos, bajo una de las autorizaciones de transporte.

Tabla II. Resumen de datos involucrados en el transporte de materiales radiactivos

MEDIO DE TRANSPORTE	Terrestre	30790	DISTANCIA (km)			
	Marítimo	0				
	Aéreo	0				
TIPO DE BULTOS	Exceptuado	0				
	Industrial	18215				
	A	12575				
	B	0				
TIPO DE MATERIAL	Forma especial	21665				
	BAE	9125				
	OCS	0				
	Activado	0				
	Fisil	0				
RADIONÚCLIDOS	H-3	6620			Ga-67	100
	C-14	5250			Mo-99	50
	Na-22	300			Tc-99m	100
	P-32	2960	I-125	1530		
	S-35	1870	I-131	400		
	Ca-45	800	Cs-137	7510		
	Cr-51	200	Ir-192	50		
	Mn-54	50	Pb-210	490		
	Fe-55	9435	Ra-226	1200		
	Fe-59	600	Th-232	115		
	Co-57	150	U-233	50		
	Co-60	1410	U-238	50		
	Ni-63	1050	Am-241	1295		
	Rb-86	300	Am-241/Be	4875		
	Sr-90	50	Cm-244	9435		

4. GESTIÓN

A nivel mundial existen muchos procesos de tratamiento: cementación, vitrificación, bituminización, compactación e incineración en el caso de desechos sólidos y filtración, evaporación, incineración, precipitación, solidificación y absorción, entre otros, cuando el desecho se presenta en forma líquida. En nuestro país, solo se aplican: compactación y cementación en el caso de desechos sólidos y precipitación, filtración y absorción, en el caso de desechos líquidos.

4.1 Compactación

Consiste en reducir el volumen de desechos usando una prensa. En nuestro caso, el desecho se compacta a 100 toneladas dentro de bidones metálicos de 208 litros.

4.2 Cementación

Es un proceso encaminado a inmovilizar desechos no compactables utilizando concreto.

4.3 Precipitación

Útil en el caso de líquidos acuosos en los que las fases son fácilmente separables mediante la adición de un agente floculante. La fase líquida se analiza química y radiológicamente, si cumple los requerimientos normativos se descarga al drenaje. El lodo resultante es inmovilizado en concreto como en el caso de los sólidos.

4.4 Filtración

Es un proceso aplicado a soluciones acuosas conteniendo partículas contaminantes de hasta 1 μm de diámetro. El líquido se hace pasar a través de mallas filtrantes que retienen el contaminante. El líquido ya libre de contaminación se descarga al drenaje, mientras que los lodos contaminados son secados e inmovilizados en concreto.

4.5 Absorción

En el caso de líquidos orgánicos como gasolinas, diesel, hexano, benceno, ciclohexano, tolueno, xileno, recientemente comenzamos a utilizar un producto llamado *Imbiber Beds* [3] para absorberlos. Una vez que el desecho ha sido solidificado, se inmoviliza en bidones metálicos. El producto mencionado posee la particularidad de que al entrar en contacto con un líquido compatible, lo retiene en su estructura sólida incrementando hasta 27 veces su volumen original y reteniendo el contaminante aún bajo compresión, gravitación, lixiviación o rompimiento de la partícula absorbente.

Con relación a las fuentes selladas en desuso, la mayoría de los países [4] aplican el mismo proceso de acondicionamiento de fuentes emisoras β - γ , el cual consiste en extraer las fuentes de sus blindajes originales, cuando es necesario se separan de partes voluminosas (figura 3), y colocarlas dentro de blindajes de plomo cuyo espesor depende del tipo de la actividad del contenido y del nivel de radiación máximo que se requiera tener en la superficie. Finalmente, el blindaje de plomo se inmoviliza en concreto dentro de bidones de 208 litros. Para el caso de fuentes emisoras de neutrones, el proceso de inmovilización es aproximadamente el mismo, con excepción de que en lugar de utilizar plomo como blindaje, se utiliza una mezcla de polietileno-boro-parafina. En los Estados Unidos de América, la inmovilización de estas fuentes se lleva a cabo utilizando polietileno como blindaje y madera aglomerada en lugar de concreto [5].

El almacenamiento a largo plazo de fuentes selladas utilizando pozos de concreto [6] es una práctica que en nuestro país se suspendió hace más de una década.



Figura 3. Preparación de una fuente sellada para su inmovilización

5. CONCLUSIONES

Un alto porcentaje de los casi 18 m³ desechos radiactivos sólidos y líquidos, de nivel bajo procedentes de aplicaciones no energéticas y de las fuentes selladas en desuso que se producen en nuestro país son recolectados y transportados por el ININ. Con excepción de los líquidos orgánicos, cuyo tratamiento se encuentra en etapa de prueba, todos ellos son gestionados en nuestras instalaciones. La fracción de desechos que se inmoviliza es almacenada temporalmente.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la valiosa colaboración del personal del Departamento de Desechos Radiactivos del ININ, en las actividades de transporte y tratamiento de desechos.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Documentos y registros varios del Departamento de Desechos Radiactivos – ININ (2000-2004).
- [2] OIEA, *Reglamento para el transporte seguro de material radiactivos*, Colección seguridad No. 6, edición 1985 (enmendada en 1990). Vienna, Austria (1990).
- [3] “Página de Imbibitive Technologies Corporation”, <http://www.imbiberbeads.com> (2005).
- [4] “Management of disused radium sources in Latin America and the Caribbean”, R. Pimenta Mourão, *WM’03 Conference*, Tucson, AZ; USA (2003).
- [5] D.A. Martínez, C.L. Abeyta, L.E. Leonard, J.A. Tompkins and S. J. Leonard, “Development and Certification of a Special Form Capsule for Sealed Sources to Facilitate Transportation and Storage as Special Form Material” Los Alamos National Laboratory, USA (2002).
- [6] M.I. Ojovan, S.A. Dmitriev, I.A. Sonolev, “Long-Term Safe Storage and Disposal of Spent Sealed Radioactive Sources in Borehole type Repositories”, *WM’03 Conference*; Tucson, AZ; USA (2003).