

Gestión de una fuente radiactiva de Sr90 en desuso en la Comisión Nacional de Energía Atómica. Aspectos técnicos de seguridad radiológica

Management of a disused Sr⁹⁰ radioactive source at the National Atomic Energy Commission. Technical aspects of radiological safety

Richard Florentín Cano^{1,*}, Fredy Doncel Invernizzi^{1,2,*} & Francisco Navarro¹

¹Universidad Nacional de Asunción, Comision Nacional de Energia Atomica, San Lorenzo, Paraguay.

²Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, San Lorenzo, Paraguay.

*Autor correspondiente: fredydoncelinvernizzi@gmail.com.

Resumen: Fue realizado el gestionamiento de una fuente radiactiva de Sr⁹⁰ en desuso para su posterior acondicionamiento en el Laboratorio de Gestión de Fuentes en Desuso (LAGEFUDE) de la Comision Nacional de Energia Atomica. Se detalla los procedimientos para el manejo correcto de la fuente durante el desmontaje, el monitoreo para descartar contaminacion, hasta el acondicionamiento final en el almacen temporal de fuentes radiactivas.

Palabras clave: fuentes radiactivas; estroncio Sr⁹⁰; desmontaje.

Abstract: The management of a radioactive source of Sr⁹⁰ in disuse was carried out for its subsequent conditioning at the Laboratory for the Management of Disused Sources (LAGEFUDE) of the National Commission of Atomic Energy. It details the procedures for the correct handling of the source during disassembly, monitoring to rule out contamination, until the final conditioning in the temporary storage of radioactive sources.

Key words: radioactive sources; strontium Sr⁹⁰; dismantling.

Introducción

La utilización de fuentes radiactivas selladas con fines pacíficos ha permitido obtener enormes beneficios en los diferentes ámbitos de aplicación de las radiaciones ionizantes en el país. Sin embargo también es cierto que una vez que finalice el periodo de vida útil de las mismas es muy importante realizar una buena gestión y sobre todo una gestión segura de estas fuentes radiactivas de modo a acondicionarlos en un almacén centralizado como deposición final (Rentería Villalobos, 2003; Fernández Niello, 2005) o en el caso de Paraguay en un almacén temporal como lo es el Laboratorio de gestión de fuentes radiactivas en desuso (LAGEFUDE) con el que cuenta la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA).

En este trabajo se ha realizado la gestión segura de una fuente radiactiva en desuso de Sr⁹⁰ que fue utilizado en su momento para realizar el chequeo operacional de los dosímetros termoluminiscentes de Fluoruro de litio del Laboratorio de Dosimetría Personal de la CNEA teniendo en cuenta princi-

palmente los aspectos de protección radiológica durante la gestión de la fuente radiactiva.

Radiactividad artificial

En enero de 1934 los esposos Curie-Juliot anunciaron el descubrimiento de la radiactividad artificial. Al bombardear B, Mg y Al con partículas alfa hallaron que, al sacar la fuente, el blanco continuaba emitiendo partículas ionizantes. El Al emite protones siendo el producto final el Si39 estable y también neutrones, según la reacción Al²⁷(α,n)P³⁰

Los esposos Curie-Juliot establecieron cuidadosamente la naturaleza química de los cuerpos artificialmente radiactivos que encontraron. En la actualidad es posible producir nucleos inestables en todo el sistema periódico mediante el bombardeo con partículas cargadas (Blackwood *et al.*, 1965; Leo, 2012).

Radionucleido Estroncio 90 (Sr⁹⁰)

El estroncio 90 es un isotopo obtenido artificialmen-

Editor responsable: Fernando José Méndez*

*Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Dirección de Investigación, San Lorenzo, Paraguay.

Recibido: 22/11/2022

Aceptado: 24/07/2024



2078-399X/2024 Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguay.

Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia CC BY 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>).

Tabla 1. Características del equipo con fuentes radiactivas en desuso.

Marca	Type Nº	Nº de serie	Procedencia	Tension de operación
Vinten Instruments	623	6-3	Great Britain	220 Voltios

te con un periodo de semidesintegración de 28.5 años. Este decae por emisión de un electrón con máximo de 546 keV (decaimiento beta) en ytrio 90. Este decae con un periodo de semidesintegración de 64.1 hs por decaimiento beta con una energía máxima de 2274 keV (NCBI, 2024).

El Sr⁹⁰ es uno de los constituyentes más importantes de los residuos de radioactividad media. Por consiguiente es necesario realizar un inventario preciso de este radionúcleido para el almacenamiento de este tipo de residuos. El Sr⁹⁰ tiene un periodo de semidesintegración de 28.1 años siendo un emisión puro de partículas beta con una energía máxima de 546 keV. Su mecanismo primario de producción es por fisión de neutrones térmicos del U²³⁵ y el Pu²³⁹ presentes en los reactores nucleares. El Sr⁹⁰ se desintegra como como Y⁹⁰ el cual decae en un 99.98% por emisión de partículas betas con una energía máxima de 2283 keV. El periodo de semidesintegración del Y⁹⁰ es de 64 hs, estando en equilibrio con el Sr⁹⁰, y siendo esta una significativa y útil característica para la medida de las muestras que contengan Sr⁹⁰ (Rodríguez Alcalá, 1997).

Fuentes radiactivas en desuso

Una fuente radiactiva sellada es un recipiente de material radiactivo encapsulado, que tiene normalmente el aspecto de una pequeña e inocua pieza de metal. La cápsula o el material de la fuente sellada es lo suficientemente resistente para conservar su estanqueidad en las condiciones de uso para las que fue diseñada originalmente y también ante posibles percances. Las fuentes radiactivas selladas se

utilizan en diferentes aplicaciones en la medicina, la agricultura, la industria, el transporte, la construcción, la geología, la minería y la investigación.

Por fuentes en desuso se entienden las fuentes que han dejado de utilizarse y que no se tienen intención de volver a utilizar en las prácticas para las que fueron utilizadas. Las fuentes gastadas que ya no pueden utilizarse para sus fines previstos a consecuencia del decaimiento radiactivo forman un subconjunto de fuentes en desuso. OIEA (2018).

Materiales y métodos

La metodología de trabajo fue realizado en diferentes etapas, en primer lugar se procedió al desmontaje de la fuente radiactiva en desuso de Sr⁹⁰, que estaba alojada dentro del equipo Vinten Instruments. En la Tabla 1 se puede encontrar información sobre las características del equipo que alojaba la fuente radiactiva de Sr⁹⁰ que se pretende gestionar en forma segura a fin de que la misma pueda ser acondicionada en el almacén temporal de fuentes en desuso.

En la Tabla 2 se puede encontrar información sobre la fuente radiactiva de Sr⁹⁰ que va a ser gestionada a fin de que la misma pueda ser almacenada en forma segura en el almacén transitorio.

Condiciones del equipo:

El equipo actualmente se encuentra en desuso por obsolescencia y por decaimiento de las fuentes radiactivas que se encuentra fuera de rango de dosis que entrega para el chequeo operacional de los dosímetros termoluminiscentes.

Tabla 2. Datos Técnicos de las fuentes radiactivas.

Ubicación de la fuente	Nº de serie	Actividad (mCi)	Fecha de Medicion	Actividad (mCi) en (01/09/2022)
Superior	1098Bc	1	09/01/1984	0,4
Inferior	1099Bc	1	09/01/19884	0,4

Desmontaje:

Previo al desmontaje, se procede a realizar el monitoreo correspondiente.

- Con detector de monitoreo tipo Geiger Muller se procede a realizar un levantamiento radiometrico con el objeto de contar con lectura de referencia basal y de esa manera se corrobora en caso de que la fuente radiactiva quede al descubierto de su blindaje.
- Seguidamente se procedio a realizar otro monitoreo , esta vez para descartar contaminacion superficial utilizando un detector de contaminacion tipo contador proporcional para asegurar que no haya perdida de hermeticidad de las fuentes radiactiva en desuso de Sr⁹⁰.

Una vez que se verificó la condicion segura de la no existencia de contaminacion radiactiva, se procede al desmontaje:

- Se procede a destornillar los cuatro tornillos que sujetan la carcasa los cuales estan ubicados en los laterales ver Fig. 1.
- Posterior a la liberacion de la carcasa del equipo, con el blindaje de las fuentes se realiza un frotis con el objeto de asegurar que las fuentes no haya perdido su hermeticidad, el mismo se realiza con un papel embebido en alcohol isopropilico con la ayuda de una pinza de 30 cm. Una vez realizada el frotis, el mis mismo es sometido a la medición con un detector de contaminacion Beta, ver Fig. 2.



Figura 1. Equipo irradiador de dosímetros con Sr-90/Y-90 Vinten Instruments.



a



b



c

Figura 2. a) Equipo liberado de la carcasa. **b)** Frotis en la ventana de irradiación (obturador cerrado). **c)** Medición del frotis.



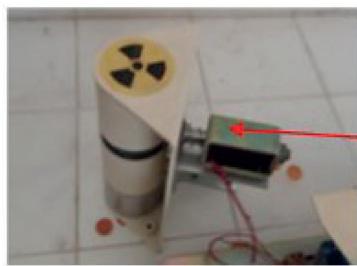
a



b

Figura 3. a) Equipo irradiador de dosímetros sin carcasa. b) tornillos ubicados en la parte inferior del equipo.

- c. Una vez que el equipo es liberado de la carcasa, quedan las fuentes Sr⁹⁰/Y⁹⁰ con su blindaje y el disco giratorio sujeto en la base que los soporta. Para liberar las fuentes radiactivas, se procede a desajustar los tornillos ubicados en la parte inferior del equipo ver Fig. 3.
- d. Se debe tener especial cuidado al desmontar las fuentes radiactivas con el contenedor de blindaje, de manera a asegurar que el obturador de la ventana de irradiación esté cerrada. El mecanismo de cierre y de apertura es automático, esto se logra a través de un dispositivo eléctrico (electroimán). El mismo se retira del blindaje de las fuentes radiactivas, desajustando los tornillos ubicados en el soporte que se encuentra justo



a



Electroimán
Tornillos de sujeción del electroimán

Figura 4. a) Blindaje con las fuentes radiactivas desmontadas con electroimán (obturador cerrado). b) soporte del electroimán.

sobre el blindaje de las fuentes radiactivas ver Fig. 4.

- e. Una vez retirada el electroimán del blindaje de las fuentes radiactivas, se procede a realizar un ajuste del obturador para asegurar que el mismo no se deslice y quede en posición de irradiación Fig. 5.



Figura 5. Blindaje con las fuentes radiactivas desmontadas sin electroimán (obturador cerrado).



Figura 6. Monitoreo de nivel de radiación con detector Geiger Muller.

- f. Posteriormente, se vuelve a realizar los minitoreos de radiación correspondientes, tanto con el detector portatil Geiger Muller como con el detector de Contaminacion Superficial Fig. 6.
- g. Por ultimo se retiran las etiquetas identificadora de las fuentes radiactivas existentes en la carcasa del equipo y solamente se deja por el blindaje que contienen las fuentes radiactivas.

Resultados

Como resultados del trabajo de desmontaje de la fuente radiactiva de Sr⁹⁰ que fue realizado en este trabajo, se obtuvo los valores de medición que se pueden observar en la Tabla 3.

En la Tabla 4 se pueden ver los resultados obtenidos despues de realizar el las mediciones aplicando la técnica de frotis y utilizando el detector

Tabla 4. Datos de monitoreo de contaminación con detector de contaminación Beta para Sr90.

Metodo de medición	Para Beta (CPS)	Con discriminador para Sr ⁹⁰ (Bq/cm ²)
Lectura de fondo	33	0,30
Frotis	34	0,30

de contaminación superficial para emisores beta.

Observando los valores obtenidos se puede decir que se a podido realizar el trabajo en forma exitosa ya que se logro la gestión de la fuente radiactiva sellada en desuso de Sr⁹⁰, y de esa forma la misma puede ser acondicionada en forma segura dentro del almacén de fuentes en desuso con que cuenta la Comisión Nacional de Energía Atómica de la Universidad Nacional de Asunción.

Conclusiones

Con el trabajo de desmontaje realizado se ha logrado una gestion segura de una fuente radiactiva en desuso, ademas se ha podido reducir un volumen importante que ayuda a optimizar el espacio disponible para el almacenamiento de fuentes en desuso en el almacén temporal del LaGeFude.

Por otro lado, con el procedimiento minucioso del desmontaje, se ha podido asegurar la protección radiológica y de esa manera evitar una posible contaminación radiactiva que podría ser ocasionado por algún golpe mecánico y que conlleve a la perdida de hermeticidad de las fuentes radiactivas, ya que en el monitoreo realizado posterior al desmontaje, se pudo constatar que no existe ninguna contami-

Tabla 3. Datos de valores de monitoreo con detector Geiger Muller. Lectura de fondo: 0,23 µSv/h.

Posición de monitoreo	Tasa de dosis (µSv/h)	Observaciones
En la proximidad del blindaje de la fuente Sr ⁹⁰	4,45	Antes de desmontar
En el borde frontal del equipo (0,25 m)	1,5	Antes de desmontar
A un metro (1 m)	0,33	Antes de desmontar
En contacto al blindaje con el obturador cerrado	5,66	Blindaje con fuentes desmontado
En contacto al blindaje con el obturador abierto	6,8	Blindaje con fuentes desmontado

nacion radiactiva. Es de suma importancia realizar una gestión segura de las fuentes radiactivas una vez que las mismas hayan pasado a ser fuentes en desuso y ya no pueda llegar a ser utilizado para el propósito inicial para el que fue adquirido.

Contribución de los autores

Todos los autores contribuyeron de manera equitativa en la elaboración de este artículo.

Conflictos de interés

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Fuente de financiamiento

Fuente de financiamiento propia.

Literatura citada

- Blackwood, O.W., Osgood, T.H., Ruark, A.E., Hutchisson, E., Scott, G.A., Saint Peter, W.N. & Worthing, A.G. (1965). *Física atómica general*. Buenos Aires: Eudeba. 572 pp.
- Fernández Niello, J. (2005). *Radiactividad en el medio ambiente*. Buenos Aires: EUDEBA. 164 pp.
- Leo, W.R. (2012). *Techniques for nuclear and particle physics experiments: A how-to ap-*

roach. Heidelberg: Springer Berlin. xviii + 382 pp.

NCBI (National Center for Biotechnology Information). (2024). *PubChem Compound Summary for CID 5486204, Strontium-90*. [Consulted: 4.vi.2024]. <<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Strontium-90>>.

OIEA (Organismo Internacional de Energía Atómica). (2018). Fuentes en desuso. Gestión de los desechos radiactivos y combustibles gastados. [Consulted: 5.vi.2023]. <<https://www.iaea.org/es/temas/gestion-de-los-desechos-radiactivos-y-el-combustible-gastado>>.

Rentería Villalobos, M. (2003). *Estudio de la radiactividad natural en la ciudad Aldama, Chihuahua*. (Tesis de maestría). Chihuahua: Centro de Investigación en Materiales Avanzados. iv + 87 pp. + 13 anex.

Rodríguez Alcalá, M. (1997). *Analisis de radionucleidos emisores de radiacion beta presentes en residuos radiactivos procedentes de centrales nucleares, mediante centelleo en fase liquida*. (Tesis de doctorado). Madrid: Universidad Complutense - Facultad de Ciencias Químicas. 331 pp.