



GUÍA PARA LA GESTIÓN DE DESECHOS RADIATIVOS PROVENIENTES DE INSTALACIONES DE MEDICINA NUCLEAR

REQUISITO REGLAMENTARIO

DEPARTAMENTO DE PROTECCIÓN Y SEGURIDAD RADIOLÓGICA
DIRECCIÓN GENERAL DE ENERGÍA | 24 CALLE 21-12 ZONA 12, GUATEMALA, GUATEMALA

CONTENIDO

| | Página |
|---|--------|
| 1. OBJETIVO..... | 2 |
| 2. ALCANCE | 2 |
| 3. DEFINICIONES..... | 2 |
| 4. REQUISITOS..... | 3 |
| 4.1. Requisitos generales para la gestión de desechos radiactivos | 3 |
| 4.2. Requisitos específicos para la gestión de desechos radiactivos sólidos..... | 5 |
| 4.3. Requisitos específicos para la gestión de desechos líquidos..... | 6 |
| 4.4. Requisitos específicos para la mezcla de radionucleidos | 7 |
| 4.5. Requisitos específicos para la gestión de fuentes selladas de calibración en desuso..... | 7 |
| 5. REFERENCIAS..... | 9 |
| 6. ANEXO 1 | 10 |
| 7. ANEXO 2 | 11 |
| 8. ANEXO 3 | 13 |
| 9. ANEXO 4 | 14 |
| 10. ANEXO 5 | 17 |
| 11. ANEXO 6..... | 18 |
| 12. ANEXO 7 | 19 |
| 13. ANEXO 8 | 20 |

GUÍA PARA LA GESTIÓN SEGURA DE DESECHOS RADIATIVOS PROVENIENTES DE INSTALACIONES DE MEDICINA NUCLEAR

1. OBJETIVO

Establecer las recomendaciones mínimas para la gestión segura de desechos radiactivos generados en instalaciones de medicina nuclear

2. ALCANCE

Las recomendaciones de la presente guía aplican a los desechos radiactivos líquidos, sólidos y fuentes selladas de calibración de medicina nuclear en desuso, generados a partir de la operación de instalaciones de medicina nuclear, con fines terapéuticos o de diagnóstico “in vivo”.

La aplicabilidad de la presente guía, no exime del cumplimiento de la regulación nacional vigente.

3. DEFINICIONES

Almacenamiento temporal: Colocación de desechos radiactivos en una instalación adecuada donde se aplican medidas de aislamiento, protección al medio ambiente y control humano (por ejemplo, de vigilancia) con el propósito de recuperarlos, ya sea para su dispensa o tratamiento y acondicionamiento y/o disposición final en un momento posterior.

Caracterización de los desechos radiactivos: Determinación de las propiedades físicas, químicas y radiológicas de los desechos, con objeto de determinar la necesidad de ajustes, tratamiento o acondicionamiento adicionales, o su adecuación para la manipulación, el procesamiento o el almacenamiento posteriores, o para la disposición final.

Contenedor: Métodos o estructuras físicas diseñados para evitar o controlar la emisión y la dispersión de sustancias radiactivas.

Desecho: Material para el cual no se prevé ningún uso posterior.

Desechos radiactivos: A efectos legales y reglamentarios, desechos que contienen radionucleidos en concentraciones o con actividades mayores que los niveles de dispensa establecidos en la regulación vigente, o que están contaminados con ellos.

Desecho peligroso: aquel que además de ser radiactivo posea otros riesgos nocivos para la salud y el medioambiente. Entiéndase por otros riesgos, explosivos, inflamables, susceptibles de combustión espontánea, oxidantes, tóxicas, infecciosas y corrosivas.

Dirección: Entidad que de acuerdo a la legislación vigente le compete la fiscalización y elaboración de reglamentación en materia de seguridad y protección radiológica. En Guatemala dicha competencia está radicada en el Ministerio de Energía y Minas, a través de la Dirección General de Energía, según Decreto N°11-86.

Dispensa o (Desclasificación): Eliminación autorizada por la Dirección, de todo control reglamentario ulterior respecto de materiales radiactivos o de objetos radiactivos utilizados en prácticas autorizadas.

Fuente sellada en desuso: Fuente radiactiva que ya no se utiliza, ni se tiene la intención de utilizar, en la práctica para la cual se otorgó la autorización.

Gestión de desechos radiactivos: Conjunto de actividades administrativas y operacionales que se ocupan de la manipulación, tratamiento previo, tratamiento, acondicionamiento, transporte, almacenamiento y disposición final de los desechos radiactivos.

Gestor de desechos peligrosos: Entidades aprobadas por las Autoridades nacionales competentes, encargadas de llevar a cabo la gestión de los desechos peligrosos.

Instalación de gestión de desechos radiactivos: Instalación diseñada especialmente y autorizada debidamente por la Dirección, cuya finalidad principal es la gestión de los desechos radiactivos.

Niveles genéricos de dispensa: Valores establecidos por la Dirección y expresados en función de la concentración de la actividad y/o de la actividad total, por encima del cual una fuente de radiación, no se debe liberar del control reglamentario.

Período de semidesintegración muy corto: período de semidesintegración menor a 100 días.

Segregación de desechos radiactivos: actividad por la cual los desechos radiactivos son separados de acuerdo a sus propiedades radiológicas, físicas y/o químicas y características biológicas, a fin de facilitar la manipulación y/o el procesamiento de los desechos

Sistema de gestión de la calidad: conjunto de actividades planificadas e implementadas para asegurar el nivel de calidad de una instalación o práctica.

Sistema de gestión de desechos radiactivos: conjunto de elementos (estructura orgánica, recursos y procesos) interrelacionados e que interactúan, destinados a establecer directrices y objetivos asociados a la gestión de desechos radiactivos y a viabilizar que se logren dichos objetivos.

Vía de gestión convencional: aquella que no está sometida al control regulador radiológico, sin perjuicio del cumplimiento de otra normativa que le sea de aplicación.

4. REQUISITOS

4.1. Requisitos generales para la gestión de desechos radiactivos

Los desechos radiactivos deberían ser gestionados de forma tal que, a satisfacción de la Dirección, se asegure un nivel adecuado de protección y seguridad radiológica de los trabajadores, del público y del ambiente.

La protección y seguridad radiológica de la gestión de desechos radiactivos debería estar optimizada, a satisfacción de la Dirección.

La generación de desechos radiactivos debería ser minimizada, lo más razonablemente posible.

Los desechos radiactivos deberían ser gestionados teniendo en cuenta las etapas de:

- Recolección y Segregación
- Caracterización
- Almacenamiento
- Dispensa

En el Anexo 1 se presenta un diagrama de flujo indicando la gestión de desechos radiactivos.

Las etapas de recolección y segregación deberían llevarse a cabo preferiblemente en el lugar de origen, en recipientes compatibles con las características de los desechos.

Los desechos radiactivos podrían ser segregados teniendo en cuenta características similares (por ejemplo: radionucleido, período de semidesintegración).

En la etapa de segregación no deberían mezclarse los desechos radiactivos sólidos con los desechos radiactivos líquidos.

En la etapa de caracterización, se debería determinar:

- Radionucleidos presentes,
- Actividad,
- Fecha de generación,
- Forma física de los desechos.

En la etapa de almacenamiento deberían utilizarse contenedores de desechos radiactivos debidamente señalizados, etiquetados y contar con la siguiente información:

- Identificación (ID)
- Radionucleido,
- Actividad medida o estimada,
- Fecha de la medición
- Peso o Volumen
- Fecha probable de descarga o liberación,
- Responsable del registro.

Los contenedores de desechos radiactivos deberían portar el símbolo internacional de radiación (trébol) en un lugar visible y no deberían llenarse por encima de su capacidad para no comprometer su integridad.

El contenedor de desechos radiactivos debería contar con un blindaje adecuado para el tipo de radiación que emite el desecho almacenado.

Los desechos radiactivos deberían confinarse en el área destinada para el almacenamiento temporal de los desechos, la cual debería estar identificada con el símbolo internacional de radiación (trébol), con acceso restringido, especificando el listado del personal autorizado para el ingreso y con medidas de seguridad física.

Para la etapa de dispensa de los desechos radiactivos, se debería comparar el nivel de concentración de actividad (CA) del desecho con el nivel genérico de dispensa establecido por la Dirección para cada radionucleido. Si el nivel de concentración de actividad del desecho es inferior o igual al nivel genérico de dispensa, se podría dispensar el desecho y gestionarlo como desecho convencional, siempre que no tenga otras características peligrosas.

Los desechos radiactivos con una concentración de actividad superior al nivel genérico de dispensa, pero con período de semidesintegración menor o igual a 100 días deberían dejarse decaer en la instalación, hasta alcanzar los niveles genéricos de dispensa especificados por la Dirección.

Cuando el período de semidesintegración o la capacidad de almacenamiento de la instalación de medicina nuclear no permita realizar en ella el almacenamiento temporal, los desechos radiactivos deberían ser transferidos a una instalación de gestión de desechos radiactivos aprobada por la Dirección.

La transferencia de desechos radiactivos de una instalación de medicina nuclear a una instalación de gestión de desechos radiactivos se debería realizar acorde a los procedimientos previamente autorizados a tal efecto por la Dirección.

El personal responsable de la gestión de desechos radiactivos debería contar con la capacitación correspondiente de acuerdo a lo establecido por la Dirección.

La instalación debería contar con procedimientos operativos para todas las etapas de gestión de los desechos radiactivos.

La gestión de los desechos radiactivos debería integrarse al sistema de gestión de la calidad de la instalación, debiendo compilar y preservar los registros de generación y de dispensa de acuerdo al sistema de gestión de calidad implementado.

4.2. Requisitos específicos para la gestión de desechos radiactivos sólidos

Los desechos radiactivos sólidos deberían ser segregados, recolectados y caracterizados de acuerdo a los procedimientos establecidos en la instalación, aprobados por la Dirección.

Los desechos radiactivos sólidos con periodo de semidesintegración menor o igual a 100 días se podrían almacenar temporalmente para su decaimiento en la propia instalación hasta que alcancen los niveles genéricos de dispensa establecidos en el Anexo 2, Tabla 1.

Los desechos sólidos dispensados podrían ser gestionados como desechos convencionales, siempre que no presenten otras características peligrosas, debiendo retirarse previamente toda etiqueta o símbolo internacional de radiación.

Previo a la dispensa de los desechos se debería realizar una medición de control, con el objetivo de verificar que el contenido de actividad sea inferior o igual a los niveles de dispensa establecidos por la Dirección. En este sentido, se acepta que un valor de dos veces el fondo de radiación del área destinada al almacenamiento temporal de los desechos, es suficiente para demostrar que se cumplen los valores genéricos de dispensa, teniendo en cuenta que no haya contribución de otras fuentes radiactivas.

Los desechos sólidos (tales como jeringas, agujas y material de vidrio) conteniendo material radiactivo deberían ser acondicionados de manera adecuada para evitar heridas o lesiones que pudieran ocasionar contaminación interna.

Los filtros de los sistemas de ventilación existentes en la instalación de medicina nuclear deberían ser gestionados como desechos radiactivos cuando corresponda.

Los registros de generación de desechos sólidos y de dispensa deberían contener como mínimo la información señalada en el Anexo 3, Tabla 2.

4.3. Requisitos específicos para la gestión de desechos líquidos

Los desechos radiactivos líquidos deberían ser segregados, recolectados y caracterizados de acuerdo a los procedimientos establecidos en la instalación, aprobados por la Dirección.

Los desechos radiactivos líquidos acuosos no deberían mezclarse con los desechos radiactivos líquidos no miscibles en agua (aceites).

Los recipientes con desechos líquidos radiactivos deberían colocarse sobre bandejas capaces de retener al menos el doble del volumen del desecho líquido almacenado.

Para la dispensa de desechos líquidos se debería tener en cuenta la concentración de actividad de cada radionucleido y la actividad anual total, con el fin de que no se descarguen concentraciones elevadas en una sola vez, o bien que no se descarguen concentraciones bajas continuamente sobrepasando el valor anual de dispensa.

Los desechos radiactivos líquidos que cumplan con los niveles genéricos de dispensa establecidos en el Anexo 4, Tabla 3 y Tabla 4, podrían ser descargados al sistema de alcantarillado o red cloacal de la instalación, siempre y cuando no contengan otras características peligrosas.

Previo a la descarga del desecho líquido, se debería realizar una medición de control con el objetivo de verificar que se cumplen con los niveles de dispensa establecidos por la Dirección.

Todos los desechos líquidos descargados deben ser completamente solubles en agua. Los líquidos que contengan sólidos suspendidos o sedimentos deberían filtrarse antes de su descarga. Los filtros resultantes, cuando corresponda, deberían ser gestionados como desechos sólidos radiactivos.

Los desechos líquidos no acuosos o aceites, aun cumpliendo con los niveles genéricos de dispensa, no podrían descargarse al sistema de alcantarillado o red cloacal. En estos casos, se deberían transferir a un gestor de desechos peligrosos, aprobado por la Autoridad Nacional competente.

Los desechos líquidos ácidos/alcalinos deberían neutralizarse previo a la descarga.

No debería realizarse la dilución deliberada de los desechos radiactivos líquidos, diferente a la dilución que tiene lugar durante las operaciones normales.

En el caso que en la instalación se trate pacientes con I 131, las excretas líquidas deberían almacenarse en tanques de decaimiento hasta que se alcance el nivel de dispensa especificado en el Anexo 4, Tabla 3 y Tabla 4.

Los registros de generación de desechos líquidos y de dispensa deberían contener como mínimo la información señalada en el Anexo 5, Tabla 5.

4.4. Requisitos específicos para mezclas de radionucleidos

En el caso que durante el proceso de gestión de los desechos se generen mezclas de diferentes tipos de radionucleidos con características similares, para garantizar que se cumplen los criterios para la dispensa, se debería tener en cuenta la contribución de la actividad de cada uno de ellos.

La suma de las concentraciones de la actividad de los distintos radionucleidos debería ser inferior o igual al nivel de dispensa derivado para la mezcla dada (X_m).

La siguiente expresión es la que debería cumplir una mezcla de desechos para poder llevar a cabo la dispensa.

$$X_m = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{f(i)}{X(i)}}$$

Dónde:

X_m = valor de concentración de actividad para la mezcla

$f(i)$ es la fracción de concentración de actividad del radionucleido i en la mezcla

$X(i)$ es el nivel de dispensa aplicable al radionucleido i

n es el número de radionucleidos presentes

4.5. Requisitos específicos para la gestión de fuentes selladas en desuso

Las fuentes selladas en desuso deberían ser repatriadas en conformidad con la reglamentación vigente. En el Anexo 6 se presenta el diagrama de flujo de gestión de las fuentes selladas en desuso.

En el caso que las fuentes selladas en desuso no puedan ser repatriadas, se podrían dispensar del control regulador aquellas fuentes que contengan una actividad inferior al nivel de dispensa establecido en el Anexo 7.

Para poder dispensar las fuentes selladas en desuso se debería contar preliminarmente con la siguiente información:

- Certificado de fabricación de la fuente sellada (actividad y radionucleido)
- Resultados de la prueba de fuga

Las fuentes selladas en desuso que estén en condiciones de ser dispensadas, podrían ser gestionados en instalaciones para desechos convencionales tales como: áreas controladas de desechos sanitarios, vertederos municipales u otro que no sea de dominio público.

Si el valor de actividad de la fuente sellada en desuso está por encima del valor genérico de dispensa y el periodo de semidesintegración es menor a 100 días, se podría almacenar en la propia instalación para que decaiga hasta alcanzar el nivel de dispensa.

Si el valor de actividad de la fuente sellada en desuso está por encima del nivel de dispensa, el periodo de semidesintegración supera los 100 días y no pueden ser repatriadas, se deberían transferir a una instalación de almacenamiento de desechos radiactivos aprobada por la Dirección.

Las fuentes selladas en desuso que hayan perdido su integridad o presenten fugas, no podrían ser dispensadas del control regulador, por lo que deberían gestionarse a través de una instalación de gestión de desechos radiactivos aprobada por la Dirección.

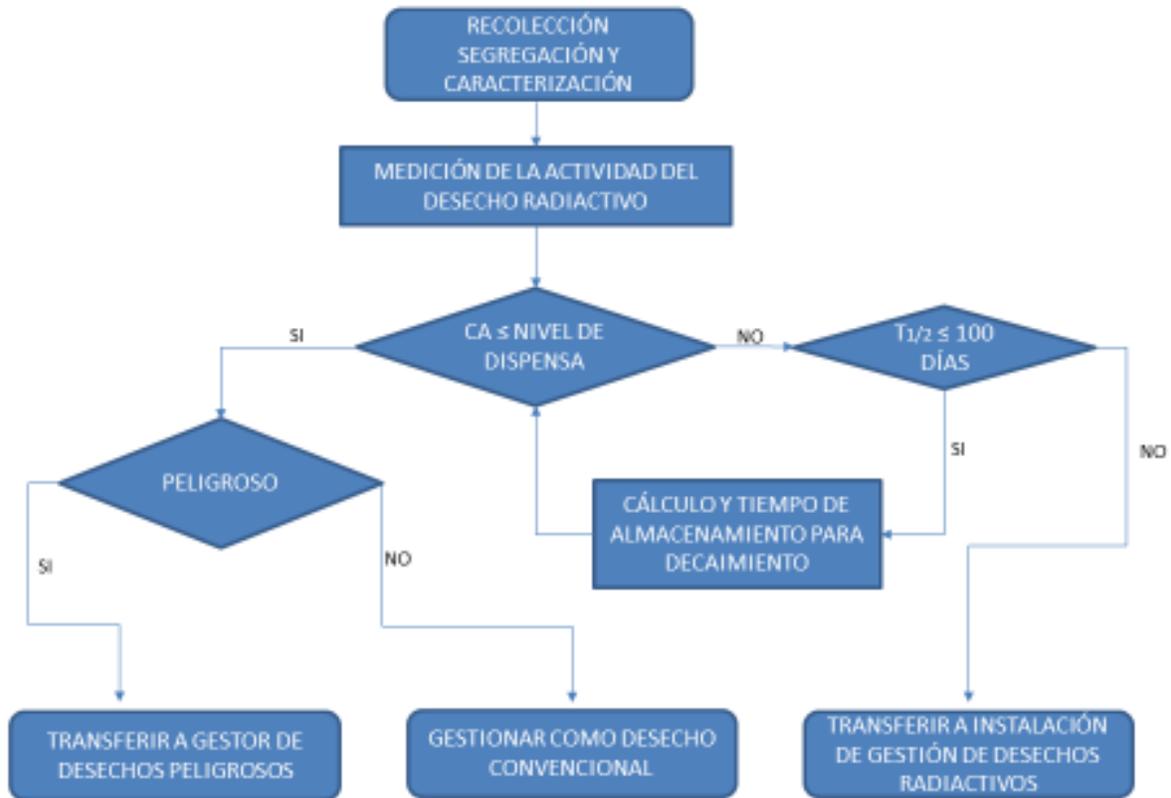
Los registros de dispensa de fuentes selladas en desuso deberían contener como mínimo la información señalada en el Anexo 8.

5. REFERENCIAS

- [1] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Protección radiológica y seguridad de las fuentes de radiación, Normas Básicas internacionales de seguridad, Colección de Normas de seguridad del OIEA, GSR Parte 3, OIEA, Viena (2016)
- [2] “Guía práctica para la implementación de la dispensa “FORO Iberoamericano de Organismos Reguladores Radiológicos y Nucleares. 2017
- [3] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Dispensa de materiales provenientes del uso de radionucleidos en la medicina, la industria y la investigación, TECDOC 1000, OIEA, Viena (1998)
- [4] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Gestión de desechos procedentes de la utilización de materiales radiactivos en medicina, industria, agricultura, investigación y educación. Colección de Normas de Seguridad del OIEA No.WS-G-2.7, OIEA, Viena (2009).
- [5] Publicación del Centro Nacional de Seguridad Nuclear (CNSN) de Cuba: Resolución 1/2004 del CNSN “Guía sobre niveles de desclasificación incondicional de materiales sólidos con muy bajo contenido radiactivo y descargas de líquidos y de gases al medio ambiente”
- [6] Publicación de la Comisión Nacional de Energía Nuclear de Brasil, Norma CNEN-NN-8.01.
- [7] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Gestión de desechos procedentes de la utilización de materiales radiactivos en medicina, industria, agricultura, investigación y educación. Colección de Normas de Seguridad del OIEA No.WS-G-2.7, OIEA, Viena (2009).

6. ANEXO 1

DIAGRAMA DE GESTIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS [2]



Donde:

CA: concentración de actividad del desecho radiactivo

7. ANEXO 2

TABLA 1 – NIVELES DE DISPENSA PARA DESECHOS SÓLIDOS EN INSTALACIONES DONDE SE GENERAN PEQUEÑAS CANTIDADES DE DESECHOS (< 1 TON/AÑO)

| Radionucleido | Nivel Dispensa |
|---------------|----------------|
| | (Bq/g) |
| H-3 | 1.00E+06 |
| C-11 | 1.00E+01 |
| C-14 | 1.00E+04 |
| O-15 | 1.00E+02 |
| F-18 | 1.00E+01 |
| Na-24 | 1.00E+01 |
| P-32 | 1.00E+03 |
| P-33 | 1.00E+05 |
| S-35 | 1.00E+05 |
| Cl-36 | 1.00E+04 |
| Ca-45 | 1.00E+04 |
| Sc-46 | 1.00E+01 |
| Cr-51 | 1.00E+03 |
| Co-57 | 1.00E+02 |
| Co-58 | 1.00E+01 |
| Fe-59 | 1.00E+01 |
| Ga-67 | 1.00E+02 |
| Ga-68 | 1.00E+01 |
| Se-75 | 1.00E+02 |
| Kr-81m | 1.00E+03 |
| Sr-85 | 1.00E+01 |
| Rb-86 | 1.00E+02 |
| Rb82m | 1.00E+01 |
| Sr89 | 1.00E+03 |
| Y90 | 1.00E+03 |
| Nb-95 | 1.00E+01 |
| Tc-99m | 1.00E+02 |
| In-111 | 1.00E+02 |
| I-123 | 1.00E+02 |
| I-125 | 1.00E+03 |
| I-131 | 1.00E+02 |
| Sn-113 | 1.00E+03 |
| Xe-133 | 1.00E+03 |
| Sm-153 | 1.00E+02 |

| | |
|--------|----------|
| Er-169 | 1.00E+04 |
| Au-198 | 1.00E+02 |
| Tl-201 | 1.00E+02 |
| Hg-203 | 1.00E+02 |

Los radionucleidos típicos considerados fueron extraídos del Cuadro 2, Apéndice I, del WS-G-2.7 [5] y los niveles de dispensa del Cuadro I-1 de GSR parte 3 del OIEA.

9. ANEXO 4

TABLA 3 – NIVELES DE DISPENSA PARA DESECHOS LÍQUIDOS EXPRESADOS EN VALORES DE CONCENTRACIONES DE ACTIVIDAD [2]

| Radionucleido | Nivel de Dispensa | |
|---------------|--|--|
| | Valores recomendados expresados en ⁽¹⁾ (Bq/l) [6] | Valores recomendados expresados en ⁽²⁾ (Bq/m ³) [7] |
| H-3 | 7.61E+04 | 1.90E+07 |
| C-14 | 2.36E+03 | 5.60E+05 |
| Na-22 | 4.28E+02 | 1.10E+05 |
| Na-24 | 3.19E+03 | 9.30E+05 |
| P-32 | 5.71E+02 | 1.70E+05 |
| S-35 | 1.05E+04 | 1.90E+06 |
| Cl-36 | 1.47E+03 | 3.70E+05 |
| K-42 | 3.19E+03 | 1.10E+06 |
| Ca-45 | 1.93E+03 | 3.70E+05 |
| Ca-47 | 8.56E+02 | 1.90E+05 |
| Cr-51 | 3.61E+04 | 9.30E+06 |
| Fe-59 | 7.61E+02 | 1.90E+05 |
| Co-57 | 6.52E+03 | 1.10E+06 |
| Co-58 | 1.85E+03 | 3.70E+05 |
| Ga-67 | 7.21E+03 | 1.90E+06 |
| Se-75 | 5.27E+02 | 1.30E+05 |
| Sr-85 | 2.45E+03 | 7.40E+05 |
| Sr-89 | 5.27E+02 | 1.50E+05 |
| Y-90 | 5.07E+02 | 1.30E+05 |
| Mo-99 | 2.28E+03 | 3.70E+05 |
| Tc-99 | 2.14E+03 | 1.10E+06 |
| Tc-99m | 6.23E+04 | 1.90E+09 |
| In-111 | 4.72E+03 | 1.10E+06 |
| I-123 | 6.52E+03 | 1.90E+06 |
| I-125 | 9.13E+01 | 3.70E+04 |
| I-131 | 6.23E+01 | 1.90E+04 |
| Pm-147 | 5.27E+03 | 1.30E+06 |
| Er-169 | 3.70E+03 | 9.30E+05 |
| Au-198 | 1.37E+03 | 3.70E+05 |

| Radionucleido | Nivel de Dispensa | |
|---------------|--|--|
| | Valores recomendados expresados en ⁽¹⁾ (Bq/l) [6] | Valores recomendados expresados en ⁽²⁾ (Bq/m ³) [7] |
| Hg-197 | 1.38E+04 | 1.50E+06 |
| Hg-203 | 2.54E+03 | 1.30E+05 |
| Tl-201 | 1.44E+04 | 3.70E+06 |
| Ra-226 | 4.89E+00 | 1.10E+03 |
| Th-232 | 5.96E+00 | 5.60E+02 |

(1) y (2) Valores recomendados por el FORO Iberoamericano de Organismos Reguladores Radiológicos y Nucleares

TABLA 4 – NIVELES DE DISPENSA PARA DESECHOS LÍQUIDOS EXPRESADOS EN VALORES DE ACTIVIDAD ANUALES [2]

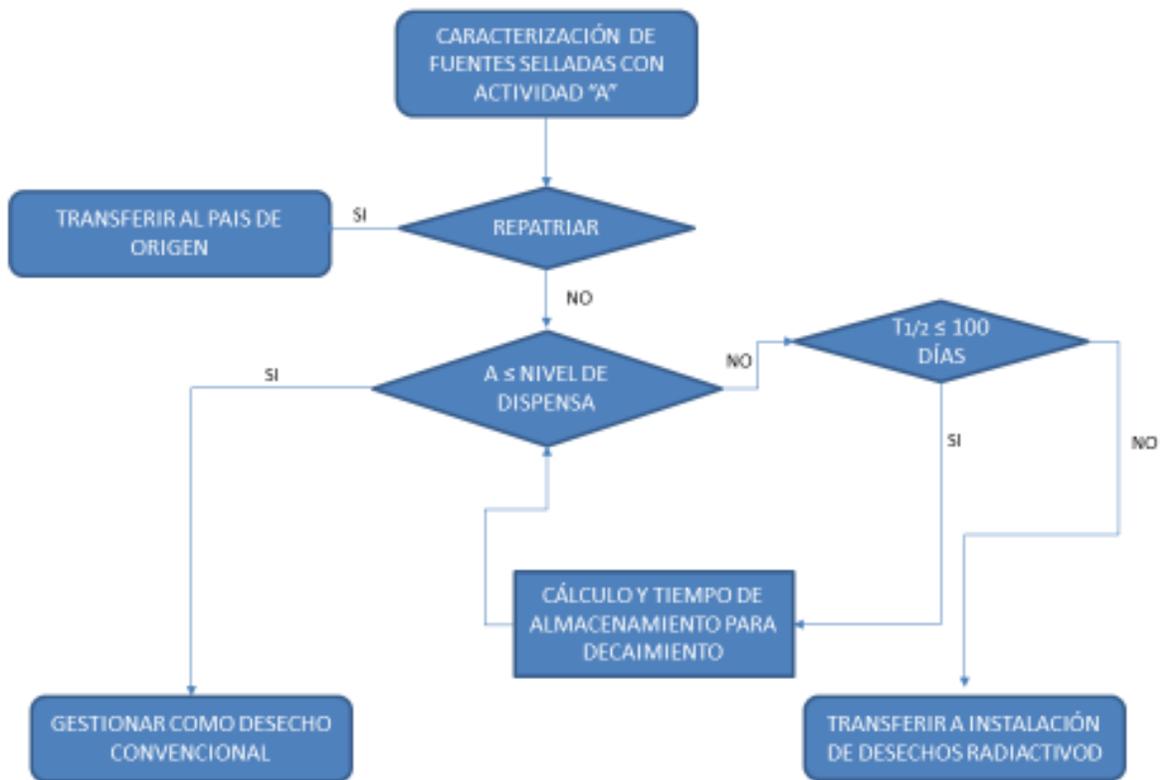
| Radionucleido | Descarga anual (Bq/a) |
|---------------|-----------------------|
| H-3 | 1.00E+12 |
| C-14 | 1.00E+10 |
| Na-22 | 1.00E+05 |
| Na-24 | 1.00E+08 |
| P-32 | 1.00E+06 |
| S-35 | 1.00E+09 |
| Cl-36 | 1.00E+10 |
| K-42 | 1.00E+09 |
| Ca-45 | 1.00E+10 |
| Ca-47 | 1.00E+08 |
| Cr-51 | 1.00E+08 |
| Fe-59 | 1.00E+06 |
| Co-57 | 1.00E+09 |
| Co-58 | 1.00E+08 |
| Ga-67 | 1.00E+08 |
| Se-75 | 1.00E+06 |
| Sr-85 | 1.00E+06 |
| Sr-89 | 1.00E+09 |
| Y-90 | 1.00E+10 |
| Mo-99 | 1.00E+08 |
| Tc-99 | 1.00E+10 |

| Radionucleido | Descarga anual (Bq/a) |
|----------------------|----------------------------------|
| Tc-99m | 1.00E+09 |
| In-111 | 1.00E+08 |
| I-123 | 1.00E+09 |
| I-125 | 1.00E+08 |
| I-131 | 1.00E+07 |
| Pm-147 | 1.00E+10 |
| Er-169 | 1.00E+10 |

Los Niveles de dispensa fueron extraídos del TECDOC 1000 [5].

11. ANEXO 6

DIAGRAMA DE DISPENSA PARA LAS FUENTES SELLADAS EN DESUSO



12. ANEXO 7

TABLA 6 – NIVELES DE DISPENSA PARA FUENTES SELLADAS

| Radionucleido | Nivel Dispensa (Bq/a) |
|----------------------|----------------------------------|
| H-3 | 1.00E+09 |
| Na-22 | 1.00E+06 |
| P-32 | 1.00E+05 |
| Cl-36 | 1.00E+06 |
| Fe-55 | 1.00E+06 |
| Co-57 | 1.00E+06 |
| Co-60 | 1.00E+05 |
| Ni-63 | 1.00E+08 |
| Se-75 | 1.00E+06 |
| Kr-85 | 1.00E+04 |
| Sr-90 | 1.00E+04 |
| Pd-103 | 1.00E+08 |
| Ru-106 | 1.00E+05 |
| Cd-109 | 1.00E+06 |
| I-125 | 1.00E+06 |
| I-129 | 1.00E+05 |
| Cs-134 | 1.00E+05 |
| Cs-137 | 1.00E+04 |
| Pm-147 | 1.00E+07 |
| Gd-153 | 1.00E+07 |
| Yb-169 | 1.00E+07 |
| Ir-192 | 1.00E+04 |
| Au-198 | 1.00E+06 |
| Po-210 | 1.00E+04 |
| Ra-226 | 1.00E+04 |
| Pu-238 | 1.00E+04 |
| Pu-239 | 1.00E+04 |
| Am-241 | 1.00E+04 |
| Cf-252 | 1.00E+04 |

Los radionúclidos típicos considerados fueron extraídos del Cuadro 2, Apéndice I, del WS-G-2.7 [5] y los niveles de dispensa fueron extraídos del cuadro I.1 de la GSR parte 3 OIEA

* se considera sólo el Pu-239 y el Am-241

