

RESOLUCION 18 0052 DE 2008

(enero 21)

Diario Oficial No. 46.880 de 23 de enero de 2008

Ministerio de Minas y Energía

Por la cual se adopta el Sistema de Categorización de las Fuentes Radiactivas.

El Viceministro de Minas y Energía, encargado de las funciones del Despacho del Ministro de Minas y Energía, en uso de sus facultades legales y en especial las conferidas por la Ley 489 de 1998 y los Decretos 070 de 2001 y 024 y 025 de 2008, y

CONSIDERANDO:

Que el Decreto 070 de 2001, por el cual se modifica la estructura del Ministerio de Minas y Energía, en el artículo 3° establece que es función del Ministerio adoptar la política nacional en materia de energía nuclear y gestión de materiales radiactivos; regular, controlar

y radiactivas; velar porque se cumplan las disposiciones legales y los tratados, acuerdos y convenios internacionales relacionados con seguridad nuclear, protección física, protección radiológica y salvaguardias;

Que el numeral 14 del artículo 5° ibídem establece que es función del Ministro de Minas y Energía: “dictar las normas y reglamentos para la gestión segura de materiales nucleares y radiactivos en el país y velar por el cumplimiento de las disposiciones legales y reglamentarias en materia de protección radiológica y seguridad nuclear”;

Que mediante Resolución número 18-1434 del 5 de diciembre de 2002 el Ministerio de Minas y Energía expidió el Reglamento de Protección y Seguridad Radiológica, conocido como “Norma Básica Colombiana en Protección Radiológica”, el cual tiene por objetivo establecer los requisitos y condiciones mínimos que deben cumplir y observar las personas naturales o jurídicas interesadas en realizar o ejecutar prácticas que causan exposición a la radiación ionizante;

Que la República de Colombia hace parte del Organismo Internacional de Energía Atómica, OIEA, cuyos estatutos fueron aprobados mediante Ley 16 de 1960;

Que la Cumbre del G-8 celebrada en Evian (Francia), en junio de 2003 publicó una declaración sobre “la no proliferación de armas de destrucción en masa –mantenimiento en lugar seguro de las fuentes radiactivas” en la que alienta a todos los países a fortalecer los controles relativos a las fuentes radiactivas y a cumplir el Código de Conducta;

Que el *Código de Conducta sobre Seguridad Tecnológica y Física de las Fuentes de Radiación* fue aprobado por la Junta de Gobernadores del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) el 8 de septiembre de 2003 y recoge las conclusiones más importantes de la

Conferencia Internacional sobre la Seguridad Física de las Fuentes Radiactivas celebrada en Viena en marzo de 2003 (Conferencia del Hofburg);

Que mediante nota diplomática del 31 de agosto de 2006, la Misión Permanente de Colombia ante las Naciones Unidas y los Organismos Internacionales con sede en Viena, Austria, la República de Colombia informó al Organismo Internacional de Energía Atómica sobre su adhesión al *Código de Conducta sobre Seguridad Tecnológica y Física de las Fuentes de Radiación* y a las *Directrices sobre la Importación y Exportación de Fuentes Radiactivas*, IAEA/CODEC/2004;

Que el *Código de Conducta sobre Seguridad Tecnológica y Física de las Fuentes de Radiación* y las *Directrices sobre la Importación de Fuentes Radiactivas*, instan a los estados miembros del OIEA a la aplicación del sistema de categorización de las fuentes radiactivas contenido en los documentos técnicos IAEA TECDOC 1344 y Guía de Seguridad número RS-G-1.9, así como al establecimiento de un control regulatorio con propósitos de seguridad tecnológica y física de las fuentes radiactivas basado en un enfoque graduado relacionado con el riesgo de las fuentes;

Que se hace necesario adoptar el sistema de categorización aplicable a las fuentes radiactivas, acogiendo las recomendaciones del Organismo Internacional de Energía Atómica sobre la materia y ajustándola a las necesidades y a la normatividad del país,

RESUELVE:

Artículo 1°. Adoptar el Sistema de Categorización de las Fuentes Radiactivas contenido en el Anexo de la presente resolución.

Artículo 2°. El sistema de categorización objeto de la presente resolución fundamentado en el potencial de la radiación para causar daño a la salud humana proporciona una base técnica, internacionalmente armonizada, para la toma de decisiones relacionadas con el riesgo radiológico y establece la metodología para dicha clasificación.

Artículo 3°. El sistema de categorización servirá de base para el establecimiento de medidas de control regulatorio relacionadas con la seguridad tecnológica y física de las fuentes radiactivas en actividades tales como:

- Desarrollo o perfeccionamiento de los estándares nacionales de seguridad tecnológica.
- Desarrollo o perfeccionamiento de la infraestructura reguladora nacional.
- Optimización de las decisiones acerca de las prioridades reguladoras.
- Optimización de las medidas de seguridad física para las fuentes radiactivas incluyendo los usos malintencionados de las mismas.
- Planificación y respuesta a situaciones de emergencia radiológica.
- Desarrollo de estrategias nacionales para el mejoramiento del control de las fuentes de radiación.

Artículo 4°. La presente resolución rige a partir de la fecha de su publicación.

Publíquese y cúmplase.

Dada en Bogotá, D. C., a 21 de enero de 2008.

El Viceministro de Minas y Energía, encargado de las funciones del Despacho del Ministro de Minas y Energía,

Manuel F. Maiguashca Olano.

ANEXO GENERAL

SISTEMA DE CATEGORIZACION DE FUENTES RADIATIVAS

CONTENIDO

ARTICULO 1. OBJETIVO

ARTICULO 2. ALCANCE

ARTICULO 3. DEFINICIONES

ARTICULO 4. CRITERIOS DE CATEGORIZACION

ARTICULO 5. METODOLOGIA

ARTICULO 6. ESCENARIOS DE EXPOSICION Y CRITERIOS DE DOSIS

ARTICULO 7. CATEGORIAS

ARTICULO 8. FACTORES ADICIONALES

ARTICULO 9. FUENTES NO SELLADAS

ARTICULO 10. AGREGACION DE FUENTES

REFERENCIAS

TABLAS

TABLA 1. ACTIVIDADES CORRESPONDIENTES A UNA FUENTE PELIGROSA (VALOR *D*) PARA LOS RADIONUCLIDOS MAS UTILIZADOS.

TABLA 2. DOSIS DE REFERENCIA PARA VALORES DE *D*.

ARTICULO 1. OBJETIVO

Proveer un sistema sencillo y lógico para clasificar las fuentes radiactivas en función de su potencial para causar daño a la salud humana.

ARTICULO 2. ALCANCE

La presente resolución establece un sistema de categorización aplicable a todas las fuentes radiactivas, especialmente a aquellas utilizadas en medicina, industria, agricultura, investigación y/o educación.

Este sistema de categorización no aplica a:

- Equipos generadores de radiación, tales como los equipos de rayos X y aceleradores de partículas.

- Materiales nucleares, tal como los definidos en la Convención sobre Protección Física de los Materiales Nucleares (Ley 728 de 2001).

- Bultos de material radiactivo en transporte, para los cuales aplica el Reglamento de Transporte Seguro de Materiales Radiactivos (Resolución 18-1682 de 2005 o aquella que la modifique, adicione o revoque).

PARAGRAFO

Aunque este sistema se enfoca en las fuentes selladas, la metodología puede ser usada para categorizar fuentes radiactivas abiertas. También puede ser aplicado a las fuentes radiactivas producidas por los aceleradores de partículas o usadas como material blanco en ellos.

ARTICULO 3. DEFINICIONES

Para efectos exclusivos de la interpretación y aplicación de la presente resolución se tendrán en cuenta las siguientes definiciones:

Almacenamiento: Es la colocación o reunión de fuentes radiactivas de manera técnica y segura en una instalación dispuesta para su contención o guarda, con intención de recuperarlas en un tiempo determinado.

Autoridad Reguladora: Entidad que de conformidad con las normas vigentes le compete la regulación, vigilancia y control en materia de protección y seguridad radiológica.

Autorización: Permiso concedido por la Autoridad Reguladora para realizar una práctica o cualquier otra actividad que involucre el uso de materiales radiactivos o generadores de radiación. La autorización puede revestir la forma de una licencia o un registro, de acuerdo con el riesgo asociado a la práctica o actividad u otras medidas jurídicas de control efectivas que permitan lograr los objetivos del *Código de Conducta sobre Seguridad Tecnológica y Física de las Fuentes de Radiación*.

Control Reglamentario: Cualquier forma de control y/o reglamentación que la Autoridad Reguladora aplica a instalaciones o actividades por motivos relacionados con la protección contra las radiaciones o con la seguridad tecnológica o física de las fuentes radiactivas.

Efecto Determinístico: Efecto de la radiación sobre la salud para el que, generalmente, existe un umbral de dosis para el cual la severidad del efecto es mayor para una dosis más alta. Se denomina “efecto determinístico severo” si este es fatal, pone en riesgo la vida o resulta en una lesión permanente que disminuye la calidad de vida de cualquier persona.

Disposición Final: Colocación o almacenamiento de fuentes radiactivas en una instalación adecuada, sin intención de recuperarlas.

Fuente Huérfana: Fuente que posee suficiente riesgo radiológico como para ameritar control regulatorio, sea porque ha sido abandonada, perdida, mal ubicada, robada, transferida sin la autorización requerida o porque nunca ha estado bajo dicho control.

Fuente no Sellada: Fuente que no satisface la definición de fuente sellada.

Fuente Sellada: Material radiactivo que está permanentemente encerrado en o una cápsula o estrechamente envuelto y en forma sólida. La cápsula o el material de una fuente sellada deberán ser lo suficientemente resistentes para mantener la estanqueidad en las condiciones de uso y desgaste para las que la fuente se haya concebido, así como en el caso de contratiempos previsibles.

Fuente Peligrosa: Fuente que al no estar bajo control regulatorio podría dar lugar a una exposición suficiente para causar efectos determinísticos severos. Esta clasificación es usada para determinar la necesidad de respuesta en caso de emergencias y no debe ser confundida con clasificaciones para otros propósitos.

Gestión: Conjunto de actividades administrativas y operacionales que intervienen en la fabricación, suministro, recibo, posesión, almacenamiento, utilización, transferencia, importación, exportación, transporte, mantenimiento, reciclado o disposición final de fuentes radiactivas.

Instalación: Cualquier lugar donde se produzca, procese, utilice, manipule, almacene o disponga material radiactivo o donde estén instalados generadores de radiación en una escala tal que se requieran medidas de protección y seguridad.

Licencia: Autorización concedida por la autoridad competente con base en una evaluación de la seguridad y el lleno de unos requisitos y condiciones específicos, en virtud de la cual su titular adquiere una serie derechos y deberes reconocidos en lo que respecta a la práctica o fuente respecto de la cual se otorga, especialmente en lo que atañe a la protección y seguridad.

Práctica: Toda actividad humana que introduce fuentes de exposición o vías de exposición adicionales o extiende la exposición debida a las fuentes existentes de forma que aumente la exposición o la probabilidad de exposición de personas, o el número de las personas expuestas.

Registro: Forma de autorización para prácticas de riesgo bajo o moderado.

Seguridad Tecnológica: Conjunto de medidas destinadas a minimizar la probabilidad de accidentes o incidentes ocasionados por fuentes radiactivas y, de ocurrir ese tipo de accidente a mitigar sus consecuencias.

Seguridad Física: Medidas encaminadas a prevenir el acceso no autorizado o el daño a fuentes radiactivas, o la pérdida, robo o traslado no autorizado de esas fuentes.

ARTICULO 4. CRITERIOS DE CATEGORIZACION

El potencial de las fuentes radiactivas para causar efectos deterministas a la salud está dado en parte por las propiedades físicas de la fuente, especialmente su actividad, y en parte por la forma en que la fuente es utilizada. Entre los criterios a considerar se destacan: la práctica en que la fuente esté siendo utilizada, la existencia de cualquier blindaje inherente proporcionado por el dispositivo que contiene la fuente, la portabilidad, y el nivel de supervisión que se tenga sobre la fuente.

PARAGRAFO

Los criterios de categorización no incluyen:

1. Las consecuencias socioeconómicas que resultan de los accidentes radiológicos o actos malintencionados.
2. Los efectos estocásticos de la radiación (por ejemplo el incremento de riesgo de cáncer).
3. La exposición intencionada de pacientes por razones médicas.
4. La ingestión deliberada de material radiactivo por un individuo.

ARTICULO 5. METODOLOGIA

La metodología de categorización está basada en los niveles de actividad para la organización de la preparación y respuesta a las emergencias radiológicas desarrolladas por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA).

Para establecer la clasificación numérica de las fuentes y prácticas, sobre una base común, la actividad de la fuente, A , se divide por un factor de normalización D , que representa la actividad por encima de la cual una fuente radiactiva deberá considerarse como “fuente peligrosa”, que podría, si no se mantiene bajo control, provocar una exposición suficiente para causar efectos deterministas.

La Tabla 1 del Anexo presenta valores de D para algunos de los radionúclidos más utilizados. Un listado más detallado de radionúclidos se encuentra en el documento titulado “**Method for Developing Arrangements for Response to a Nuclear or Radiological Emergency: Updating IAEA-TECDOC-953, EPR-METHOD 2003**”, publicado por el Organismo Internacional de Energía Atómica en 2003, con dos valores de D , para el caso de exposiciones externa e interna.

ARTICULO 6. ESCENARIOS DE EXPOSICION Y CRITERIOS DE DOSIS

Los escenarios de exposición considerados y los criterios de dosis a partir de los cuales se derivaron los valores de actividad de las fuentes peligrosas fueron los siguientes:

A. Escenarios de exposición considerados

1. Una fuente sellada no blindada que se lleva en la mano por una hora, en un bolsillo por 10 horas, o que se encuentra en una habitación por días o semanas (valor $D1$);
2. Dispersión de una fuente, por ejemplo mediante fuego, explosión o acción humana, que ocasiona una exposición debida a inhalación, ingestión y/o contaminación de la piel (valor $D2$).

B. Criterios de dosis empleados

1. Una dosis de 1 Gy a la médula ósea o de 6 Gy a los pulmones, debido a radiaciones de baja transferencia lineal de energía, recibida por el órgano en 2 días.
2. Una dosis de 25 Gy a los pulmones, por inhalación de radiación de alta transferencia de energía en 1 año.
3. Una dosis de 5 Gy en la tiroides recibida por el órgano en 2 días.
4. Para una fuente en contacto con el tejido, una dosis de más de 25 Gy a una profundidad de:
 - a) 2 cm para la mayoría de las partes del cuerpo (por ejemplo una fuente en el bolsillo), o
 - b) a 1 cm para la mano.
5. Para una fuente que es considerada muy grande para ser transportada manualmente, una dosis de un 1 Gy a la médula ósea en 100 horas a una distancia de 1 m de la fuente.

La Tabla 2 del Anexo resume los criterios de dosis considerados.

ARTICULO 7. CATEGORIAS

La razón entre la actividad del radionúclido, A , y el valor D permite establecer las cinco categorías siguientes:

CATEGORIA	LIMITES
1	$A/D = 1000$
2	$1000 = A/D = 10$
3	$10 = A/D = 1$
4	$1 = A/D = 0,01$
5	$0,01 = A/D = \text{Nivel de Exención}/D$

PARAGRAFO

Se considera que, si no se las utiliza observando las condiciones de protección radiológica y de seguridad física debidas, las fuentes pertenecientes a la categoría 1 poseen un alto riesgo para la salud humana mientras que a las de categoría 5 se les considera no peligrosas. Un valor de $A/D > 1$ indica que la fuente tiene el potencial para causar efectos deterministas severos.

La tabla siguiente presenta la descripción del sistema de categorización de acuerdo con el riesgo asociado a cada categoría, el tiempo de exposición para ocasionar una lesión y la dimensión del área de descontaminación en el evento en que el material radiactivo de la fuente sea dispersado por fuego o explosión.

CATEGORIA	RIESGO	TIEMPO DE EXPOSICION PARA LESION	AREA DE DESCONTAMINACION
1	Extremadamente peligrosa	minutos a 1 hora	$> 1 \text{ km}^2$
2	Muy peligrosa	horas a días	$= 1 \text{ km}^2$
3	Peligrosa	días a semanas	$< 1 \text{ km}^2$
4	Improbablemente peligrosa	$> \text{semanas}$	-----

5	No peligrosa	-----	-----
---	--------------	-------	-------

ARTICULO8. FACTORES ADICIONALES

La razón de actividad por sí sola no resulta un criterio definitorio para asignar la categoría a determinada fuente y a la práctica en la que esta se emplea. A estos fines, otros factores deberán ser tomados en consideración tales como la índole del trabajo, la movilidad de las fuentes, la experiencia relativa a accidentes reportados y la relación entre las actividades habituales y aquellas que se realizan en contadas ocasiones o exclusivas en el marco de una práctica.

Una práctica podría abarcar más de una categoría en dependencia del valor de actividad de la fuente que se emplee, tal es el caso del empleo de medidores nucleares y de medicina nuclear. Además, en ocasiones una práctica genérica puede dividirse en prácticas más específicas, por ejemplo la braquiterapia puede dividirse en braquiterapia de alta tasa de dosis, de baja tasa de dosis e implantes permanentes. Aspectos relacionados con la criticidad y la salvaguardia deberán ser considerados para múltiplos de D .

ARTICULO 9. FUENTES NO SELLADAS

Al desarrollar el sistema de categorización, se ha reconocido que algunas prácticas tales como **medicina nuclear** se utilizan radionúclidos de vida media corta que pueden ser, además, fuentes no selladas. En estos casos los principios del sistema de categorización pueden ser utilizados para calcular la relación A/D y sobre esta base la Autoridad Reguladora evaluará y categorizará tales situaciones, analizando caso por caso.

ARTICULO 10. AGREGACION DE FUENTES

En el caso de prácticas que involucren acumulación de fuentes en un único sitio de almacenamiento o de utilización así como en los vehículos de transporte, en el que las fuentes se encuentren muy próximas entre sí, el conglomerado de fuentes, para los fines de su categorización, puede ser considerado como una sola fuente.

De forma general, la razón A/D correspondiente al agregado de fuentes se determina de acuerdo con la fórmula:

donde:

$A_{i,n}$ = actividad de cada fuente individual (i) de un radionúclido n .

D_n = valor D actividad para el radionúclido n .

REFERENCIAS

[1] MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA, Resolución número 18-1434, **Reglamento de Protección y Seguridad Radiológica**, diciembre 5 de 2002.

[2] MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA, Resolución número 18-1682, **Reglamento para el Transporte Seguro de Materiales Radiactivos**, diciembre 9 de 2005.

[3] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGIA ATOMICA, **Code of Conduct on the Safety and Security of Radioactive Sources**, IAEA/CODEOC/2004, IAEA, Vienna, 2004.

[4] AGENCIA PARA LA ENERGIA NUCLEAR DE LA OCDE, ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGIA ATOMICA, ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION, ORGANIZACION INTERNACIONAL DEL TRABAJO, ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD, ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD, **Normas Básicas Internacionales de Seguridad para la Protección Contra la Radiación Ionizante y para la Seguridad de las Fuentes de Radiación**, Colección Seguridad número 115, OIEA, Viena, 1997.

[5] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGIA ATOMICA, **Safety of Radiation Sources and Security of Radioactive Materials** (Proc. Int. Conf. Dijon, 1998), IAEA, Vienna, 1999.

[6] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGIA ATOMICA, **Categorization of Radiactive Sources**, Safety Guide número RS-G-1.9, Vienna, 2005.

[7] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGIA ATOMICA, **Categorization of Radiactive Sources, Revision of TECDOC-1191**, IAEA-TECDOC-1344, Vienna, 2003.

[8] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGIA ATOMICA, **Method for Developing Arrangements for Response to a Nuclear or Radiological Emergency: Updating IAEA-TECDOC-953, EPR-METHOD 2003**, Vienna, 2003.

[9] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGIA ATOMICA, **Code of Conduct on the Safety and Security of Radioactive Sources: Guidance on the Import and Export of Radioactive Sources**, IAEA/CODEOC/IMP-EXP/2005, IAEA, Vienna, 2005.

[10] REPÚBLICA DE COLOMBIA, Ley 728 de 2001, **Convención sobre Protección Física de los Materiales Nucleares**.

TABLAS

TABLA 1

ACTIVIDADES_a CORRESPONDIENTES A UNA FUENTE PELIGROSA (VALOR *D*) PARA LOS RADIONUCLIDOS MAS UTILIZADOS

Radionúclido	1000 x <i>D</i>	10 x <i>D</i>	<i>D</i>	0.01 x <i>D</i>				
	TBq	Ci b	TBq	Ci b	TBq	Ci b	TBq	Ci b
Am-241	6.E+01	2E+03	6.E-01	2.E+01	6.E-02	2.E+00	6.E-04	2.E-02
Am-241/Be	6.E+01	2E+03	6.E-01	2.E+01	6.E-02	2.E+00	6.E-04	2.E-02

Au-198	2.E+02	5E+03	2.E+00	5.E+01	2.E-01	5.E+00	2.E-03	5.E-04
Cd-109	2.E+04	5E+05	2.E+02	5.E+03	2.E+01	5.E+02	2.E-01	5.E-02
Cf-252	2.E+01	5E+02	2.E-01	5.E+00	2.E-02	5.E-01	2.E-04	5.E-05
Cm-244	5.E+01	1.E+03	5.E-01	1.E+01	5.E-02	1.E+00	5.E-04	1.E-05
Co-57	7.E+02	2.E+04	7.E+00	2.E+02	7.E-01	2.E+01	7.E-03	2.E-04
Co-60	3.E+01	8.E+02	3.E-01	8.E+00	3.E-02	8.E-01	3.E-04	8.E-05
Cs-137	1.E+02	3E+03	1.E+00	3.E+01	1.E-01	3.E+00	1.E-03	3.E-04
Fe-55	8.E+05	2.E+07	8.E+03	2.E+05	8.E+02	2.E+04	8.E+00	2.E-01
Gd-153	1E+03	3.E+04	1.E+01	3.E+02	1.E+00	3.E+01	1.E-02	3.E-03
Ge-68	7.E+02	2.E+04	7.E+00	2.E+02	7.E-01	2.E+01.	7.E-03	2.E-04
H-3	2.E+06	5.E+07	2.E+04	5.E+05	2.E+03	5.E+04	2.E+01	5.E-02
I-125	2.E+02	5.E+03	2.E+00	5.E+01	2.E-01	5.E+00	2.E-03	5.E-04
I-131	2.E+02	5.E+03	2.E+00	5.E+01	2.E-01	5.E+00	2.E-03	5.E-04
Ir-192	8.E+01	2.E+03	8.E-01	2.E+01	8.E-02	2.E+00	8.E-04	2.E-05
Kr-85	3.E+04	8.E+05	3.E+02	8.E+03	3.E+01	8.E+02	3.E-01	8.E-02
Mo-99	3.E+02	8.E+03	3.E+00	8.E+01	3.E-01	8.E+00	3.E-03	8.E-04
Ni-63	6.E+04	2.E+06	6.E+02	2.E+04	6.E+01	2.E+03	6.E-01	2.E-02

P-32	1.E+04	3.E+05	1.E+02	3.E+03	1.E+01	3.E+02	1.E-01	3.E-02
Pd-103	9.E+04	2.E+06	9.E+02	2.E+04	9.E+01	2.E+03	9.E-01	2.E-02
Pm-147	4.E+04	1.E+06	4.E+02	1.E+04	4.E+01	1.E+03	4.E-01	1.E-02
Po-210	6.E+02	2.E+03	6.E-01	2.E+01	6.E-02	2.E+00	6.E-04	2.E-03
Pu-238	6.E+01	2.E+03	6.E-01	2.E+01	6.E-02	2.E+00	6.E-04	2.E-03
Pu-239c/Be	6.E+01	2.E+03	6.E-01	2.E+01	6.E-02	2.E+00	6.E-04	2.E-03
Ra-226	4.E+01	1.E+03	4.E-01	1.E+01	4.E-02	1.E+00	4.E-04	1.E-03
Ru-106(Rh-106)	3.E+02	8.E+03	3.E+00	8.E+01	3.E-01	8.E+00	3.E-03	8.E-02
Se-75	2.E+02	5.E+03	2.E+00	5.E+01	2.E-01	5.E+00	2.E-03	5.E-02
Sr-90 (Y-90)	1.E+03	3.E+04	1.E+01	3.E+02	1.E+00	3.E+01	1.E-02	3.E-03
Tc-99m	7.E+02	2.E+04	7.E+00	2.E+02	7.E-01	2.E+01	7.E-03	2.E-02
Tl-204	2.E+04	5.E+05	2.E+01	5.E+03	2.E+01	5.E+02	2.E-01	5.E-02
Tm-170	2.E+04	5.E+05	2.E+02	5.E+03	2.E+01	5.E+02	2.E-01	5.E-02
Yb-169	3.E+02	8.E+03	3.E+00	8.E+01	3.E-01	8.E+00	3.E-03	8.E-02

a Esta tabla no muestra cuál fue el criterio de dosis empleado, por lo tanto los valores de D no deben ser utilizados a la inversa, para derivar dosis debidas a fuentes de actividad conocida.

b Los valores de actividad en TBq son primarios, los valores en Ci han sido redondeados después de la conversión y se presentan debido sólo a su utilidad práctica.

c Elementos de salvaguardias y criticidad deberán ser considerados para valores múltiplos de D .

TABLA 2DOSIS DE REFERENCIA PARA VALORES DE D

Tejido	Criterio de dosis
Médula ósea	1 Gy en 2 días
Pulmones	6 Gy en 2 días para radiación de bajo LET 25 Gy en 1 año para radiación de alto LET
Tiroides	5 Gy en 2 días
Piel/tejido (contacto)	25 Gy a una profundidad de 2 cm para la mayoría de las partes del cuerpo (por ejemplo una fuente en un bolsillo), o a 1 cm para la mano, por un periodo de 10 horas
Médula ósea	1 Gy en 100 horas para una fuente muy grande para ser transportada manualmente.