

NORMA UY 117**CLASIFICACIÓN DE LAS FUENTES RADIOACTIVAS Y DE LAS PRÁCTICAS EN LAS CUALES SON EMPLEADAS, Rev. I****Aprobada por Resolución 016/2014 de la ARNR del 29/07/2014**

Artículo 1. La presente Norma establece la metodología aplicable para clasificar las fuentes radiactivas atendiendo a su potencial de causar daños a la salud humana, así como para agrupar las prácticas en las que estas fuentes son empleadas, en correspondencia con las diferentes categorías que se introducen.

Artículo 2. El propósito de esta categorización es proporcionar una base técnica, armonizada internacionalmente, a los fines de la toma de decisiones relacionadas con el riesgo radiológico asociado a las fuentes radiactivas. El sistema de categorización que la presente norma establece será de utilización en diferentes actividades relacionadas con la seguridad tecnológica y física de las fuentes radiactivas, incluyendo las siguientes:

- ◆ Desarrollo y perfeccionamiento de la normativa nacional;
- ◆ Desarrollo y perfeccionamiento de la infraestructura reguladora de acuerdo con la realidad nacional;
- ◆ Optimización de las decisiones relativas a las prioridades de reglamentación atendiendo a la limitación de recursos;
- ◆ Optimización de las medidas de seguridad de las fuentes radiactivas, incluyendo su potencial uso malintencionado;
- ◆ Planificación y respuesta a las situaciones de emergencia; y
- ◆ Desarrollo de estrategias nacionales para el perfeccionamiento del control sobre las fuentes radiactivas.

Artículo 3. La metodología que se establece será de aplicación para la categorización de las fuentes radiactivas utilizadas en la industria, medicina, agricultura, investigación, educación y otras esferas.

Artículo 4. Aunque la categorización de fuentes se desarrollada sobre la base de las fuentes selladas, la metodología se utiliza, además, para categorizar las fuentes no selladas y los equipos generadores de radiaciones ionizantes, habida cuenta de las particularidades de su empleo. Los materiales nucleares están excluidos del ámbito de aplicación de la presente norma.

Artículo 5. En el caso de prácticas en las que factores diferentes de los aquí considerados resulten fundamentales, la categorización puede resultar no apropiada; ejemplo de ello es la gestión de los desechos radiactivos y las opciones de disposición final para las fuentes en desuso, para las cuales aspectos como la actividad específica, las propiedades químicas y la vida media adquieren especial significación.

Artículo 6. Un sistema de categorización, que proporcione una clasificación jerárquica de fuentes y prácticas en

cuanto al potencial de las fuentes de causar efectos dañinos inmediatos (efectos deterministas) a la salud si no se las utiliza de forma segura o no se les brinda la seguridad física adecuada, puede servir en la toma de decisiones aplicables a situaciones como las siguientes:

- Medidas reguladoras: Para proporcionar una base lógica y transparente para un sistema gradual de notificación, registro, licenciamiento e inspecciones. La categorización también brinda una base para garantizar que la asignación de recursos humanos y financieros es conmensurable con la categoría de fuente.
- Medidas de seguridad física: Para proporcionar una base gradual que ayude en la determinación de medidas de seguridad, reconociendo que hay otros factores que son importantes (por ejemplo las amenazas contra instalaciones, fuentes específicas).
- Registro nacional de fuentes: Para optimizar decisiones acerca de cuáles fuentes y con qué nivel de detalle deberían ser incluidas en un registro nacional de fuentes.
- Controles de la importación / exportación: Para optimizar decisiones acerca de cuáles fuentes deberían estar sujetas a los controles de importación / exportación.
- Etiquetado de fuentes de actividad altas: Para optimizar decisiones acerca de cuáles fuentes deberían ser marcadas con una etiqueta apropiada (adicional al trébol) para advertir a las personas del riesgo radiológico.
- Preparación y respuesta a emergencias: Para asegurar que los planes de preparación y respuesta a las emergencias sean conmensurables con la categoría de las fuentes.
- Prioridad para recobrar el control sobre las fuentes huérfanas: Para optimizar las decisiones referentes hacia dónde deben enfocarse los esfuerzos para recobrar el control sobre las fuentes huérfanas.
- Comunicación con el público: Para proporcionar una base para explicar el riesgo relativo de sucesos que involucren fuentes radiactivas.

Artículo 7. El potencial de las fuentes de causar efectos deterministas a la salud está dado en parte por las propiedades físicas de la fuente y en parte por la forma en que la fuente es utilizada. Entre los criterios a tomar en consideración 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.

Artículo 8. Los criterios de categorización no incluyen:

- Las consecuencias socio económicas que resultan de los accidentes radiológicos o actos malintencionados.
- Los efectos estocásticos de la radiación (por ejemplo el incremento de riesgo de cáncer).
- La exposición deliberada de personas por razones médicas

Artículo 9. La metodología a utilizar está basada en los niveles de actividad a los fines de la organización de la preparación y respuesta a las emergencias radiológicas, para los diferentes radionucleidos, desarrollados por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). Estos niveles, de aquí en más llamados valores "D", representan la actividad por encima de la cual una fuente radiactiva deberá considerarse como "una fuente peligrosa" que podría, si no se la mantiene bajo control, conllevar a una exposición suficiente para causar efectos deterministas. Los valores de D para alguno de los radionucleidos más utilizados se presentan en el Apéndice VI. Un listado más detallado de radionucleidos se muestran en [1], con dos valores de D, para el caso de exposiciones tanto externa como interna; a los fines de esta categorización, en el Apéndice VI se incluye como valor único de D el menor de ambos.

Artículo 10. Los escenarios de exposición considerados y los criterios de dosis a partir de los cuales fueron derivados los valores de actividad de las fuentes peligrosas fueron los siguientes:

Escenarios de exposición considerados:

1. Una fuente sellada 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.
2. Dispersión de una fuente, por ejemplo mediante fuego, explosión o acciones humanas, que resulta en una dosis por inhalación, ingestión y/o contaminación de la piel.

Criterios de dosis empleados:

1. 1 Gy a la médula ósea o 6 Gy a los pulmones, debido a radiaciones de baja transferencia lineal de energía, recibida por el órgano en 2 días.
2. 25 Gy a los pulmones, debido a la inhalación de radiación de alta transferencia de energía, en 1 año.
3. 5 Gy en la tiroides recibido 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, 1 Gy a la médula ósea, en 100 horas, a una distancia de 1 metro de una fuente en un local.

Artículo 11. La razón entre la actividad de determinada fuente y el correspondiente valor de D para el radionucleido de dicha fuente (A/D), permite disponer de un valor adimensional normalizado que para $A/D > 1$ indica que la fuente dispone del potencial para causar efectos deterministas severos. Esta razón puede ser utilizada como criterio para la categorización de las fuentes basada únicamente en la actividad del radionucleido involucrado, a cuyos fines se establecen las cinco categorías siguientes:

1. Categoría 1: para fuentes cuya razón de actividad cumpla que $A/D \geq 1000$
2. Categoría 2: para fuentes cuya razón de actividad cumpla que $1000 > A/D \geq 10$
3. Categoría 3: para fuentes cuya razón de actividad cumpla que $10 > A/D \geq 1$
4. Categoría 4: para fuentes cuya razón de actividad cumpla que $1 > A/D \geq 0,01$
5. Categoría 5: para fuentes cuya razón de actividad cumpla que $0,01 > A/D \geq \text{Nivel de Exención}/D$.

A los fines de facilitar la clasificación basada únicamente en la actividad de la fuente, en el Apéndice VI han sido calculados los valores $1000xD$, $10xD$ y $0,01xD$ que junto al propio valor de D determinan la posición de las cuatro fronteras entre las cinco categorías anteriores.

Artículo 12. 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 ésta 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, es el caso del empleo de medidores nucleares y en 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 múltiples

de D.

Artículo 13. Se considera que las fuentes correspondientes a la categoría 1 poseen un alto riesgo para la salud humana si no se las utiliza de forma segura y con la debida seguridad física, mientras que aquellas correspondientes a la categoría 5 se las considera de bajo riesgo.

Artículo 14. Para el caso de prácticas no incluidas en la presente Norma, la categoría de la fuente puede ser determinada dividiendo la actividad del radionucleido por el valor de D dado en el Apéndice VI. Como resultado se obtiene un valor normalizado de razón de actividad A/D que puede ser comparado con los valores de la relación A/D que figuran en el artículo 11 a fin de asignarle a la fuente una categoría basada solo en la actividad, reconociendo que podría ser necesario tener otros factores en consideración de acuerdo al artículo 12.

Artículo 15. Al desarrollar el sistema de categorización, se ha reconocido que algunas prácticas tales como medicina nuclear utilizan radionucleidos de vida media corta que pueden ser, además, fuentes no selladas. Ejemplo de tal aplicación lo constituye el empleo del ^{99m}Tc en el diagnóstico y el ^{131}I en la terapia. En estos casos los principios del sistema de categorización pueden ser utilizados para determinar la categoría de la fuente, pero una evaluación crítica será necesaria para seleccionar la actividad a utilizar para calcular la relación A/D. Sobre esta base, tales situaciones serán consideradas caso por caso.

Artículo 16. En el caso de prácticas que involucren la acumulación de fuentes en un único local de almacenamiento o de utilización, en el que las fuentes se encuentren muy próximas entre sí, el conglomerado de fuentes a los fines de su categorización, puede ser considerado como una sola fuente. Esto ocurre por ejemplo en las instalaciones dedicadas al almacenamiento, durante los procesos de producción así como en los vehículos de transporte. De forma general, la razón A/D correspondiente al conglomerado de fuentes puede calcularse de acuerdo con la fórmula:

$$A/D \text{ del conglomerado} = \sum_n \frac{\sum_i A_{i,n}}{D_n}$$

Donde

$A_{i,n}$ = actividad de cada fuente individual i de radionucleido n .

D_n = Valor D para el radionucleido n .

Artículo 17. Sobre la base de la aplicación de la metodología antedicha, la Tabla No. 1 muestra la categorización de las prácticas empleadas en el país. Las prácticas no comprendidas en la Tabla No. 1 serán evaluadas y categorizadas en cada caso particular por la Autoridad Reguladora.

Tabla No. 1 Categorización de las fuentes, asociada a sus correspondientes prácticas

Categoría	Práctica	Razón de Actividad ^b A/D
-----------	----------	--

1	<ul style="list-style-type: none"> • Irradiadores • Teleterapia • Teleterapia fija de múltiples haces (gamma knife) 	$A/D \geq 1000$
2	<ul style="list-style-type: none"> • Radiografía Industrial • Braquiterapia de alta y media tasa de dosis 	$1000 > A/D \geq 10$
3	<ul style="list-style-type: none"> • Medidores nucleares: <ul style="list-style-type: none"> – Medidores de nivel – Medidores utilizados en dragas – Medidores utilizados en cintas transportadoras • Perfilaje de pozos • Trazadores radiactivos • Medicina Nuclear: <ul style="list-style-type: none"> – Terapia – Diagnóstico in vivo – Diagnóstico in vitro (en dependencia del inventario y de los radionucleidos que se utilicen) 	$10 > A/D \geq 1$
4	<ul style="list-style-type: none"> • Braquiterapia de baja tasa de dosis (excepto los aplicadores oftálmicos y los implantes permanentes de fuentes) • Medidores nucleares: <ul style="list-style-type: none"> – Medidores de nivel – Medidores de espesor – Monitores de polvo – Medidor de partículas en aire – Medidor de gramaje – Medidor de densidad de tabaco – Medidores portátiles (Ej.: medidores de humedad / densidad) • Densitómetros óseos • Equipos de Rayos X para el diagnóstico médico (excepto odontológico) • Medicina Nuclear <ul style="list-style-type: none"> – Diagnóstico in vitro (en dependencia del inventario y de los radionucleidos que se utilicen) 	$1 > A/D \geq 0,01$
5	<ul style="list-style-type: none"> • Braquiterapia de baja tasa de dosis utilizando aplicadores oftálmicos e implantes permanentes de fuentes • Equipos de fluorescencia de Rayos X • Dispositivos de captura electrónica • Equipo de Rayos X para el diagnóstico odontológico 	$0,01 > A/D \geq \text{Nivel de Exención}^c/D$

^a Al agrupar estas prácticas por categorías se han tenido en cuenta otros factores además de la razón de actividad A/D.

^b Esta columna puede ser utilizada para determinar la categoría de una fuente, basada puramente en A/D.

^c Niveles de Exención. Apéndice I de la Norma UY 100 (Corresponde a la Tabla I-I de la Guía de Seguridad No. 115).

Apéndice VI
Actividades^a correspondientes a una fuente peligrosa (valor D^b) para algunos radionucleidos más utilizados

Radionucleido	1000 x D		10 x D		D		0,01 x D	
	(TBq)	(Ci) ^c	(TBq)	(Ci) ^c	(TBq)	(Ci) ^c	(TBq)	(Ci) ^c
Am-241	6.E+01	2.E+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	2.E+03	6.E-01	2.E+01	6.E-02	2.E+00	6.E-04	2.E-02
Au-198	2.E+02	5.E+03	2.E+00	5.E+01	2.E-01	5.E+00	2.E-03	5.E-02
Cd-109	2.E+04	5.E+05	2.E+02	5.E+03	2.E+01	5.E+02	2.E-01	5.E+00
Cf-252	2.E+01	5.E+02	2.E-01	5.E-00	2.E-02	5.E-01	2.E-04	5.E-03
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-02
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-01
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-03
Cs-137	1.E+02	3.E+03	1.E+00	3.E+01	1.E-01	3.E+00	1.E-03	3.E-02
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+02
Gd-153	1.E+03	3.E+04	1.E+01	3.E+02	1.E+00	3.E+01	1.E-02	3.E-01
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-01
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-02
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-02
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-02
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+00
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-02
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+01
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+00
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+01
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+01
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-02
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-02
Pu-239 ^d /Be	6.E+01	2.E+03	6.E-01	2.E+01	6.E-02	2.E+00	6.E-04	2.E-02
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-02
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-01
Tc-99 ^m	7.E+02	2.E+04	7.E+00	2.E+02	7.E-01	2.E+01	7.E-03	2.E-01
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+00
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+00

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 estos valores de D no deben ser utilizados hacia atrás, para derivar dosis debidas a fuentes de actividad conocida.

^b Mayores detalles de los valores derivados de D así como valores de D para otros radionucleidos se muestran en la referencia 1.

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

^d Elementos de salvaguardia y criticidad deberán ser considerados para valores múltiplos de D

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA "Method for Developing Arrangements for Response to a Nuclear or Radiological Emergency ". Updating IAEA, TECDOC 953, Viena, Octubre de 2003.
2. AUTORIDAD REGULADORA EN RADIOPROTECCIÓN, NORMA UY 100 "Reglamento Básico de Protección y Seguridad Radiológica", Ministerio de Industria, Energía y Minería, 28 de junio de 2002.
3. ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, COLECCIÓN SEGURIDAD No.115 "Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación", Viena, 1997.
4. ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA "TECDOC 1344, Categorización de Fuentes Radiactivas". Viena, julio 2003.
5. ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, GUÍA DE SEGURIDAD No. RS-G-1.9, "Categorización de fuentes radiactivas", Viena, 2005.