

## SECRETARIA DE ENERGIA

### NORMA Oficial Mexicana NOM-008-NUCL-2011, Control de la contaminación radiactiva.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Energía.- Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-008-NUCL-2011, CONTROL DE LA CONTAMINACION RADIATIVA.

La Secretaría de Energía, por conducto de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, con fundamento en los artículos 17 y 33 fracción XIII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1, 4, 18 fracción III y 50 fracciones I y XI de la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear; 1, 38 fracciones II y III, 40 fracciones I y XVII, 41 y 47 fracción IV de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 28 y 34 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 1, 2, 3, 4, 87, 88, 113, 114, 121 y 181 fracciones XI y XII del Reglamento General de Seguridad Radiológica; 3 fracción VI inciso b), 33, 34 fracciones XVI, XIX, XXII y XXIV, 37 y 39 fracción I del Reglamento Interior de la Secretaría de Energía, y

#### CONSIDERANDO

**Primero.** Que con fecha 5 de enero de 2011, el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, publicó en el Diario Oficial de la Federación el Proyecto de modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-008-NUCL-2003, Control de la Contaminación Radiactiva, que se le denominó "PROY-NOM-008-NUCL-2010, Control de la contaminación radiactiva", a efecto de recibir comentarios de los interesados.

**Segundo.** Que transcurrido el plazo de 60 días a que se refiere el artículo 47 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización para recibir los comentarios mencionados en el considerando anterior, el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad Nuclear y Salvaguardias analizó los comentarios recibidos y, en los casos que estimó procedente, realizó las modificaciones al proyecto en cita.

**Tercero.** Que con fecha 31 de agosto de 2011, se publicaron en el Diario Oficial de la Federación las respuestas a los comentarios antes referidos, en cumplimiento a lo previsto por el artículo 47 fracción III de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

**Cuarto.** Que en atención a lo expuesto en los considerandos anteriores y toda vez que el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad Nuclear y Salvaguardias otorgó la aprobación respectiva, se expide la siguiente:

### NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-008-NUCL-2011, CONTROL DE LA CONTAMINACION RADIATIVA

#### PREFACIO

En la elaboración de la presente Norma Oficial Mexicana participaron representantes de las siguientes dependencias, instituciones, asociaciones y empresas:

#### SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

- Dirección General de Autotransporte Federal.

#### SECRETARIA DE ENERGIA

- Dirección General de Distribución y Abastecimiento de Energía Eléctrica y Recursos Nucleares.
- Unidad de Asuntos Jurídicos / Dirección de Estudios y Consultas.

#### SECRETARIA DE GOBERNACION

- Dirección General de Protección Civil.

#### SECRETARIA DE SALUD DEL GOBIERNO DEL ESTADO DE VERACRUZ

- Laboratorio Estatal de Salud Pública.

#### SECRETARIA DEL TRABAJO Y PREVISION SOCIAL

- Dirección General de Seguridad y Salud en el Trabajo.

#### COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

- Gerencia de Centrales Nucleoeléctricas.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELECTRICAS  
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES  
INSTITUTO DE SEGURIDAD Y SERVICIOS SOCIALES DE LOS TRABAJADORES DEL ESTADO  
- Hospital Regional Adolfo López Mateos.  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
- Instituto de Ciencias Nucleares.  
ASOCIACION NACIONAL DE UNIVERSIDADES E INSTITUCIONES DE EDUCACION SUPERIOR  
SOCIEDAD MEXICANA DE MEDICINA NUCLEAR, A.C.  
SOCIEDAD MEXICANA DE RADIOTERAPEUTAS, A.C.  
SOCIEDAD MEXICANA DE SEGURIDAD RADIOLOGICA, A.C.  
ADIESTRAMIENTO Y CAPACITACION NUCLEAR, S.A. DE C.V.  
CONTROL DE RADIACIONES E INGENIERIA, S.A. DE C.V.  
SERVICIOS INTEGRALES PARA LA RADIACION, S.A. DE C.V.

### INDICE

0. Introducción
1. Objetivo
2. Campo de aplicación
3. Referencias
4. Definiciones
5. Control de la contaminación
6. Determinación de la contaminación radiactiva
- Apéndice A (Normativo) Límites de contaminación superficial
- Apéndice B (Normativo) Criterios para la selección de ropa Anti-C
- Apéndice C (Informativo) Ejemplos de estimaciones del equivalente de dosis efectiva, con y sin equipo de protección respiratoria
7. Concordancia con normas internacionales y normas mexicanas
8. Bibliografía
9. Evaluación de la conformidad
10. Observancia
11. Vigencia

#### 0. Introducción

Las áreas de trabajo, mobiliario, herramientas, equipo y materiales, que se utilizan en las instalaciones en las que se manipulan materiales radiactivos, son susceptibles de contaminarse y constituir una fuente de exposición para el personal ocupacionalmente expuesto, por lo que para reducir esta exposición a niveles aceptables, es necesario:

- a) Establecer previsiones en el diseño que permitan controlar la dispersión de la contaminación radiactiva durante la operación, el cese de operaciones y el cierre de las instalaciones y faciliten las actividades de descontaminación.
- b) Que durante la operación, el cese de operaciones y el cierre de las instalaciones se establezcan controles y límites derivados tanto para la contaminación superficial como para la suspendida en aire, complementados con planeaciones y permisos de trabajo en zonas controladas.
- c) Establecer una vigilancia de la contaminación radiactiva antes, durante y después de los procesos que involucren el manejo de material radiactivo.

En esta Norma se establecen los criterios y requisitos para el establecimiento de las acciones referidas en los incisos (b) y (c).

## 1. Objetivo

Especificar los criterios bajo los cuales se deben establecer los controles que permitan minimizar la exposición del personal ocupacionalmente expuesto a la contaminación radiactiva superficial y a la suspendida en aire.

## 2. Campo de aplicación

La presente norma es de aplicación en aquellas instalaciones donde exista o pueda existir contaminación radiactiva.

## 3. Referencias

**3.1** NOM-005-NUCL-1994, Límites anuales de incorporación (LAI) y concentraciones derivadas en aire (CDA) de radionúclidos para el personal ocupacionalmente expuesto.

**3.2** NOM-035-NUCL-2000, Límites para considerar un residuo sólido como desecho radiactivo.

## 4. Definiciones

Para los efectos de esta Norma se entiende por:

**4.1 Contaminación radiactiva:** Presencia indeseable de sustancias radiactivas en superficies o contenida en sólidos, líquidos o gases (incluyendo el cuerpo humano).

**4.2 Contaminación superficial:** Presencia indeseable de una sustancia radiactiva sobre una superficie, dicha contaminación puede ser fija o removible.

**4.3 Contaminación fija:** Contaminación superficial que no se transfiere de una superficie a otra durante condiciones rutinarias de uso.

**4.4 Contaminación removible:** Contaminación superficial que se transfiere de una superficie a otra durante condiciones rutinarias de uso.

**4.5 Instalación:** Cualquier instalación nuclear o radiactiva.

**4.6 Ropa de protección radiológica:** Ropa de protección que sirve de barrera física entre la persona y la contaminación radiactiva, que minimiza la contaminación del personal.

**4.7 Zona con alta contaminación:** Cualquier zona donde el nivel de contaminación removible es mayor o igual a 100 veces los límites establecidos en el Apéndice A (Normativo).

**4.8 Zona controlada:** Es la zona sujeta a supervisión y controles especiales con fines de protección radiológica.

**4.9 Zona contaminada:** Es la zona donde el nivel de contaminación removible rebasa, o que debido a la naturaleza de los trabajos a realizar, se puedan rebasar los límites establecidos en el Apéndice A (Normativo) de la presente norma sin exceder 100 veces el valor de los mismos.

**4.10 Zona con contaminación suspendida en aire:** Es aquella en donde se exceden los valores de la concentración derivada en aire (CDA) establecidos en la NOM-005-NUCL-1994 o, en caso de estar normalmente ocupada, la concentración de material radiactivo promedio semanal excede el 25% de la CDA.

**4.11 Zona de radiación:** Es aquella accesible únicamente al personal ocupacionalmente expuesto, en la que el equivalente de dosis a cuerpo entero, pudiera ser superior a 0.05 mSv en una hora o a 1 mSv en cualquier periodo consecutivo de cinco días.

**4.12 Zona de alta radiación:** Es aquella accesible únicamente al personal ocupacionalmente expuesto, en la que el equivalente de dosis a cuerpo entero en una hora, pudiera ser superior a 1 mSv.

## 5. Control de la contaminación

**5.1** Dentro de la zona controlada se deben establecer, delimitar y señalar, según proceda, cada una de las zonas contaminadas, con alta contaminación, con contaminación suspendida en aire, de radiación y de alta radiación, cabe precisar que una misma zona debe clasificarse y señalizarse en función de su nivel de contaminación y de radiación.

**5.2** Con la finalidad de asegurar que los valores se mantienen por debajo de los límites establecidos en el Apéndice A (Normativo), se debe realizar la vigilancia de los niveles de contaminación removible, en las áreas que potencialmente puedan contaminarse dentro de la zona controlada antes, durante y después del manejo de material radiactivo, y con la periodicidad requerida por las características de diseño y operación particulares de la instalación, debiéndose mantener los registros correspondientes; para aquellas áreas que rebasen dichos límites, se deben establecer los controles requeridos para zonas contaminadas o con alta contaminación.

**5.3** Cuando se ingrese a zonas contaminadas, con alta contaminación o con contaminación suspendida en aire debe utilizarse ropa de protección de acuerdo con los criterios establecidos en el Apéndice B (Normativo).

**5.4** Cuando se realicen actividades en las que el riesgo de contaminación del personal esté limitado a las manos, brazos y porción frontal superior del cuerpo, la ropa de protección radiológica se limitará al uso de batas y guantes, los cuales deben asegurarse a la muñeca para evitar la penetración de la contaminación radiactiva hacia la piel del personal. En caso de que exista riesgo de contaminación de los pies, se deben usar cubrezapatos.

**5.5** Los materiales y equipos localizados en las zonas contaminadas, con alta contaminación y contaminación suspendida en aire no podrán ser transferidos a zonas no contaminadas dentro de la zona controlada, si se cumple alguna de las siguientes condiciones:

**5.5.1** Los niveles de contaminación removible en las superficies accesibles, exceden los límites de contaminación removible establecidos en el Apéndice A (Normativo).

**5.5.2** Las condiciones radiológicas bajo las cuales se utilizaron, hacen posible que exista contaminación en las superficies inaccesibles, en este caso debe asumirse que la contaminación removible excede los límites establecidos en el Apéndice A (Normativo).

**5.6** Los materiales y equipos que excedan los límites de contaminación removible establecidos en el Apéndice A (Normativo), podrán ser reubicados dentro de una misma zona controlada o transferidos a otra, sólo si se establecen los controles y la medición de los niveles de radiación apropiados para evitar la dispersión de la contaminación.

**5.7** Los materiales y equipos con contaminación fija que excedan los límites de contaminación total establecidos en el Apéndice A (Normativo), sólo podrán ser transferidos hacia zonas no contaminadas dentro de una misma zona controlada, si se cumplen las siguientes condiciones:

**5.7.1** Los niveles de contaminación removible estén por debajo de los límites establecidos en dicho Apéndice.

**5.7.2** Se determine la contaminación en forma rutinaria y estén claramente marcados y etiquetados para alertar al personal del estado de su contaminación.

**5.8** Se deben establecer controles que permitan prevenir la transferencia inadvertida de la contaminación removible a otros lugares.

**5.9** Se deben planear con anticipación las actividades, a fin de optimizar la protección radiológica del personal que las realizará y minimizar la generación de los desechos radiactivos.

**5.10** Se deben establecer controles para el ingreso, estancia y egreso de zonas contaminadas, con alta contaminación, con contaminación suspendida en aire, de radiación, y de alta radiación, para garantizar que:

**5.10.1** Se minimice el ingreso de personal y materiales;

**5.10.2** Las actividades se realicen de conformidad con lo planeado y se mantenga la vigilancia necesaria para identificar cualquier desviación o situación anormal que requiera la interrupción del trabajo para su reevaluación;

**5.10.3** Se utilice el equipo de protección radiológica adecuado para las condiciones en las que se realizarán los trabajos;

**5.10.4** En la salida de las zonas contaminadas, con alta contaminación y con contaminación suspendida en aire, se establezcan las previsiones necesarias para evitar la dispersión de la contaminación, además de incluir el equipo para la medición de la contaminación de herramientas, materiales, equipos y personal que egrese de las mismas, y

**5.10.5** Cuando los niveles de radiación del fondo o cualquier otra condición en el punto de salida de las zonas contaminadas, con alta contaminación, con contaminación suspendida en aire imposibilite medir los niveles de contaminación del personal, herramientas, equipos o materiales que se retiren de dichas zonas, se debe ubicar el punto de salida en un área de bajo fondo de radiación. En caso de que esta reubicación del punto de salida no sea posible, se debe seleccionar un área externa a dichas zonas, apropiada para realizar la medición; en este caso se deben medir frecuentemente los niveles de contaminación de la trayectoria que se utilice para entrar a ella.

**5.11** Se deben establecer controles que permitan identificar el origen de la contaminación radiactiva de las personas que salgan de la zona controlada, generándose los registros correspondientes.

**5.12** Se debe establecer un programa para el control de los materiales, equipos y herramientas para garantizar que:

**5.12.1** Sólo se consideren para su uso irrestricto, aquellos que cumplan con los niveles de dispensa incondicional establecidos en la NOM-035-NUCL-2000;

**5.12.2** Para aquellos que rebasen los niveles de dispensa incondicional, pero que requieran ser retirados de la instalación, se mantengan los controles radiológicos, además de los de transporte de material radiactivo cuando esto sea aplicable;

**5.12.3** Se reduzca al mínimo el ingreso a la zona controlada de materiales, equipos y herramientas, fomentándose la reutilización de aquellos que por su contaminación no se hayan podido retirar de dicha zona, siempre que los niveles de contaminación estén por debajo de los límites establecidos en el Apéndice A (Normativo);

**5.12.4** Se mantenga el inventario de los materiales, herramientas y equipos contaminados que se encuentren en la zona controlada, contaminada, con alta contaminación, con contaminación suspendida en aire, de radiación y de alta radiación conforme a lo establecido en el numeral 5.13;

**5.12.5** Se indiquen las condiciones radiológicas de los materiales, equipos y herramientas contaminados, incluyendo los niveles de contaminación fija y removible de los que no estén en uso, y

**5.12.6** Los artículos contaminados, podrán almacenarse en una zona libre de contaminación, sólo por el tiempo requerido para su segregación, medición de la contaminación, acondicionamiento o descontaminación, o acondicionar un área para su almacenamiento, debidamente señalizada y con los controles requeridos para el control de la contaminación.

**5.13** El inventario de los materiales, equipos y herramientas contaminadas deberá permitir la identificación de las fechas de ingreso y salidas de la zona controlada de dichos artículos, especificando las condiciones radiológicas de los mismos como son los niveles de contaminación fija o removible, los niveles de radiación a contacto y a un metro y los radionúclidos contenidos en los mismos cuando se conozcan. Además, deberá especificar la ubicación, los niveles de contaminación y los niveles de radiación a contacto y a un metro de los materiales, equipos y herramientas contaminados que permanezcan en la zona controlada, así como cualquier otra característica que facilite su identificación.

**5.14** El inventario no deberá considerar los materiales y equipos contaminados que existan en la zona controlada que sean parte integrante de la instalación o de los procesos que se llevan a cabo en la misma. Cuando éstos sean removidos temporal o definitivamente, deberán incluirse en el inventario y sujetarse a los controles radiológicos respectivos.

**5.15** Cuando se generen residuos radiactivos que por sus características (dimensiones, cantidad, etc.) no puedan ser contabilizados pieza por pieza, podrán no ser incluidos en el inventario, siempre y cuando se establezcan controles para garantizar que no saldrán inadvertidamente de la zona controlada, que sus niveles de contaminación y radiación estén debidamente señalizados ya sea por pieza o en su conjunto vía la utilización de un contenedor y hasta donde sea posible tener control sobre su ubicación dentro de la zona controlada. En caso de utilizarse un contenedor, se debe tener la evidencia documental que detalle el origen y destino de todos los residuos adicionados o retirados del mismo, así como la correspondiente actualización de su contenido en el inventario.

**5.16** Debe usarse equipo de protección respiratoria en las siguientes situaciones:

**5.16.1** Cuando se realicen trabajos en zonas con contaminación suspendida en aire;

**5.16.2** Cuando se realicen trabajos que impliquen la apertura de sistemas o componentes contaminados;

**5.16.3** Cuando los niveles de contaminación removible sean mayores a 100 veces los límites establecidos en el Apéndice A (Normativo), o

**5.16.4** Cuando por las condiciones de trabajo los niveles de contaminación puedan incrementarse por arriba de los que definen una zona con contaminación suspendida en aire.

**5.17** Cuando por cuestiones de optimización del equivalente de dosis efectiva, se demuestre que el uso de equipo de protección respiratoria implica un mayor equivalente de dosis efectiva, previamente a la realización del trabajo sin el uso de este equipo, deberá generarse la correspondiente evidencia documental, cuyo contenido deberá incluir lo siguiente:

**5.17.1** Una descripción del escenario bajo el cual se desarrollará el trabajo, resaltando los elementos importantes para justificar la no utilización de equipo de protección respiratoria;

**5.17.2** Las condiciones radiológicas previstas antes y durante el desarrollo del trabajo, incluyendo la justificación de las suposiciones;

**5.17.3** El factor de ineficiencia asociado al uso del equipo de protección respiratoria. Se deberá usar un factor de ineficiencia de 15%. Cuando se pretendan utilizar factores mayores, éstos deben justificarse con base en la experiencia o en ejercicios con maquetas;

**5.17.4** La memoria de cálculo de la estimación del equivalente de dosis efectiva con equipo de protección respiratoria y sin el mismo. Ejemplos para esta estimación se muestran en el Apéndice C (Informativo), y

**5.17.5** Las previsiones para la medición continua o muestreo y análisis oportuno de los niveles de contaminación suspendida en aire presente durante el desarrollo del trabajo y los niveles a los cuales se debe suspender el trabajo como consecuencia de un incremento con respecto a los considerados en la justificación.

Cuando existan condiciones ajenas a las radiológicas, que impliquen el uso de equipos de protección respiratoria, deberá cumplirse lo establecido en la normativa aplicable.

**5.18** Se debe evaluar y documentar periódicamente la efectividad del control de la contaminación en la instalación mediante el análisis de la tendencia de indicadores tales como: número de personas con contaminación en piel y en ropa, número de heridos contaminados, número de contaminaciones faciales, número de zonas con contaminación y alta contaminación, área de las zonas contaminadas, área de las zonas con alta contaminación, minimización de desechos radiactivos y número de derrames.

**5.19** Sólo se permitirá el reúso de aquella ropa de protección lavada que presente niveles de contaminación fija menores o iguales a:

**5.19.1**  $16.7 \times 10^{-1}$  Bq/cm<sup>2</sup> para emisores beta-gamma;

**5.19.2**  $16.7 \times 10^{-2}$  Bq/cm<sup>2</sup> para transuránicos y otros emisores alfa, y

**5.19.3**  $16.7 \times 10^{-1}$  Bq/cm<sup>2</sup> para el uranio.

**5.20** En caso de que se pretenda usar un doble conjunto de ropa Anti-C, en donde el conjunto de ropa exterior no cumpla con los niveles de contaminación indicados en 5.19, se debe obtener de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias la autorización correspondiente.

**5.21** Los equipos de protección previamente descontaminados que entren en contacto con el rostro del personal que los utilizará, así como cualquier otro aditamento que se utilice en las mismas circunstancias, no deben exceder los límites establecidos en el Apéndice A (Normativo) para contaminación total.

## **6. Determinación de la contaminación radiactiva**

La determinación de la contaminación radiactiva debe hacerse conforme a los siguientes métodos:

**6.1** Para determinar la contaminación removible, se debe cumplir con lo siguiente:

**6.1.1** Frotar con papel filtro seco, papel o tela absorbente o con un material absorbente adecuado sobre un área de 100 cm<sup>2</sup>. En el caso de que el contaminante solamente sea tritio no se debe utilizar papel filtro seco;

**6.1.2** Utilizar un equipo calibrado, apropiado al tipo de radiación que se medirá;

**6.1.3** En caso de objetos cuya área superficial sea menor a  $100 \text{ cm}^2$ , el nivel de contaminación por unidad de área se debe basar en el área total y en consecuencia debe frotarse la superficie completa, y

**6.1.4** Las lecturas de contaminación tomadas con frotis con papel filtro seco, deberán multiplicarse por un factor de 5, debido a que se considera que se remueve sólo el 20% de material contaminante.

**6.2** Para determinar la contaminación fija más la removible directamente sobre la superficie se debe tener en cuenta lo siguiente:

**6.2.1** Para emisores alfa el detector no debe colocarse a más de 1 cm de distancia de la superficie que se está explorando y debe desplazarse lentamente, de tal forma que permita la respuesta adecuada del mismo (debe tenerse en cuenta que cualquier material con un espesor másico aproximado de  $5 \text{ mg/cm}^2$  absorbe completamente las partículas alfa de 5 MeV);

**6.2.2** Para emisores beta-gamma, el detector debe colocarse a una distancia no mayor a 5 cm de la superficie a examinar y desplazarse lentamente, de tal forma que permita la respuesta adecuada del mismo (debe tenerse en cuenta que algunos detectores beta-gamma tienen un blindaje móvil que cuando está "cerrado" evita que la radiación beta llegue al detector), y

**6.2.3** Los instrumentos utilizados en la medición deben ser adecuados para el tipo de radiación, tener una respuesta en energía que cubra el intervalo de interés, estar calibrados, y haberse verificado previamente su funcionamiento.

**6.3** Para determinar la contaminación radiactiva debida a emisores beta de baja energía, deben utilizarse detectores Geiger, con ventana delgada (aprox.  $2 \text{ mg/cm}^2$ ), detectores proporcionales de flujo de gas sin ventana o detectores por centelleo líquido. Para contaminación debida al tritio o a emisores beta puros con energía máxima, menor a 70 keV, no debe utilizarse el detector Geiger portátil, se deben tomar frotis de la superficie contaminada y colocarlos en un centellador líquido o en un sistema alterno para la medición de su actividad, que tenga la capacidad para cuantificar este tipo de emisores.

**6.4** Para la exploración de contaminación personal, con equipo portátil, debe tenerse en cuenta lo siguiente:

**6.4.1** Los instrumentos de medición con alarma de umbral, deberán ajustarse de tal forma que permitan advertir cuando se han rebasado los límites establecidos en la presente norma. En caso de que los instrumentos de medición no cuenten con alarma de umbral, el personal que realice la medición debe tener claro cuál es el valor que corresponde a dichos límites y estar atento a su lectura en el instrumento para identificar su rebase;

**6.4.2** Realizar la exploración de las manos antes de tomar el detector;

**6.4.3** El detector no debe colocarse a más de 2 cm de la superficie que se está explorando;

**6.4.4** El detector debe moverse lentamente sobre la superficie de tal forma que permita la respuesta adecuada del mismo;

**6.4.5** Si durante la exploración se incrementa la lectura, debe hacerse una pausa de entre 5 y 10 segundos y explorar nuevamente la superficie, dando el tiempo suficiente para que responda el instrumento; y

**6.4.6** Se debe notificar de inmediato al personal de protección radiológica, en caso de que la razón de conteo se incremente por encima de los límites establecidos, para que tome las acciones necesarias de conformidad con los procedimientos de la instalación.

**6.5** La exploración de contaminación personal, con equipo portátil, debe realizarse en el siguiente orden:

**6.5.1** Cabeza (haciendo pausa en boca y nariz por aproximadamente 5 segundos);

**6.5.2** Nuca y hombros;

**6.5.3** Brazos (haciendo pausa en cada codo por aproximadamente 5 segundos);

**6.5.4** Pecho y abdomen;

**6.5.5** Espalda y cadera;

**6.5.6** Piernas (haciendo pausa en cada rodilla por aproximadamente 5 segundos);

**6.5.7** Tobillos;

**6.5.8** Suelas de los zapatos (haciendo pausa en cada una por aproximadamente 5 segundos), y

**6.5.9** Dosímetro personal y suplementario.

**APENDICE A (NORMATIVO)**  
**LIMITES DE CONTAMINACION SUPERFICIAL**

RADIONUCLIDOS	CONTAMINACION REMOVIBLE (Bq/cm <sup>2</sup> )	CONTAMINACION TOTAL (FIJA + REMOVIBLE) (Bq/cm <sup>2</sup> )
U-natural, <sup>235</sup> U, <sup>238</sup> U y sus productos de decaimiento asociados.	16.7 X 10 <sup>-2</sup>	83 X 10 <sup>-2</sup>
Transuránicos, <sup>226</sup> Ra, <sup>228</sup> Ra, <sup>230</sup> Th, <sup>228</sup> Th, <sup>231</sup> Pa, <sup>227</sup> Ac, <sup>125</sup> I y <sup>129</sup> I.	33 X 10 <sup>-4</sup>	83 X 10 <sup>-3</sup>
Th-natural, <sup>232</sup> Th, <sup>90</sup> Sr, <sup>223</sup> Ra, <sup>224</sup> Ra, <sup>232</sup> U, <sup>126</sup> I, <sup>131</sup> I y <sup>133</sup> I.	33 X 10 <sup>-3</sup>	16.7 X 10 <sup>-2</sup>
Emisores beta-gamma, excepto los indicados en otros renglones de esta tabla.	16.7 X 10 <sup>-2</sup>	83 X 10 <sup>-2</sup>
Tritio y compuestos tritiados.	16.7 X 10 <sup>-1</sup>	No aplica

**Nota:** Los niveles pueden ser promediados sobre un metro cuadrado siempre y cuando la actividad superficial máxima en cualquier área de 100 cm<sup>2</sup>, sea menor a tres veces los límites para contaminación total.

**APENDICE B (NORMATIVO)**  
**CRITERIOS PARA LA SELECCION DE ROPA ANTI-C<sup>a</sup>**

TRABAJO/ ACTIVIDAD	NIVELES DE CONTAMINACION REMOVIBLE		
	BAJA <sup>b</sup> De 1 a 10 veces los valores del Apéndice A	MODERADA De más de 10 a 100 veces los valores del Apéndice A	ALTA Mayor a 100 veces los valores del Apéndice A
Trabajo ligero <sup>e</sup>	Conjunto completo de ropa Anti-C <sup>c</sup>	Conjunto completo de ropa Anti-C	Doble conjunto de ropa Anti-C
Trabajo pesado <sup>f</sup>	Conjunto completo de ropa Anti-C (en caso necesario, utilizar guantes de uso rudo)	Doble conjunto de ropa Anti-C <sup>d</sup> (en caso necesario, utilizar guantes de uso rudo)	Doble conjunto de ropa Anti-C (en caso necesario, utilizar guantes de uso rudo)
Trabajo con líquidos presurizados, apertura de sistemas cerrados o en ambientes húmedos	Conjunto completo de ropa Anti-C impermeable	Doble conjunto de ropa Anti-C (el conjunto exterior debe ser impermeable), botas de hule	Doble conjunto de ropa Anti-C (el conjunto exterior debe ser impermeable), botas de hule

**Nota a:** Utilizar equipo de protección respiratoria en cualquiera de las situaciones establecidas en el numeral 5.16.

**Nota b:** Para recorridos de observación o inspecciones en zonas con contaminación removible a niveles de 1 a 10 veces los valores del Apéndice A, pueden usarse batas de laboratorio, cubrezapatos y guantes en lugar del conjunto completo de ropa Anti-C, cuando el permisionario lo considere necesario.

**Nota c:** Un conjunto completo de ropa Anti-C consiste de: cubretodo, guantes de algodón, guantes de hule, cubrezapatos de hule, botines, cubrepelo y capucha de tela.

**Nota d:** Un doble conjunto de ropa Anti-C consiste de: un par de cubretodo, guantes de algodón, dos pares de guantes de hule, un par de cubrezapatos de hule, botines, cubrepelo y capucha de tela.

**Nota e:** Trabajo ligero. Actividad de poca duración (menor que una hora) que no requiere un esfuerzo físico demandante.

**Nota f:** Trabajo pesado. Actividad de larga duración (mayor o igual que una hora) que requiere un esfuerzo físico demandante.

**APENDICE C (INFORMATIVO)****EJEMPLOS DE ESTIMACIONES DEL EQUIVALENTE DE DOSIS EFECTIVA, CON Y SIN EQUIPO DE PROTECCION RESPIRATORIA**

En los siguientes ejemplos se utilizarán los acrónimos:

- cpr: Con protección respiratoria.  
 spr: Sin protección respiratoria.  
 HE,50: Equivalente de Dosis Efectiva Comprometida (Interna).  
 H: Equivalente de Dosis (Externa).  
 HE: Equivalente de Dosis Efectiva.  
 CDA: Concentración Derivada en Aire.  
 FP: Factor de Protección.

El equivalente de dosis efectiva comprometida, utilizando equipo de protección respiratoria, se estima de la siguiente forma:

$$HE,50_{cpr} = (HE,50_{spr} / FP)$$

1 CDA-h equivale a 25  $\mu$ Sv, calculado de acuerdo con lo establecido en la NOM-005-NUCL-1994 Límites anuales de incorporación (LAI) y concentraciones derivadas en aire (CDA) de radionúclidos para el personal ocupacionalmente expuesto.

El Factor de ineficiencia es un porcentaje suplementario sobre el tiempo estimado inicialmente, debido al uso de equipo de protección respiratoria.

**Ejemplo 1. Alta tasa de dosis externa y alta concentración suspendida en aire**

Se estima que la contaminación suspendida en aire promedio en un área de trabajo es de 30 veces la CDA para la mezcla de radionúclidos presentes basado en datos históricos. La razón de equivalente de dosis efectiva en el área de trabajo es de 2mSv/h y se ha proyectado que el trabajo dure una hora.

**1.1 Evaluación sin equipo de protección respiratoria:**

$$H_{spr} = (2 \text{ mSv/h}) \cdot (1 \text{ h}) = 2 \text{ mSv}$$

$$HE,50_{spr} = (30 \text{ CDA}) \cdot (1 \text{ h}) \cdot [(25 \mu\text{Sv}) / (\text{CDA-h})] = 750 \mu\text{Sv}$$

$$HE_{spr} = 2 \text{ mSv} + 0.75 \text{ mSv} = 2.75 \text{ mSv}$$

**1.2 Evaluación con equipo de protección respiratoria:**

Con equipo de protección respiratoria de mascarilla (FP = 100), usando el factor de ineficiencia de 15%.

$$H_{cpr} = (2 \text{ mSv/h}) \cdot (1.15 \text{ h}) = 2.3 \text{ mSv}$$

$$HE,50_{cpr} = [(30 \text{ CDA}) / (100)] \cdot (1.15 \text{ h}) \cdot [(25 \mu\text{Sv}) / (\text{CDA-h})] = 8.625 \mu\text{Sv}$$

$$HE_{cpr} = 2.3 \text{ mSv} + 0.0086 \text{ mSv} = 2.3086 \text{ mSv}$$

La diferencia positiva  $HE_{spr} - HE_{cpr} = 2.75 \text{ mSv} - 2.3086 \text{ mSv} = 0.441 \text{ mSv}$  indica que existe ahorro de dosis por lo que se debe usar equipo de protección respiratoria.

**Ejemplo 2. Alta tasa de dosis externa y baja concentración suspendida en aire**

Se estima que la concentración suspendida en aire promedio en un área de trabajo es de 2 veces la CDA para la mezcla de radionúclidos presentes basado en datos históricos. La razón de equivalente de dosis efectiva en el área de trabajo es de 1.8 mSv/h y se ha proyectado que el trabajo dure 4 horas.

**2.1 Evaluación sin equipo de protección respiratoria:**

$$H_{spr} = (1.8 \text{ mSv/h}) \cdot (4 \text{ h}) = 7.2 \text{ mSv}$$

$$HE,50_{spr} = (2 \text{ CDA}) \cdot (4 \text{ h}) \cdot [(25 \mu\text{Sv}) / (\text{CDA-h})] = 0.2 \text{ mSv}$$

$$HE_{spr} = 7.2 \text{ mSv} + 0.2 \text{ mSv} = 7.4 \text{ mSv}$$

**2.2 Evaluación con equipo de protección respiratoria:**

Con equipo de protección respiratoria de mascarilla (FP = 100), usando el factor de ineficiencia de 15%.

$$H_{cpr} = (1.8 \text{ mSv/h}) \cdot (4.6 \text{ h}) = 8.28 \text{ mSv}$$

$$HE_{50, cpr} = [(2 \text{ CDA}) / (100)] \cdot (4.6 \text{ h}) \cdot [(25 \text{ } \mu\text{Sv}) / (\text{CDA-h})] = 2.3 \text{ } \mu\text{Sv}$$

$$HE_{cpr} = 8.28 \text{ mSv} + 0.0023 \text{ mSv} = 8.2823 \text{ mSv}$$

La diferencia negativa  $HE_{spr} - HE_{cpr} = 7.4 \text{ mSv} - 8.28 \text{ mSv} = -0.88 \text{ mSv}$  indica que no hay ahorro de dosis por lo que no es necesario usar equipo de protección respiratoria.

**Ejemplo 3. Baja tasa de dosis externa y alta concentración suspendida en aire**

Se estima que la concentración suspendida en aire promedio en un área de trabajo es de 20 veces la CDA para la mezcla de radionúclidos presentes basado en datos históricos. La razón de equivalente de dosis efectiva en el área de trabajo es de 30  $\mu\text{Sv/h}$  y se ha proyectado que el trabajo dure 2 horas.

**3.1 Evaluación sin equipo de protección respiratoria:**

$$H_{spr} = (30 \text{ } \mu\text{Sv/h}) \cdot (2 \text{ h}) = 60 \text{ } \mu\text{Sv}$$

$$HE_{50, spr} = (20 \text{ CDA}) \cdot (2 \text{ h}) \cdot [(25 \text{ } \mu\text{Sv}) / (\text{CDA-h})] = 1 \text{ mSv}$$

$$HE_{spr} = 0.06 \text{ mSv} + 1 \text{ mSv} = 1.06 \text{ mSv}$$

**3.2 Evaluación con equipo de protección respiratoria:**

Con equipo de protección respiratoria de mascarilla (FP = 100), usando un factor de ineficiencia de 15%.

$$H_{cpr} = (30 \text{ } \mu\text{Sv/h}) \cdot (2.3 \text{ h}) = 0.069 \text{ mSv}$$

$$HE_{50, cpr} = [(20 \text{ CDA}) / (100)] \cdot (2.3 \text{ h}) \cdot [(25 \text{ } \mu\text{Sv}) / (\text{CDA-h})] = 11.5 \text{ } \mu\text{Sv}$$

$$HE_{cpr} = 0.069 \text{ mSv} + 0.0115 \text{ mSv} = 0.0805 \text{ mSv}$$

La diferencia positiva  $HE_{spr} - HE_{cpr} = 1.06 \text{ mSv} - 0.0805 \text{ mSv} = 0.979 \text{ mSv}$  indica que existe ahorro de dosis por lo que se debe usar equipo de protección respiratoria.

**Ejemplo 4. Baja tasa de dosis externa y baja concentración suspendida en aire**

Se estima que la concentración suspendida en aire promedio en un área de trabajo es de 2 veces la CDA para la mezcla de radionúclidos presentes basado en datos históricos. La razón de equivalente de dosis efectiva en el área de trabajo es de 100  $\mu\text{Sv/h}$  y se ha proyectado que el trabajo dure 2 horas.

**4.1 Evaluación sin equipo de protección respiratoria:**

$$H_{spr} = (100 \text{ } \mu\text{Sv/h}) \cdot (2 \text{ h}) = 200 \text{ } \mu\text{Sv}$$

$$HE_{50, spr} = (2 \text{ CDA}) \cdot (2 \text{ h}) \cdot [(25 \text{ } \mu\text{Sv}) / (\text{CDA-h})] = 100 \text{ } \mu\text{Sv}$$

$$HE_{spr} = 200 \text{ } \mu\text{Sv} + 100 \text{ } \mu\text{Sv} = 300 \text{ } \mu\text{Sv}$$

**4.2 Evaluación con equipo de protección respiratoria:**

Con equipo de protección respiratoria de mascarilla (FP = 100), usando un factor de ineficiencia de 15%.

$$H_{cpr} = (100 \text{ } \mu\text{Sv/h}) \cdot (2.3 \text{ h}) = 230 \text{ } \mu\text{Sv}$$

$$HE_{50, cpr} = [(2 \text{ CDA}) / (100)] \cdot (2.3 \text{ h}) \cdot [(25 \text{ } \mu\text{Sv}) / (\text{CDA-h})] = 1.15 \text{ } \mu\text{Sv}$$

$$HE_{cpr} = 230 \text{ } \mu\text{Sv} + 1.15 \text{ } \mu\text{Sv} = 231.15 \text{ } \mu\text{Sv}$$

La diferencia positiva  $HE_{spr} - HE_{cpr} = 300 \text{ } \mu\text{Sv} - 231.15 \text{ } \mu\text{Sv} = 68.85 \text{ } \mu\text{Sv}$  indica que existe ahorro de dosis por lo que se debe usar equipo de protección respiratoria.

**7. Concordancia con normas internacionales y normas mexicanas**

Esta norma no concuerda con ninguna norma internacional ni mexicana, por no existir referencia alguna al momento de su elaboración.

## 8. Bibliografía

- 8.1 México. Leyes, etc. 1988. Reglamento General de Seguridad Radiológica. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 22 de noviembre de 1988.
- 8.2 Organismo Internacional de Energía Atómica. 1970. Monitoring of Radioactive Contamination on Surfaces. Vienna, OIEA. 33p. (OIEA. Technical Reports Series No. 120).
- 8.3 Organismo Internacional de Energía Atómica. 1973. Safe Handling of Radionuclides. Vienna, OIEA. 91p. (OIEA. Safety Series No. 1).
- 8.4 Organismo Internacional de Energía Atómica. 1979. Manual on Decontamination of Surfaces. Vienna, OIEA. 44p. (OIEA. Safety Series No. 48).
- 8.5 DOE-STD-1098-2008. Radiological Control. October 2008. U.S. Department of Energy. Washington, D.C. 20585.
- 8.6 United States of America. Code of Federal Regulations. Title 10 part 835. Occupational Radiation Protection. Subpart E - Monitoring in the work place. Appendix D to part 835 - Surface radioactivity values.
- 8.7 Norma Oficial Mexicana NOM-008-SCFI-2002, Sistema General de Unidades de Medida, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 27 de noviembre de 2002.
- 8.8 Nuclear Regulatory Commission, NUREG/CR-0041 Rev. 1. Manual of Respiratory Protection Against Airborne radioactive Material. 2000.

## 9. Evaluación de la conformidad

- 9.1 La evaluación de la conformidad de la presente Norma Oficial Mexicana se realizará por parte de la Secretaría de Energía a través de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias y/o por las personas acreditadas y aprobadas en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento.
- 9.2 La evaluación de la conformidad se llevará a cabo por medio de verificaciones visuales y documentales, mediciones y entrevistas, para constatar que se cumplen los requisitos establecidos en la presente Norma.
  - 9.2.1 Se efectuará una revisión documental de los registros para determinar si las actividades que se realizan con material radiactivo se planifican, para minimizar la contaminación.
  - 9.2.2 Se deberá verificar el proceso que sigue el permisionario para determinar la posible contaminación radiactiva en las zonas de trabajo.
  - 9.2.3 Se deberá verificar que el permisionario mantiene el control correspondiente de la contaminación, según corresponda, en: zonas contaminadas, zonas con alta contaminación y zonas con contaminación suspendida en aire, equipos y personal, de conformidad con lo establecido en la presente Norma.
  - 9.2.4 Se deberá verificar documental y visualmente que las zonas se encuentran debidamente clasificadas y señalizadas de acuerdo con lo establecido en la presente Norma.
  - 9.2.5 Se deberá verificar visual y documentalmente que se realizan y mantienen los registros indicados en la presente Norma.

## 10. Observancia

Esta Norma es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional, y corresponde a la Secretaría de Energía, por conducto de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, la vigilancia de su cumplimiento.

## 11. Vigencia

La presente Norma Oficial Mexicana modifica y sustituye a la NOM-008-NUCL-2003, Control de la contaminación radiactiva, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 29 de diciembre de 2003, y entrará en vigor a los sesenta días naturales contados a partir del día siguiente de que sea publicada como Norma Oficial Mexicana en el Diario Oficial de la Federación.

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, D.F., a 14 de julio de 2011.- El Director General de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, **Juan Eibenschutz Hartman**.- Rúbrica.

**NORMA Oficial Mexicana NOM-026-NUCL-2011, Vigilancia médica del personal ocupacionalmente expuesto a radiaciones ionizantes.**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Energía.- Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-026-NUCL-2011, VIGILANCIA MEDICA DEL PERSONAL OCUPACIONALMENTE EXPUESTO A RADIACIONES IONIZANTES.

La Secretaría de Energía, por conducto de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, con fundamento en los artículos 17 y 33 fracción XIII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1, 4, 18 fracción III y 50 fracciones I y XI de la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear; 1, 38 fracciones II y III, 40 fracciones I y VII, 41 y 47 fracción IV de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 28 y 34 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 1, 2, 3, 4 y 148 fracción XII del Reglamento General de Seguridad Radiológica; 3 fracción VI inciso b), 33, 34 fracciones XVI, XIX, XXII y XXIV, 37 y 39 fracción I del Reglamento Interior de la Secretaría de Energía, y

**CONSIDERANDO**

**Primero.** Que con fecha 11 de enero de 2011, el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, publicó en el Diario Oficial de la Federación el Proyecto de modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-026-NUCL-1999, Vigilancia médica del personal ocupacionalmente expuesto a radiaciones ionizantes, que se le denominó "PROY-NOM-026-NUCL-2010, Vigilancia médica del personal ocupacionalmente expuesto a radiaciones ionizantes", a efecto de recibir comentarios de los interesados.

**Segundo.** Que transcurrido el plazo de 60 días a que se refiere el artículo 47 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización para recibir los comentarios mencionados en el considerando anterior, el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad Nuclear y Salvaguardias analizó los comentarios recibidos y, en los casos que estimó procedente, realizó las modificaciones al proyecto en cita.

**Tercero.** Que con fecha 31 de agosto de 2011, se publicaron en el Diario Oficial de la Federación las respuestas a los comentarios antes referidos, en cumplimiento a lo previsto por el artículo 47 fracción III de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

**Cuarto.** Que en atención a lo expuesto en los considerandos anteriores y toda vez que el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad Nuclear y Salvaguardias otorgó la aprobación respectiva, se expide la siguiente:

**NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-026-NUCL-2011, VIGILANCIA MEDICA DEL PERSONAL OCUPACIONALMENTE EXPUESTO A RADIACIONES IONIZANTES****PREFACIO**

En la elaboración de la presente Norma Oficial Mexicana participaron representantes de las siguientes dependencias, instituciones, asociaciones y empresas:

**SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES**

- Dirección General Autotransporte Federal.

**SECRETARIA DE ENERGIA**

- Unidad de Asuntos Jurídicos / Dirección de Estudios y Consultas.
- Dirección General de Distribución y Abastecimiento de Energía Eléctrica y Recursos Nucleares.

**SECRETARIA DE GOBERNACION**

- Dirección General de Protección Civil.

**SECRETARIA DEL TRABAJO Y PREVISION SOCIAL**

- Dirección General de Seguridad y Salud en el Trabajo.

**COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD**

- Gerencia de Centrales Nucleoeléctricas.

**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELECTRICAS**

INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES RESPIRATORIAS "ISMAEL COSIO VILLEGAS"  
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES  
INSTITUTO DE SEGURIDAD Y SERVICIOS SOCIALES DE LOS TRABAJADORES DEL ESTADO  
- Hospital Regional Adolfo López Mateos.  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
- Instituto de Ciencias Nucleares.  
ASOCIACION MEXICANA DE FISICA MEDICA, A.C.  
ASOCIACION NACIONAL DE UNIVERSIDADES E INSTITUCIONES DE EDUCACION SUPERIOR  
COLEGIO DE MEDICINA NUCLEAR DE MEXICO, A.C.  
CONTROL DE RADIACIONES E INGENIERIA, S.A. DE C.V.  
HOSPITAL MEDICA SUR  
SOCIEDAD MEXICANA DE RADIOTERAPEUTAS, A.C.  
SOCIEDAD MEXICANA DE MEDICINA NUCLEAR, A.C.  
SOCIEDAD MEXICANA DE SEGURIDAD RADIOLOGICA, A.C.  
RADIACION APLICADA A LA INDUSTRIA, S.A. DE C.V.

#### INDICE

0. Introducción
1. Objetivo
2. Campo de aplicación
3. Definiciones
4. Requisitos generales
5. Requisitos relacionados con la aptitud
- Apéndice A (Normativo)      Ficha de registro para candidatos y personal ocupacionalmente expuesto
- Apéndice B (Normativo)      Examen médico para el candidato a personal ocupacionalmente expuesto
- Apéndice C (Normativo)      Examen periódico
- Apéndice D (Normativo)      Certificado médico
6. Bibliografía
7. Concordancia con normas internacionales y normas mexicanas
8. Evaluación de la conformidad
9. Observancia
10. Vigencia

#### 0. Introducción

El personal ocupacionalmente expuesto tiene el derecho a una protección y vigilancia médica eficaz en materia de seguridad radiológica y salud en el trabajo, en función de los riesgos inherentes a la exposición ocupacional a la radiación ionizante.

En el caso particular de las radiaciones ionizantes, es indispensable conocer el estado inicial de salud del personal ocupacionalmente expuesto, y comprobar periódicamente que no existen variaciones en su estado de salud atribuibles a la exposición ocupacional.

Además, es importante determinar la aptitud del personal ocupacionalmente expuesto para realizar las actividades inherentes a sus funciones.

## 1. Objetivo

Esta Norma establece el contenido y periodicidad de los exámenes médicos que deben ser practicados al personal ocupacionalmente expuesto, a fin de que el personal médico cuente con los elementos para evaluar su estado de salud; asimismo, establece los requisitos para el registro de la vigilancia médica.

## 2. Campo de aplicación

Esta Norma es de aplicación para la vigilancia médica del personal ocupacionalmente expuesto a radiaciones ionizantes y los candidatos a serlo, lo cual es responsabilidad del permisionario.

Esta Norma no es de aplicación para la vigilancia médica debida a exposiciones planeadas o por accidente.

## 3. Definiciones

Para efectos de la presente Norma se entiende por:

**3.1 Aptitud:** Capacidad y disposición del personal ocupacionalmente expuesto, desde el punto de vista físico y de salud, para realizar las actividades inherentes a sus funciones.

**3.2 Personal Ocupacionalmente Expuesto (POE):** Aquel que en ejercicio y con motivo de su ocupación está expuesto a radiaciones ionizantes o a la incorporación de material radiactivo. Quedan excluidos los trabajadores que ocasionalmente en el curso de su trabajo puedan estar expuestos a este tipo de radiación, siempre que el equivalente de dosis efectiva anual que reciban no exceda el límite establecido para el público en el Reglamento General de Seguridad Radiológica.

**3.3 Vigilancia Médica:** Supervisión médica cuya finalidad es asegurar la aptitud inicial y permanente del POE.

## 4. Requisitos generales

**4.1** La vigilancia médica del POE debe estar a cargo de un médico que tenga conocimientos y experiencia en medicina del trabajo y/o en los efectos biológicos de la radiación ionizante.

**4.2** La vigilancia médica del POE debe comprender los exámenes médicos previos a la contratación y los exámenes médicos periódicos.

**4.3** La frecuencia de los exámenes médicos para el POE debe ser anual, dicha frecuencia puede aumentar a juicio del médico que realice la vigilancia médica.

**4.4** Al candidato a POE se le debe: generar la ficha de registro; practicar el examen médico previo a la contratación, y emitir el certificado médico de acuerdo con lo establecido en los Apéndices A, B y D respectivamente.

**4.5** La vigilancia médica periódica del POE debe sujetarse a lo establecido en los Apéndices C y D, y en caso necesario hacer la actualización a la ficha de registro para candidatos y personal ocupacionalmente expuesto.

**4.6** El certificado médico que dictamina el estado de salud del POE, debe cumplir con lo establecido en el Apéndice D.

**4.7** El historial de la vigilancia médica, para cada POE, debe incluir lo establecido en los Apéndices A, B, C y D.

**4.8** Para cada persona que funja como POE deberá integrarse un expediente con la documentación referida en los numerales 4.2 y 4.7 de la presente norma, el cual deberá mantenerse por el permisionario hasta 30 años después del término de la relación laboral.

## 5. Requisitos relacionados con la aptitud

Para determinar que el candidato o POE realizarán sus actividades en forma segura, se debe:

**5.1** Identificar los aspectos físicos y de salud que puedan demeritar su aptitud;

**5.2** Evaluar su aptitud para el uso de equipos de protección respiratoria, cuando se requiera;

**5.3** Evaluar su aptitud para trabajar con fuentes abiertas en caso de que presente alguna enfermedad en la piel (eczema o psoriasis), y

**5.4** Evaluar su aptitud en caso de presentar síntomas de desorden psicológico.



**APENDICE B (Normativo)****EXAMEN MEDICO PARA EL CANDIDATO A PERSONAL OCUPACIONALMENTE EXPUESTO**

**B.1** El médico encargado de la vigilancia médica deberá detallar en un escrito libre lo siguiente:

**B.1.1** Un resumen de los resultados de los siguientes aspectos específicos:

<b>B.1.1.1</b>	Antecedentes familiares (AF).	
<b>B.1.1.2</b>	Antecedentes personales no patológicos (APNP):	- Vacunas que le han aplicado. - Serotipia (sífilis y hepatitis).
<b>B.1.1.3</b>	Antecedentes personales patológicos (APP):	- Infecciosas. - Alergias (manifestaciones y agentes causantes, si se conocen). - Accidentes y/o enfermedades de trabajo relevantes al trabajo que vaya a desempeñar. - Intervenciones quirúrgicas (fecha). - Otras
<b>B.1.1.4</b>	Signos vitales, interrogatorio y exploración por aparatos y sistemas:	- Talla. - Peso. - Tensión Arterial (TA). - Frecuencia Respiratoria (FR). - Temperatura – Pulso. - Aparato circulatorio. - Oftálmico, con especial atención en la agudeza visual lejana y cercana, y la cromática. - Cavidad oral y dentadura, hernias y organomegalias. - Otorrinolaringológico. - Aparato respiratorio. - Aparato cardiovascular. - Abdomen. - Aparato locomotor y capacidad mioarticular. - Sistema nervioso (sensibilidad, tacto, equilibrio, reflejos osteotendinosos, etc.). - Dermatológico. - Sistema genito – urinario.
<b>B.1.1.5</b>	Exámenes de laboratorio que comprendan:	<b>a) Grupo sanguíneo y RH</b> <b>Serie Roja</b> - Recuento de hematíes. - Cifra de hemoglobina. - Valor globular. - Valor hematócrito. - Alteraciones morfológicas de la serie roja. <b>Serie Blanca</b> - Recuento de leucocitos. - Fórmula leucocitaria. - Alteraciones morfológicas. - Presencia de formas jóvenes. <b>Serie Trombocitaria</b> - Recuento de plaquetas. <b>b) Pruebas Bioquímicas</b> - Urea. - Glucosa. - Acido úrico. - Creatinina.

**B.1.2** Normalidad psíquica.

**B.1.3** Agudeza de los sentidos y facilidad de expresión para poder transmitir de una forma rápida y precisa, comunicaciones habladas o escritas o cualquier señal, sea táctil, audible o visible.

**B.1.4** Normalidad física de las partes motoras, esenciales para desempeñar su actividad profesional con destreza de movimientos que permitan alcanzar rápidamente los accesos y ejecutar las funciones asignadas.

**B.2** Si el médico considera necesario practicar estudios complementarios, éstos se deben realizar con base en: puesto de trabajo, antecedentes de exposición a radiaciones ionizantes, edad y estado de salud del candidato.

---

Nombre, firma y cédula profesional del médico

**APENDICE C (Normativo)****EXAMEN PERIODICO**

**C.1** El médico encargado de la vigilancia médica deberá detallar en un escrito libre lo siguiente:

**C.1.1** Un resumen de los resultados de los siguientes aspectos específicos:

<p><b>C.1.1.1</b> Signos vitales, interrogatorio y exploración por aparatos y sistemas:</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Talla.</li> <li>- Peso.</li> <li>- Tensión Arterial (TA).</li> <li>- Frecuencia Respiratoria (FR).</li> <li>- Temperatura – Pulso.</li> <li>- Aparato circulatorio.</li> <li>- Oftálmico, con especial atención en la agudeza visual lejana y cercana, y la cromática.</li> <li>- Cavidad oral y dentadura, hernias y organomegalias.</li> <li>- Otorrinolaringológico.</li> <li>- Aparato respiratorio.</li> <li>- Aparato cardiovascular.</li> <li>- Abdomen.</li> <li>- Aparato locomotor y capacidad mioarticular.</li> <li>- Sistema nervioso (sensibilidad, tacto, equilibrio, reflejos osteotendinosos, etc.).</li> <li>- Dermatológico.</li> <li>- Sistema genito – urinario.</li> </ul>
<p><b>C.1.1.2</b> Exámenes de laboratorio que comprendan:</p>	<p><b>a) Grupo sanguíneo y RH</b></p> <p><b>Serie Roja</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Recuento de hematíes.</li> <li>- Cifra de hemoglobina.</li> <li>- Valor globular.</li> <li>- Valor hematócrito.</li> <li>- Alteraciones morfológicas de la serie roja.</li> </ul> <p><b>Serie Blanca</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Recuento de leucocitos.</li> <li>- Fórmula leucocitaria.</li> <li>- Alteraciones morfológicas.</li> <li>- Presencia de formas jóvenes.</li> </ul> <p><b>Serie Trombocitaria</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Recuento de plaquetas.</li> </ul> <p><b>b) Pruebas Bioquímicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Urea.</li> <li>- Glucosa.</li> <li>- Acido úrico.</li> <li>- Creatinina.</li> </ul>

**C.1.2** Una nota de actualización clínica.

**C.2** Si el médico considera necesario practicar estudios complementarios, éstos se deben realizar con base en: puesto de trabajo, antecedentes de exposición a radiaciones ionizantes, edad y estado de salud del POE.

**C.3** El Encargado de Seguridad Radiológica deberá detallar en un escrito libre lo siguiente:

**C.3.1** Historial dosimétrico del POE, describiendo la dosimetría externa, dosimetría interna, dosis anuales, dosis acumulada en su vida laboral, relación de sobre-exposiciones recibidas, relación de casos donde se hubiera superado niveles de intervención, análisis de posibles exposiciones recibidas como consecuencia de su trabajo o por motivos médicos, especificando en lo posible: causa, dosis recibida, zona expuesta y manifestaciones clínicas observadas. En caso de POE de instalaciones donde no se estableciera requisito de dosimetría, se deberán indicar las dosis anuales estimadas, y en su caso antecedentes de estudios diagnósticos o tratamientos con radiaciones ionizantes (en caso de conocer la dosis impartida, indicarla)

**C.3.2** Tipos de radiaciones a las que está actualmente expuesto, tipos de fuentes con las que trabaja actualmente e indicar el equivalente de dosis efectiva anual en mSv, un análisis del tipo de trabajo que ha estado realizando, riesgos a los que ha estado sometido como consecuencia del mismo.

---

Nombre, firma y cédula profesional del médico

---

Nombre y firma del Encargado de Seguridad Radiológica o del Representante Legal

**APENDICE D (Normativo)****CERTIFICADO MEDICO**

Espacio para el nombre del Servicio Médico o del Médico encargado de la vigilancia médica. Dirección completa y teléfono de contacto.		
Lugar:		Fecha:
Apellido paterno	Apellido materno	Nombre
Nombre:		
Se le ha realizado el examen médico:		
<input type="checkbox"/> De ingreso		
<input type="checkbox"/> Periódico		
<input type="checkbox"/> Especial		
<input type="checkbox"/> Otro examen (especificar):		
Quién es <input type="checkbox"/> / será <input type="checkbox"/> considerado personal ocupacionalmente expuesto a radiaciones ionizantes en la empresa o compañía:		
(Nombre o denominación social del titular de la licencia, autorización o permiso)		
Con base en la información clínica obtenida y al historial laboral disponible, se califica al interesado como clínicamente:		
<input type="checkbox"/> Apto		
<input type="checkbox"/> No apto		
<input type="checkbox"/> Apto en determinadas condiciones		
En los casos de "Apto en determinadas condiciones", indicar las condiciones específicas de conformidad con lo establecido en el numeral 5 de esta norma:		
Nombre del médico y cédula profesional		Firma del médico

## 6. Bibliografía

**6.1** México, Leyes, etc. 1988. Reglamento General de Seguridad Radiológica. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 22 de noviembre de 1988.

**6.2** Organismo Internacional de Energía Atómica. 1997. Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación. (OIEA Colección seguridad No. 115).

**6.3** Organismo Internacional de Energía Atómica. 2002. Radiation protection and radioactive waste management in the operation of nuclear power plants. (OIEA Safety Guide No. NS-G-2.7).

**6.4** Organismo Internacional de Energía Atómica. 2004. Protección Radiológica Ocupacional. (OIEA, Guía de Seguridad No. RS-G-1.1).

**6.5** Consejo de Seguridad Nuclear. España. 1998. Bases para la vigilancia médica de los trabajadores expuestos a las radiaciones ionizantes. Madrid, CSN, 31p. (CSN. Guía de seguridad No. 7.4 Rev. 2).

**6.6** Organismo Internacional de Energía Atómica. 1987. Radiation Protection in Occupational Health. Manual for Occupational Physicians. Viena. OIEA. 178 p. (OIEA Safety Series No. 83).

**6.7** NOM-012-STPS-1999, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se produzcan, usen, manejen, almacenen o transporten fuentes de radiaciones ionizantes, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 20 de diciembre de 1999.

**6.8** NOM-030-STPS-2009, Servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo – Funciones y actividades, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de diciembre de 2009.

**6.9** México, Leyes, etc. 1997. Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo, publicado en el Diario Oficial de la Federación, el 21 de enero de 1997.

**6.10** Ministerio de Sanidad y Consumo de España. Protocolos de Vigilancia Sanitaria Específica. Radiaciones Ionizantes. España.

**6.11** Autoridad Regulatoria Nuclear de la República de Argentina. Requerimientos de aptitud psicofísica para autorizaciones específicas. Norma AR 0.11.2 Rev. 2. República Argentina 2002.

**6.12** Autoridad Regulatoria Nuclear de la República de Argentina. Condiciones a ser verificadas por el médico examinador de acuerdo al profesiograma psicofísico de la función especificada. Guía AR-3. Rev. 0. República Argentina 2003.

**6.13** Science and Technology Facilities Council. Occupational health surveillance and health screening medicals. STFC Safety Code No. 24. United Kingdom. 2009.

## 7. Concordancia con normas internacionales y normas mexicanas

Esta Norma no concuerda con ninguna norma internacional ni mexicana, por no existir referencia alguna al momento de su elaboración.

## 8. Evaluación de la conformidad

**8.1** La evaluación de la conformidad de la presente Norma Oficial Mexicana se realizará por parte de la Secretaría de Energía a través de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias y/o por las personas acreditadas y aprobadas en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento.

**8.2** La evaluación de la conformidad incluirá lo siguiente:

**8.2.1** Revisión documental sobre la información que integran los expedientes de cada persona ocupacionalmente expuesta.

**8.2.2** Verificación de que el expediente de cada persona ocupacionalmente expuesta contiene: la ficha de registro, el examen médico previo a la contratación, los exámenes médicos periódicos, y los certificados médicos actualizados.

## 9. Observancia

La presente Norma es de observancia obligatoria en el territorio nacional, y corresponde a la Secretaría de Energía, por conducto de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias la vigilancia de su cumplimiento.

## 10. Vigencia

La presente Norma Oficial Mexicana modifica y sustituye a la NOM-026-NUCL-1999, Vigilancia médica del personal ocupacionalmente expuesto a radiaciones ionizantes, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de julio de 1999, y entrará en vigor a los sesenta días naturales contados a partir del día siguiente de que sea publicada como Norma Oficial Mexicana en el Diario Oficial de la Federación.

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, D.F., a 14 de julio de 2011.- El Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad Nuclear y Salvaguardias y Director General de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, **Juan Eibenschutz Hartman**.- Rúbrica.

**NORMA Oficial Mexicana NOM-031-NUCL-2011, Requisitos para el entrenamiento del personal ocupacionalmente expuesto a radiaciones ionizantes.**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Energía.- Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-031-NUCL-2011, REQUISITOS PARA EL ENTRENAMIENTO DEL PERSONAL OCUPACIONALMENTE EXPUESTO A RADIACIONES IONIZANTES.

La Secretaría de Energía, por conducto de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, con fundamento en los artículos 17 y 33 fracción XIII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1, 4, 18 fracción III, 27 y 50 fracciones I, XI y XV de la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear; 1, 38 fracciones II y III, 40 fracciones I, III y VII, 41 y 47 fracción IV de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 28 y 34 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 1, 2, 3, 4, 148 fracciones I y III, 150 fracción II, 151 fracción II, 152 fracción II, 154 fracción II, 156 fracción IV, 157 fracción II y 159 fracciones III y IV del Reglamento General de Seguridad Radiológica; 3 fracción VI inciso b), 33, 34 fracciones XVI, XIX, XXII y XXIV, 37 y 39 fracción I del Reglamento Interior de la Secretaría de Energía, y

**CONSIDERANDO**

**Primero.** Que con fecha 15 de febrero de 2011, el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, publicó en el Diario Oficial de la Federación el Proyecto de modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-031-NUCL-1999, Requerimientos para la calificación y entrenamiento del personal ocupacionalmente expuesto a radiaciones ionizantes, que se le denominó "PROY-NOM-031-NUCL-2010, Requisitos para el entrenamiento del personal ocupacionalmente expuesto a radiaciones ionizantes", a efecto de recibir comentarios de los interesados.

**Segundo.** Que transcurrido el plazo de 60 días a que se refiere el artículo 47 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización para recibir los comentarios mencionados en el considerando anterior, el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad Nuclear y Salvaguardias analizó los comentarios recibidos y, en los casos que estimó procedente, realizó las modificaciones al proyecto en cita.

**Tercero.** Que con fecha 31 de agosto de 2011, se publicaron en el Diario Oficial de la Federación las respuestas a los comentarios antes referidos, en cumplimiento a lo previsto por el artículo 47 fracción III de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

**Cuarto.** Que en atención a lo expuesto en los considerandos anteriores y toda vez que el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad Nuclear y Salvaguardias otorgó la aprobación respectiva, se expide la siguiente:

**NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-031-NUCL-2011, REQUISITOS PARA EL ENTRENAMIENTO DEL PERSONAL OCUPACIONALMENTE EXPUESTO A RADIACIONES IONIZANTES****PREFACIO**

En la elaboración de la presente Norma Oficial Mexicana participaron representantes de las siguientes dependencias, instituciones, asociaciones y empresas:

**SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES**

- Dirección General Autotransporte Federal.

**SECRETARIA DE ENERGIA**

- Unidad de Asuntos Jurídicos / Dirección de Estudios y Consultas.
- Dirección General de Distribución y Abastecimiento de Energía Eléctrica y Recursos Nucleares.

**SECRETARIA DE GOBERNACION**

- Dirección General de Protección Civil.

**SECRETARIA DE SALUD**

- Hospital Juárez de México.

**SECRETARIA DEL TRABAJO Y PREVISION SOCIAL**

- Dirección General de Seguridad y Salud en el Trabajo.

**COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD**

- Gerencia de Centrales Nucleoeléctricas.

**INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES RESPIRATORIAS "ISMAEL COSIO VILLEGAS"**

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES

INSTITUTO DE SEGURIDAD Y SERVICIOS SOCIALES DE LOS TRABAJADORES DEL ESTADO

- Hospital Regional Adolfo López Mateos.

UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA

- Unidad Xochimilco

ASOCIACION MEXICANA DE EMPRESAS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS, A.C.

ASOCIACION MEXICANA DE FISICA MEDICA, A.C.

SOCIEDAD MEXICANA DE MEDICINA NUCLEAR, A.C.

SOCIEDAD MEXICANA DE RADIOTERAPEUTAS, A.C.

SOCIEDAD MEXICANA DE SEGURIDAD RADIOLOGICA, A.C.

ADIESTRAMIENTO Y CAPACITACION NUCLEAR, S.A. DE C.V.

CAPACITACION AVANZADA, S.C.

CONTROL DE RADIACIONES E INGENIERIA, S.A. DE C.V.

HOSPITAL MEDICA SUR

MEDIDORES INDUSTRIALES Y MEDICOS, S.A. DE C.V.

RADIACIONES Y EQUIPOS DE MEXICO, S.A. DE C.V.

RADIACION APLICADA A LA INDUSTRIA, S.A. DE C.V.

SERVICIOS INTEGRALES PARA LA RADIACION, S.A. DE C.V.

SERVICIOS DE APLICACION INTEGRAL, S.A. DE C.V.

TUBOS Y ACEROS DE MEXICO, S.A. DE C.V.

## INDICE

0. Introducción

1. Objetivo

2. Campo de aplicación

3. Definiciones

4. Requisitos generales

5. Entrenamiento inicial

6. Entrenamiento periódico

Apéndice A (Normativo) Curso avanzado de protección radiológica para el encargado de seguridad radiológica y el auxiliar del encargado de seguridad radiológica clases A y B

Apéndice B (Normativo) Curso de protección radiológica para el entrenamiento del encargado de seguridad radiológica clase C

Apéndice C (Normativo) Curso de protección radiológica para el personal ocupacionalmente expuesto en instalaciones radiactivas

Apéndice D (Normativo) Curso quinquenal en protección radiológica para el encargado de seguridad radiológica y el auxiliar del encargado de seguridad radiológica

Apéndice E (Normativo) Curso anual en protección radiológica para personal ocupacionalmente expuesto

7. Concordancia con normas internacionales y normas mexicanas

8. Bibliografía

9. Evaluación de la conformidad

10. Vigilancia

11. Transitorios

## 0. Introducción

Los titulares de una autorización, permiso o licencia para llevar a cabo actividades o prácticas con fuentes de radiación ionizante, tienen la responsabilidad de que su personal cumpla con el entrenamiento apropiado para realizarlas. Para ello, el encargado de seguridad radiológica (ESR), su auxiliar, y el personal ocupacionalmente expuesto, de acuerdo con sus responsabilidades y actividades, y considerando el tipo de instalación en la que prestan sus servicios, deben demostrar que cuentan con el entrenamiento correspondiente.

### 1. Objetivo

Establecer los requisitos de entrenamiento y su periodicidad, para el encargado de seguridad radiológica, auxiliar del encargado de seguridad radiológica y personal ocupacionalmente expuesto.

### 2. Campo de aplicación

Los requisitos de la presente norma se aplican, según corresponda, al encargado de seguridad radiológica, auxiliar del encargado de seguridad radiológica y personal ocupacionalmente expuesto. Queda excluido el personal ocupacionalmente expuesto que labore en las centrales nucleoelectricas y en los establecimientos de diagnóstico médico con rayos X, el cual estará sujeto a las disposiciones específicas establecidas en la normativa correspondiente.

### 3. Definiciones

**3.1 Entrenamiento inicial:** Proceso conformado por un conjunto de actividades mediante las cuales los candidatos a incorporarse como encargado de seguridad radiológica, auxiliar del encargado de seguridad radiológica, y personal ocupacionalmente expuesto, en una práctica o instalación licenciada o en proceso de licenciamiento, adquieren los conocimientos y habilidades específicas para llevar a cabo las funciones inherentes a dichos puestos, de conformidad con los procedimientos aplicables y siempre dentro de los lineamientos que regulan la protección de las personas y la seguridad de las fuentes.

**3.2 Entrenamiento periódico:** Proceso encaminado a garantizar que la aptitud del encargado de seguridad radiológica, auxiliar del encargado de seguridad radiológica, y el personal ocupacionalmente expuesto se mantenga, y se refuercen las competencias requeridas para el desempeño seguro de las funciones de su puesto, considerando actualizaciones en procedimientos, modificaciones en equipos e instalaciones, experiencia acumulada, e innovaciones tecnológicas.

**3.3 Comisión:** La Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias.

### 4. Requisitos generales

**4.1** El personal ocupacionalmente expuesto (POE), que labore o pretenda laborar en instalaciones radiactivas, actividades o prácticas reguladas por la Comisión, debe, mediante la documentación oficial respectiva, demostrar un nivel de escolaridad al menos de educación básica (secundaria).

**4.2** Los cursos de entrenamiento inicial y periódicos para el encargado de seguridad radiológica, auxiliar del encargado de seguridad radiológica y personal ocupacionalmente expuesto, referidos en las secciones 5 y 6 de esta norma, deben contar con el reconocimiento de la Comisión antes de su aplicación. Según sea el caso, deben incluir los temas y prácticas que se estipulan en los apéndices de la presente norma.

### 5. Entrenamiento inicial

**5.1** Encargado de seguridad radiológica y auxiliar del encargado de seguridad radiológica clases A y B

**5.1.1** Debe demostrar ante la Comisión, presentando la documentación apropiada, haber aprobado un curso avanzado de protección radiológica con una duración mínima de 144 horas, de las cuales se deben dedicar al menos 104 horas de teoría y 40 horas de práctica, que cubra los temas establecidos en el Apéndice A de esta norma.

**5.1.2** El egresado de este curso debe ser capaz de identificar y resolver satisfactoriamente los requisitos de protección radiológica en el diseño, la construcción, operación, modificación, cese de operaciones, desmantelamiento y cierre definitivo de una instalación radiactiva tipo I-A, I-B, II-A, o II-B.

**5.2** Encargado de seguridad radiológica clase C

**5.2.1** Debe demostrar ante la Comisión el entrenamiento suficiente sobre protección radiológica en el uso específico que se dé a las fuentes de radiación ionizante en la instalación donde fungirá como tal, presentando la documentación apropiada de dicho entrenamiento, o demostrar haber aprobado un curso de protección radiológica con una duración mínima de 80 horas, de las cuales se deben dedicar al menos 58 horas de teoría y 22 horas de práctica, que cubra los temas establecidos en el Apéndice B de esta norma.

**5.2.2** El egresado de este curso debe ser capaz de identificar y resolver satisfactoriamente los requisitos de protección radiológica en el diseño, la construcción, operación, modificación, cese de operaciones, desmantelamiento y cierre definitivo de una instalación radiactiva tipo I-C o II-C.

### **5.3 Personal ocupacionalmente expuesto**

#### **5.3.1 Debe demostrar ante la Comisión, presentando la documentación apropiada, haber aprobado:**

**5.3.1.1** Un curso sobre protección radiológica, con una duración mínima de 40 horas, de las cuales, se deben dedicar al menos 24 horas de teoría y 16 horas de práctica, que cubra los temas establecidos en las secciones C.2 y C.3 del Apéndice C de esta norma, y

**5.3.1.2** Un curso de entrenamiento en el manual de seguridad radiológica y en el plan de emergencia específicos de la instalación, cuya duración y contenido deben ser adecuados al nivel de riesgo de la práctica. Este curso debe ser impartido por el Encargado de Seguridad Radiológica.

**5.3.2** El egresado del curso sobre protección radiológica, referido en el numeral 5.3.1.1, debe ser capaz de demostrar el conocimiento de los conceptos de actividad; radiación ionizante y su interacción con la materia; principios de detección de la radiación; efectos biológicos; diferencia entre exposición a la radiación y contaminación; rutas de incorporación del material radiactivo en el ser humano; diferencia entre dosis absorbida y equivalente de dosis; sistema para limitación de dosis; factores de protección radiológica (tiempo, distancia y blindaje); el concepto ALARA; los límites de dosis reglamentarios; los niveles de referencia, y la reglamentación aplicable en protección radiológica.

**5.3.3** El egresado del curso de entrenamiento en el manual de seguridad radiológica y en el plan de emergencia, referido en el numeral 5.3.1.2 debe ser capaz de demostrar:

**5.3.3.1** Conocimiento y aplicación correcta de los procedimientos e instrucciones contenidas en el manual de seguridad radiológica y en el plan de emergencia de la instalación, así como en los procedimientos específicos de acuerdo con la complejidad de la instalación.

**5.3.3.2** Conocimiento de la instalación y aplicación correcta de los procedimientos para realizar las tareas asignadas relacionadas con el manejo, uso y operación de las fuentes de radiación ionizante y de los dispositivos generadores de la misma.

**5.3.3.3** Conocimiento y aplicación correcta de los procedimientos para: el manejo de los detectores de radiación ionizante; el uso y manejo de los dosímetros y alarmas sonoras; la conducta en zonas controladas o restringidas; la limitación de dosis; la respuesta a emergencias; el uso de ropa y equipo de protección; el monitoreo radiológico personal y de áreas de trabajo; la detección oportuna de situaciones anormales de operación; la respuesta inmediata a incidentes y/o accidentes y su notificación correspondiente a los responsables de la instalación; la reducción de la generación de desechos radiactivos; la detección de contaminación de personal y de áreas de trabajo, y el monitoreo de descargas al drenaje y emisiones al ambiente.

## **6. Entrenamiento periódico**

### **6.1 Encargado de seguridad radiológica y auxiliar del encargado de seguridad radiológica**

**6.1.1** Las personas autorizadas por la Comisión para laborar como ESR y auxiliar del encargado de seguridad radiológica, deben aprobar un curso de actualización cada 5 años, con una duración mínima de 40 horas, de acuerdo con lo establecido en el Apéndice D de esta norma.

**6.1.2** El curso referido en el numeral 6.1.1 anterior debe ser adecuado al nivel de riesgo de la práctica autorizada e incluir la revisión y análisis de la normativa aplicable en la materia, el intercambio de la experiencia obtenida durante la operación de la instalación y las situaciones anormales que se hayan presentado en otras instalaciones o prácticas similares.

**6.1.3** El egresado de este curso debe ser capaz de identificar y resolver satisfactoriamente los requisitos de protección radiológica, tomando en cuenta los cambios desarrollados en la normativa aplicable, los cambios efectuados en su instalación, las actualizaciones en el manual de seguridad radiológica, el plan de emergencia y los avances tecnológicos.

### **6.2 Personal ocupacionalmente expuesto**

**6.2.1** Las personas autorizadas por la Comisión para laborar como POE, deben demostrar haber aprobado un curso en protección radiológica de periodicidad anual, que cubra los temas propuestos en el Apéndice E de esta norma. La duración de este curso deberá ser adecuada al tipo y complejidad de la instalación específica.

**6.2.2** Este curso debe ser impartido por el encargado de seguridad radiológica de la instalación, y ser adecuado al nivel de riesgo de la práctica autorizada.

**6.2.3** El egresado de este curso debe ser capaz de demostrar la aplicación de los elementos necesarios para la ejecución apropiada de sus actividades, tomando en cuenta los cambios desarrollados en la normativa aplicable; los cambios efectuados en su instalación; las actualizaciones en el manual de seguridad radiológica; el plan de emergencia y los avances tecnológicos.

**APENDICE A (Normativo)****CURSO AVANZADO DE PROTECCION RADIOLOGICA PARA EL ENCARGADO DE SEGURIDAD RADIOLOGICA Y EL AUXILIAR DEL ENCARGADO DE SEGURIDAD RADIOLOGICA CLASES A Y B**

**A.1** La duración del curso debe ser de por lo menos 144 horas y comprenderá los siguientes temas:

**A.2** Teoría 104 horas totales.

**A.2.1** Teoría sobre temas genéricos (80 horas).

1. Antecedentes, funciones y atribuciones de la Comisión.
2. Repaso de los temas de matemáticas que se usarán en el curso.
3. Introducción a la física nuclear. Reacciones nucleares. Fisión nuclear.
4. Física de las radiaciones. Radiación ionizante. Radiactividad. Leyes del decaimiento radiactivo.
5. Fuentes de radiaciones ionizantes (naturales y artificiales).
6. Interacción de la radiación con la materia. Cálculo de blindajes.
7. Magnitudes y unidades utilizadas en Protección Radiológica.
8. Detección y medición de la radiación ionizante. Principios físicos. Sistemas para detección y medición electrónica. Espectrometría. Medición de la actividad. Análisis espectral. Tratamiento de datos experimentales. Estadística de conteo. Límite inferior de detección.
9. Efectos biológicos de la radiación ionizante. Factores de riesgo.
10. Exposición y contaminación (interna y externa).
11. Riesgos radiológicos asociados a las diferentes prácticas.
12. Dosimetría de la radiación ionizante. Dosimetría externa. Dosimetría personal. Dosimetría interna. Determinación de la contaminación interna. Estimaciones de dosis (interna y externa).
13. Protección Radiológica:
  - a) Conceptos Básicos. Bases biológicas. Sistema para limitación de dosis: justificación, optimización (concepto ALARA), limitación de dosis individuales y colectivas. Aplicación del sistema para limitación de dosis. Exposiciones normales y potenciales. Límites de dosis y criterios para su establecimiento. Niveles de referencia: niveles de registro, de investigación y de intervención. Acciones de protección y de mitigación.
  - b) Protección radiológica ocupacional. Término fuente. Clasificación de áreas. Control de la exposición y contaminación. Equipo y ropa de protección radiológica. Equipos y dispositivos para minimizar la exposición y contaminación. Técnicas y procesos de descontaminación. Descontaminación del personal.
  - c) Protección radiológica para el público. Limitación del vertimiento de efluentes. Estimación de dosis a la población.
14. Gestión de los desechos radiactivos producidos en la industria, medicina e investigación.
15. Reglamentación y normativa nacional, internacional y Normas Básicas de Seguridad y de Gestión de Desechos del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA).
16. Objetivo de los Informes de Seguridad Radiológica, del Programa de Seguridad Radiológica, del manual de seguridad radiológica y de las Memorias de Cálculo. Estructura, características y contenido.

17. Transporte de materiales radiactivos. Reglamento para el transporte seguro de material radiactivo.
18. Diferentes tipos de instalaciones radiactivas: fuentes de radiación ionizante comúnmente utilizadas y características del diseño de las instalaciones.
19. Emergencias. Accidente radiológico. Acciones de protección y mitigación.

**A.2.2** Temas teóricos para los diferentes tipos de instalaciones radiactivas (24 horas).

1. Clasificación.
2. Fuentes radiactivas comúnmente utilizadas.
3. Riesgos radiológicos asociados.
4. Análisis de riesgos.
5. Accidentes previsibles.
6. Estructura y contenido del análisis de riesgos.
7. Características y requisitos reglamentarios.
8. Diseño de blindajes.
9. Criterios generales de diseño, construcción, modificación y operación.

**A.3** Prácticas (40 horas).

1. Características y uso del equipo portátil de detección de radiación y contaminación radiactiva.
2. Verificación y calibración de los equipos detectores de radiación y contaminación radiactiva.
3. Sistemas de conteo. Determinación del límite inferior de detección. Determinación experimental de la eficiencia del equipo detector de radiación.
4. Espectrometría gamma. Analizadores multicanal. Cálculo de la actividad.
5. Blindajes.
6. Prescripción de equipo de protección radiológica y dosimetría personal.
7. Identificación de contaminantes. Procesos de descontaminación. Cálculo de factores de descontaminación.
8. Levantamiento de niveles de radiación y de contaminación. Clasificación de áreas y señalizaciones.
9. Prueba de fuga de fuentes selladas.
10. Preparación de un bulto para su transporte. Actividad, radioisótopos, índice de transporte, rapidez de exposición, contaminación, tipo de bulto, categoría.
11. Gestión de desechos. Segregación y clasificación.
12. Estimación de la liberación de material radiactivo y la dosis a la población y a los grupos críticos de la población.
13. Diseño de una instalación (incluyendo la elaboración del Informe de Seguridad Radiológica, memorias de cálculo y procedimientos). Al menos se deben considerar las siguientes instalaciones: acelerador lineal para uso médico, radiofarmacia y radiografía industrial.
14. Simulacros de accidentes. Al menos incluir contaminación de personal, áreas y equipo, rescate de una fuente sellada, haciendo énfasis en las medidas de acción y mitigación.

**A.4** Evaluación del curso.

**APENDICE B (Normativo)****CURSO DE PROTECCION RADIOLOGICA PARA EL ENTRENAMIENTO DEL ENCARGADO DE SEGURIDAD RADIOLOGICA CLASE C**

- B.1** La duración del curso debe ser de por lo menos 80 horas y comprenderá los siguientes temas:
- B.2** Teoría 58 horas totales.
- B.2.1** Teoría sobre temas genéricos (42 horas).
1. Antecedentes, funciones y atribuciones de la Comisión.
  2. Repaso de los temas de matemáticas que se usarán en el curso.
  3. Introducción a la física nuclear.
  4. Fuentes de radiación.
  5. Interacción de la radiación con la materia.
  6. Magnitudes y unidades utilizadas en protección radiológica.
  7. Detección y medición de la radiación.
  8. Efectos biológicos de la radiación.
  9. Irradiación y contaminación (interna y externa).
  10. Reglamentación y normativa nacional, internacional y normas básicas de seguridad del OIEA.
  11. Dosimetría de la radiación.
  12. Protección radiológica ocupacional.
  13. Protección radiológica para el público.
  14. Gestión de desechos radiactivos.
  15. Objetivo de los Informes de Seguridad Radiológica y del manual de seguridad radiológica.
  16. Riesgos radiológicos asociados a las diferentes prácticas.
  17. Transporte de materiales radiactivos.
  18. Diferentes tipos de instalaciones radiactivas.
  19. Emergencias radiológicas.
- B.2.2** Temas teóricos para los diferentes tipos de instalaciones radiactivas (16 horas).
1. Clasificación.
  2. Fuentes radiactivas comúnmente utilizadas.
  3. Riesgos radiológicos asociados.
  4. Análisis de riesgos.
  5. Accidentes previsibles.
  6. Estructura y contenido del análisis de riesgos.
  7. Características y requisitos reglamentarios.
  8. Diseño de blindajes.
  9. Criterios generales de diseño, construcción, modificación y operación.
- B.3** Prácticas (22 horas).
1. Características y uso de equipo portátil para detección de radiación y contaminación.
  2. Calibración y verificación de los equipos detectores de radiación y contaminación.
  3. Equipo de protección radiológica y dosimetría personal.
  4. Blindajes.
  5. Técnicas para descontaminación.
  6. Levantamiento de niveles de radiación y contaminación.
  7. Pruebas para fuga de fuentes selladas.
  8. Diseño de instalaciones radiactivas.
  9. Simulacros de accidentes. Al menos incluir contaminación de personal, áreas y equipo, rescate de una fuente sellada, haciendo énfasis en las medidas de acción y mitigación.
- B.4** Evaluación del curso.

**APENDICE C (Normativo)****CURSO DE PROTECCION RADIOLOGICA PARA EL PERSONAL OCUPACIONALMENTE EXPUESTO EN INSTALACIONES RADIATIVAS**

**C.1** La duración del curso debe ser de por lo menos 40 horas y comprenderá los siguientes temas:

**C.2** Teoría (24 horas).

1. Estructura atómica y nuclear.
2. Las radiaciones ionizantes. Origen y características.
3. Interacción de la radiación con la materia.
4. Magnitudes y unidades utilizadas en protección radiológica.
5. Exposición, contaminación y dosis interna y externa.
6. Detección y medición de la radiación ionizante. Dosimetría. Principios, instrumentos y medidas.
7. Efectos biológicos de la radiación ionizante.
8. Riesgos asociados con la exposición ocupacional. Límite de dosis. Consideraciones especiales de la exposición de la mujer en edad reproductiva y de los estudiantes.
9. Objetivo de la protección radiológica. Sistema para limitación de dosis. Concepto ALARA.
10. Control de la exposición y contaminación. Factores de protección radiológica (tiempo, distancia y blindaje). Equipo y ropa para protección radiológica.
11. Manejo de los desechos radiactivos.
12. Protección Radiológica Operacional en instalaciones radiactivas y en el transporte de materiales radiactivos.
13. Legislación y normativa que es importante que el personal ocupacionalmente expuesto conozca por tener implicaciones sobre el desarrollo de su trabajo en las instalaciones radiactivas.

**C.3** Prácticas (16 horas).

1. Uso de equipo detector de radiación. Verificación del funcionamiento.
2. Aplicación de los factores de protección radiológica (Tiempo, distancia y blindaje).
3. Uso de equipo y ropa para protección radiológica y respiratoria.
4. Detección, control de la contaminación y descontaminación de superficies.
5. Blindajes.
6. Monitoreo personal.
7. Búsqueda de fuentes.

**C.4** Evaluación del curso.

**APENDICE D (Normativo)****CURSO QUINQUENAL EN PROTECCION RADIOLOGICA PARA EL ENCARGADO DE SEGURIDAD RADIOLOGICA Y EL AUXILIAR DEL ENCARGADO DE SEGURIDAD RADIOLOGICA**

**D.1** La duración del curso debe ser de por lo menos 40 horas y comprenderá los siguientes temas:

1. Repaso y actualización de conceptos de Protección Radiológica.
2. Revisión y análisis de la normativa aplicable.
3. Análisis de accidentes radiológicos.
4. Discusión y estudio de casos sucedidos en las instalaciones de los participantes y en otras similares.
5. Simulacros de accidentes en instalaciones radiactivas.
6. Prácticas de laboratorio.
7. Evaluación del curso.

**APENDICE E (Normativo)****CURSO ANUAL EN PROTECCION RADIOLOGICA PARA PERSONAL OCUPACIONALMENTE EXPUESTO**

**E.1** La duración del curso dependerá del tipo y complejidad de la instalación y comprenderá los siguientes temas:

1. Repaso de conceptos básicos.
2. Revisión de la normativa aplicable.
3. Simulacros de accidentes en instalaciones radiactivas.
4. Estudio y aplicación de la versión vigente del manual de seguridad radiológica y plan de emergencia de la instalación específica.
5. Discusión de situaciones anómalas que se presentaron en la instalación.
6. Evaluación del curso.

**7. Concordancia con normas internacionales y normas mexicanas**

Esta Norma no concuerda con ninguna norma internacional ni mexicana, por no existir referencia alguna al momento de su elaboración.

**8. Bibliografía**

- 8.1** International Atomic Energy Agency. Recommendations for the Safe Use and Regulation of Radiation Sources in Industry, Medicine, Research and Teaching. Safety Series No. 102. Vienna, Austria, 1990.
- 8.2** International Atomic Energy Agency. Training in Radiation Protection and the Safe Use of Radiation Sources. Safety Report Series No 20. Vienna, Austria, 2001.
- 8.3** Organismo Internacional de Energía Atómica. Curso de Enseñanza de Postgrado sobre Protección Radiológica y Seguridad de las Fuentes de Radiación. Colección Cursos de Capacitación No. 18/s. Viena, Austria, 2003.

- 8.4** National Council on Radiation Protection and Measurements. Operational Radiation Safety Training. NCRP Report No. 134, 2000.
- 8.5** Ley Federal sobre Metrología y Normalización. Diario Oficial de la Federación, 1 de julio de 1992 y sus reformas.
- 8.6** Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización. Diario Oficial de la Federación, 14 de enero de 1999.

## **9. Evaluación de la conformidad**

- 9.1** La evaluación de la conformidad de la presente Norma Oficial Mexicana se realizará por parte de la Secretaría de Energía a través de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias y/o por las personas acreditadas y aprobadas en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento.
- 9.2** El procedimiento para la evaluación de la conformidad incluirá lo siguiente:
- 9.2.1** Materiales. Deberá efectuarse una revisión de los materiales didácticos utilizados para la realización de las etapas teóricas de cada curso. En lo que corresponde a las etapas prácticas, deberá verificarse que el material auxiliar (herramientas, maquetas, equipos y simuladores de instalaciones), es apropiado y su utilización sea adecuada. La verificación de materiales y equipos destinados para el entrenamiento, deberá efectuarse previamente a la realización de cada curso.
- 9.2.2** Proceso. Deberá presenciarse al menos una clase teórica y una práctica del curso a verificar, determinándose en esta forma, si dichas actividades son suficientes, congruentes y están apropiadamente conducidas.
- 9.2.3** Procedimiento de evaluación del aprovechamiento. Deberán verificarse visual y documentalmente las actividades de evaluación, en las etapas teóricas y prácticas del curso.

## **10. Vigilancia**

Esta Norma es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional, y corresponde a la Secretaría Energía, por conducto de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, la vigilancia de su cumplimiento.

## **11. Transitorios**

**PRIMERO.-** La presente Norma Oficial Mexicana modifica y sustituye a la NOM-031-NUCL-1999, Requerimientos para la calificación y entrenamiento del personal ocupacionalmente expuesto a radiaciones ionizantes, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de diciembre de 1999, y entrará en vigor a los sesenta días naturales de ser publicada como Norma Oficial Mexicana en el Diario Oficial de la Federación.

**SEGUNDO.-** Lo establecido en el numeral 6.1.1 de esta Norma entrará en vigor a los 270 días naturales después de la entrada en vigor de la presente norma. Lo anterior con la finalidad de que los permisionarios tomen las previsiones necesarias para cumplir con lo indicado en dicho numeral.

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, D.F., a 14 de julio de 2011.- El Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad Nuclear y Salvaguardias y Director General de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, **Juan Eibenschutz Hartman**.- Rúbrica.

**NORMA Oficial Mexicana NOM-039-NUCL-2011, Especificaciones para la exención de prácticas y fuentes adscritas a alguna práctica, que utilizan fuentes de radiación ionizante, de alguna o de todas las condiciones reguladoras.**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Energía.- Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-039-NUCL-2011, ESPECIFICACIONES PARA LA EXENCION DE PRACTICAS Y FUENTES ADSCRITAS A ALGUNA PRACTICA, QUE UTILIZAN FUENTES DE RADIACION IONIZANTE, DE ALGUNA O DE TODAS LAS CONDICIONES REGULADORAS.

La Secretaría de Energía, por conducto de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, con fundamento en los artículos 17 y 33 fracción XIII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1, 4, 18 fracción III, 21 y 50 fracciones I y XI de la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear; 1, 38 fracciones II y III, 40 fracciones I y XVII, 41 y 47 fracción IV de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 28 y 34 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 1, 2, 3, 4, 7 y 37 del Reglamento General de Seguridad Radiológica; 3 fracción VI inciso b), 33, 34 fracciones XVI, XIX, XXII y XXIV, 37 y 39 fracción I del Reglamento Interior de la Secretaría de Energía, y

**CONSIDERANDO**

**Primero.** Que con fecha 9 de febrero de 2011, el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, publicó en el Diario Oficial de la Federación el Proyecto de modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-039-NUCL-1999, Especificaciones para la exención de fuentes de radiación ionizante y de prácticas que las utilicen, que se le denominó "PROY-NOM-039-NUCL-2010, Especificaciones para la exención de prácticas o fuentes adscritas a alguna práctica, que utilizan fuentes de radiación ionizante, de alguna o de todas las condiciones reguladoras", a efecto de recibir comentarios de los interesados.

**Segundo.** Que transcurrido el plazo de 60 días a que se refiere el artículo 47 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización para recibir los comentarios mencionados en el considerando anterior, el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad Nuclear y Salvaguardias analizó los comentarios recibidos y, en los casos que estimó procedente, realizó las modificaciones al proyecto en cita.

**Tercero.** Que con fecha 31 de agosto de 2011, se publicaron en el Diario Oficial de la Federación las respuestas a los comentarios antes referidos, en cumplimiento a lo previsto por el artículo 47 fracción III de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

**Cuarto.** Que en atención a lo expuesto en los considerandos anteriores y toda vez que el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad Nuclear y Salvaguardias otorgó la aprobación respectiva, se expide la siguiente:

**NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-039-NUCL-2011, ESPECIFICACIONES PARA LA EXENCION DE PRACTICAS O FUENTES ADSCRITAS A ALGUNA PRACTICA, QUE UTILIZAN FUENTES DE RADIACION IONIZANTE, DE ALGUNA O DE TODAS LAS CONDICIONES REGULADORAS**

**PREFACIO**

En la elaboración de la presente Norma Oficial Mexicana participaron representantes de las siguientes dependencias, instituciones, asociaciones y empresas:

**SECRETARIA DE ENERGIA**

- Dirección General de Distribución y Abastecimiento de Energía Eléctrica y Recursos Nucleares.
- Unidad de Asuntos Jurídicos/Dirección de Estudios y Consultas.

**SECRETARIA DE GOBERNACION**

- Dirección General de Protección Civil.

**SECRETARIA DEL TRABAJO Y PREVISION SOCIAL**

- Dirección General de Seguridad y Salud en el Trabajo.

## COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

- Gerencia de Centrales Nucleoeléctricas.

## COMISION FEDERAL PARA LA PROTECCION CONTRA RIESGOS SANITARIOS

## INSTITUTO NACIONAL DE NUTRICION "SALVADOR ZUBIRAN"

## INSTITUTO DE SEGURIDAD Y SERVICIOS SOCIALES DE LOS TRABAJADORES DEL ESTADO

- Hospital Regional Adolfo López Mateos.

SOCIEDAD MEXICANA DE MEDICINA NUCLEAR, A.C.

SOCIEDAD MEXICANA DE RADIOTERAPEUTAS, A.C.

SOCIEDAD MEXICANA DE SEGURIDAD RADIOLOGICA, A.C.

ABC INSTRUMENTACION ANALITICA, S.A. DE C.V.

CONTROL DE RADIACIONES E INGENIERIA, S.A. DE C.V.

GARANTIA DE CALIDAD EN LA APLICACION DE RADIACIONES, A.C.

MEDIDORES INDUSTRIALES Y MEDICOS, S.A. DE C.V.

NUCLEAR INGENIERIA, S.A. DE C.V.

RADIACION APLICADA A LA INDUSTRIA, S.A. DE C.V.

SERVICIOS INTEGRALES PARA LA RADIACION, S.A. DE C.V.

**INDICE****0. Introducción****1. Objetivo****2. Campo de aplicación****3. Definiciones****4. Especificaciones para la exención**

Apéndice A (Normativo) Concentración de actividad y actividad exenta para cada radionúclido

Apéndice B (Normativo) Solicitud para exención condicional de productos de consumo

Apéndice C (Normativo) Información para solicitar la exención condicional de fuentes y de prácticas

**5. Concordancia con normas internacionales y normas mexicanas****6. Bibliografía****7. Evaluación de la conformidad****8. Observancia****9. Vigencia****0. Introducción**

En algunas prácticas que utilizan fuentes, existen situaciones en las cuales la cantidad de material radiactivo o el nivel de la radiación ionizante es tal que, los riesgos no representan un peligro para la población ni para el ambiente por lo que es innecesario e impráctico el establecer controles reguladores relacionados con la seguridad radiológica para esas fuentes. Por tal motivo, esta norma establece las condiciones por las cuales se exentarán las prácticas y fuentes de algunos o todos los controles reguladores establecidos por la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias.

## 1. Objetivo

Establecer las especificaciones para exentar prácticas y fuentes.

## 2. Campo de aplicación

Esta Norma aplica a prácticas y fuentes adscritas a prácticas que por sus características e intensidad puedan quedar exentas de todos o parte de los controles reguladores establecidos por la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias. Quedan fuera del alcance de esta norma los equipos generadores de radiación ionizante utilizados con fines de diagnóstico médico, el material radiactivo de origen natural y el transporte de material radiactivo.

## 3. Definiciones

Para efectos de la presente Norma se entiende por:

**3.1 Comisión:** La Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias.

**3.2 Exención:** Acto de autoridad mediante el cual la Comisión establece qué prácticas o fuentes no requieren sujetarse a algunos o todos los controles reguladores establecidos por la misma.

**3.3 Fuente:** Cualquier instalación, dispositivo o situación que pueda causar exposición a la radiación ya sea por la emisión de radiación ionizante o por la liberación de sustancias o materiales radiactivos.

**3.4 Práctica:** Cualquier actividad humana que introduce fuentes de exposición o vías de exposición adicionales o extiende la exposición a más personas o modifica el conjunto de vías de exposición debidas a las fuentes existentes, de forma que aumente la exposición o la probabilidad de exposición de personas o el número de las personas expuestas.

**3.5 Productos de consumo:** Artículo que contiene material radiactivo, fácilmente disponible en el mercado para cualquier miembro de la población sin que se imponga requisito alguno para su comercialización relativo a las fuentes de radiación que pueda contener, ejemplos de algunos de estos artículos son: los detectores de humo, las lámparas con material radiactivo, los cuadrantes luminosos y los tubos generadores de iones.

**3.6 Dispensa:** Acto mediante el cual la Comisión libera del control regulador a los residuos radiactivos, provenientes de prácticas autorizadas.

**3.7 Radionúclido:** Es un átomo cuyo núcleo es inestable debido a que su proporción de neutrones es mayor o menor al número de protones, por lo tanto, dicho núcleo al tender hacia el equilibrio emitirá radiación en forma de ondas o partículas.

## 4. Especificaciones para la exención

### 4.1 Criterios de exención

Para exentar una práctica o fuente se tienen que cumplir los siguientes criterios de exención en todas las situaciones que impliquen exposición al público:

**4.1.1** El equivalente de dosis efectiva para cualquier miembro del público debido a la práctica o fuente debe ser menor o igual a 10  $\mu$ Sv en un año, y

**4.1.2** El equivalente de dosis efectiva colectiva comprometida resultante de un año de realización de la práctica no supere 1 Sv-persona o que una evaluación de la optimización de la protección radiológica demuestre que la exención es la opción óptima.

### 4.2 Exención incondicional

**4.2.1** Cualquier fuente adscrita a una práctica que contenga material radiactivo y que cumpla con alguno de los siguientes criterios quedará exenta incondicionalmente:

**4.2.1.1** Las fuentes con un solo radionúclido y la actividad máxima en cualquier momento sea igual o menor al límite establecido en la columna 2 del Apéndice A para dicho radionúclido; o

**4.2.1.2** Las fuentes con un solo radionúclido y la concentración máxima en cualquier momento sea igual o menor al límite establecido en la columna 1 del Apéndice A para dicho radionúclido; o

**4.2.1.3** Las fuentes con varios radionúclidos que cumplan con alguna de las siguientes relaciones:

$$\sum_i \frac{A_i}{L_{Ai}} \leq 1 \text{ o } \sum_i \frac{C_i}{L_{Ci}} \leq 1$$

Donde  $A_i$  es la actividad y  $C_i$  la concentración de actividad para el radionúclido  $i$  según corresponda y  $L_{Ai}$  es el límite de actividad (columna 2) y  $L_{Ci}$  es el límite de concentración de actividad (columna 1), para el radionúclido  $i$ , tomado del Apéndice A.

En el análisis para demostrar el cumplimiento de alguno de los tres criterios anteriores no deben incluirse: los residuos dispensados, el material radiactivo contenido en los productos de consumo, ni las fuentes selladas o abiertas exentas condicionalmente que se encuentren en la instalación.

**4.2.2** En el caso de equipos generadores de radiación ionizante se considerarán exentos incondicionalmente a aquellos que cumplan con alguno de los siguientes criterios:

**4.2.2.1** En condiciones normales de operación no produzcan una rapidez de equivalente de dosis ambiental o una rapidez de equivalente de dosis direccional, según sea el caso, superior a  $1 \mu\text{Sv/h}$  a una distancia de 0.1 m medida desde cualquier superficie accesible del dispositivo; o bien

**4.2.2.2** La energía máxima de la radiación producida no sea superior a 5 keV.

**4.3** Exención de fuentes que utilicen residuos dispensados.

Las fuentes adscritas a prácticas que utilicen residuos radiactivos que hayan sido dispensados conforme a la normativa aplicable, estarán exentas del control regulador siempre y cuando se cumpla con las condiciones bajo las cuales se dispensaron.

**4.4** Exención Condicional

**4.4.1** Podrá obtenerse la autorización de exención condicional por parte de la Comisión y quedará bajo vigilancia de la misma, cualquier fuente adscrita a una práctica que no cumpla con los criterios de exención incondicional indicados en el numeral 4.2, pero que se demuestre a la Comisión que se cumple con los criterios de exención establecidos en el numeral 4.1 bajo las condiciones previstas de uso del material radiactivo tanto en condiciones normales como las que accidentalmente puedan presentarse.

**4.4.2** Podrán quedar exentos los productos de consumo que no cumplan con los criterios de exención incondicional indicados en el numeral 4.2 si, antes de su fabricación o importación, se obtiene la autorización correspondiente, previa demostración ante la Comisión del cumplimiento de los siguientes criterios:

**4.4.2.1** El producto de consumo presenta ventajas, que en relación con su riesgo potencial, justifican su utilización dentro del país;

**4.4.2.2** El material radiactivo se presenta como una fuente sellada;

**4.4.2.3** Bajo condiciones normales de operación, no cause una rapidez de equivalente de dosis ambiental o una rapidez de equivalente de dosis direccional, según el caso, superior a  $1 \mu\text{Sv/h}$  a una distancia de 0.1 m medida desde cualquier superficie accesible al producto de consumo; y

**4.4.2.4** Se han establecido previsiones para, en la medida de lo posible, lograr su recuperación una vez concluida su vida útil.

En el Apéndice B (Normativo) se establece el procedimiento y la información que se debe entregar a la Comisión para obtener la autorización de exención condicional de un producto de consumo.

**APENDICE A (NORMATIVO)**  
**CONCENTRACION DE ACTIVIDAD Y ACTIVIDAD EXENTA PARA CADA RADIONUCLIDO**

Tabla 1

RADIONUCLIDO	COLUMNA 1	COLUMNA 2	RADIONUCLIDO	COLUMNA 1	COLUMNA 2
	CONCENTRACION DE ACTIVIDAD (Bq/kg)	ACTIVIDAD (Bq)		CONCENTRACION DE ACTIVIDAD (Bq/kg)	ACTIVIDAD (Bq)
<sup>3</sup> H y Compuestos tritados	1 X 10 <sup>9</sup>	1 X 10 <sup>9</sup>	<sup>44m</sup> Sc	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
<sup>7</sup> B	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>	<sup>46</sup> Sc	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>10</sup> Be	1 X 10 <sup>7</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>	<sup>47</sup> Sc	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>11</sup> C	1 x 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>	<sup>48</sup> Sc	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
<sup>11</sup> C monóxido	1 x 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>9</sup>	<sup>49</sup> Sc	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
<sup>11</sup> C dióxido	1 x 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>9</sup>	<sup>44+</sup> Ti	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
<sup>14</sup> C	1 X 10 <sup>7</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>	<sup>45</sup> Ti	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>14</sup> C monóxido	1 X 10 <sup>12</sup>	1 X 10 <sup>11</sup>	<sup>47</sup> V	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
<sup>14</sup> C dióxido	1 X 10 <sup>10</sup>	1 X 10 <sup>11</sup>	<sup>48</sup> V	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
<sup>13</sup> N	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>9</sup>	<sup>49</sup> V	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
<sup>19</sup> Ne	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>9</sup>	<sup>48</sup> Cr	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>15</sup> O	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>9</sup>	<sup>49</sup> Cr	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>18</sup> F	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>	<sup>51</sup> Cr	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
<sup>22</sup> Na	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>	<sup>52</sup> Fe	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>24</sup> Na	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>	<sup>55</sup> Fe	1 X 10 <sup>7</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>28+</sup> Mg	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>	<sup>59</sup> Fe	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>26</sup> Al	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>	<sup>60+</sup> Fe	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
<sup>31</sup> Si	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>	<sup>51</sup> Mn	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
<sup>32</sup> Si	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>	<sup>52</sup> Mn	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
<sup>32</sup> P	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>	<sup>52m</sup> Mn	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
<sup>33</sup> P	1 X 10 <sup>8</sup>	1 X 10 <sup>8</sup>	<sup>53</sup> Mn	1 X 10 <sup>7</sup>	1 X 10 <sup>9</sup>
<sup>35</sup> S	1 X 10 <sup>8</sup>	1 X 10 <sup>8</sup>	<sup>54</sup> Mn	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>35</sup> S (vapor)	1 X 10 <sup>9</sup>	1 X 10 <sup>9</sup>	<sup>56</sup> Mn	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
<sup>36</sup> Cl	1 X 10 <sup>7</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>	<sup>55</sup> Co	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>38</sup> Cl	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>	<sup>56</sup> Co	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
<sup>39</sup> Cl	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>	<sup>57</sup> Co	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>37</sup> Ar	1 X 10 <sup>9</sup>	1 X 10 <sup>8</sup>	<sup>58</sup> Co	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>39</sup> Ar	1 X 10 <sup>10</sup>	1 X 10 <sup>4</sup>	<sup>58m</sup> Co	1 X 10 <sup>7</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
<sup>41</sup> Ar	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>9</sup>	<sup>60</sup> Co	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
<sup>40</sup> K	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>	<sup>60m</sup> Co	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>42</sup> K	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>	<sup>61</sup> Co	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>43</sup> K	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>	<sup>62m</sup> Co	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
<sup>44</sup> K	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>	<sup>56</sup> Ni	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>45</sup> K	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>	<sup>57</sup> Ni	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>41</sup> Ca	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>	<sup>59</sup> Ni	1 X 10 <sup>7</sup>	1 X 10 <sup>8</sup>
<sup>45</sup> Ca	1 X 10 <sup>7</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>	<sup>63</sup> Ni	1 X 10 <sup>8</sup>	1 X 10 <sup>8</sup>
<sup>47</sup> Ca	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>	<sup>65</sup> Ni	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>43</sup> Sc	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>	<sup>67</sup> Ni	1 X 10 <sup>7</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
<sup>44</sup> Sc	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>	<sup>60</sup> Cu	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
			<sup>61</sup> Cu	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>

RADIONUCLIDO	COLUMNA 1	COLUMNA 2
	CONCENTRACION DE ACTIVIDAD (Bq/kg)	ACTIVIDAD (Bq)
$^{64}\text{Cu}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{67}\text{Cu}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{62}\text{Zn}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{63}\text{Zn}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{65}\text{Zn}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{69}\text{Zn}$	$1 \times 10^7$	$1 \times 10^6$
$^{69\text{m}}\text{Zn}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{71\text{m}}\text{Zn}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{72}\text{Zn}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{66}\text{Ge}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{67}\text{Ge}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{68+}\text{Ge}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{69}\text{Ge}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{71}\text{Ge}$	$1 \times 10^7$	$1 \times 10^8$
$^{75}\text{Ge}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
$^{77}\text{Ge}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{78}\text{Ge}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{65}\text{Ga}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{66}\text{Ga}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{67}\text{Ga}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{68}\text{Ga}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{70}\text{Ga}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
$^{72}\text{Ga}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{73}\text{Ga}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{69}\text{As}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{70}\text{As}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{71}\text{As}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{72}\text{As}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{73}\text{As}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
$^{74}\text{As}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{76}\text{As}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^5$
$^{77}\text{As}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
$^{78}\text{As}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{70}\text{Se}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{73}\text{Se}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{73\text{m}}\text{Se}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{75}\text{Se}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{79}\text{Se}$	$1 \times 10^7$	$1 \times 10^7$
$^{81}\text{Se}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
$^{81\text{m}}\text{Se}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
$^{83}\text{Se}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{74}\text{Br}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$

RADIONUCLIDO	COLUMNA 1	COLUMNA 2
	CONCENTRACION DE ACTIVIDAD (Bq/kg)	ACTIVIDAD (Bq)
$^{74\text{m}}\text{Br}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{75}\text{Br}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{76}\text{Br}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{77}\text{Br}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{80}\text{Br}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^5$
$^{80\text{m}}\text{Br}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
$^{82}\text{Br}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{83}\text{Br}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
$^{84}\text{Br}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{74}\text{Kr}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^9$
$^{76}\text{Kr}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^9$
$^{77}\text{Kr}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^9$
$^{79}\text{Kr}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^5$
$^{81}\text{Kr}$	$1 \times 10^7$	$1 \times 10^7$
$^{81\text{m}}\text{Kr}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^{10}$
$^{83\text{m}}\text{Kr}$	$1 \times 10^8$	$1 \times 10^{12}$
$^{85}\text{Kr}$	$1 \times 10^8$	$1 \times 10^4$
$^{85\text{m}}\text{Kr}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^{10}$
$^{87}\text{Kr}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^9$
$^{88}\text{Kr}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^9$
$^{80}\text{Sr}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
$^{81}\text{Sr}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{82+}\text{Sr}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{83}\text{Sr}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^2$
$^{85}\text{Sr}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{85\text{m}}\text{Sr}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
$^{87\text{m}}\text{Sr}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{89}\text{Sr}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
$^{90+}\text{Sr}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^4$
$^{91}\text{Sr}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{92}\text{Sr}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{86}\text{Y}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{86\text{m}}\text{Y}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
$^{87+}\text{Y}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{88}\text{Y}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{90}\text{Y}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^5$
$^{90\text{m}}\text{Y}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{91}\text{Y}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
$^{91\text{m}}\text{Y}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{92}\text{Y}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^5$
$^{93}\text{Y}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^5$
$^{94}\text{Y}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$

RADIONUCLIDO	COLUMNA 1	COLUMNA 2
	CONCENTRACION DE ACTIVIDAD (Bq/kg)	ACTIVIDAD (Bq)
$^{95}\text{Y}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{79}\text{Rb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{81}\text{Rb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{81\text{m}}\text{Rb}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
$^{82\text{m}}\text{Rb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{83+}\text{Rb}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{84}\text{Rb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{86}\text{Rb}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^5$
$^{87}\text{Rb}$	$1 \times 10^7$	$1 \times 10^7$
$^{88}\text{Rb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{89}\text{Rb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{86}\text{Zr}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
$^{88}\text{Zr}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{89}\text{Zr}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{93+}\text{Zr}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
$^{95}\text{Zr}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{97+}\text{Zr}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{88}\text{Nb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{89}\text{Nb}$ (2.03 horas)	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{89}\text{Nb}$ (1.01 horas)	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{90}\text{Nb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{93\text{m}}\text{Nb}$	$1 \times 10^7$	$1 \times 10^7$
$^{94}\text{Nb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{95}\text{Nb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{95\text{m}}\text{Nb}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
$^{96}\text{Nb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{97}\text{Nb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{98}\text{Nb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{93}\text{Tc}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{93\text{m}}\text{Tc}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{94}\text{Tc}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{94\text{m}}\text{Tc}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{95}\text{Tc}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{95\text{m}+}\text{Tc}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{96}\text{Tc}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{96\text{m}}\text{Tc}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
$^{97}\text{Tc}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^8$
$^{97\text{m}}\text{Tc}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
$^{98}\text{Tc}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{99}\text{Tc}$	$1 \times 10^7$	$1 \times 10^7$
$^{99\text{m}}\text{Tc}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
$^{101}\text{Tc}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$

RADIONUCLIDO	COLUMNA 1	COLUMNA 2
	CONCENTRACION DE ACTIVIDAD (Bq/kg)	ACTIVIDAD (Bq)
$^{104}\text{Tc}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{90}\text{Mo}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{93}\text{Mo}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^8$
$^{93\text{m}}\text{Mo}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{99}\text{Mo}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{101}\text{Mo}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{94}\text{Ru}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{97}\text{Ru}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
$^{103}\text{Ru}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{105}\text{Ru}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{106+}\text{Ru}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^5$
$^{99}\text{Rh}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{99\text{m}}\text{Rh}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{100}\text{Rh}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{101}\text{Rh}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
$^{101\text{m}}\text{Rh}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{102}\text{Rh}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{102\text{m}}\text{Rh}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{103\text{m}}\text{Rh}$	$1 \times 10^7$	$1 \times 10^8$
$^{105}\text{Rh}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
$^{106\text{m}}\text{Rh}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{107}\text{Rh}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{100}\text{Pd}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
$^{101}\text{Pd}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{103}\text{Pd}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^8$
$^{107}\text{Pd}$	$1 \times 10^8$	$1 \times 10^8$
$^{109}\text{Pd}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
$^{104}\text{Cd}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
$^{107}\text{Cd}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
$^{109}\text{Cd}$	$1 \times 10^7$	$1 \times 10^6$
$^{113}\text{Cd}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
$^{113\text{m}}\text{Cd}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
$^{115}\text{Cd}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{115\text{m}}\text{Cd}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
$^{117}\text{Cd}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{117\text{m}}\text{Cd}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{102}\text{Ag}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{103}\text{Ag}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{104}\text{Ag}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{104\text{m}}\text{Ag}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{105}\text{Ag}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{106}\text{Ag}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$

RADIONUCLIDO	COLUMNA 1	COLUMNA 2
	CONCENTRACION DE ACTIVIDAD (Bq/kg)	ACTIVIDAD (Bq)
$^{106m}\text{Ag}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{108m+}\text{Ag}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{110m}\text{Ag}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{111}\text{Ag}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
$^{112}\text{Ag}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{115}\text{Ag}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{109}\text{In}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{110}\text{In}$ (4.9 horas)	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{110}\text{In}$ (69.1 minutos)	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{111}\text{In}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{112}\text{In}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{113m}\text{In}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{114}\text{In}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^5$
$^{114m}\text{In}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{115}\text{In}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^5$
$^{115m}\text{In}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{116m}\text{In}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{117}\text{In}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{117m}\text{In}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{119m}\text{In}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^5$
$^{110}\text{Sn}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
$^{111}\text{Sn}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{113}\text{Sn}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
$^{117m}\text{Sn}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{119m}\text{Sn}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
$^{121}\text{Sn}$	$1 \times 10^8$	$1 \times 10^7$
$^{121m+}\text{Sn}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
$^{123}\text{Sn}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
$^{123m}\text{Sn}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{125}\text{Sn}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^5$
$^{126+}\text{Sn}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{127}\text{Sn}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{128}\text{Sn}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{115}\text{Sb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{116}\text{Sb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{116m}\text{Sb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{117}\text{Sb}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
$^{118}\text{Sb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{119}\text{Sb}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
$^{120}\text{Sb}$ (5.76 días)	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{120}\text{Sb}$ (15.89 minutos)	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$

RADIONUCLIDO	COLUMNA 1	COLUMNA 2
	CONCENTRACION DE ACTIVIDAD (Bq/kg)	ACTIVIDAD (Bq)
$^{122}\text{Sb}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^4$
$^{124}\text{Sb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{124m}\text{Sb}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{125}\text{Sb}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{126}\text{Sb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{126m}\text{Sb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{127}\text{Sb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{128}\text{Sb}$ (9.01 horas)	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{128}\text{Sb}$ (10.4 minutos)	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{129}\text{Sb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{130}\text{Sb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{131}\text{Sb}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{120}\text{I}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{120m}\text{I}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{123}\text{I}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
$^{124}\text{I}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{125}\text{I}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
$^{126}\text{I}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{128}\text{I}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^5$
$^{129}\text{I}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^5$
$^{130}\text{I}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{131}\text{I}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{132}\text{I}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{132m}\text{I}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{133}\text{I}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{134}\text{I}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{135}\text{I}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{125}\text{Cs}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^4$
$^{127}\text{Cs}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^5$
$^{129}\text{Cs}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^5$
$^{130}\text{Cs}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{131}\text{Cs}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
$^{132}\text{Cs}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{134m}\text{Cs}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^5$
$^{134}\text{Cs}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^4$
$^{135m}\text{Cs}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{135}\text{Cs}$	$1 \times 10^7$	$1 \times 10^7$
$^{136}\text{Cs}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{137+}\text{Cs}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^4$
$^{138}\text{Cs}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^4$
$^{116}\text{Te}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
$^{121}\text{Te}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$

RADIONUCLIDO	COLUMNA 1	COLUMNA 2
	CONCENTRACION DE ACTIVIDAD (Bq/kg)	ACTIVIDAD (Bq)
121m <sub>Te</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
123 <sub>Te</sub>	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
123 <sub>Te</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
125m <sub>Te</sub>	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
127 <sub>Te</sub>	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
127m <sub>Te</sub>	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
129 <sub>Te</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
129m <sub>Te</sub>	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
131 <sub>Te</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
131m <sub>Te</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
132 <sub>Te</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
133 <sub>Te</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
133m <sub>Te</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
134 <sub>Te</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
120 <sub>Xe</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>9</sup>
121 <sub>Xe</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>9</sup>
122+ <sub>Xe</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>9</sup>
123 <sub>Xe</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>9</sup>
125 <sub>Xe</sub>	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>9</sup>
127 <sub>Xe</sub>	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
129m <sub>Xe</sub>	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>4</sup>
131m <sub>Xe</sub>	1 X 10 <sup>7</sup>	1 X 10 <sup>4</sup>
133m <sub>Xe</sub>	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>4</sup>
133 <sub>Xe</sub>	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>4</sup>
135 <sub>Xe</sub>	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>10</sup>
138 <sub>Xe</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>9</sup>
134 <sub>Ce</sub>	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
135 <sub>Ce</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>3</sup>
137 <sub>Ce</sub>	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
137m <sub>Ce</sub>	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>3</sup>
139 <sub>Ce</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
141 <sub>Ce</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
143 <sub>Ce</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
144+ <sub>Ce</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
126 <sub>Ba</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
128 <sub>Ba</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
131 <sub>Ba</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
131m <sub>Ba</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
133 <sub>Ba</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
133m <sub>Ba</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
135m <sub>Ba</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
137m <sub>Ba</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>

RADIONUCLIDO	COLUMNA 1	COLUMNA 2
	CONCENTRACION DE ACTIVIDAD (Bq/kg)	ACTIVIDAD (Bq)
139 <sub>Ba</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
140+ <sub>Ba</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
141 <sub>Ba</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
142 <sub>Ba</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
131 <sub>La</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
132 <sub>La</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
135 <sub>La</sub>	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
137 <sub>La</sub>	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
138 <sub>La</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
140 <sub>La</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
141 <sub>La</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
152 <sub>La</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
143 <sub>La</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
136 <sub>Pr</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
137 <sub>Pr</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
138m <sub>Pr</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
139 <sub>Pr</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
142 <sub>Pr</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
142m <sub>Pr</sub>	1 X 10 <sup>10</sup>	1 X 10 <sup>9</sup>
143 <sub>Pr</sub>	1 X 10 <sup>7</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
144 <sub>Pr</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
145 <sub>Pr</sub>	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
147 <sub>Pr</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
141 <sub>Pm</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
143 <sub>Pm</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
144 <sub>Pm</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
145 <sub>Pm</sub>	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
146 <sub>Pm</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
147 <sub>Pm</sub>	1 X 10 <sup>7</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
148 <sub>Pm</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
148m <sub>Pm</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
149 <sub>Pm</sub>	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
150 <sub>Pm</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
151 <sub>Pm</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
136 <sub>Nd</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
138 <sub>Nd</sub>	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
139 <sub>Nd</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
139m <sub>Nd</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
141 <sub>Nd</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
147 <sub>Nd</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
149 <sub>Nd</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
151 <sub>Nd</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>

RADIONUCLIDO	COLUMNA 1	COLUMNA 2
	CONCENTRACION DE ACTIVIDAD (Bq/kg)	ACTIVIDAD (Bq)
<sup>141</sup> Sm	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
<sup>141m</sup> Sm	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>142</sup> Sm	1 X 10 <sup>2</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
<sup>145</sup> Sm	1 X 10 <sup>2</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
<sup>146</sup> Sm	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
<sup>147</sup> Sm	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>4</sup>
<sup>151</sup> Sm	1 X 10 <sup>7</sup>	1 X 10 <sup>8</sup>
<sup>153</sup> Sm	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>155</sup> Sm	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>156</sup> Sm	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>145</sup> Eu	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>146</sup> Eu	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>147</sup> Eu	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>148</sup> Eu	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>149</sup> Eu	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
<sup>150</sup> Eu (34.2 años)	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>150</sup> Eu (12.6 horas)	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>152</sup> Eu	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>152m</sup> Eu	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>154</sup> Eu	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>155</sup> Eu	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
<sup>156</sup> Eu	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>157</sup> Eu	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>158</sup> Eu	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
<sup>145</sup> Gd	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
<sup>146+</sup> Gd	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>147</sup> Gd	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>148</sup> Gd	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>4</sup>
<sup>149</sup> Gd	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>151</sup> Gd	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
<sup>152</sup> Gd	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>4</sup>
<sup>153</sup> Gd	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
<sup>159</sup> Gd	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>147</sup> Tb	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>149</sup> Tb	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>150</sup> Tb	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>151</sup> Tb	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>153</sup> Tb	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
<sup>154</sup> Tb	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>155</sup> Tb	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
<sup>156</sup> Tb	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>156m</sup> Tb(24.4 horas)	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>

RADIONUCLIDO	COLUMNA 1	COLUMNA 2
	CONCENTRACION DE ACTIVIDAD (Bq/kg)	ACTIVIDAD (Bq)
<sup>156m</sup> Tb (5 horas)	1 X 10 <sup>7</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
<sup>157</sup> Tb	1 X 10 <sup>7</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
<sup>158</sup> Tb	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>160</sup> Tb	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>161</sup> Tb	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>155</sup> Dy	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>157</sup> Dy	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>159</sup> Dy	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
<sup>165</sup> Dy	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>166</sup> Dy	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>155</sup> Ho	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>157</sup> Ho	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>159</sup> Ho	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>161</sup> Ho	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
<sup>162</sup> Ho	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
<sup>162m</sup> Ho	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>164</sup> Ho	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>164m</sup> Ho	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
<sup>166</sup> Ho	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
<sup>166m</sup> Ho	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>167</sup> Ho	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>161</sup> Er	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>165</sup> Er	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
<sup>169</sup> Er	1 X 10 <sup>7</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
<sup>171</sup> Er	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>172</sup> Er	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>162</sup> Tm	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>166</sup> Tm	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>167</sup> Tm	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>170</sup> Tm	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>171</sup> Tm	1 X 10 <sup>7</sup>	1 X 10 <sup>8</sup>
<sup>172</sup> Tm	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>173</sup> Tm	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>175</sup> Tm	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>162</sup> Yb	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
<sup>166</sup> Yb	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
<sup>167</sup> Yb	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>169</sup> Yb	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
<sup>175</sup> Yb	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
<sup>177</sup> Yb	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>178</sup> Yb	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>169</sup> Lu	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>

RADIONUCLIDO	COLUMNA 1	COLUMNA 2
	CONCENTRACION DE ACTIVIDAD (Bq/kg)	ACTIVIDAD (Bq)
170 <sub>Lu</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
171 <sub>Lu</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
172 <sub>Lu</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
173 <sub>Lu</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
174 <sub>Lu</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
174m <sub>Lu</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
176 <sub>Lu</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
176m <sub>Lu</sub>	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
177 <sub>Lu</sub>	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
177m <sub>Lu</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
178 <sub>Lu</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
178m <sub>Lu</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
179 <sub>Lu</sub>	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
172 <sub>Ta</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
173 <sub>Ta</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
174 <sub>Ta</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
175 <sub>Ta</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
176 <sub>Ta</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
177 <sub>Ta</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
178 <sub>Ta</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
179 <sub>Ta</sub>	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
180 <sub>Ta</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
180m <sub>Ta</sub>	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
182 <sub>Ta</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>4</sup>
182m <sub>Ta</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
183 <sub>Ta</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
184 <sub>Ta</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
185 <sub>Ta</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
186 <sub>Ta</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
170 <sub>Hf</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
172+ <sub>Hf</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
173 <sub>Hf</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
175 <sub>Hf</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
177m <sub>Hf</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
178m <sub>Hf</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
179m <sub>Hf</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
180 <sub>Hf</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
181 <sub>Hf</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
182 <sub>Hf</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
182m <sub>Hf</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
183 <sub>Hf</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
184 <sub>Hf</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>

RADIONUCLIDO	COLUMNA 1	COLUMNA 2
	CONCENTRACION DE ACTIVIDAD (Bq/kg)	ACTIVIDAD (Bq)
176 <sub>W</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
177 <sub>W</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
178+ <sub>W</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
179 <sub>W</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
181 <sub>W</sub>	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
185 <sub>W</sub>	1 X 10 <sup>7</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
187 <sub>W</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
188+ <sub>W</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
177 <sub>Re</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
178 <sub>Re</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
181 <sub>Re</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
182 <sub>Re</sub> (64 horas)	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
182 <sub>Re</sub> (12.7 horas)	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
184 <sub>Re</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
184m <sub>Re</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
186 <sub>Re</sub>	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
186m <sub>Re</sub>	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
187 <sub>Re</sub>	1 X 10 <sup>9</sup>	1 X 10 <sup>9</sup>
188 <sub>Re</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
188m <sub>Re</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
189+ <sub>Re</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
180 <sub>Os</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
181 <sub>Os</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
182 <sub>Os</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
182 <sub>Os</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
189m <sub>Os</sub>	1 X 10 <sup>7</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
191 <sub>Os</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
191m <sub>Os</sub>	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
193 <sub>Os</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
194m+ <sub>Os</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
182 <sub>Ir</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
184 <sub>Ir</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
185 <sub>Ir</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
186 <sub>Ir</sub> (15.8 horas)	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
186 <sub>Ir</sub> (1.75 horas)	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
187 <sub>Ir</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
188 <sub>Ir</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
189+ <sub>Ir</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
190 <sub>Ir</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
190m <sub>Ir</sub> (3.1 horas)	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
190 <sub>Ir</sub> (1.2 horas)	1 X 10 <sup>7</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
192 <sub>Ir</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>4</sup>

RADIONUCLIDO	COLUMNA 1	COLUMNA 2
	CONCENTRACION DE ACTIVIDAD (Bq/kg)	ACTIVIDAD (Bq)
192m <sub>Ir</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
193m <sub>Ir</sub>	1 X 10 <sup>7</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
194 <sub>Ir</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
194m <sub>Ir</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
195 <sub>Ir</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
195m <sub>Ir</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
186 <sub>Pt</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
188+ <sub>Pt</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
189 <sub>Pt</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
191 <sub>Pt</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
193 <sub>Pt</sub>	1 X 10 <sup>7</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
193m <sub>Pt</sub>	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
195m <sub>Pt</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
197 <sub>Pt</sub>	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
197m <sub>Pt</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
199 <sub>Pt</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
200 <sub>Pt</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
193 <sub>Hg</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
193m <sub>Hg</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
194+ <sub>Hg</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
195 <sub>Hg</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
195m+ <sub>Hg</sub> (orgánico)	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
195m+ <sub>Hg</sub> (inorgánico)	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
197 <sub>Hg</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
197m <sub>Hg</sub> (orgánico)	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
197m <sub>Hg</sub> (inorgánico)	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
199m <sub>Hg</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
203 <sub>Hg</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
193 <sub>Au</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
194 <sub>Au</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>4</sup>
195 <sub>Au</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
198 <sub>Au</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
198m <sub>Au</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
199 <sub>Au</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
200 <sub>Au</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
200m <sub>Au</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
201 <sub>Au</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
194 <sub>Tl</sub>	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>4</sup>
194m <sub>Tl</sub>	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>4</sup>
195 <sub>Tl</sub>	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>4</sup>
197 <sub>Tl</sub>	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
198 <sub>Tl</sub>	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>4</sup>

RADIONUCLIDO	COLUMNA 1	COLUMNA 2
	CONCENTRACION DE ACTIVIDAD (Bq/kg)	ACTIVIDAD (Bq)
198m <sub>Tl</sub>	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>4</sup>
199 <sub>Tl</sub>	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
200 <sub>Tl</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
201 <sub>Tl</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
202 <sub>Tl</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
204 <sub>Tl</sub>	1 X 10 <sup>7</sup>	1 X 10 <sup>4</sup>
200 <sub>Bi</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
201 <sub>Bi</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
202 <sub>Bi</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
203 <sub>Bi</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
205 <sub>Bi</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
206 <sub>Bi</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
207 <sub>Bi</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
210 <sub>Bi</sub>	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
210m+ <sub>Bi</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
212+ <sub>Bi</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
213 <sub>Bi</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
214 <sub>Bi</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
195m <sub>Pb</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
198 <sub>Pb</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
199 <sub>Pb</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
200 <sub>Pb</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
201 <sub>Pb</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
202 <sub>Pb</sub>	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
202m <sub>Pb</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
203 <sub>Pb</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
205 <sub>Pb</sub>	1 X 10 <sup>7</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
209 <sub>Pb</sub>	1 X 10 <sup>8</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
210+ <sub>Pb</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>4</sup>
211 <sub>Pb</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
212+ <sub>Pb</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
214 <sub>Pb</sub>	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
203 <sub>Po</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
205 <sub>Po</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
206 <sub>Po</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
207 <sub>Po</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
208 <sub>Po</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>4</sup>
209 <sub>Po</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>4</sup>
210 <sub>Po</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>4</sup>
207 <sub>At</sub>	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
211 <sub>At</sub>	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
222 <sub>Fr</sub>	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>

RADIONUCLIDO	COLUMNA 1	COLUMNA 2
	CONCENTRACION DE ACTIVIDAD (Bq/kg)	ACTIVIDAD (Bq)
$^{223}\text{Fr}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{220+}\text{Rn}$	$1 \times 10^7$	$1 \times 10^7$
$^{222+}\text{Rn}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^8$
$^{223+}\text{Ra}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^5$
$^{224+}\text{Ra}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{225}\text{Ra}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^5$
$^{226+}\text{Ra}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^4$
$^{227}\text{Ra}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{228+}\text{Ra}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{226+}\text{Th}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
$^{227}\text{Th}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^4$
$^{228+}\text{Th}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^4$
$^{229+}\text{Th}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^3$
$^{230}\text{Th}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^4$
$^{231}\text{Th}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
$^{232}\text{Th}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^4$
Th-natural <sup>+</sup> (inc. $^{232}\text{Th}$ )sec	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^3$
$^{234+}\text{Th}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^5$
$^{224}\text{Ac}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{225+}\text{Ac}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^4$
$^{226}\text{Ac}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^5$
$^{227+}\text{Ac}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^2$
$^{228}\text{Ac}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{227}\text{Pa}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
$^{228}\text{Pa}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{230}\text{Pa}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{231}\text{Pa}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^3$
$^{232}\text{Pa}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{233}\text{Pa}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
$^{234}\text{Pa}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{230+}\text{U}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{231}\text{U}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
$^{232}\text{U}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^3$
$^{233}\text{U}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^4$
$^{234}\text{U}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^4$
$^{235+}\text{U}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^4$
$^{236}\text{U}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^4$
$^{237}\text{U}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{238+}\text{U}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^4$
U natural <sup>+</sup> $^{238}\text{U}$ sec	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^3$
$^{239}\text{U}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$

RADIONUCLIDO	COLUMNA 1	COLUMNA 2
	CONCENTRACION DE ACTIVIDAD (Bq/kg)	ACTIVIDAD (Bq)
$^{240}\text{U}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
$^{240+}\text{U}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{232}\text{Np}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{233}\text{Np}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
$^{234}\text{Np}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{235}\text{Np}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
$^{236}\text{Np}$ (1.15 x 10 <sup>5</sup> años)	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
$^{236}\text{Np}$ (22.5 horas)	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^5$
$^{237+}\text{Np}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^3$
$^{238}\text{Np}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{239}\text{Np}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
$^{240}\text{Np}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{234}\text{Pu}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
$^{235}\text{Pu}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
$^{236}\text{Pu}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^4$
$^{237}\text{Pu}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
$^{238}\text{Pu}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^4$
$^{239}\text{Pu}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^4$
$^{240}\text{Pu}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^3$
$^{241}\text{Pu}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^5$
$^{242}\text{Pu}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^4$
$^{243}\text{Pu}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
$^{244}\text{Pu}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^4$
$^{245}\text{Pu}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{246}\text{Pu}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{237}\text{Am}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{238}\text{Am}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{239}\text{Am}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{240}\text{Am}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{241}\text{Am}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^4$
$^{242}\text{Am}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
$^{242m+}\text{Am}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^4$
$^{243+}\text{Am}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^3$
$^{244}\text{Am}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{244m}\text{Am}$	$1 \times 10^7$	$1 \times 10^7$
$^{245}\text{Am}$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
$^{246}\text{Am}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^5$
$^{246m}\text{Am}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
$^{238}\text{Cm}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
$^{240}\text{Cm}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^5$
$^{241}\text{Cm}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$^{242}\text{Cm}$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^5$

RADIONUCLIDO	COLUMNA 1	COLUMNA 2
	CONCENTRACION DE ACTIVIDAD (Bq/kg)	ACTIVIDAD (Bq)
<sup>243</sup> Cm	1 X 10 <sup>3</sup>	1 X 10 <sup>4</sup>
<sup>244</sup> Cm	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>4</sup>
<sup>245</sup> Cm	1 X 10 <sup>3</sup>	1 X 10 <sup>3</sup>
<sup>246</sup> Cm	1 X 10 <sup>3</sup>	1 X 10 <sup>3</sup>
<sup>247</sup> Cm	1 X 10 <sup>3</sup>	1 X 10 <sup>4</sup>
<sup>248</sup> Cm	1 X 10 <sup>3</sup>	1 X 10 <sup>3</sup>
<sup>249</sup> Cm	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>250</sup> Cm	1 X 10 <sup>2</sup>	1 X 10 <sup>3</sup>
<sup>245</sup> Bk	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>246</sup> Bk	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>247</sup> Bk	1 X 10 <sup>3</sup>	1 X 10 <sup>4</sup>
<sup>249</sup> Bk	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>250</sup> Bk	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>244</sup> Cf	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
<sup>246</sup> Cf	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>248</sup> Cf	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>4</sup>
<sup>249</sup> Cf	1 X 10 <sup>3</sup>	1 X 10 <sup>3</sup>

RADIONUCLIDO	COLUMNA 1	COLUMNA 2
	CONCENTRACION DE ACTIVIDAD (Bq/kg)	ACTIVIDAD (Bq)
<sup>250</sup> Cf	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>4</sup>
<sup>251</sup> Cf	1 X 10 <sup>3</sup>	1 X 10 <sup>3</sup>
<sup>252</sup> Cf	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>4</sup>
<sup>253</sup> Cf	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
<sup>254</sup> Cf	1 X 10 <sup>3</sup>	1 X 10 <sup>3</sup>
<sup>250</sup> Es	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>251</sup> Es	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
<sup>253</sup> Es	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
<sup>254</sup> Es	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>4</sup>
<sup>254m</sup> Es	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>252</sup> Fm	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>253</sup> Fm	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>254</sup> Fm	1 X 10 <sup>7</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
<sup>255</sup> Fm	1 X 10 <sup>6</sup>	1 X 10 <sup>6</sup>
<sup>257</sup> Fm	1 X 10 <sup>4</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>
<sup>257</sup> Md	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>7</sup>
<sup>258</sup> Md	1 X 10 <sup>5</sup>	1 X 10 <sup>5</sup>

(+) LOS RADIONUCLIDOS PRECURSORES Y SUS DESCENDIENTES INCLUIDOS EN EQUILIBRIO SECULAR SE ENUMERAN A CONTINUACION:

Tabla 2

Radionúclido Precursor	Radionúclidos Descendientes
<sup>225+</sup> Ac	<sup>221</sup> F, <sup>217</sup> At, <sup>213</sup> B, <sup>213</sup> Po (0.978), <sup>209</sup> Tl (0.0216), <sup>209</sup> Pb (0.978)
<sup>227+</sup> Ac	<sup>223</sup> Fr (0.0318)
<sup>227</sup> Ac	<sup>227</sup> Th, <sup>223</sup> Ra, <sup>219</sup> Rn, <sup>215</sup> Po, <sup>211</sup> Pb, <sup>211</sup> Bi, <sup>207</sup> Tl
<sup>108m+</sup> Ag	<sup>108</sup> Ag (0.089)
<sup>242m+</sup> Am	<sup>242</sup> Am
<sup>243+</sup> Am	<sup>239</sup> Np
<sup>140+</sup> Ba	<sup>140</sup> La
<sup>210m+</sup> Bi	<sup>206</sup> Tl
<sup>212+</sup> Bi	<sup>208</sup> Tl (0.36), <sup>212</sup> Po (0.64)
<sup>144</sup> Ce	<sup>144</sup> Pr
<sup>137+</sup> Cs	<sup>137m</sup> Ba
<sup>60+</sup> Fe	<sup>60m</sup> Co
<sup>146+</sup> Gd	<sup>146</sup> Eu
<sup>68+</sup> Ge	<sup>68</sup> Ga
<sup>172+</sup> Hf	<sup>172</sup> Lu
<sup>194+</sup> Hg	<sup>194</sup> Au

Radionúclido Precursor	Radionúclidos Descendientes
<sup>195m+</sup> Hg	<sup>195</sup> Hg (0.542)
<sup>189+</sup> Ir	<sup>189m</sup> Os
<sup>28+</sup> Mg	<sup>28</sup> Al
<sup>237+</sup> Np	<sup>233</sup> Pa
<sup>194+</sup> Os	<sup>194</sup> Ir
<sup>210+</sup> Pb	<sup>210</sup> Bi, <sup>210</sup> Po
<sup>212+</sup> Pb	<sup>212</sup> Bi, <sup>208</sup> Tl (0.36), <sup>212</sup> Po (0.64)
<sup>148m+</sup> Pm	<sup>148</sup> Pm (0.046)
<sup>188+</sup> Pt	<sup>188</sup> Ir
<sup>223+</sup> Ra	<sup>219</sup> Rn, <sup>215</sup> Po, <sup>211</sup> Pb, <sup>211</sup> Bi, <sup>207</sup> Tl
<sup>224+</sup> Ra	<sup>220</sup> Rn, <sup>216</sup> Po, <sup>212</sup> Pb, <sup>212</sup> Bi, <sup>208</sup> Tl (0.36), <sup>212</sup> Po (0.64)
<sup>226+</sup> Ra	<sup>222</sup> Rn, <sup>218</sup> Po, <sup>214</sup> Pb, <sup>214</sup> Bi, <sup>214</sup> Po, <sup>210</sup> Pb, <sup>210</sup> Bi, <sup>210</sup> Po
<sup>228+</sup> Ra	<sup>228</sup> Ac
<sup>83+</sup> Rb	<sup>83m</sup> Kr
<sup>220+</sup> Rn	<sup>216</sup> Po
<sup>222+</sup> Rn	<sup>218</sup> Po, <sup>214</sup> Pb, <sup>214</sup> Bi, <sup>214</sup> Po

Radionúclido Precursor	Radionúclidos Descendientes
106 <sup>+</sup> Ru	106Rh
189 <sup>+</sup> Re	189mOs (0.0241)
121m <sup>+</sup> Sn	121Sn (0.776)
126 <sup>+</sup> Sn	126mSb
80Sr	80Rb
82Sr	82Rb
90Sr	90Y
95m <sup>+</sup> Tc	95Tc (0.04)
44 <sup>+</sup> Ti	44Sc
226 <sup>+</sup> Th	222Ra, 218Rn, 214Po
228 <sup>+</sup> Th	224Ra, 220Rn, 216Po, 212Pb, 212Bi, 208Tl (0.36), 212Po (0.64)
229 <sup>+</sup> Th	225Ra, 225Ac, 221Fr, 217At, 213Bi, 213Po (0.978), 209Pb (0.978)
Th-sec	228Ra, 228Ac, 228Th, 224Ra, 220Rn, 216Po, 212Pb, 212Bi, 208Tl (0.36), 212Po (0.64)

Radionúclido Precursor	Radionúclidos Descendientes
234 <sup>+</sup> Th	234mPa
230 <sup>+</sup> U	228Th, 224Ra, 220Rn, 216Po, 212Pb, 212Bi, 208Tl (0.36), 212Po (0.64)
232 <sup>+</sup> U	231Th
235 <sup>+</sup> U	235Th, 235mPa
U-sec	234Th, 234mPa, 234U, 230Th, 226Ra, 222Rn, 218Po, 214Pb, 214Bi, 214Po, 210Pb, 210Bi, 210Po
240 <sup>+</sup> U	240Np
178 <sup>+</sup> W	178Ta
188 <sup>+</sup> W	188Re
122 <sup>+</sup> Xe	122I
87 <sup>+</sup> Y	87mSr
93 <sup>+</sup> Zr	93mNb
97 <sup>+</sup> Zr	97Nb

Nota:

- El número entre paréntesis es el tanto por uno producido de ese isótopo.
- Los radionúclidos con el sufijo "+" o "sec" representan los precursores en equilibrio secular con sus radionúclidos descendientes enumerados en la tabla 1. En este caso, los valores dados se refieren únicamente al radionúclido padre, pero ya tienen en cuenta el/los radionúclido(s) hijo(s).

## APENDICE B (NORMATIVO)

### SOLICITUD PARA EXENCION CONDICIONAL DE PRODUCTOS DE CONSUMO

Para solicitar la autorización de exención condicional de un producto de consumo se debe entregar a la Comisión la siguiente información:

#### **B.1 Productos de consumo de importación:**

- B.1.1** La documentación oficial que acredite que la fabricación y distribución como producto de consumo condicionalmente exento en el país de origen están autorizadas, y
- B.1.2** La información indicada en los puntos B.2.1, B.2.3 a B.2.8 y B.2.10 de la fracción B.2 de este apéndice.

#### **B.2 Productos de consumo de fabricación nacional:**

- B.2.1** Identificación de la marca y del modelo del producto de consumo;
- B.2.2** Ventajas que en relación con su riesgo potencial, justifican su utilización, incluyendo un análisis que considere otras opciones no radiactivas para lograr el mismo objetivo que con el uso del producto de consumo en cuestión;
- B.2.3** Una descripción detallada del producto de consumo y de sus sistemas de seguridad, incluyendo las características del material radiactivo, del encapsulado y de la posibilidad de acceso al mismo;
- B.2.4** El producto de consumo debe mostrar una etiqueta que indique: "Precaución: No trate de desarmar o destruir este aparato. Lea y observe las instrucciones descritas en el folleto que acompaña este producto", adicionalmente, dentro del aparato, se debe rotular la siguiente leyenda: "Material Radiactivo" y el símbolo internacional de radiación ionizante;
- B.2.5** Planos y/o diagramas donde se resalte la ubicación de la fuente dentro del producto de consumo;

- B.2.6** Uso al que se destina y vida útil prevista;
- B.2.7** Un análisis de riesgos de las situaciones que accidentalmente puedan presentarse, incluyendo la utilización incorrecta y el acceso a la población por pérdida del control sobre el mismo;
- B.2.8** El manual de operación, en español, que se entregará al usuario, en el que se incluyan las características técnicas e instrucciones de uso, información sobre sus riesgos y las recomendaciones relacionadas con la protección radiológica durante su uso y en situaciones de emergencia, avería o rotura;
- B.2.9** Programa de mantenimiento, en español, que incluya las verificaciones periódicas que el fabricante recomiende realizar sobre los parámetros y sistemas que afecten la seguridad del producto de consumo, señalando las que como consecuencia del riesgo no podrá realizar el usuario, y
- B.2.10** Las medidas que se tomarán, según proceda, para:
  - B.2.10.1** Recuperar los productos de consumo cuando dejen de usarse;
  - B.2.10.2** Realizar su gestión final de forma segura; o
  - B.2.10.3** Demostrar mediante un análisis que cuando el producto sea desechado por el consumidor, éste no constituirá un riesgo para la población.

## **APENDICE C (NORMATIVO)**

### **INFORMACION PARA SOLICITAR LA EXENCION CONDICIONAL DE FUENTES Y DE PRACTICAS**

Al solicitar la autorización para la exención condicional de fuentes o prácticas, se deberá entregar a la Comisión un informe que contenga lo siguiente:

- C.1** Razón social, domicilio legal y dirección de las instalaciones donde se utilizará el material radiactivo.
- C.2** Características del material radiactivo, como son: estado físico y químico, radionúclido(s) presente(s), actividad o concentración de actividad máxima de cada radionúclido.
- C.3** Demostración del cumplimiento con los criterios de exención establecidos en el numeral 4.1, que incluya la siguiente información:
  - C.3.1** Descripción de los procesos en los cuales se utilizará el material radiactivo y que pueden ser causa de potenciales exposiciones al personal y al público.
  - C.3.2** Descripción de los escenarios y las vías de exposición del material radiactivo hacia el personal y el público, obtenidos a partir de los procesos descritos en el punto anterior, adicionalmente deberán incluirse los relacionados con el almacenamiento.
  - C.3.3** Descripción del modelado de los escenarios y las vías de exposición utilizadas para determinar los valores que serán contrastados contra los criterios de exención. En el caso de que se recurra a suposiciones que faciliten el modelado y el cálculo, deberá presentarse la justificación de que éstas son conservadoras.
  - C.3.4** La información utilizada durante la ejecución de los modelos y los resultados arrojados por los mismos, la cual debe ser suficiente para que se puedan reproducir los resultados presentados en el informe.
  - C.3.5** Los resultados obtenidos y su comparación con los criterios de exención.

### **5. Concordancia con normas internacionales y normas mexicanas**

Esta Norma no concuerda con ninguna norma internacional ni mexicana, por no existir referencia alguna al momento de su elaboración.

## 6. Bibliografía

- 6.1 Organismo Internacional de Energía Atómica. Principios para la exención del control reglamentario de prácticas y fuentes de radiación. (OIEA. Colección de Seguridad No. 89) Guías de Seguridad del Organismo. 1989. Viena, Austria.
- 6.2 Organismo Internacional de Energía Atómica. IAEA.TECDOC-401. Exemption of radiation sources and practices from regulatory control. Technical document. 1987. Vienna, Austria.
- 6.3 Organismo Internacional de Energía Atómica. Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación. (OIEA. Colección de Seguridad No. 115). Normas de Seguridad del Organismo. 1997. Viena, Austria.
- 6.4 Organismo Internacional de Energía Atómica. IAEA. TECDOC-1000. Clearance of materials resulting from the use of radionuclides in medicine, industry and research. 1998. Vienna, Austria.
- 6.5 Organismo Internacional de Energía Atómica. Aplicación de los conceptos de exclusión, exención y dispensa. (OIEA. Colección de Seguridad No.RS-G.1.7) Guías de Seguridad del Organismo. 2007. Viena, Austria.
- 6.6 Organismo Internacional de Energía Atómica. Derivation of activity concentration values for exclusion, exemption and clearance. IAEA. Safety Reports Series No. 44. 2005. Vienna, Austria.
- 6.7 Commission of European Communities. Radiation Protection-65 Principles and methods for establishing concentrations and quantities (Exemption values) below which reporting is not required in the European directive. 1993. Commission of European Communities-Radiation protection division-1993. Luxembourg.
- 6.8 United States of America. Code Federal of Regulations. Title 10 part 30. Rules of general applicability to domestic licensing of byproduct material. U.S. Nuclear Regulatory Commission (10CFR). 2001
- 6.9 Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas, modificado mediante la Instrucción del 26 de Febrero de 2003, del Consejo de Seguridad Nuclear, número IS-05. 2003. Madrid, España.
- 6.10 Norma Oficial Mexicana NOM-008-SCFI-2002, Sistema General de Unidades de Medida, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 27 de noviembre de 2002.

## 7. Evaluación de la conformidad

La evaluación de la conformidad se realizará por parte de la Secretaría de Energía a través de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias y/o por las personas acreditadas y aprobadas en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento.

7.1 El procedimiento para la evaluación de la conformidad incluirá lo siguiente:

- 7.1.1 La verificación visual y documental de que las prácticas con fuentes y equipos exentos condicionalmente cumplen con los límites y condiciones establecidos en la presente Norma.

## 8. Observancia

La presente Norma es de observancia en todo el territorio nacional y corresponde a la Secretaría de Energía por conducto de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, la vigilancia de su cumplimiento.

## 9. Vigencia

La presente Norma Oficial Mexicana modifica y sustituye a la NOM-039-NUCL-2003, Especificaciones para la exención de fuentes de radiación ionizante y de prácticas que las utilicen, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 10 de diciembre de 2003, y entrará en vigor a los sesenta días naturales contados a partir del día siguiente de que sea publicada como Norma Oficial Mexicana en el Diario Oficial de la Federación.

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, D.F., a 14 de julio de 2011.- El Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad Nuclear y Salvaguardias y Director General de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, **Juan Eibenschutz Hartman**.- Rúbrica.