

## **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 señalizar, 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**  $16.7 \times 10^{-1} \text{ Bq/cm}^2$  para emisores beta-gamma;

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

**5.19.3**  $16.7 \times 10^{-1} \text{ Bq/cm}^2$  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  $100 \text{ cm}^2$ . 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%.

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

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

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

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:

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

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

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

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

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

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

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

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

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:

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

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

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

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

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

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

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

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

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.

