

## SECRETARÍA DE ENERGÍA

### **NORMA Oficial Mexicana NOM-001-NUCL-2013, Factores para el cálculo del equivalente de dosis.**

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

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-NUCL-2013, FACTORES PARA EL CÁLCULO DEL EQUIVALENTE DE DOSIS.

La Secretaría de Energía, por conducto de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, con fundamento en lo dispuesto por los artículos 33 fracción XIII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 18 fracción III, y 50 fracciones I y XI de la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear; 38 fracciones II y IV, y 40 fracciones I, XVII, 41, 43, 47 fracción IV y 73 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 28 y 34 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 10 del Reglamento General de Seguridad Radiológica, y 2 inciso F fracción II, 27 y 29 fracciones VIII y XII del Reglamento Interior de la Secretaría de Energía, y

#### CONSIDERANDO

**Primero.** Que con fecha 16 de agosto de 2013, 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-001-NUCL-1994, Factores para el cálculo del equivalente de dosis, que se le denominó "PROY-NOM-001-NUCL-2013, Factores para el cálculo del equivalente de dosis", 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, no recibió comentario alguno al respecto.

**Tercero.** 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-001-NUCL-2013, FACTORES PARA EL CÁLCULO DEL EQUIVALENTE DE DOSIS**

#### PREFACIO

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

#### SECRETARÍA DE ENERGÍA

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

#### SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

- Dirección General de Puertos y Marina Mercante.
- Dirección General de Autotransporte Federal.

#### SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN

- Dirección General de Protección Civil.

#### SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

- Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas.

#### SECRETARÍA DE SALUD

- Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias, Ismael Cosío Villegas.

#### SECRETARÍA DEL TRABAJO Y PREVISIÓN SOCIAL

- Dirección General de Seguridad y Salud en el Trabajo.

#### COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD

- Gerencia de Centrales Nucleoeléctricas.

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

- Escuela Superior de Física y Matemáticas.

INSTITUTO DE SEGURIDAD Y SERVICIOS SOCIALES DE LOS TRABAJADORES DEL ESTADO

- Hospital Regional Lic. Adolfo López Mateos.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

- Instituto de Ciencias Nucleares.

HOSPITAL MÉDICA SUR

AESC, S.A. de C.V.

ASOCIACIÓN MEXICANA DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS, A.C.

ASOCIACIÓN MEXICANA DE FÍSICA MÉDICA, A.C.

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

SERVICIOS A LA INDUSTRIA NUCLEAR Y CONVENCIONAL, S.A. DE C.V.

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

SOCIEDAD MEXICANA DE SEGURIDAD RADIOLÓGICA, A.C.

SOCIEDAD MEXICANA DE RADIOTERAPEUTAS, A.C.

### **NOM-001-NUCL-2013, FACTORES PARA EL CÁLCULO DEL EQUIVALENTE DE DOSIS**

#### **ÍNDICE**

0. Introducción
1. Objetivo
2. Campo de aplicación
3. Referencias
4. Definiciones
5. Factores para el cálculo del equivalente de dosis
6. Bibliografía
7. Concordancia con normas internacionales y normas mexicanas
8. Evaluación de la conformidad
9. Observancia
10. Vigencia

#### **0. Introducción**

El término genérico dosis se utiliza en Protección Radiológica como una forma para especificar cuantitativamente el grado de irradiación al que se ha sometido un individuo. Formalmente se ha establecido una magnitud, la dosis absorbida, como la cantidad dosimétrica fundamental.

Los efectos deletéreos producidos en el hombre con motivo de la exposición a las radiaciones ionizantes, dependen en esencia de la naturaleza de la radiación; la energía depositada en el tejido, expresada en términos de la dosis absorbida, y la sensibilidad del tejido irradiado. Se han identificado dos tipos de dichos efectos:

- a) Los efectos de naturaleza determinística, relacionados con la disfunción de tejidos, resultante de la imposibilidad de compensar mediante la natural proliferación, a un determinado grado de muerte celular, la cual puede ocurrir a partir de un cierto nivel de umbral a dosis consideradas altas en Protección Radiológica y, dependiendo de la dosis, suele presentarse poco tiempo después de la irradiación.
- b) Los efectos estocásticos, que se relacionan con alteraciones sufridas por las células al ser interactuado su ácido desoxirribonucleico. Para el caso de los efectos estocásticos, no existe un umbral de dosis, éstos pueden presentarse después de transcurrido un periodo de latencia, motivo por el cual, se ha introducido la magnitud denominada equivalente de dosis para correlacionarla cuantitativamente con su probabilidad de incidencia.

## 1. Objetivo

Establecer los factores de calidad y de ponderación por tejido que deben utilizarse en las determinaciones de los equivalentes de dosis, de conformidad con el Artículo 10 del Reglamento General de Seguridad Radiológica.

## 2. Campo de aplicación

Los factores establecidos en este documento, son aplicables siempre que deba calcularse el equivalente de dosis con fines de protección radiológica.

## 3. Referencias

3.1 Norma Oficial Mexicana NOM-008-SCFI-2002, Sistema General de Unidades de Medida.

## 4. Definiciones

Para los efectos de esta norma se establecen las siguientes definiciones:

**4.1 Dosis absorbida (D).**- Se define como el cociente de dE entre dm, donde dE es la energía promedio depositada por la radiación ionizante en una masa dm. La unidad de dosis absorbida es el joule sobre kilogramo (J/kg), utilizándose el nombre específico gray (Gy).

**4.2 Factor de Calidad (Q).**- Es un factor adimensional que caracteriza de manera relativa la capacidad que cada tipo de radiación tiene para aumentar la probabilidad de que se presente un efecto estocástico.

**4.3 Equivalente de dosis (H).**- Es la magnitud que correlaciona la dosis absorbida con la probabilidad de la aparición de los efectos estocásticos. El equivalente de dosis se calcula mediante la ecuación  $H = DQ$ , donde D es la dosis absorbida y Q es el factor de calidad. La unidad de equivalente de dosis es el joule sobre kilogramo (J/kg), utilizándose el nombre específico sievert (Sv).

**4.4 Factor de ponderación por tejido ( $w_T$ ).**- Factor por el que se pondera la dosis equivalente en un órgano o tejido T para representar la contribución relativa de ese órgano o tejido al detrimento total en la salud que resulta de una exposición total del cuerpo. La ponderación se efectúa de forma que:

$$\sum_T w_T = 1$$

**4.5 Equivalente de dosis efectivo ( $H_E$ ).**- Es la suma ponderada de los equivalentes de dosis para los diferentes tejidos del cuerpo humano. Se calcula mediante la relación:  $H_E = w_T H_T$ , donde  $w_T$  son los factores de ponderación por tejido y  $H_T$  es el equivalente de dosis para cada tejido.

## 5. Factores para el cálculo del equivalente de dosis

### 5.1 Factor de Calidad.

Al calcular el equivalente de dosis a partir de la dosis absorbida mediante la relación definida en el numeral 4.3 de la presente norma, se deben utilizar los factores de calidad de la Tabla 1.

**TABLA 1**  
**FACTORES DE CALIDAD**

Tipo de radiación	Q
Fotones, electrones y muones	1
Partículas alfa, fragmentos de fisión, iones pesados, protones y piones cargados	20
Protones de alta energía	10
Neutrones	Función continua de la energía del neutrón $Q = \begin{cases} 2.5 + 18.2e^{-[\ln(E_n)]^2/6}, & E_n < 1MeV \\ 5.0 + 17.0e^{-[\ln(2E_n)]^2/6}, & 1MeV \leq E_n \leq 50MeV \\ 2.5 + 3.25e^{-[\ln(0.04E_n)]^2/6}, & E_n > 50MeV \end{cases}$
Neutrones de energía desconocida	10

**5.2 Cálculo del equivalente de dosis efectivo.**

Cuando sea necesario calcular el equivalente de dosis efectivo, se utilizan los factores de ponderación por tejido listados en la Tabla 2.

**TABLA 2**  
**FACTORES DE PONDERACION POR TEJIDO**

Tejido	Factor de ponderación $w_T$
Gónadas	0.25
Médula Roja	0.12
Pulmón	0.12
Mama	0.15
Tiroides	0.03
Hueso (superficie)	0.03
Resto <sup>a</sup>	0.30
Cuerpo Entero <sup>b</sup>	1

**a** El factor de ponderación de 0.30 resulta de multiplicar un valor de  $w_T=0.06$  para cada uno de los cinco órganos "restantes", (estómago, intestino delgado, intestino grueso superior, intestino grueso inferior y cualquier otro órgano), excluyendo la piel y el cristalino.

**b** Para los propósitos de ponderación de dosis externa a cuerpo entero (incluyendo la dosis interna), se ha especificado el factor de ponderación  $w_T=1.0$ .

**6. Bibliografía**

**6.1** The International Commission on Radiological Protection. 1977. Recommendations of the ICRP. Annals of the ICRP. (ICRP-26) 1 (3). 53p.

**6.2** The International Commission on Radiological Protection. 1990. 1990 recommendations of the ICRP. Annals of the ICRP (ICRP-60) 21 (1-3). 201p.

**6.3** International Commission on Radiation Units and Measurements. 1986. The quality factor in radiation protection. Washington, D. C. ICRU. 32p. (ICRU-40)

**6.4** International Commission on Radiation Units and Measurements. 1985. Determination of dose equivalents resulting from external radiation sources. Washington, D. C. ICRU. 10p. (ICRU-39)

**6.5** International Commission on Radiation Units and Measurements. 1988. Determination of dose equivalents from external radiation sources. Washington, D.C. ICRU. 51p. (ICRU-43)

**6.6** Code of Federal Regulations. Standards for protection against radiation. 1993. 10 CFR Part 20. Office of the Federal Register National Archives and Records Administration, U.S. Government.

**6.7** Requisitos de Seguridad: Protección Radiológica y Seguridad de las Fuentes de Radiación: Normas Básicas Internacionales de Seguridad. 2011. Requisitos de Seguridad Generales No. GSR Parte 3. OIEA.

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

Esta Norma Oficial Mexicana coincide parcialmente con las recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica establecidas al respecto, en los documentos referidos en la bibliografía.

**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 de la información que contenga, según corresponda:

**8.2.1.1** Que para el cálculo del equivalente de dosis, a partir de la dosis absorbida, se utilizó la relación contenida en el numeral 4.3 de la presente norma y, los valores de los factores de calidad establecidos en la Tabla 1.

**8.2.1.2** Que para el cálculo del equivalente de dosis efectivo, se utilizaron los valores de los factores de ponderación por tejido establecidos en la Tabla 2 de la presente norma.

**9. Observancia**

La presente 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.

**10. Vigencia**

La presente Norma Oficial Mexicana modifica y sustituye a la NOM-001-NUCL-1994, Factores para el cálculo del equivalente de dosis, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 16 de febrero de 1996, 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 noviembre de 2013.- 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.