

NOM-156-SSA1-1996, Salud ambiental. Requisitos técnicos para las instalaciones en establecimientos de diagnóstico médico con rayos X.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Salud.- Subsecretaría de Regulación y Fomento Sanitario.- Dirección General de Salud Ambiental.- Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario.

PROYECTO DE NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-156-SSA1-1996, SALUD AMBIENTAL REQUISITOS TECNICOS PARA LAS INSTALACIONES EN ESTABLECIMIENTOS DE DIAGNOSTICO MEDICO CON RAYOS X

RAFAEL CAMACHO SOLIS, Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, con fundamento en los artículos 39 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 13 apartado A fracción I, 126, 127, 128, 129 fracción I y 264 de la Ley General de Salud; 3 fracción XI, 38 fracción II, 40 fracciones III, VII, XI y XIII, 41, 43, 46 fracción II y 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 2 fracciones I incisos a) y b), y II inciso e), 146 fracciones I, II inciso a), y III inciso b), 61, 64, 66, 86 fracción I y demás aplicables del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios; 8 fracción IV y 25 fracción XII del Reglamento Interior de la Secretaría de Salud, me permito ordenar la publicación en el Diario Oficial de la Federación del proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-156-SSA1-1996, Salud Ambiental "Requisitos Técnicos para las Instalaciones en Establecimientos de Diagnóstico Médico con Rayos X".

El presente proyecto de Norma Oficial Mexicana se publica a efecto de que los interesados, dentro de los siguientes 90 días naturales contados a partir de la fecha de su publicación, presenten sus comentarios ante el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, sito en Lieja número 7, 1er. piso, colonia Juárez, código postal 06696, México, D.F.

Durante el plazo mencionado, los análisis que sirvieron de base para la elaboración del Proyecto de Norma estarán a disposición del público para su consulta en el domicilio del Comité.

México, Distrito Federal, a los cuatro días del mes de noviembre de mil novecientos noventa y seis.- El Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, Rafael Camacho Solís.- Rúbrica.

#### PREFACIO

En la elaboración de la presente Norma, participaron los siguientes Organismos e Instituciones:

- Secretaría de Salud
  - Dirección General de Salud Ambiental
  - Dirección General de Regulación de los Servicios de Salud
  - Dirección General de Insumos para la Salud
  - Dirección General de los Servicios de Salud Pública en el D.F.
  - Hospital Juárez de México
  - Hospital de la Mujer
  - Servicios Coordinados de Salud Pública en el Estado de Puebla
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social
  - Comité Consultivo Nacional de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente Laboral
- Secretaría de la Defensa Nacional
- Secretaría de Marina y Armada de México
  - Dirección General de Sanidad Naval. Hospital Naval
- Secretaría de Energía
  - Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias
- Departamento del Distrito Federal
  - Dirección General de Servicios de Salud
- Instituto de Seguridad Social al Servicio de los Trabajadores del Estado
  - Subdirección General Médica
  - Centro Médico Nacional 20 de Noviembre
  - Hospital Regional "Lic. Adolfo López Mateos"
- Instituto Mexicano del Seguro Social
  - Dirección de Prestaciones Médicas
  - Hospital de Especialidades Centro Médico "La Raza"
- Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares

- Petróleos Mexicanos
- Hospital Central Sur Alta Especialidad
- Universidad Nacional Autónoma de México
- Instituto de Física
- Secretaría de Salud del Estado de Jalisco
- Subsecretaría Estatal de Salud del Estado de Nuevo León
- Instituto Nacional de Cancerología
- Instituto Nacional de Pediatría
- Hospital General de México
- Consejo Mexicano de Radiología e Imagen, A.C.
- Federación Mexicana de Radiología e Imagen, A.C.
- Sociedad Mexicana de Seguridad Radiológica, A.C.
- Asociación de Físicos de Hospitales, A.C.
- Representantes de Empresas Privadas dedicadas al proceso, comercialización y servicios asociados con la materia de esta norma.

Clínica Londres S.A.  
 Hospital Angeles S.A.  
 Hospital A.B.C.  
 Sociedad de Beneficencia Española A.C.  
 Centro Español de Tampico A.C.  
 Clínica Radiológica de Tampico A.C.  
 Siemens S.A. de C.V.  
 Phillips Sistemas Médicos S.A.  
 Bayer de México S.A. División Agfa.  
 Kodak Mexicana S.A.  
 Electrónica y Medicina S.A.  
 Asesores y Servicios Calificados S.A.  
 Calidad XXI S.A.  
 Asesores en Radiaciones S.A.  
 Radioaplicaciones Industriales S.A.  
 Equipos para Hospitales S.A.  
 Nolotax S.A.  
 Hospital San José de Monterrey S.A.

## INDICE

1. OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION
  2. REFERENCIAS
  3. DEFINICIONES
  4. SIMBOLOS Y ABREVIATURAS
  5. CRITERIOS NORMATIVOS
  6. CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES
  7. BIBLIOGRAFIA
  8. OBSERVANCIA DE LA NORMA
- APENDICE A NORMATIVO

### 1. Objetivo y campo de aplicación

1.1 Esta Norma Oficial Mexicana establece los criterios de diseño, construcción y conservación de las instalaciones, en establecimientos de diagnóstico médico con rayos X para su aplicación en seres humanos, con el fin de garantizar la protección a pacientes, personal ocupacionalmente expuesto y público en general.

1.2 Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia obligatoria en territorio nacional para todas las instalaciones fijas o móviles en establecimientos de diagnóstico médico en seres humanos, que utilizan equipos generadores de radiación ionizante (Rayos X) en los que se incluyen los estudios panorámicos dentales y se excluyen las aplicaciones odontológicas convencionales.

### 2. Referencias

Esta Norma se complementa con lo siguiente:

NOM-027-STPS-1993 “Señales y Avisos de Seguridad e Higiene”.

\* NOM-146-SSA1-1996 “Responsabilidades Sanitarias en Establecimientos de Diagnóstico Médico con Rayos X”.

### 3. Definiciones

Para fines de esta Norma se entiende por:

3.1 Barrera primaria.- Blindaje de la instalación sobre el cual puede incidir directamente, en un momento dado, el haz útil producido por el equipo de rayos X.

3.2 Barrera secundaria.- Blindaje de la instalación sobre el cual nunca incide directamente el haz útil producido por el equipo de rayos X, sino sólo la radiación de fuga y la radiación dispersa.

3.3 Blindaje.- Material empleado para reducir la intensidad de las radiaciones ionizantes al interponerse en su trayectoria.

3.4 Capa decirreductora.- Espesor de un material que al interponerse en un haz útil de rayos X, atenúa la intensidad de la radiación al 10% de su valor inicial. El valor de la CDR es característico para cada material y cada tensión aplicada al tubo de rayos X. En esta definición se excluye la contribución de toda la radiación dispersa, que no sea la que se encuentra presente desde el inicio, en el haz bajo estudio.

3.5 Capa hemirreductora.- Espesor de un material que al interponerse en un haz útil de rayos X, atenúa la intensidad de la radiación al 50% de su valor inicial. El valor de la capa hemirreductora es característico para cada material y cada tensión aplicada al tubo de rayos X. En esta definición se excluye la contribución de toda la radiación dispersa, que no sea la que se encuentra presente desde el inicio, en el haz bajo estudio.

3.6 Carga de trabajo.- Producto de factores que determinan la cantidad de radiación emitida por el tubo de rayos X, en función de su grado de utilización, para una tensión dada, durante un tiempo específico. Para equipos de rayos X de diagnóstico médico usualmente se expresa en:

$$\frac{\text{mAmin}}{\text{semana}} \quad \text{o} \quad \frac{\text{mAs}}{\text{semana}}$$

3.7 Consola de control.- Parte del equipo de rayos X que contiene los mandos e indicadores, desde donde se puede seleccionar el conjunto de parámetros para realizar los estudios radiológicos, así como activar e interrumpir la generación de rayos X.

3.8 Cuarto oscuro.- Area de la instalación donde se lleva a cabo la preparación y el procesamiento de películas o placas radiográficas, a fin de obtener las imágenes para los estudios de diagnóstico médico con rayos X.

3.9 Dosis absorbida.- Energía depositada por la radiación ionizante en la unidad de masa de un determinado material, medida en un punto específico. Matemáticamente se expresa como el cociente de de entre dm, donde de es la energía promedio depositada en una masa dm.

$$D = \frac{de}{dm}$$

La unidad de dosis absorbida es el gray (Gy) y corresponde a 1 Jkg<sup>-1</sup>.

3.10 Equipo de Rayos X.- Dispositivo generador de rayos X destinado a realizar estudios de diagnóstico médico. Este puede ser fijo, diseñado para permanecer dentro de una sala o cuarto destinado específicamente para realizar dichos estudios, o móvil diseñado para poder transportarse, manualmente o por medios motorizados a las diferentes áreas donde sean requeridos dichos estudios dentro de una misma instalación.

3.11 Equivalente de dosis.- Cantidad que resulta del producto DQN, donde D es la dosis absorbida en Gy, Q es el factor de calidad y N es el producto de todos los demás factores modificantes, tomándose por ahora un valor para N igual a la unidad. El nombre especial para la unidad de equivalente de dosis es el sievert (Sv).

$$H = D Q N$$

3.12 Equivalente de dosis efectivo.- Suma ponderada de los equivalentes de dosis para los diferentes tejidos HT tanto por irradiación externa como por incorporación de radionúclidos. Se define como:

$$HE = \sum W_T HT$$

donde: WT: son los factores de ponderación.

3.13 Espesor equivalente.- Espesor de un material de referencia, necesario para que al interponerlo al haz útil de rayos X, se obtenga una determinada transmisión relativa. En el caso de rayos X depende de la tensión aplicada al tubo.

3.14 Establecimiento.- Local en el que se use un sistema de rayos X de manera que provoque la irradiación de alguna parte del cuerpo humano, con fines de diagnóstico médico.

3.15 Factor de ocupación.- Fracción de tiempo que las personas (ocupacionalmente expuestas o del público) permanecen en las áreas que deben protegerse de la radiación, respecto al tiempo total de uso del equipo, en el contexto del cálculo de blindajes.

- 3.16 Factor de uso.- Fracción del tiempo total de operación del equipo de rayos X durante la cual el haz útil de radiación está dirigido hacia una barrera en particular.
- 3.17 Fluoroscopia.- Técnica en la que el haz útil de rayos X, después de atravesar el cuerpo del paciente, produce una imagen dinámica.
- 3.18 Haz útil.- Radiación ionizante proveniente del tubo de rayos X, que sale por la ventana de la coraza, atraviesa la filtración y es colimado por los dispositivos pertinentes, para obtener la imagen de interés clínico.
- 3.19 Instalación de diagnóstico médico con rayos X.- Cada sala de rayos X con su respectiva área de ubicación de la consola de control, y el cuarto oscuro y área de interpretación que dan servicio a esta sala.
- 3.20 Instalación móvil de diagnóstico médico con rayos X.- Vehículo automotor en cuyo interior se encuentra instalado un equipo de rayos X.
- 3.21 Memoria analítica.- Documento que certifica los requerimientos de blindaje de la instalación de rayos X de diagnóstico, realizados por un asesor especializado en seguridad radiológica.
- 3.22 Operador.- Persona autorizada para operar el equipo de rayos X.
- 3.23 Paciente.- Individuo en turno que está siendo objeto del estudio de diagnóstico médico con rayos X.
- 3.24 Pasaplaca.- Dispositivo a través del cual se puede intercambiar chasis del cuarto oscuro, sin transmisión de luz (transfers).
- 3.25 Personal Ocupacionalmente Expuesto.- Persona que en el ejercicio y con motivo de su ocupación está expuesta a la radiación ionizante. Quedan excluidos los trabajadores que ocasionalmente en el curso de su trabajo puedan estar expuestos a este tipo de radiación.
- 3.26 Radiación ionizante.- Radiación electromagnética o corpuscular capaz de producir iones, en forma directa o indirecta, al interactuar con la materia.
- 3.27 Radiación de fuga.- Radiación generada en el tubo de rayos X y que atraviesa la coraza del mismo, exceptuando el haz útil.
- 3.28 Radiación dispersa.- Fracción del haz útil cuya dirección y energía han sido modificadas al interactuar con la materia. En diagnóstico médico con rayos X se considera al paciente como el principal dispersor de la radiación del haz útil.
- 3.29 Radiación secundaria.- Suma de la radiación dispersa y de la radiación de fuga.
- 3.30 Radiografía.- Técnica del diagnóstico médico que produce una imagen de las estructuras del cuerpo sobre un receptor de imagen sensible a los rayos X transmitidos a través del paciente.
- 3.31 Tensión del tubo.- Valor máximo de la diferencia de potencial que se establece a través del tubo de rayos X durante una exposición.
- 3.32 Zona controlada.- Zona sujeta a supervisión y controles especiales con fines de protección radiológica.
- 3.33 Zona supervisada.- Toda área no definida como zona controlada pero en la que se mantienen en examen las condiciones de exposición ocupacional aunque normalmente no sean necesarias medidas protectoras ni disposiciones de seguridad concretas.

#### 4. Símbolos y abreviaturas

CDR.- Capa decirreductora.

CHR.- Capa hemirreductora.

D.- Dosis Absorbida.

Equipo: Equipo de diagnóstico médico con rayos X.

H.- Equivalente de dosis.

HE.- Equivalente de dosis efectivo.

Instalación: Instalación de diagnóstico médico con rayos X.

kV.- Tensión del tubo.

POE.- Personal Ocupacionalmente Expuesto.

T.- Factor de ocupación.

U.- Factor de uso.

W.- Carga de Trabajo

#### 5. Criterios normativos

##### 5.1 Generales

5.1.1 Los establecimientos deben contar con:

5.1.1.1 Sala de espera;

5.1.1.2 Sala de rayos X;

5.1.1.3 Área de consola de control;

5.1.1.4 Vestidores y sanitarios para pacientes;

5.1.1.5 Área de almacenamiento de película;

5.1.1.6 Cuarto oscuro;

5.1.1.7 Area de interpretación y,

5.1.1.8 Area de preparación de medios de contraste y de preparación del paciente, en su caso.

Las dimensiones y ubicación serán de acuerdo con los tipos y cantidad de estudios a realizar.

5.1.2 Deben tenerse precauciones con pacientes del sexo femenino con sospecha de embarazo. Al respecto, deben colocarse carteles en las salas de espera para alertar a las pacientes y solicitar informen al médico sobre dicha posibilidad. Estos carteles deben tener la siguiente leyenda “SI EXISTE LA POSIBILIDAD DE QUE USTED SE ENCUENTRE EMBARAZADA, INFORME AL MEDICO O AL TECNICO RADIOLOGO ANTES DE HACERSE LA RADIOGRAFIA”.

5.1.3 Las áreas de vestidores y sanitarios para los pacientes, anexos a las salas de rayos X de preferencia deben tener un blindaje calculado como zona supervisada, de lo contrario se considera para todos los efectos como parte integrante de la sala de rayos X o zona controlada.

5.1.4 En las puertas de los sanitarios y vestidores de la zona supervisada que dan ingreso a la sala de rayos X debe existir un cartel con la siguiente leyenda: “NO ABRIR ESTA PUERTA A MENOS QUE LO LLAMEN”. Así como la señalización indicada en el punto 5.2.9 de esta norma.

5.2 De las salas de rayos X y consola de control

5.2.1 En las instalaciones fijas o móviles, la delimitación de la zona controlada debe efectuarse mediante elementos estructurales o de construcción tales como pisos, paredes y techo. La sala de rayos X y el área de ubicación de la consola de control del equipo deben quedar dentro de la zona controlada.

5.2.2 En áreas donde se concentren más de una sala de rayos X, los pasillos colindantes con cada sala de rayos X deben formar parte de la zona supervisada.

5.2.3 Las dimensiones y accesos de una sala de rayos X serán las suficientes para manejar con seguridad a pacientes encamillados o en silla de ruedas, siempre y cuando se consideren estos casos en el programa de servicios.

5.2.4 El diseño se debe efectuar de forma que en la medida de lo posible no se dirija el haz directo de radiación hacia la consola de control, puertas de acceso o ventanas. Análogamente se recomienda no dirigirlo hacia el cuarto oscuro, de lo contrario se debe contar con el blindaje adecuado.

5.2.5 Debe existir un control variable de luz ambiental en las salas de fluoroscopia para evitar perjuicio en la agudeza visual de los operadores.

5.2.6 El paciente debe ser observable en todo momento desde la consola de control por contacto visual directo a través de una ventana blindada, o mediante dos sistemas que sean redundantes entre sí, por ejemplo, con espejos y por medio de un sistema de circuito cerrado de televisión.

5.2.7 La sala de rayos X debe estar diseñada de tal forma que exista comunicación directa o electrónica, desde la consola de control con el paciente.

5.2.8 Se requiere que en el exterior de las puertas principales de acceso a las salas de rayos X exista un indicador de luz roja que indique que el generador está encendido y por consiguiente puede haber exposición. Dicho dispositivo debe colocarse en lugar y tamaño visible, junto a un letrero con la leyenda: “CUANDO LA LUZ ESTE ENCENDIDA SOLO PUEDE INGRESAR PERSONAL AUTORIZADO”.

5.2.9 Se requiere que en el exterior de las puertas de las salas de rayos X exista un letrero con el símbolo internacional de radiación ionizante de acuerdo con la NOM-027-STPS-1993 “Señales y Avisos de Seguridad e Higiene”, y con la leyenda siguiente: “RADIACIONES - ZONA CONTROLADA”.

5.2.10 En la sala de rayos X, debe colocarse en lugar y tamaño visible por el paciente, un cartel con la siguiente leyenda: “EN ESTA SALA SOLAMENTE PUEDE PERMANECER UN PACIENTE A LA VEZ”.

5.2.11 Para POE y para pacientes la instalación debe contar con dispositivos de protección tales como mamparas, mandiles, collarines protectores de tiroides, protectores de gónadas y todo aquel implemento que sea necesario de acuerdo con los estudios radiológicos que se efectúen.

5.2.12 En la sala de rayos X deben estar solamente los equipos y accesorios indispensables para los estudios programados.

5.3 De los cuartos oscuros

5.3.1 Para la ubicación del equipo de proceso de revelado, se debe tener en cuenta, el número de placas a realizar en cada sala y las distancias, entre las salas y el equipo de proceso de revelado de modo que con base en ello se decida la colocación centralizada, descentralizada o mixta, siempre facilitando los trayectos del personal y de los chasis.

5.3.2 El cuarto oscuro debe tener espacio suficiente para cargar y descargar película, así como para colocar cajones para la película radiográfica puesta de canto.

5.3.3 Debe existir un sistema de inyección y extracción de aire en el cuarto oscuro, de tal manera que exista una presión de aire positiva dentro del mismo. Se recomienda el cambio del volumen total de aire del cuarto oscuro al menos 10 veces al día.

5.3.4 Los equipos de proceso de revelado automático deben contar con un sistema propio de extracción de gases al exterior.

5.3.5 Los tanques que contienen las sustancias químicas para el revelado de películas deben estar ubicados de tal manera que se evite salpicar películas secas y pantallas intensificadoras con dichas sustancias.

5.3.6 Para la instalación de equipo de proceso de revelado automático se deben seguir las recomendaciones del fabricante para tal fin.

5.3.7 Las instalaciones de drenaje y disposición de aguas residuales y desechos químicos deben cumplir con las normas oficiales mexicanas emitidas al respecto.

5.3.8 El piso del cuarto oscuro debe ser anticorrosivo, impermeable y antideslizante.

5.3.9 El techo del cuarto oscuro debe ser de un material que no se descame evitando filtración de luz alrededor de las ventilaciones de aire.

5.3.10 La puerta de acceso al cuarto oscuro debe garantizar que no haya penetración de luz. Cuando se utiliza una puerta convencional debe tener un cerrojo interior.

5.3.11 Los sistemas de pasaplaca deben garantizar que no haya penetración de luz al cuarto oscuro. Cuando tengan puertas con bisagras, deben tener pasadores externos por ambos lados, diseñados de forma que impida que las puertas se abran simultáneamente por ambos lados.

5.3.12 No debe existir entrada de luz en el cuarto oscuro, protegiendo las posibles entradas con guardapolvos o sellando con cinta adhesiva negra o algún otro elemento de características similares.

5.3.13 Los muros del cuarto oscuro deben tener un color claro mate y mantenerse en buen estado de acabado y conservación.

5.3.14 Los muros de las áreas donde los químicos pudiesen producir salpicaduras deben cubrirse con pintura anticorrosiva de los colores mencionados en el párrafo anterior.

5.3.15 La luz de seguridad debe ser provista de la potencia máxima que indique el fabricante de las películas en uso, colocada a una distancia de por lo menos 1.20 m por arriba de la superficie de las mesas de trabajo y con el tipo de filtro de luz de seguridad recomendado que permita al técnico trabajar con seguridad y sin dañar las películas radiográficas.

5.3.16 En caso de requerirse más de una luz de seguridad, las proyecciones de los haces luminosos sobre la mesa de trabajo no deben superponerse, de modo tal que se tenga la visibilidad necesaria con el mínimo de velo a las películas.

#### 5.4 Area de almacenamiento

5.4.1 El blindaje debe estar calculado para que durante el periodo de almacenamiento de la película, la exposición de ésta a la radiación sea mínima (valor orientativo de dosis 2-5 mGy, dependiendo de la sensibilidad de la película).

5.4.2 Las condiciones de temperatura deben estar en un valor entre 10°C y 21°C con una humedad relativa entre 30% y 50%. Se deben utilizar valores diferentes a los indicados cuando lo recomiende el fabricante del tipo de película utilizada.

5.4.3 El área de almacenamiento no debe estar ubicada en la sala de rayos X.

5.4.4 La película radiográfica debe almacenarse de canto.

#### 5.5 Area de Interpretación

5.5.1 Los negatoscopios deben estar colocados de tal manera que ninguna fuente de luz pueda afectar la percepción de la imagen.

5.5.2 Los monitores empleados en fluoroscopia deben estar colocados de modo tal que se eviten reflejos en sus pantallas que perjudiquen la observación del proceso.

#### 5.6 Diseño de blindajes

5.6.1 Los blindajes para la construcción, adaptación o remodelación deben determinarse con base en una memoria analítica, elaborada de acuerdo con el punto 5.7 y el apéndice A de esta norma, misma que debe ser avalada por un asesor especializado en seguridad radiológica y aprobada por la autoridad competente antes del inicio de los trabajos.

5.6.2 La altura de blindaje para las paredes de una instalación no debe ser inferior a 2.1 metros.

5.6.3 En instalaciones fijas, es indispensable que la protección del operador durante la exposición consista en una mampara fija si la consola de control está dentro de la sala de rayos X.

5.6.4 Los blindajes para una instalación deben construirse de manera que exista continuidad entre los diferentes elementos constructivos donde sean instalados: muros, marcos, hojas de puertas, ventanillas de

control, pasaplasas, entre otros, de tal manera que dicho blindaje no se vea interrumpido en ningún punto de la superficie a proteger.

5.6.5 Las juntas constructivas que existieran entre los muros, columnas, tableros preconstruidos u otro elemento de la instalación que se ubiquen en la sala de rayos X, deben blindarse de tal forma que si se presentaran movimientos normales de la estructura, la protección no se viera afectada. Es recomendable el empleo de ángulos o tiras de plomo adosados al interior de las juntas o remates de los muros.

5.6.6 Los tableros de control, cajas de instalaciones u otros materiales, que interrumpen la continuidad de la protección, deben protegerse por su interior y si esto no es posible por el lado opuesto del muro.

5.6.7 Cuando se utiliza como blindaje lámina de plomo, o un material similar, este debe estar montado de tal manera que no se deslice bajo su propio peso y el empalme entre las láminas deberá de ser de 1 cm como mínimo. Las cabezas de clavos, tornillos o remaches deben estar cubiertos con plomo del mismo espesor que el de la lámina.

5.6.8 Los blindajes deben ser homogéneos y cumplir con la composición y densidad exigidas.

5.6.9 Toda instalación debe contar con una verificación de blindaje documentada y avalada por un asesor especializado en seguridad radiológica, que garantice que la dosis que reciben público y POE se encuentre por debajo de los límites de dosis establecidos en las normas vigentes. Dicha verificación se hará de acuerdo con los criterios establecidos en el punto 5.8.

#### 5.7 Cálculo de blindajes

5.7.1 La memoria analítica de cálculo de blindaje debe constar de la siguiente información:

5.7.1.1 Planos o diagramas arquitectónicos a escala entre 1:100 y 1:200 de la instalación indicando sus colindancias, así como la delimitación de las zonas controladas, supervisadas y no controladas.

5.7.1.2 Indicación del uso de las áreas adyacentes.

5.7.1.3 Planos o diagramas arquitectónicos a escala entre 1:25 y 1:100 de la sala de rayos X, señalando la ubicación de los equipos, consola de control, mamparas, procesadores de imagen y accesorios.

5.7.1.4 Características de los equipos indicando:

5.7.1.4.1 Marca;

5.7.1.4.2 Modelo;

5.7.1.4.3 Tipo de estudios a realizar;

5.7.1.4.4 Tensión del tubo;

5.7.1.4.5 Corriente máxima de operación permitida para la tensión máxima;

5.7.1.4.6 Tiempo máximo de exposición para las condiciones máximas de corriente y tensión y;

5.7.1.4.7 Número de tubos.

5.7.1.5 Carga de trabajo semanal estimada para cada tubo.

5.7.1.6 Identificación de las diferentes zonas (controlada y supervisada) y,

5.7.1.7 Indicación de los factores utilizados en el cálculo de los blindajes (carga de trabajo, factor de uso, factor de ocupación).

5.7.2 Los puntos de interés para los cálculos de blindaje deben tomarse a 30 cm más allá de la barrera de protección.

5.7.3 Los espesores de las barreras de blindaje para proteger las áreas circundantes a la zona controlada, incluyendo las puertas de acceso a la misma, y las ventanas al exterior, deben estar calculados para la protección del público conforme al apéndice A de esta norma.

5.7.4 Los espesores de las barreras de blindaje del área de ubicación de la consola de control, área de interpretación, pasaplasas, incluyendo mamparas, puertas, ventanas o mirillas, deben estar calculados conforme al apéndice A de esta norma para la protección del POE.

5.7.5 En instalaciones fijas colindantes con propiedad privada, casas habitación, oficinas, comercios, fábricas o algún otro sitio donde la permanencia de personas sea comparable al tiempo de trabajo del gabinete, el blindaje debe calcularse para ocupación total y para un equivalente de dosis efectivo que no exceda 5 mSv/año, considerando otras contribuciones.

5.7.6 En salas de rayos X en las que existan varios tubos de rayos X, los blindajes deben calcularse considerando la contribución del tubo de mayor capacidad.

5.7.7 El blindaje puede elegirse de diversos materiales, como lámina de plomo, concreto normal, concreto baritado, tabique u otros, siempre y cuando se garantice debidamente documentado, que el equivalente de plomo del material utilizado corresponde al indicado en los cálculos.

5.7.8 El cálculo de blindaje puede llevarse a cabo mediante algún otro método, siempre y cuando haya sido aprobado por la Secretaría de Salud.

5.7.9 En caso de que el cálculo de blindaje con otro método arrojará discrepancias o generara algún tipo de conflicto, el método que debe emplearse para salvar toda discrepancia es el que consta en esta norma.

#### 5.8 Verificación de blindajes

5.8.1 La verificación del blindaje debe hacerse con un detector de radiaciones tipo cámara de ionización que reúna las siguientes condiciones:

5.8.1.1 Contar con un factor de calibración vigente proporcionado por un laboratorio reconocido por la autoridad competente.

5.8.1.2 Conocer la respuesta del detector con respecto a la energía a fin de corregir las lecturas por este factor.

5.8.1.3 En caso de que se usen detectores abiertos, las lecturas deben corregirse por la presión atmosférica y la temperatura existentes durante la medición.

5.8.1.4 Utilizar tiempos de exposición que sean adecuados a la sensibilidad del detector.

5.8.2 Las mediciones deben hacerse dirigiendo el haz útil de radiación hacia un medio dispersor cuyas dimensiones sean 25 cm de largo, 25 cm de ancho y espesor de 15 cm. La superficie proximal de este medio dispersor debe colocarse a una distancia igual a la distancia foco piel utilizada en los estudios más comunes.

5.8.3 Se debe utilizar el detector en modo de integración de la medición.

5.8.4 Las mediciones se deben hacer a 30 cm en el lado externo de las puertas, en la consola de control y en las áreas adyacentes circunvecinas incluyendo piso superior e inferior en el caso que éstos se encuentren ocupados y en general en todos los sitios ocupados por POE o público, poniendo especial atención a los sitios en los que se ubiquen traslapes, juntas o marcos.

5.8.5 Los puntos donde se realicen las mediciones deben quedar indicados en un plano o en un diagrama en la escala aproximada entre 1:25 y 1:100 con las dimensiones de la sala, donde además se muestren claramente las colindancias.

5.8.6 El resultado de las mediciones se debe expresar en mSv/semana, calculado a partir de las mediciones realizadas en mGy o mGy/h y tomando en consideración la carga de trabajo, así como los factores de uso y de ocupación que fueron utilizados en la memoria analítica o de acuerdo con las actividades cotidianas existentes en la sala de rayos X y que se deben demostrar con el registro de pacientes.

5.8.7 Los equivalentes de dosis efectivos semanales calculados de acuerdo con el numeral anterior, no deben ser mayores a los límites establecidos para el POE y el público en las normas vigentes.

5.8.8 En caso de que los equivalentes de dosis efectivos calculados sean mayores que los límites establecidos, debe ser colocado un blindaje adicional con el fin de reducir las dosis a valores menores a los límites establecidos.

5.8.9 La verificación de los blindajes puede llevarse a cabo mediante algún otro método, siempre y cuando haya sido aprobado por la Secretaría de Salud.

5.8.10 En caso de que la verificación de blindajes con otro método arrojará discrepancias o generara algún tipo de conflicto, el método que debe emplearse para salvar tales discrepancias es el que consta en esta norma.

#### 6. Concordancia con normas internacionales

Esta norma no es equivalente a ninguna Norma Internacional.

#### 7. Bibliografía

7.1 Ley General de Salud. Secretaría de Salud. Tercera edición. México. 1993.

7.2 Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios. 1988.

7.3 Reglamento General de Seguridad Radiológica. SEMIP. Diario Oficial de la Federación. 22 noviembre 1988.

7.4 Protection against ionizing radiation from external sources used in medicine. Publicación 33. International Commission on Radiological Protection (ICRP). 1982.

7.5 Structural shielding design and evaluation for medical use of X rays and gamma rays for energies up to 10 MeV. Publicación 49. National Council on Radiation Protection (NCRP). 1976.

7.6 Medical X-ray, electron beam and gamma ray protection for energies up to 50 MeV (Equipment design, performance and use). Publicación 102. NCRP. 1989.

7.7 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Publicación 60. ICRP. 1991.

7.8 International basic safety standards for protection against ionizing radiation and for the safety of radiation sources. FAO, IAEA, ILO, AEN, PAHO, WHO. VIENNA, 1996.

7.9 Normas de Protección Radiológica. Sociedad Paulista de Radiología. Brasil. 1995.

7.10 Elementos de Radiografía. Eastman Kodak Company. 1980.

#### 8. Observancia de la Norma

La vigilancia del cumplimiento de esta norma corresponde a la Secretaría de Salud.

#### APENDICE A NORMATIVO

### CALCULO DE BLINDAJES PARA INSTALACIONES DE DIAGNOSTICO MEDICO CON RAYOS X

#### A1. PARAMETROS PRINCIPALES

A1.1 Carga de trabajo (W), se determina por la ecuación:

$$W = \frac{1}{60} NR I t$$

donde: NR: Número de radiografías por semana  
I : Corriente promedio en mA  
t : Tiempo de disparo promedio por radiografía en segundos

las unidades de W son mAmin/semana.

En caso que no pueda estimarse se deben usar como mínimos los valores dados en la tabla 1.

A1.2 Factor de uso (U), se determina en la tabla 2.

A1.3 Factor de ocupación (T), se determina mediante la tabla 3.

A1.4 Límite de equivalente de dosis efectivo semanal (HE), se determina de acuerdo con la tabla 4.

A1.5 Distancias en metros desde el tubo de rayos X a los puntos de interés (d).

#### A2. PROCEDIMIENTO PARA EL CALCULO DE ESPESORES DE BLINDAJES

##### A2.1 BARRERAS PRIMARIAS

A2.1.1 Calcular el factor de transmisión (B) correspondiente al espesor del blindaje requerido, mediante la ecuación:

$$B = \frac{HE}{W U T} d^2$$

El valor de B resultante está dado en las unidades: (mSv m<sup>2</sup>) / (mAmin)

A2.1.2 Utilizar el valor de B calculado en el inciso anterior y con la ayuda de la gráfica 1, utilizando como valor mínimo 100 kV determinar el espesor de plomo requerido. En el caso de mamografía emplear como valor, el de 50 kV que aparece en la gráfica 1 y determinar el espesor de plomo requerido.

A2.1.3 Si se utiliza otro material, los espesores equivalentes se pueden determinar a partir del espesor de plomo utilizando la tabla 5.

A2.1.4 En el cálculo de blindajes para barreras primarias no debe considerarse la atenuación proporcionada por el paciente, el chasis u otro elemento semejante.

##### A2.2 BARRERAS SECUNDARIAS

El cálculo de barreras contra radiación secundaria debe hacerse separadamente para radiación dispersa y para radiación de fuga.

A2.2.1 Cálculo de blindaje contra radiación dispersa.

1. Calcular el factor de transmisión (Bs) correspondiente al espesor de blindaje requerido mediante la ecuación:

$$Bs = \frac{400 HE d_2^2}{a S W T} d_1^2$$

donde:

ds: Distancia en metros del paciente al punto de interés.  
dp: Distancia en metros del tubo de rayos X al paciente.  
a: Factor de dispersión a 1 metro del paciente, el cual debe considerarse igual a 0.002 m<sup>2</sup> para el caso de radiografía y 0.0005 m<sup>2</sup> para instalaciones de rayos X odontológicos.  
S: Superficie promedio del haz que incide sobre el paciente.

El valor de Bs resultante está dado en las unidades: (mSv m<sup>2</sup>) / (mAmin)

2. Utilizar el valor de Bs calculado en el numeral anterior y con la ayuda de la gráfica 1, utilizando como valor mínimo 100 kV determinar el espesor de plomo requerido. En el caso de mamografía, emplear como valor, el de 50 kV que aparece en la gráfica 1 y determinar el espesor de plomo requerido.

3. Si se desea utilizar otro material, los espesores equivalentes se pueden determinar a partir del espesor de plomo utilizando la tabla 5.

A2.2.2 Cálculo de blindaje contra radiación de fuga.

1. Calcular el factor de transmisión relativa (Br) utilizando la ecuación:

$$Br = \frac{600 HE d^2 I}{W T}$$

donde:

I: Corriente máxima en el tubo, en mA, operando continuamente a su máxima tensión.

2. A partir del factor de transmisión relativa y con ayuda de la gráfica 2 se determina el número de capas hemirreductoras requerido (NH), o el número de capas decirreductoras (ND)

3. El espesor necesario para radiación de fuga esta dado por:

$$X = NH \text{ CHR} = ND \text{ CDR}$$

4. En la tabla 6 se proporcionan los valores de CHR y CDR para plomo a diferentes tensiones.

#### A2.2.3 Análisis de resultados para determinar barreras secundarias.

1. Se comparan los valores resultantes de los espesores calculados para radiación de fuga y dispersa respectivamente.

2. Si la diferencia entre dichos valores es mayor que la capa decirreductora que se indica en la tabla 6 (correspondiente a la tensión y material de blindaje), entonces se elige como espesor adecuado el mayor de los dos.

3. Si dicha diferencia es menor que la capa decirreductora, el espesor adecuado debe ser el mayor de los dos, pero debe añadirse una capa hemirreductora indicada en la tabla 6 (correspondiente a la misma tensión y material de blindaje).

A3. Cuando la densidad experimental del material empleado como blindaje sea inferior a su densidad nominal, se debe emplear la siguiente ecuación para compensar los espesores que entonces deberán ser mayores a los calculados:

$$E_e = m \frac{E_n}{r_e}$$

donde:

$E_n$  y  $E_e$  son los espesores de material con densidad nominal y experimental, respectivamente, y deben estar en las mismas unidades.

$m$  y  $r_e$  son las densidades nominal y experimental respectivamente.

Para usar esta relación las densidades de los materiales a utilizar deben estar dentro de los intervalos dados en la tabla 7.

#### TABLAS Y FIGURAS PARA EL CALCULO DE BLINDAJES

##### TABLA 1

#### CARGAS DE TRABAJO SEMANAL (W) TÍPICAS PARA INSTALACIONES DE DIAGNOSTICO MEDICO CON RAYOS X

	TENSION		CARGA DE TRABAJO SEMANAL	
	(kV)	(mA min/semana)		
RADIOGRAFIA	100		160	
	125	80		
	150	40		
MAMOGRAFIA	28		200	
FLUOROSCOPIA				
	< 90	1500	3800	Tubo bajo la mesa
	90-110	1200	3000	Tubo sobre la mesa

##### TABLA 2

#### FACTORES DE USO (U) RECOMENDADOS

BARRERA U

PISO 1

BARRERAS PRIMARIAS 1/p\*

BARRERAS SECUNDARIAS 1

##### TABLA 3

#### FACTORES DE OCUPACION (T)

TIPO DE OCUPACION EJEMPLOS

T = 1 Areas de trabajo, laboratorios, oficinas,

OCUPACION TOTAL despachos, talleres, tiendas, conserjerías, zonas de recepción, pasillos anchos, cuartos oscuros, viviendas, zonas infantiles, colindancias externas de propiedad ajena, etc.

T = 1/4 Pasillos estrechos, salas de espera,

OCUPACION PARCIAL estacionamientos, elevadores con operador, sanitarios, vestidores, etc.

T = 1/16 Exteriores, cuartos de aseo, escaleras, elevadores

OCUPACION OCASIONAL automáticos, etc.

Nota: Estos valores son para público, para POE el factor de ocupación siempre es 1.

TABLA 4

VALORES GUIA DE EQUIVALENTE DE DOSIS EFECTIVO SEMANAL (HE) CON PROPOSITO DE CALCULO DE BLINDAJES

LIMITE DE DOSIS SEMANAL

(mSv)

POE 1  
PUBLICO 0.1

TABLA 5

ESPESORES EQUIVALENTES DE PLOMO PARA DISTINTOS MATERIALES

MATERIAL DENSIDAD ESPESOR DEL MATERIAL (mm)

(g/cm<sup>3</sup>)

50 kV 100 kV 150 kV

PLOMO	11.35	0.5	1.0	0.5	1.0	2.0	3.0	0.5	1.0	2.0	3.0	
TABIQUE ROJO			1.8	100	200	70	120	195	260	85	150	260
RECOCIDO			340									
CONCRETO	2.2	62	130	44	80	140	190	60	105	180	250	
CONCRETO BARITADO	3.2	15	31	4	9	17	24	7	15	33	51	
ACERO	7.9	3	6.5	3.2	6.4	13	---	6.6	14	28	---	
VIDRIO NORMAL		---	---	---	40	78	---	---	---	---	---	

---

TABLA 6

VALORES DE LAS CAPAS HEMIRREDUCTORAS Y DECIRREDUCTORAS PARA HACES DE RAYOS X CON FILTRACION TOTAL NO MENOR QUE 2.5 mm DE ALUMINIO

TENSION CHR CDR

(mm) (mm)

(kV) Plomo Concreto Plomo Concreto

50	0.06	4.3	0.17	15
70	0.17	8.4	0.52	28
100	0.27	16.0	0.88	53
125	0.28	20.0	0.93	66
150	0.30	22.4	0.99	74

TABLA 7

INTERVALOS DE DENSIDADES DE MATERIALES

MATERIAL INTERVALO DE DENSIDADES

DENSIDADES NOMINALES

(g/cm<sup>3</sup>) (g/cm<sup>3</sup>)

CONCRETO	2.2 - 2.4	2.2
CONCRETO BARITADO	3.0 - 3.8	3.2
TABIQUE ROJO RECOCIDO	1.4 - 1.9	1.8