



Energía

Gobierno de la República

Guía de Seguridad para la Práctica de Radiodiagnóstico Veterinario

Tegucigalpa, M.D.C., abril 2023

ÍNDICE

| | |
|--|-----------|
| CAPITULO I | 2 |
| CAPITULO II TÉRMINOS Y DEFINICIONES | 3 |
| SECCIÓN I REQUISITOS ADMINISTRATIVOS..... | 5 |
| SECCIÓN II REQUISITOS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA..... | 5 |
| SECCIÓN III REQUISITOS DE DIRECCIÓN Y ORGANIZACIÓN | 6 |
| CAPITULO IV REQUISITOS RELATIVOS AL PERSONAL | 7 |
| SECCIÓN I REQUISITOS DE DOTACIÓN DEL PERSONAL | 7 |
| SECCIÓN II PUESTOS DE TRABAJOS SUJETOS A AUTORIZACIÓN INDIVIDUALES..... | 7 |
| CAPITULO V EXPOSICIÓN OCUPACIONAL | 7 |
| SECCIÓN I CLASIFICACIÓN DE LAS ZONAS DE TRABAJO | 7 |
| SECCIÓN II DOSIMETRÍA PERSONAL Y ESTIMACIÓN DE LA EXPOSICIÓN OCUPACIONAL | 8 |
| SECCIÓN III OBSERVANCIA DE LOS LÍMITES DE DOSIS..... | 8 |
| SECCIÓN IV VIGILANCIA RADIOLÓGICA DE LAS ZONAS DE TRABAJO | 9 |
| SECCIÓN V MONITORES DOSIMÉTRICOS | 9 |
| SECCIÓN VI MEDIOS DE PROTECCIÓN PERSONAL | 10 |
| CAPITULO VI EXPOSICIÓN MÉDICA | 10 |
| SECCIÓN I OPTIMIZACIÓN DE LAS EXPOSICIONES | 10 |
| CAPITULO VII | 11 |
| EXPOSICIÓN DEL PÚBLICO | 11 |
| SECCIÓN I VIGILANCIA RADIOLÓGICA DE LA EXPOSICIÓN DEL PÚBLICO..... | 11 |
| CAPITULO VIII | 11 |
| REQUISITOS DE DISEÑO Y OPERACIÓN DE EQUIPOS E INSTALACIONES DE RADIODIAGNÓSTICO VETERINARIO ... | 11 |
| SECCIÓN I REQUISITOS DE DISEÑO DE LOS EQUIPOS GENERADORES DE RADIACIONES IONIZANTES | 11 |
| SECCIÓN II..... | 12 |
| REQUISITOS DE DISEÑO DE INSTALACIONES..... | 12 |
| SECCIÓN III REQUISITOS OPERACIONALES | 13 |
| SECCIÓN IV REQUISITOS DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS..... | 14 |
| CAPITULO IX REQUISITOS PARA LA IMPORTACIÓN DE EQUIPOS EMISORES DE RADIACIÓN IONIZANTE | 15 |
| CAPITULO X EMERGENCIAS RADIOLÓGICAS | 15 |
| CAPITULO XI REGISTROS | 15 |
| ANEXOS | 17 |
| ANEXO I: LINEAMIENTOS BÁSICOS DE UN SERVICIO DE RADIODIAGNÓSTICO VETERINARIO..... | 17 |
| ANEXO II: REQUISITOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LOS EQUIPOS EN RADIODIAGNÓSTICO VETERINARIO | 18 |
| ANEXO III: TABLAS DE PARÁMETROS DE KILOVOLTAJE | 19 |

CAPITULO I

OBJETIVOS Y ALCANCE

1. La presente Guía tiene por objeto complementar, para la práctica de la Radiodiagnóstico Veterinario, los requisitos establecidos en:
 - a) “La Ley Sobre Actividades Nucleares y Seguridad Radiológica”, contenida en el Decreto Legislativo No. 195-2009
 - b) “Reglamento de Autorizaciones para Instalaciones Radiactivas y Equipos Generadores de Radiaciones Ionizantes” contenido en el Acuerdo Ejecutivo No. 003-2014
 - c) “Reglamento de Protección Radiológica” contenido en el Acuerdo Ejecutivo No. 004-2014
 - d) “Reglamento de Reglamento de Protección Física de los Materiales Nucleares y Radiactivos” contenido en el Acuerdo Ejecutivo No. 005-2015.
 - e) “Reglamento General para la Implementación de la Ley sobre Actividades Nucleares y seguridad Radiológica” en el Acuerdo Ejecutivo No. 073-2019.

El propósito principal de la Guía de Seguridad para la Práctica de Radiodiagnóstico Veterinario se centra en lograr los siguientes objetivos:

- Reducir al mínimo la exposición de las personas que manejarán al paciente animal durante la aplicación de radiación ionizante. Esto asegura la obtención de la información diagnóstica necesaria sin comprometer la salud de los involucrados y garantiza un diagnóstico preciso.
- Asegurar la protección efectiva del personal encargado de operar los equipos de Radiodiagnóstico Veterinario. Esto se logra implementando medidas de seguridad adecuadas para prevenir la exposición innecesaria a la radiación.
- Salvaguardar la seguridad de otros miembros del personal y del público en general que puedan encontrarse cerca de las áreas donde se utilizan los equipos de Radiodiagnóstico Veterinario. Esto implica tomar medidas para evitar la exposición involuntaria a la radiación y garantizar un entorno seguro para todos.

En resumen, la guía tiene como propósito primordial garantizar la seguridad de las personas involucradas en el proceso de radiodiagnóstico veterinario, al tiempo que se obtiene la información médica necesaria para realizar diagnósticos precisos y se protege a todos los individuos cercanos a las instalaciones donde se lleva a cabo esta práctica.

2. El propósito de la Guía de Seguridad para la Practica de Radiodiagnóstico Veterinario es cumplir con los siguientes objetivos:
 - a) minimizar la exposición de las personas que sostendrán/sujetarán al paciente animal durante la exposición a la radiación ionizante, garantizando la información diagnóstica necesaria útil para proporcionar un diagnóstico adecuado;
 - b) garantizar una protección adecuada del personal que opera los equipos de Radiodiagnóstico Veterinario;
 - c) garantizar una protección adecuada de otro personal y del público en general en las proximidades de las zonas donde se utilizan equipos de Radiodiagnóstico Veterinario.
3. El alcance de la Guía de Seguridad para la Practica de Radiodiagnóstico Veterinario es determinar y establecer los requisitos aplicables a las instalaciones públicas y privadas que realizan o realizarán la práctica de Radiodiagnóstico Veterinario en todo el territorio nacional, en lo referente a las responsabilidades de cada uno de los involucrados en el desarrollo de la práctica, así como el

establecimiento de procedimientos para minimizar la dosis de exposición del paciente animal, personal y público a las radiaciones ionizantes.

CAPITULO II TÉRMINOS Y DEFINICIONES

- **Artefactos:** Irregularidades de valores de píxel de un área más o menos extensa en una imagen radiográfica, no relacionadas con las propiedades del objeto. Pueden estar producidas por dispositivos del equipo u objetos extraños que están dentro del haz de rayos X, suciedad, electricidad estática, daños en elementos de detección, etc.
- **Autoridad Reguladora Nacional (ARN):** La Dirección General de Seguridad Radiológica (DGSR) adscrita a la Secretaría de Estado en el Despacho Energía ha sido designada para cumplir las funciones de regulación y control de la seguridad del uso de la energía nuclear.
- **Bucky:** Dispositivo que puede incluir el soporte del chasis, la rejilla, el mecanismo que mueve la rejilla y el sistema de control automático de exposición, en los equipos de rayos X.
- **Alineación:** Acción de alinear o disponer en línea dos o más cosas.
- **Alto contraste:** Rango de densidades ópticas que muestra en escalas más cortas de la parte más clara a la porción más negra de la radiografía.
- **Atenuación:** Disminución de la intensidad de radiación como resultado de la absorción y las fugas de la radiación ionizante.
- **Atenuador:** Objeto que reduce la intensidad del haz de rayos X.
- **Bajo contraste:** Rango de densidades ópticas que muestra en escalas más largas de la parte más clara a la porción más negra de la radiografía.
- **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.
- **Capa hemirreductora:** Grosor necesario de material absorbente para reducir un haz de rayos X a la mitad de su intensidad original.
- **Colimador:** Dispositivo que restringe el tamaño del haz de rayos X.
- **Contraste:** Tonalidades de gris de una imagen.
- **Control Automático de Exposición (CAE):** Dispositivo que controla automáticamente uno o más de los factores técnicos, con objeto de producir en un lugar preseleccionado, una cantidad determinada de radiación.
- **Densidad óptica (DO):** Grado de oscurecimiento de una radiografía.
- **Detectabilidad:** Capacidad de una lesión de poder ser puesta de manifiesto en un estudio mediante técnicas o métodos.
- **Detector:** Aparato para descubrir la presencia de un fenómeno o de una lesión/enfermedad oculta.
- **Dosis:** Medida de la radiación recibida o absorbida por un blanco.
- **Exposición:** Cantidad de intensidad de radiación (Roentgen o C/Kg).
- **Generador:** Circuito que transforma la energía eléctrica proporcionada por la alimentación de la consola de control en la tensión de operación del tubo. Este instrumento puede incluir los medios usados para transformar la corriente alterna en corriente directa, transformadores del filamento del tubo de rayos X, interruptores de alto voltaje, circuitos de protección eléctrica y otros elementos anexos.
- **Intensificador de imagen:** Dispositivo electrónico que amplifica una imagen fluoroscópica para reducir la dosis del paciente animal.
- **Kilovoltio:** Unidad de tensión eléctrica o de diferencia de potencial equivalente a 1000 voltios, cuyo símbolo es kV.

- **Linealidad:** Capacidad para obtener la misma exposición con los mismos mA, con independencia de la combinación usada de mA y tiempo de exposición.
- **Miliamperio:** Unidad de medida de la intensidad de las corrientes eléctricas que equivale a la milésima parte del amperio y cuyo símbolo es mA.
- **Negatoscopio:** Pantalla luminosa constituida por un cristal o material acrílico traslucido y alumbrado por detrás, sobre el cual se ponen radiografías para observarlos por transparencia.
- **Panel:** 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.
- **Radiación:** Energía emitida y transferida a través de la materia.
- **Rejilla:** Dispositivo para reducir la cantidad de radiación dispersa en el haz remanente de rayos X.
- **Reproducibilidad:** Capacidad para seguir obteniendo la misma exposición con los mismos kV y mA a lo largo del tiempo en un periodo de 3 exposiciones.
- **Resolución:** Capacidad para registrar imágenes separadas de objetos pequeños colocados muy juntos.
- **Tamaño de Punto focal:** Tamaño del filamento del tubo de rayos X, de acuerdo al cual se determina la resolución espacial del mismo.
- **Tubo de rayos X:** Tubo electrónico diseñado para producir los rayos X.
- **Velo:** Densidad óptica uniforme indeseable que aparece en una radiografía debido a los rayos X, luz o contaminación química y que reduce el contraste.

Siglas:

- **CAE:** Control automático de exposición.
- **CTDI:** Índice de tomografía computarizada.
- **CR:** Radiografía computada.
- **CNR:** Proporción contraste-ruido.
- **DR:** Radiología digital directa.
- **D.S.:** Desviación estándar.
- **DFI:** Distancia foco imagen.
- **DFP:** Distancia foco piel.
- **EIGP:** Índice de exposición propósito general.
- **EIHR:** Índice de exposición de alta resolución.
- **HVL:** Valor de la capa hemirreductora (Half Value Layer).
- **Kvp:** Kilovoltaje pico.
- **mA:** Miliamperaje.
- **mAs:** Miliamperios-segundo.
- **mGy:** Miligray.
- **mm Al:** milímetros de Aluminio.
- **mR:** mili Roentgen.
- **mRad:** mili Rad.
- **PMMA:** Polimetacrilato de Acrílico.
- **Rh:** Rodio.
- **SID:** Distancia foco-imagen (Source Image Distance).

CAPITULO III REQUISITOS GENERALES RELATIVOS A LA PRÁCTICA

SECCIÓN I

Requisitos Administrativos

4. Para la realización de la práctica de Radiodiagnóstico Veterinario se requiere de una Autorización, cumpliendo con lo establecido en el Reglamento de Autorización para Instalaciones Radiactivas y Equipos Generadores de Radiaciones Ionizantes Acuerdo Ejecutivo No. 003-2014, y los requisitos que dicte la Autoridad Reguladora para el aseguramiento de la protección y seguridad radiológica, sin perjuicio de lo establecido en otras regulaciones.
5. Todo el personal que realiza la práctica de Radiodiagnóstico Veterinario debe contar con las cualificaciones necesarias según su puesto de trabajo dentro de la instalación, así como con la autorización individual que lo faculte a formar parte del personal en el servicio, tal y como lo establece el Reglamento de Autorización para Instalaciones Radioactivas y Equipos Generadores de Radiaciones Ionizantes Acuerdo Ejecutivo No. 003-2014 y la presente Guía.
6. Para la adquisición de los equipos emisores de radiación ionizante que se utilizarán en la práctica de Radiodiagnóstico Veterinario se requiere contar con la correspondiente autorización de importación emitida por la Dirección General de Seguridad Radiológica adscrita a la Secretaría de Estado en el Despacho de Energía.
7. Para el aseguramiento de la calidad en la instalación, El Titular de la Autorización solo podrá contratar los servicios de instituciones autorizadas o reconocidas para tal efecto por la Secretaría de Estado en el Despacho Energía (SEN) a través de la Dirección General de Seguridad Radiológica (DGSR).

SECCIÓN II

Requisitos de Protección Radiológica

8. En la práctica de Radiodiagnóstico Veterinario, se aplica el límite de dosis efectiva como se detalla en la siguiente en la Tabla No.1:

Tabla No.1: Límites anuales de dosis. Tomado del Anexo 3 del reglamento de protección radiológica.

| Organismo o tejido corporal aplicable | Trabajadores de radiación (mSv) | Miembros del Público (mSv) | Estudiantes y pasantes (mSv) |
|---------------------------------------|---------------------------------|----------------------------|------------------------------|
| Todo el cuerpo | *20 | 1 | 6 |
| Cristalino | 150 | 15 | ** |
| Piel | 500 | 50 | ** |

*El Trabajador Ocupacionalmente Expuesto (TOE) que cumpla una jornada laboral de ocho horas, o la parte proporcional a este valor cuando la jornada sea menor.

** Se establece solamente un límite en todo el cuerpo, ya que se asume que los estudiantes o pasantes tienen un rol secundario en la práctica.

9. En el supuesto que se demuestre que las dosis efectivas de los trabajadores ocupacionales superan los valores establecidos en el punto anterior, el Titular de autorización debe realizar un estudio formal de optimización. Los resultados del estudio serán remitidos a la Autoridad Reguladora Nacional en un periodo

que no debe sobrepase los 30 días de la alerta de dosis, en donde se describirán las acciones correctivas o preventivas que se hayan implementado en la instalación.

SECCIÓN III

Requisitos de Dirección y Organización

10. El Titular de la Autorización debe establecer e implementar un Programa de Protección Radiológica (PPR) que garantice un adecuado nivel de protección de los trabajadores y el público. Las bases para estructurar este programa son:
 - a) El establecimiento, implementación y mejora de un Sistema de Gestión de la práctica.
 - b) El fomento de una Cultura de Seguridad para estimular, ante la protección y la seguridad, una actitud interrogante y deseosa de aprender por parte de los trabajadores y desestimular la complacencia.

11. El Sistema de Gestión debe incluir todos los procesos relacionados con la práctica de Radiodiagnóstico Veterinario y prever la ejecución de auditorías y evaluaciones que permitan valorar la efectividad global de las medidas de protección y seguridad, y su mejoramiento continuo. Este Sistema de Gestión puede integrar coherentemente, sobre la base de un enfoque basado en procesos, los aspectos de protección y seguridad con aquellos relacionados con la calidad, el medio ambiente, la protección física y la economía, de forma tal que la protección y la seguridad no se vean comprometidas y reciban la importancia por todas las partes involucradas.

12. La documentación del Sistema de Gestión se elabora de forma que sea comprensible para los usuarios, legible, fácilmente identificable, y debe estar disponible en el lugar de uso. Esta documentación debe reflejar las características de la organización y sus actividades, así como las complejidades de los procesos y sus interacciones y debe incluir como mínimo:
 - a) la declaración de las políticas de la organización (protección y seguridad radiológica, protección física; medio ambiente, salud e higiene, economía, y otras);
 - b) la descripción del sistema de gestión;
 - c) la descripción de la estructura de la organización dentro de la instalación;
 - d) la descripción de las responsabilidades funcionales, responsabilidades generales, niveles de autoridad e interacciones de los encargados de la gestión, ejecución y evaluación de los trabajos;
 - e) la descripción de los procesos y la información complementaria en la que se explique cómo se prepararán, revisarán, ejecutarán, registrarán, evaluarán y mejorarán los trabajos;
 - f) los procedimientos e instrucciones que se necesiten para el desarrollo seguro de la práctica; y
 - g) los registros necesarios y su conservación.

13. Los titulares de la Autorización deben ser responsables de establecer y ejecutar las medidas técnicas y organizacionales necesarias para garantizar la seguridad de la práctica y de los equipos. Por lo que podrán nombrar a otras personas para que lleven a cabo las acciones y tareas relacionadas, pero conservarán la responsabilidad por ellas.

CAPITULO IV REQUISITOS RELATIVOS AL PERSONAL

SECCIÓN I Requisitos de Dotación del Personal

14. El Titular de la Autorización, debe garantizar que se cuente con personal cualificado suficiente para que la práctica se realice con un nivel adecuado de protección y seguridad radiológica. La dotación de personal debe estar en correspondencia con las técnicas de Radiodiagnóstico Veterinario empleadas con los equipos y con la carga de trabajo. Siempre que se produzcan cambios en cualquiera de estos aspectos, la dotación del personal debe ser reevaluada por el Titular de la Autorización.

SECCIÓN II Puestos de Trabajos Sujetos a Autorización Individuales

15. Para la realización de la práctica de Radiodiagnóstico Veterinario requieren Autorización Individual, de conformidad a los requisitos establecidos por la Autoridad Reguladora, todas aquellas personas que realizan las funciones siguientes:
- a) Médico Veterinario
 - b) Titular de la autorización
 - c) Tecnólogo en Radiodiagnóstico Veterinario.
 - d) Oficial de Protección Radiológica (OPR).
16. Para obtener la Autorización Individual correspondiente, los interesados deberán solicitar oficialmente a la ARN, según procedimiento establecido al respecto en el Decreto Ejecutivo 003-2014, Capítulo VI de las Autorizaciones de Personas, Artículo 20 o mediante la solicitud de Autorización para la práctica. Con carácter excepcional, la ARN puede otorgar Autorización Individual a personas que posean una formación básica y especializada diferente a las requeridas, siempre que se demuestre y certifique documentalmente la experiencia laboral y la competencia técnica del solicitante. El Titular de la Autorización se asegurará de que su personal posea la Autorización Individual correspondiente a las técnicas y equipos que emplea.

CAPITULO V EXPOSICIÓN OCUPACIONAL

SECCIÓN I Clasificación de las Zonas de Trabajo

17. En la práctica de Radiodiagnóstico Veterinario se clasifican como Zona Controlada las áreas siguientes:
- a) local donde se instalan los equipos de diagnóstico,
 - b) los quirófanos, durante la realización de procedimientos veterinarios.
18. Los locales donde se ubican las consolas de control de los equipos de Radiodiagnóstico Veterinario serán considerados como Zonas Controladas en el sentido de garantizar el control o restringir el acceso de los dueños de mascotas y de personal ajeno a las operaciones que en ellos se realizan.
19. En la práctica de Radiodiagnóstico Veterinario se clasifican como zona supervisada, toda aquella que no haya sido definida como zona controlada, pero en la que sea preciso mantener en examen las condiciones

de exposición ocupacional, aunque normalmente no sean necesarias medidas de protección y seguridad específicas.

20. En caso de que cambien las condiciones existentes en la instalación, se debe realizar una revisión de la clasificación de las áreas que fueron previamente determinadas.
21. Las zonas controladas y supervisadas deben estar adecuadamente señalizadas y delimitadas físicamente, de modo que se evite el libre acceso a estas áreas. Se deben establecer procedimientos para evitar el acceso inapropiado a estas áreas.
22. El Titular de la Autorización debe establecer las medidas organizativas necesarias para garantizar el acceso controlado de las personas a las zonas controlada y supervisada. Estas áreas deben estar sujetas a medidas de seguridad física, de manera que se evite la pérdida, sustracción o deterioro de los equipos emisores de radiación y que se controle el acceso de las personas.

SECCIÓN II

Dosimetría personal y Estimación de la Exposición Ocupacional

23. El TOE que realiza la práctica de Radiodiagnóstico Veterinario requiere control dosimétrico individual de la exposición externa, si la evaluación realizada arroja, que puede recibir en sus puestos de trabajo una dosis efectiva superior a un décimo del límite de dosis (2 mSv) en un año, debido a exposiciones normales o potenciales.
24. En el caso que no se prevea recibir dosis superiores a 2 mSv en un año, se debe garantizar que se realice para estos casos, una evaluación de la exposición que pudieran recibir dichos trabajadores teniendo en cuenta los aspectos siguientes:
 - a) los resultados de la vigilancia radiológica del puesto de trabajo;
 - b) la información sobre los lugares de trabajo; y
 - c) la duración de la exposición o incorporación de cada trabajador.
25. El servicio de dosimetría individual debe ser realizado por una institución autorizada por la ARN. La lectura de los dosímetros personales y la evaluación de la dosis ocupacional recibida por el TOE, debe realizarse con una periodicidad mensual y los resultados expresados en unidad de mSv.

SECCIÓN III

Observancia de los Límites de Dosis

26. A los fines de garantizar el cumplimiento de los límites de dosis establecidos en el Reglamento de Protección Radiológica vigente y las restricciones de dosis establecidas en la presente Guía, el Titular de la Autorización debe realizar una evaluación sistemática de la dosis efectiva recibida por el TOE y en tal sentido deben cumplir los requerimientos siguientes:
 - a) investigar los resultados mensuales de dosis superiores a 1,5 mSv y registrar los resultados de tales investigaciones;
 - b) comunicar a la ARN los resultados mensuales de dosis superiores a 6 mSv, y remitir a ésta un informe con las causas y las medidas tomadas;
 - c) comunicar los resultados de dosis acumulada que en cualquier etapa del año superen la restricción de dosis de 10 mSv establecida para la práctica y remitir a la ARN un informe con las causas y las medidas tomadas y;

- d) comunicar a la ARN los resultados mensuales de dosis superiores 100 mSv y realizar una investigación especial que incluya una confirmación de la dosis recibida y remitir a la ARN un informe con las medidas tomadas.

SECCIÓN IV

Vigilancia Radiológica de las Zonas de Trabajo

27. Durante la puesta en servicio de una instalación de Radiodiagnóstico Veterinario, con el objetivo de verificar el cumplimiento de los parámetros de diseño, se deben realizar mediciones de tasa de dosis en los puntos preestablecidos en los cálculos de blindaje, empleando los niveles máximos de radiación primaria y de fuga o secundaria, tomando en cuenta las consideraciones realizadas en los cálculos del diseño.
28. Periódicamente se debe verificar el cumplimiento de los requisitos relativos a la radiación de fuga y fuera del haz primario, de acuerdo a la normativa aplicable en cada caso.
29. La vigilancia radiológica de zona debe realizarse siguiendo los procedimientos aprobados en la institución. La frecuencia de realización de la vigilancia radiológica de zona se realizará y responderá a los criterios siguientes:
- con una frecuencia anual y durante la puesta en servicio del equipo;
 - después de culminados los trabajos de mantenimiento que modifiquen el haz de radiación; y
 - después de que ocurran eventos extremos (sismos, deslizamientos de tierra, inundaciones, incendios, etc.).
30. Los procedimientos de vigilancia radiológica de los puestos de trabajo deben especificar, además:
- a) esquemas y planos de la modalidad radiológica con la o las que cuenta el servicio de Radiodiagnóstico Veterinario, donde se señalen los puntos de medición;
 - b) en todos los casos deben registrarse los resultados obtenidos y las condiciones bajo las cuales se realizaron las mediciones tales como:
 - los monitores utilizados, la marca, el modelo y el número de serie;
 - el maniquí o fantoma utilizado, incluyendo el material del que está construido sus dimensiones y la distancia del maniquí al equipo;
 - el tamaño o las características del campo de radiación;
 - los datos del personal que realiza las mediciones;
 - la fecha en la que se realiza la medición; y
 - las magnitudes a medir y sus unidades

SECCIÓN V

Monitores Dosimétricos

31. A fin de garantizar la vigilancia radiológica de zonas, de los puestos trabajo y la respuesta a posibles sucesos radiológicos, se requiere que la institución disponga de los equipos dosimétricos de detección que resulten necesarios. Se debe poseer al menos un equipo portátil capaz de medir, para la energía de la radiación, la tasa de dosis a partir del orden de $\mu\text{Sv/h}$ y hasta las decenas de mSv/h . La vigilancia radiológica debe ser realizada por una persona con adiestramiento y experiencia para realizar el monitoreo. Esta persona debe tener conocimientos sobre las características operacionales, las limitaciones de los instrumentos que se utilicen y los procedimientos de monitoreo.

32. El Titular de la Autorización garantizará la vigencia de la calibración de los equipos para el monitoreo radiológico. La calibración de los equipos se verificará también después de cada reparación, en caso de roturas y fallas, y cuando existan motivos para suponer una alteración en el resultado de las mediciones.
33. En la institución debe existir un expediente de los equipos utilizados para la vigilancia radiológica de zonas y de puestos de trabajo. El Oficial de Protección Radiológica debe velar por la actualización y la custodia del expediente, que debe contener, como mínimo, la información siguiente:
 - a) documentación del fabricante del equipo en idioma español;
 - b) instrucciones de operación;
 - c) certificados de calibración;
 - d) conclusiones documentadas sobre las calibraciones realizadas,
 - e) reparaciones y mantenimientos; y
 - f) cualquier otra documentación significativa del equipo.

SECCIÓN VI

Medios de Protección Personal

34. El Titular de la Autorización es responsable por garantizar la existencia de los equipos y los medios de protección individual que se requieran, así como su mantenimiento y el entrenamiento del personal para su uso adecuado.
35. El TOE del servicio de Radiodiagnóstico Veterinario, además de los accesorios especiales diseñados por el fabricante de los equipos de Radiodiagnóstico Veterinario, deben emplear medios de protección individual tales como: blindajes portátiles, extensores, batas sanitarias, guantes desechables, etc. Cuando estos así se requieran. El personal del servicio asume el compromiso de hacer correcto uso, cuidado y guarda del equipo de protección y monitoreo suministrado y a reportar de forma inmediata y por escrito todo incidente que impida, limite o menoscabe el uso del equipo de protección y monitoreo.

CAPITULO VI

EXPOSICIÓN MÉDICA

SECCIÓN I

Optimización de las Exposiciones

36. Durante los estudios de Radiodiagnóstico Veterinario se velará por la optimización de las exposiciones, utilizando para ello técnicas, medios y equipos disponibles en la institución y de acuerdo al estado del arte de la práctica a nivel internacional.
37. El Titular de la Autorización deberá garantizar los medios de fijación e inmovilización necesarios para garantizar la calidad de los procedimientos radiológicos incluyendo la posible sedación del paciente animal.

SECCIÓN II

Restricciones de Dosis

38. El Titular de la Autorización debe garantizar la entrega de instrucciones escritas a los acompañantes y/o a las personas que prestarán voluntariamente asistencia a paciente animales en procedimientos radiológicos.

39. En la planificación de cualquier instalación médica de rayos X, se debe garantizar que las personas cercanas a la instalación no estén expuestas a niveles de radiaciones que superen los actuales límites de exposición regulatoria. Se deben tomar las medidas adecuadas para garantizar que exista un blindaje adecuado para cumplir los siguientes requisitos:
- los niveles de radiación en las zonas controladas que son ocupadas por los trabajadores de la radiación deben ser tales que ningún trabajador de la radiación esté expuesto ocupacionalmente a más de 20 mSv por año; y
 - los niveles de radiación en áreas no controladas deben ser tales que ninguna persona reciba más de 1 mSv por año.

CAPITULO VII EXPOSICIÓN DEL PÚBLICO

SECCIÓN I

Vigilancia Radiológica de la Exposición del Público

40. El Titular de la Autorización, a los fines de restringir la exposición del público, debe garantizar que:
- a) se ejerza un adecuado control de acceso de los miembros del público a la zonas controlada y supervisada;
 - b) se facilite información e instrucciones adecuadas, a los miembros del público que accedan a una zona controlada y que los mismos sean acompañados por una persona conocedora de las medidas de protección y seguridad aplicables a esa zona; y.
 - c) se informe sobre las medidas a tomar a fin de minimizar la exposición de las personas que los acompañan.

CAPITULO VIII REQUISITOS DE DISEÑO Y OPERACIÓN DE EQUIPOS E INSTALACIONES DE RADIODIAGNÓSTICO VETERINARIO

SECCIÓN I

Requisitos de Diseño de los Equipos Generadores de Radiaciones Ionizantes

41. Los equipos para uso en Radiodiagnóstico Veterinario sólo pueden ser adquiridos de proveedores con reconocido prestigio en este campo.
42. Toda documentación acompañante de los equipos debe estar en idioma español y especificar las condiciones para el montaje, las pruebas de aceptación, la asistencia a la puesta en servicio, el período de garantía, el suministro de repuestos y el mantenimiento periódico, entre otros aspectos.
43. El diseño de los equipos utilizados en la práctica de Radiodiagnóstico Veterinario debe satisfacer, como mínimo, los requisitos establecidos en las normas vigentes de seguridad de la Comisión Electrotécnica Internacional (ICE).
44. Todo equipo que se introduzca en el país para ser usado en la práctica de Radiodiagnóstico Veterinario debe cumplir las normas aplicables vigentes que establezca la ARN.
45. Los equipos de Radiodiagnóstico Veterinario deben poseer protección apropiada y sistemas de seguridad capaces de prevenir su utilización por personal no autorizado, tales como llaves de corte de suministro eléctrico. Sólo el personal autorizado puede tener acceso a dichas llaves.

46. Los equipos de Radiodiagnóstico Veterinario deben contar con interruptores mecánicos o eléctricos, para asegurar que sólo hay irradiación cuando el haz está orientado hacia las barreras primarias.
47. Los equipos de Radiodiagnóstico Veterinario deben ser mecánicamente estables en cualquier posición de trabajo. Debe ser posible su bloqueo en la posición deseada. Estos equipos deben contar con los elementos auxiliares que permitan una correcta colimación del haz y fijación del paciente animal para proteger las partes anatómicas que no son de interés del mismo.
48. Los movimientos de la camilla en los equipos de Radiodiagnóstico Veterinario deben permitir centrar al paciente animal con movimientos controlados. La posición debe mantenerse mediante un sistema de frenos o un bloqueo adecuado.
49. Se recomienda que en el diseño de los equipos de diagnóstico se prevea la existencia de un dispositivo anticolidión, que interrumpa el movimiento del equipo en situaciones de peligro potencial. Con independencia de la existencia de tales dispositivos, los procedimientos de trabajo deben prevenir la ocurrencia de estas situaciones.
50. Todos los equipos utilizados para la aceptación y las pruebas de control de calidad deben evaluarse para su funcionamiento y rendimiento de forma regular.
51. Todos los equipos sensitométricos y densitométricos, medidores de dosis, medidores de tensión de tubo deben calibrarse periódicamente de acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes.
52. Todos los fantasmas y otros equipos utilizados para la evaluación de la calidad de imagen, la dosis y el rendimiento del sistema deben comprobarse en busca de daños o cualquier condición que pueda afectar a su uso.
53. El equipo de prueba debe almacenarse lejos del calor, la luz solar directa y la alta humedad. Deben ser operados siguiendo las recomendaciones de los fabricantes.
54. El tubo de rayos X de los equipos de diagnóstico, deben poseer una señalización clara y permanente con el Símbolo Fundamental de Radiación Ionizante establecido en la Norma ISO 361:1975 “Basic Ionizing Radiation symbol”.

SECCIÓN II

Requisitos de Diseño de Instalaciones

55. El diseño constructivo de los locales dedicados a la práctica de Radiodiagnóstico Veterinario debe considerar la existencia de todas las facilidades constructivas necesarias para asegurar la calidad de las exposiciones, siguiendo el flujo tecnológico de la práctica. En dependencia de las particularidades de las técnicas de Radiodiagnóstico Veterinario utilizadas, debe preverse la existencia, entre otras, de las áreas siguientes:
 - a) El acceso a la sala de diagnóstico debe estar adecuadamente señalizada, con señales convencionales y con señales lumínicas que indiquen las situaciones de “equipo irradiando”, y “equipo sin irradiar”. Las señales lumínicas deben estar acopladas al equipo. Se recomienda adoptar la convención de luz roja para “equipo irradiando” y luz verde para “equipo sin irradiar”.

- b) La instalación de diagnóstico debe estar provista de uno o más interruptores manuales, adecuadamente ubicados, que permitan interrumpir la irradiación, tanto desde el exterior, como del interior de la sala de rayos X.
 - c) Las salas radiológicas deben disponer de lámparas de iluminación de emergencia, que se enciendan en caso de interrupción del suministro eléctrico, de manera tal que se garantice la eventual realización de los procedimientos operacionales de emergencia, con la seguridad requerida.
 - d) Para la adquisición de las imágenes radiológicas, en los servicios de Radiodiagnóstico Veterinario debe disponer de elementos de fijación para la inmovilización de los animales que lo requieran, garantizando que el haz de radiación sea dirigido al área de interés y protegiendo así el tejido sano.
56. Para el cálculo de los blindajes de las salas de procedimientos radiológicos de equipos de Radiodiagnóstico Veterinario y locales para la ubicación de equipos de adquisición de imágenes, se recomienda basarse en las publicaciones de organismos internacionales y organizaciones profesionales como es el caso de OIEA, NCRP, DIM, y otras que se encuentren actualizadas al estado del arte en materia de cálculo de blindajes.
57. El cálculo de blindaje de las salas de procedimientos debe realizarse tomando en cuenta las consideraciones siguientes:
- a) la carga de trabajo sea estimada de manera realista, considerando el número de paciente animales a tratar con el equipo en cuestión y tomando en cuenta que se disponga del tiempo apropiado para la correcta colocación del paciente animal con los dispositivos de inmovilización, de manera tal que se pueda garantizar la calidad de los procedimientos;
 - b) carga de trabajo física derivada de los controles de calidad al equipo de Radiodiagnóstico Veterinario;
 - c) el haz primario de los equipos no se oriente en dirección a la consola de control;
 - d) El área del techo de la sala de diagnóstico en la cual incide el haz primario debe ser considerada barrera primaria y asumir realistamente el factor de ocupación del local encima de la sala de diagnóstico.
58. Después de la construcción de una sala de Radiodiagnóstico Veterinario, se debe hacer, en las condiciones de máximos niveles de radiación, mediciones del nivel de radiación en las zonas adyacentes, con el objetivo de verificar los parámetros de diseño y comprobar que la seguridad de las personas en estas zonas cumple con las condiciones para las cuales fue diseñada la sala de diagnóstico. Copia de este informe deberá ser presentado a la ARN.
- a) No se debe utilizar en una misma sala de rayos X, más de un equipo de Radiodiagnóstico Veterinario, a menos que existan controles de ingeniería que aseguren que nunca podrá operarse más de un equipo a la vez.
 - b) Se debe disponer de medios de prevención y extinción de incendio, para mantener la integridad del equipo en caso de incendio. El sistema de prevención y extinción de incendios deberá contar con la aprobación de la autoridad correspondiente.

SECCIÓN III

Requisitos Operacionales

Requisitos generales para la operación de equipos en la práctica de Radiodiagnóstico Veterinario

59. El Titular de la Autorización debe garantizar que la operación de equipos, las actividades y tareas que se ejecutan en el servicio, se realicen de acuerdo con los procedimientos establecidos en el Expediente de Seguridad de la práctica. Los procedimientos de operación deben ser identificados, elaborados, implantados, modificados y cancelados en correspondencia con los requisitos del sistema de gestión

existente en la institución. El número de procedimientos necesarios y sus objetivos y alcances dependen de las particularidades de las técnicas de Radiodiagnóstico Veterinario empleadas y de los recursos y medios tecnológicos existentes en la institución.

60. Todo equipo de Radiodiagnóstico Veterinario debe ser operado dentro de los límites y condiciones establecidos en la documentación técnica del suministrador o el fabricante y las condiciones establecidas en la autorización otorgada por la ARN. Para la operación del equipo deben seguirse las secuencias operacionales establecidas en los procedimientos de operación aprobados en la institución y en el manual de operaciones del fabricante. Estos documentos deben estar siempre disponibles, en idioma español, en el panel de control del equipo.
61. Los procedimientos operacionales de emergencia deben tratar, entre otros, los aspectos siguientes:
 - a) el accionamiento de los dispositivos de parada de emergencia,
 - b) el retiro del paciente animal de la sala, cuando ocurra algún corte del suministro de electricidad, incendio, etc.;
 - c) la delimitación de las áreas de posible exposición, y
 - d) el blindaje del equipo y/o sus partes.

SECCIÓN IV REQUISITOS DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS

Requisitos generales de mantenimiento y reparación de equipos

62. Los servicios de montaje, reparación y mantenimiento de equipos de Radiodiagnóstico Veterinario, así como de calibración, deben realizarse en correspondencia con los programas que a tales fines se elaboren y sólo pueden ser contratados a instituciones y al personal autorizado o reconocido por la ARN.
63. El Titular de la Autorización debe garantizar la existencia y la ejecución de un programa para la reparación, el mantenimiento preventivo y la ejecución de revisiones periódicas de los equipos de Radiodiagnóstico Veterinario, en correspondencia con las recomendaciones de los fabricantes y suministradores. Cualquier reparación de los equipos debe ser seguida de una verificación.
64. El personal que realice la reparación debe dejar constancia escrita sobre la restitución del funcionamiento del equipo a las condiciones previas al mantenimiento y de la verificación de su correcto funcionamiento.

Eliminación de los equipos emisores de radiaciones ionizantes

65. Cuando se considera que el equipo de rayos X se elimina, se debe hacer una evaluación de si el equipo puede ser reacondicionado y/o reciclado. La comunicación con el fabricante o proveedor del equipo debe hacerse en cuanto a si el equipo o los componentes del equipo pueden ser reciclados o devueltos. Una vez que se ha tomado la decisión de deshacerse del equipo de rayos X, se debe hacer una evaluación para determinar si algún componente del equipo contiene materiales peligrosos. Por ejemplo, el tubo de rayos X puede contener bifenilos policlorados (PCB), y plomo puede estar presente en la carcasa del tubo de rayos X. Para garantizar que el equipo no funcione de forma insegura después de su eliminación, debe hacerse inoperable antes de desecharlo. Los cables que alimentan el equipo y otras conexiones eléctricas deben desconectarse y retirarse. Se recomienda que las instalaciones radiológicas, bajo jurisdicción provincial o territorial, se pongan en contacto con el organismo responsable de su respectivo territorio para obtener más información.

CAPITULO IX

REQUISITOS PARA LA IMPORTACIÓN DE EQUIPOS EMISORES DE RADIACIÓN IONIZANTE

66. El importe de equipos emisores de radiación ionizante, deberá cumplir con los Requisitos para la Importación, estipulados por la ARN.

CAPITULO IX

EMERGENCIAS RADIOLÓGICAS

67. Si la evaluación de la seguridad indica que existen probabilidades razonables de que se produzca una emergencia que afecte a los trabajadores o a los miembros del público, El Titular de la Autorización preparará un plan de emergencia para la protección de las personas y el medio ambiente.
68. El Titular de la Autorización deberá garantizar la existencia de un plan para responder a las situaciones de emergencias que potencialmente pudieran ocurrir durante ejecución de la práctica de Radiodiagnóstico Veterinario, en correspondencia con las disposiciones legales vigentes.
69. El Plan de Emergencia de la institución deberá ser preparado sobre la base de los sucesos iniciadores de eventos establecidos como resultado de la evaluación de seguridad realizada. Debe y tendrá en cuenta las lecciones aprendidas de los accidentes ocurridos en instalaciones similares.
70. El Plan de Emergencia para su elaboración:
- a) incluirá disposiciones para la rápida identificación de la emergencia y la determinación del nivel apropiado de la respuesta.
 - b) asignará responsabilidades para notificar a las autoridades pertinentes, para iniciar la respuesta.
 - c) Incluirá los procedimientos de respuesta aplicable a las diferentes situaciones de emergencia.
 - d) detallará el programa de entrenamiento y simulacros para enfrentar con éxito las situaciones de emergencia.

CAPITULO X

REGISTROS

71. El Titular de la Autorización debe garantizar que se establezcan y mantengan actualizados los registros relativos a la ejecución del Programa de Protección Radiológica, que permitan demostrar en todo momento que la calidad del servicio que se brinda es la adecuada.
72. El Titular de la Autorización debe garantizar que como mínimo, los registros siguientes:
- a) Listados de TOE y expediente radiológico de cada uno de ellos que incluya:
 - Registro de la exposición ocupacional (historial dosimétrico), de los TOE, y deberá tener un respaldo en formato digital y que sea de fácil acceso para la ARN (se deberá de conservar esta información por un tiempo de 30 años).
 - Resultados de la capacitación recibida (resultados de los exámenes y programas de capacitación y entrenamiento).
 - Autorizaciones otorgadas (autorización individual, cuando proceda).
 - Resultados de los exámenes médicos.
 - b) Documentación técnica de los equipos suministrada por los fabricantes (en idioma español).

- c) Copias de las Autorizaciones otorgadas, de los informes de inspecciones realizadas por la Autoridad Reguladora y de la documentación técnica presentada en apoyo a la solicitud de la autorización vigente.
 - d) Inventario de equipos.
 - e) Resultados de la vigilancia radiológica de zonas y puestos de trabajos.
 - f) Resultados de las auditorías externas al Sistema de Gestión de la calidad de las exposiciones médicas.
 - g) Resultados de la verificación de los sistemas importantes para la seguridad incluida las comprobaciones diarias de diferentes parámetros que se realizan al equipo.
 - h) Resultados de los trabajos realizados de reparación y mantenimiento.
 - i) Resultados de la calibración completa de los equipos de Radiodiagnóstico Veterinario.
 - j) Resultados de las auditorías internas al Sistema de Gestión para la ejecución de la práctica en condiciones de protección y seguridad.
 - k) Resultados de las pruebas de aceptación y de puesta en servicio realizadas tras la instalación o el reemplazo de equipos.
 - l) Resultados de los controles periódicos de calidad de imagen.
 - m) Bitácora con todas las incidencias que ocurran en el trabajo con los equipos.
 - n) Reporte de incidentes y accidentes e investigaciones realizadas.
73. Todos los registros de los resultados de las calibraciones y comprobaciones periódicas de los parámetros significativos físicos y clínicos, así como todos los registros del equipo se deben conservar y mantener accesibles, durante el período de vida útil de los equipos utilizados en la práctica de Radiodiagnóstico Veterinario.

ANEXOS

ANEXO I: Lineamientos Básicos de un Servicio de Radiodiagnóstico Veterinario

El funcionamiento de la instalación y de los equipamientos debe llevarse a cabo conforme a los planes y procedimientos escritos y aprobados por el Titular de la Autorización. En la descripción de los estudios se deberá identificar los parámetros operacionales para los procedimientos de Radiodiagnóstico Veterinario comunes, es decir que equipo y técnicas serán usadas para los exámenes como tórax, abdomen, columna cervical, columna torácica, pelvis, cráneo, etc. Esto debe incluir parámetros para los generadores de la radiación (rangos de kVp y mAs), también se debe considerar el sistema de obtención de imagen (digital o análoga).

Rayos X:

La radiografía es una técnica diagnóstica que utiliza rayos X para observar estructuras internas del cuerpo humano mediante imágenes estáticas en forma análoga y/o digital.

Se requiere de las siguientes consideraciones:

- a) revisión de la bitácora de incidencias
- b) Revisión de la bitácora del equipo.
- c) Evaluación del control de calidad (inspección física y evaluación de algún parámetro si lo requiere.
- d) Antes de proceder a efectuar la exploración, cerrar las puertas de la sala, utilizar siempre dosímetro personal durante dure la jornada laboral.
- e) En la sala de radiografía el radiotecnólogo debe siempre mantenerse detrás de una barrera protectora contra la radiación dispersa, dicha barrera deberá tener un visor de vidrio plomado para que el tecnólogo pueda observar al paciente animal durante el examen.
- f) Cuando sea posible, el CAE debe ser seleccionado, en dado caso que la protección de órganos sea usada, este sistema debe ser deshabilitado para evitar altas dosis si el blindaje cubre parte del detector del CAE.
- g) El ayudante que es requerido deberá ser informado de la mejor posición para permanecer dentro de la sala de radiología y deberá usar un delantal de plomo y/o demás indumentaria requerida, siendo equivalente a un mínimo de 0,5 mm de plomo.
- h) En caso de exploración radiográfica con equipos móviles, el personal estará ubicado a una distancia mínima de 2 metros del cabezal y estar previsto del delantal plomado con espesor mínimo de 0,5 mm de plomo.
- i) Para el caso de radiología digital además se deberá considerar aplicar correctamente la colimación de imagen, efectuar un adecuado posicionamiento del paciente animal y utilizar la técnica más apropiada para evitar dosis indebidas en el paciente animal.

ANEXO II: Requisitos para el Control de Calidad de los Equipos en Radiodiagnóstico Veterinario

Requisitos para control de calidad de los equipos Radiográficos:

Como referencia para obtención de una imagen diagnóstica ideal, se incluyen algunos de los Controles de Calidad requeridos para dicho fin, para ello tenemos: los controles del generador, tubo de rayos X, dispositivo de colimación, alineación, dispositivos de control automático de exposición, aplicables a equipos convencionales de radiografía, las pruebas consideradas esenciales son:

- a) Comprobación de parámetros geométricos: Indicador de la distancia foco-película, coincidencia y centrado del campo de luz – campo de radiación, coincidencia campo de radiación – registro en sistemas automáticos.
- b) Calidad del haz: exactitud y reproducibilidad de la tensión, medida de la capa hemirreductora.
- c) Rendimiento del equipo, que es una medida de la intensidad del haz de radiación medido a 1 metro del foco. Se expresa en $\mu\text{Gy/mAs}$.
- d) Linealidad del rendimiento con la carga, ya que la intensidad del haz es proporcional al producto mAs seleccionado.
- e) Tiempo de exposición: exactitud y reproducibilidad.
- f) Control Automático de Exposición (CAE), entre otras.

Requisitos para control de calidad del Proceso de Revelado:

Se deberán de realizar las siguientes pruebas de control de calidad, fundamentales para el proceso final de la imagen latente, obtenida previa exposición a la radiación del paciente animal:

- a) Pruebas para el control de la temperatura de los reactivos químicos para el procesamiento.
- b) Prueba para determinar el tiempo óptimo de revelado.
- c) Control sensitométrico.
- d) Control de calidad en el revelado automático.

Requisitos para control de calidad para los Sistemas Receptores y Visualización de imagen:

Se deberán de realizar las siguientes pruebas de control de calidad, fundamentales para el proceso final de la imagen latente, obtenida previa exposición a la radiación del paciente animal:

- a) Pruebas para verificar la hermeticidad de los cassettes.
- b) Pruebas de chequeo del contacto película - pantalla.
- c) Evaluación de la uniformidad en la velocidad de las pantallas.
- d) Pruebas de verificación del brillo de los negatoscopios.

ANEXO III: Tablas de Parámetros de Kilovoltaje
Valores de capa hemirreductora.

TABLA 1: HVL equipos análogos

| Kilovoltaje del tubo de rayos X kV | Mínimo permisible del primer HVL mm Al |
|------------------------------------|--|
| 50 | 1.5 |
| 60 | 1.8 |
| 70 | 2.1 |
| 80 | 2.3 |
| 90 | 2.5 |
| 100 | 2.7 |
| 110 | 3 |
| 120 | 3.2 |
| 130 | 3.5 |
| 140 | 3.8 |
| 150 | 4.1 |

*Referencia Comisión Internacional de Electrotecnia, IEC 1994

TABLA 2: HVL Equipos CR-DR

| Kilovoltaje del tubo de rayosX kV | Mínimo permisible del primer HVL mm Al |
|-----------------------------------|--|
| 50 | 1.1 |
| 60 | 2.2 |
| 70 | 2.5 |
| 80 | 2.9 |
| 90 | 3.2 |
| 100 | 3.6 |
| 110 | 3.9 |
| 120 | 4.3 |
| 130 | 4.7 |
| 140 | 5 |
| 150 | 5.4 |

*Referencia Comisión Internacional de Electrotecnia, IEC 60601- 2-45

TABLA 3: Valores típicos de HVL para diferentes tensiones de tubo y combinaciones ánodo-filtro (Los datos incluyen el efecto sobre el HVL medido con la atenuación de la placa de compresión de PMMA)

| Kv | Mo + 30 µm Mo | Mo +25 µm Rh | Rh +25 µm Rh | W +50 µm Rh | W +0.45 µm Al |
|----|---------------|--------------|--------------|-------------|---------------|
| 25 | 0.33 ± .02 | 0.40 ± .02 | 0.38 ± .02 | 0.52 ± .03 | 0.31 ± .03 |
| 28 | 0.36 ± .02 | 0.42 ± .02 | 0.43 ± .02 | 0.54 ± .03 | 0.37 ± .03 |
| 31 | 0.39 ± .02 | 0.44 ± .02 | 0.48 ± .02 | 0.56 ± .03 | 0.42 ± .03 |
| 34 | | 0.47 ± .02 | | 0.59 ± .03 | 0.47 ± .03 |
| 37 | | 0.50 ± .02 | | | 0.51 ± .03 |