



Informe Cálculo de Blindaje equipo

Rx Convencional

25/03/2025

CB090

INFORME CÁLCULO DE BLINDAJE



QA REM SERVICE SAS

Protección Radiológica

Licencia

Ministerio de Salud y protección social

Resolución N° 008978 de 19 de Dic del 2022

Elaborado por.

MSc: Cristian Guillermo Uzuriaga

Director Técnico y Físico Médico

Quindío - Armenia

25/03/2025

Dirección: Av. Bolívar 45 n 68 mz c ca 11 Quindío - Armenia

Correo: qaremservice@gmail.com

Teléfonos: 3106351025; 3014361627



Informe Cálculo de Blindaje equipo
Rx Convencional
25/03/2025

CB090

INFORME CÁLCULO DE BLINDAJE

INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES

INFORMACIÓN GENERAL

DATOS DEL TITULAR	
RAZON SOCIAL	INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES
NIT/RUT:	800150861 1
DIRECCIÓN	CL 7A 12 A 51
CORREO ELECTRÓNICO	drococcidente@medicinalegal.gov.co
FECHA DE EVALUACIÓN	18/03/2025

DATOS DEL EQUIPO			
Marca equipo	BMI	Modelo equipo	JOLLY 30 Plus DR
Serie equipo	JPRD24/2931	Marca tubo	BMI
Modelo tubo RX	BMX-AR30	Serie tubo RX	4D3009
Tensión máxima tubo RX [kV]	125	Corriente máxima del tubo RX [mA]	500 mA
Carga de trabajo [mA.min/semana]	300.0	Ubicación del equipo dentro de la instalación	Piso 1
Año de fabricación del equipo	2024	Año de fabricación del Tubo	2024

PROTECCIÓN RADIOLOGICA



Informe Cálculo de Blindaje equipo

Rx Convencional

25/03/2025

CB090

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	4
MARCO TEORICO	4
METODOLOGÍA	10
CALCULO DE BLINDAJE REQUERIDO	14
CONCLUSIONES DE LOS RESULTADOS	15
BIBLIOGRAFÍA	17
CERTIFICACIÓN	18
Tabla 1. Límite de dosis áreas	7
Tabla 2. factores uso	7
Tabla 3 Factores de ocupación	8
Tabla 4. Cargas de trabajo estimadas para equipos convencionales de R. NCRP 147.	8
Tabla 5. Distancias puntos a blindar.	13
Tabla 6. Blindaje existente	13
Tabla 7. Pacientes por semana y carga de trabajo normalizada	14
Tabla 8. Factor de uso (U), Ocupación (T) y Objetivo de blindaje	14
Tabla 9. Espesores de blindaje de plomo y concreto calculados.	14
Tabla 10. Diferencia entre espesores calculados y existentes	14
Tabla 11. cantidad de pacientes que se pueden realizar usando chaleco de 0,5 mm de plomo a 1 y 2 m.	15

QAREM

PROTECCIÓN RADIOLOGICA

Dirección: Av. Bolívar 45 n 68 mz c ca 11 Quindío - Armenia

Correo: qaremservice@gmail.com

Teléfonos: 3106351025; 3014361627



Informe Cálculo de Blindaje equipo Rx Convencional 25/03/2025

CB090

INTRODUCCIÓN

La aplicación de los rayos x con fines diagnóstico es la principal fuente de radiación que libera dosis a la población mundial. En este sentido se han emprendido una serie de recomendaciones con el objeto de optimizar la aplicación de los rayos X diagnóstico, entre otras tenemos:

- Establecer niveles orientativos de dosis para estudios de rayos X diagnóstico.
- Optimizar el diseño del blindaje estructural.

Este Informe aborda el tema del diseño optimizado de blindajes de acuerdo con las recomendaciones del NCRP 147, y teniendo en cuenta las técnicas tradicionales del NCRP 49 y AAPM 39 (para salas de tomografía).

El propósito de este informe es calcular los blindajes de las áreas con el fin de proveer al Personal Ocupacionalmente Expuesto (POE), pacientes y público en general los niveles de radiación tan bajos como sea razonablemente posible siguiendo el principio de ALARA por sus siglas en inglés (As Low As Reasonably Achievable).

Los procedimientos, cálculos y niveles de dosis esperadas se han realizado conforme a los criterios y métodos recomendados en el Report No 145 Radiation Protection in Dentistry de la NCRP.

MARCO TEORICO

Instalaciones radiográficas.

Un sistema radiográfico de propósito general produce breves exposiciones a la radiación con potenciales eléctricos aplicados en el tubo de rayos X (potencial operativo) en el rango de 50 a 150 kVp (pico de kilovoltios) que normalmente se hacen con el haz de rayos X dirigido hacia abajo, hacia el paciente, la mesa radiográfica y, en definitiva, el suelo. Sin embargo, el tubo de rayos X generalmente se puede girar, de modo que sea posible para el Haz de rayos X para ser dirigido a otras barreras. Barreras que pueden ser directamente irradiados se consideran barreras primarias.

Las salas radiográficas de propósito general incluyen la capacidad para el tórax. radiografías donde el haz se dirige a un casete vertical ensamblaje, a menudo denominado "bucky de cofre" o "bucky de pared".

El operador de una unidad radiográfica deberá permanecer en un área protegida (cabina de control) o detrás de un escudo fijo que interceptará la radiación incidente. La cabina de control no debe utilizarse como una barrera primaria. El interruptor de exposición se colocará de tal forma que el técnico no pueda hacer una exposición con su cuerpo fuera del área protegida. Esto generalmente se logra si el interruptor de exposición a rayos X está al menos a 1 m del borde de la cabina de control.

Disposiciones de blindaje.

Es indispensable que los espesores y los materiales usados en construcción de los muros sean adecuados para garantizar que la dosis efectiva tras las barreras no exceda los límites semanales para personal no ocupacionalmente expuesto [ICRP 2007].

Otras consideraciones

- Hay que considerar que el haz primario de radiación puede ser atenuado por el paciente entre 10 y 100 por ciento.
- Se debe asumir que el haz incide perpendicularmente en la barrera.
- Para el blindaje se deben considerar todo tipo de barrera de protección.
- Se debe considerar la radiación de fuga máxima establecida de 0,876 mGy/h.
- En función del campo y de la fantoma se obtiene la radiación dispersa.
 - Campos pequeños y fantomas pequeños provoca radiación dispersa baja.
 - Campos grandes y fantomas grandes provoca radiación dispersa alta.
- En función del paciente.
 - Mas gordo, incremento de los factores.

Radiaciones existentes en una sala de rayos x.

- Radiación primaria.
- Radiación secundaria.
- Radiación de fuga
- Radiación transmitida
- Barrera primaria.
- Barrera Secundaria.

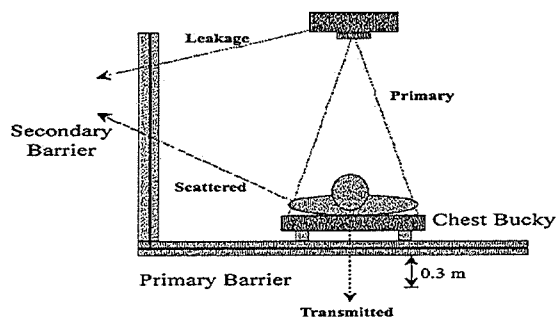


Figura 1 Figura que ilustra la radiación primaria, dispersa, de fuga

Puertas plomadas.

La puerta y el marco deben proporcionar al menos la atenuación requerida para reducir el Kerma en aire al objetivo de diseño de blindaje. Si se requiere plomo, el interior de la puerta El marco debe estar forrado con una sola hoja de plomo y trabajado en el contorno del marco para proporcionar una superposición efectiva con la barrera contigua (Figura 2.)

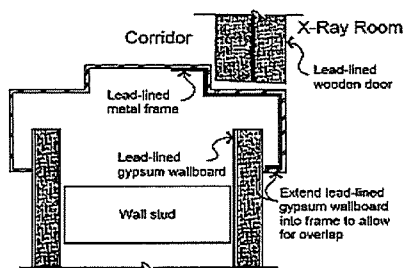


Figura 2. Vista transversal de la puerta revestida de plomo y el marco que ilustra la colocación adecuada del blindaje de plomo. Cuando el espesor del metal en el marco de la puerta es inadecuado, el interior del marco debe estar forrado con una sola hoja de plomo y trabajado en el contorno del marco para proporcionar una superposición efectiva con la barrera contigua

Ventanas.

Hay varios tipos de materiales adecuados para ventanas en Instalaciones médicas de imágenes de rayos X. Es deseable que el material de la ventana sea duradero y mantenga la transparencia óptica durante la vida de la instalación.

Es recomendable optar por una cámara dentro de la sala de rayos x para monitorear al paciente en vez de la tradicional ventana, sin embargo, si cuenta con la opción de vidrios plomados, debe tener presente cuál es su correcto blindaje, para ello, a continuación, la siguiente ilustración.

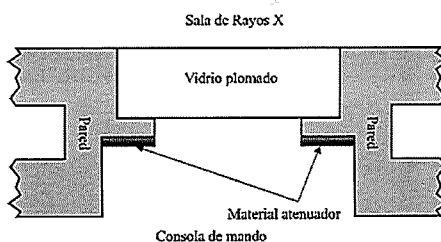


Figura 3. Esquema ventana plomada

Límite de diseño de blindaje (P)

Para proteger al TOE y público en general, el objetivo de los blindajes es la protección radiológica del TOE y del público en general.

Para el diseño de blindaje se debe considerar el Kerma en aire:

Tabla 1. Límite de dosis áreas

Área Controlada	0,10 mGy/sem
Área Libre	0,02 mGy/sem

Factor De Uso (U)

El factor de uso (U) es la fracción de la carga de trabajo del haz primario que está dirigida hacia una barrera primaria dada. El valor de U dependerá del tipo de instalación de radiación y de la barrera de preocupación.

Tabla 2. factores uso

Barreras	Factor (U)	Localización
Piso	0,89	Sala Rad (piso u otro)
Mesa de Pared	0,09	Sala Rad (piso u otro)
Muros	0,02	Sala Rad (piso u otro)
Receptor de Imagen	1	Sala rad (Bucky de pared)

Factor De Ocupación (T)

Grado de ocupación del área en consideración cuando la fuente se encuentra encendida.

Tabla 3 Factores de ocupación

Ubicación	Factor de ocupación
Oficinas administrativas o de dirección, laboratorios farmacias y otras áreas de trabajo totalmente ocupadas, área de recepción, salas de espera, zonas de juegos infantiles, salas adyacentes de rayos X, sala de control de rayos X.	1.00
Salas de tratamiento y examinación de pacientes	0.50
Pasillos, salas de pacientes, baños de trabajador, salas de estar de trabajadores.	0.20
Baños públicos, áreas de venta sin supervisión, depósitos, zonas exteriores con asientos, salas de espera sin atención, áreas de espera de pacientes.	0.05
Áreas al aire libre con peatones transitorios solamente, estacionamiento sin vigilancia, área de entrega vehicular (sin vigilancia), áticos, escaleras, ascensores sin supervisión, armario del conserje	0.03

Carga de trabajo (W) y distribución de la carga de trabajo.

La carga de trabajo (W) de un tubo de rayos X para imágenes médicas es el tiempo integral de la corriente del tubo de rayos X durante un período específico y es convencionalmente dado en unidades de miliamperios-minutos.

El período de tiempo más común en el que se especifica la carga de trabajo es de una semana. Sin embargo, también es útil para definir la carga de trabajo normalizada (W_{norm}) como la carga de trabajo promedio por paciente.

Se debe tener en cuenta que W_{norm} puede incluir exposiciones múltiples dependiendo del tipo de examen radiográfico y objetivo clínico. El producto de W_{norm} y el número promedio de pacientes por semana (N) es la carga de trabajo total por semana (W_{tot}):

$$W_{Tot} = N \cdot W_{norm}$$

Tabla 4. Cargas de trabajo estimadas para equipos convencionales de R. NCRP 147.

Room Type	Total Workload per Patient ^a (W_{norm}) (mA min patient ⁻¹)	Typical Number of Patients (N) (per 40 h week)		Total Workload per Week (W_{tot}) (mA min week ⁻¹)	
		Average	Busy	Average	Busy
Rad Room (chest bucky)	0.6	120	160	75	100
Rad Room (floor or other barriers)	1.9	120	160	240	320
Chest Room	0.22	200	400	50	100

Determinación de los requisitos de barrera de protección.

- El potencial máximo de operación (kVp máximo) de la máquina de rayos x utilizada para la radiografía.
- La carga de trabajo del tubo de rayos X en unidades de mA.min.sem-1.
- La distancia al punto de cálculo para barreras primarias o secundarias.
- El objetivo de diseño del blindaje semana viene dado para un área controlada o área supervisada.

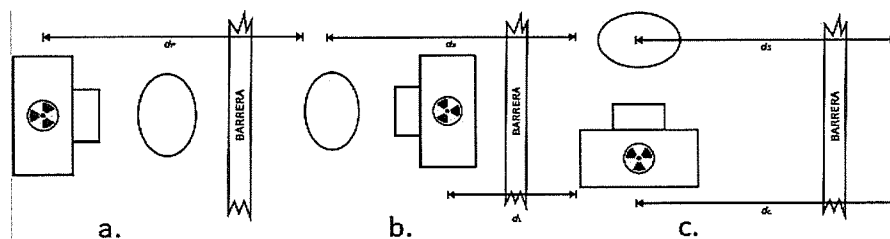


Figura 4 a. barrera primaria; b. barrera primaria; c. barrera secundaria

Barreras primaria.

Una barrera primaria es aquella diseñada para atenuar el haz primario al objetivo de diseño de blindaje. Las barreras primarias incluyen la porción de la pared en la que se encuentra montado el "chestbucky", el suelo y las paredes hacia donde ocasionalmente se puede dirigir el haz principal. Figura 4. ilustra la relación de la fuente de rayos X y el paciente con la barrera primaria y muestra la distancia primaria d_p medida desde la fuente a 0,3 m más allá de la barrera.

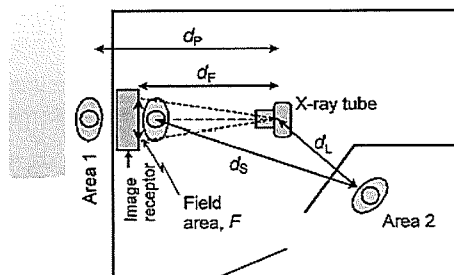


Figura 5 Diseño típico de la sala de rayos X de imágenes médicas. Para la orientación indicada del tubo, el individuo en el Área 1 tendría que ser protegido del haz primario, con la distancia desde la fuente de rayos X al área blindada igual a d_p . La persona en el Área 2 tendría que ser blindado de radiaciones dispersas y de fuga, con la indicada distancia de radiación dispersa d_s y distancia de radiación de fuga d_L .

Barreras Secundarias

Una barrera secundaria es aquella que atenúa el Kerma en aire de la dispersión y las radiaciones de fuga generadas por la unidad radiográfica a el objetivo de diseño de blindaje apropiado.

La componente de la **radiación dispersa** se debe a los fotones dispersados por el paciente y otros objetos en la trayectoria del haz de rayos X primario. la intensidad de la radiación dispersa aumenta con la intensidad y el área del haz útil.

La **radiación de fuga** es la creada en ánodo del tubo de rayos X y se transmite a través de la carcasa del tubo y el colimador fuera del área útil del haz. La Figura 4 ilustra la relación de la fuente de rayos X y paciente a la barrera secundaria y define los símbolos que representan las distancias importantes para los cálculos de barrera secundaria.

Para el cálculo del espesor de la barrera secundaria es necesario contar únicamente con la mínima distancia desde el punto focal al punto de interés y desde la superficie del paciente que se encuentra en contacto con el colimador al mismo punto de interés, debido a que por definición en la barrera secundaria no incide haz primario.

METODOLOGÍA

Para realizar la evaluación se calcularon los espesores necesarios de los muros requeridos para asegurar que tras las barreras el límite de dosis semanal no sea superado. Este cálculo contempla el método de Archer [1983, 1994], complementado con la metodología dispuesta en la guía NCRP 147 [2004].

El objetivo de un cálculo de blindaje es determinar el espesor de la barrera que es suficiente para reducir el kerma en aire en un área ocupada a un valor $\leq P/T$, el objetivo de diseño de blindaje semanal modificado por el factor de ocupación del área a proteger.

La transmisión del ancho del haz $B(x)$ se define como la relación del kerma en aire detrás de una barrera de espesor por el kerma en aire en la misma ubicación sin barrera de radiación intermedia.

$$B(x_{\text{barrier}}) = \left(\frac{P}{T} \right) \frac{d^2}{K^1 N}$$

Donde d es la distancia entre la fuente de radiación y el individuo más allá de la barrera, K^1 es el promedio de kerma en aire sin protección por paciente a 1 m de la fuente, y N es el número esperado de pacientes examinados en la habitación por semana.

$$x_{\text{barrier}} = \frac{1}{\alpha \gamma} \ln \left[\frac{\left(\frac{N T K^1}{P d^2} \right)^\gamma + \frac{\beta}{\alpha}}{1 + \frac{\beta}{\alpha}} \right]$$

La transmisión depende del tipo de radiación que suministra el aire, el kerma, la energía de la radiación, y el espesor y material. La transmisión de radiación dispersa se supone igual a la del haz primario, ya que a una primera aproximación el espectro de energía de los fotones dispersos es el mismo que para fotones primarios generados a menos de 150 kVp. La transmisión de la fuga de radiación se supone exponencial, ya que la penetración a través de la carcasa del tubo se habrá eliminado todo menos el más alto.

$$B_p(x_{\text{barrier}} + x_{\text{pre}}) = \left(\frac{P}{T}\right) \frac{d_p^2}{K_p^1 UN}$$

Para barreras secundarias mediante un desarrollo matemático se obtiene:

$$x_{\text{barrier}} = \frac{1}{\alpha \gamma} \ln \left[\frac{\left(\frac{NT K_{\text{sec}}^1}{P d_{\text{sec}}^2} \right)^\gamma + \frac{\beta}{\alpha}}{1 + \frac{\beta}{\alpha}} \right]$$

Determinación de distancias, puntos a blindar y Croquis De La Instalación.

Con el fin de evaluar las barreras se visitó la instalación y se observó la forma en que se usa el equipo junto a su ubicación, esto con el fin de identificar las barreras primarias y secundarias, adicionalmente se determinaron los factores de uso (U), y de ocupación (T), de las áreas tras las barreras.

De acuerdo al plano arquitectónico suministrado por la institución, se procede a medir las distancias desde el punto focal del equipo generador de radiación al objetivo o barrera demarcando así los puntos necesarios a blindar.

Tabla 5. Distancias puntos a blindar.

Punto	Punto para Blindar	Distancia desde el punto focal (m)
1	Puerta	1.73
2	Necropsias	1.61
3	Almacen Evidencias	1.40
4	Cava	1.71
5	Pasillo	1.37

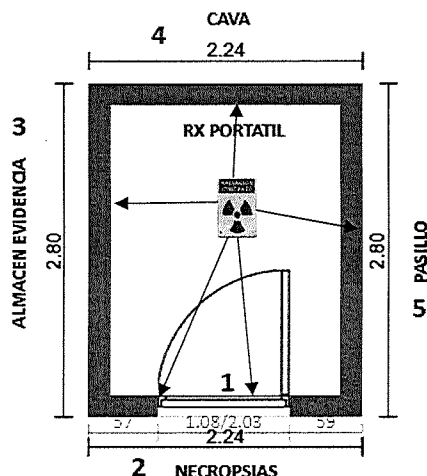


Figura 6 Croquis de la instalación.

Blindaje Existente.

De acuerdo a la información suministrada por la institución y estructura del plano arquitectónico se evidencian los siguientes espesores.

Tabla 6 Blindaje existente

Punto	Punto para Blindar	Material utilizado	Espesor existente (mm)
1	Puerta	Plomo	2.0
2	Necropsias	Plomo	2.0
3	Almacen Evidencias	Plomo	2.0
4	Cava	Plomo	2.0
5	Pasillo	Plomo	2.0

CALCULO DE BLINDAJE REQUERIDO

Se determina la carga de trabajo W (mA min/sem) el tiempo integral de la corriente del tubo de rayos X durante un período específico.

Tabla 7. Pacientes por semana y carga de trabajo normalizada

Pacientes /semana	Carga de trabajo mA.min /paciente
250	2.3

Se determinan los factores de uso, ocupación como se puede observar a continuación.

Tabla 8. Factor de uso (U), Ocupación (T) y Objetivo de blindaje

Punto	Zona Adyacente	Factor de uso U	Factor de ocupación T	Objetivo de Blindaje P
1	Puerta	1	1.13	0.02
2	Necropsias	1	1.00	0.1
3	Almacén Evidencias	1	1.00	0.1
4	Cava	1	0.05	0.02
5	Pasillo	1	0.03	0.02

Teniendo en cuenta las siguientes ecuaciones anteriormente descritas se procede a calcular los espesores requeridos según el material deseado, que comúnmente son plomo (Pb) Y CONCRETO.

Tabla 9 Espesores de blindaje de plomo y concreto calculados.

Punto	PUNTO PARA BLINDAR	Espesor para barrera secundaria REQUERIDO	
		Plomo (mm)	Ladrillo macizo y Concreto (mm)
1	Puerta	1.35	97.1
2	Necropsias	1.40	100.1
3	Almacén Evidencias	1.49	106.1
4	Cava	1.36	97.6
5	Pasillo	1.50	107.0

CONCLUSIONES DE LOS RESULTADOS

De acuerdo a los valores obtenidos como requerimiento en espesores de plomo (Pb) y concreto para blindar dichos puntos; La siguiente tabla muestra el espesor necesario en plomo o concreto con respecto al espesor que se tiene inicialmente.

Tabla 10 Diferencia entre espesores calculados y existentes

Punto	Punto para blindar	Espesor para barrera secundaria existente		Espesor para barrera secundaria requerida	
		Plomo (mm)	Ladrillo macizo y Concreto (mm)	Plomo (mm)	Ladrillo macizo y Concreto (mm)
1	Puerta	2.00	NA	1.22	87.99
2	Necropsias	2.00	120	1.23	88.96
3	Almacén Evidencias	2.00	160	1.51	108.00
4	Cava	2.00	160	1.55	110.32
5	Pasillo	2.00	160	1.85	130.71

Teniendo en cuenta estos valores se puede concluir que:

- La puerta del punto 1 No requiere un blindaje de Pb, ya que el valor calculado esta dentro de los parámetros existentes.

- Los demás puntos establecidos No requieren blindaje adicional ya que los valores calculados de ladrillo y concreto y Plomo están dentro de los parametros.

NOTA ACLARATORIA:

- Si por alguna razón los equipos son posicionados de tal manera que excedan los límites de las distancias consignadas en la Tabla 5 o es debido cambiar la orientación de los equipos, las zonas adyacentes o asignar personal a áreas no asistidas el presente documento pierde total validez y debe ser imperativo un recálculo del blindaje existente.
- Si el bunker sufre algún tipo de fisura o perforación el presente documento pierde total validez y debe ser imperativo un recálculo del blindaje existente.
- Las distancias consignadas en la Tabla 1, se levantaron en planos suministrados por el proveedor del lugar de construcción en compañía permanente del personal a cargo con su total consentimiento sobre la veracidad de las mismas.

Si el trabajador requiere operar el equipo a una distancia de 1 y 2m, se determina la cantidad de pacientes que puede realizar utilizando chaleco de 0,5 mm de Plomo.

Tabla 11. cantidad de pacientes que se pueden realizar usando chaleco de 0,5 mm de plomo a 1 y 2 m.

DISTANCIA (m)	MAXIMO DE PACIENTES	ESPESOR BARR SEC mm Pb	MAXIMO DE PACIENTES	ESPESOR BARR SEC mm Pb
	(TOE)	(TOE)	NO (TOE)	NO (TOE)
0.5	17	0.49	7	0.48
1	88	0.5	20	0.5
2	300	0.5	90	0.49

QAREM

PROTECCIÓN RADIOLOGICA

BIBLIOGRAFIA

- SEFM, SEPR, SERAM. (2012). Protocolo Español de Control de Calidad en Radiodiagnóstico. Madrid.
- Sociedad Española de Física Médica. (s.f.). Introducción al control de calidad en radiología digital. Madrid: Servicios Editoriales.
- Surgeons, C. o. (s.f.). Diagnostic Accreditation Program Radiology and CT Quality Control Procedures Workbook. Gran Bretaña.
- Nuclear, C. d. (1990). Aspectos Técnicos de Seguridad y Protección Radiológicas de instalaciones Médicas de Rayos X para Diagnostico.
- ARCALXLIX-IAEA. (2001). Protocolos de Control de Calidad en Radiodiagnostico.
- ARCAL LXXV-IAEA. (2010). Establecimiento de Niveles Orientativos en Radiografía General y Mamografía. Viena.





Informe Cálculo de Blindaje equipo

Rx Convencional

25/03/2025

CB090

CERTIFICACIÓN

Como Físico Médico y director técnico de QA REM SERVICE SAS, y teniendo en cuenta los requerimientos de protección radiológica como exigencia de la normatividad vigente, certifico que los cálculos de blindaje realizados al equipo de rayos x en la institución "Cumplen", con los estándares y requisitos normativos garantizando que el equipo está en óptimas condiciones para ser utilizado en pacientes

DATOS DEL TITULAR	
RAZON SOCIAL	INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES
NIT/RUT:	800150861 1
DIRECCIÓN	CL 7A 12 A 51
CORREO ELECTRÓNICO	drococcidente@medicinallegal.gov.co
FECHA DE EVALUACIÓN	18/03/2025

Marca equipo			
Marca equipo	BMI	Modelo equipo	JOLLY 30 Plus DR
Serie equipo	JPRD24/2931	Marca tubo	BMI
Modelo tubo RX	BMX-AR30	Serie tubo RX	4D3009
Tensión máxima tubo RX [kV]	125	Corriente máxima del tubo RX [mA]	500 mA
Carga de trabajo [mA.min/semana]	300.0	Ubicación del equipo dentro de la instalación	Piso 1

Esta certificación se expide en Quindío – Armenia, el día, 25 de marzo del 2025 sin vigencia a menos que se modifique algún ítem de acuerdo a la nota aclaratoria.


MSc: Cristian Guillermo Uzuriaga

Director Técnico y Físico Médico

Licencia

Ministerio de Salud y protección social

Resolución N° 008978 de 19 de Dic del 2022

Dirección: Av. Bolívar 45 n 68 mz c ca 11 Quindío - Armenia

Correo: qaremservice@gmail.com

Teléfonos: 3106351025; 3014361627

