



**Diseño de protocolo para la optimización y actualización de los registros de niveles de referencia diagnósticos (DRL) para exámenes o procedimientos médicos que involucran el uso de radiación ionizante.**

Juan Mateo Arboleda Guerra

Trabajo de grado presentado para optar al título de Bioingeniero

Asesor

Javier Hernando García Ramos, Magíster (MSc) en Ingeniería Clínica

Universidad de Antioquia  
Facultad de Ingeniería  
Bioingeniería  
Medellín, Antioquia, Colombia  
2024

Cita	Juan Mateo Arboleda Guerra [1]
<b>Referencia</b>  Estilo IEEE (2020)	[1] Juan Mateo Arboleda Guerra , “Diseño de protocolo para la optimización y actualización de los registros de niveles de referencia diagnósticos (DRL) para exámenes o procedimientos médicos que involucran el uso de radiación ionizante.”, Trabajo de grado profesional, Bioingeniería, Universidad de Antioquia, Medellín, Antioquia, Colombia, 2024.



Centro de Documentación de Ingeniería (CENDOI)

**Repositorio Institucional:** <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - [www.udea.edu.co](http://www.udea.edu.co)

**Rector:** John Jairo Arboleda Céspedes.

**Decano:** Julio César Saldarriaga

**Jefe departamento:** John Fredy Ochoa

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

## **Dedicatoria**

Dedicada a las personas que siempre tuvieron su fe puesta en mí a pesar de las adversidades, especialmente a mi madre por ser mi soporte incondicional ante todas las adversidades y durante todo el proceso.

## **Agradecimientos**

Primero, quiero agradecer a mis padres que con su gran cariño, apoyo y ánimos hicieron posible llevar a cabo este proceso. También al clínica Cardio VID por haberme brindado la oportunidad de trabajar, permitiéndome ampliar mis conocimientos en mi carrera profesional y también a mejorar en mis cualidades como persona, especialmente a las áreas de ingeniería biomédica, cirugía y UCIP. A los profesores que mediante sus clases y asesorías contribuyeron a mi formación integral como bioingeniero, Y a mis amigos de universidad, que me permitieron ser parte de su formación, al igual que ellos lo fueron para mí.

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	8
ABSTRACT	9
I. INTRODUCCIÓN	10
II. OBJETIVOS	12
A. Objetivo general	12
B. Objetivos específicos	12
III. MARCO TEÓRICO	13
A. Niveles de referencia	13
B. Magnitudes dosimétricas	13
C. Normativa	15
IV. METODOLOGÍA	17
A. Categorización de los equipos	17
B. Parámetros para el diseño del protocolo	17
C. Planeación de la aplicación del protocolo	18
V. RESULTADOS	20
A. Evaluar necesidades de actualización	20
B. Categorización de los equipos	20
C. Protocolo desarrollado	20
D. Aplicación del protocolo	24
E. Niveles de referencia determinados	24
F. Evaluación y reajuste del protocolo	27
VI. ANÁLISIS	28
VII. CONCLUSIONES	29
VIII. RECOMENDACIONES	30

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. MAGNITUDES IMPORTANTES POR EQUIPO .....	14
Tabla 2. Valores por procedimiento angiografo 1.....	25
Tabla 3. Valores por procedimiento angiografo 2.....	25
Tabla 4. Valores por procedimiento angiografo 3.....	26
Tabla 5. Valores por procedimiento angiografo 4.....	26
Tabla 6. Valores DPL por procedimiento en Tomógrafo.....	26
Tabla 7. Valores CTDIvol por procedimiento en Tomógrafo.....	26

## LISTA DE FIGURAS

Fig. 1 Geometría para determinar magnitudes dosimétricas, Fuente: Adatado de [6] .....	15
Fig. 2 Ejemplo tabla de registros.....	21
Fig. 3 Diagrama de flujo del protocolo desarrollado .....	23

## SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

<b>DRL</b>	Niveles de Referencia de Dosis (Dose Reference Levels)
<b>RX.</b>	Rayos X
<b>ICRP</b>	Comisión Internacional de Protección Radiológica
<b>K</b>	Kerma
<b>NR</b>	Niveles de Referencia

---

## RESUMEN

Las imágenes diagnósticas con radiaciones ionizantes son fundamentales para la medicina, pero su uso conlleva riesgos. Este proyecto busca diseñar un protocolo o plan para optimizar y o actualizar los niveles de referencia diagnósticos (DRL) en los equipos que utilizan radiaciones ionizantes en el prestador de servicios en salud de nivel IV Clínica Cardio VID, con el fin de garantizar una adecuada exposición a la radiación tanto para el paciente como para el personal médico y así tener una mejor control radiológico asegurando una mayor seguridad en la salud de los implicados, todo esto en la búsqueda del cumplimiento de estándares internacionales por parte de la comisión internacional de protección radiológica (ICRP) y por normatividad nacional de las cuales cabe resaltar la resolución 482 de 2018.

***Palabras clave* — Niveles de referencia, Kerma, Dosímetro termoluminiscente, dosis radiación**

---

**ABSTRACT**

Diagnostic images using ionizing radiation are fundamental to medicine, but their use entails risks. This project aims to design a protocol or plan to optimize and/or update Diagnostic Reference Levels (DRL) in equipment using ionizing radiation at the level IV healthcare provider, Clínica Cardio VID, in order to ensure proper radiation exposure for both patients and medical staff, thereby improving radiological control and ensuring greater safety for all involved. This is in pursuit of compliance with international standards set by the International Commission on Radiological Protection (ICRP) and national regulations, notably Resolution 482 of 2018.

***Keywords — Reference levels, Kerma, Thermoluminescent dosimeter, radiation dose***

---

## I. INTRODUCCIÓN

Desde hace décadas el uso de las imágenes diagnosticas en la medicina se ha convertido en una de las herramientas fundamentales para el estudio, diagnóstico y tratamiento de los padecimientos o enfermedades de la población. Uno de los principales métodos para la obtención de estas imágenes es el uso de radiaciones ionizantes las cuales, al poseer una baja longitud de onda, son capaces de travesar materiales blandos, como lo son la mayoría de los tejidos corporales de esta manera poder generar imágenes proyectadas del cuerpo en donde son identificables y apreciables tanto los órganos como tejidos presentes en el interior.

En el ámbito de la medicina y la evaluación de la salud, los niveles de referencia diagnósticos desempeñan un papel crucial, estos proporcionan una escala de dosis de radiación ionizante utilizada en ciertos procedimientos, con esto se busca corroborar la correcta dosificación de RX dentro de una institución lo cual promete condiciones de seguridad para el paciente. Este tipo de emisiones de energía son altamente toxicas y pueden traer consigo diferentes contraindicaciones a quienes estén bajo su exposición, como es un ejemplo los efectos estocástico precursores del cáncer y por estos efectos nocivos radica la importancia de utilizar las dosis precisas de RX.[1]

Enmarcándonos en la norma nacional, la resolución 482 de 2018 dice “los niveles de referencia para diagnóstico no son estáticos, se puede esperar que cambien durante un período de tiempo debido a mejoras en la optimización y los avances tecnológicos” [2]ya que en la actualidad tenemos un alto crecimiento en el uso de tecnologías de software y análisis digital de imágenes, se busca actualizar u optimizar con mayor regularidad los DRL para brindar una mayor seguridad y disminuir la exposición radiológica apacientes y personal médico.

El proceso de establecer niveles de referencia diagnósticos implica una cuidadosa recopilación de datos de poblaciones representativas, considerando variables como la edad, el peso y otros posibles factores influyentes. Estos datos se utilizan para definir rangos normales y patológicos, proporcionando una base sólida para la toma de decisiones clínicas.[1]

---

Este estudio se realizará en la clínica Cardio VID la cual por sus especialistas además de la alta cualificación del personal se ubica como un centro de IV de complejidad y hace poco ocupo el puesto 25 Top Ranking Latam Best Hospitals.[3]

---

## II. OBJETIVOS

### A. *Objetivo general*

Diseñar un protocolo o plan para la optimización y actualización de los registros de niveles de referencia diagnósticos (DRL) para exámenes y o procedimientos médicos que involucran el uso de radiación ionizante.

### B. *Objetivos específicos*

- Determinar las necesidades para actualización de los niveles de referencia diagnósticos (DRL) por medio de una búsqueda bibliográfica.
- Categorizar todos los equipos que utilicen radiaciones ionizantes dentro de la institución prestadora de servicios de salud.
- Diseñar un protocolo, algoritmo o plan de actualización de los niveles de referencia, a partir de datos obtenidos en la institución y crear una matriz con los equipos a evaluar.
- Implementar la matriz creada con los equipos según los niveles de referencia diagnósticos para los principales estudios ofrecidos en la institución.
- Evaluar y ajustar el protocolo de acuerdo con los resultados de la implementación.

---

### III. MARCO TEÓRICO

En la actualidad los avances tecnológicos en sistemas digitales han permitido un gran avance en el uso, captación y filtrado de señales e imágenes, estos avances han sido de vital importancia área de la salud, en donde el uso de imágenes diagnosticas cada vez se está convirtiendo en rutina a la hora de evaluar muchas y diversas patologías. Estas imágenes diagnosticas se obtienen principalmente mediante el uso radiación ionizante, la cual posee un alto grado de toxicidad y según sea la dosis como la exposición en el paciente puede llegar a ser mortal[4], Además establecer unos niveles de referencia diagnósticos los cuales son los encargados de definir y proporcionar una idea de como esta la institución a la hora de aplicar dosis de radiación ionizante.

#### A. *Niveles de referencia*

Los niveles de referencia, llamados también niveles orientativos, pueden definirse como una medida de dosis de radiación, que permite evaluar la cantidad de radiación ionizante utilizada para realizar un estudio de imágenes diagnosticas. El valor teórico a escogido a nivel regional como nivel de referencia se deriva de un conjunto representativo, partir del percentil 75 de la distribución de muestras, no obstante a nivel institucional se usa el valor de la mediana de los datos obtenidos a partir de la muestra y la metodología usada.[5] [1] (ICRP 135, 2017) Para establecer los niveles de referencia en radiología convencional existen varios métodos, el PKA o DAP (Producto Dosis Área) y por rendimiento del tubo de RX, también el método mediante la utilización directa de dosímetros termoluminiscentes etc.[6] Cabe resaltar que estos no se aplican para las exposiciones individuales de pacientes y se establecen para un tipo de exámenes específico dentro grupos de pacientes de talla estándar. Para obtener los niveles de referencia se utiliza una muestra entre 30 y 50 pacientes que cumplan con el estándar de peso.

#### B. *Magnitudes dosimétricas*

Para poder establecer los niveles de referencia, primero es necesario definir las variables o magnitudes dosimétricas a partir de las cuales se establecen los niveles de referencia, estas cantidades se establecen por medio del Kerma que a su vez se define como la energía transferida por radiación a partículas cargadas en forma de energía cinética en el punto de interés por unidad de masa. (Podgorsak, 2005)[7] no obstante las magnitudes que recomienda el ICRP de acuerdo con cada equipo para realizar el análisis se muestra en la Tabla 1. Estas se determinan según sea la aplicación del equipo y la proyección del disparo, el punto focal o central de disparo, podemos ver un ejemplo con más claridad en la Fig. 1

Tabla 1. MAGNITUDES IMPORTANTES POR EQUIPO

Equipo	Magnitud recomendada	Unidades
Radiografía.	Ka,e	mGy
	PKA	mGy.cm <sup>2</sup>
Mamografía	Ka.e, Ka,i o Dg	mGy
Dental Intraoral	Ka,i	mGy
Panorámica Dental	PKA	mGy.cm <sup>2</sup>
Fluoroscopia Diagnostica e intervencionista	PKA	Gy. cm <sup>2</sup>
	Ka,r	Gy
	Tiempo de Fluoroscopia Numero de imágenes	S NA
CT, CT intervencionista	CTDIvol	mGy
	DLP	mGy.cm
Tomógrafo odontológico	Ka,r	mGy

Dónde:

K a,e : Kerma en aire en la superficie de entrada.

Ka,i: Kerma incidente en aire.

K a,r : Kerma incidente en aire en un punto de referencia a la entrada del paciente.

PKA: Producto kerma en aire - área.

DG: Dosis glandular media

DLP: Producto dosis longitud.

CTDIvol: Índice de dosis en tomografía computarizada.

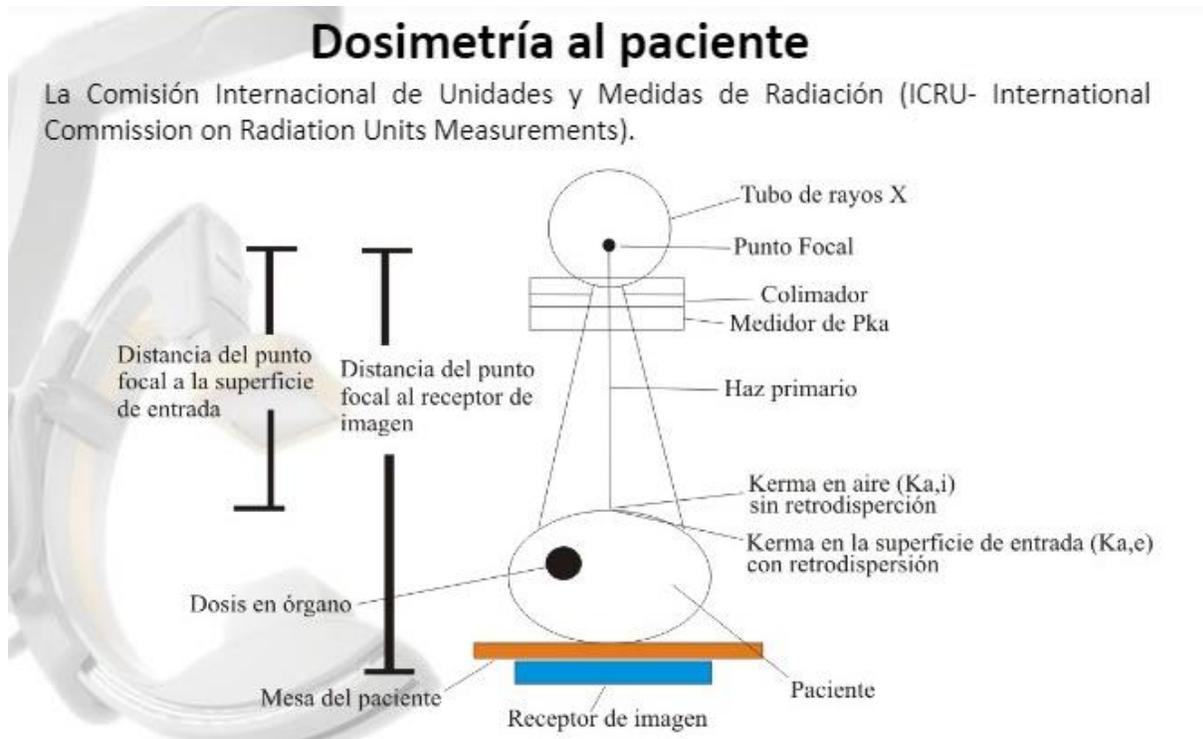


Fig. 1 Geometría para determinar magnitudes dosimétricas, Fuente: Adatado de [8]

### C. Normativa

Por parte de la normatividad, en la resolución 482 de 2018 se establece en las definiciones, que los niveles de referencia para diagnóstico no son estáticos, se puede esperar que cambien durante un período de tiempo debido a mejoras en la optimización y los avances tecnológicos.[2] y en la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) en su publicación 135 establece que normalmente se deben realizar estudios locales de cantidades de DRL como parte del programa de garantía de calidad, a menos que estos datos se envíen continuamente a un registro, en cuyo caso se debe realizar una revisión de los datos del registro. Se debe realizar una selección representativa de exámenes para cada unidad de rayos X a intervalos no mayores a 5 años y siempre que se hayan introducido cambios sustanciales en la tecnología o el software.[1] La última actualización realiza por parte de la clínica está comprendida en el periodo comprendido entre el 2019-2020 y luego de ese periodo han habido cambio tecnológicos dentro de la institución. Además

---

de esto en resolución 482 de 2018 en su artículo 24 visita de verificación, en su párrafo 3 que la institución prestadora de servicios en salud debe tener registro de los niveles de referencia para diagnóstico, respecto de los procedimientos más comunes. [2] Lo cual ratifica la importancia para el cumplimiento de la norma.

Dentro de la institución existen varios equipos de imagenología diagnóstica los cuáles utilizan radiaciones ionizantes, estos son; 5 equipos de Rayos X, 1 tomógrafo, 4 angiografos y 1 arco en C en el área de cirugía, cada uno de estos debe de poseer un registro de Los niveles de referencia diagnósticos.

---

#### IV. METODOLOGÍA

Para iniciar con el proceso de diseño del protocolo primero se requiere evaluar qué tipo de personas van a ser las encargadas de llevar a cabo el proceso de determinación de niveles de referencia específicos para alguno de los equipos presentes dentro de la institución todo según la Resolución 482 2018 o el ICRP 135, ya sea porque se renovó la tecnología o ha pasado un tiempo prudente desde la última actualización, a partir de esto se llega a la conclusión que es mejor generalizar el protocolo para así pueda ser implementado por personal con conocimientos básicos del tema. Por esto el protocolo recomendará al encargado de seguir sus lineamientos, realizar una revisión bibliográfica del tema, esta estará en la sección de anexos y referencias.

##### *A. Categorización de los equipos*

Inicialmente se categorizaron los equipos presentes para así establecer las necesidades de actualización de los DRL, además las variables dosimétricas a implementar y así crear tablas de registros de datos específicas para cada uno de dispositivos ya que según sea el dispositivo se tienen en cuenta diferentes variables dosimétricas, luego de esto se dividió los equipos y una vez divididos se establecerán los estudios o procedimientos comunes y la necesidad de actualización de los respectivos DRL.

##### *B. Parámetros para el diseño del protocolo*

Se tuvieron en cuenta varios parámetros para el diseño del protocolo, primero a que tipo de personal ira dirigido y será el encargado de seguir los lineamientos y la lista de pasos para determinar el nivel de referencia d algún procedimiento y equipo específico, a partir de esto se diseñó con un bajo grado de complejidad e incluyendo material informativo, con el fin de evitar dificultades a la hora de encontrar personal que se encargue de realizar el proceso. Lo siguiente para tener en cuenta fue la forma de la captura de datos, se le asigno la tarea los tecnólogos encargados del manejo de los equipos, estos a su vez recomendaron por su facilidad que fuera de manera física y no digital,

por lo que se optó por crear planillas impresas las cuales acompañaron cada equipo y en estas se fueron registrando los datos. Posteriormente se piensa en cual herramienta se usaría para los registros digitales, al final se escoge Excel como gestor digital de los datos por su facilidad de usar y por la cantidad de usuarios que conocen la herramienta, en este se registraron las variables y se realizaron los cálculos matemáticos.

### *C. Planeación de la aplicación del protocolo*

Una vez diseñado, se planeó su aplicación. Donde se siguió con sus lineamientos de manera ordenada se imprimieron las tablas de registro de datos, se informa al personal en cargo de los equipos estos iniciaron con el llenado de las tablas, luego se esperó para obtener los datos suficientes para culminar con el proceso. Se realizó semana a semana un seguimiento y digitación de los registros presentes en las planillas que acompañaron a cada equipo, al ver el flujo de exámenes realizado se determinó que siguiendo en condiciones actuales no se llegarían a obtener los datos necesarios por lo que previendo el caso de escases se pensó en un método válido para generar datos necesarios para completar el estudio, por lo cual a partir de los datos existentes se crean un grupo de valores de la siguiente manera. Inicialmente se hace un análisis cualitativo de los datos, en este se pudo evidenciar que posean aleatoriedad ya estos estaban sujetos a procesos estocásticos, no obstante si se mantenían rondando entre un intervalo, tan bien cabe resalta que dentro del intervalo existían pocos valores atípicos (por posibles dificultades presentadas durante el estudio) alejados del este intervalo central, por lo anterior se hizo uso de herramientas digitales y con estas se completó la muestra de la siguiente manera: primero se tomaron los datos reales, con estos haciendo uso de un diagrama de caja y bigotes se determinó los valores atípicos y el intervalo donde mayormente se movían los datos. Acto seguido con los intervalos anteriormente encontrados se crearon datos para cada uno de los equipos y procedimientos, con la función de aleatorios en Excel, cabe resaltar en el caso de los angiografos se multiplicó por 10 los intervalos hallados, ya que la función solo retorna valores enteros y algunos datos originales tenían un índice decimal, luego estos datos encontrados se dividieron por 10 para así tener en cuenta valores decimales. De esta manera se completaron los datos, todo en base los datos reales, también se tuvo en cuenta un número mayor de los necesarios para la muestra y de estos se descartaron valores considerados atípicos, que ocasionalmente aparecen, para con esto cumplir con los estándares de cantidad y así

---

poder efectuar a cabalidad el protocolo. Se dejo en disposición de la institución las hojas de cálculo para que continúen con los registros y una vez alcanzados un numero adecuados de estudios se remplacen los valores de estos por de los datos generados teóricamente y se puedan determinar con veracidad el valor experimental los DRL.

---

## V. RESULTADOS

### A. *Evaluar necesidades de actualización*

Se evaluaron las necesidades de actualización de los DRL en los equipos, con ayuda de la jefe del área se filtraron los equipos que según la resolución 482 de 2018 y la ICRP deben entrar en proceso de reevaluación de sus niveles referencia donde se encontró que por renovación tecnológica y cambio de tubo de rayos X los equipos pendientes por una nueva evaluación de sus niveles de referencia.

### B. *Categorización de los equipos*

Se categorizaron los equipos pendientes por una nueva evaluación de sus niveles de referencia, de los cuales según dice el ICRP seleccionaron tres tipos principales de exámenes o más repetitivos por equipo realizados dentro de la institución

### C. *Protocolo desarrollado*

Se procedió con el diseño del protocolo según se vio facilidad dentro de la institución, el cual fue una guía ordenada de pasos los cuales ayudaran a establecer un nivel de referencia para un equipo y estudio en específico todo esto con la finalidad de hacer la tarea de manera fácil y ordenada. Donde se hicieron tablas de datos para cada uno de los equipos, que incluyeron las variables dosimétricas y los estudios por equipo como es ejemplo para los angiografo Fig. 2 y de manera similar con los demás equipos que por normativa requirieron de una actualización de sus DRL.



---

especifica por equipo, si hay ingreso de un equipo nuevo diseñar la tabla de registro con sus respectivas variables.

3. Evaluar según la norma las necesidades reevaluación de los niveles de referencia para los equipos categorizados.
4. Evaluar los principales procedimientos por equipo o los procedimientos que soliciten determinación de los niveles de referencia
5. Determinar si el equipo posee cama de ionización o si se determinaran las variables dosimétricas por el rendimiento del tubo de RX.
6. Captar los datos necesarios por estudio para esto se debe informar personal en cargado de el manejo de los equipos y optar por crear una carpeta física y digital donde se incluya las planillas para toma de datos, además incluir un corto resumen y el nombre de los procedimientos de interés que se les realizara el estudio, con el fin que así sean tomados en cuenta y registrados por el personal. Luego de esto intentar digitalizarlos semana a semana hasta completar el número de estudios necesarios aproximadamente de 30 a 50 y faltar procedimientos que salgan de los estándares.
7. Hallar la mediana de las magnitudes dosimétricas obtenidas en el estudio, esta representa el nivel de referencia determinado.
8. Recopilar y guardar los resultados del estudio.

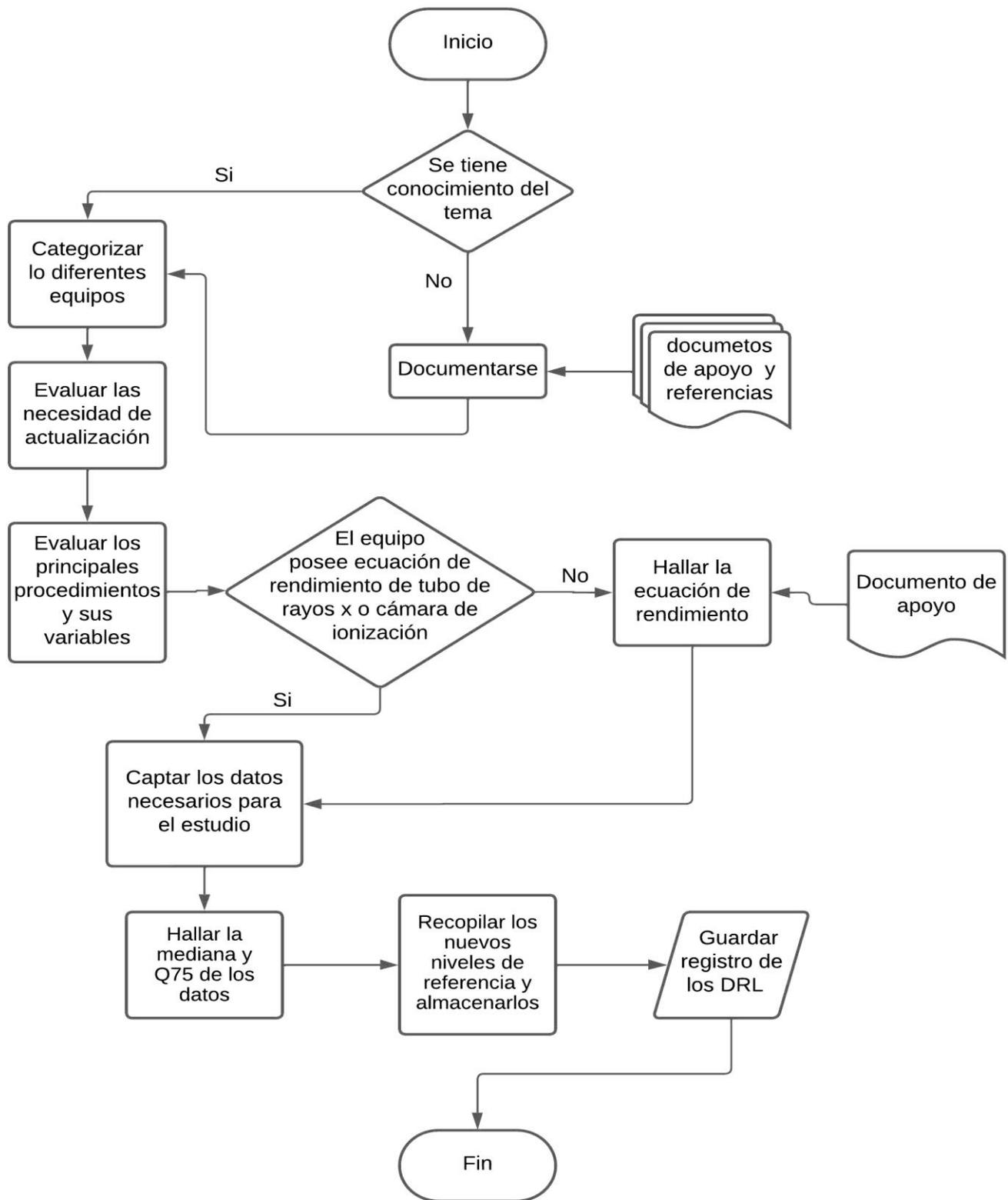


Fig. 3 Diagrama de flujo del protocolo desarrollado

#### *D. Aplicación del protocolo*

Una vez iniciado el protocolo para si evaluar su efectividad, siguiendo el paso a paso se evalúan las necesidades de actualización de los DRL, donde se determinó que los equipos pendientes por actualización de sus niveles de referencia eran primordialmente el tomógrafo y los angiografos de las salas de hemodinámica, ya que estos hacia no más de un año se les había hecho una actualización en su tecnología, para estos se seleccionaron 3 los principales o más repetitivos estudios, como es la recomendación del ICRP, estos son los siguientes.

##### **Tomógrafo:**

- Tac de cráneo simple
- Angiotac de arterias pulmonares
- Angiotac coronarias

##### **Angiografos:**

- Flebografía
- Aortograma abdominal y estudios de miembros inferiores
- Coronariografía

Posteriormente se imprimieron las tablas de registros con las magnitudes dosimétricas y se repartieron por los equipos y se notifico al personal, por cuestiones de tiempo no se alcanzaron los suficientes datos sin embargo se encontró la manera de solucionar esta dificultad por lo que se continuo con el análisis, completando los datos de la manera como se explica en la metodología. Cabe resaltar que el valor encontrado no es un valor completamente exacto, pero se ajusta muy bien a lo que se esperaba encontrar.

#### *E. Niveles de referencia determinados*

A partir de las publicaciones de la comisión internacional de protección radiología en especial la # 135, se recomienda que con el fin de determinar los niveles de referencia de un equipo diagnóstico que use radiaciones ionizantes se utiliza la principal variable dosimetría implicada en el proceso

donde para estudios regionales se usa el percentil 75 de la muestra y para estudios locales, la mediana del grupo de datos (entre 30 y 50) es el valor que se establece como nivel de referencia. Haciendo uso de los datos reales y simulados como se explicó en la metodología, se pudo determinar los niveles de referencia de los equipos para los grupos de exámenes escogidos. En donde los resultados se pueden evidenciar Tabla 2 a la

Tabla 7. En las cuales se pueden apreciar los valores que dieron como resultado la evaluación del protocolo, en donde para todos los equipos y procedimientos se incluyó el valor de media, la mediana que es un valor de referencia DRL usado para estudios locales y además de eso el Q75 el cual tiene un uso mayor en estudios regionales, con los datos obtenidos el valor de percentil Q75 como era de esperar está por encima de la mediana esto nos da una idea que los niveles de referencia regionales tienden a tener un valor por encima de los locales por esta razón si realiza un análisis entre niveles de referencia de algún lugar en específico con los regionales, los primeros deberían estar por debajo de estos, de no ser así es recomendable realizar un análisis de protección radiológica ya que podría a ver un uso excesivo de dosis

Tabla 2. VALORES POR PROCEDIMIENTO ANGIOGRAFO 1

Tipo de procedimiento	Producto dosis área (PDA)(Gy.m <sup>2</sup> )		
	Media	Mediana	Q75
Flebografía	44,5	46,4	61,5
Coronariografía	24,2	23,0	34,5
Reparación de aneurisma de aorta vía percutánea	49,7	54,6	84,6

Tabla 3. VALORES POR PROCEDIMIENTO ANGIOGRAFO 2

Tipo de procedimiento	Producto dosis área (PDA) (Gy.m <sup>2</sup> )		
	Media	Mediana	Q75

Flebografía	42,7	45,3	57,1
Coronariografía	24,5	26,8	36,4
Reparación de aneurisma de aorta vía percutánea	52,4	64,0	82,0

Tabla 4. VALORES POR PROCEDIMIENTO ANGIOGRAFO 3

Tipo de procedimiento	Producto dosis área (PDA) (Gy.m <sup>2</sup> )		
	Media	Mediana	Q75
Flebografía	42,7	42,8	58,3
Coronariografía	26,9	28,7	39,6
Reparación de aneurisma de aorta vía percutánea	55,4	68,9	87,8

Tabla 5. VALORES POR PROCEDIMIENTO ANGIOGRAFO 4

Tipo de procedimiento	Producto dosis área (PDA) (Gy.m <sup>2</sup> )		
	Media	Mediana	Q75
Flebografía	41,9	43,3	59,7
Coronariografía	29,9	34,2	45,1
Reparación de aneurisma de aorta vía percutánea	51,8	56,2	59,1

Tabla 6. VALORES DPL POR PROCEDIMIENTO EN TOMÓGRAFO

Tipo de procedimiento	DPL (mGy.cm)		
	Media	Mediana	Q75
Caneo simple DPL	521	554	683
Angiotac arterias pulmonares	291	297	342
Angio-tac coronario	443	438	505

Tabla 7. VALORES CTD<sub>Ivol</sub> POR PROCEDIMIENTO EN TOMÓGRAFO

Tipo de procedimiento	CTDIvol (mGy)		
	Media	Mediana	Q75
Caneo simple DPL	39,4	39,5	42,0
Angiotac arterias pulmonares	10,7	11,7	13,8
Angio-tac coronario	17,5	16,8	21,9

#### *F. Evaluación y reajuste del protocolo*

Se demuestra que el protocolo llevo a cabalidad con la determinación de los niveles de referencia o a pesar de completar algunos estudios con datos teóricos no obstante estos datos cumplen con las características esperadas de los valores prácticos, por esto en resumen se determina que el protocolo funciona y no se tendría problemas para la determinación o actualización de los niveles de referencia para algún equipo específico. Se puede decir al evaluar los resultados obtenidos con la ejecución del protocolo no necesita por lo pronto un reajuste, pero se deja a consideración a el personal de la clínica hacer recomendación al departamento de estadística para que sean los encargados de registrar lo datos parar futuros estudio y se registren la variables dosimétricas necesaria para la evaluación y actualización de los DRL y con esto lograr una mejor toma de registros dejando de lado parte del factor humano implicado en el proceso .

## VI. ANÁLISIS

La evaluación de los valores captados de dosis de radiación para cualquiera que sea el procedimiento médico practicado, pudiendo ser para diagnósticos o usos terapéuticos, depende de diversas variables, muchas veces no controlables, entre ellas edad, peso, equipo diagnóstico, complejidad del procedimiento y además de factor humano, lo cual provoca que sea un tipo de variable poco predecible pero esta rondará entre un intervalo cercano a un valor estandarizado del nivel de referencia, se puede entender la importancia de este valor ya que este nos habla de la cantidad de radiación ionizante aplicada en procedimientos a pacientes, y al ser la radiación un agente toxico, se debe de emplear con sumo cuidado para no generar efectos nocivos para los usuarios y así asegurar la seguridad de estos, de ahí podemos deducir porque la normatividad vigente resolución 482 de 2018 estable su evaluación, ya que de ser necesario, son un excelente referente para analizar si dentro de la institución se esta siendo un mal uso de las dosis, a partir de la comparación con los datos hallados en otras instituciones o de manera regional.

Se determina según el protocolo desarrollado y evaluado que este posee un orden adecuado, pasos concretos y unos lineamientos sencillos, por esto puede ser llevado a cabo por personal que trabaje dentro de la institución, el cual cuente con un conocimiento básico en tecnologías de radiación ionizante, manejo básico de Excel y tiempo ya que los cálculos y análisis realizados al hacer el estudio son de un bajo grado de complejidad, además de esto siguiendo el protocolo según sea el flujo de datos este llevara a cabo la determinación de un valor que aunque posee peso, es meramente informativo y de interés único para personal encargado de la seguridad protección radiológica o por el personal encargado de la habilitación de los servicios y responsable del cumplimiento de la norma.

---

Se pudo evidenciar la importancia del seguimiento de la renovación tecnología dentro de la institución, ya que esta también define la necesidad de actualización o reevaluación de los DRL, así filtrar los equipos para realizar el proceso de manera más eficiente evitando la evaluación innecesaria en algunos estos como es ejemplo la innecesaria evaluación de los equipos de rayos x portátiles a los cuales tomando como referencia la norma aun no era necesario reevaluar sus niveles de referencia.

## VII. CONCLUSIONES

Se determina que la búsqueda y evaluación bibliográfica además de la normativa asociada este tipo de proyectos es de vital importancia para su desarrollo, ya las normas son referentes y hacen que estos tengan una veraz importancia dentro de las instituciones y sean llevados a cabo puesto que al traer consigo resultados meramente informativos, no se da la necesidad de su desarrollo e implementación, pueda ser porque este tipo de estudios no benefician directamente y económicamente a las instituciones por lo que el mejor respaldo detrás de estos estudios es simplemente llegar al cumplimiento de las normas por estándares de habilitación las instituciones invierten en el tiempo y personal para la búsqueda del cumplimiento de esta.

Tras completar el proceso de categorización de todos los equipos que emplean radiaciones ionizantes dentro de la institución prestadora de servicios de salud, se llegó una comprensión más profunda y detallada de la infraestructura radiológica disponible. La clasificación de estos equipos es un paso fundamental para determinar el protocolo a seguir, para cumplir con las regulaciones y estándares vigentes en materia de radio-protección y calidad de la atención médica.

La creación de la matriz de equipos proporciona una herramienta invaluable para la gestión y supervisión eficientes de los recursos radiológicos, permitiendo una asignación óptima y la evaluación rápida de los niveles de referencia por tipo de examen diagnóstico o intervencionista. Este proceso ayuda a una mejor atención médica, al tiempo que promueve una cultura de seguridad radiológica dentro de la institución, en línea con las mejores prácticas internacionales y las normativas vigentes.

---

Después de evaluar protocolo y luego de la nula necesidad de ajustes se ha demostrado un compromiso con la mejora de la práctica radiológica en la institución. La creación del protocolo adaptación a las necesidades y hallazgos emergentes reflejan una cultura organizativa orientada hacia la seguridad del paciente. Este proceso iterativo permite identificar áreas de oportunidad para optimizar los procedimientos, mejorar la precisión diagnóstica y disminuir la exposición a la radiación. fomentando un enfoque integral en la gestión de la radiación.

## VIII. RECOMENDACIONES

La principal recomendación es notificar he informar al departamento de estadística la importancia de este proceso para que tengan en cuenta dentro de sus registros, todas las variables necesarias para realizar este tipo de procesos, y así saltarse una de las mayores dificultades la cual es el manejo correcto de los datos registrados a mano en las tablas de registro, todo con el objetivo conseguir una mayor facilidad y agilidad a la hora de terminar el protocolo.

## IX. REFERENCIAS

- [1] E. Vañó *et al.*, «ICRP Publication 135: Diagnostic Reference Levels in Medical Imaging», *Ann. ICRP*, vol. 46, n.º 1, pp. 1-144, oct. 2017, doi: 10.1177/0146645317717209.
- [2] «Resolución 0482 de 2018 Ministerio de Salud y Protección Social». Accedido: 21 de marzo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=76748&dt=S>
- [3] L. H. Serrano, «Estos serían los 19 mejores hospitales y clínicas de Colombia». Accedido: 21 de marzo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.eltiempo.com/salud/estos-serian-los-19-mejores-hospitales-y-clinicas-de-colombia-825046>
- [4] «Enfermedad por radiación: MedlinePlus enciclopedia médica». Accedido: 8 de abril de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/000026.htm>
- [5] N. A. González-López, K. M. Parra-Riofrío, M. A. Batista-Zaldívar, E. Carrillo-Vallejo, y V. N. Yanchapanta-Bastidas, «Niveles de referencia de dosis para adultos en procedimientos de cardiología intervencionista en Ecuador», *Arch. Cardiol. México*, vol. 91, n.º 4, pp. 415-421, 2021, doi: 10.24875/ACM.20000196.
- [6] L. D. T. Angarita, «Determinación de los Niveles de Referencia para Estudios de Radiología Convencional en el Hospital Universitario Nacional de Colombia», 2018.
- [7] «Pub1196\_web.pdf». Accedido: 31 de marzo de 2024. [En línea]. Disponible en: [https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1196\\_web.pdf](https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1196_web.pdf)
- [8] «ESTIMACIÓN DE LA DOSIS DE ENTRADA EN PIEL DE PACIENTES ADULTOS SOMETIDOS A PROCEDIMIENTOS DIAGNÓSTICOS Y TERAPÉUTICOS DE CARDIOLOGIA INTERVENCIONISTA - PDF Descargar libre». Accedido: 10 de abril de 2024. [En línea]. Disponible en: [https://docplayer.es/12177845-Estimacion-de-la-dosis-de-entrada-en-piel-de-pacientes-adultos-sometidos-a-procedimientos-diagnosticos-y-terapeuticos-de-cardiologia-intervencionista.html#google\\_vignette](https://docplayer.es/12177845-Estimacion-de-la-dosis-de-entrada-en-piel-de-pacientes-adultos-sometidos-a-procedimientos-diagnosticos-y-terapeuticos-de-cardiologia-intervencionista.html#google_vignette)

