

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE MEDICINA
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA SALUD
LICENCIATURA EN RADIOLOGÍA E IMÁGENES



INFORME FINAL DE SEMINARIO DE GRADO

MEDIDAS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA QUE POSEE SALA DE OPERACIONES
MEDIANTE EL USO DEL ARCO EN C EN EL HOSPITAL NACIONAL SAN JUAN DE
DIOS SAN MIGUEL EN EL PERIODO COMPRENDIDO DE FEBRERO A JULIO DE
2023

PRESENTADO POR:

VANESSA ABIGAIL FLORES FIGUEROA
CÉSAR MANRIQUE SARAVIA LECHADO
RUDY ODIR VENTURA REYES

PARA OPTAR AL GRADO DE:

LICENCIADOS EN RADIOLOGÍA E IMÁGENES

ASESORA

LICDA. TERESA DE LOS ANGELES REYES PAREDES

CIUDAD UNIVERSITARIA, EL SALVADOR, DICIEMBRE 2023

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD

RECTOR

MsC. JUAN ROSA QUINTANILLA

VICERRECTORA

DRA. EVELYN BEATRIZ FARFÁN

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO

MsC. ROGER ARMANDO ARIAS

SECRETARIO GENERAL

LIC.PEDRO ROSALÍO ESCOBAR CASTANEDA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE MEDICINA

DECANO DE LA FACULTAD DE MEDICINA

DR. SAUL DÍAZ PEÑA

VICEDECANO DE LA FACULTAD DE MEDICINA

LIC. FRANKLIN ARNULFO MÉNDEZ DURÁN

SECRETARIO

M.SP ROBERTO CARLOS HERNANDEZ MARROQUIN

DIRECTORA DE LA ESCUELA

LIC. MONICA RAQUEL VENTURA DE RAMOS

DIRECTORA DE LA CARRERA DE RADIOLOGÍA E IMÁGENES

LIC. MABEL PATRICIA NAJARRO CHÁVEZ

AGRADECIMIENTOS

A Dios, a Luis, a Rubén; y a las mujeres importantes que conforman mi ser. Mi madre, mi nana y mis amigas.

Cesar Manrique Saravia Lechado

Agradecimientos a mi familia por siempre creer en mí, que a pesar del obstáculo fueron un apoyo en todo el proceso, a mi madre en especial por ser indiscutiblemente indispensable, a mi padre por demostrarme que el esfuerzo siempre tiene su recompensa. A mis compañeros (ACGMV), aquellos que fueron un pilar en mi formación. También a mí mismo, por perseverar y nunca rendirme. Para finalizar, poder citar estas hermosas y gratificantes palabras: "LO LOGRE".

Rudy Odir Ventura Reyes

Primeramente, a Dios todo poderoso por darme la sabiduría y fortaleza que me ayudaron a afrontar todos los retos académicos que requirió este largo viaje hasta su culminación con este trabajo de grado, por escuchar mis oraciones, y presentarme a las personas correctas en el transcurso de la carrera.

A toda mi familia por estar para mí y ayudarme desde el primer día, sé que siempre estarán ante cualquier circunstancia.

A hermano por tus palabras de aliento en los momentos correctos, por ser mi mejor amigo y estar siempre acompañándome en todas mis decisiones; eres una de las personas más importantes en mi vida, te amo y de igual manera quiero verte cumplir tus sueños y metas.

A mi mamá por apoyarme en todo momento, por cuidar de mí siempre, por darme palabras de aliento y consejos para cada decisión que tomaba, tú fortaleza es una inspiración para mí. Te amo mucho.

A mi papá por brindarme el apoyo incondicional y ser un padre maravilloso a pesar de las dificultades tú siempre mantienes tu frente en alto y es algo que tengo presente en todo momento. Gracias por tus consejos y tu compañía. Te amo mucho.

A todos mis amigos que a lo largo de mi vida he conocido y han estado presente siempre dándome ánimos en cada etapa de mi área académica. Los quiero mucho

Vanessa Abigail Flores Figueroa

CONTENIDO

INTRODUCCION	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT.....	vii
CAPITULO I	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1.1 SITUACION PROBLEMÁTICA	2
1.1.2 ENUNCIADO DEL PROBLEMA.....	3
1.2 JUSTIFICACION.....	4
1.3 OBJETIVOS	5
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	5
1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	5
CAPITULO II	6
2.1. HISTORIA DE LOS RAYOS X	6
2.2. RADIATIVIDAD	7
2.2.1. RADIACIONES	7
2.3 EFECTOS BIOLÓGICOS DE LAS RADIACIONES IONIZANTES	8
2.4. USOS Y APLICACIONES DE LAS RADIACIONES IONIZANTES.....	11
2.4.1. APLICACIONES INDUSTRIALES (PRODUCCIÓN DE ENERGÍA).....	11
2.4.2. APLICACIONES MÉDICAS DE LAS RADIACIONES IONIZANTES	11
2.5. FLUOROSCOPIA	13
2.5.1. TIPOS DE UNIDADES DE FLUOROSCOPIA.....	13
2.5.2. TECNICA FLUOROSCOPICA.....	15
2.5.3. FLUOROSCOPIA EN SALA DE OPERACIONES	15

2.6.	ARCO EN C	15
2.6.1.	MANEJO CORRECTO DEL EQUIPO ARCO EN C	16
2.6.2.	TECNICAS DE EXPOSICION ADECUADAS SEGÚN REGION ANATOMICA	17
2.7.	PROTECCION RADIOLOGICA.....	18
2.7.1.	PRINCIPIOS DE PROTECCION RADIOLOGICA.	18
2.8.	PROTECCION RADIOLOGICA EN SALA DE OPERACIONES	20
2.8.1.	DISEÑO Y BLINDAJE DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA SALA DE OPERACIONES.....	21
2.8.2	REQUISITOS MÍNIMOS DE DISEÑO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA SALA DE INTERVENCIONISMO.....	25
2.8.3	CLASIFICACION DE ZONAS DENTRO DE SALA DE OPERACIONES ...	26
2.9	MEDIDAS DE PROTECCION RADIOLOGICA EN SALA DE OPERACIONES	28
2.9.1	REQUISITOS MINIMOS DE OPERACIÓN EN FLUOROSCOPIA INTERVENCIONISTA PARA EL PERSONAL.....	29
2.9.2	PROTECCION DEL PERSONAL EXPUESTO	30
2.9.3	LIMITES DE DOSIS PARA PERSONAL OCUPACIONALMENTE EXPUESTO.....	33
2.9.4	SISTEMA DE DOSIMETRÍA	34
CAPITULO III.....		36
3.1	OPERACIONALIZACION DE VARIABLES	36
CAPITULO IV.....		40
4.1	DISEÑO METODOLÓGICO.....	40
4.1.1	TIPO DE ESTUDIO.	40
4.1.2	ÁREA DE ESTUDIO.	40

4.1.3	UNIVERSO Y MUESTRA.....	40
4.1.4	METODOS	41
4.1.5	TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DELOS DATOS.....	41
4.1.6	VALIDACION DE LOS INSTRUMENTOS (PRUEBA PILOTO)	41
4.1.7	RECURSOS	41
4.1.8	CONSIDERACIONES ETICAS	42
4.1.9	PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.	42
4.1.10	PLAN ESTADÍSTICO PARA LA TABULACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS DATOS	43
	CAPÍTULO V.....	44
5.1	PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.	44
	CAPITULO VI.....	64
6.1	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	64
	FUENTES DE INFORMACION	70
	ANEXOS	73

INTRODUCCION

Los equipos de arco en C juegan un papel importante en los procedimientos donde el medico necesita imágenes en tiempo real. Mediante la fluoroscopia el licenciado en Rayos X provee de imágenes de alta calidad que sirven de guía durante dichos procedimientos. Sin embargo, la constante exposición a la radiación puede llegar a afectar la salud del personal dentro los quirófanos, por lo cual, es imprescindible poner en práctica medidas de protección radiológica que garanticen la seguridad de estos, procurando que los beneficios recibidos sean mayores que los riesgos a los cuales se exponen los usuarios.

Para una mayor comprensión la investigación se organizó de la siguiente manera:

En el CAPÍTULO I, se presentó el planteamiento del problema, el cual contiene los antecedentes donde se describe el inicio y evolución de las radiaciones ionizantes como método diagnóstico, como también, el desarrollo de los equipos fluoroscópicos. Además, se justifica la investigación a fin de identificar las condiciones y medidas de protección radiológica que se ponen en práctica mediante el uso del arco en C en el quirófano. Se plantean los objetivos de la investigación los cuales sirvieron de guía a lo largo de toda la investigación.

En el CAPITULO II Se realizó el marco teórico donde se recopilo toda la información que dio un sustento teórico y científico a la problemática, describiendo el uso de la fluoroscopia en sala de operaciones y la importancia de la protección radiológica durante su uso.

En el CAPÍTULO III, se diseñó la operacionalización de variables la cual permitió establecer de qué forma se mediría cada variable e identificar los indicadores y valores de cada una.

En el CAPITULO IV, se presentó el diseño metodológico donde se detalló el tipo de estudio, área de estudio, el universo y la muestra, métodos, técnicas e instrumentos para la recolección y análisis de la información y el proceso de presentación de los resultados obtenidos.

En el CAPITULO V, se presentaron los resultados obtenidos en la recolección de datos y su análisis

Finalmente, en el CAPÍTULO VI se establecieron las conclusiones y las recomendaciones que surgieron de la investigación.

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo determinar las medidas de protección radiológica que posee sala de operaciones mediante el uso del arco en C en el Hospital Nacional San Juan de Dios del departamento de San Miguel. Para ello se ha diseñado un estudio de carácter descriptivo transversal de manera prospectiva, debido a que se fueron registrando las variables de manera simultánea a medida iban sucediendo los hechos y se obtuvo la información realizando actividades que no influyeron de alguna manera en su comportamiento.

La muestra estuvo constituida por los profesionales en Radiología e Imágenes que laboran y hacen uso del equipo de Rayos X, “arco en C” en el quirófano N°1 de Sala de Operaciones Central. Por lo tanto, se definieron métodos y técnicas para recolectar la información de una manera verídica, pudiendo así, dar respuesta a la problemática en cuestión. Posteriormente fueron analizados y representados mediante tablas simples y de frecuencia con sus respectivos gráficos, para una mejor comprensión e interpretación de los resultados. Por último, se presenta una serie de conclusiones y recomendaciones para las entidades correspondientes en el área. Dentro de los resultados obtenidos, se evidencio que tanto la infraestructura que posee la instalación y las medidas de protección radiológica personales que se aplican en sala de operaciones durante la realización de procedimientos con el equipo son funcionales, ya que la mayoría cumplen con los requerimientos mínimos estipulados en las normativas brindadas por el Ministerio de Salud Pública y la Dirección de Protección Radiológica para su funcionamiento; sin embargo, se debe de mejorar en ciertos aspectos con relación a la señalizaciones, medidas aplicadas por el equipo multidisciplinario, materiales o accesorios blindados, factores de exposición, como también la importancia de la dosimetría personal.

Palabras clave:

Protección Radiológica

Arco en C

Sala de Operaciones

Factores de Exposición

Profesionales en Radiología e Imágenes

Dosimetría

ABSTRACT

The objective of this work is to determine the radiological protection measures that the operating room has through the use of the C-arm at the San Juan de Dios National Hospital in the department of San Miguel. For this purpose, a cross-sectional descriptive study was designed prospectively, because the variables were recorded simultaneously as the events occurred and the information was obtained by carrying out activities that did not influence their behavior in any way.

The sample was made up of Radiology and Imaging professionals who work and use the X-ray equipment, “C-arm” in operating room No. 1 of the Central Operating Room. Therefore, methods and techniques were defined to collect information in a truthful manner, thus being able to respond to the problem in question. They were subsequently analyzed and represented using simple and frequency tables with their respective graphs, for a better understanding and interpretation of the results. Finally, a series of conclusions and recommendations for the corresponding entities in the area are presented. Within the results obtained, it was evident that both the infrastructure that the facility has and the personal radiological protection measures that are applied in the operating room during the performance of procedures with the equipment are functional, since the majority meet the minimum requirements. stipulated in the regulations provided by the Ministry of Public Health and the Directorate of Radiological Protection for its operation; However, certain aspects must be improved in relation to signage, measures applied by the multidisciplinary team, armored materials or accessories, exposure factors, as well as the importance of personal dosimetry.

Keywords:

- Radiation Protection
- Operations room
- Professionals in Radiology and Imaging
- C-Arm
- Exposure Factors
- Dosimetry

CAPITULO I

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El descubrimiento de los rayos X por Wilhem Conrad Röntgen en 1895 constituye uno de los beneficios más grandes que se ha adquirido para el diagnóstico clínico de pacientes, en donde hasta en la actualidad, el profesional en radiología es el encargado de la utilización y manipulación de los equipos especializados de fuentes emisoras de radiación ionizante. Dentro de la amplia gama se encuentran los fluoroscopios móviles llamados “Arco en C”.

La fluoroscopia desde sus inicios en 1896 se empezó a utilizar en diversos estudios y procedimientos, llegando a ser necesario su empleo en Salas de Operaciones, por lo cual; en 1955 “C Arms by Philips” presenta un equipo de Rayos X portátil diseñado para realizar fluoroscopia intraoperatoria, permitiendo un gran avance en la tecnología médica, aportando soluciones a las nuevas necesidades hospitalarias que se presentan actualmente.

En El Salvador de igual manera, los principales hospitales del país fueron adquiriendo este tipo de equipos y en el 2009 el Hospital San Juan de Dios de San Miguel recibió un fluoroscopio de Arco en C marca “Shimadzu” como donación del Fondo Solidario para la Salud (FOSALUD), con el objetivo de proporcionar imágenes de rayos X de alta resolución en tiempo real en técnicas quirúrgicas. A raíz de eso, el personal de Sala de Operaciones realizó la compra de la memoria de cálculo de blindaje, por medio de la cual se estableció que la infraestructura del quirófano número uno reunía los requisitos para poder contar con este tipo de equipo. A partir de su implementación se amplió los procedimientos radiológicos en el que se necesitaba su aplicación, ya no siendo solamente procedimientos ortopédicos, sino también su aplicación en la diversidad de especialidades quirúrgicas.

En este año 2023 el hospital adquirió un nuevo equipo de Arco en C de marca Siemens, modelo “CIOS ALPHA” el cual contiene más funciones que pueden ser ocupados en los procedimientos, adquiriendo una imagen de mejor calidad.

1.1.1 SITUACION PROBLEMÁTICA

La protección radiológica significa un pilar fundamental dentro de la utilización de fuentes radiactivas, ya que, ésta proporciona normas y recomendaciones para salvaguardar la seguridad del personal ocupacionalmente expuesto, así como la del paciente al que se le realiza el procedimiento o estudio.

En El Salvador, dentro del Ministerio de Salud Pública, la Dirección de Protección Radiológica (DPR) es la entidad encargada de regular y verificar el cumplimiento de las normativas de protección al profesional que labora dentro de las zonas controladas y vigiladas correspondientes, una de ellas es el quirófano uno de sala de operaciones del Hospital Nacional "San Juan de Dios" del departamento de San Miguel, donde se realizan procedimientos quirúrgicos que conllevan la utilización de equipos emisores de rayos x continuos, como es el arco en C, que es un equipo especializado que produce imágenes en tiempo real. La utilización de dicho equipo supone un beneficio para las intervenciones que se realizan, pues este permite la visualización de la anatomía de interés, sin embargo, un uso desmedido conlleva a ciertas irregularidades en lo que respecta a las medidas de protección radiológica; provocando exposiciones constantes a dosis significativas de radiación.

Si bien las dosis necesarias para producir una imagen fluoroscópica son relativamente bajas, los niveles de exposición pueden llegar a ser altos por la larga duración de radiación continua que habitualmente se utilizan dentro de las intervenciones quirúrgicas, aumentando la cantidad de dosis absorbida, tanto para el paciente como para el personal ocupacionalmente expuesto, dando lugar al riesgo de aparición de efectos estocásticos (a largo plazo). Es por ello, la importancia de la correcta utilización de los materiales de radio-protección los cuales ayudan a optimizar y reducir los efectos de la radiación a la que se ven expuestos los trabajadores. También se debe tener en cuenta los principios de protección radiológica, los cuales son: La optimización y limitación de dosis; estos tienen como objetivo expresar los límites de radiación apropiados aplicando el principio ALARA, evitando así que los profesionales puedan incurrir a una falsa seguridad que les induzca a requerir de largos tiempos de exposición más de los recomendados. Además, se debe tomar en cuenta el principio de justificación, el cual expresa: "Cualquier decisión que altere la situación de exposición a la radiación debería ser más beneficiosa que perjudicial".

1.1.2 ENUNCIADO DEL PROBLEMA

De acuerdo con lo anterior el grupo investigador se planteó la siguiente pregunta que fue la base para el desarrollo de la investigación:

¿Cuáles son las medidas de protección radiológica que posee sala de operaciones mediante el uso del arco en C en el Hospital Nacional San Juan de Dios San Miguel en el periodo comprendido de febrero a julio de 2023?

1.2 JUSTIFICACION

En el Hospital San Juan de Dios, San Miguel, el departamento de Radiología e Imágenes es guiado por el Ministerio de Salud Pública, bajo la supervisión de la Dirección de Protección Radiológica, el cual brinda los lineamiento e indicadores que se deben cumplir de acuerdo a las normativas de protección y seguridad radiológica, donde cada departamento correspondiente dentro del sector de salud que posee áreas de adquisición de imágenes mediante la utilización de las radiaciones ionizantes debe desarrollar.

Es importante identificar y reconocer los principios de protección radiológica aplicados por el personal dentro de sala de operaciones debido a la demanda que existe como hospital de referencia, de tercer nivel, ya que, se realiza un elevado número de procedimientos quirúrgicos en donde es requerida constantemente la utilización del arco en C. La importancia de esta investigación radica en lo que determina el tiempo que el personal de salud es expuesto a las radiaciones, puesto que, dentro del contexto de la radiología, la vigilancia del cumplimiento de las normas de protección radiológica es un pilar fundamental para el ejercicio de la profesión, así como el velar por la protección de todo el equipo multidisciplinario que participa en las diferentes intervenciones quirúrgicas.

El estudio fue de gran utilidad, ya que se buscó identificar las condiciones de protección radiológica en las que se utiliza el equipo del arco en C y los resultados que se obtuvieron ayudaron a proporcionar a las autoridades del hospital, herramientas científicas para garantizar el fiel cumplimiento de las normas de protección radiológica; beneficiando de esta manera también al personal de sala de operaciones ya que a partir de los resultados de esta investigación se pueden fortalecer las condiciones de protección radiológica en las que se realizan los diferentes procedimientos en la Sala de Operaciones.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar las medidas de protección radiológica que posee sala de operaciones mediante el uso del arco en C en el Hospital Nacional San Juan de Dios San Miguel en el periodo comprendido de febrero a julio de 2023.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Identificar las condiciones de protección radiológica referentes a la infraestructura que posee la Sala de operaciones.
2. Describir los materiales de Protección Radiológica que posee Sala de operaciones mediante el uso del arco en C.
3. Evaluar las medidas de protección radiológica que aplica el personal de radiología en Sala de Operaciones durante la realización de los procedimientos con el arco en C.
4. Analizar el cumplimiento de las normas de protección radiológica brindadas por el Ministerio de Salud aplicados en Sala de operaciones durante los procedimientos con el arco en C.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1.HISTORIA DE LOS RAYOS X

En 1895, el físico alemán, Wilhelm Conrad Roentgen, descubrió un tipo de energía, a la que denominó rayos X, que podía ser utilizada para estudiar el cuerpo humano. Este descubrimiento potenció los usos médicos de la radiación, que se han ido ampliando desde entonces. Roentgen fue galardonado con el primer Premio Nobel en Física en 1901 en reconocimiento de los extraordinarios servicios que había prestado a la humanidad.

Un año después del descubrimiento de Roentgen, un científico francés, Henri Becquerel, guardó en un cajón algunas placas fotográficas junto con fragmentos de un mineral que contenía uranio. Cuando reveló las láminas descubrió que estas fueron afectadas por la radiación, este fenómeno, se denominó radiactividad, se produce cuando se libera espontáneamente energía de un átomo y se mide en unidades de becquerelios (Bq) en honor de Henri Becquerel. Poco después, una joven química, Marie Skłodowska-Curie, llevó a cabo investigaciones adicionales y fue la primera en acuñar la palabra radiactividad. En 1898, ella y su esposo Pierre Curie descubrieron que conforme el uranio emitía radiación, se transformaba misteriosamente en otros elementos, a uno de los cuales denominaron polonio en honor a su patria.

Hoy en día se sabe que los átomos tienen un minúsculo núcleo cargado positivamente rodeado por una nube de electrones con carga negativa. El núcleo es alrededor de la cienmilésima parte del tamaño de todo el átomo, pero es tan denso que representa casi toda la masa del átomo.

Los átomos se identifican de acuerdo al número de protones y neutrones que contenga su núcleo. El número de protones o número atómico determina el elemento químico, y el número de neutrones determina el isótopo. Por ejemplo, la molécula de agua está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H₂O).

El afán de los científicos a lo largo de los años fue explicar el fenómeno de la transferencia de energía entre los átomos, denominada: "Radiación" siendo la base de incontables investigaciones científicas que lograron aprovechar el fenómeno de la radiación para usos benéficos de la sociedad.

2.2. RADIATIVIDAD

2.2.1. RADIACIONES

La radiación puede definirse de diferentes maneras, estas pueden contener elementos distintos, pero que describen la misma esencia, como una energía que transita de un lugar a otro, por efectos de la ionización.

El fenómeno de la ionización es un proceso en el cual un átomo o una molécula gana o pierde electrones para formar iones cargados. Es decir, es el resultado de la pérdida de un electrón después de colisiones con partículas subatómicas energéticas, colisiones con otros átomos, moléculas e iones, o mediante la interacción con radiación electromagnética.

Dicha interacción da paso a lo que se conoce como radiación, una energía que se propaga en forma de onda a través del espacio, de igual manera se puede decir que la radiación es la emisión y propagación de energía, a través del vacío o de un medio material, en forma de onda electromagnética (R_x , R_γ ...), o bien en forma de partícula (α , n , p , ...).

- **TIPOS DE RADIACION**

Cabe recalcar que no toda la radiación se comporta de la misma manera, existen dos grandes grupos de radiación: Radiación ionizantes y no ionizante

- **Radiación no ionizante**

Se trata del tipo de radiación que no tiene la energía suficiente para ionizar un átomo, la ionización se refiere a la energía mínima necesaria para arrancar un electrón de un átomo

Algunos tipos de radiación no ionizantes pueden ser:

- Espectro radioelétrico
- Luz visible
- Microondas
- Ultravioleta
- Infrarrojo

- **Radiación ionizante**

Antes de conocer el proceso que conlleva la radiación ionizante, es de suma importancia que se conozca su mecanismo de interacción con la materia. El proceso de interacción mediante el cual una energía es capaz de retirar un electrón orbital del átomo con el que interactúa se conoce como “ionización”

La ionización ocurre cuando los rayos X pasan cerca de un electrón orbital de un átomo, proporcionándole suficiente energía para salir del átomo y esta puede interaccionar y ionizar átomos adicionales. Según el Consejo de Seguridad Nuclear, Las radiaciones ionizantes son un tipo de radiación más energéticas estas tienen una longitud de onda igual o menor a 100 nanómetros, o una frecuencia igual a o mayor que 3×10^{15} Hz. Se llaman “ionizantes” porque tienen suficiente energía como para arrancar electrones de las capas externas de los átomos en que impactan produciendo iones, directa o indirectamente.¹

Esta exposición a la radiación ionizante afecta los átomos de las células vivas de nuestro cuerpo y como consecuencia afecta el material genético de esta. Afortunadamente, las células son extremadamente eficientes para reparar dicho daño. Sin Embargo, La exposición a niveles muy altos de radiación o a largos periodos de tiempo pueden ocasionar que el daño no se repare correctamente haciendo que la célula muera o cambios en su genética que provoquen efectos a largo plazo en la salud.

2.3 EFECTOS BIOLÓGICOS DE LAS RADIACIONES IONIZANTES

Desde el descubrimiento de la radiación, más de un siglo de investigación ha producido una vasta información sobre los mecanismos biológicos mediante los cuales la radiación puede afectar a la salud. Se conoce que la radiación puede producir efectos a nivel celular, causando su muerte o alteración, usualmente debido al daño directo sobre las cadenas del ADN en un cromosoma. Cuando el número de células muertas o dañadas es lo suficientemente elevado, podría resultar en una disfunción del órgano e incluso la muerte. Otro daño puede afectar al ADN sin destruir la célula, y usualmente se repara por completo; pero en aquellos casos en

¹ Consejo de Seguridad Nuclear
Módulo 0: conceptos básicos sobre protección radiológica

los que no se produce dicha reparación, la alteración resultante conocida como mutación celular se verá reflejada en las divisiones celulares subsecuentes, y podría por último derivar en cáncer. Si las células modificadas son aquellas que transmiten información hereditaria a los descendientes, pueden surgir trastornos genéticos.

Para un mejor entendimiento y estudio, los efectos biológicos de la exposición a la radiación ionizante se dividen en: Efectos determinísticos y efectos estocásticos

- **Efectos determinísticos**

Los efectos deterministas ocurren tras exposición a dosis relativamente altas de radiación, y su aparición suele ser inmediata o tras un corto periodo de tiempo desde la irradiación. Para describir los efectos deterministas se utiliza la magnitud dosimétrica dosis absorbida (D), que es la energía absorbida por unidad de masa.

Se debe tomar en cuenta que el mecanismo por el que se producen los efectos deterministas es la muerte celular; este término se define de distintas maneras en función del tipo de célula considerada. Para células diferenciadas que no proliferan, la muerte significa la pérdida de la función para la que se han especializado. Para células que se dividen, una definición adecuada puede ser la de pérdida de la capacidad de proliferar, pérdida de su capacidad reproductiva o bien muerte mitótica pudiendo estar físicamente presente, aparentemente intacta, pero haber perdido su capacidad para llevar a cabo divisiones sucesivas. Esta definición de letalidad se utiliza generalmente en radiobiología y tiene particular interés en radioterapia de tumores, porque para su curación es necesaria la muerte de las células, en el sentido que éstas pierdan su capacidad de división, impidiéndose así el crecimiento del tumor.

- **Efectos estocásticos**

Si como consecuencia de la irradiación la célula no muere, sino que sufre una modificación en la molécula de ADN, podrán producirse los denominados efectos estocásticos. Estos tienen lugar tras exposiciones a dosis o tasas de dosis bajas de radiación y la probabilidad de que ocurran aumenta al aumentar la dosis de radiación recibida. La gravedad de estos efectos depende de factores como el tipo de célula afectado y el mecanismo de acción del agente agresor que interviene.

Las organizaciones nacionales e internacionales responsables de dictar las recomendaciones de protección radiológica aceptan que no existe una dosis umbral para el caso de efectos estocásticos, alegando que incluso que con dosis muy bajas de radiación exista una probabilidad, de que la célula sea modificada.

Los efectos estocásticos pueden ser hereditarios y somáticos. Si la célula que ha sido modificada tras la irradiación es una célula somática, el efecto se pondrá de manifiesto en el individuo que ha sido expuesto a la radiación, hablándose en este caso de efectos estocásticos *somáticos*. El efecto estocástico somático de mayor relevancia tras exposición a dosis bajas de radiación es el desarrollo de cáncer. La transición desde una célula normal a una célula maligna es un proceso complejo que implica diversos cambios cuya naturaleza exacta dependerá del tipo de célula, del mecanismo de acción del carcinógeno implicado y del tipo de cáncer que se origine.

Si por el contrario la célula que se ha visto modificada tras la irradiación es una célula germinal, el efecto biológico no se pondrá de manifiesto en el individuo expuesto sino en su descendencia, hablándose en este caso de efectos estocásticos hereditarios en donde se producen efectos transmisibles en poblaciones irradiadas, a través de la inducción de mutaciones en el ADN de las células germinales masculinas o femeninas. Estas mutaciones, aunque no tienen consecuencias directas en el individuo expuesto, pueden expresarse en generaciones posteriores como desórdenes genéticos de muy diverso tipo y severidad.

El uso de radiación puede atraer consigo muchas consecuencias que afecte la salud de las personas y principalmente a los trabajadores ocupacionalmente expuestos. Sin embargo, al usarse correctamente la radiación, son mayores los beneficios que se obtiene por sobre los riesgos. Ahora en día es utilizada en diferentes áreas y sectores del mundo laboral (principalmente en la medicina) llegando a convertirse en una herramienta indispensable en algunos campos laborales.

2.4. USOS Y APLICACIONES DE LAS RADIACIONES IONIZANTES

Las radiaciones ionizantes tienen diversos tipos de aplicación en la vida cotidiana del ser humano, la aplicación de la radiación dependerá directamente de las propiedades y efectos que causen en la materia.

A continuación, se reúnen las dos aplicaciones de mayor importancia:

2.4.1. APLICACIONES INDUSTRIALES (PRODUCCIÓN DE ENERGÍA)

La producción de energía mediante las radiaciones ionizantes se lleva a cabo en las centrales nucleares, se trata de una instalación industrial en la que se genera electricidad a partir de la energía que se produce en un reactor nuclear.

Como componente básico de una central, el reactor es el lugar en que se encuentra alojado el combustible nuclear, así como otros componentes que permiten iniciar, mantener y detener, de modo controlado, la reacción nuclear de fisión. En la misma, los núcleos de los isótopos “fisionables” de uranio son impactados por neutrones, provocando su ruptura y dando lugar a la aparición de nuevos isótopos (los llamados productos de fisión) y de nuevos neutrones que, a su vez, impactarán de nuevo sobre otros átomos de uranio (“reacción en cadena”). En esta reacción se desprende una gran cantidad de energía que, debidamente controlada,

2.4.2. APLICACIONES MÉDICAS DE LAS RADIACIONES IONIZANTES

En la actualidad, el uso de las radiaciones ionizantes en el ámbito médico es una práctica de gran utilidad para el diagnóstico de diversas enfermedades. Gran parte de la utilización de las fuentes radiactivas sigue como patrón el uso de un tubo de rayos x, que produce un espectro de fotones, que al atravesar al paciente deja como resultado la visualización de estructuras que no son visibles bajo otra técnica de imágenes. Las aplicaciones de las radiaciones ionizantes se basan en la interacción de la radiación con la materia y su comportamiento en ella.

El campo de radiación x, los rayos X, como los emitidos desde un típico tubo de los utilizados en aplicaciones médicas, consiste de un campo de fotones con una distribución continua de frecuencias y de energías. Cuando en el tubo de rayos X los electrones emitidos en el cátodo,

y acelerados por un campo eléctrico en su interior, interactúan con los átomos de la pista anódica, hecha de un metal, como tungsteno, molibdeno, plata, cobre, presentan una desaceleración que depende de lo cerca que pasen de los núcleos de los átomos de estos metales; se producen fotones de diferentes frecuencias que en el espectro electromagnético corresponden a los rayos X.

En el área hospitalaria los departamentos encargados de la manipulación de fuentes radiactivas son: los departamentos de Radiología e imágenes. El personal de Radiología sea estos; Licenciados o técnicos, son profesionales altamente capacitados en materia de la utilización de las fuentes radiactivas para diagnóstico o tratamiento médico; cabe recalcar que dentro de este mismo contexto existen diversas áreas de aplicación de las radiaciones ionizantes. En los servicios hospitalarios existen diversas técnicas de imágenes según la necesidad o condición de cada paciente, entre las principales están, los equipos de rayos x convencionales o digitales, estos son utilizados en su mayoría para examinar pacientes que pueden movilizarse sin ningún problema o que por su condición les permita ser asistidos por profesionales de otras áreas. Los equipos de fluoroscópicos fijos, estos equipos son utilizados para la realización de estudios que requieran la adquisición de imágenes en tiempos determinados y que se ven limitados por la anatomía y fisiología de cada paciente.

La característica particular de estos equipos es que permiten la visualización en tiempo real de la anatomía del paciente. Los equipos de rayos x portátiles, estos equipos tienen el mismo modo de operación que un equipo de rayos x fijo, la diferencia entre estos dos radica en su potencia de exposición y la facilidad de movimiento. Los “portátiles” como se les conoce comúnmente, son utilizados para la adquisición de radiografías de pacientes que por su condición no pueden ser movilizados a los departamentos de rayos x, y que requieren con urgencia de la visualización de los campos pulmonares; normalmente luego de algún procedimiento o intervencionismo bajo sedación.

La radiología como se describe anteriormente engloba todas aquellas imágenes diagnósticas, y conjunto de estudios, que se obtienen mediante diversas tecnologías. Dentro de la Radiología, existen diversas ramas que no solamente se encargan de la captura de una imagen

estática, estas, por el contrario, mediante la utilización de distintas fuentes radiactivas son capaces de diagnosticar y dar tratamiento a distintas patologías que sean compatibles con dicha modalidad de tratamiento, como es el caso de Radioterapia y Medicina Nuclear. De igual manera la Radiología, también se inserta dentro del área quirúrgica, puesto que, puede ser utilizada como guía de intervenciones dentro de sala de operaciones, los equipos que son utilizados dentro de sala de operaciones funcionan con espectros de radiación continua, fenómeno mejor conocido como fluoroscopia.

2.5. FLUOROSCOPIA

La fluoroscopia es una herramienta de diagnóstico por imágenes que permite al profesional de Radiología visualizar diversos sistemas del cuerpo, esquelético, digestivo, urinario, respiratorio y reproductivo. Asimismo, los médicos pueden utilizarlo para evaluar partes específicas del cuerpo que incorporan los huesos, los músculos, las articulaciones y los órganos sólidos (corazón, pulmones, riñones). Se utiliza en gran cantidad de exámenes y procedimientos, como rayos X con bario, cateterismo cardíaco, artrografía (visualización de una o varias articulaciones), punción lumbar, inserción de catéteres intravenosos (tubos huecos que se insertan en las venas o arterias), procedimientos intravenosos, CPRE, instrumentalizaciones, entre muchos más procedimientos. También se utiliza sola como procedimiento de diagnóstico o en combinación con otros medios o procedimientos terapéuticos

2.5.1. TIPOS DE UNIDADES DE FLUOROSCOPIA

Las unidades de fluoroscopia modernas incorporan como receptor de imagen el flat panel; este consiste en un arreglo de millones de elementos detectores rectangulares individuales de algunas decenas de micras por lado, son fabricados utilizando tecnología de película delgada sobre sustratos de vidrio de menos de un milímetro de espesor, y se presentan en dos versiones tecnológicas, las cuales son:

- **DETECTOR DIGITAL INDIRECTO**

En la primera, denominada detector digital indirecto, una capa de material centellador, generalmente de yoduro de cesio (CsI), se deposita en la parte superior de un arreglo de transistores de película delgada (TFT), entonces la luz producida en el centellador por los rayos X incide sobre unos fotodiodos que están acoplados a los elementos individuales de la malla de transistores que convierten la luz en carga que es almacenada en capacitores

- **DETECTOR DIGITAL DIRECTO**

En la segunda técnica, detector digital directo, utilizan una capa semiconductor gruesa, de silicio o selenio amorfo, sometida a un gran voltaje; cuando los rayos X son absorbidos en la capa de selenio, pares de carga electrón-hueco se generan y se mueven a los electrodos de polaridad opuesta, y la carga acumulada se almacena en capacitores del arreglo de TFT. En cualquiera de las dos modalidades, los arreglos de TFT de adquisición directa o indirecta, poseen detectores con áreas del orden de los cuarenta centímetros y llegan a tener hasta nueve millones de elementos individuales. En términos generales, en todo sistema digital, la generación de rayos X es realizada por un tubo estándar, y la energía absorbida por el detector se transforma en cargas eléctricas, que se registran, digitalizan y cuantifican en niveles de gris que representan la cantidad de energía de los rayos X depositada en cada punto de digitalización en la imagen resultante.

La fluoroscopia es un proceso dinámico; por tanto, el técnico radiólogo debe adaptarse a las imágenes en movimiento, que a menudo son oscuras. Este hecho requiere algunos conocimientos de iluminación de imágenes y de fisiología visual. Las variantes de la iluminación dentro de los procedimientos fluoroscópicos conllevan a procesos en los que se ven involucrado muy de cerca la fisiología de la visión. Con el paso del tiempo, los profesionales de Radiología e imagen desarrollan experiencias que permiten determinar según su criterio cuando una imagen necesita ser más iluminada o menos iluminada, esto con el fin de evidenciar de mejor manera las estructuras de interés en la cirugía que se esté realizando.

2.5.2. TECNICA FLUOROSCOPICA

Como se menciona anteriormente, durante la fluoroscopia, es responsabilidad del profesional operador, brindar un máximo detalle en las imágenes, hecho que requiere que éstas se muestren con altos niveles de brillo. El intensificador de imagen se desarrolló principalmente para reemplazar la pantalla fluorescente convencional, que debía observarse en una habitación a oscuras después de un período de adaptación a la oscuridad de 15 minutos. El intensificador de imagen aumenta la iluminación a la región observable por los conos, donde la exactitud visual es más grande. El brillo de una imagen fluoroscópica depende principalmente de la parte de la anatomía que se estudia. Un técnico radiólogo no puede controlar la anatomía del paciente, pero sí los niveles de kVp y mAs. La influencia de estos datos en la calidad de la imagen fluoroscópica es similar a su influencia en la calidad de las imágenes radiográficas. Generalmente, son preferibles un alto nivel de kVp y uno bajo de mAs.

2.5.3. FLUOROSCOPIA EN SALA DE OPERACIONES

Los arcos en C portátiles son usados frecuentemente en quirófanos, departamentos médicos y policlínicos. Algunas de las intervenciones en las que se utilizan estos equipos, pueden suponer tiempos de fluoroscopia largos y dosis a los pacientes relativamente altos. Los equipos más modernos incluyen normalmente opciones para reducir la dosis (como puede ser la fluoroscopia pulsada), pero también tienen opciones para aumentar la dosis en fluoroscopia cuando es necesaria una elevada calidad de imagen.

2.6. ARCO EN C

Arco en C es un término empleado para referirse a los intensificadores de imagen utilizados en una variedad de entornos, incluidas las salas de intervención y los quirófanos. La máquina es similar a la letra "C" en su apariencia con el tubo de rayos X en un extremo y el intensificador de imágenes en el otro. Los equipos Arco en C son ampliamente utilizados dentro del quirófano. Su tecnología de fluoroscopia permite al dispositivo proporcionar

imágenes de rayos X de alta resolución en tiempo real para que los cirujanos puedan monitorear el progreso del procedimiento y tomar decisiones en consecuencia.

2.6.1. MANEJO CORRECTO DEL EQUIPO ARCO EN C

Los equipos arco en C son aparatos complejos que requieren de un alto nivel de preparación para la correcta manipulación. El nivel de complejidad varía en función del procedimiento que se vaya a realizar, puesto que, cada intervención conlleva un conjunto de parámetros y movimientos que permiten al profesional observar de manera correcta la anatomía de interés. Actualmente el Hospital Nacional San Juan de Dios, San Miguel, cuenta con un equipo Arco en C de la marca siemens, modelo “Cios Alpha”

- **Especificaciones del equipo**

El CIOS ALPHA es el primer arco en C móvil que utiliza la tecnología Full View FD y la cadena de imágenes calidad retina con la reducción de dosis “IDEAL”. Cios Alpha cubre las necesidades de todas las disciplinas clínicas, abriendo nuevas posibilidades en la imagenología quirúrgica. Además, es capaz de generar la energía necesaria incluso en procedimientos duraderos, contiene un sistema de enfriamiento activo combinado con gestión de energía, la cual proporciona una excelente penetración en dosis muy baja.

Características técnicas:

- ✓ Potencia del equipo: 12 / 25 kW
- ✓ Rango de Kv: 40-125 Kv
- ✓ Detector: 20 × 20 / 30 × 30 cm
- ✓ Tamaño de pixel: 152 μm

2.6.2. TECNICAS DE EXPOSICION ADECUADAS SEGÚN REGION ANATOMICA

El CIOS ALPHA, integra herramientas que permiten al operador del equipo adecuar las técnicas de exposición a la radiación según la región anatómica a explorar. El algoritmo del equipo permite analizar la exposición en base al grosor y densidad del tejido a radiar, para que este sea óptimo, tanto para la calidad de la imagen, como para la protección del paciente y del personal laboralmente expuesto.

El parámetro de dosis se selecciona al momento de introducir al paciente en el sistema del equipo, una ventana desplegable muestra las opciones de procedimiento disponibles para identificar mediante cálculos volumétricos la zona a radiar. Entre los procedimientos más utilizados están:

- ✚ Ortopedia/trauma: Engloba todas aquellas intervenciones que involucran al sistema óseo del cuerpo humano.
- ✚ Gastrointestinal: Utilizado en procedimientos que requieren visualización de tejidos blandos, vísceras y circulación de materiales de contraste en cavidades.
- ✚ Tejido adiposo: Este protocolo puede ser utilizado en pacientes que, debido a su complexión física, tienen mayor índice de grasa corporal, y por consecuencia demandan de una mayor penetración para poder visualizar correctamente las estructuras anatómicas de interés.
- ✚ Cardíaco/intervencionista: Utilizado en procedimientos que requieran filtros de reducción de movimiento, como en el caso especial del corazón, que posee un movimiento involuntario y muy difícil de ser controlado.

2.7. PROTECCION RADIOLOGICA

Es la disciplina de carácter científico y técnico que tiene como propósito el proteger a las personas, medio ambiente y animales de los efectos nocivos que puede generar el uso de las radiaciones ionizantes, sin embargo dentro de las áreas de operaciones no son la excepción ya que se deben de tener en cuenta ciertas normativas y criterios para poder tener la disponibilidad de estos equipos, debido a eso existe la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) el cual es un organismo internacional independiente que emite decretos y presta asesoramiento sobre aspectos relacionados con la protección radiológica. A nivel nacional la Dirección de Protección Radiológica (DPR) es la dependencia encargada de regular y controlar el uso de las radiaciones ionizantes emitiendo normas y recomendaciones para proteger a todo el personal ocupacionalmente expuesto y a la población en general de los efectos adversos de las radiaciones ionizantes, basados en principios básicos y generales como lo es la dosimetría, tiempo, blindaje, distancia, justificación de dosis, etc.

2.7.1. PRINCIPIOS DE PROTECCION RADIOLOGICA.

Dentro de la protección radiológica existes tres principios básicos que se establecen como pilares fundamentales a la hora de trabajar con radiaciones ionizantes. Estos tienen el objetivo de reducir al mínimo la probabilidad de aparición los efectos deterministas y de efectos estocásticos conservando al mínimo las dosis que se adquieren en las diferentes áreas laborales.

- **Principio de justificación**

Este establece que “Cualquier decisión que altere la situación de exposición a radiación debería producir más beneficio que daño”. Lo que nos quiere dar a entender, que la decisión de utilizar radiaciones cual quiera sea el propósito (aplicando en cualquier práctica o tipo de exposición), debe suponer el suficiente beneficio individual o social para compensar el riesgo de tomar esa decisión.

Determinadas exposiciones deberían considerarse injustificadas sin necesidad de un análisis adicional, a menos que existan circunstancias excepcionales. (1)

Incluyendo:

- Aumento de radiactividad en productos tales como comida, bebidas, cosméticos, juguetes, joyas o adornos personales por añadir o activar de forma intencionada de sustancias radiactivas.
- Exámenes radiológicos con propósitos laborales, legales o relacionados con seguros de vida, realizados sin referencia a indicaciones clínicas, (a menos que se espere que el examen provea información útil sobre la salud del individuo o se realice en sustento de una investigación criminal importante.

- **Principio de limitación de dosis**

La cantidad de radiación adquirida en cada exposición no debe exceder el límite de dosis establecido por la Comisión de Protección Radiológica. Los límites de dosis reglamentarios son decididos por la autoridad reguladora teniendo en cuenta las recomendaciones internacionales, y se aplican a trabajadores y miembros del público en situaciones de exposición planificada. Para las mujeres embarazadas, la ICRP recomienda que los criterios de protección al feto sean similares a los de los miembros del público. Esto no debe impedir que la profesional embarazada realice procedimientos en la sala si sigue correctamente las normas de Protección Radiológica.

- **Principio de optimización de dosis.**

O también llamado principio ALARA, este establece que, durante la utilización de alguna fuente radiológica, la magnitud de la dosis, el número de personas y las exposiciones ocupacionales debe de mantenerse tan bajas como sea razonablemente posible. Esto se debe hacer respetando las tres reglas básicas de la protección: *tiempo, distancia, blindaje*

El Art. 24. Capítulo II de la Norma Radiológica Diagnostica e Intervencionista:

La dosis que reciba el personal ocupacionalmente expuesto debe mantenerse tan baja como razonablemente pueda lograrse y estar siempre por debajo del límite de dosis establecido².

- **Limitando el tiempo.**

La cantidad de radiación que adquiera una persona va a depender directamente del tiempo en que estas se expongan a la fuente. La dosis puede reducirse limitando el tiempo de exposición.

- **Distancia.**

La cantidad de exposición a la radiación depende de la distancia desde la fuente de radiación. Tomando como ejemplo el calor de una fogata, si está demasiado cerca, la intensidad de la radiación de calor es alta y puede quemarse y entre más lejos este del punto de la fuente, menos calor llegara en donde este. Esto mismo puede aplicarse a la radiación también de fuentes de radiación.

- **Blindaje.**

Si la fuente es demasiado intensa y el tiempo o la distancia no proporcionan suficiente protección contra la radiación, se debe usar el blindaje. El cual consiste normalmente en barreras de plomo o concreto.

2.8. PROTECCION RADIOLOGICA EN SALA DE OPERACIONES

Sala de operaciones es el lugar destinado a la realización de diferentes tipos de procedimientos de los cuales algunos es necesario la utilización de radiación ionizante, esta debe ser considerada como quirófano o sala de intervención en donde la disposición de los equipos debe garantizar unas condiciones óptimas de trabajo para los profesionales y fácil acceso y movilización de pacientes. Por lo tanto, la ubicación de esta dentro de un hospital debe ser en una zona de fácil acceso y tener colindancia con el servicio de urgencias y de cuidados intensivos.

² Ministerio de Salud
Norma Radiológica Diagnostica e Intervencionista Art. 24

2.8.1. DISEÑO Y BLINDAJE DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA SALA DE OPERACIONES

Según el Art. 13 de la Norma Radiológica Diagnostica e Intervencionismo:

El diseño de los ambientes de instalaciones que operen equipos de rayos-X deben asegurar la protección adecuada de los trabajadores y miembros del público, conforme a la restricción de dosis. Se debe tomar en cuenta que los lugares sean controlados con facilidad para el acceso³.

Por lo cual estos deben de cumplir ciertos requisitos en su construcción:

Diseño del blindaje en las instalaciones con equipos de rayos-X

El Art. 22 de la Norma Radiológica Diagnostica e Intervencionista menciona que para el diseño del blindaje en las instalaciones donde se operen equipos de rayos-X se debe cumplir al menos:

- Los diseños para la construcción, adaptación o remodelación se deben determinar sobre la base de una **memoria de cálculo** de blindaje, que debe ser avalada por un asesor especializado en seguridad y protección radiológica
- La altura de los blindajes no debe ser menor de 1.90 metros.
- La protección radiológica del operador durante la exposición consista en una mampara fija si la consola de control está dentro de la sala de rayos-X.
- Los blindajes de una instalación se deben construir de tal forma que haya continuidad entre los diferentes elementos constructivos, muros, marcos, hojas de puertas, ventanillas de control porta casetas, con el objeto de que el blindaje no se vea interrumpido.
- La Unidad de protección radiológica establece protectores o blindajes adecuados para cada sala o quirófano en función a las características específicas de las salas y los equipos a utilizar: como es tipo de equipo de rayos X, carga de trabajo, posiciones del tubo, dirección del Haz primario, tipo de radiación (primaria, secundaria, dispersa)

³ Ministerio de Salud

Norma Radiológica Diagnostica e Intervencionismo. Art. 13

- Las juntas constructivas que existieran entre los muros, columnas, tableros preconstruidos u otro elemento de instalación que se ubique en las salas de los rayos-X se deben blindar de forma que, si se presentan movimientos normales de la estructura, la protección no se vea afectada.
- Es recomendable el empleo de ángulos o tiras de plomo adosados al interior de las juntas o remates de los muros.
- Los tableros de control, cajas de instalación u otro material que interrumpa la continuidad de la protección, debe protegerse por su interior y si no es posible por el lado opuesto del muro.
- Cuando se utiliza como blindaje láminas de plomo o un material similar, éste debe estar montado de tal manera que no se deslice bajo su propio peso y el empalme entre las láminas deberá ser de 1cm como mínimo.
- Las cabezas de los clavos, tornillos o remaches deben estar cubiertos con plomo del mismo espesor que el de la lámina.
- Toda instalación debe contar con un blindaje que garantice que la dosis que reciben el público y personal ocupacionalmente expuesto se encuentre por debajo de las restricciones establecidas. (2)

Blindajes de barreras (puertas, paredes, ventanas, entre otro)

El blindaje es un aspecto importante en la construcción de una instalación médica para imágenes con Rayos X ya que con él se busca proteger al paciente, personal de salud y al público en general.

Se utilizan materiales densos como el plomo u hormigón; y el espesor dependerá del tipo y la intensidad de los equipos de imágenes por Rayos X que se utilizan.

Para ejemplificar con más detalle este tema, se explica la capacidad de penetración de las distintas longitudes de ondas en los diferentes materiales:



El plomo utilizado en salas de rayos X suele ser de plomo, es un material altamente denso y efectivo para detener la radiación. La instalación de plomo en una sala de Rayos X generalmente implica la colocación de las láminas en paredes, puertas, suelo y techos. Otros materiales que pueden ser considerados para el blindaje ladrillo, bloques de cemento entre otros. En aquellas situaciones en las que no es necesario el colocar las barreras de plomo, el material con el que está construida la instalación debe tener el grosor y densidad suficiente para poder detener la radiación que llegue a estos. Para utilizar el material se debe tener en cuenta su Capa Hemirreductora (EH) y se debe de evaluar la equivalencia con la cantidad de plomo que se ha establecido.

Consideraciones en el diseño de blindajes:

- Se debe tener en cuenta la accesibilidad y ergonomía de sala de rayos X al diseñar el blindaje para garantizar un espacio seguro y cómodo para los pacientes y el personal médico.
- Es importante verificar periódicamente el blindaje y realizar cualquier mantenimiento necesario para garantizar su continuo funcionamiento y seguridad.
- El grosor y densidad de las láminas de plomo deben ser adecuados para el nivel de protección requerido.
- Se debe determinar el nivel de protección requerido en sala de rayos X teniendo en cuenta el equipo utilizado y la radiación emitida (3)

Cálculo de blindajes

Según el Art. 23 de la Norma Radiológica Diagnostica e Intervencionista⁴

Para el cálculo del blindaje se debe contar con una memoria que contenga como mínimo la siguiente información

- a) Planos o diagramas arquitectónicos a escala de 1:100 de la instalación indicando sus colindancias; señalando la ubicación de los equipos, consola de control, lámparas, procesadores automáticas y accesorios
- b) Características de los equipos indicando: tipo de equipo, tensión del tubo, corriente máxima de operación, tiempo máximo de exposición, número de tubos, carga de trabajo semanal estimada para cada tubo, indicación de los factores utilizados en el cálculo de los blindajes, factor de uso y factor de ocupación.
- c) Los puntos de interés tomados para los cálculos de blindajes deben realizarse a 30 cm. más allá de la barrera de protección.
- d) Los espesores de las barreras de blindajes para proteger las áreas circundantes a la zona controlada, incluyendo las puertas de acceso a la misma y las ventanas al exterior, deben estar calculados para la protección del público
- e) Las instalaciones colindantes con propiedades privadas, casas de habitación, oficinas, comercios, fábricas u algún otro sitio donde la permanencia de personas sea comparable al tiempo de trabajo de un servicio de rayos-X, el blindaje se debe calcular para ocupación total.
- f) El blindaje puede elegirse de diversos materiales, como láminas de plomo, concreto u otro material que garantice que el espesor equivalente de plomo corresponda al indicado por los cálculos.
- g) Debe ser homogéneo y cumplir con la composición y densidad establecida en los cálculos.

⁴ Ministerio de Salud
Norma Radiológica e Intervencionista. Art. 23

2.8.2 REQUISITOS MÍNIMOS DE DISEÑO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA SALA DE INTERVENCIONISMO.

Como carácter general, las dimensiones de la sala de intervencionismo una vez instalado su blindaje serán tales que permitan un espacio libre de al menos 2 metros alrededor de todo el equipo y especialmente de la mesa del paciente. Estas dimensiones permitirán el acceso y manipulación de los pacientes.(4)

La altura libre mínima que se debe de disponer es de 3 metros. En caso de reforma, la instalación se adaptará a las dimensiones disponibles, considerando una altura mínima de 2.50 metros.

Según el Art. 14 de la Norma Radiológica Diagnostica e Intervencionista.⁵

Para reducir la probabilidad de ocurrencia situaciones anormales, el diseño de la sala debe considerar:

- a) Distribución de zonas y accesos.
- b) Seleccionar materiales de construcción y acabado de superficies y paredes, de acuerdo con **la memoria de cálculo de blindaje**.
- c) Sistemas de ventilación y climatización;
- d) Instalaciones eléctricas.
- e) Sistemas generales de evacuación de líquidos.
- f) Sistemas de protección contra incendios.
- g) Área de tratamiento para pacientes con reacciones alérgicas;
- h) Desvestideros y servicios sanitarios.
- i) Salas de rayos X que permitan el manejo de pacientes en camillas o en silla de ruedas
- j) Control variable de luz ambiental en las salas de fluoroscopia, para evitar perjuicio en la agudeza visual de los operadores

⁵ Ministerio de Salud
Norma Radiológica Diagnostica e Intervencionista. Art. 14

- k) La ubicación de la consola de control debe ser de tal forma que exista contacto visual directo con el paciente en todo momento, a través de una ventana blindada, sistemas de espejos o circuito cerrado de televisión
- l) La sala de rayos-X debe estar diseñada de tal forma que exista comunicación directa o electrónica con el paciente.
- m) En la entrada de la sala deberá existir un indicador de luz roja que avise que el generador de rayos-X está encendido y colocar en un lugar visible, un letrero con la leyenda: “CUANDO LA LUZ ESTÉ ENCENDIDA NO ENTRAR”;
- n) En el exterior de las puertas de la sala de rayos-X debe colocarse el símbolo internacional de radiaciones (trisector) y un letrero con la leyenda: “RADIACIÓN ZONA CONTROLADA”;
- o) En la sala de rayos-X deberán existir letreros con la leyenda “EN ESTA SALA SÓLO PODRÁ PERMANECER UN PACIENTE A LA VEZ”; “SI USTED ESTÁ EMBARAZADA O CREE ESTARLO, HÁGALO DEL CONOCIMIENTO DEL MÉDICO O TÉCNICO” y “ACOMPañANTE REQUIERA Y USE VESTIMENTA PLOMADA PARA SU PROTECCIÓN”;
- p) En la sala de rayos-X solamente debe estar el equipo y sus accesorios indispensables para su funcionamiento
- q) Las zonas controladas y supervisadas deben estar adecuadamente señalizadas para advertir el riesgo radiológico; y delimitadas de tal forma, que evite el libre acceso a personal no autorizado. (5).

2.8.3 CLASIFICACION DE ZONAS DENTRO DE SALA DE OPERACIONES

Según el Art. 12. De la Norma Radiológica Diagnostica e Intervencionista:

En las instalaciones que operen equipos de rayos-X deben definirse las siguientes zonas:

- a) Zona controlada donde se atiende al paciente para un determinado procedimiento radiológico rutinario o especial, tales como fluoroscopia, angiografía, entre otros
- b) Zona supervisada, que son las aledañas al área controlada.⁶

⁶ Ministerio de Salud

- **La Zona Controlada**

Es el área donde se encuentra el equipo de rayos X, la consola de control y cualquier espacio que se encuentre comprendido dentro de estas áreas, en este caso será el quirófano que este predestinado para que se utilice el brazo en C. Esta zona no debe ser utilizada como paso de y hacia algún lugar. El acceso a esta zona es permitido solamente para personal autorizado como el técnico radiólogo, el Médico radiólogo o Médico especialista y cuando sea necesario aquel personal que va a ayudar al paciente que se le va a realizar el examen.

Los accesos a esta zona deben estar restringidos por la colocación del símbolo internacional de RADIACION sobre la puerta en la parte exterior de la sala de irradiación y por una luz indicadora en el extremo superior sobre la puerta en la parte exterior de la sala de irradiación.

- **La Zona Supervisada:**

Son todas las áreas colindantes con la Zona Controlada en donde se mantienen bajo control periódico, las condiciones de exposición a las radiaciones ionizantes (6).

En el caso de Sala de operaciones estas son:

- La Cabina/ Vestidor
- Sala de cuidados
- Antesala
-

SEÑALIZACIÓN

Cada instalación de un servicio de rayos X debe de contener rótulos sobre los siguientes tópicos:

- a) Embarazo

Según la normativa de los servicios de prevención en relación con la aplicación de medidas de seguridad y salud en el trabajo de la trabajadora embarazada, o que haya dado a luz o esté en periodo de lactancia, no podrá realizar actividades que supongan riesgo de exposición a

radiaciones ionizantes cuando, de acuerdo con las conclusiones obtenidas en una evaluación de riesgos, pueda existir peligro para su seguridad, su salud, la del niño o la del feto.

Por otra parte, desde que una mujer comunica su estado, la protección del feto debe ser comparable a la del resto de la población. Por ello, la dosis equivalente al feto debe ser tan baja como sea razonablemente posible, de forma que sea improbable que exceda 1mSv.

b) Permanencia de personas ajenas

c) Señales indicadoras de área de radiación

En el exterior de las puertas de la sala de rayos-X debe colocarse el símbolo internacional de radiaciones (trisector) y un letrero con la leyenda: “radiación–zona controlada”

d) Señal de operación del equipo de rayos X.

Al estar utilizando el equipo en arco en C, normalmente se encuentra un foco amarillo en el equipo del monitor que se debe de encender cada que se realice disparo o se esté dando fluoroscopia. Dando la señal que se está ocupando radiación. También debe existir un rótulo sobre la puerta de ingreso a sala de rayos X y acompañado con símbolo internacional de radiación, con la siguiente leyenda: “cuando la luz este encendida no entrar”

Las señales se colocarán bien visibles a la entrada de las correspondientes áreas y en los lugares significativos de ellas. En las zonas que no tienen una clasificación permanente se colocará junto a la señal preceptiva un cartel indicando las restricciones aplicables (6).

2.9 MEDIDAS DE PROTECCION RADIOLOGICA EN SALA DE OPERACIONES

La protección radiológica dentro de Sala de operaciones al utilizar el equipo fluoroscopio de Arco en C, debe ser respetada y puesta en práctica igual o con mayor énfasis como en los departamentos donde se realizan exámenes de rayos X convencional.

Cada procedimiento que se realiza en el quirófano tiene diferente duración donde varían de minutos a horas; por lo cual, el uso de protectores personales, control de tiempo de

exposición, el control dosímetro es vital para mantener al mínimo los riesgos que traen la utilización de radiación.

2.9.1 REQUISITOS MINIMOS DE OPERACIÓN EN FLUOROSCOPIA INTERVENCIONISTA PARA EL PERSONAL.

1. Garantizar que el personal en Sala:
 - Dispongan y utilicen doble dosimetría, protector de tiroides, lentes con equivalente de plomo, chalecos que cubran los 360°, pantallas suspendidas del techo, blindajes laterales y cortinillas plomadas.
 - Mantengan las manos fuera del haz primario salvo que sea estrictamente necesario.
 - Se sitúen de ser posible en el lado opuesto del tubo durante las proyecciones oblicuas y laterales.
 - Mantengan el intensificador de imagen lo más cerca posible del paciente según lo permita el procedimiento.
 - Colimen el haz de rayos X solo al área de interés
 - Empleen el tiempo mínimo indispensable, accionando el interruptor en forma intermitente.
 - Consideren la protección de órganos sensibles como el cristalino
 - Utilicen fluoroscopia pulsada con la tasa más baja posible que le permita el procedimiento clínico a realizar.
 - Eviten el uso de magnificación.
2. Dentro de sala solo debe permanecer el personal mínimo necesario para el procedimiento, evitando situarse o circular por la zona más próxima al campo de Rayos X, colocándose detrás de las mamparas móviles.
3. Que la entidad mantenga actualizados los registros de protección radiológica siguientes:
 - Dosimetría personal
 - Pacientes irradiados
 - Mantenimiento del equipo de Rayos X

- Incidentes radiológicos
- 4. Solicitar los resultados del control dosimétrico al personal que labora en otras instituciones, registrando las dosis acumuladas, tomando en cuenta que no debe sobrepasarse la restricción de dosis establecidas. Si fuera el caso se deberá notificar el nombre de las personas que han sobrepasado dicha restricción.
- 5. Que las puertas de las salas se mantengan cerradas durante la operación del equipo (7)

2.9.2 PROTECCION DEL PERSONAL EXPUESTO

Según el Art. 26 de la Norma Radiológica Diagnostica e Intervencionista.⁷

Dentro de las instalaciones donde se utilicen equipos de rayos-X, el personal expuesto debe:

- a) Usar los dispositivos de protección con los que cuentan los equipos para atenuar la radiación dispersa, tales como: cortinas plomadas, marcos plomados alrededor de la pantalla, placas de plástico plomado, mamparas, filtros compensadores, entre otros.
- b) Durante la realización de los estudios radiológicos emplear el colimador apropiado para obtener el haz mínimo necesario y utilizar la tensión, corriente y tiempo adecuado.
- c) Durante los estudios de fluoroscopia deben extremarse las medidas de protección radiológica tanto por la necesidad de permanecer cerca del paciente como por el mayor tiempo de exposición, especialmente aquellas asociadas con la protección de gónadas.
- d) Los dispositivos mínimos indispensables de protección radiológica para cada departamento o servicio de radiología, se establecerán de acuerdo al tipo de estudios a realizar.
- e) Cuando se utilice un equipo móvil debe mantenerse a una distancia de 2m. o más del tubo y paciente, utilizando siempre delantal plomado.
- f) Durante los estudios fluoroscópicos con arco en C, todo el personal que participe debe utilizar delantal con espesores equivalentes a 0.5 mm de Pb.

⁷ Ministerio de Salud
Norma Radiológica Diagnostica e Intervencionista Art.26

- g) Cuando la vigilancia radiológica individual no sea procedente o factible, se debe evaluar la exposición del trabajador a partir de los resultados de vigilancia de área y la información de la ubicación y permanencia del trabajador en la zona.
- h) El personal cuyo trabajo principal es la fluoroscopia, debe estar sujeto a vigilancia radiológica individual y portar dos dosímetros, uno en la parte superior del tórax sujeto a la ropa y otro sobre el delantal.
- i) Los dosímetros personales deben portarse durante la jornada de trabajo y al término de ésta, deben permanecer almacenados en cada institución, en un lugar adecuado, fuera de la zona controlada.

Accesorios de protección Radiológica

Todo personal que es necesaria su permanencia dentro de la sala de operaciones, durante un determinado procedimiento, debe ocupar elementos de protección radiológica personales. Estos deben ser proporcionados por la institución y deben estar en buen estado (sin agrietamientos entre sus láminas de plomo); de esta manera se evitará que el haz de radiación primaria incida directamente.

Según el Art. 11. De las Normas Radiológica Diagnostica e Intervencionista

En las instalaciones que operen equipos de rayos-X dependiendo de la práctica y cantidad de equipos, se debe disponer de los siguientes dispositivos para la protección de órganos del paciente⁸:

- a) Delantales plomados
- b) Protectores de gónadas
- c) Lentes plomados
- d) Cuellos protectores para tiroides
- e) Biombos

⁸ Ministerio de Salud
Norma Radiológica Diagnostica e Intervencionismo. Art. 11

Debe haber suficientes accesorios para todo el personal que interviene en procedimientos que requieran permanencia en sala; así como para el paciente, cuando sea necesario.

- **Delantal plomado**

Debe de estar en buenas condiciones y no rajado, para ello éste debe de ser manejado cuidadosamente y cuando no se encuentre en uso debe de ser colgado adecuadamente para evitar dobleces que terminan en rajaduras. Se aconsejan delantales plomados de 2 piezas de 0.25 mm de plomo de espesor. La parte frontal se solapa y tiene 0.5 mm de plomo. Este proporciona más del 90% de la protección.

- **Protector de tiroides**

Usualmente está elaborado con un equivalente de 0,5 mm de Pb. Debe elegirse una talla adecuada de tal manera que quede bien ajustado y proteja la glándula tiroides. Reduce aproximadamente el 80% de la dosis en la tiroides y el esófago superior.

- **Protector gonadal**

Protege órganos reproductivos, estos no deben faltar en pacientes a la hora de realizar el estudio.

- **Gafas Plomadas**

Las gafas con cristales transparentes que contienen una protección plomada equivalente a 0,35 mm, ya que pueden atenuar de forma significativa la radiación diseminada que afecta a las lentes oculares y reducir la acumulación de radiación.

Uno de los principales órganos expuestos a la radiación ionizante durante un procedimiento es el cristalino del ojo, es uno de los tejidos más radio sensibles en el cuerpo. La Catarata inducida por la radiación ionizante se ha demostrado entre el personal involucrado en los procedimientos de intervención utilizando rayos X

2.9.3 LIMITES DE DOSIS PARA PERSONAL OCUPACIONALMENTE EXPUESTO

✓ **Los límites de dosis establecidos para personal ocupacionalmente expuesto:**

Según el Art. 66 del Reglamento de seguridad radiológica indica que:

Para la exposición ocupacional de trabajadores mayores de 18 años, los límites de dosis son los siguientes:

- a) Una dosis efectiva de 20 mSv anuales promediada durante cinco años consecutivos (100 mSv en 5 años), y de 50 mSv en un año cualquiera
- b) Una dosis equivalente en el cristalino de 20 mSv anuales promediada durante cinco años consecutivos (100 mSv en cinco años), y de 50 mSv en un año cualquiera.
- c) Una dosis equivalente en las extremidades (manos y pies) o en la piel de 500 mSv en un año.⁹

✓ **Límite de dosis para aprendices y estudiantes**

Según el Art. 68. del Reglamento de Protección Radiológica

En el caso de los aprendices de dieciséis a dieciocho años que reciban formación para un empleo que implique exposición a la radiación, y en el de los estudiantes de dieciséis a dieciocho años que tengan que utilizar fuentes en el curso de sus estudios, la exposición ocupacional deberá controlarse de manera que no se rebasen los siguientes límites:

- a) Una dosis efectiva de 6 mSv (0,6 rem) en un año,
- b) Una dosis equivalente para el cristalino de 50 mSv (5 rem) en un año,
- c) Una dosis equivalente para las extremidades o piel de 150 mSv (15 rem) en un año.

⁹ Ministerio de Salud
Reglamento de Seguridad Radiológica Art. 66

✓ Límites de dosis para el público

Según el Art. 69 del Reglamento de Protección Radiológica

Las dosis promedio de exposición a la radiación para los grupos críticos del público, no deben exceder los límites siguientes:

- a) Una dosis efectiva de 1mSv (0,1 rem) en un año
- b) En circunstancias especiales, una dosis efectiva de hasta 5 mSv (0,5 rem) en un solo año, siempre que la dosis promedio en cinco años consecutivos no exceda de 1 mSv (0,1 rem),
- c) Una dosis equivalente para el cristalino de 15 mSv (1.5 rem) en un año,
- d) Una dosis equivalente para la piel de 50 mSv (5 rem) en un año. (9)

2.9.4 SISTEMA DE DOSIMETRÍA

Para la vigilancia radiológica del personal ocupacionalmente expuesto es necesaria la dosimetría personal, la frecuencia con la que se debe efectuar las lecturas de la vigilancia dosimétrica pueden ser mensual, trimestral o hasta semestral. Se debe establecer una persona designada como Oficial de Protección Radiológica (OPR), la cual será la responsable del mecanismo para el establecimiento efectivo de la vigilancia.

✓ Vigilancia radiológica

Según el Art. 25 de la Norma Radiológica Diagnostica e Intervencionista:

Para la realización de la vigilancia radiológica individual se debe:

- a) Efectuar vigilancia radiológica individual o dosimetría a todo el personal que participa en la práctica con rayos-X, incluyendo estudiantes o personal en formación
- b) La decisión de efectuar vigilancia radiológica a otro personal no incluido en el párrafo anterior debe ser tomado por el titular del permiso y asesorado por el responsable de protección radiológica

c) Realizar el intercambio de los dosímetros y los informes de las dosis, con una periodicidad máxima de noventa días según la práctica.¹⁰

✓ **Uso del dosímetro**

El uso del dosímetro es obligatorio para todos los trabajadores ocupacionalmente expuestos y debe ser usado a la altura del tercer espacio intercostal. El personal ocupacionalmente expuesto femenino que se encuentre embarazada, deberá comunicarlo inmediatamente sea confirmado, al Oficial de Protección Radiológica local, para que se tomen las medidas correspondientes según el caso.

El dosímetro es estrictamente individual y cada instalación deberá disponer de un lugar especial para colocarlo en las horas no laborables. Este debe estar protegido de la radiación, del calor y de la humedad; no debe de ser dejado en el interior de zonas controladas o zonas supervisadas. Al final de la jornada laboral, el personal colocará su dosímetro en el lugar designado para ello. En ninguna circunstancia el dosímetro será portado fuera de la institución; si un miembro del personal ocupacionalmente expuesto trabaja en dos instalaciones ubicadas en diferente espacio físico, deberá utilizar un dosímetro diferente en cada instalación.

✓ **Registro de dosis.**

Cada trabajador debe poseer un expediente personal, en donde se dispondrá de su historial dosimétrico. Debe de contar con copia de su dosis mensual y debe de ser informada al trabajador, o a la persona que ha sido controlada, dejando registro de que se ha efectuado esta comunicación. El personal tendrá acceso a los registros de exposición propios siempre que lo requieran. Cuando un trabajador cese en el trabajo, debe facilitarle una copia de su registro total de dosis y una copia de este registro debe de ser enviada a la autoridad reguladora.

¹⁰ Ministerio de Salud
la Norma Radiológica Diagnostica e Intervencionista Art. 25

CAPITULO III

3.1 OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

Objetivo Específico	Variable	Definiciones		Indicadores	Valores
		Conceptual	Operacional		
Identificar las condiciones de protección radiológica referentes a la infraestructura que posee la Sala de operaciones.	Protección radiológica en la infraestructura	Conjunto de requisitos necesarios que garantizan el blindaje adecuado de infraestructuras donde se hace uso de fuentes de radiaciones ionizantes.	Requisitos pertinentes que debe poseer sala de operaciones para la utilización de radiaciones ionizantes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Memoria de cálculo de blindaje ▪ Normativa de Radiología diagnóstica e intervencionista ▪ Observación 	<p>Blindaje</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grosor de paredes • Puertas plomadas • Vidrios plomados
				<ul style="list-style-type: none"> ▪ Normativa de Radiología diagnóstica e intervencionista ▪ Observación 	<p>Señalización de zonas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Indicador de “Radiación en uso” • Señalización de zonas • Símbolo internacional de radiación en el exterior de la sala

Objetivo Específico	Variable	Definiciones		Indicadores	Valores
		Conceptual	Operacional		
<p>Describir los materiales de Protección Radiológica que posee Sala de operaciones mediante el uso del arco en C.</p>	Instrumentos de protección radiológica	<p>Implementos establecidos por los organismos competentes para la segura utilización de la radiación ionizante, garantizando la protección de los individuos.</p>	<p>Equipos destinados a la protección contra la radiación y los efectos nocivos que esta produce</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Normativa de Radiología diagnóstica e intervencionista ▪ Observación 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Delantales plomados ▪ Protectores de gónadas ▪ Lentes plomados ▪ Cuellos protectores para tiroides ▪ Biombos

Objetivo Específico	Variable	Definiciones		Indicadores	Valores
		Conceptual	Operacional		
<p>Evaluar las medidas de protección radiológica que aplica el personal de radiología en Sala de Operaciones durante la realización de los procedimientos con el arco en C.</p>	Medidas de protección radiológica	<p>Aplicación de las diferentes actividades que tienen como finalidad la protección de las personas contra los efectos nocivos que pueden resultar de la exposición a radiaciones ionizantes.</p>	<p>Actividades que se realizan con el fin de garantizarla protección del personal contra las radiaciones ionizantes en Sala de Operaciones</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Observación ● Normativa de Radiología diagnóstica e intervencionista. 	<p>Uso de equipo de protección radiológica</p> <ul style="list-style-type: none"> - Uso de delantales plomados - Uso de Cuellos tiroideos - Uso de Lentes plomados - Uso de Gafas plomadas - Uso de Biombos - Uso del dosímetro Personal
				<ul style="list-style-type: none"> ● Observación ● Normativa de Radiología diagnóstica e intervencionista. 	<p>Correcto manejo de equipo</p> <ul style="list-style-type: none"> - Técnicas de exposición según región anatómica a intervenir - Selección de protocolos adecuados según procedimiento realizado - Optimización de los tiempos de fluoroscopia.

Objetivo Específico	Variable	Definiciones		Indicadores	Valores
		Conceptual	Operacional		
Analizar el cumplimiento de las normas de protección radiológica brindadas por el Ministerio de Salud aplicados en Sala de operaciones durante los procedimientos con el arco en C.	Normas de protección radiológica	Conjunto de medidas establecidas por los organismos competentes para la utilización segura de las radiaciones ionizantes.	Responsable de regular y controlar el uso de las radiaciones ionizantes, a fin de proteger la salud de la población de los posibles efectos adversos	<ul style="list-style-type: none"> • Normas de radiología diagnóstica e intervencionista • Reglamento de seguridad radiológica • Reglamento de protección radiológica. • Observación • Preguntas dirigidas al personal de Radiología e Imágenes 	<p>Articulado del reglamento de protección radiológica y de normas de radiología diagnóstica e intervencionista.</p> <p>En cuanto a:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vigilancia Radiológica - Límite de dosis - Blindaje de la infraestructura - Instrumentos de protección radiológica - Medidas de protección radiológica

CAPITULO IV

4.1 DISEÑO METODOLÓGICO.

4.1.1 TIPO DE ESTUDIO.

Según la capacidad de análisis el estudio fue:

- Descriptivo:

Debido a que se buscó obtener información detallada sobre las variables en estudio sin realizar actividades que intervinieran en el comportamiento de estas.

- Transversal:

Ya que se estudiaron las variables y observo su comportamiento en un periodo de tiempo determinado, establecido de febrero a Julio del 2023

- Prospectiva

Debido a que la información se fue registrando a medida que iba ocurriendo el fenómeno.

4.1.2 ÁREA DE ESTUDIO.

Se llevó a cabo en Sala de Operaciones del Hospital San Juan de Dios San Miguel, ubicado en Final 11a calle Poniente y 23 Av. Sur, Colonia Ciudad Jardín, San Miguel, El Salvador, C.A.

4.1.3 UNIVERSO Y MUESTRA.

Universo: Estuvo constituida por los profesionales que laboran en el departamento de Radiología e Imágenes y el quirófano número uno de Sala de Operaciones del Hospital San Juan de Dios, San Miguel

Muestra: Estuvo constituida por 10 profesionales de Radiología e Imágenes que hacen uso del equipo de Rayos X Arco en C en el quirófano número uno de Sala de Operaciones

4.1.4 METODOS

- Encuesta
- Observación

4.1.5 TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE LOS DATOS.

Técnicas

- Cuestionario
- Observación

Instrumentos

- Cuestionario
- Guía de observación

4.1.6 VALIDACION DE LOS INSTRUMENTOS (PRUEBA PILOTO)

Posterior al diseño del cuestionario, se escogieron a tres licenciados que cumplieran con las características de la población, con el objetivo de verificar si el instrumento cumple con los criterios de validez y confiabilidad.

4.1.7 RECURSOS

Humanos

- Estudiantes egresados de la carrera de Radiología e Imágenes:
 - Vanessa Abigail Flores Figueroa
 - Cesar Manrique Saravia Lechado
 - Rudy Odir Ventura Reyes
- Asesora: Licda. Teresa de los Ángeles Reyes Paredes

Materiales

- Computadora
- Teléfonos celulares
- Conexión a internet
- Papel bond
- Lapiceros
- Folders
- Fastener
- Impresión a color
- Impresiones a blanco y negro
- Copias.

4.1.8 CONSIDERACIONES ETICAS

La investigación fue éticamente viable ya que los datos que brindo la muestra seleccionada, fue procesada de forma confidencial, manteniéndose en reserva la identidad de las personas; garantizando que la información obtenida no dañara su integridad.

4.1.9 PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

Antes de iniciar el proceso de recolección de los datos, se presentó una carta dirigida al jefe del departamento de Radiología del Hospital Nacional San Juan de Dios, San Miguel, para adquirir los permisos correspondientes de ingreso y recolección de datos, estableciendo el día y la hora en que se realizó. (ver anexo 2)

El cuestionario se ejecutó de forma virtual a través de la plataforma de Google Forms. Consto de una serie de preguntas de tipo cerradas y opción múltiple. Se le explico de forma breve y sencilla al personal de radiología su correcto llenado. Estuvo habilitado por un determinado intervalo de tiempo para que pudieran responder en cualquier momento y no afectara en sus labores. Posteriormente, se cerró el acceso a la plataforma, para no alterar la información. El cuestionario se utilizó medir el cumplimiento de las normas de protección radiológica por parte del personal que maneja el equipo de Arco en C.

Para la guía de observación, los investigadores se trasladaron al Hospital San Juan de Dios el día y la hora establecida en la carta de autorización. Se llevó el formulario previamente diseñado y el grupo lo lleno de acuerdo a lo que observo.

La guía estuvo enfocada en evaluar todos los aspectos de las instalaciones, infraestructura y materiales (barreras y accesorios plomados) que posee el quirófano uno, de Sala de Operaciones; además de describir las medidas de protección radiológica (usos de equipo de protección, vigilancia dosimétrica, entre otros) que ponen en práctica los profesionales durante el uso del arco en C

4.1.10 PLAN ESTADÍSTICO PARA LA TABULACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS DATOS

- Plan de tabulación de los datos

Una vez recolectada la información, el grupo investigador procedió a realizar el vaciado de datos. Las guías de observación fueron presentadas mediante tablas simples de tres columnas, donde en una se colocaron los parámetros establecidos a observar y en otras el dato encontrado y se agregó una de comentarios para ampliar la información observada; mientras que el cuestionario fue presentado en tablas de distribución de frecuencia.

- Plan de análisis de los datos

En cuanto a la interpretación y análisis de los resultados, se crearon gráficos estadísticos de barra. Posteriormente se realizaron los respectivos análisis de ambos instrumentos, permitiendo formular las conclusiones y recomendaciones de la investigación

CAPÍTULO V.
5.1 PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.

Objetivo N°1: Identificar las condiciones de protección radiológica referentes a la infraestructura que posee Sala de Operaciones

RESULTADOS OBTENIDOS POR MEDIO DE GUIA DE OBSERVACION

Referente a la condición de protección radiológica que posee la infraestructura	SI	NO	COMENTARIOS
1. ¿La infraestructura cumple con el blindaje o el grosor mínimo requerido según las características y potencia del equipo Arco en C que se utiliza en Sala de Operaciones?			<p>Según los cálculos realizados en la memoria, las paredes deben de cumplir con los siguientes grosores mínimos: Pared norte 12.6cm, pared sur: 4.4cm, pared este 6.5cm y pared oeste 16.4cm</p> <p><i>Todas las paredes están construidas de saltex relleno de concreto más repello, con un espesor total de 18cm. De acuerdo a las dimensiones encontradas la estructura no requería de blindaje adicional (Fuente de información: Memoria de cálculo) (ver anexo 6)</i></p>
2. ¿La puerta de acceso al quirófano posee el blindaje requerido según las características y potencia del equipo Arco en C que se utiliza en Sala de Operaciones?			La puerta de acceso posee láminas en ambas alas con un grosor de: 2mm de plomo. (Fuente de información: Memoria de cálculo)
3. ¿La puerta de acceso al quirófano posee vidrios blindados con el grosor recomendado según las características y potencia del equipo Arco en C que se utiliza en Sala de Operaciones?			La puerta de acceso al quirófano cuenta con un vidrio de 2mm equivalente de plomo, que dan acceso visual a la sala. (Fuente de información: memoria de cálculo)

ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

Mediante la memoria de cálculo se obtienen los datos reglamentarios referentes a la infraestructura, los cuales sirven de guía para observar cada uno de los aspectos dentro del servicio de sala de operaciones los cuales permiten observar:

Las paredes que rodean el quirófano están construidas con saltex relleno de concreto más una capa de repello. El grosor mínimo según lo descrito en la memoria de cálculo para poder funcionar como barrera contra la radiación, debe ser: Pared norte 12.6cm, pared sur: 4.4cm, pared este 6.5cm y pared oeste 16.4cm. al ser todas de 18cm cumplen con la función de blindaje, sin tener que agregar material adicional.

La puerta de acceso al quirófano es de tipo doble hoja, esta cuenta con dos laminas plomadas con un grosor de 2mm, una a cada lado. En un ala de la puerta se encuentra una ventanaa que da acceso visual a la sala de operaciones, el vidrio cuenta con un grosor de 2mm equivalentes de plomo sin obstaculizar la capacidad visual.

(Referente a la definición de zonas dentro de sala de operaciones)	SI	NO	COMENTARIOS
1. El Art 14, literal (m) de la Norma de Radiología Diagnostica e Intervencionista establece, en la entrada de la sala debe existir un indicador de luz roja visible que avise cuando el generador de Rayos X este encendido.			El equipo cuenta con un indicador de luz roja que el cual es activado al momento que el operador realiza alguna exposición de radiación.
2. Art. 12 de la Norma de Radiología Diagnostica e Intervencionista establece qué, debe haber una definición de zonas según la cercanía al generador de rayos x. Posee: - Zona controlada - Zona supervisada			No existe dicha definición de zonas dentro del servicio de sala de operaciones central

ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

La pantalla del equipo de Arco en C cuenta con un indicador de luz visible, este se activa en forma de luz roja cuando los de rayos x se encuentran en uso. Sin Embargo, se observa que, dentro del servicio no existe una correcta definición de zonas, pues no se encuentran diferenciadas la zona controlada (restricción de acceso) y zona supervisada (permanecía vigilada)

Objetivo N°2: Describir los materiales de protección radiológica que posee Sala de Operaciones mediante el uso del Arco en C.

(Referente a los materiales de protección radiológica)	SI	NO	COMENTARIOS
1. Art. 11 de la normativa de radiología diagnóstica e intervencionista establece que las instalaciones que operen con equipos de rayos X, deben disponer de los siguientes materiales de protección: <ul style="list-style-type: none"> • Delantales plomados • Protectores de gónadas • Lentes plomados • Cuellos protectores para tiroides • Biombos 			El quirófano #1 cuenta con los materiales de protección radiológica sugeridos en el artículo 11 de la Normativa de Radiología Diagnóstica e Intervencionista a excepción de los lentes plomados.
2. Los materiales de protección radiológica se encuentran en buen estado			Algunos de los materiales se encuentran doblados, rotos y en mal estado
3. Los materiales son resguardados de manera correcta, cuidando la integridad de los mismos.			No existe un lugar específico en el que puedan ser almacenados los materiales de forma correcta.

ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

Se observó en el quirófano en estudio, los materiales de protección radiológica que se encuentran disponibles, los cuales son: 10 chalecos plomados, 8 protectores tiroideos, 5 protectores de gónadas, 2 biombos, exceptuando los lentes plomados.

Con respecto al estado de los materiales de protección radiológica se observó que, solamente 8 delantales plomados se encuentran en estado óptimo para su uso, de los ocho protectores tiroideos solamente 5 se encuentran en buen estado, y los protectores de gónadas y biombos se encuentran en buen estado para su uso.

Con Respecto al resguardo de los materiales dentro del quirófano #1 se observó que, no se cuenta con un lugar óptimo para resguardar de manera correcta los accesorios de protección radiológica. Por lo que, se observó el deterioro progresivo de estos, algunos en mal estado y hasta en desuso.

Objetivo N°3 Evaluar las medidas de protección radiológica que aplica el personal de radiología en Sala de Operaciones durante la realización de los procedimientos con el Arco en C.

GUÍA DE OBSERVACIÓN DEL PERSONAL OPERADOR

Código del profesional	Tipo de procedimiento	Hora del procedimiento	Fecha del procedimiento
(GO-1)	CPRE	7:00am	06-11-2023
(GO-2)	CPRE	10:00am	06-11-2023
(GO-3)	Reducción de Fractura	7:00am	07-11-2023
(GO-4)	Colocación de Platina	2:00pm	07-11-2023
(GO-5)	CPRE	8:00am	08-11-2023
(GO-6)	Colocación de platina	3:00pm	08-11-2023
(GO-7)	Laminectomia	7:00am	09-11-2023
(GO-8)	Reducción abierta	1:00pm	09-11-2023
(GO-9)	CPRE	10:30am	10-11-2023
(GO-10)	Reducción de cadera	2:00am	10-11-2023

(GO-0 hace referencia al número de guía de observación que corresponde al profesional)

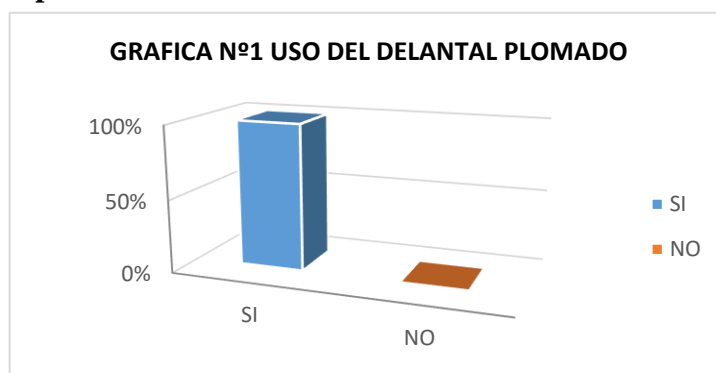
ENUNCIADO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	Fr		T
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Si	No	
¿Utiliza delantal plomado durante el procedimiento?	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	10	0	10
¿Utiliza cuello tiroideo durante el procedimiento?	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	7	3	10
¿Utiliza los lentes o gafas plomadas durante el procedimiento?	No	Si	No	No	Si	Si	Si	Si	No	No	5	5	10
¿Hace uso de los biombos durante el procedimiento?	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	10	0	10
¿Porta el dosímetro personal durante el procedimiento?	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	No	8	2	10
¿Aplica como medida de protección el principio ALARA durante el procedimiento?	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	10	0	10

Ítem 1

¿Utiliza delantal plomado durante el procedimiento?

Tabla N°1

Opción	Fr	Fr %
Si	10	100%
No	0	0%
TOTAL:	10	100%



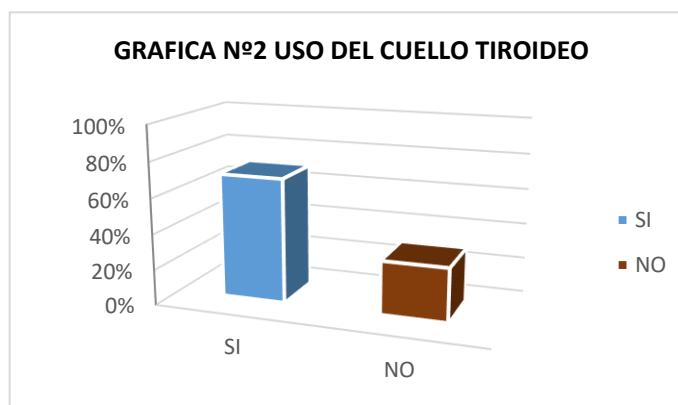
ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS DATOS

Se observa que el 100% del grupo evaluado con la guía utilizan el delantal plomado durante los procedimientos en sala de operaciones. Por lo cual se puede decir que los Licenciados consideran que es necesaria la utilización del delantal plomado siendo una de las barreras más comunes e importantes en el ámbito de la radiología ya que protege las estructuras radio sensibles de la mayor parte del cuerpo

Ítem 2: ¿Utiliza cuello tiroideo durante el procedimiento?

Tabla N°2

Opción	Fr	Fr %
Si	7	70%
No	3	30%
TOTAL:	10	100%



ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

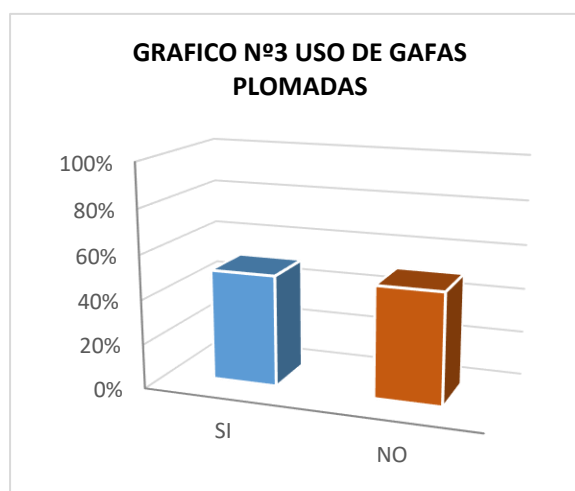
Del total de operadores evaluados con la guía de observación, El 70% utiliza el cuello tiroideo durante los procedimientos, mientras que el 30% no. El uso de este protector significa una

barrera sumamente importante para la glándula tiroides, ya que sin su utilización se ve totalmente desprotegida contra la radiación. Se observa que el 30% de los operadores inicia el procedimiento utilizando el protector tiroideo, sin embargo, al momento en que el medico realiza pausas significativas se lo retiran para mayor comodidad, y cuando el medico reanuda el procedimiento, no se lo colocan de nuevo para el resto de la intervención, dejando desprotegida la zona.

Ítem 3: ¿Utiliza los lentes o gafas plomadas durante el procedimiento?

Tabla N°3

Opción	Fr	Fr %
SI	5	50%
NO	5	50%
TOTAL:	10	100%



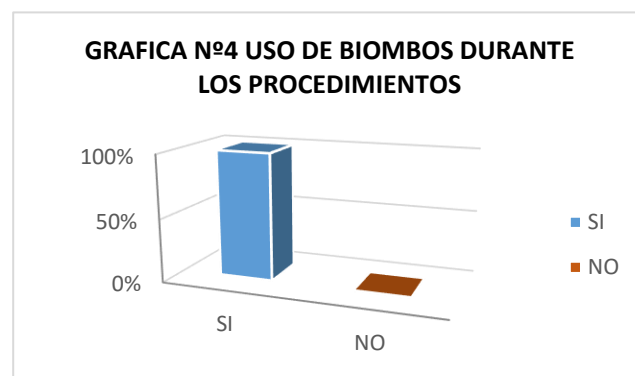
ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

Según los datos observados, el 50% de estos utiliza gafas plomadas durante los procedimientos, mientras que, el otro 50% no las utiliza. Sala de operaciones no cuenta con gafas plomadas, sin embargo, esto pudiera ser solventado trasladando las gafas disponibles dentro del departamento de Radiología al quirófano al momento de realizar un procedimiento.

Ítem 4: ¿Hace uso de los biombos durante el procedimiento?

Tabla N°4

Opción	Fr	Fr %
Si	10	100%
No	0	0%
TOTAL:	10	100%



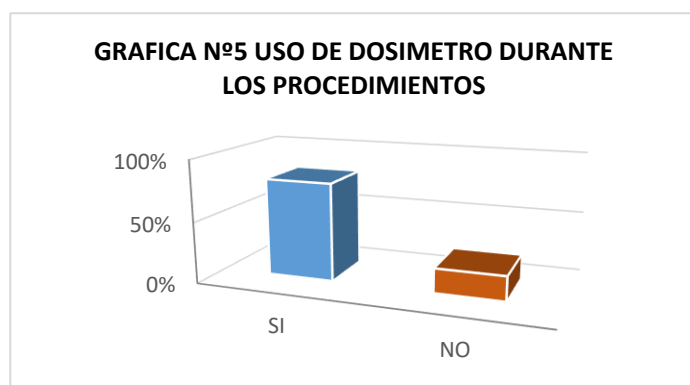
ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

El 100% de los profesionales observados hacen uso de los biombos durante el procedimiento. Por lo que se puede decir que el operador cumple con la responsabilidad de colocar el biombo plomado en una posición conveniente de acuerdo al procedimiento a realizar, aumentando y promoviendo su protección y la del personal circulante de Sala de Operaciones

Ítem 5: ¿Porta el dosímetro personal durante el procedimiento?

Tabla N°5

Opción	Fr	Fr %
Si	8	80%
No	2	20%
TOTAL:	10	100%



ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

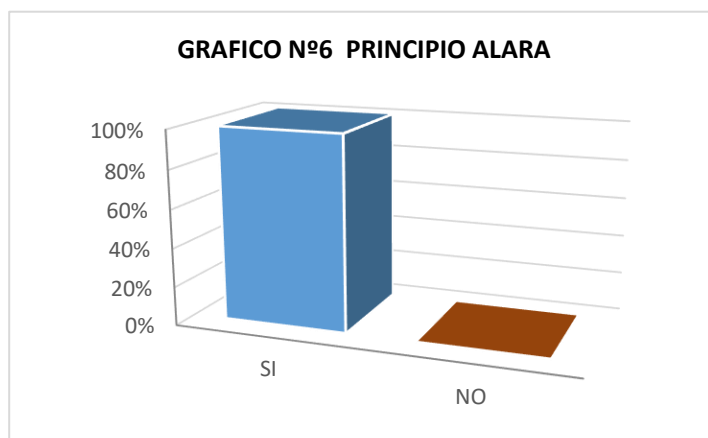
De acuerdo con los datos de la tabla, el 80% de los profesionales observados porta su dosímetro durante los procedimientos, mientras que el 20% no lo porta. Al ser el dosímetro el dispositivo que permite estimar las dosis recibidas por los operadores se vuelve de suma

importancia portarlo durante toda su jornada laboral, en especial durante los procedimientos en sala de operaciones, ya que se ven mayormente expuestos a la radiación dispersa.

Ítem 6: ¿Aplica como medida de protección el principio ALARA durante el procedimiento?

Tabla N°6

Opción	Fr	Fr %
Si	10	100%
No	0	0%
TOTAL:	10	100%



ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

El 100% de los operadores observados aplica como medida de protección el principio ALARA durante los procedimientos. Disminuyendo los tiempos de exposición a la radiación, utilizando correctamente el blindaje personal y manteniendo la mayor distancia como se les es posible.

Referente al manejo correcto del equipo

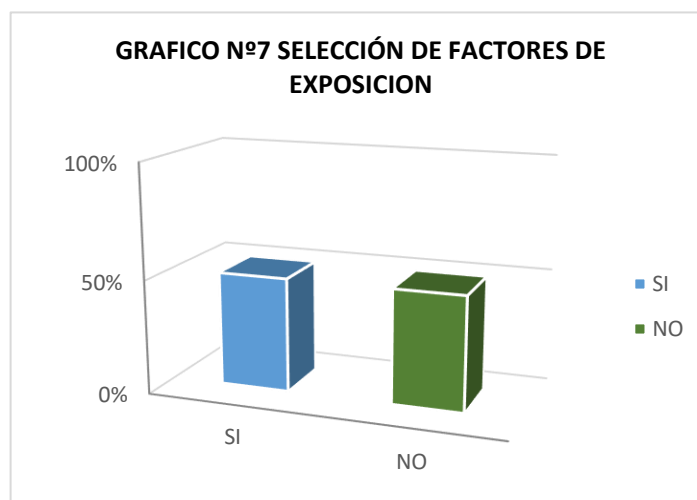
ENUNCIADO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	GO	Fr		T
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Si	No	
	Se selecciona los comandos apropiados en el equipo de Arco en C para que adecue las técnicas de exposición de acuerdo al: - Procedimiento a realizar - Edad del paciente	No	Si	No	No	Si	No	No	Si	Si	Si	5	5
El Art 34, literal (c) de la Norma de Radiología Diagnostica e Intervencionista señala que se debe “emplear el tiempo mínimo indispensable, accionando el interruptor en forma intermitente y considerando la protección radiológica de órganos sensibles” optimizándose los tiempos de exposición durante el procedimiento.	Si	Si	No	No	Si	No	No	Si	Si	No	5	5	10
El Art. 26 de la Norma de Radiología Diagnostica e Intervencionista literal (e) establece qué: cuando se utilice un equipo móvil debe mantenerse a una distancia de 2m. o más de la fuente emisora de rayos x.	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	No	No	No	4	6	10

Ítem 7: Se selecciona los comandos apropiados en el equipo de Arco en C para que adecue las técnicas de exposición de acuerdo al:

- **Procedimiento a realizar**
- **Edad del paciente**

Tabla N°7

Opción	Fr	Fr %
Si	5	50%
No	5	50%
TOTAL:	10	100%



ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

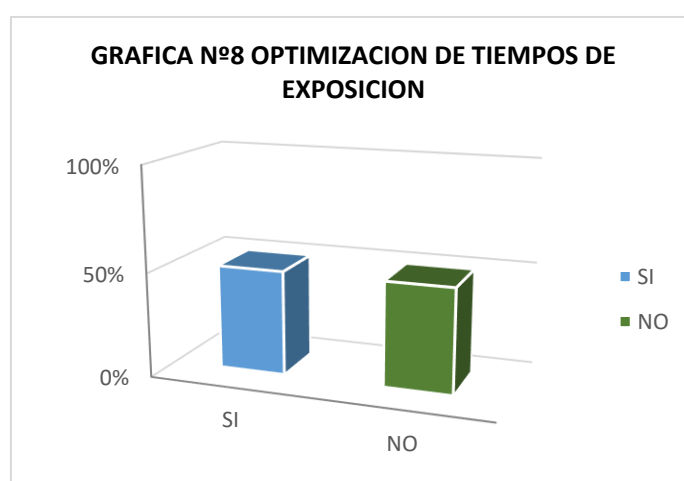
Del total de operadores observados, el 50% selecciona adecuadamente los factores de exposición, mientras que el otro 50% no lo hace. Los avances en la tecnología permiten al operador del Arco en C adecuar las técnicas de exposición de acuerdo a los procedimientos a realizar, y a la edad del paciente (clasificándolos entre adultos y niños). El kilo voltaje y el mili amperaje variaran en función de la edad del paciente y la región a intervenir. Parte del compromiso del profesional es proporcionar factores de exposición adecuados, que brinden una imagen de calidad, a una dosis de radiación aceptable.

Ítem 8: El Art 34, literal (c) de la Norma de Radiología Diagnostica e Intervencionista señala que se debe “Emplear el tiempo mínimo indispensable, accionando el interruptor en forma intermitente y considerando la protección radiológica de órganos sensibles” optimizándose los tiempos de exposición durante el procedimiento.

- **Fluoroscopia de uso continua**
- **Fluoroscopia de uso intermitente**

Tabla N°8

Opción	Fr	Fr %
Si	5	50%
No	5	50%
TOTAL:	10	100%



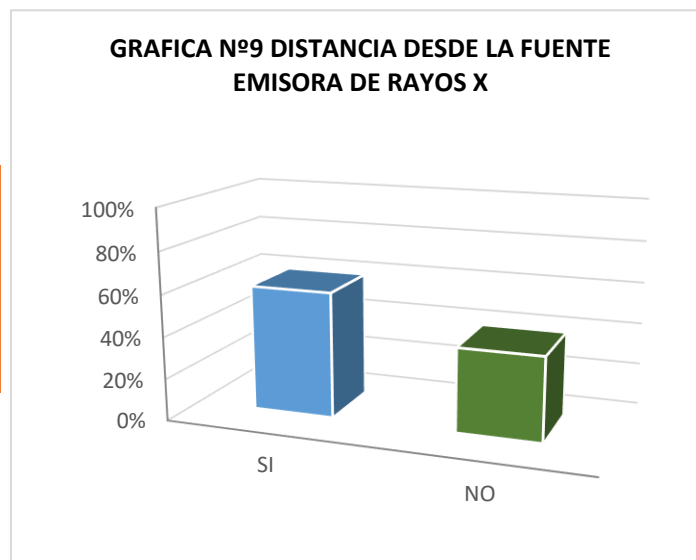
ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

Según los datos arrojados, el 50% realiza acciones para optimizar los tiempos de exposición, mientras que el 50% restante no lo hacen. Dentro de la responsabilidad profesional de cada operador están las acciones que realiza para reducir lo más que pueda las dosis de radiación, tanto para el paciente como para el personal multidisciplinario involucrado en el procedimiento. Se observa que una parte de los operadores realiza disparos de forma pausada o intermitente, únicamente cuando el medico requiere de observar la estructura intervenida, mientras que el otro grupo utiliza fluoroscopia continua durante largos periodos del procedimiento causando una sobreexposición a todo el personal presente en el cuarto.

Ítem 9: El Art. 26 de la Norma de Radiología Diagnostica e Intervencionista literal (e) establece qué: cuando se utilice un equipo móvil debe mantenerse a una distancia de 2mts. o más de la fuente emisora de rayos x.

Tabla N°9

Opción	Fr	Fr %
Si	6	60%
No	4	40%
TOTAL:	10	100%



ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

Del 100% de los profesionales observados, el 60% se mantiene a una distancia de aceptable o de 2 metros durante los procedimientos, mientras que el 40% no lo hacen.

Se observa que un grupo de los operadores hace uso del interruptor de largo alcance con el fin de mantener la distancia adecuada con respecto al tubo de Rayos X, de la misma manera, solamente permanecen cerca del equipo cuando es necesario realizar algún movimiento que solicite el médico. El grupo restante permanece al lado del equipo, aun cuando se realizan disparos o fluoroscopia continua.

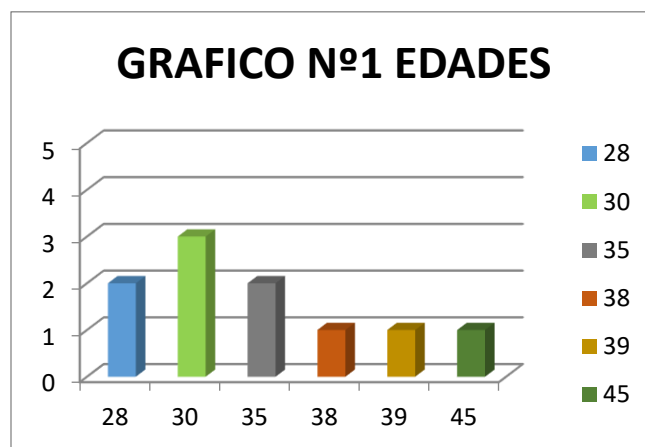
Objetivo N°4: Analizar el cumplimiento de las normas de protección radiológica brindadas por el Ministerio de Salud aplicados en Sala de operaciones durante los procedimientos con el Arco en C.

CUESTIONARIO DIRIGIDO A LOS PROFESIONALES QUE OPERAN EL BRAZO EN C

DATOS GENERALES DE LOS PROFESIONALES ENCUESTADOS

Tabla N°1: Edad de los profesionales encuestados

Edad	Fr	F%
28	2	20%
30	3	30%
35	2	20%
38	1	10%
39	1	10%
45	1	10%
Total	10	100%

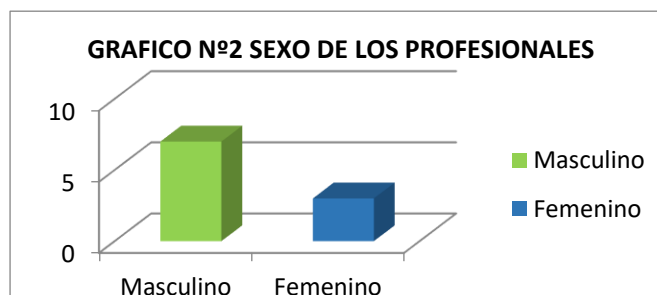


ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

Del total de los participantes encuestados, el 30% tiene la edad de 30 años, un 20% la edad de 28 años, otro 20% tiene 35 años, mientras que las edades de 38 años, 39 años y 45 años se dividen en un 10% cada una.

Tabla N°2: Sexo de los profesionales de Radiología encuestados

Sexo	Fr	F%
Masculino	7	70%
Femenino	3	30%
Total	10	100%



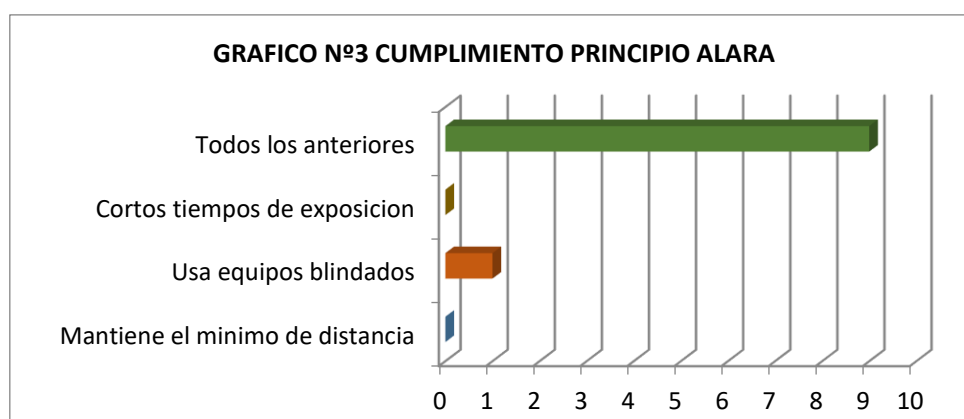
ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

Del total de la muestra de profesionales encuestados el 86.7% fueron hombres, mientras que el 13.3% corresponde a las mujeres.

Pregunta 1: La Norma de Radiología Diagnostica e Intervencionista, en el Art 24, referente a la restricción de dosis, establece que: La dosis que reciba el personal expuesto debe mantenerse tan baja como sea razonablemente posible. De las acciones que se le muestran a continuación, seleccione cuales de estas realiza para cumplir con este artículo.

Tabla N°3

Opción	Fr	F%
Mantiene el mínimo de distancia con la fuente de radiación	0	0%
Usa equipos blindados durante el procedimiento	1	10%
Usa cortos tiempos de exposición	0	0%
Todos los anteriores	9	90%
Total	10	100%



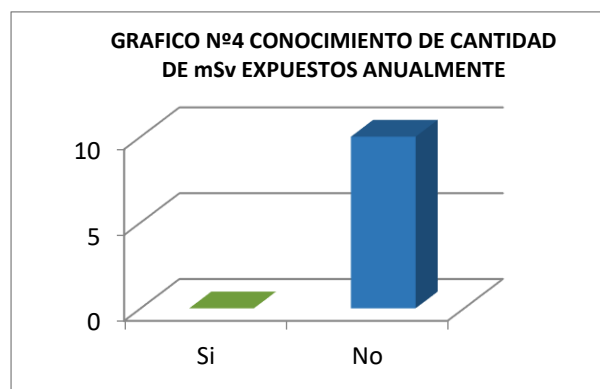
ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

De acuerdo a los resultados arrojados, el 90% de los encuestados afirma que realiza todas las acciones mencionadas, mientras que el 10% señala que solo utiliza los equipos blindados durante el procedimiento. Con los datos obtenidos se puede determinar que el mayor porcentaje del personal encuestado manifiesta que pone en práctica los tres principios básicos de la protección radiológica (principio ALARA) minimizando así las dosis de radiación que se adquiere durante el procedimiento.

Pregunta 2: El reglamento de seguridad radiológica establece en el Art. 66 un límite de Exposición Ocupacional el cual es de 20 mSv al año promediada durante cinco años consecutivos. Como parte de su compromiso personal, ¿Usted tiene conocimiento la cantidad de mSv que se expone anualmente?

Tabla N°4

Opción	Fr	F%
Si	0	0%
No	10	100%
Total	10	100%



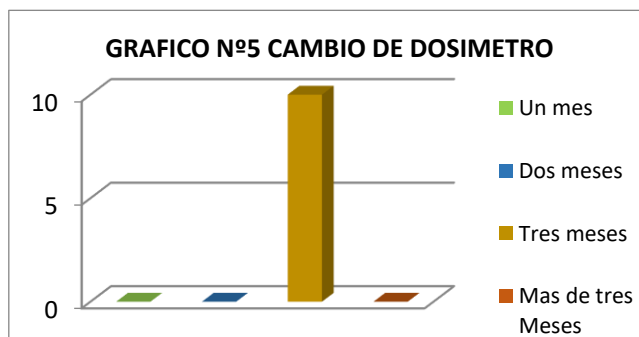
ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

Se observa en la tabla y grafica anterior que el 100% de los encuestados no conocen la cantidad de mSv que reciben anualmente, convirtiéndose en un problema, ya que, si no conocen la dosis que reciben, no se está garantizando el cumplimiento de la normativa.

Pregunta 3: En su departamento, ¿Cada cuánto tiempo realizan el cambio del dosímetro personal?

Tabla N°5

Opción	Fr	F%
Un mes	0	0%
Dos meses	0	0%
Tres meses	10	100%
Más de tres meses	0	0%
Total	10	100%



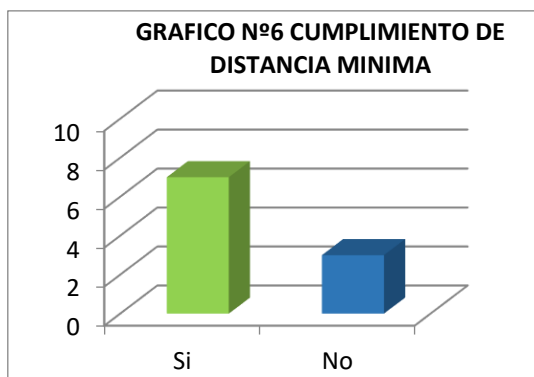
ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

Se observa en la tabla y grafica anterior que el 100% de los encuestados menciona que en el departamento se realiza un cambio dosimétrico trimestral, cumpliendo así con el periodo máximo que se recomienda en la Norma Radiológica Diagnostica e Intervencionista.

Pregunta 4: La Norma de Radiología Diagnostica e Intervencionista, establece en el Art. 26 literal “e”, que, para mayor seguridad del Profesional Ocupacionalmente Expuesto, se debe mantener una distancia mínima de 2mts entre el tubo y el paciente, según su práctica, ¿considera que hace cumplimiento de esta normativa?

Tabla N°6

Opción	Fr	F%
Si	7	70%
No	3	30%
Total	10	100%



ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

Del 100% de los profesionales encuestados, el 70% señala que, si hace cumplimiento con la normativa, mientras que un 30% dice que no. Dando a entender que la mayor parte de los operadores cumplen con la distancia recomendada en la Norma Radiológica e Intervencionista.

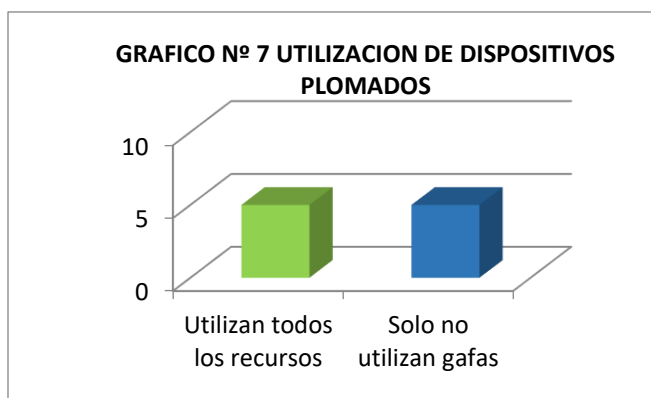
Pregunta 5: El Art 9, literal (d) de La Norma de Radiología Diagnostica e Intervencionista establece que, el operador tiene la responsabilidad de utilizar los equipos y dispositivos de protección que le proporcione el titular de la autorización, según dicha normativa, los dispositivos mínimos indispensables de protección radiológica con los que debe contar un departamento de Radiología e Imágenes son: delantales plomados, cuellos de protección para tiroides, protectores de gónadas, lentes plomados.

Del siguiente listado, mencione los recursos que utiliza dentro de sala de operaciones

- Delantal Plomado.
- Cuellos plomados.
- Protectores gonadales.
- Lentes plomados.

Tabla N°7

Opción	Fr	F%
Utilizan todos los recursos	5	50%
Solo no utilizan gafas	5	50%
Total	10	100%



ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

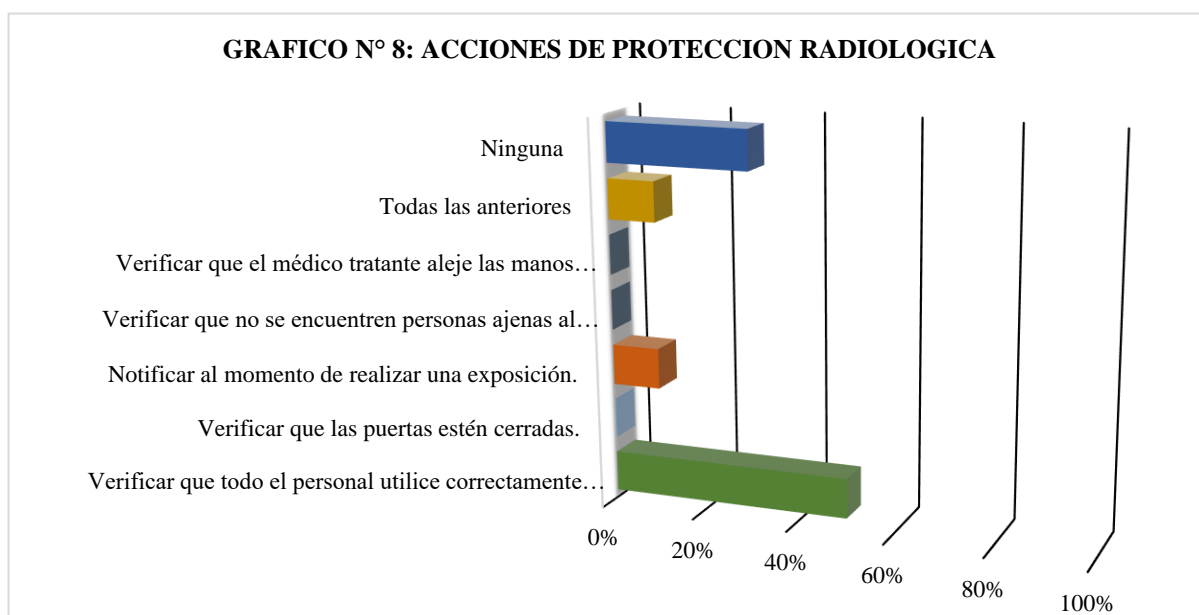
De acuerdo con los resultados obtenidos mediante el cuestionario, del 100% de los participantes encuestados, el 50% menciona que utiliza todos los accesorios de protección radiológica que se encuentran en el área, mientras que el otro 50% expresó que utiliza todos

los dispositivos excepto los lentes plomados, ya que, argumentan no encontrarse dentro de sala de operaciones.

Pregunta 6: ¿Qué acciones implementa usted durante los procedimientos de sala de operaciones para proteger al equipo multidisciplinario al momento de la exposición a la radiación?

Tabla N°8

Opción	Fr	F%
Verificar que todo el personal utilice correctamente los accesorios plomados	5	50%
Verificar que las puertas estén cerradas.	0	0%
Notificar al momento de realizar una exposición.	1	10%
Verificar que no se encuentren personas ajenas al procedimiento	0	0%
Verificar que el médico tratante aleje las manos durante la exposición	0	0%
Todas las anteriores	1	10%
Ninguna	3	30%
Total	10	100%



ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

Se observa en la tabla y grafica anterior que del 100% de los encuestados, el 50% menciona que verifican que todo el personal utilice correctamente los accesorios plomados, un 30% que no realiza ninguna acción, un 10% que notifica cuando se va a realizar una exposición, otro 10% realiza todas las acciones antes mencionadas, un 0% que verifica que las puertas estén cerradas durante la exposición, otro 0% verifica que no se encuentren personas ajenas del procedimiento dentro del quirófano y un 0% verifica que el médico tratante aleje las manos durante la exposición .

Con los datos obtenidos se puede observar que la mitad de los operadores tienen total participación al fomentar la Protección Radiológica durante los procedimientos, mientras que la otra parte tienen mínima o nula intervención lo que podría provocar que los demás profesionales se expongan innecesariamente.

CAPITULO VI

6.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- ✓ Con respecto a la infraestructura del quirófano N°1 de sala de operaciones, dicho establecimiento cumple con los requerimientos necesarios para su funcionamiento, según los datos establecidos en la memoria de cálculo (ver anexo 6), estudiados por el Centro de Investigaciones y Aplicaciones Nucleares (CIAN). Por lo cual, el grupo investigador concluye que: debido a los materiales y grosor con los que fue construidas las paredes y por sus dimensiones no fue requerido un blindaje adicional. Sin embargo, los demás componentes que conforman la habitación como las puertas con sus determinadas ventanas que dan acceso visual a la sala, si poseen revestimiento plomado.

- ✓ En referencia a la definición de señalizaciones dentro de sala de operaciones que establece la Norma de Radiología Diagnostica e Intervencionista, según el artículo 14 literal (m), se puede decir que el quirófano si cuenta con el indicador de luz visible de radiación cuando se encuentra en uso, sin embargo, no hay una definición correcta de zona controlada ni zona supervisada, como lo demanda el artículo 12 de dicha normativa.

- ✓ En cuanto a los materiales de protección radiológica, según el artículo 11, de la Normativa de Radiología Diagnostica e Intervencionista, estable que: “Las instalaciones con uso de equipos emisores de radiación deben de poseer delantales plomados, protectores gonadales, lentes plomados, cuellos protectores de tiroides, biombos”. El quirófano N°1 en sala de operaciones, si posee dichos elementos a excepción de los lentes plomados, sin embargo, no todos están en condiciones de uso. Cabe recalcar que, los dispositivos de protección radiológica pueden deteriorarse debido a varios factores como: el tiempo de uso, la mala manipulación y el no tener un lugar óptimo para su resguardo después de ser utilizados.

- ✓ Con respecto a las medidas de protección radiológica que aplica el personal de radiología durante los procedimientos, se puede afirmar que:
- Si utilizan los accesorios de protección como el delantal plomado y cuello tiroideo, pero con respecto a las gafas plomadas, se pudo observar que no todos las utilizan, ya que no se encuentran disponibles dentro del quirófano, sin embargo, el personal opta por la movilización de dichos accesorios desde el departamento de radiología al momento de su permanencia dentro de sala de operaciones.
 - Se comprobó por medio del método de la observación que, si ejecutan el principio ALARA, con un tiempo reducido de exposición según lo requiera el procedimiento y un uso correcto del blindaje, sin embargo, a pesar de que no aplica a todo el personal observado, algunos no cumplen con mantener la mayor distancia posible.
 - El profesional de radiología es el encargado de verificar que el equipo multidisciplinario aplique las medidas pertinentes de protección durante la exposición como el uso correcto de los accesorios plomados, que las puertas de acceso estén cerradas, notificar al momento de realizar una exposición, que el médico tratante con su equipo aleje las manos del campo durante la exposición. Sin embargo, según lo observado en su mayoría, los operadores únicamente comprueban la utilización de los accesorios plomados, haciendo caso omiso a las otras acciones.

- ✓ En relación con los factores de exposición aplicados por el personal de radiología en la utilización del equipo de Arco en C, se puede decir que:
 - El equipo posee protocolos de técnicas de exposición aplicables de acuerdo con el tipo de procedimientos a realizar, sin embargo, estos parámetros varían según la edad del paciente y la región a intervenir.
 - Con respecto a los tiempos de exposición ya sea fluoroscopia continua o fluoroscopia intermitente, según la Normativa de Radiología Diagnóstica e Intervencionista, artículo 34, literal c, que indica que se debe: “Emplear el tiempo mínimo indispensable, accionando el interruptor de forma intermitente y considerando la protección radiológica de órganos sensibles”, dentro del quirófano N°1 varían dependiendo lo requiere el médico y el tipo de intervención que se realiza. Aunque, el profesional es el responsable de optimizar las dosis de radiación, queda evidenciado que en ocasiones se realizan periodos largos causando una sobreexposición innecesaria a todo el personal inmerso durante los procedimientos.
 - Realizan la correcta utilización de dosímetro durante los procedimientos, registrando de manera óptima la dosis recibida por los operadores.
- ✓ Con respecto a los límites de dosis con los que el personal de radiología labora, según el Reglamento Especial de Protección y Seguridad Radiológica, en el artículo 66 establece que: “El límite de exposición ocupacional es de 20 mSv al año promediada durante 5 años consecutivos”. Sin embargo, el personal desconoce rotundamente la cantidad de dosis de radiación que ha absorbido su organismo, demostrando un desinterés total, arriesgando su salud a largo plazo al no tener un control de sus reportes dosimétricos.

- ✓ Los investigadores concluyen, que las medidas de protección radiológica que posee sala de operaciones mediante el uso del arco en C, en el quirófano N°1 son funcionales ya que cumplen con los requerimientos mínimos que establece la Normativa de Radiología Diagnostica e Intervencionista, como también del Reglamento Seguridad Radiológica, que permite la funcionalidad del establecimiento. Sin embargo, deben de mejorar ciertos aspectos fundamentales mencionados anteriormente, como resultado de los hallazgos obtenidos en esta investigación, en relación con la infraestructura, medidas aplicadas por el personal operador, materiales de protección, factores de exposición como también la importancia de la dosimetría personal.

RECOMENDACIONES

✓ **Al responsable de protección radiológica**

- Verificar el cumplimiento de la Norma de Radiología Diagnóstica e Intervencionista con respecto a la correcta señalización correspondiente dentro de quirófano N°1.

✓ **A la jefatura a cargo de sala de operaciones central**

- Coordina revisiones periódicas con el responsable de protección radiológica para corroborar el estado y funcionalidad de los accesorios plomados de Sala de Operaciones

✓ **A la jefatura del departamento de radiología**

- Planificar capacitaciones generales sobre las medidas de protección radiológica dirigidas al personal multidisciplinario de sala de operaciones, para la correcta utilización y resguardo de los dispositivos plomados.
- Gestionar capacitaciones con el personal médico y de enfermería que participa en los procedimientos en Sala de Operaciones sobre los riesgos biológicos a los que están expuestos al no aplicar correctamente las medidas de protección radiológica.
- Concretar junto a las jefaturas a cargo de sala de operaciones evaluaciones de control de calidad de los materiales existentes como también en la búsqueda de alternativas para el correcto resguardo de estos.
- Coordinar con el proveedor del equipo de Arco en C el mantenimiento periódico de este, con el fin de garantizar un funcionamiento óptimo.

✓ **Al personal de radiología que labora en las instalaciones**

- Conservar en buen estado el equipo Arco en C, para garantizar la funcionalidad óptima de factores de exposición que respalden la seguridad del paciente como los profesionales inmersos durante los procedimientos.
- Definir junto a la regencia de protección radiológica a cargo dentro del departamento de radiología, métodos que permitan un manejo correcto de los datos dosimétricos con respecto a los límites de exposición ocupacional.
- Optimizar las dosis de radiación durante los procedimientos empleando el tiempo mínimo indispensable y accionando el interruptor de forma intermitente, con el fin de evitar los periodos largos de exposición.
- Utilizar gafas plomadas en cada procedimiento para el cuidado de la retina, evitando los efectos a largo plazo que la exposición a este órgano sensible puede llegar a ocasionar.

FUENTES DE INFORMACION

1. IRCP. INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. [Online].; 2007 [cited 2023 Junio. Available from: https://www.icrp.org/docs/P103_Spanish.pdf.
2. Salvador MdSdE. Norma radiologica diagnostica e intervencionista. [Online].; 2018 [cited 2023 julio 19. Available from: <http://asp.salud.gob.sv/regulacion/pdf/norma/normaradiologiadiagnosticaeintervencionista2018.pdf>.
3. Pinto A. Ingenieria Real. [Online].; 2023 [cited 2023 Julio 20. Available from: <https://ingenieriareal.com/plomo-sala-rayos-x/>.
4. Servicio Anda Luz de Salud. Guia de Diseño de Radiodiagnostico Hospitalario. [Online].; 2016 [cited 2023 Junio. Available from: https://www.sspa.juntadeandalucia.es/servicioandaluzdesalud/sites/default/files/sincfile/wsas-media-pdf_publicacion/2020/guia_de_diseno_del_area_de_radiodiagnostico_hospitalario_ed_2016.pdf.
5. Ministerio de Salud, El Salvador. Direccion de Proteccion Radiologica. [Online].; 2021 [cited 2023 Junio. Available from: <https://www.salud.gob.sv/wp-content/uploads/2021/01/REQUISITOS-MINIMOS-DE-DISENO-PARA-LA-CONSTRUCCION-PAGINAS-AMARILLAS.pdf>.
6. Instituto Salvadoreño del Seguro Social. Instituto Salvadoreño del Seguro Social/Departamento de Planificacion Tecnica en Salud. [Online].; 2017 [cited 2023 Junio. Available from: <https://aps.iss.gob.sv/Documents/Gu% C3% ADas,% 20normas,% 20manuales,% 20pol% C3% ADticas/Manuales/MANUAL% 20DE% 20PROTECCI% C3% 93N% 20Y% 20SEGURIDAD% 20RADIOLOGICA.% 20RADIOLOG% C3% 8DA% 20DIAGN% C3% 93STICA% 20E% 20INTERVENCIONISTA.pdf>.
7. Salud Md. Requisitos Minimios de operacion en Fluoroscopia Intervencionista. [Online]. [cited 2023 julio 20. Available from: <https://www.salud.gob.sv/wp-content/uploads/2021/01/REQUISITOS-MINIMOS-DE-OPERACION-CON-EQUIPOS-DE-RAYOS-X-MEDICO-PAGINAS-AMARILLAS.pdf>.
8. Salvador MdSdE. Reglamento de Seguridad Radiologica. Reglamento. San Salvador: Ministerio de Salud de El Salvador, Departamento de Salud; 2018. Report No.: Acuerdo No. 1706-BIS.

9. Salvador MdSdE. Direccion de Proteccion Radiologica. [Online].; 2016 [cited 2023 Junio. Available from: http://asp.salud.gob.sv/regulacion/pdf/reglamento/Reglamento_proteccion_radiologica_unra.pdf.
10. Lean G. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. [Online].; 2016 [cited 2023 Junio. Available from: <https://www.un.org/ruleoflaw/es/un-and-the-rule-of-law/united-nations-environment-programme/>.
11. CARRIL M. SUPER INTENDENCIA GENERAL DE ELECTRICIDAD Y TELECOMUNICACIONES. [Online].; 2016 [cited 2023 Junio. Available from: https://www.siget.gob.sv/rni/wp-content/uploads/2016/06/boletin_sobre_radiacion_no_ionizantes0.pdf.
12. CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR. [Online].; 2015 [cited 2023 Junio. Available from: <https://www.csn.es/documents/10182/bb15bfe3-dcbf-4bac-84d5-37dce5db6f1d>.
13. Hernandez Garcia JMRMA,VMA. Fluoroscopia y protección radiológica en tratamiento del dolor. [Fluoroscopia y protección radiológica en tratamiento del dolor.].; 2015 [cited 2023 Junio. Available from: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1134-80462015000500006&lng=es. <https://dx.doi.org/10.4321/S1134-80462015000500006>.
14. Connor N. Dosimetria de Radiacion. [Online].; 2015 [cited 2023 Junio. Available from: <https://www.radiation-dosimetry.org/es/category/dosimetria-de-radiacion/>.
15. Siemens. Siemens Healthineers. [Online].; 2023 [cited 2023 Junio. Available from: <https://www.siemens-healthineers.com/mx/surgical-c-arms-and-navigation/mobile-c-arms/cios-alpha-cmos>.
16. Siemens. Siemens Healthineers. [Online].; 2023 [cited 2023 Junio. Available from: https://marketing.webassets.siemens-healthineers.com/1800000001810032/bd954fc04477/Surgery-Mobile-C-Arm-Cios-Alpha-Product-Brochure_1800000001810032.pdf.
17. Siemens. Healthcare In Europe. [Online].; 2023 [cited 2023 Junio. Available from: <https://healthcare-in-europe.com/ru/radbook/interventional-systems/432-cios-alpha.html>.
18. Cherry. ORGANIZACION INTERNACIONAL DEL TRABAJO. [Online].; 2018 [cited 2023 Junio. Available from: https://www.ilo.org/safework/info/publications/WCMS_632264/lang--es/index.htm.

19. C. Bushong S. MANUAL DE RADIOLOGIA PARA TECNICOS. Novena ed. Madrid: Elsevier; 2010.
20. laborales Lvr. Lab virtual riesgos laborales. [Online].; 2018 [cited 2021 septiembre 26]. Available from:
<http://www.uco.es/RiesgosLaborales/fisicoyquimico/radiaciones/tutorials/view/4-Efectos-biologicos>.
21. Hartman Eibenschutz J. Límites de contaminación radiactiva y. [Online].; 2020 [cited 2021 septiembre 24]. Available from:
http://legismex.mty.itesm.mx/normas/nucl/nucl008-Proy2021_04.pdf.
22. Unavarra.es. [Online].; 2018 [cited 2021 septiembre 25]. Available from:
http://www.unavarra.es/digitalAssets/146/146686_100000Radiaciones-ionizantes.pdf.
23. IAEA. IAEA. [Online].; 2013 [cited 2021 septiembre 25]. Available from:
https://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content-es/InformationFor/HealthProfessionals/6_OtherClinicalSpecialities/gastroenterology/gastroenterology-patient-protection.htm.
24. E.S.E Salud Pereira. E.S.E Salud Pereira. [Online].; 2015 [cited 2021 septiembre 25]. Available from:
http://www.saludpereira.gov.co/medios/Archivos/Manuales_2019/Manual_de_radioproteccion.pdf.
25. Foro Nuclear. [Online]. [cited 2021 septiembre 26]. Available from:
https://rinconeducativo.org/contenidoextra/radiacio/2radiaciones_ionizantes_y_no_ionizantes.html.
26. Sociedad Colombiana de Cardiología. Elementos de protección radiológica en salas de intervencionismo. Revista Colombiana de Cardiología. 2020 Marzo; 27.

ANEXOS

ANEXO N°1: CARTA DE AUTORIZACION



San Miguel, El Salvador Agosto de 2023


Licenciado Carlos O. Vides Molina
Director del Departamento de Radiología e Imágenes
Hospital San Juan de Dios San Miguel

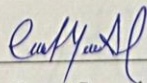
Por este medio le saludamos haciéndole extensivos nuestros deseos de que goce de buena salud y que esté cosechando éxitos en sus responsabilidades diarias.

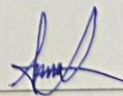
El motivo de la presente es para solicitar a las autoridades correspondientes dentro del departamento, el apoyo y la gestión de los permisos necesarios para llevar a cabo en sus instalaciones nuestra investigación de pregrado con el tema “MEDIDAS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA QUE POSEE SALA DE OPERACIONES MEDIANTE EL USO DEL ARCO EN C EN EL HOSPITAL NACIONAL SAN JUAN DE DIOS SAN MIGUEL”. Esperando que a futuro el trabajo a realizar pueda ser útil para la institución misma.

Agradeciendo de antemano por la atención brindada y quedamos a la espera de cualquier respuesta.

Atentamente:

F. 
Br. Rudy Ventura

F. 
Br. Cesar Saravia

F. 
Br. Vanessa Flores

ANEXO N°2: CARTA DE PERMISO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.



San Miguel, El Salvador Agosto de 2023

Licenciado Carlos O. Vides Molina
Director del Departamento de Radiología e Imágenes
Hospital San Juan de Dios San Miguel

Por este medio le saludamos haciéndole extensivos nuestros deseos de que goce de buena salud y que esté cosechando éxitos en sus responsabilidades diarias.

El motivo de la presente es para solicitar a las autoridades correspondientes dentro del departamento, el apoyo y la gestión de los permisos necesarios para llevar a cabo en sus instalaciones nuestra investigación de pregrado con el tema "MEDIDAS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA QUE POSEE SALA DE OPERACIONES MEDIANTE EL USO DEL ARCO EN C EN EL HOSPITAL NACIONAL SAN JUAN DE DIOS SAN MIGUEL". Esperando que a futuro el trabajo a realizar pueda ser útil para la institución misma.

Agradeciendo de antemano por la atención brindada y quedamos a la espera de cualquier respuesta.

Atentamente:

F. 
Br. Rudy Ventura


F. 
Br. Cesar Saravia

F. 
Br. Vanessa Flores




13/10/2023
Recibido
Y V. B.

ANEXO N°3: GUÍA DE OBSERVACIÓN (INFRAESTRUCTURA)

	<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE MEDICINA ESCUELA DE CIENCIAS DE LA SALUD LICENCIATURA EN RADIOLOGIA E IMÁGENES</p>
---	--

GUIA DE OBSERVACION (INFRAESTRUCTURA)

La presente guía de observación tiene como finalidad identificar y clarificar aspectos concernientes al tema: **“MEDIDAS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA QUE POSEE SALA DE OPERACIONES MEDIANTE EL USO DEL ARCO EN C EN EL HOSPITAL NACIONAL SAN JUAN DE DIOS SAN MIGUEL EN EL PERIODO COMPRENDIDO DE FEBRERO A JULIO DE 2023”**.

La evaluación se llevará a cabo por el grupo investigador en el “*servicio de Sala de operaciones central*” del Hospital Nacional "San Juan de Dios" de San Miguel con respuestas dicotómicas (SI O NO) en cada una de las interrogantes planteadas.

ASPECTOS A OBSERVAR (Referente a la condición radiológica que posee la infraestructura)	SI	NO	COMENTARIOS
1. ¿La infraestructura cumple con el blindaje o el grosor mínimo requerido según las características y potencia del equipo Arco en C que se utiliza en Sala de Operaciones?			
2. ¿La puerta de acceso al quirófano posee el blindaje requerido según las características y potencia del equipo Arco en C que se utiliza en Sala de Operaciones?			
3. ¿La puerta de acceso al quirófano posee vidrios blindados con el grosor recomendado según las características y potencia del equipo Arco en C que se utiliza en Sala de Operaciones?			

ASPECTOS A OBSERVAR (Referente a los materiales de protección radiológica)	SI	NO	COMENTARIOS
4. Art. 11 de la normativa de radiología diagnóstica e intervencionista establece que las instalaciones que operen con equipos de rayos X, deben disponer de los siguientes materiales de protección: <ul style="list-style-type: none"> • Delantales plomados • Protectores de gónadas • Lentes plomados • Cuellos protectores para tiroides • Biombos 			
5. Los materiales de protección radiológica se encuentran en buen estado			
6. Los materiales son de manera correcta, cuidando la integridad de los mismos			

ASPECTOS A OBSERVAR (Referente a la definición de zonas dentro de sala de operaciones)	SI	NO	COMENTARIOS
7. El Art 14, literal (m) de la Norma de Radiología Diagnóstica e Intervencionista establece, en la entrada de la sala debe existir un indicador de luz roja visible que avise cuando el generador de Rayos X este encendido.			
8. Art. 12 de la Norma de Radiología Diagnóstica e Intervencionista establece qué, debe haber una definición de zonas según la cercanía al generador de rayos x. Posee: <ul style="list-style-type: none"> - Zona controlada - Zona supervisada 			

ANEXO N°4: GUÍA DE OBSERVACIÓN (PERSONAL OPERADOR)

	<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE MEDICINA ESCUELA DE CIENCIAS DE LA SALUD LICENCIATURA EN RADIOLOGIA E IMÁGENES</p>
---	--

GUIA DE OBSERVACION (PERSONAL OPERADOR)

La presente guía de observación tiene como finalidad identificar y clarificar aspectos concernientes al tema: **“MEDIDAS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA QUE POSEE SALA DE OPERACIONES MEDIANTE EL USO DEL ARCO EN C EN EL HOSPITAL NACIONAL SAN JUAN DE DIOS SAN MIGUEL EN EL PERIODO COMPRENDIDO DE FEBRERO A JULIO DE 2023”**.

La evaluación se llevará a cabo por el grupo investigador en el “*servicio de Sala de operaciones central*” del Hospital Nacional "San Juan de Dios" de San Miguel con respuestas dicotómicas (SI O NO) en cada una de las interrogantes planteadas.

Nombre del profesional: _____

Procedimiento a realizar: _____ Fecha _____ Hora _____

TABLA 1

ASPECTOS A OBSERVAR (Referente a la aplicación de medidas de protección radiológica que aplica el personal de radiología)	SI	NO	COMENTARIOS
1. ¿Utiliza delantal plomado durante el procedimiento?			
2. ¿Utiliza cuello tiroideo durante el procedimiento?			
3. ¿Utiliza los lentes o gafas plomadas durante el procedimiento?			
4. ¿Hace uso de los biombos durante el procedimiento?			

5. ¿Porta el dosímetro personal durante el procedimiento?			
6. ¿Aplica como medida de protección el principio ALARA durante el procedimiento?			Tiempo: Distancia: Blindaje:

TABLA 2

ASPECTOS A OBSERVAR (Referente al manejo correcto del equipo)	SI	NO	COMENTARIOS
1. Se selecciona los comandos apropiados en el equipo de Arco en C para que adecue las técnicas de exposición de acuerdo al: - Procedimiento a realizar - Edad del paciente			-Factores de exposición automáticos -Factores de exposición adecuados al paciente
2. El Art 34, literal (c) de la Norma de Radiología Diagnostica e Intervencionista señala que se debe “emplear el tiempo mínimo indispensable, accionando el interruptor en forma intermitente y considerando la protección radiológica de órganos sensibles” optimizándose los tiempos de exposición durante el procedimiento.			-Fluoroscopia de uso continua -Fluoroscopia de uso intermitente
3. El Art. 26 de la Norma de Radiología Diagnostica e Intervencionista literal (e) establece qué: cuando se utilice un equipo móvil debe mantenerse a una distancia de 2m. o más de la fuente emisora de rayos x.			

ANEXO N°5: CUESTIONARIO

	<p>UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE MEDICINA ESCUELA DE CIENCIAS DE LA SALUD LICENCIATURA EN RADIOLOGIA E IMÁGENES</p>
---	--

CUESTIONARIO

El cuestionario está dirigido al personal de Radiología del Hospital Regional, San Juan de Dios, San Miguel. con el objetivo de recabar información concerniente al tema: **“MEDIDAS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA QUE POSEE SALA DE OPERACIONES MEDIANTE EL USO DEL ARCO EN C EN EL HOSPITAL NACIONAL SAN JUAN DE DIOS SAN MIGUEL”**.

Responda cada ítem según su criterio, las respuestas son confidenciales y serán utilizadas únicamente con fines académicos.

Datos Generales:

Edad _____

Sexo _____

1. La Norma de Radiología Diagnostica e Intervencionista, en el Art 24, referente a la restricción de dosis, establece que: La dosis que reciba el personal expuesto debe mantenerse tan baja como sea razonablemente posible. De las acciones que se le muestran a continuación, seleccione cuales de estas realiza para cumplir con este artículo.
 - a) Mantiene el mínimo de distancia con la fuente de radiación.
 - b) Usa equipos blindados durante el procedimiento
 - c) Usa cortos tiempos de exposición
 - d) Todos los anteriores

2. El reglamento especial de protección y seguridad radiológica establece en el Art. 66 un límite de Exposición Ocupacional el cual es de 20 mSv al año promediada durante cinco años consecutivos. Como parte de su compromiso personal, ¿Usted tiene conocimiento la cantidad de mSv que se expone anualmente?
- a) Si
 - b) No

Si su respuesta fue afirmativa, mencione su último registro dosimétrico anual: _____

3. En su departamento, ¿Cada cuánto tiempo realizan el cambio del dosímetro personal?
- a) Un mes
 - b) Dos meses
 - c) Tres meses
 - d) Más de tres meses
4. La Norma de Radiología Diagnostica e Intervencionista, establece en el Art. 26 literal “e”, que, para mayor seguridad del Profesional Ocupacionalmente Expuesto, se debe mantener una distancia mínima de 2mts entre el tubo y el paciente, según su práctica, ¿considera que hace cumplimiento de esta normativa?
- a) Si
 - b) No

5. El Art 9, literal (d) de La Norma de Radiología Diagnostica e Intervencionista establece que, el operador tiene la responsabilidad de utilizar los equipos y dispositivos de protección que le proporcione el titular de la autorización, según dicha normativa, los dispositivos mínimos indispensables de protección radiológica con los que debe contar un departamento de Radiología e Imágenes son: delantales plomados, cuellos de protección para tiroides, protectores de gónadas, lentes plomados.

Del siguiente listado, mencione los recursos que utiliza dentro de sala de operaciones

- a) Delantal Plomado.
- b) Cuellos plomados.
- c) Protectores gonadales.

6. ¿Qué acciones implementa usted durante los procedimientos en de sala de operaciones para proteger equipo multidisciplinario al momento de la exposición a la radiación?
- a) Verificar que todo el personal utilice correctamente los accesorios plomados
 - b) Verificar que las puertas estén cerradas.
 - c) Notificar al momento de realizar una exposición.
 - d) Verificar que no se encuentren personas ajenas al procedimiento.
 - e) Verificar que el médico tratante aleje las manos durante la exposición.
 - f) Todas las anteriores
 - g) Ninguna.

ANEXO N°6: MEMORIA DE CÁLCULO DE BLINDAJE

MEMORIA ANALITICA CÁLCULO DE BLINDAJE
Sala de Radiología para brazo C
Hospital San Juan de Dios San Miguel
Determinación de espesores Hemirreductores:

Fecha de referencia: 23/Agosto/2012

Definiciones:

1-Capa Hemirreductora (EH): Espesor de Material que al interponerse en un haz de rayos X atenúa la intensidad de radiación en un 50%. Es característico para cada valor de tensión aplicada y para cada material utilizado como blindaje.

2- Espesor Equivalente: Espesor de un material de referencia (Pb), que proporciona la misma atenuación que el espesor del material de interés.

2.1- Los valores de los espesores de pared y el tipo de material de construcción utilizado en las paredes Norte, Sur, Este y Oeste, aparecen en el plano de la Instalación (Anexo I) y se resumen en la tabla 1 como espesor equivalentes bloque Saltex relleno de concreto. Se detallan también las distancias promedios del ánodo del tubo de Rayos X a cada una de las paredes y el número de espesores hemirreductores necesarios (NEH) para proteger a los trabajadores y al público general, considerando un voltaje clínico de operación de la máquina de hasta 125KV para el equipo fluoroscópico.

DEFINICIONES:

Factor de Ocupación (T): relacionado con el tiempo medio de ocupación del habitáculo que se protege.

Factor de Uso (U): Relacionado con la fracción del tiempo de operación del equipo, en que el haz es dirigido hacia la barrera bajo consideración (U=1 para radiación dispersa y U=1/4 para el caso de las paredes que ocasionalmente actúan como barreras primarias, en ambientes rectangulares).

EQUIPO A INSTALAR:

Brazo C marca: SIEMENS modelo ARCADIS VARIC

Consideraciones Generales Para la sala de rayos X:

Por el tipo de procedimientos a realizar en esta sala de radiología, todas las paredes circundantes constituyen barreras secundarias (BS).

La colindante Norte (BS) Tiene factor de ocupación $T=1$ por la colindancia con el pasillo de los quirófanos que es un espacio de ocupación permanente debido a que es utilizado permanentemente por el personal de quirófanos, este colindante tiene un factor de uso $U=1$, debido a la incidencia de radiación dispersa proveniente del paciente y la mesa.

La colindante Sur (BS) La sala esta ubicada en una segunda planta de un edificio que colinda con un parqueo, por tanto se le asigna factor de ocupación $T=1/16$ por la colindancia con un espacio vacío, esta colindante tiene factor de uso $U=1$, debido a la incidencia de radiación dispersa proveniente del paciente y la mesa.

La colindante Este (BS) Tiene factor de ocupación $T=1/16$ por la colindancia con el espacio vacío que da a un parqueo adyacente que es considerado espacio de ocupación casi nulo. Esta colindante tiene factor de uso $U=1$, debido a la incidencia de radiación dispersa proveniente del paciente y la mesa.

La colindante Oeste (BS) Tiene factor de ocupación $T=1$ por la colindancia con un quirófano adyacente que es considerado espacio de ocupación permanente y un factor de uso $U=1$ por la incidencia de radiación dispersa proveniente del paciente y la mesa.

Para el cálculo de los blindajes se escogió el espesor mayor considerando por separado el fenómeno de la radiación dispersa producida por el paciente y la mesa, y la radiación directa del tubo de RX.

Condiciones de Operación:

Equipo Brazo C:

El equipo presenta variación de voltaje de 40KV – 110KV, 0.2mA - 2.8mA

El espesor Hemirreductor en concreto con densidad 2.2 g/cm³/ para un Kilovoltaje máximo asumido de operación de 125 KV es de: 20 mm en concreto / (Filtración total no menor de 2.5 mm de Al)

- Referencia: Comisión Internacional sobre protección radiológica Publicación 69 de la ICRP, Annals of ICRP V 21 No1/3 1990, Oxford, Pergamon 1990
- National Council on Radiation Protection and Measurement (NCRP). Report No 49

Tabla 1 valores de los espesores recomendados de pared y el tipo de material de construcción a utilizar, Distancia del foco de emisión a cada una de las barreras

* Datos referidos a 125Kv de operación del equipo de rayos X Brazo C

Pared	Norte (BS)	Sur (BS)	Este (BS)	Oeste (BS)
<i>Espesor mínimo calculado (Material: Concreto)</i>	Espesor 12.6 cm	Espesor 4.4 cm	Espesor 6.5 cm	Espesor 16.4 cm
<i>Espesor recomendado de saltex relleno de concreto.</i>	15 cm (Saltex relleno de concreto)	10 cm (Saltex relleno de concreto)	10cm (Saltex relleno de concreto)	20 cm (Saltex relleno de concreto)
<i>distancia Foco-Barrera</i>	3.5 m**	3.8 m**	2.6 m**	1.8 m**
Observaciones	La pared existente esta construida de saltex relleno de concreto y repellado con espesor total de 18cm de espesor.	La pared existente esta construida de saltex relleno de concreto y repellado con espesor total de 18cm de espesor.	La pared existente esta construida de saltex relleno de concreto y repellado con espesor total de 18cm de espesor.	La pared existente esta construida de saltex relleno de concreto y repellado con espesor total de 18cm de espesor.
Número de Espesores Hemirreductores recomendados (125 Kv)	NEH= 7.5	NEH= 5.0	NEH= 5.0	NEH= 10
<i>Recomendaciones</i>	-Esta pared no necesita blindaje adicional debido a que existe una pared de 18cm de concreto. -La puerta de acceso doble hoja debe blindarse con 2.0mm de Plomo -La puerta de la bodega ubicada en este costado debe blindarse con 2mm de plomo.	-Esta pared no necesita blindaje adicional debido a que existe una pared de 18cm de concreto.	-Esta pared no necesita blindaje adicional debido a que existe una pared de 18cm de concreto.	-Esta pared no necesita blindaje adicional debido a que existe una pared de 18cm de concreto.

**Es la distancia mínima que el tubo podría alcanzar en una eventualidad.

ESPESOR EQUIVALENTE DE PLOMO PARA DISTINTOS MATERIALES UTILIZADOS EN CONSTRUCCION DE INSTALACION EVALUADA

Material	Densidad (g/cm3)	Espesor equivalente de material (mm) A 125Kv			
Plomo	11.35	0.5	1.0	2.0	3.0
Saltex relleno de concreto	2.2	52	92.5	160	220

Conclusiones:

PAREDES Norte – Sur:

Pared Norte:

Esta pared se califica como una barrera secundaria debido a la incidencia de radiación dispersa proveniente del paciente y la mesa, de acuerdo a cálculos realizados **debe tener espesor mínimo concreto de 12.6cm**. Con el objeto de reducir la dosis acumulada a 0.083 mSv por mes para personal general, dicha pared está construida de saltex relleno de concreto más repello, que hace un total de 18cm de espesor, por tanto **no deberá agregarse blindaje adicional**. La puerta doble hoja que da acceso a la sala ubicada en este costado **debe blindarse con 2.0mm de plomo en toda su extensión garantizando uniones imbricadas**.

Se recomienda blindar con 2.0mm de plomo la puerta de la bodega ubicada en este costado.

Pared Sur:

Esta pared se califica como una barrera secundaria debido a la incidencia de radiación dispersa proveniente del paciente y la mesa, de acuerdo a los cálculos realizados **debe tener espesor mínimo de concreto de 4.4cm**. Con el objeto de reducir la dosis acumulada a 0.083 mSv por mes para público general, la pared existente esta construida de saltex relleno de concreto más repello con espesor total de 18cm, por tanto **no deberá agregarse blindaje adicional**.

PAREDES Este- Oeste:

Pared Este:

Esta pared se califica como una barrera secundaria debido a la incidencia de radiación dispersa proveniente del paciente y la mesa, de acuerdo a los cálculos realizados **debe tener espesor mínimo de concreto de 6.5cm** Con el objeto de reducir la dosis acumulada a 0.083mSv por mes para público general, la pared existente está construida de saltex relleno de concreto más repello, con espesor total de 18cm, **por tanto no deberá agregarse blindaje adicional**.


Pared Oeste:

Esta pared se califica como una barrera secundaria debido a la incidencia de radiación dispersa proveniente del paciente y la mesa, según los cálculos realizados **debe tener un espesor mínimo de concreto de 16.4cm**. Con el objeto de reducir la dosis acumulada a 0.083 mSv por mes para público general. La pared existente está construida de saltex relleno de concreto más repello, con espesor total de 18cm, por tanto **no deberá agregarse blindaje adicional**.

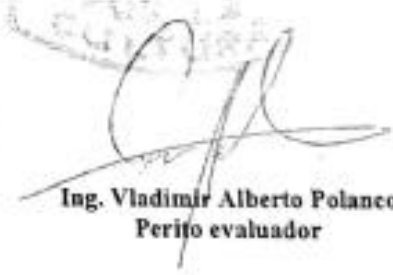
Deberá Garantizarse físicamente que el equipo de rayos X no operen cuando estén abiertas las puertas de acceso a la sala radiológica. Deberá colocarse un mecanismo que en forma automática cierre las puertas de ambas salas.

RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES.

- 1- El equipo deberá ubicarse en la posición y conservar las distancias que se muestran en el plano anexo. Cualquier modificación en la posición o las distancias a las paredes alteraría los blindajes calculados.
- 2- En la visita pudo constatar que la puerta doble hoja de acceso a la sala posee vidrios que dan acceso visual al interior de la sala, estos vidrios deben ser cambiados por vidrio de 2mm de espesor equivalente de plomo.



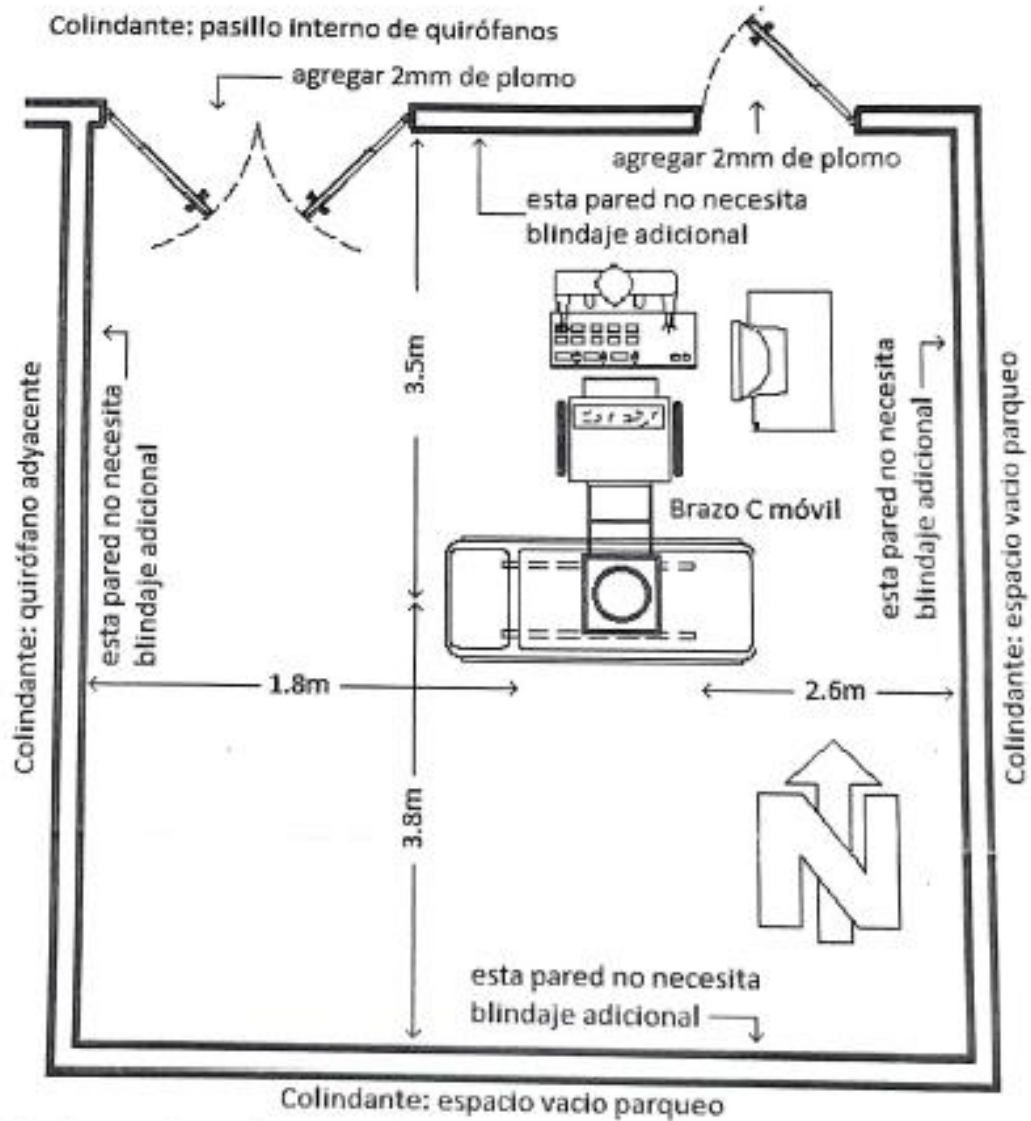
Ing. Luis Ramón Portillo
Director CIAN-FIA-UES



Ing. Vladimir Alberto Polanco
Perito evaluador

ANEXO 1

Plano de la instalación de Brazo C.



Todas las paredes están construidas de saltex relleno de concreto más repello con espesor total de 18cm

ANEXO N° 7 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

DESARROLLO	FEB				MAR				ABR				JUN				JUL			
	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4
Socialización de las propuestas de investigación	■	■	■																	
Elaboración de perfil del proyecto de investigación				■	■	■														
Elaboración del Capítulo I: Planteamiento del problema, situación problemática, enunciado del problema.							■	■	■											
Elaboración de justificación, objetivo general										■	■									
Elaboración de objetivos específicos											■	■								
Elaboración de capítulo II													■	■	■	■				
Elaboración de la Operacionalización de variables																	■	■	■	
Elaboración de capítulo IV: Diseño metodológico.																				■

DESARROLLO	AGO				SEP				OCT				NOV				DIC
ACTIVIDADES POR REALIZAR	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1
Tipo de estudio.																	
Universo y muestra.																	
Elaboración de los métodos y recursos, técnicas, instrumentos y procedimientos																	
Validación de los instrumentos, prueba piloto, recursos, consideraciones éticas.																	
Plan de tabulación de la información																	
Plan de análisis de resultados																	
Entrega del protocolo de investigación																	
Recolección de los datos																	
Elaboración de Capítulo V: Presentación y análisis de los resultados																	
Elaboración de Capítulo VI: Conclusiones y recomendaciones																	
Entrega de informe final de investigación																	
Presentación y defensa del trabajo de investigación																	

ANEXO N°8 PRESUPUESTO

Material	Cantidad	Costo Total
PAPELERIA		
Papel bond	2 resmas	\$7.20
Lapiceros	1 caja surtida	\$2.50
Cuadernos De apunte	3 unidades	\$6.00
Folders	1 docena	\$1.20
Fastener	1 docena	\$0.70
Impresiones a color	500 unidades	\$25.00
Impresiones B/N	400 unidades	\$9.80
Copias	150 unidades	\$4.00
Total		\$36.40
RECURSOS TECNOLOGICOS		
Planes pospago (Llamadas ilimitadas, conexión a internet)	3 paquetes	\$75
Total		\$75.00
VIATICOS		
Pasajes de autobús	30 pasajes	\$10.50
Pasajes de autobús, SM-SS y viceversa	25 pasajes	\$125.00
Gasolina	20 galones	\$100.00
Alimentación	20 tiempos de comida	\$80.00
Total		\$265.50
TOTAL GENERAL: \$446.40		